



联合国教科文组织报告

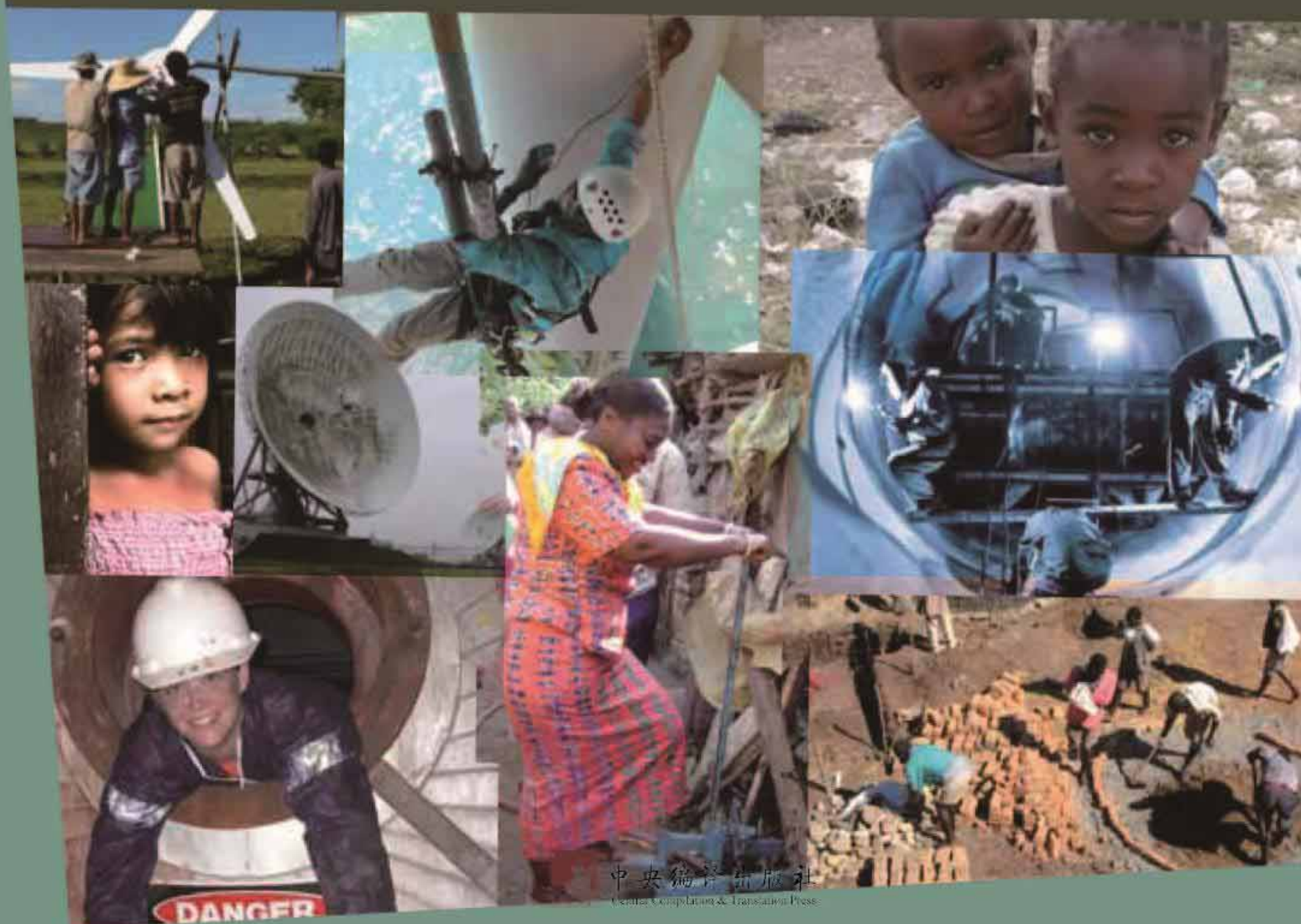
工程： 发展的问题挑战和机遇

Engineering: Issues, Challenges and Opportunities for Development

世界工程组织联合会 (WFEO)
国际工程技术科学院理事会 (CAETS) 组编
国际咨询工程师联合会 (FIDIC)



清华大学工程教育研究中心
王孙禹 雷环 张志辉 译



中央编译出版社
Central Compilation & Translation Press



联合国教科文组织报告

工程： 发展的问题挑战和机遇

Engineering: Issues, Challenges and Opportunities for Development

世界工程组织联合会 (WFEO)
国际工程技术科学院理事会 (CAETS) 组编
国际咨询工程师联合会 (FIDIC)



清华大学工程教育研究中心
王孙禺 雷环 张志辉 译



中央编译出版社
Central Compilation & Translation Press

图书在版编目(CIP)数据

工程:发展的问题、挑战和机遇 / 世界工程组织联合会,国际工程技术科学院理事会,国际咨询工程师联合会编;王孙禺,雷环,张志辉译. —北京:中央编译出版社,2012.7

ISBN 978-7-5117-1465-7

I. ①工… II. ①世… ②国… ③国… ④王… ⑤雷…
⑥张… III. ①工程技术—研究报告 IV. ①TB

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 168745 号

工程:发展的问题、挑战和机遇

责任编辑:董 巍

责任印制:尹 珺

出版发行:中央编译出版社

地 址:北京西城区车公庄大街乙 5 号鸿儒大厦 B 座(100044)

电 话:(010)52612345(总编室)(010)52612365(编辑室)

(010)66161011(团购部)(010)52612332(网络销售)

(010)66130345(发行部)(010)66509618(读者服务部)

网 址:www.cctpbook.com

经 销:全国新华书店

印 刷:三河市华东印刷有限公司

开 本:710 毫米×1000 毫米 1/16

字 数:720 千字

印 张:40

版 次:2012 年 12 月第 1 版第 1 次印刷

定 价:95.00 元

本社常年法律顾问:北京大成律师事务所首席顾问律师 鲁哈达

凡有印装质量问题,本社负责调换,电话:010-66509618

First published by the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), 7, place de Fontenoy, 75352 Paris 07 SP, France.

© UNESCO 2010

© Institute of Education - Tsinghua University 2012, for the Chinese translation.

Original edition first published by UNESCO under ISBN 978 - 92 - 3 - 104156 - 3

The designations employed and the presentation of material throughout this publication do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of UNESCO concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or the delimitation of its frontiers or boundaries.

The authors are responsible for the choice and the presentation of the facts contained in this book and for the opinions expressed therein, which are not necessarily those of UNESCO and do not commit the Organization.

原著由联合国教科文组织(UNESCO)首次出版

地址:7, place de Fontenoy 75352 Paris 07 SP, France

© UNESCO, 2010

© 清华大学教育研究院, 2012, 中译本

UNESCO 首次出版的原著 ISBN 978 - 92 - 3 - 104156 - 3

此出版物所采用的名称和援引的材料, 不表明联合国教科文组织对任何国家、地区、城市或区域的合法地位, 或其权力机构的合法地位, 或其边界的划分有任何看法。

作者对出版物中所选择和列举的事件以及所表述的观点负责, 这些事件和观点均不代表联合国教科文组织, 联合国教科文组织也不对其承担责任。

联合国教科文组织报告

工程：发展的问题、挑战和机遇

世界工程组织联合会(WFEO)

国际工程与技术科学院理事会(CAETS) 联合出版

国际咨询工程师联合会(FIDIC)

清华大学工程教育研究中心

王孙禺 雷环 张志辉 译

图书在版编目(CIP)数据

工程:发展的问题、挑战和机遇 / 世界工程组织联合会,国际工程技术科学院理事会,国际咨询工程师联合会编;王孙禺,雷环,张志辉译. —北京:中央编译出版社,2012.7

ISBN 978-7-5117-1465-7

I. ①工… II. ①世… ②国… ③国… ④王… ⑤雷…
⑥张… III. ①工程技术—研究报告 IV. ①TB

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 168745 号

工程:发展的问题、挑战和机遇

责任编辑:董 巍

责任印制:尹 珺

出版发行:中央编译出版社

地 址:北京西城区车公庄大街乙 5 号鸿儒大厦 B 座(100044)

电 话:(010)52612345(总编室)(010)52612365(编辑室)

(010)66161011(团购部)(010)52612332(网络销售)

(010)66130345(发行部)(010)66509618(读者服务部)

网 址:www.cctpbook.com

经 销:全国新华书店

印 刷:三河市华东印刷有限公司

开 本:710 毫米×1000 毫米 1/16

字 数:720 千字

印 张:40

版 次:2012 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

定 价:120.00 元

本社常年法律顾问:北京大成律师事务所首席顾问律师 鲁哈达

凡有印装质量问题,本社负责调换,电话:010-66509618

First published by the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), 7, place de Fontenoy, 75352 Paris 07 SP, France.

© UNESCO 2010

© Institute of Education - Tsinghua University 2012, for the Chinese translation.

Original edition first published by UNESCO under ISBN 978 - 92 - 3 - 104156 - 3

The designations employed and the presentation of material throughout this publication do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of UNESCO concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or the delimitation of its frontiers or boundaries.

The authors are responsible for the choice and the presentation of the facts contained in this book and for the opinions expressed therein, which are not necessarily those of UNESCO and do not commit the Organization.

序

余寿文^①

工程在中国发展的历史长河中,有着举足轻重的作用。翻开中国五千年的文明史,智慧的中国人取得了很多辉煌的工程技术成就,创造了灿烂的物质文明和精神文明。只因长期的封建统治,在近代,中国的工程发展落后了。在新中国成立之后,特别是改革开放以来,中国的发展融入了世界现代文明的潮流中。在世界工程技术前沿,中国的工程科技不断取得新的成就、新的进展。在空间与海洋技术、超级计算机、土建与交通工程、现代化工、新型能源、量子信息、纳米技术等领域,都有中国工程科技人员的贡献。与此同时,他们也肩负着应对社会与经济领域中种种挑战的使命和责任。在中国快速发展的进程中,仍还存在一些能源、环境、食品安全与医疗保健的问题;中国还有一部分人生活在贫困地区;自然灾害仍然威胁着人民的生命财产安全。在解决这些问题并建设全面小康社会的过程中,工程师们和有志于工程的年轻人担负着新的责任。

欣闻联合国教科文组织(UNESCO)的报告《工程:发展中的问题、挑战和机遇》出版,这是一个很好的题目,也是第一部以全球的眼光关注工程的报告。文章的撰写者来自世界上各类型的不同国家,有发达的国家,也有发展中的国家。这使得读者能从更广阔的视野来了解世界的、而不只是部分国家的关于工程的发展、挑战和机遇这一论题的研究成果。而对于中国这一最大的发展中国家的读者来说,无疑更有裨益:使读者们深入了解与思考世界工程的发展、中国近年来工程的发展的动因与面临的机遇与挑战。UNESCO投入了很大的精力完成报告,给全世界读者带来丰富的信息。

UNESCO的这部报告,首先是一本普及读物,让更多的读者了解工程的历史与发展。正如报告中反复提到的那样,当今社会对工程、特别是现代工程的理解和认识非常贫乏,不少国家都出现了年轻人对工程兴趣下降、大学工科专业招生减少、工程师短缺等问题。报告用许多生动的例子告诉人们工程师在做什么,工程为我们的社会贡献了什么,力图还“工程”一个客观、全面的形象。我们需要更多这样可读性很强而且覆盖面广、视野宽阔的报告,吸引全社会关注工程。

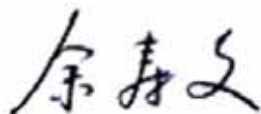
^① 余寿文,国际工程教育学会联盟(IFEES)副主席、国际断裂大会副主席;中国高教学会工程教育委员会副理事长、清华大学工程教育研究中心学术委员会主任;原中国工程院教育委员会委员、原清华大学副校长。

这部报告有着重要的学术意义。它融会了世界各地的学者、研究者、管理者的观点,既有全球视野的广度,也有具体问题的深度。报告阐释了工程在“发展”这个全世界关注的主题中的重要性,对工程行业、工程教育以及工程师个体都有深入的研究,其视角和方法值得读者借鉴。报告中有很多关于数据和指标的讨论,这对我们科学分析工程师的数量与结构、工程教育和工程师的评价等问题的历史发展与面临的机遇与挑战有重要的意义。中国正在进行工程师体系与工程教育的改革,对这些问题的深入研究,无疑能给改革提供更多的理论支持,使我们能用历史发展的眼光,从更宽广的事业和更深入探究的角度来推进我们的工程发展与工程教育改革。

对宏观决策者来说,这部报告也是很好的参考。报告认为工程是解决人类当前所面临的减少贫困、气候变化、可持续发展等全球性问题的关键,这些问题是每个国家的政府和个人都应该关注并努力做出贡献的。中国政府一向重视并努力解决这些问题。本书著者汇集国际名家,但对中国工程教育与工程发展方面的介绍尚嫌不足;也期盼今后在这方面有所补足。这也是对国内这方面研究与著述提出的一个新的任务。

清华大学工程教育中心王孙禹教授等学者付诸心血将报告翻译成中文,让更多中国的读者也能够分享报告的精髓。工程教育中心长期以来十分关注国外工程与工程教育研究的发展,近年来搜集、翻译了许多国内外的重要报告,为工程教育研究奠定了良好的基础。这部报告中译本的出版,是他们努力学习、长期积累的又一成果。希望他们再接再厉,在工程教育研究上取得更多的成绩。

需要特别说明的是,这部报告中文版的出版得到了联合国教科文组织的大力支持。UNESCO 基础和工程科学部工程主任、本工程报告的主创、总编辑和协调人 Tony Marjoram 先生为中文版撰写了序言。在此表示衷心的感谢。



中译本序

Tony Marjoram^①

联合国教科文组织(UNESCO)的报告《工程:发展中的问题、挑战和机遇》首先被翻译为中文,这是再合适不过的。工程和工程师在中国的发展中有特别重要的意义——不管是在过去还是现在,未来也无疑是这样的。我很荣幸为中文版撰写编者序。本书是首部全球范围的关于工程的报告,重点关注工程在发展中的作用,现在已成为 UNESCO 的旗舰刊物之一,有非常好的销量和下载次数。

UNESCO 工程报告的想法最早出现在 2000 年左右,一部分原因是 1993 年出版的 UNESCO 科学报告中缺乏工程的内容。虽然科学报告在 1996 年、1998 年、2005 年和 2010 年相继出版了续集,这一问题仍然没有得到解决。2007 年工程报告的计划正式出炉并获得批准,编委会首先梳理了大纲,分出许多章节,然后开始寻找可能的撰稿人。在预算很少的前提下,报告的撰写工作正式启动。来自 40 个国家的 120 多位撰稿者,同意义务为报告撰稿,以作为对报告的支持。2008 年世界工程师大会上,首次宣布了报告的进展,2010 年 10 月在 UNESCO 首发。

长期以来,工程在中国的发展中都发挥了重要的作用。中国早期的发明包括铸铁和铁犁、马镫、火药、印刷术、磁罗盘和发条擒纵装置,其中有许多以前都被认为是西方的发明。中国在过去二十多年中的发展是非常惊人的,很大程度上是由于解决问题的方法和工程的应用。中国最近的成就包括工业、基础设施、交通、通信、航空航天以及世界一流大学的发展和相关研究。这些都表明,中国已成为世界的新工厂。

李约瑟在 1954 年出版的《中国的科学与文明》中,对科学、工程和技术在中国的作用进行了研究。李约瑟也是说服 UNESCO 将科学纳入组织职权的人,并在 1946 年成为 UNESCO 自然科学部的第一任领导。冷战期间,他于 1948 年离任,但仍然关注科学和工程的合作。李约瑟第一个提出了“为什么中国早期在工程、科学和技术上取得了很多成就,后来却被西方国家超越”的问题。

中国的工程所面临的问题与其他许多国家都是相似的:将工程应用到社会和经济发

^① UNESCO 基础和工程科学部工程主任(2001 - 2011 年度),UNESCO 工程报告的主创、总编辑和协调人

展中、减少贫困、可持续发展、减缓和适应气候变化、年轻人对工程兴趣下降和招生减少、工程师短缺以及促进能力建设的工程教育新方法。报告指出,这些挑战是相互关联的——如果年轻人看到工程在可持续性中的重要性和更有趣的教学方法,比如基于问题和项目的学习,他们就能够被吸引。挑战也可以带来机会。

随着中国的快速发展,李约瑟的问题已经成为历史,甚至应该反过来问:中国如何超越了西方?答案显然与工程、科学和技术的最新成就以及工程和工程师解决问题的方法有关。中国独特之处在于有许多领导人有工程背景,这对中国近期的发展无疑起到了重要的作用。过去200多年的五次技术创新浪潮,凸显出全球可持续发展的必要性和联合国可持续发展大会(里约+20)的重要性,而第六次技术创新浪潮所面临的主要挑战是可持续工程和绿色技术的发展。

我们希望 UNESCO 工程报告的中译本能够续写原版的辉煌,这将鼓励其他语种的译本和报告的后续版本。

A handwritten signature in black ink that reads "Tony Marjoram". The signature is written in a cursive, slightly slanted style.

序 言

Irina Bokova, UNESCO 总干事

这份关于工程 and 发展的报告具有里程碑式的意义,是联合国教科文组织、甚至任何国际组织出版的第一部关于这一话题的报告。

这份报告汇集了世界各国 120 多位专家翔实而富有洞察力的深刻见解,从新的视角审视了工程师在发展中的重要作用。

自从人类发明了轮子,工程的进步就紧密地围绕着人类社会的发展。特别是在过去的 150 年里,工程和技术极大地改变了我们所生活的世界,延长了人类的预期寿命,提高了人类的生活质量。

然而,工程所带来的健康、住房、营养、交通、通信等诸多改善在世界范围内的分布却并不均匀。很多人还没有干净的饮用水和适宜的公共卫生环境,还无法享受医疗中心的服务,甚至还需要每天沿着崎岖的小路步行数千米去工作或学习。

展望 2015 年,联合国的“八项千年发展目标”的最后期限越来越近,我们必须充分发挥工程对世界发展的影响力。

普及小学教育的目标需要修建更多新的学校和公路;改善产妇的保健条件的目标需要更多更好的医疗设施;而环境可持续发展的目标则需要更好地控制污染,发展清洁技术并改善农作方式。

因此,工程值得我们大力关注,它对世界发展的贡献应该得到我们充分的肯定。

如果工程师的角色能够更为大众所认识和理解,这一职业将吸引更多的人。现在和将来,我们应该确保有足够多关心世界发展问题的有志青年进入这个领域。据预测,仅仅是撒哈拉以南的非洲地区,要实现清洁饮用水和公共卫生的联合国千年发展目标,就至少需要 250 万工程师和技术人员。

当前的经济危机也为工程带来了机遇和挑战。危机将导致教育投入的减少,继而降低工科学生接受训练的机会。但是,各国领导人已经意识到加大对工程、科学和技术投入的重要性,因为此时,加大对基础设施和技术的投资,可以减缓气候变化、提供可再生能源,这些方面将对经济复苏和可持续发展提供途径。

工程往往是科学默默无闻的合作伙伴。我希望联合国教科文组织这份关于工程的第一份报告《工程:发展的问题、挑战和机遇》,将有助于改变这种状况。

Line Bonus

前 言

Gretchen Kalonji, UNESCO 自然科学部助理总干事

工程在解决全球社会所面临的大规模紧迫挑战中的关键作用得到了广泛的认可。这些大规模的挑战包括:提供人们负担得起的卫生保健;解决能源、交通和气候变化等一系列相互关联的问题;为人类提供公平获取信息的机会;干净的饮用水;减少自然和人为灾害;保护环境和自然资源管理。因此,动员工程界更有效地为社会,特别是为发展中国家,提供有益的、实实在在的产品和服务是一个极其重要的国际责任。

工程作为人类的努力,本身也面临着许多其他的挑战,包括吸引和留住我们更多的青年,尤其是妇女;加强教育事业;与自然和社会科学、艺术建立更有效的跨学科合作;将我们的工作重点放在加强创新、创业和创造就业机会上;提高公众对工程的了解和支持。本报告是 UNESCO 第一本关于工程的报告,试图为国际社会更好地理解工程所面临的问题、挑战和机遇做出贡献,特别关注我们的学科对可持续发展的贡献。

这个报告是 UNESCO 所出版的最有成本效益的报告之一,几乎完全依靠国际工程界的自愿奉献。我想首先感谢一百多名撰稿者。我还想称赞协调和编辑团队所做的工作——Tony Marjoram, Andrew Lamb, Francoise Lee, Cornelia Hauke 以及 Christina Rafaela Garcia, 还有 UNESCO 基础科学和工程科学部主任 Maciej Nalecz 的支持。我也想衷心感谢我们的合作伙伴——世界工程组织联合会的 Tahani Youssef, Barry Grear 和他们的同事们,国际咨询工程师联合会的 Peter Boswell, John Boyd 和他们的同事们,国际工程与技术科学院理事会的 Bill Salmon, Gerard van Oortmerssen 和他们的同事们。我还要感谢编辑顾问委员会的成员,特别是 Kamel Ayadi 主席,他们的帮助使报告得以顺利完成。

这份报告是继 UNESCO 的四本科学报告之后的又一力作,这四本科学报告的第一本出版于 1998 年。虽然工程被认为是广义“科学”的一个组成部分,但在这些报告中并不突出。这就使国际工程界一直呼吁对工程开展一项国际性研究,特别是工程在国际发展中的作用。此报告有助于满足这样的研究需求。正如总干事所指出的工程社, UNESCO 中的未来也因为“国际工程计划”的提出而变得更加光明,这一计划已经在 2009 年 10 月最近召开的一次执行委员会和大会上获得批准。

正如这份报告所指出的那样,由于工程的普遍性,它确实是一个深刻和多样的话题。我们试图竭尽所能覆盖工程的广度和深度,虽然我们面临很多制约因素,Tony Marjoram和他的团队做出了非常出色的工作。我们希望该报告对全社会都能起到积极的作用,我们将继续与合作伙伴一起努力设计后续的活动。

摘要

关于工程的议程

这是第一本由联合国教科文组织编写的关于工程的报告,甚至也是第一本关于全球工程的报告。这份报告聚焦发展的问题,涉及了很多文献中所提出的急需关注的问题和研究空白。报告由负责科技(并涵盖工程)的跨政府机构——联合国教科文组织,与个体的工程师以及主要国际工程组织——世界工程组织联合会(WFEO)、国际工程与技术科学院理事会(CAETS)和国际咨询工程师联合会(FIDIC)联合完成。报告邀请了众多杰出的工程师和优秀的工程机构撰稿,并得到他们的热情回应。他们对这项开创性工作表现出无限的热情,并出于对工程界的责任,完全自愿无偿地为报告提供了大量的文字、照片和宝贵的时间。

这份报告为工程在发展中的作用,特别是其中的问题、挑战和机遇,提供了一个展示和讨论的平台。总的来说,全球性的问题及挑战包括:减少贫困,促进社会和经济的可持续发展以及实现联合国千年发展计划的其他目标;全球化;架起数字化桥梁,拓宽科技知识应用的领域。目前急需解决的问题及面临的挑战包括:减缓和适应气候变化,尽快实现低碳生活;自20世纪30年代以来最严重的经济衰退和危机;增加对基础设施和工程能力及其相关研究的投入。与此同时,许多国家开始担心年轻一代,特别是年轻女性,对工程科学和技术的兴趣明显减弱,这些领域的招生人数也明显下降。这种情形将对发展能力有何影响,特别是对于深受人才流失影响的发展中国家。

该报告阐述了以下几个方面的重要性:

1. 拓展公众和政策对于工程的认识及理解,强调其作为创新和社会经济发展动力的作用;
2. 推广工程的知识,特别是当前迫切需要关于工程的统计数据 and 指标(比如一个国家究竟需要并且已经拥有的工程师的类型及数量——这已经超出了本报告的研究范围);
3. 改革工程教育及其课程和教学方法,强调课程和教学方法与工程学科的相关性,培养学生解决问题的能力;
4. 更为有效的创新,并将工程和技术应用于全球性的问题和挑战,例如减少贫困,可

持续发展与气候变化——特别是目前急需的绿色工程和低碳技术。

这份报告指出,很多针对这些问题、机遇和挑战的可能性解决方案是相通的。例如,一个显著的发现表明,当年轻人、大众和政策制定者看到相关信息和指标显示工程、创新与技术是解决全球性问题方案的一部分的时候,他们对工程的注意力及兴趣就有显著提升。我们迫切需要工程界与大众和私人机构合作,提升工程的影响力,这不仅是为了工程本身,也是为了全世界。这份报告就是国际社会对这种需要的回应。

声 明

世界工程组织联合会(WFEO)

Barry J. Grear, 世界工程组织联合会主席(2007 ~ 2009)

这份报告提供了一个重要的契机。作为第一份关于工程的国际性报告,它使国际工程组织有机会得以向世界展示工程对于世界所发挥的重大作用及贡献。

这份报告探讨了工程在发展中所面临的主要问题和挑战——工程的发展以及工程在国际发展中的重要角色。

报告所提出的问题、观点及诸多成功案例,为政府的政策制定者、工程组织、国际发展组织、工程从业者以及公众了解工程学科的未来、能力需求、工程技术教育以及工程应用前景提供了一系列有价值的信息。

我祝贺并感谢所有为此报告做出贡献的人,特别是本报告的编辑 Tony Marjoram 博士,他在联合国教科文组织中的工作,一直鼓励着工程领域。

世界工程组织联合会是由一些区域性工程组织发起成立的一个国际性非政府组织,2008 年我们庆祝了她的四十周年庆。世界工程组织联合会将超过 90 个国家和地区的工程组织联合起来,代表了全世界大约 1500 万工程师。我们非常荣幸能参与联合国教科文组织第一份关于工程学科的报告。

国际工程与技术科学院理事会(CAETS)

**Gerard van Oortmerssen, 国际工程技术
科学院理事会主席(2008)**

国际工程与技术科学院理事会深刻认识到振兴工程职业的重要性。

科技发展创造了我们的现代社会,而工程师承担着推动科技发展的责任。他们致力于基础设施建设、工业生产、农业机械化、现代化交通系统以及科技创新,例如大众传媒、计算机和通信系统。科技开发保持着持续的稳步上升,特别是在信息和通信技术、纳米

技术和生物技术等新兴领域。这些发展是令人兴奋的,同时也需要更先进的工程技术能力并得到社会的认可。技术创新创造了财富,改善了我们的生活使其更为舒适。

但这些只是对一部分人而言,并不是对所有人。

经济发展和社会繁荣在全世界范围内的分布并不均衡。联合国千年发展目标的实现需要工程师的巨大努力,但同时也需要他们的创造力,因为发展中国家通常需要新的行为方式或者对传统技术进行重新发掘。

此外,工程师们也面临着新的挑战。我们的社会面临着诸多问题,这些问题在一定程度上是由社会发展造成的,而工程师们则致力于解决这些问题:自然资源枯竭、环境问题和气候变化。这些问题要求高素质的工程师通过高效的生产过程和运输系统、新的可持续能源、高效利用物质材料、回收再利用废旧物资等诸多途径提出解决方案。

全球人口的持续增长导致对工程技术人才的需求不断增加。与此同时,工程的性质也在发生着改变。工程一直以来都是多学科交叉的,它将物理、化学、材料和创意设计、发明、创新等结合起来,并且它所涉及的领域越来越宽广。工程师们越来越多地意识到社会和环境对科技的影响,因此他们必需在复合型的团队中工作,实现与社会的互动及合作。

令人遗憾的是,在这种对于全能型工程师的需求日益增长的背景下,许多国家的年青一代对于工程学科的兴趣正在日益衰退。政府和公众对于工程的重要性及其不断变化的物质的认识应该得到提高。

国际工程技术科学院理事会非常支持联合国教科文组织对于工程自身发展及其对社会发展的现状、问题及挑战的探索。

国际咨询工程师联合会(FIDIC)

John Boyd, 国际咨询工程师联合主席(2007 ~ 2009)

国际咨询工程师联合会是一个代表全球工程咨询业务的国际性组织。这份报告中所提及的问题是引导我们工业、行业以及社会发展不断走向成功的关键,我们非常荣幸能参与这份报告的筹备工作。它在一个至关重要的时机出现。工程职业在发达国家中正在逐渐地减少,我们的服务例如工程咨询行业已经逐渐被忽略。具有讽刺意义的是,这种情况恰恰出现在我们的社会前所未有地急需工程创新的时期,在某种程度上是我们自己造成了这一问题。

从根本上说,可持续发展、减少贫困和气候变化问题是工程的问题。我们不得不拓展我们的设计理念,超越传统的日程和成本安排。同时,我们也必须广泛地关注社会需求,比如如何减少水、能源和材料的消耗,如何尊重人权及文化权利以及如何寻求人类健康及社会安全。这种安全及健康不仅应体现在工程实施过程中,更需要体现在其后续影

响上。

这一挑战需要真正的工程创新。引领创新需要我们超越原有的舒适区域,参与到社会论辩中去,捍卫我们的价值观,无论其是否受到欢迎。

这是我们面临的挑战,同时也是我们的机遇。



© Wikimedia commons 莱特兄弟的第一架动力飞机,1903年

致 谢

这份联合国教科文组织报告的缘起、起草和最终定稿得到了超过 150 个来自工程领域、公众或私人机构的个人、组织和学校的推动和支持。没有他们自愿而慷慨的援助、承诺和支持,这一国际性的首份报告的产生是不可能的。我们谨代表工程学科及更广泛的工程界对他们热心的贡献表示感谢,同时也祝贺他们使这份报告填补了有关工程学科在社会及经济可持续发展中的重要作用的空白。首先感谢世界工程组织联合会(WFEO)执行委员会和世界工程组织联合会的同事们,包括 Bill Rourke, Peter Greenwood 和 Barry Grear,他们在 2005 年提出了撰写一份国际性的工程学科报告的想法;感谢世界工程组织联合会 2006 ~ 2007 年度主席 Kamel Ayadi,他于 2006 年向联合国教科文组织提交了撰写工程学科报告的方案;感谢联合国教科文组织前任总干事 Ko · chiro Matsuura,他批准了该方案并推动报告的编写工作于 2006 年 10 月启动;感谢世界工程组织联合会 2008 ~ 2009 年度主席 Barry Grear 及 2010 年度主席 Maria Prieto - Laffargue,他们对这份报告给予了积极的支持;感谢联合国教科文组织总干事 Irina Bokova,她强调了工程学科在社会及经济的可持续发展中所承担的重要角色。

报告的撰写工作最初邀请了国际工程与技术科学院理事会(CAETS)的 Bill Salmon、国际咨询工程师联合会(FIDIC)的 Peter Boswell 和他们的同事参与我们的讨论。国际工程与技术科学院理事会和国际咨询工程师联合会作为本报告的合作机构给予了极大的支持,我们在此表示衷心的感谢。在随后的工作中,我们成立了一个顾问编辑委员会。委员会成员来自世界各地的工程学组织,他们为确定报告的结构和形式提供了各种咨询。顾问编辑委员会的副主席包括时任联合国教科文组织自然科学助理总干事的 Walter Erdelen, Kamel Ayadi,国际咨询工程师联合会(FIDIC)的 Peter Boswell,国际工程技术科学院理事会的 George Bugliarello, Brian Figaji, Monique Frize, Willi Fuchs, Issié Yvonne Gueye, Charlie Hargroves, Yumio Ishii, Paul Jowitt, Andrew Lamb, Eriabu Lugujo, Najat Rochdi, Bill Salmon 以及 Luiz Scavarda, Mohammed Sheya, Vladimir Yackovlev, Tahani Youssef, Miguel Angel Yadarola, Zhong Yixin, Lidia Żakowska。在此我们对他们以及其他被邀请的专家们对报告的帮助和贡献表示感谢。

本报告的文章均通过征稿,由作者无偿提供。我们对以下撰稿者的大力支持表示高度

的赞赏,他们是: MenhemAlameddine, Sam Amod, Felix Atume, Margaret Austin, KamelAyadi, Gérard Baron, Conrado Bauer, Jim Birch, Peggy Oti – Boateng, NeliusBoshoff, Peter Boswell, David Botha, John Boyd, DamirBrdjanovic, George Bugliarello, Lars Bytoff, JeanClaude Charpentier, Tan SengChuan, Andrew Cleland, Regina Clewlow, Daniel D. Clinton Jr., Jo da Silva, Mona Dahms, CláudioDall’ Acqua, Darrel Danyluk, Irenilza de AlencarNäas, ErikdeGraaff, Cheryl Desha, Allison Dickert, Christelle Didier, Gary Downey, Xiangyun Du, Wendy Faulkner, Monique Frize, WilliFuchs, Jacques Gaillard, Pat Galloway, P. S. Goel, Barry Grear, Phillip Greenish, Peter Greenwood, YvonneIssiéGueye, Leanne Hardwicke, Charlie Hargroves, RohaniHashim, Sascha Hermann, Bob Hodgson, Hans Jürgen Hoyer, Youssef Ibrahim, AzniIdris, Yumio Ishii, Mervyn Jones, Russ Jones, 约旦工程师联合会, Paul Jowitt, Jan Kaczmarek, Marlene Kanga, AnetteKolmos, Sam Kundishora, Andrew Lamb, Allyson Lawless, Leizer Lerner, Antje Lienert, Simon Lovatt, Juan Lucena, EriabuLugujjo, TakaakiMaekawa, Don Mansell, Tony Marjoram, Petter Matthews, Jose Medem, Jean Michel, James R. Mihelcic, Ian Miles, Victor Miranda, WłodzimierzMiszałski, MokubungMokubung, Jacques Moulot, Johann Mouton, Solomon Mwangi, Douglas Oakervee, Gossett Oliver, RajendraPachauri, Beverley Parkin, Stuart Parkinson, Waldimir Pirró Longo, Arvind K. Poothia, Krishnamurthy Ramanathan, Tony Ridley, BadaouiRouhban, Bill Salmon, LuizScavarda, David Singleton, Vladimir Sitsev, Jorge Spitalnik, Catherine Stansbury, Neill Stansbury, Don Stewart, Mario Telichevsky, Leiataua Tom Tinai, Susan Thomas, K. Vairava-moorthy, Charles Vest, Kevin Wall, IringWasser, Ron Watermeyer, Philippe Wauters, Andrew West, John Woodcock, Vladimir Yackovlev, Miguel Angel Yadarola, ZhongYixin。Gunnar Westholm 和 Alison Young 提供了关于科学和工程学的统计和指标的复杂性的咨询,他们还帮助我们了解了一些急需收集详细数据的问题和挑战。联合国教科文组织统计研究所为这份报告提供了所需的数据,他们在数据发掘中的作用是非常重要的。更详细的参与者列表将在报告中单独列出。

上述提到的部分和其他撰稿者同时也贡献了照片和其他材料以对文本进行更详尽的说明,在此我们特别感谢 Arup。作为一家全球性的科技咨询公司,Arup 为我们提供了它们在全球各地项目的一些照片,并出版了《变革的动力》一书帮助我们了解和发现影响世界的问题和我们面临的挑战。我们同时也要感谢南非土木结构工程师学会(SAICE)和英国土木结构工程师学会(ICE),他们提供了 Isambard Kingdom Brunel 的照片,Isambard Kingdom Brunel 是现代工程学科最著名的奠基人之一,没有他的照片的工程学科报告是不完整的。

编辑团队建立在联合国教科文组织自然科学部下属的基础科学和工程科学组的工程科学项目的基础之上。这个编辑团队包括:高级项目专家、负责工程学科的协调人和编辑 Tony Marjoram;技术及编辑顾问 Andrew Lamb;行政编辑助理 Cornelia Hauke 和 Christina Rafaela Garcia;项目秘书 Françoise Lee。编辑团队得到了负责自然科学的前任助理总干事 Walter Erdelen,基础和科学工程干事 MaciejNalecz 以及 BadaouiRouhban, Mohan Perera,

Guetta Alemash, Rosana Karam, Djaffar Moussa – Elkadhum, Sylvie Venter, Eloise Loh, Pilar Chiang – Joo, Patricia Niango 等的支持。同时联合国教科文组织新闻局发行部的 Ian Denison, Marie Renault, Isabelle Nonain Semelin, Gérard Prosper 以及他们的同事组织排版, 安排协调印刷, 管理报告所需的超过 120 份各类合同。在此特别感谢 Andrew Lamb, 他将 20 万字各种不同写作风格的章节连贯起来并进行修订; 特别感谢 Tomoko Honda, 对于这份历时超过两年的报告的撰写工作的理解与支持。最后感谢成千上万的工程师们和工程组织——过去的和现在的——我们希望能在此份报告中反映他们的工作和热情。他们在克服困难和解决问题中所反映出来的精神和责任为社会发展创造了新的契机, 我们希望更多的人能够享受到这些机遇。



© Arup

报告概述

这是关于工程的第一份国际性报告,同时也是第一份在发达工业国家以及低收入发展中国家的人文、社会、经济和文化发展的大背景下聚焦工程的报告。

工程创造了我们这个世界。它是一项令人难以置信的多样性的活动,涵盖了诸多不同的领域及层次。在不同的时代和不同的地点,人们对于工程学科的认识是不同的。由于工程的多样性以及可用于撰写这样一份报告的资源 and 规模的有限,要求这份力求全面的研究必须有一定的聚焦。

因此这份报告旨在搭建一个平台,满足全世界人们迫切希望更多了解工程的需求。这份报告与其说是一份“行业概述”,不如说是一份“健康报告”,它汇集了全世界 100 多名杰出工程师和工程组织对工程的反思。它突出了工程与经济增长和人类发展之间的联系,将工程学科展现给政策决定者和公众。它将工程定位为我们所面临的全球性问题和挑战的中心角色,这些问题和挑战包括减少贫困、气候变换和可持续发展等。各国领袖通常会强调科技作为解决全球性问题的手段;而工程师们需要参与到对话中,使这个观点变成现实。

报告所传达的另一个观点是,在社会、经济和文化的大背景之下,工程学科既是一项科学、技术和创新的活动,也是一项人文和社会活动。工程学科是少数的几个可以将人文社会同科学技术连接起来的活动之一。我们希望呈现一份关于工程的人文报告,而非技术报告。本报告既讨论工程问题,也涉及人文问题,并且试图阐述和理解某些关于工程的认识,比如人们认为工程是枯燥无聊同时又很难的学科,工程职业的收入较低并且工作环境恶劣。这些都是非常重要的问题。同时,工程在可持续发展、适应气候变迁、减少贫困等问题中也起到了关键的作用。作为一个解决问题的专业,工程需要以一种严格的、解决问题的视角对待这些问题。为了能在将来更好地实现这一点,本报告还讨论了工程教育的问题,建议减少使用公式化的教学方法,而更多地运用以问题为基础、以项目为内容和实时反映的方法,工程教育才会受益,这样才能使下一代工程师能够应付他们所继承的挑战与机遇。

为了研究这些问题和挑战,我们邀请了各界人士参与到这份报告中来,包括工程师、

经济学家、统计学家、科学家、政治家、政策规划和决定者,他们所从事的领域涉及公共和私营部门、各行业以及高校。几乎所有受邀请者都在百忙之中自愿对我们的要求做出了回应,甚至超过了我们的预期。这份报告是对他们献身工程学科的致敬,也表达了他们对这样一份报告共同的全心的期盼。

鉴于报告本身所面临的问题和挑战,尽管工程学科面临的很多问题和挑战在文中有所涉及和讨论,但显然还存在其他更多的问题。正如总干事所指出的,这份报告所回答的问题和它所提出的问题几乎一样多。

另外,需要特别指出的是工程对更完善的统计数据 and 指标的需求。例如,我们希望能够对世界各地的工程师数量进行比较,就像对比医生和老师的数量一样。但遗憾的是,这个愿望现在还不可能实现,因为在全球范围内,类似的数据将“科学家和工程师”统计在了一起(虽然有些国家有分开的数据)。联合国教科文组织的数据显示:在发达工业国家中,每万人中有 20~50 个科学家和工程师;而发展中国家平均每万人中仅有 5 名工程师和科学家;对于某些贫困的非洲国家来说,这一数字下降到 1 名或者更少。鉴于工程、科学和技术在发展中的重要性,信息的缺乏严重制约了发展中国家的发展和未来。

因此,这份报告着重指出目前非常需要关于工程以及工程师的层次和类别(最好有清晰的定义)的数据,并将其作为政策制定和规划的重要参考。同时也需要更加完善的关于工程如何为创新做出贡献,工程重要性,以及工程创新和创业在发展中的重要性的相关数据。这些都和发展中国家的发展密切相关,据估计全世界 90% 的工程师在为全世界 10% 的人(最富有的 10%)工作。

这份报告出现在一个重要的时代。这个时代充满对工程的需求、挑战和机遇。2009 年 10 月,联合国教科文组织执行委员会及干事会议批准的一份国际工程学项目的提案反映出了这一点。在未来的十年,我们希望这份报告有助于调动起大家的兴趣去寻找关于报告中所提出的问题的答案,有助于强调推出这份联合国教科文组织报告的新版本的需要,有助于更新人们对于工程在发展中的重要性的认识,有助于寻求人类自身在发展中遇到的诸多问题的解决方案。

一、背景

出版一部关于工程的联合国教科文组织报告的想法源自 20 世纪末 21 世纪初。工程界对此类报告提出了强烈的需求。同时,工程界乃至更广泛的科技界认为《世界科学报告》(1993 年、1996 年、1998 年由联合国教科文组织出版,2005 年被《联合国教科文组织科学报告》所替代)中仅有一小部分涉及工程和技术。这份报告正是对这些意见的回应。这些行为强化了对联合国教科文组织发布一份专门的关于工程的报告的需求。联合国教科文组织是联合国中负责科技,包括工程领域的机构,其创立者将 UNESCO 中的 S 界定为广义的科学,包括工程和技术,因此联合国教科文组织理应负责对这一广阔的知识领域做出报告。

1945年11月,在伦敦召开的联合国大会决定成立一个教育及文化组织(ECO/CONF)。在这次会议上,37个国家签署了关于成立联合国教育、科学和文化组织的宪章,此宪章在1946年11月得到联合国的批准后正式生效。1945年11月的会议接受了“科学”作为该组织的名称和项目内容,这归功于李约瑟·尼达姆(Joseph Needham)的提议,他指出“科学和技术正在所有人类文明中扮演着并将继续扮演着至关重要的角色”,这一观点得到了朱利安·赫胥黎(Julian Huxley)的支持。“工程”也在一开始被纳入其中。这次会议是在伦敦的土木工程师学会召开的,推选朱利安·赫胥黎担任第一任总干事,李约瑟·尼达姆为联合国教科文组织自然科学部的第一位负责人。尼达姆是一位生物化学家,他更为人所熟知的是从1954年开始撰写《中国的科学与文明》系列丛书,迄今为止已有27卷,工程和技术就是科学和文明的核心内容之一。没有尼达姆和赫胥黎,这份报告是不可能产生的。

基于工程在社会经济和人类发展中的重要性,特别是工程在减少贫困、缓解和适应气候变化以及可持续发展中的重要性,并且同时将这些观点更好地传达给政策制定者和执行者以及更广泛的公众,这样一份关于工程的联合国教科文组织报告是非常必要的。这种必要性随着上述问题重要性的增加以及工程自身的发展节奏逐渐加快变得更为迫切。从知识的数量和应用的速度上看,新知识的生产和应用率急剧增加。从1750~1850年工业革命第一次浪潮到第四次工业革命浪潮,人类经历了从早期的蒸汽机到内燃机的跨越,以及1909年路易斯·布莱里奥(Louis Bleriot)驾驶其20千瓦的单翼机跨越34公里的英吉利海峡。60年后的1969年,速率为1.4亿千瓦的土星5号火箭搭载着阿波罗11号飞船跨越了40万千米的太空——这是人类历史上的一大步,也是工程历史上的一大步。30年后的2009年,23万千瓦的空中客车A380诞生,它可以固定承载850名乘客,以每小时900公里的速度飞跃1.5万公里的距离,运送各地的乘客往返于各大洲。

然而,尽管工程取得了如此显著的成就,但是在一些国家,它仍然经常被忽略。为什么世界各国对工程的理解和认知仍然非常匮乏?这会带来什么影响?这难道与工程令人畏惧有关吗?人们总是认为它很复杂,甚至可怕,只能吸引复杂的人关注。或许工程需要变得更加人性化才能更吸引人。当前这个时代急需工程师去开发新的技术,在下一个以环境可持续的“绿色”工程和技术为基础的创新浪潮中,如果我们想减缓并适应气候变化,如果我们想拯救地球的话,这些技术将至关重要。

20世纪末所产生的撰写一份关于工程报告的想法在21世纪初逐渐成熟。2005年,世界工程组织联合会(WFEO,以联合国教科文组织为依托,并由其在1968年成立,是全面负责各国工程组织的国际性机构之一)的执行委员会与联合国教科文组织工程项目组共同讨论了工程报告的基本思想,随后,联合国教科文组织工程项目组起草了关于撰写报告的计划方案。2005年10月,该方案被递交给时任联合国教科文组织的总干事松浦晃一郎(Ko-chiro Matsuura),并得到了最初的回应,即下一期《联合国教科文组织科学报告》或许会包括工程这一章。世界工程组织联合会主席卡迈勒·阿雅迪(Kamel Ayadi)

要求会见总干事,并于2006年3月举行了该次会晤。在经过进一步讨论并提交了修订的计划方案后,2006年10月报告的撰写得到批准,并于2007年1月正式启动。这份报告试图满足上述的各种需求,至少开始弥补国际上的一个重大空白。

二、报告的编写和发布

报告的编委会和顾问委员会在2007年3月的巴黎会议和2007年11月的德里会议上分别成立,之后又合并为编写顾问委员会。委员会随后起草了报告的提纲,特别是报告的内容和可能为报告编写提供帮助的人。委员会决定,该报告应该尽可能的全面,覆盖世界各地工程领域的方方面面,并且着重强调发展过程中出现的问题、挑战和机遇。其中,发展一词具有广泛的意义,不仅指国家和国际的发展,还指工程自身的发展。报告以主题为重点,与《联合国教科文组织世界科学报告》着眼于地区的特点相互补充。鉴于希望报告尽可能全面,但同时也考虑到可用的人力和经费限制,委员会决定邀请世界各地来自不同工程领域的100多名撰稿者为这份报告撰写相对短小的稿件来完成一份250页左右的报告。2007年12月,通过初选确定了100多名撰稿者和其他可能的撰稿者,并于2008年初向他们发出了邀请。截至2008年中旬,共确定并收集了115份稿件,其中80多份已经提交,另外20余份正在撰写中。

2008年下半年到2009年,委员会对这些稿件进行了评审,主要是检查内容的完整性,以确定是否需要进一步的征稿。针对所发现的内容缺失,委员会进一步邀请撰稿人进行补充。其他稿件也陆续完成并提交给委员会。2008年12月,这份报告在巴西利亚举行的世界工程师大会上预先发布。报告的第一稿于2009年6月完成,包括120多份稿件。只有三位受邀请的撰稿人因时间压力和其他活动没能提交稿件。这充分表明了世界各地工程界对该报告的贡献和支持。尽管报告篇幅很长,委员会的初始计划显得相当有魄力。2009年11月至12月,报告的第二稿进入修订、排版、设计和印刷,2010年中期顺利出版,最终按照原计划在2010年10月联合国教科文组织执行委员会上推出。

120多份稿件使报告具有广泛的视角,内容丰富且更有深度。没有这么多撰稿人,这是不能实现的。例如这些稿件既包括撰稿人的个人思考,也有学术性的内容。当然,这加大了编辑工作的难度,既要考虑报告的长度、连贯性、重复和平衡,同时要尽可能保持撰稿者的原始风格,这对于我们来说需要付出极大的努力。

这一方式同时限制了区域和国家层面报告的篇幅,主要汇集了一些国家的观点,而不是一份完整的国家报告。可比数据和指标的多样性也决定了我们采用这样的方式。希望这些问题,——特别是对于更完善的统计数据 and 指标的需求——将在报告将来的修订版中得到解决。虽然作为第一份报告不能脱离这一方式,我们还是衷心感谢撰稿者的付出和帮助,同时也对在编辑过程中不能为撰稿者提供充分讨论和反馈时间表示歉意。

三、报告的目标

这份报告的总体目标是揭示并探讨全球范围内工程所面临的主要问题及挑战,特别

是发展中的问题与挑战,以及工程面临的机遇。工程所面临的外部问题及挑战包括:公众和政策层面应当对工程是什么以及工程师能够做什么有更好的理解;工程和技术如何驱动发展;一个国家或者行业需要多少工程师,在哪些领域和层次需要;为什么年青一代远离工程;工程师不足所带来的后果;为什么工程经常被忽视。这些外部因素与工程自身的内部问题及挑战紧密相关。工程的内部问题和挑战包括:工程师如何提升公众对工程的理解和认识;如何才能反映工程不断变化的需要,以及对工程和工程教育进行改变、再生和转型的需要;我们能做些什么。公众对于工程的理解不够使这些内、外部因素进一步关联起来,我们急切地需要理解和解决这些问题和挑战,同时工程也要面临不断变化的挑战。如果不能成功解决这些问题,必将会影响工程及技术在发展中的能力和作用。

这份报告的主要目标受众包括:政策制定者和执行者、工程组织、更广泛的公众和年轻人。这份报告旨在与政策制定者、规划者以及政府共享信息、经验、实践策略和现实案例,促进工程在全球挑战中的参与和应用,例如减少贫困、气候变化及可持续发展。这些问题是相关的,同时也为那些被工程面临的挑战所吸引的年轻人提供了关注参与和改变的机会。

四、报告的布局

除了在概述这一部分介绍报告的背景、重点、目标和受众之外,第一章讨论了什么是工程,工程师做什么,以及工程师、技术专家、技术员三者的区别。第二章将主要关注工程和人类的发展,其中还有部分章节介绍工程的历史以及联合国教科文组织中的工程:工程、创新、社会 and 经济发展;工程、技术及社会;工程师与社会责任。同时本章还包括对工程学科、社会责任和企业社会责任等问题的评论。第三章回顾了工程与新兴的问题及挑战,还包括对未来的预测、工程新兴的和未来的领域、未来的工程师、获得工程的信息、第三个千年的工程和科技等部分。

第四章是报告的一个主要章节,试图对工程进行总体概述。首先回顾了工程的统计数据 and 指标,然后对土木工程、化学工程、环境工程、农业工程以及医学工程等不同领域进行了评述。之后讨论了工程专业及其组织,涉及工程行业组织和主流的国际性合作机构,其中包括:世界工程组织联合会(WFEO)、国际工程与技术科学院理事会(CAETS)、国际咨询工程师联合会(FIDIC)、欧洲国家工程协会联合会(FEANI)、亚洲及太平洋地区工程组织联合会(FEIAP)、东南亚及太平洋地区工程教育联合会(AEESAP)、亚洲及太平洋技术转化中心(APCTT)、非洲网络科学技术组织网络(ANSTI)。在实践活动、“无国界工程师”、“工程师反贫困”和“可持续世界的工程师”等子章节中,报告讨论了工程组织和国际性发展。接下来的章节介绍了工程研究,并对工程、科学和技术政策和国家科学技术体系的转型进行了概述,特别是新西兰和南非。结论部分提到了工程道德和反腐败的关键问题,同时关注了工程中的女性和性别问题。

第五章介绍了世界各地的工程。这章首先给出了区域性概览,涉及非洲、阿拉伯国家、亚洲和太平洋地区、欧洲、美洲和加勒比地区。很多国家的观点在这章中被提及,包括非洲的科特迪瓦、乌干达、加纳、尼日利亚;阿拉伯国家中的突尼斯、黎巴嫩、约旦;亚洲和太平洋地区的中国、印度、马来西亚、日本、澳大利亚及南太平洋地区国家;欧洲国家中的德国、法国、英国、俄国、波兰;以及美洲和加勒比海地区国家美国、加拿大、巴西、委内瑞拉、阿根廷和加勒比海地区国家。

第六章更深入地解析了这份报告的主题——工程对于发展的意义——涉及发展应用和基础建设。工程、联合国千年发展目标以及相关的全球性发展目标都涉及以下问题:减少贫困(以南非为个案研究);可持续发展(千年发展计划的研究,可持续发展及其标准);减缓及适应气候变化;减少灾害风险;突发情况中的工程;适宜技术(以适宜性建筑科技为个案研究)。关于基础工程的小节主要包括:水利、公共卫生、能源、交通运输、通信、资产管理及维护、发展中国家的基础设施发展及基础设施报告(以南非、美国、澳大利亚为个案进行的研究)。

第七章,也是最后一章实质性章节,主要是关于教育、培训和流动性中的工程能力,以工程教育为本章开篇。关于工程能力的讨论包含对数量和需求(工程师的需求和供应)的简要讨论,之后是技术能力建设与世界工程组织联合会;非洲可持续发展能力建设;南非土木工程师需求和数量的个案研究;澳大利亚的学生入学率及工程能力;继续工程教育、职业发展、人才流失、增加、流动和散居。关于工程教育的转型部分涉及以问题为基础的学习、澳大利亚的工程教育及可持续型;课程的快速更新;环境工程教育的发展以及工程教育研究。关于工程教育发展的章节主要介绍了澳大利亚、博茨瓦那和加纳工程和技术国际发展中心的个案。最后本章讨论了工程认证、标准、工程师的流动性,并特别提到了华盛顿协议、工程师流动性论坛、亚太经合组织工程师、欧洲工程师和博洛尼亚协定。

五.近期的问题和挑战——经济危机和气候变化

正如我们所设计的那样,这份报告邀请了众多撰稿人,在他们陆续提交稿件期间,一场金融危机席卷全球。此次危机始于房地产泡沫的破灭,2006年由于美国放松信用借贷的管理,金融市场变得日益复杂,并最终导致了次贷危机。2008年9月到10月,金融危机的影响达到顶峰,立即给金融业和银行业带来巨大的冲击。以科技股为基础世界上最大的贸易证券交易所纳斯达克(NASDAQ,全称是全美证券交易商协会自动报价系统)遭受巨大的损失。全球的经济也受到广泛影响,经济影响的负担很有可能会直接或间接地波及到更加贫困的人口和国家。正如我们在关于科学及工程的政策讨论中所注意到的,许多银行贷款都是用于科技领域,特别是开发银行的小额贷款和发展中国家的其他小额信贷形式,因此可用贷款的减少将对发展中国家的发展产生特别大的影响。在这份报告中,我们支持在经济低迷时期所有国家加大对科技创新的投入这一观点。

金融危机的根本原因是日益复杂的金融“创新”及其衍生物,另外,数学模型的使用改变了人们对风险的态度,年轻人越来越多地使用这样的工具,而资深的银行家并不熟悉。年轻的工程师往往被吸引到金融部门,导致工程专业的人才流失。在最初对银行的救助计划及量化宽松政策的紧急响应和支持之后,人们将注意力转移到了工程上来,将其看做是解决经济危机的长远方案。2009年,奥巴马总统上任之后首要举措之一的“美国经济恢复和再投资法案”强调了投资基础设施建设在经济恢复和增长中的重要性,总投资达809亿美元,其中特别强调了工程的重要性。奥巴马总统的举措得到了全世界的响应。美国和欧洲政府花费了4.1万亿美元来救助银行,这笔援助资金是其在2007年对所有发展中国家发放的907亿美元救助资金的45倍^①(政策研究所,2008年),相当于在未来的20年中每年援助极端贫困的发展中国家1350~1950亿美元,这是杰弗里·萨克斯(Jeffrey D. Sachs)预计消除极端贫困所需要的数量,虽然萨克斯关于贫困的“成本计算”仍存在争议(《贫困的终结》,2005年^②)。

本报告从导论到第六章介绍了国际咨询工程师联合会(FIDIC)的一项关于刺激全球经济的调查结果,预计美国需要额外增加200亿美元用于工程顾问咨询服务。

至于气候变化问题,政府间气候变化专门委员会(IPCC)强调了技术和投资在应对气候变化、减缓和适应气候变化的工程中的重要性,这与在经济危机时期加大基础设施建设投资的背景下强调工程的重要性非常类似。以下是政府间气候变化专门委员会达成的几点主要共识:

1. 全球已经变暖
2. 变暖的主要原因是温室气体
3. 21世纪温室气体将持续增加

政府间气候变化专门委员会同时还注意到,气候模式发生了重大变化,预计全球气温在整个21世纪将平均上升1.8~4.0℃。他们警告说任何超过2℃的气温变化都将会带来全球性的毁灭灾难。因此有必要立即采取措施防止全球气候灾难性和不可逆的变化。

在减缓和适应气候变化的问题上,工程是最为重要的活动之一。正如我们在报告的其他部分中所提到的,可持续发展绿色工程是工程的需求和发展的主要领域之一。早在2009年的联合国气候变化哥本哈根会议之前,许多国家就早已提出关于减缓和适应气候变化的政策和行动。加上《联合国气候变化框架公约》第15次缔约方会议成果,缓解并适应气候变化将成为工程所面临的最大的需要和挑战。挑战中最为首要的就是需要保证有足够经验丰富、资质合格的工程师——这就需要新的课程、培训资料以及认证系统的不断发展。这也将鼓励年轻人投身到工程行业中来。

① 政策研究所,2008年

② Jeffrey D. Sachs. 2005. *The End of Poverty, Economic Possibilities for Our Time*. Penguin Press, p416.

目 录

CONTENTS

序 / 1	
中译本序 / 1	
序 言 / 1	
前 言 / 1	
摘 要 / 1	
声 明 / 1	
致 谢 / 1	
报告概述 / 1	
1 什么是工程	1
1.1 工程是什么,工程师做什么	/ 1
1.2 工程师、技术与技术员	/ 7
2 工程与人类发展	10
2.1 工程的历史;工程与 UNESCO	/ 10
2.1.1 工程简史	/ 10
2.1.2 UNESCO 中的工程	/ 14
2.2 工程、创新、社会与经济发展	/ 22
2.3 工程、技术与社会	/ 27
2.4 工程师与社会责任	/ 29
2.4.1 大问题	/ 29
2.4.2 工程的社会责任	/ 33
2.4.3 企业社会责任	/ 38

3 工程:新的问题和挑战	42
3.1 工程:对未来的展望和预测	/ 42
3.2 工程中新兴的未来领域	/ 45
3.3 气候变化和未来的工程师	/ 50
3.4 向人们传递工程的信息	/ 56
3.5 第三个千年的工程和技术	/ 60
4 工程概述	64
4.1 工程指标——测量和度量	/ 64
4.1.1 对科技数据和指标的需求	/ 65
4.1.2 统计的困境:什么是工程? 谁是工程师?	/ 65
4.1.3 OECD《弗拉斯卡蒂手册》关于研究和开发资源的测量	/ 66
4.1.4 UNESCO 关于科学与技术、研究与开发的统计与指标	/ 69
4.1.5 OECD/Eurostat《堪培拉手册》关于科技人力的 储备和流动的测量	/ 70
4.1.6 博士学位获得者职业的国际研究	/ 73
4.1.7 教育和就业中的工程师统计数据和分析	/ 78
4.1.8 工程指标——表格	/ 80
4.2 工程的领域	/ 129
4.2.1 土木工程	/ 129
4.2.2 机械工程	/ 132
4.2.3 电子电气工程	/ 134
4.2.4 化学工程	/ 137
4.2.5 环境工程	/ 140
4.2.6 农业工程	/ 142
4.2.7 医学工程	/ 144
4.3 工程行业及其组织	/ 146
4.3.1 工程行业组织简介	/ 146
4.3.2 国际合作	/ 149
4.3.3 世界工程组织联合会(WFEO)	/ 150
4.3.4 国际工程与技术科学院理事会(CAETS)	/ 153
4.3.5 国际咨询工程师联合会(FIDIC)	/ 154
4.3.6 欧洲国家工程协会联合会(FEANI)	/ 160
4.3.7 亚太工程组织联合会(FEAP)	/ 161
4.3.8 东南亚及太平洋地区工程教育协会(AEESAP)	/ 163

4.3.9 亚太技术转化中心(APCTT)	/ 165
4.3.10 非洲科学技术组织网络(ANSTI)	/ 167
4.3.11 非洲工程师论坛 AEF 的 AEF 谅解协议	/ 168
4.3.12 国际工程教育学会联合会(IFEES)	/ 170
4.4 工程的国际发展组织	/ 172
4.4.1 “实际行动”,国际发展中技术的变革	/ 172
4.4.2 “无国界工程师”	/ 179
4.4.3 “工程师挑战贫困”	/ 188
4.4.4 “可持续世界的工程师”	/ 190
4.5 工程研究、科学技术与公共政策	/ 192
4.5.1 工程研究的必要性	/ 192
4.5.2 工程、科学与技术政策	/ 197
4.5.3 政府和公共政策中的工程师	/ 203
4.5.4 国家科学与工程体系的变革	/ 207
4.6 工程职业道德和反腐败	/ 215
4.6.1 工程职业道德:概述	/ 215
4.6.2 工程职业道德:进一步的讨论	/ 218
4.6.3 WFEO《道德准则》范本	/ 221
4.6.4 工程师反腐败,防止基础设施领域的腐败——工程师该做什么?	/ 226
4.6.5 咨询工程行业的商业诚信管理体系	/ 230
4.7 工程中的女性和性别问题	/ 232
4.7.1 工程中的女性:性别动力和工程——如何吸引并留住工程行业中的女性	/ 232
4.7.2 工程中的女性:下一步行动方案	/ 235
4.7.3 工程中的女性与性别问题:澳大利亚的视角	/ 238
5 世界各国的工程行业	243
5.1 概述	/ 243
5.2 各地区的工程行业	/ 246
5.3 国家视角	/ 253
5.3.1 非洲	/ 253
5.3.2 阿拉伯	/ 261
5.3.3 欧洲	/ 267
5.3.4 美洲和加勒比	/ 280

5.3.5 美洲和加勒比海地区	/ 292
6 工程与发展:应用和基础设施	310
6.1 工程、千年发展目标和其他国际发展目标	/ 312
6.1.1 工程与千年发展目标	/ 312
6.1.2 减少贫困	/ 318
6.1.3 减少贫困:南非基础设施的案例研究	/ 321
6.1.4 可持续发展	/ 323
6.1.5 可持续发展和 WEHAB 计划	/ 328
6.1.6 可持续发展和标准:建筑业	/ 330
6.1.7 千年发展目标和标准	/ 332
6.1.8 气候变化:技术、减缓与适应	/ 336
6.1.9 减少灾害的风险	/ 344
6.1.10 紧急事件中的工程学	/ 347
6.1.11 适当技术	/ 351
6.1.12 适当技术:建筑技术的案例研究	/ 354
6.2 工程基础设施	/ 360
6.2.1 供水和卫生	/ 361
6.2.2 环境健康	/ 369
6.2.3 能源	/ 371
6.2.4 交通运输	/ 374
6.2.5 通信	/ 378
6.2.6 资产、可靠性和维护管理	/ 380
6.2.7 发展中国家的基础设施发展	/ 384
6.2.8 基础设施报告卡	/ 385
7 工程能力:教育、培训与流动	396
7.1 教育中的工程师	/ 396
7.2 工程能力	/ 399
7.2.1 需求与数量——对更多数量的需求	/ 399
7.2.2 技术能力建设与 WFEO	/ 403
7.2.3 非洲可持续能力的建设	/ 406
7.2.4 南非对土木工程的需求和数量	/ 412
7.2.5 澳大利亚的招生和潜力	/ 423
7.2.6 继续工程教育和职业发展	/ 427

7.2.7 人才流失、获得、流动和移居	/ 433
7.2.8 工业能力指数	/ 435
7.3 工程教育的转型	/ 439
7.3.1 基于问题的学习	/ 439
7.3.2 将可持续发展能力纳入工程课程	/ 444
7.3.3 课程快速革新	/ 449
7.3.4 工程教育中的环境教育	/ 451
7.5.5 工程教育研究	/ 453
7.4 工程教育与发展	/ 456
7.4.1 澳大利亚的国际发展技术中心	/ 456
7.4.2 博茨瓦纳技术中心	/ 462
7.4.3 加纳的科技咨询中心	/ 467
7.5 工程认证、标准和流动性	/ 469
7.5.1 工程师的流动性:欧洲的经验	/ 469
7.5.2 《华盛顿协议》、“工程师流动论坛”、“APEC 工程师”	/ 472
7.5.3 “欧洲工程师”和《博洛尼亚协议》	/ 476
9 附录	480
9.1 UNESCO 工程的基本数据	/ 480
9.2 撰稿者简历	/ 482
9.3 缩略语索引	/ 505
9.4 索 引	/ 514
后 记	522
译后记	526

1 什么是工程

1.1 工程是什么,工程师做什么

Tony Marjoran 和钟义信

工程

尽管工程的含义在变,但这一概念早在人类历史的黎明时期就有了,那时我们的祖先开始设计制造他们赖以生存的工具。事实上,拥有制造工具、设计和工程技能,通过社会化和交流促进发明创造和技术转化,比如斧子、锤子、杠杆、楔子、滑轮、轮子等工具,即是对人类的定义。虽然这项活动以反复试验为基础,但它与现代工程精神仍然是一致的,因为反复试验仍然是创新的重要组成部分。

工程是一个领域或学科、一门职业、一个专业和一门艺术,它涉及理解、设计、发展、发明、创造和使用与有特殊目的的材料、机械、结构、系统和工艺有关的技术、科学和数学知识的发展、获取和应用。当然,工程的定义有很多。“工程”这一术语来源于14世纪的“工程师(engineer)”一词,是指操作军用发动机或机器(例如投石机或者后来的大炮)的人。而“发动机(engine)”一词则来源于拉丁文 *ingenium*,意为精巧、聪明和创造力。“艺术(art)”和“技术(technical)”是很重要的两个术语,因为工程同样是以某种可能会与人类的感官与情感产生共鸣的方式安排各个元素。工程还与希腊语 *technikos* 有关,意为与机械或科学问题相关的艺术、工艺、技能、实践知识与语言。在不同的工程领域出现之前,工程与“技术”原本是紧密相连的。随首军事内涵的弱化,土木工程、机械、化工、电气和电子工程,以及后来随知识的发展而不断出现的领域(一些特殊情况除外,如美国的陆军工程兵团)应运而生。

尽管工程的含义在变化,但现代意义上的工程同样与艺术相关,虽然我们一般不认为工程具有艺术性,但是许多工程部件与结构不乏典雅与非凡的创造力(从这些部件与结构越来越多地出现在画廊的艺术展览中可以看出这一点)。正如本报告中其他章节提到的,人类处于工程化的经济、社会与技术文化中。人类的兴趣、活动与探索所涉及的各个领域,几乎都与工程的一个分支有联系。

工程同样与自然科学、社会与人文科学相联系。科学一词来源于拉丁文 *scientia*,意

为知识,泛指观察现象,提出关于这些现象的假设、实验和理论,以及根据预测和可预见的结果生产知识的系统方法,例如17世纪主要由弗朗西斯·培根提出的科学方法(培根为了验证将雪填进鸡肚可以防腐的假设,死于肺炎)。广义上而言,科学包括作为高难度的技术或实践的工程,以及许多科学家现在做的工作。从相对狭义的当代意义而言,科学分为基础科学和应用科学,遵循创新的线性模式——将基础科学研究引入应用研究,进而在工程中发展成为技术应用、创新并得到传播。正如其他地方讨论的,尽管科学家和政策制定者因其简易性和能成功获得经费而认可这一模式,但许多观察家认为“线性模式”描述并不准确且缺乏规范,部分原因是在很多情况下,创新并不是基于基础科学研究,或者说并不是基础科学研究的结果。社会与人文科学效仿自然科学采用实证科学的方法。技术革新与创新是经济、社会和人类发展的主要推动力之一,因此,工程和技术与社会科学的联系更为紧密。

工程师

有资格从事或进行工程实践的人被称为工程师,有些获得了许可证或被正式任命为专业、特许或主任工程师。如上所述,广义的工程包括一系列专门学科或应用领域,以及特定的技术领域。工程本身还可分为工程科学和不同领域的专业实践和不同水平的活动。工程行业,与其他行业一样,是以专门的教育和培训为基础的一种职业,提供专业的建议与服务。将某种职业定义为行业的其他特点包括建立培训体系、大学的院系、国家和国际组织、认证与许可制度以及职业道德和规范。测量与工程,尤其是土木工程,在专业上紧密相连,有趣的是,乔治·华盛顿、托马斯·杰斐逊和亚伯拉罕·林肯在从政之前都是测量员。

除了让学生获得工程学科中某一方面的学位或相关的资格证书以及相关技能,包括设计和绘图技能——目前主要是计算机辅助设计(CAD)、持续职业发展(CPD)和对新工艺与技术的认识——工程教育还要培养逻辑性、实用性、解决问题的方法和途径,以及社交和技术等软能力,包括动力、执行能力、良好的理解能力、压力下的沟通能力和领导能力,以及社交技术能力。

工程学与神学、药学和法学一样,是最古老的行业之一。虽然线性模式导致人们将工程师看成应用科学家,但这种模式还带来另外一个更大的曲解,虽然工程有别于科学,但又与科学相关联,事实上,工程采用科学方法的时间早于科学——工程师是最早的科学家。然而,这一争论着实误导和转移了让公众和决策者在知识社会和经济中更好地理解工程与科学的注意力。科学与工程本质上是同一活动范围的一部分,理应受到相应的认可。工程师一方面运用科学知识和数学创造技术与基础设施来解决人类、社会和经济问题,另一方面又提出了挑战。工程师将社会需求与创新和商业应用相联系。图1-1大致描述了科学、技术与工程三者之间的关系。

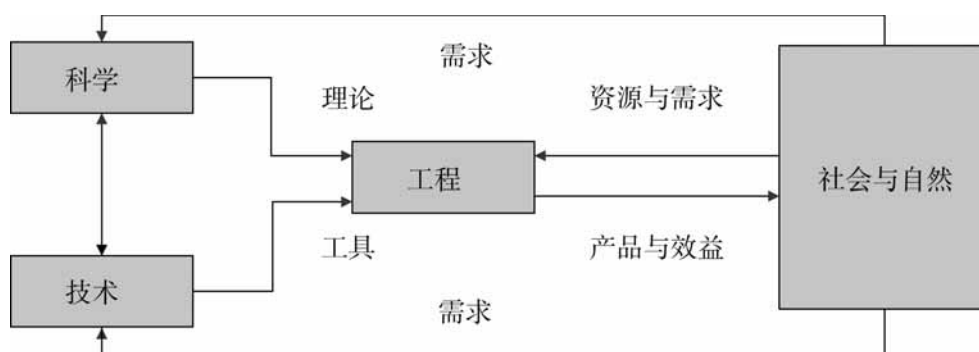


图 1-1 科学、技术与工程的关系

工程领域

工程的范围、领域、学科、分支和专业多样并且在不断扩大。随着知识的发展和学科分化、合并及新学科的产生,这些分支都从土木、机械、化工、电气和电子工程衍变而来。新的工程分支的出现通常以大学新的院系、新的行业工程组织或现有组织中新部门的成立为标志。

为了阐明工程的范围与多样性,可以用工程中不同的学科与次学科的分支列表^①来总结本部分;由于版面有限,工程多样性的重要介绍只在本报告中展现一次。由于不同国家的描述与定义不同,经常会重叠并随时间而变化,本列表旨在解释说明,而非完整版或最终版。毫无疑问,进一步的研究也即将公布。

农业工程

◇ 农业机械、电力、生物能源、农场构筑物和自然资源材料加工等领域的农业工程理论与应用。

化学工程

- ◇ 将原材料分解、合成并转化为可用商品。
- ◇ 生物化学工程——工业规模的生物技术工艺。

土木工程

- ◇ 实体结构和基础设施的设计与施工。
- ◇ 海岸工程——海岸结构物的设计与施工。
- ◇ 建筑工程——建筑结构的设计、创建与管理。
- ◇ 地球工程——提出地球气候控制以应对全球变暖。

^① Source: http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_engineering_branches

- ◇ 岩土工程——泥土材料与地质的行为。
- ◇ 市政与公共建设工程——供水、环卫、废物管理、交通和通信系统、水文。
- ◇ 海洋工程——近海结构的设计与施工。
- ◇ 结构工程——荷载支撑或抵抗结构的设计。
- ◇ 地震工程——地震荷载承受结构的行为。
- ◇ 运输工程——人员与货物高效而安全的运输。
- ◇ 交通工程——交通规划。
- ◇ 风工程——分析风及其对建筑环境的影响。

计算机与系统工程

- ◇ 计算机、计算机系统及设备的研究、设计和开发。

电气工程与电子工程

- ◇ 电气系统和电子设备的研究、设计与开发。
- ◇ 电力系统工程——向居民和工业输送电力。
- ◇ 信号处理——信号的统计分析与产生,如手机信号。



© UNESCO 工程的医疗用途

环境工程

- ◇ 环境保护与改善工程。
- ◇ 水工程——水资源与水文的规划与开发。

消防工程

- ◇ 保护人员与环境免受火灾与烟雾危害。

基因工程

- ◇ 生物分子水平上的遗传操作工程。

工业工程

- ◇ 工业系统与流程的分析、设计、开发与维护。

仪表工程

- ◇ 系统与流程测控仪表的设计与开发。

综合工程

- ◇ 通用工程领域,包括土木、机械、电气与化学工程。

维护工程与资产管理

- ◇ 设备、实物资产与基础设施维护。

制造工程

- ◇ 制造系统与流程的研究、设计与规划。
- ◇ 元器件工程——保障制造流程中的零部件供应。

材料工程

- ◇ 陶瓷与纳米等材料的研究、设计、开发及使用。
- ◇ 陶瓷工程——氧化物与非氧化物陶瓷的理论及加工。
- ◇ 纺织工程——纺织品制造与加工。

机械工程

- ◇ 发动机等物理或机械系统的研究、设计和开发。
- ◇ 汽车工程——陆地车辆设计与制造。
- ◇ 航空航天工程——航空器、航天器与空中运载工具的设计。
- ◇ 生物机械工程——系统与装置设计,如义肢(假肢)。

机电一体化

- ◇ 用于自动化系统的机械、电气和软件工程的综合技术。

医学与生物医学工程

- ◇ 在医学与生物科学中越来越多地使用工程与技术,如监测设备、义肢和医疗机器

人等。

军事工程

◇ 武器和防御系统设计与开发。

采矿工程

◇ 矿产原材料的勘探、开采与加工。

造船工程

◇ 海洋船舶的研究、设计、建造与修理。

纳米技术与纳米工程

◇ 纳米级的新工程分支。

核工程

◇ 核工艺与技术的研究、设计与开发。

生产工程

◇ 有关制造工程的生产系统与流程的研究与设计。

软件工程

◇ 计算机软件系统与程序编制的研究、设计与开发。

可持续工程

◇ 正在发展的工程分支,专注于可持续性与缓解气候变化。

测试工程

◇ 测试对象的设计、生产与使用的工程验证与确认。

运输工程

◇ 与公路、铁路、水路、内河口岸、海港、机场、燃气输送与分配、管道等相关的工程及配套设施。

摩擦学

◇ 对作相对运动时相互作用面的研究,包括摩擦、润滑与磨损。

1.2 工程师、技术专家与技术员

Rom Watermager

工程涵盖广阔多样的领域,也包含各种类型与水平的工程师——从大学里与被称为“工程科学”(而非工程实践)的研究和教学相关的工程师,到实践的、专业与顾问工程师,再到技术专家与技术员。这些都是不固定的概念。随着工程的变化,工程师的含义与概念也会发生改变。这些概念之间还有一些显著的重叠;许多致力于工程科学的工程师,同时也从事实践与顾问工作。世界各国对于工程师、技术专家与技术员的定义也不相同。

例如,英国跨专业集团(UK Inter Professional Group)对行业的定义是“在独立判断、遵守道德规范与尊重公众利益的前提下,个人运用以现存的知识体与实践为基础的知识技能,在特定领域提供专业服务的职业”。工程行业塑造建筑环境,其定义是“位于某一区域或地区的人造或人工实物的集合”^①。它建造了特意通过科学技术为人类的利益而建造的物质世界。

英国土木工程师学会的报告称,规范一个行业的目的在于“确保在公众利益中的专业服务的质量。专业规范包括设立专业资格与从业的标准;维持合格人员注册与头衔授予机制;制定注册人员行为准则,调查投诉并针对渎职行为进行行政处罚”^②。

全世界有许多规范该行业的措施。大致包括以下几点:

- ◇ 颁发许可证:授权合格人员在特定领域从业。
- ◇ 注册:认可符合规定的合格标准的成果。
- ◇ 专家名录:表明在某一领域具备同行公认的能力。

所有这些规范形式都与行为准则相联系。任何严重违反行为准则的人,将被暂时或永久撤销从业许可证、取消头衔或从专家名录中除名。

许多国家的工程资质和专业注册与管理机构可归为下列三个最普通的级别之一:

- ◇ 工程师
- ◇ 工程技术专家
- ◇ 工程技术员

不同国家授予注册人员头衔的具体名称有所不同。例如,英国工程委员会的三个级别分别是特许工程师、主任工程师与技术工程师,而爱尔兰工程师学会则分为特许工程师、助理工程师与工程技术员。在有些国家,只有达到工程师与工程技师的级别才能注册。而另外一些国家的工程技术员注册工作才刚刚起步。还可以采用其他的方法。美

① ISO 15392

② Study Group on Licensing, Registration and Specialist Lists (2005)

国杜克大学的研究人员^①就工程师的分级问题提出了略有不同的看法：

◇ 动态工程师：具备抽象思维能力，能运用科学知识解决高水平问题，富有团队合作精神，能跨国工作，拥有娴熟的人际交往与勇于创新的能力。

◇ 事务型工程师：具备工程的基础知识，但缺乏将所学知识应用到解决复杂问题的经验或能力。

杜克大学研究人员发现，这两种类型的工程师最主要的区别是所受的教育不同。大多数动态工程师都从国家认证或著名学府获得了学制至少为4年的工程学位，而事务型工程师通常只拥有副学士学位（助理工程师、技术员或文凭）而非学士学位，学制通常为2~3年。然而，他们指出教育背景并不是硬性标准，因为过去50年来，许多科技领袖也没有受多少传统教育。

一个国家到底需要多少工程师与工程技术专家？

工程行业在国家经济增长与发展、提升人民生活质量方面发挥着重要作用，在促进国家融入全球经济和环境保护方面也扮演着日益重要的角色。一个国家自身的工程实力与经济的关系是自不待言的。众所周知，当前需要更多的工程专业人员来解决可持续发展的问题——例如，可再生能源的开发、技术进步、维护环境与改善医疗卫生状况的解决方案等。但是，人们对推动国家经济增长、实现可持续发展的目标，到底需要多少工程师、技师与技术员的问题并不清楚。

这并非一个数字游戏，因而也不能给出简单的答案；如果一个国家的人均工程师、工程技术专家与工程技术员的数量低于其竞争对手，则需要更多的工程专业人员。除此之外，单纯地增加工科毕业生的数量也并非解决问题之道，因为就业市场需求的短缺将无法接纳众多毕业生，同时需要解决问题能力的其他非工程行业也可能将他们从工程行业挖走。这些问题将在之后的章节中继续探讨。

规范行业的三项主要措施

1) 颁发从业许可证：表明持证人员有能力胜任此项工程任务。依照法律颁发许可证禁止无证人员参与此类工作。非法定颁发许可证主要是告知公众能胜任某工程领域工作的人员名单，而无证人员也可能从事此项工作。

2) 注册：申请人必须证明自己的能力已达到相关标准要求、遵守行为准则，才能被授予头衔并注册。注册可能受国家法律保护（法定注册）或由该行业监管机构制定的法规条文管辖，监管机构负责监督注册流程并维持注册（非法定注册）。监管机构进行非法定注册时，只能以民事行为防范非注册人员冒用头衔，无权限制注册人员从事任何领域的工作。（法定注册为注册人员保留工作领域，与法定颁发许可证拥有同等效力。）

3) 专家名录：专业或行业机构管理非法定自愿列入名单的专业人员，表明其已达到某专业领域明文规定的标准。

^① Report on Framing the Engineering Outsourcing Debate: Placing the U. S. on a level playing Field with China and India, 2005. http://www.soc.duke.edu/globalengineering/papers_outsourcing.php (Accessed: 10 August 2010)

工程专业人员分级

“工程师”的主要标准是：

- ◇ 将通用与专业的工程知识与理解相结合运用,优化现有与新兴技术的应用;
- ◇ 将恰当的理论与实践方法应用于工程问题的分析与解决;
- ◇ 在技术、商业与管理方面发挥领导作用;
- ◇ 负责与工程流程、系统、设备与基础设施相关的高风险管理工作;
- ◇ 进行需要谨慎的思考与判断的智力活动。

“工程技术专家”的主要标准是：

- ◇ 适当地进行独立的技术判断;
- ◇ 作为个人或团队的一员,认真负责,管理资源或领导技术团队;
- ◇ 设计、开发、制造、管理、操作和维护产品、设备、流程与服务;
- ◇ 积极参与考虑财务、法务、商务问题及制定成本效益系统与流程;
- ◇ 负责与工程流程、系统、设备与基础设施相关的中等风险管理工作。

“工程技术人员”的主要标准是能将成熟的技术与流程用于解决实际的工程问题：

- ◇ 负责监督或技术支持;
- ◇ 在特定技术领域发挥创造力和实力;
- ◇ 参与设计、开发、制造、管理、操作和维护产品、设备、流程与服务;
- ◇ 创建与应用安全工作系统。

2 工程与人类发展

工程与技术知识的发展与应用,支持和推动了经济社会的可持续发展。工程与技术 在满足人类基本需求、减少贫困、实现可持续发展和缩小“知识鸿沟”等方面发挥着 关键的作用。本章主要探讨工程与创新在人类、社会与经济发展中所起的关键作用, 包括工程的简史,特别是提到了工程教育以及工程的历史对工程教育未来发展的影 响。在 UNESCO 中,工程曾经是自然科学部规模最大的部门,但随着环境科学的兴起, 工程逐渐衰落。而现在人们意识到工程在知识应用与创新中的核心与支柱地位,特别 是在缓解与适应气候变化等领域中的作用,工程又将再次崛起。本章的主要内容包括 工程、技术与社会,工程师及其在军事技术与污染、在设计与建造有利于环境可持续发 展的基础设施、生活与工作空间中的社会责任,还有工程师和工程所承载的更广泛的社会 责任。

2.1 工程的历史;UNESCO 与工程

Tony Marjoram

2.1.1 工程简史

以我们的生活方式为背景的工程历史及其与自然界的相互作用、与人类自身和史前 的历史非常相似。从某个方面看,人类被定义为工具的制造者与使用者。正是这种创新 与工具的制造和使用,在很大程度上决定了历史前进的方向和步伐。文明、经济与社会 关系的历史也是工程、工程应用与创新的历史。石器时代、青铜时代、铁器时代、蒸汽时 代和信息时代都与工程和创新息息相关,影响着我们与世界的联系。金字塔、婆罗浮屠、 埃尔·米拉多尔、津巴布韦金属冶炼的文明、吴哥窟的水利工程、中世纪的教堂和工业革 命,都是先人运用工程技术的证明。工程对于文化遗产的测量与保护也至关重要; UNESCO 保护婆罗浮屠与阿布辛贝的壮举,就是工程项目。

作为一种以收取现金或服务为报酬的行业,工程于 15 万多年前制造武器、工具的出现 开始,这表明工程是最古老的行业之一。出于防御和发展早期基础设施的需要,土木工程 也在军事工程中应运而生。公元前 3000 年在萨卡拉建造阶梯金字塔的伊姆霍特普

提出了工程专业化,他也是少数在死后被赋予神圣地位的布衣凡人之一。随着工艺与同业公会的发展、相关知识与教育的成型,工程专业化继续发展。古代社会工程教育单纯的宗法形式演变成为中世纪,尤其是 16~17 世纪文艺复兴与科技革命时期的各类职业技术学校。例如,莱昂纳多·达·芬奇有正式的普通工程师(Ingegnere Generale)头衔,他的笔记中也表现出他对事物如何运作的兴趣。伽利略·奥·伽利雷发现了了解自然世界与分析实际问题的科学途径与方法——这是工业革命之前,工程学和数学的描述法、结构分析与设计发展的一座里程碑,并且在生产过程中用机器代替了体力劳动。

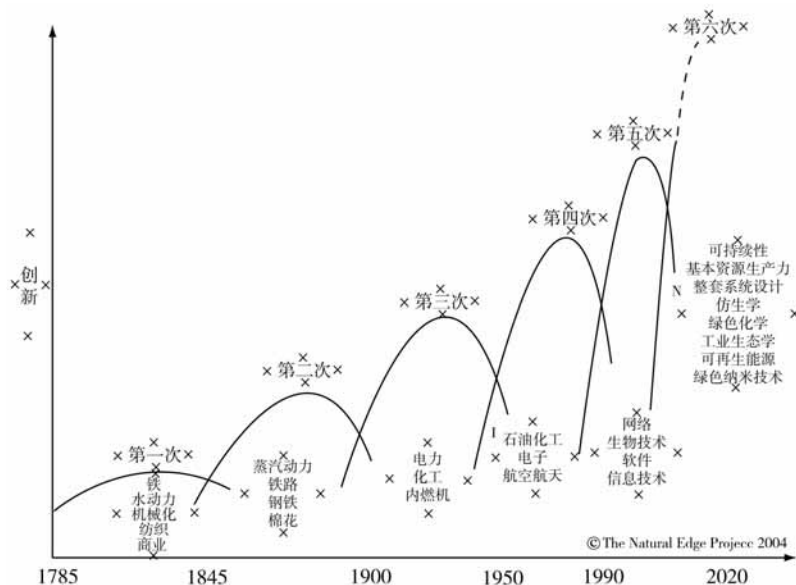


图 2-1 创新浪潮

工程为所谓的工业革命提供了动力。工业革命于 18 世纪发源于英国,之后传播到欧洲、北美洲和全世界,知识与资金的协同组合使机器生产取代了体力劳动。第一次工业革命发生在 1750~1850 年,以纺织业为主。第二次工业革命发生在 1850~1900 年,重心为蒸汽和铁道;第三次工业革命发生在 1875~1925 年,以钢铁、电力与重型机器制造业为基础。之后在石油、汽车与批量生产的基础上发生了 1900~1950 年的第四次工业革命,第五次工业革命从 1950 年开始,以信息、电信与战后繁荣为基础。这些创新与工业发展的浪潮又被称为康德拉季耶夫长波、K-波、长波、超级周期或巨浪,并与世界经济 50 多年起伏不定的产业部门增长相关联。大多数分析人士接受“熊彼特—弗里曼—佩雷斯”提出的自第一次工业革命以来的 5 次创新浪潮模式,尽管对这些变革的确切日期、阶段、起因和影响还存在很大的争议。1980 年开始的以新知识在信息技术、生物技术与材料等领域的生产与应用为基础的第六次浪潮,以及可能在 2005 年已经开始的以可持续的“绿色”工程与技术为基础的第七次浪潮的性质,也同样备受争议。

工程教育简史

工程发展最关键的时期是 18~19 世纪,尤其是铁器和蒸汽时代的康德拉季耶夫第

二次创新浪潮以及紧随其后的工业革命。人们对工程教育发展的兴趣最早出现在德国的采矿业,以1702年在弗莱贝格成立采矿与冶金学院为标志。最古老的技术大学还包括1707年在布拉格成立的捷克技术大学。在法国,工程教育随着国立路桥学校(1747年)与国立巴黎高等矿业学校(1783年)的成立而得以发展。巴黎理工大学是欧洲第一所教授基础数学与科学的技术大学,成立于1794年,当时正值法国大革命期间——工程教育本身的变革也从这场“革命”中开始了。在拿破仑的影响下,法国在大革命后建立了正规的工程院校体系,因而使法国的工程教育带有明显的理论与军事特征。19世纪初,法国模式影响了世界各地理工工程教育机构的发展,德国柏林、卡尔斯鲁尔、慕尼黑、德累斯顿、斯图加特、汉诺威和达姆施塔特在1799~1831年所受的影响尤为明显。在俄国,莫斯科和圣彼得堡在军事工程教育体系的基础上,分别于1825年和1831年设立了类似的技术学院。同一时期,美国的第一批技术学院包括1819年创立的西点军校(仿照巴黎理工大学)、1823年创立的伦斯勒理工学院和1828年创立的俄亥俄机械学院。在德国,理工学院被赋予了与大学同等的法律地位。

然而在工业革命初期,英国的工程教育最初是建立在学徒制基础上的,学徒主要跟随工程师工作,而当时许多工程师都缺乏正规的理论培训。像阿克莱特、哈格里夫斯、克朗普顿和纽克曼,以及之后的特尔福特、乔治与罗伯特·史蒂芬森、莫兹利等,都没有受过正规的工程教育,但他们创造的技术不仅推动了工业革命的发展,还改变了世界。在许多领域,实践活动都先于科学认识,例如,我们先有了蒸汽机,再有热动力学;“火箭科学”更偏向于工程而非科学。19世纪初,英国试图通过禁止出口工程器材与服务来保持这种领先地位,因此,欧洲大陆国家都仿照基于科学与数学的法国与德国模式来发展自己的工程教育体系,而不是借鉴基于工艺经验主义与自由的行业发展的英国模式。然而,从19~20世纪,英国的工程教育也开始朝着基于科学和大学的体系转变,“工程科学”开始兴起,一方面是因为认识到工程、科学与数学之间的联系日益紧密,另一方面是因为英国担心在国际竞争中落后于欧洲模式。

到19世纪末,大部分当今的工业化国家都在法国和德国洪堡模式的基础上建立了自己的工程教育体系。20世纪,工程的专业化随着专业协会、期刊、会议、论坛以及对考试、从业资格和大学的专业认证的发展而不断深入,促进了教育、信息的流通和继续专业发展的发展。这些进程一直持续到国际工程从业资格与专业能力的认证与互认协议的签署,包括《华盛顿协议》(1989年)、《悉尼协议》(2001年)、《都柏林协议》(2002年)、《亚太工程师》



© Hochtief 正如阿布辛贝古迹一样,工程创造和保护着我们的传统

(1999年)、《工程师流动问题论坛》(2001年)与《工程技术人员流动论坛》(2003年),以及关于欧洲学士和硕士专业的质量保障与认证的《博洛尼亚宣言》(1999年)。

工程的历史对未来的影响

讽刺的是,洪堡模式也是导致当今大学对工程学科的兴趣减少的原因之一;许多年轻人认为数学基础极其抽象、脱离现实、难学与无趣。这种转变造成了人们对洪堡模式的质疑,对以问题和活动为基础的学习模式的兴趣逐渐增加。洪堡模式也是线性创新模式的基础。线性创新模式是第一个关于科学技术与经济发展关系的概念模式。尽管线性创新模式忽视了工程,在科学技术政策中不断贬低工程,但它已成为广为接受的创新世界观,也是科学技术政策的核心。这一模式基于洪堡概念,即单纯、客观的基础科学研究,以及随后的应用研究与开发带来了知识的应用、生产与传播。虽然无法追溯这一模式的确切起源,许多人认为万尼瓦尔·布什在其1945年出版的《科学:无尽的前沿》一书中首次提出了这一概念。这特别反映在科学(而不是工程)对战时的成功所起的作用,这一点得到了线性模式数据的支持,也进一步加强了线性模式的权威性。它成为了和平时期经济发展的模式,体现在马歇尔计划与后来的OECD及其《科学技术指标》中,尽管经历了不断的修改,出现了新的模式,但是仍然饱受批评(如线性模式忽视了工程),甚至有线性模式已死的言论(Godin, 2005)^①。

因此,工程极其需要战胜支持“基础”教育与线性创新模式的洪堡概念,并使自己在发展对话中有更加有效的定位,通过以问题为基础的学习模式等途径,在基础工程教育中融入乐趣。对于工程的未来而言,一个明确的目标是需要关注工程在实现联合国千年发展目标,尤其是在减贫与可持续发展中发挥的重要作用,以及工程在可持续、绿色、生态工程及相关设计、技术、生产与分配系统、基础设施的发展中对缓解与适应气候变化所起的关键作用。幸运的是,将工程塑造为可持续发展与减缓贫困的解决之道,提升了公众对工程的了解与兴趣。

宣传工程与解决当今焦点问题的相关性,将工程与道德、可持续发展与减贫等问题联系在一起的意义在很多活动中都有所体现,例如“工程师无国界”和全球其他类似的团体组织不断发展壮大,与减少贫困和可持续发展相关的戴姆勒—UNESCO“全球对话工程奖”吸引了大批学生参与,呼吁青年人为需要帮助的人“做点什么”。运用以活动、项目、问题为基础的学习模式、实时模式和实践教学的经验,减少磨灭学生兴趣的公式化的方法,改革课程与



© Mondialogo 全球对话工程获奖项目—日本与尼泊尔的低成本作物

^① B. Godin. 2005. Measurement and Statistics on Science and Technology: 1920 to the Present, London: Routledge.

教学法,大学的课程会更加有趣。简言之,强调工程的相关性能够解决这些问题。科学与工程已经改变了世界,但其本身却是保守且迟于变化的。我们需要世界各地在以问题为基础的学习等教育模式中典型的学校、学院与大学的创新案例。世界的未来掌握在年青一代工程师的手中,我们要竭尽所能帮助他们迎接即将到来的挑战。

2.1.2 UNESCO 与工程

工程学科一开始就是 UNESCO 的一部分。UNESCO 的创办者认为,“科”指科学与技术,包括应用科学、技术科学与工程。工程与技术科学在教科文组织自然科学部一直发挥着重要的作用。事实上,UNESCO 是 1945 年 11 月在伦敦土木工程师学会——世界上历史最悠久的工程学会——的一次会议上成立的。这鲜明地反映出了科学、工程与技术第二次世界大战中的重要性,当时材料、航空航天、系统分析和项目管理的许多新领域和应用得以发展,马歇尔计划也在第二次世界大战后成功地重建生产力与基础设施。这也同样体现在联合国其他机构对 UNESCO 的基础、应用和工程科学与技术活动的支持上(在 20 世纪 80 年代中期 UNDP 开展业务活动之前)。

背景

在 UNESCO 的工程与技术科学的历史中,一个有趣的现象是工程规划的重点在今天与在 20 世纪六七十年代有着惊人的相似之处。早些年在环境科学兴起之前,就人员配备与预算而言,工程作为科学部最大的活动有着非常重要的作用。从 1973 年的一次国际大会之后,人们开始持续关注可再生能源。在科学与社会领域,由于 1967 ~ 1992 年间出版的期刊《科学对社会的影响》,工程学科与社会学科也有过密切的合作。工程教育改革、加强跨学科与跨部门的合作、工程学科中的女性与性别问题、创新以及内生技术的发展等其他一些经常性主题在当前与在 20 世纪 70 年代的重要性不相上下。同样有趣的是,20 年前的规划活动似乎比现在更具跨学科性。

当然,除了这些相似之处,40 年以来的规划活动还是存在很多差异,在不同地区随着时间的推移,“工程”、“工程科学”和“技术”等概念的定义也不同于过去(比如现在,“技术”通常被狭义地理解为信息与通信技术(ICTs)的同义词)。定义“工程”和“工程科学”,工程师、工程技师和技术员的难处,在 1999 年《博洛尼亚协议》中有关到 2010 年统一欧洲本科生与研究生教育的讨论中已经有所体现。(例如,在德国有超过 40 个对工程师的定义)。因此,这并不是 UNESCO 特有的问题,各国政府、社会都面临着同样的难题。

“发展”的背景也发生了变化,虽然发展专家仍然普遍忽视工程与技术在各层次的发展中所起的作用,无论是在宏观经济层面还是草根层面上,少数低成本的技术就能让人们的生活和减贫局面发生巨大变化。这也不是 UNESCO 特有的问题。大多数发展专家都拥有经济学学历,坚信生产的三要素:资金、劳动力与自然资源,而工程、科学和技术的知识并不能很好地适应这一点。遗憾的是,即使当时一些评论家也认识到工程、科学与技术对于发展尤其是对工业革命的重要性是显而易见的,熊彼得、弗里曼等经济学家也

在其著作中提到了知识与创新在经济转型中的作用,以及我们正处于“知识社会”这一事实,发展专家也将工程、科学与技术知识排除在外。

UNESCO 所处的大环境,也从早期以工程为科学部主要活动领域(主要由 UNDP 专项资金赞助)转变为减少对工程与科学部人力与资金的投入。20 世纪 80 年代中期,由于联合国经费减少,1984 年美国 and 英国的退出,加之随后预算削减 25%,UNESCO 身陷危机。即使英国和美国分别于 1997 年和 2003 年重新加入,由于预算没有增加,UNESCO 至今尚未完全走出这场危机。

工程署

直到 20 世纪 80 年代,UNESCO 的工程署都一直是科学部的主要部门,在很多领域都非常活跃,包括联合国专项经费资助的数百万美元项目的实施、项目开发、融集资金、构建网络、与国际专业组织和非政府组织合作组织会议、研讨会、培训、专题讲座、座谈会、信息与出版、顾问与咨询活动和方案等(包括工程教育与能源)。在 20 世纪 80 年代末期之前,工程署的重点是工程教育的核心领域(现在称为人力与机构能力建设),之后逐步转向可再生能源(见后文)。进入新千年,又开始回归对工程教育与核心领域能力建设的关注(尽管人力与财力资源都有所减少)。这一活动大部分是由五个主要的科学领域办公室完成的,设立这些办公室的目的在于更好地实施 UNDP 特别经费资助的项目。由于 20 世纪 90 年代经费的减少,各领域与总部的工程专家越来越少,各领域的交流工作也不断下滑。

20 世纪七八十年代发展起来的能源领域越来越成为工程署工作的重点。由 UNESCO、世界气象组织(WMO)、世界卫生组织(WHO)和国际太阳能学会(ISES)共同举办的“利用太阳服务人类”国际大会于 1973 年在巴黎召开,标志着 UNESCO 的能源活动在 20 世纪 70 年代初期正式展开。这次大会还创立了国际太阳能委员会。20 世纪 80 年代末与 90 年代,随着世界太阳能项目(WSP)(1996~2005)的制定,以及明显模仿 ISES 早期活动的世界太阳能委员会(WSC)的成立,人们对于可再生能源的关注继续升温。值得关注的是,WSP/WSC 的活动共花费了 UNESCO 400 多万美元的经费,仅在津巴布韦的 WSP/WSC 活动就耗费了超过 100 万美元,其中包括 1996 年在哈拉雷举办的世界太阳能峰会,进而创立了由总统穆加贝领导的世界太阳能项目与世界太阳能委员会。20 世纪八九十年代经费的减少使得创造力上升。然而遗憾的是,由于 2000 年底所有项目文件的丢失,世界太阳能项目与世界太阳能委员会的历史记录不复存在。这一问题在《UNESCO



© Mondialogo 全球对话工程奖获奖项目——
马来西亚与印度的生物太阳能技术

科学 60 年 1945 ~ 2005》(UNESCO, 2006)^①中有记载。



© EWBUK 土坯房是土木工程的早期例子

20 世纪 60 年代至 80 年代末,工程署——自然科学部三个活动领域中规模最大的部门——达到了巅峰,总部有 10 名人员,还有另外 10 名人员分散在当时正在开发的 5 个主要区域办公室,每两年就有 3000 万美元的预算。开展了大量活动,包括支持许多国家的大学工程院系、研究中心、标准研究所以及类似机构的成立。许多活动现在被称为人力与机构能力建设。这值得我们思考目前对技术能力建设的重视以及我们可以从中学到的经验。

工程署的活动

UNESCO 的工程署重点关注两个领域的活动:工程教育与能力建设,工程与技术在发展中的应用,包括千年发展目标中的具体问题(尤其是消除贫困和可持续发展),以及最近关注的缓解与适应气候变化问题。整体活动包括构建网络、开展合作和支持与国际专业组织与非政府组织的联合活动,组织、举办与支持会议、研讨会、专题讲座和座谈会,以及收集信息和制作学习/教学材料,出版物的甄选与组稿,项目开发与融资。

自 UNESCO 设立工程署以来,持续开展的其他活动还有专家咨询与顾问服务。近年来,这包括参与联合国千年计划中的 10 个科学、技术与创新千年项目工作组,以及 10 个工作组的报告《创新:知识应用于发展》。一些与能源相关的试点项目也得到了支持,结果有好有坏。UNESCO 对促进产学合作与创新的兴趣始于 20 世纪 90 年代初,反映了其日益增强的学术兴趣,大学-企业-科学合作计划(UNISPAR)于 1993 年创立。这一活动包括创新的非洲技术发展国际基金(IFTDA),该基金获得了 100 万美元的投资,在 IFTDA 项目结束之前支持了众多小规模企业的发展。后来,由于资金需要用在其他重要事务上,IFTDA 项目被迫中止。

构建网络、国际专业组织与非政府组织

工程署一直积极开发与支持工程领域的网络、国际专业组织与非政府组织,并在 1968 年协助创立了世界工程组织联合会,这是国家与地区的工程机构与协会最主要的“联盟”组织。UNESCO 在 1979 年还协助创立了东南亚及太平洋工程学会联合会(FEISEAP,即后来的 FEIAP)、东南亚及太平洋地区工程教育协会(AEESAP)和非洲科学与技术工作网等区域性组织。UNESCO 对技术与发展、无国界工程师、反贫困工程师、

^① Go to: http://upo.unesco.org/details.aspxCode_Livre=4503 (Accessed: 29 May 2010)

可持续世界的工程和工程研究国际网络等网络活动的支持,使网络支持活动持续至今。

会议、专题讨论会、座谈会与研讨会

举办和支持多样化的国际与区域会议和专题讨论会是工程署重要和长期的活动,这些活动通常都与 WFEO 合作举办。最近,工程署又参与举办和支持了在巴西举行的 2008 年世界工程师大会(WEC 2008)。这是继上海 2004 年 WEC 和汉诺威 2000 年首届 WEC 后的又一盛会。20 世纪 60~80 年代,在组织与举办由 UNDP 特别基金赞助的培训与研讨会中,工程署表现尤为活跃。虽然这一活动的黄金时期不可避免地结束了,但近年来,有关工程与创新、可持续发展、减缓贫困、工程政策与规划、工程中的性别问题、标准与认证的会议与座谈会不断增加。目前正在规划有关技术与减缓和适应气候变化的活动,国际工程大会将于 2010 年在布宜诺斯艾利斯召开,以“工程师推动世界——面对全球能源挑战”为主题的 2011 世界工程师大会(WEC 2011)将在日内瓦举办。

信息与出版物

以纸质和电子格式生产信息与出版物是能力建设的关键,工程署继续在该领域发挥积极作用。早期重要的活动包括开发以 UNESCO 为基础的联合国科学与技术资料系统(UNISIST),1982 年出版首部新能源与可再生能源的信息来源与研究中心国际目录,以及 20 世纪 90 年代开始的与 John Wiley 合作的 UNESCO 能源工程系列丛书(一些仍在出版,而其他已经再版)。近期的出版物包括《小材大用:减贫技术》和《希望之光:太平洋地区的可再生能源》,以及一些简短的影片。同样由 UNESCO 出版社发行的 UNESCO 学习与教学材料工具包,包括《太阳能光伏电池项目开发》、《太阳能光伏发电系统:技术培训手册》、《科技企业孵化器》(此书非常畅销并已被译成中文、日语与波斯语出版)和《科学、工程与技术的性别指标》。喀土穆大学的苏丹虚拟工程图书馆项目成功创建,作为麻省理工学院开放课程项目在苏丹的镜像服务,它已成为喀土穆大学开放课程项目的一部分和苏丹高校虚拟图书馆的范例。目前正在出版包括有关技术政策与扶贫、创新与发展的著作。

项目开发与筹款

工程署的工作人员一直积极参与开发新项目提案,在早期主要表现为尽力争取 UNDP 的资金。近期的项目开发活动包括戴姆勒 - UNESCO 全球对话工程奖——UNESCO 与戴姆勒为促进跨文化对话而开展的三个合作之一。此项活动主要是鼓励年轻工程师之间的对话,鼓励他们为实现扶贫、可持续发展与千年发展目标提出方案建议。没有实施的提案包括使用俄罗斯军用火箭发射卫星来促进非洲教育的低轨道卫星项目(这是借鉴美国技术援助志愿者(VITA)的构思,VITA 虽然不断开发项目,但获得的成就有限,2001 年几近解散,2003 年布什总统将其转变为缔造繁荣志愿者项目),以及创建世界理工大学的提案。



© GFDL – Wikimedia 复活岛上的巨石阵也是一项工程壮举

工程的兴衰与复兴前景

工程从早期开始就一直是 UNESCO 三个最大的领域和主题之一,另外两个分别是基础科学和环境生态科学。在过去的 50 年里,工程署有 100 余人组成的专家与支持团队,超过 5000 万美元的常规预算以及 2 亿美元的预算外经费(20 世纪 60 年代中期至 90 年代初主要是 UNDP 的专项经费)。由于各种外部与自身原因,UNESCO 的工程从 20 世纪 90 年代起走向衰落(就团队人员与预算而言),反映出这一时期自然科学部以及整个 UNESCO 的衰退。20 世纪 80 年代开始海外援助普遍下降,1984 年美国与英国的退出导致 UNESCO 陷入资金危机,1989 年柏林墙倒塌标志着“冷战”结束,国际秩序发生改变,随着 UNDP 运营部的建立,UNDP 的专项资金从 20 世纪 80 年代末开始逐步减少。UNESCO 内部也存在种种问题。自然科学部也许是 UNESCO 中最不知名的部门,而由于许多原因,工程比科学更不知名。工程有别于科学,虽然在 UNESCO 中它被视为科学的一部分,随着科学预算的减少,科学问题、优先权和“科学”政策往往占据主导地位(如 4.5.2 章节所述,尽管工程政策是科学政策的重要部分)。这体现在 UNESCO 的决策机构中科学家与工程师的数量有限,比如在执行委员会和大会中,教育利益通常占主导地位。因此,工程不仅在 UNESCO,在世界各国政府、组织与社会中都处于同样的地位,面临同样的挑战。

导致工程在 UNESCO 中衰退的其他内在因素包括优先项目的选择往往是通过人际互动和游说,而不是采用以广泛的政策和以需求与重要性为依据的更加民主的决策为基础的战略方法。20 世纪 80 年代末与 90 年代对世界太阳能项目的关注进一步加剧了这一点。虽然关注的问题可以理解,需要充足的人力与财力资源和重大的实质性成果,但这并不应该将其他的方案排除在外。否则,规划活动将成为鲜有实质内容、与核心工程问题毫无关系的主题领域,获得的成果有限也在意料之中。这是工程衰退并于 2002 年

在行政上并入基础与工程科学部门的主要原因,因此不难看出工程在 UNESCO 中的未来。在 UNESCO 中,国际性或政府间的规划很明显都拥有充足预算和有效游说,如人类与生物圈项目(1971 年)、国际水文项目(1975 年)和政府间海洋学委员会(1960 年)。虽然人们普遍认可国际背景是规划的一大优势,但由于人力与财力的限制,也出现了对立新的国际性规划的反对意见。

在这样的背景下,值得注意的是,由南非提议的“国际工程规划”的可行性研究得到了 2009 大会与执行委员会的鼎力支持,作为 UNESCO 在新千年继续发展工程活动的一部分(其自身得到了外界的大力支持)。这延续并补充了美国发展“技术能力建设中的跨部门活动”的提议,该提议在 2005 年 4 月获得了执行委员会的一致同意,旨在关注基础科学与数学、工程与水科学的能力建设(工程重点关注包括“加强现有工程规划,包括培训发展中国家的教育工作者、向教育工作者提供关于课程发展、最佳实践、质量保证的工作坊,以及与行业开展适当的合作活动”)。这是美国自 2003 年回归 UNESCO 以来的首个提议。随着能力建设国际项目活动的发展和工程在扶贫、可持续发展、缓解与适应气候变化中的应用,希望这些提议能支持并巩固工程在 UNESCO 与世界各地的崛起。在自然科学方面,包括工程与技术,帮助成员国,尤其是发展中国家,是 UNESCO 的独特使命与任务。

“全球对话工程奖”——促进发展合作

“全球对话伙伴关系”



© UNESCO 全球对话工程奖奖牌

“全球对话工程奖”是(当时的)戴姆勒克莱斯勒与 UNESCO 在 2003 年发起的伙伴行动计划之一。“全球对话伙伴关系”的总体目标是促进世界各地青年人之间的国际合作、对话与理解,以促进共同生活并在此基础上发展相互理解、尊重与宽容。这一伙伴关系起源于戴姆勒克莱斯勒与 UNESCO 德国国家委员会之间有关促进跨文化对话与理解的活动的讨论。包括 UNESCO 的“联系学校项目”,以及与其他高等/大学层次相关的活动。按照内部要求的提议,UNESCO 工程署提出了“通过工程应用进行跨文化对话”(IDEA)项目,在以质量工程为基础的公司与联合国负责科学与工程的组织之间搭起了桥梁。提议获得了批准,“全球对话”活动得以发展。

“全球对话”活动由三个主要部分组成：“全球对话工程奖”、“全球对话学校竞赛”以及提供支持的“全球对话因特网协议”。“全球对话工程奖”促进了全球大学的学生工程师之间的合作,重点关注发展中国家与发达国家大学有关扶贫、可持续性、联合国其他千年发展目标、缓解与适应气候变化的工程项目提案的发展。“全球对话学校竞赛”的参赛群体是14~18岁的在校学生,重点关注三个核心主题的项目发展,三个核心主题是:和平、体育与公平比赛、消除歧视;可持续未来;认知与尊重文化多样性。“全球对话因特网协议”提供了

跨文化交流的国际无障碍信息和交流平台,成为这些项目活动的补充和重要支持。2003年以来,学校竞赛与对话工程奖已各举办了三轮,其中首轮全球对话工程奖于2004~2005年举行,2006~2007年第二轮,2008~2009年第三轮。在此期间,作为促进青年人国际合作与对话的企业社会责任与公私伙伴关系的典范,“全球对话伙伴关系”也赢得了多个奖项。



© UNESCO 全球对话工程奖决赛选手

“全球对话工程奖”

“全球对话工程奖”的本质是为发展中国家与发达国家学生工程师提供设计练习,他们组成国际团队并共同开发项目提案。项目必须以解决扶贫、可持续发展与气候变化的问题为目标。设置的理念之一就是有关这些项目的国际合作是促进跨文化对话与理解的最佳方式之一。

每一轮工程奖的序幕都从广告宣传开始,向全球每所有工程学院的大学发出海报与信息。工程奖鼓励有兴趣的学生工程师在当地大学组建团队,邀请他们在对话工程奖网站上注册并提出任何可能的项目提案。然后,来自发展中国家与发达国家大学的至少两支本地团队组建成国际团队,并注册他们计划参赛的项目。在接下来的大约六个月的时间内,项目团队成员协力合作共同开发项目提案。由于南北半球大学的学年、考试安排以及学生的时间松紧不同,每个小组的时间不完全统一。

之后每个小组完成并提交项目提案,由独立评审团初审并确定决赛名单。项目提案的评价标准是技术优势,重点关注扶贫、可持续发展与联合国千年发展目标,每个项目小组内部成员间跨文化交流的可行性与表现。每轮颁奖都在“全球对话工程奖”研讨会和颁奖典礼后落下帷幕。柏林、孟买和斯图加特先后于2005年、2007年和2009年举办了“全球对话工程奖”。工程奖研讨

会是整个活动的重要组成部分,为参加决赛的年轻工程师代表向其他决赛选手、戴姆勒和 UNESCO 组办方、评审团成员和媒体展示自己的项目提案提供了机会。研讨会之后是“全球对话工程奖”颁奖典礼。

2009 年“全球对话工程奖”——执著追求,梦想成真

2009 年全球对话工程奖颁奖典礼在斯图加特的戴姆勒博物馆举行,由戴姆勒首席执行官 Dieter Zetsche 和 UNESCO 自然科学部助理总干事共同主持,最年轻的一级方程式世界冠军 Lewis Hamilton 发表主旨演说。Hamilton 极具感染力的即兴演说鼓舞人心,突出了工程师在一级方程式中发挥的关键作用,也强调了青年工程师该如何实现自己的承诺,让梦想成为现实——正如他所做到的一样——为世界面临的最严重问题提出解决方法。一位青年工程师随后报告称,整个合作设计流程、研讨会和颁奖典礼,包括 Hamilton 的演说让人“大开眼界”——强调了那些时常会被大家忽略的活动与事件的重要性。一位评委也谈到,学生们的执著让他感动得几乎落泪。他们的执著是最具说服力的——因为未来掌握在他们手中!

颁奖典礼共颁发了 30 枚“全球对话工程奖”金、银、铜牌,奖金总额达 30 万欧元。奖金用于帮助促进和实施提案项目,虽然很明显大多数学生是因为这是一件值得的事而参赛。2009 年网络日志上的项目提案和先前的获奖项目充分体现了这一点。各种解决世界问题的工程项目提案着实给人留下了深刻印象,包括关注水资源供应与环境卫生、废物处理、食品生产与加工、住房、交通与流动性、能源、应对灾难与紧急情况、灾后重建和多部门的提案。

“全球对话工程奖”的组织

“全球对话工程奖”(MEA)由 UNESCO 的工程署与戴姆勒企业赞助部门共同组织和管理,得到了戴姆勒公关顾问的大力支持。

负责从入围名单中评选出获奖者的“全球对话工程奖”评审团,由 E-Drive 副总裁 Herbert Kohler、戴姆勒未来流动性与首席环境官和 UNESCO 自然科学部助理总干事 Walter Erdelen 共同主持,评审员包括加纳马西大学技术咨询中心的 Peggy Oti-Boateng、美国科学促进会的 Shirley Malcom、海得拉巴扎哈穆法汗学院环境研究与社会响应工程中心的 Ali Uddin Ansari、爱丁堡赫瑞瓦特大学的 Paul Jowitt,以及世界工程组织联盟主席 Barry Grear (Kamel Ayadi 与 Dato Lee Yee Chong 主席的继任者)。

2004~2009 年,来自世界半数以上国家的近 10000 名学生工程师参加了“全球对话工程奖”。2008~2009 年度评奖中,获胜者从 55 个国家学生团队的 97 个项目提案中脱颖而出,总共有来自 94 个国家的近 4000 名学生工程师注册了 932 个项目创意。共产生了 8 枚金牌、12 枚银牌和 10 枚铜牌,奖金分别为 15 000 欧元、10 000 欧元和 5 000 欧元(总额 30 万欧元),同时还设有 1 个持续奖和 1 个社区奖。在第二届 2006~2007 年度的评奖中,获胜者从 54 个国家学生团队的 92 个项目提案中选出,总共有来自 89 个国家的 3000 多名学生工程师注册了 809 个项目创意。共设立了 10 个全球对话工程奖和 20 个荣誉奖,奖金各为 10 000 欧元和 5 000 欧元,还设有 1 个持续奖。在首届 2004~2005 年度的“全球对话工程奖”中,21 个获胜提案从 25 个国家的学生团队中脱颖而出,总共有来自 79 个国家 412 个团队的 1700 名学生工程师提交了 111 个项目提案。共设立了 21 个“全球对话工程奖”,奖金为 15 000 欧元,以及 5 个评审团特别奖。

这表明了“全球对话工程奖”是如何发展壮大的,在注册团队总数、对奖项的关注度、青年工程师积极合作提出针对扶贫、可持续发展、缓解与适应气候变化等世界面临的问题与挑战的项目提案等方面都不断扩大。希望“全球对话工程奖”将继续帮助青年工程师将梦想变为现实,改善世界上最贫困人民的生活水平。这在金融与经济危机中尤为重要。遗憾的是,经济衰退导致戴姆勒所处的商业环境发生了急剧变化,不得不削减包括对“全球对话伙伴关系”在内的企业赞助。我们将继续找寻新的赞助商,支持与发展“全球对话伙伴关系”与工程奖。



© UNESCO 全球对话工程奖让青年工程师
参与解决全球性问题

2.2 工程、创新、社会与经济发展

Paul Jowitt

工程的伟大时代

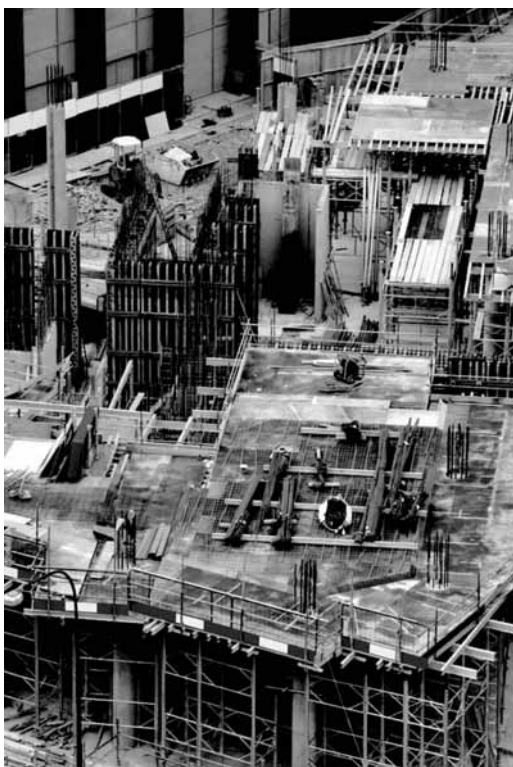
按照西方人的观点,很容易认为 19 世纪大规模机械化与城市化的鼎盛时期是工程的辉煌时期,机械化与城市化将工业革命从 18 世纪直接领进 20 世纪,同时供水与环境卫生的改善也提升了普通百姓的健康与福利。工程的伟大时代有两个优势:看似无限的能源、煤、石油与天然气,以及水、材料和其他与人类需求相关的取之不尽用之不竭的资源。

现在我们知道事实并非如此。我们正面临着两大全球性难题——气候变化与扶贫。工程师在 21 世纪面临的任务:

◇ 通过工程的帮助,让世界避免由于前几代人使用能源、排放温室气体及对气候变化的影响所造成的环境危机。

◇ 在工程的协助下,帮助日益增长的世界人口中的大多数脱离贫困,解决与联合国千年发展目标相关的问题。

这需要将重建现有的基础设施与在全球范围内提供新的基础设施相结合。



© P. Jowitt 土木工程施工

在世界上充分发挥其自身有用价值的的能力相关。剩下的2个与环境极限和基础设施相关:我们必须在环境极限范围内生产生活,在修建支撑我们赖以生存的文明的基础设施中与环境建立友好的关系;规划、施工与运营过程能够真正服务于贫困人口的基础设施。因此,要实现联合国千年发展目标需要工程师的参与。^② Calestous Juma^③(联合国科学、技术与创新工作组主席)一开始就说明了基础设施在发展中所发挥的关键作用:

现在和19世纪有什么差别?现在问题的规模、量级更大;环境极限几近被打破;全世界对稀有资源的争夺将导致紧张的国际局势;通过燃烧化石燃料使我们进入未来的自由完全不可行。

解决这些问题需要工程师与其他技术和非技术学科并肩合作,展现大量的创新与想象力。需要工程师有能力提出综合解决方案,而不是简单地分析问题。从设备、产品到大规模交付基础设施服务,都要求工程师具备纵观全局的能力。

这意味着“现在”正是工程的伟大时代。

让我们简要分析以下关键的问题:

“贫困真实存在”

在世界上许多地区,城市和农村贫困居民的直接感受都是,很少甚至没有机会接触最基本的基础设施、教育、医疗资源的渠道,几乎不能或只能享受到一点点对土地或财产的合法权益。

8个联合国千年发展目标^①(MDGs)中,有6个与人类境况、身体健康、经济与社会福利以及



© P. Jowitt Pelamis 波能发电装置
可生成可再生能源

-
- ① The Millennium Development Goals were recognized by the UN General Assembly as being part of the road map for implementing the UN's Millennium Declaration. There are eight overall Goals (on Poverty, Education, Gender, Child Mortality, Maternal Health, HIV/AIDS, Environment, Global Partnership).
- ② This was underlined at a meeting with the British Chancellor of the Exchequer at 11 Downing Street, London, on 30 November 2005.
- ③ Calestous Juma (ed.) Going for Growth: Science, Technology and Innovation in Africa. Published by the Smith Institute, 2005.

“至少有三个关键因素促使新兴经济体快速的经济转型。第一,新兴经济体在基础设施上投入了巨资,这是技术学习的基础。第二,新兴经济体鼓励中小型企业发展,这就需要增强本地操作、修理与维护技能。第三,新兴经济体的政府支持、资助和鼓励高等教育机构、工程与技术科学院校、专业工程与技术学会、工业与贸易协会的发展。”

发展的前提

如果缺乏发展的前提条件,任何改善发展中国家生活水平的努力都将是徒劳的,这些前提条件包括合理的管理结构、健全的公民社会、远离迫害、斗争与腐败等。

全球政治、贸易与冲突对发展造成的冲击是巨大的。其中包括贸易规则、关税与西方国家的补助、局部与地区冲突、石油外交、管理以及跨国公司所起的作用。但是健全的地区商业领域通过直接参与有效和可持续的基础设施开发也可以帮助扶贫,由于以下三个原因而意义重大:

◇ 通过提供住宿、安全饮用水/环境卫生、能源、交通、教育与医疗等基本需求与服务,支撑社会的发展。

◇ 修建基础设施为本地创造技能与就业的内部需求。

◇ 通过改善基础设施服务、提高本地技能,以及对内部/本地和外部/国家市场的刺激与更好的准入,为本地经济与中小企业的发展提供重要平台。

但是修建基础设施同样需要投资。

那些身陷贫困的人们缺乏摆脱困境所必需的资源,也负担不起。他们需要来自政府、企业与国际组织的外部投资和全世界工程社团的帮助。未来一步步临近,谁都不能置身事外,而且土木工程师能获得特别的机会。

“气候变化真实存在”

2005年6月,11个国家的国家科学院发表了《联合声明》。^①声明的开头就是“气候变化真实存在”。声明接着提到“设计与实施策略来适应气候变化的结果,需要全球诸多领域的专家,包括物理与自然科学家、工程师、社会科学家、医学家,以及人道主义者、商界领袖和经济学家的通力协作。”

他们呼吁八国集团领导人——他们将于2005年7月在格伦依格尔斯会面——正视威胁的存在,采取有效措施致力于长期、大幅减少全球温室气体的总排放量。《斯特恩报告(Stem Report)》也传达了相同的信息。^②然而,合作实施缓解与适应气候变化国际措施的政治进展依然缓慢。最近在巴厘岛举行的气候变化会议上,在巴布亚新几内亚代表对西方国家发表“要么领导、要么遵循、要么别挡着路”的尖锐评论后,美国才同意讨论《京都议定书》替代方案的路线图。

^① Joint Science Academies' Statement, Global Response to Climate Change. June 2005. <http://royalsociety.org/Joint-science-academies-statement-Global-response-to-climate-change/> (Accessed: 2 May 2010).

^② Stern Report, http://www.hm-treasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economics_climate_change/sternreview_index.cfm (Accessed: 2 May 2010).

现在人们已经普遍接受全球气候变化的事实,其影响是显而易见的,而人类活动——主要是温室气体的排放——是一个重要因素。让人们接受与了解气候变化的工作获得了2007年诺贝尔和平奖的认可。

无论精确的时空效应怎样,气候变化的后果(如海平面上升、雨型变化、洪水与干旱)将主要对世界上最贫穷、也是最脆弱的群体造成重大冲击,而那些大量排放诱发气体的人受到的影响反而最小。

随着城市化进程的加快,人类最大风险存在于欠发达国家中,这些国家的城市基础设施通常不堪一击或形同虚设。到2025年,世界有望再增15亿人口,总数将达到66亿,居住在城市环境中的人口比例将从40%增至60%。^① 地球上的城镇居民人口刚刚超过农村人口。因此,对有效基础设施服务的需求是巨大的。

能源与气候变化

目前,世界的能源主要以化石燃料和以煤、石油和天然气为基础的碳能源系统为主。所有这些资源都是不可再生的,并且随着人类的发展而日益减少,现在我们也意识到了它们给环境带来的巨大影响。

世界能源消耗格局是不平衡的,这就造成了二氧化碳排放的来源也不平衡。但随着中国、印度等新兴经济体汽车拥有量的增多与消费社会的发展,这个格局也发生了变化。中国是世界上最大的煤炭使用国和第二大石油、天然气消费国,^②尽管它的人均消费量依然很少。到2020年,中国的能源消耗有望翻一番。^③

发展可持续能源经济需要强大的能源研究基地,满足对热量、电力与流动性能源系统的基本需求。无论是工作还是日常生活,人都处于能源系统的核心地位,需求方、供应方与基础设施解决方案都需要创新。虽然市场力量可以解决能量方程的几个方面,但其他非技术限制却缺乏英明的领导与政策支持。

没有灵丹妙药。只有三种解决办法:

1. 改变我们的行为
2. 改革技术
3. 改用其他能源

需求方创新与供应方修复同等重要。需要通过将改变个人/企业的行为,提高建筑与交通系统的效率,与对工厂、家庭、办公室与工厂的设备和机器进行能源分级相结合,减少能源的需求。

无论如何,发达国家的城市需要为居民重建可持续和满足环境要求的基础设施。发展中国家急需的新建基础设施需要遵循同样的原则,吸取发达国家的经验教训。

^① David Cook and John Kirke, *Urban Poverty: addressing the scale of the problem*, Municipal Engineer 156 ME4, 2003.

^② BP Statistical Review of World Energy, June 2005. <http://www.bp.com/statisticalreview> (Accessed: 2 May 2010).

^③ Gregory A. Keoleian; School of Natural Resources and Environment; Co-Director, Center for Sustainable Systems; University of Michigan



© P. Jowitt 贫民窟通常存在于
工程基础设施的边缘

从供应的角度看,我们应转而使用无碳能源。风能是比较成熟的无碳能源(至少在操作阶段),但包括质疑其经济价值的批评之声不绝于耳;^①反对使用风能的人主要考虑到环境、审美和噪声污染,尤其是风的不连续性。可以利用风能的地区集中在世界偏远地区,远离需求中心,而联网线路尚不完善。潮汐能系统的发展停滞不前,只能在更为恶劣与偏远的地区操作。核能也存在核安全、当地公众的接受度、与国际核技术接轨等一系列亟待解决的问题。

由于担心对社会与环境造成的影响,大规模水力发电系统的施工已经减少。也有例外,最著名的就是长江三峡大坝,用于防洪的水库总长 600 千米,装机总容量为 18GW,但同时转移了近 200 万居民,失去了大量珍贵的考古与文化遗址,生物多样性与环境都遭到了破坏。^②像三峡大坝这样的工程无可避免地将工程师推入了两难的处境。工程从来就不是非政治性的活动,工

程师需要辨别能力、判断力与解决矛盾的能力。

非洲的能源供应值得挖掘,“在非洲许多国家,缺乏能源安全导致贫困循环。21 世纪初,仍有数百万人过着没有电的生活,这着实让人难以接受!”(国际能源署, Claude Mandil)^③

实现千年发展目标

谈到发展中国家的能源需求,让我们先回过头来审视世界贫困问题。缺乏基本的基础设施是世界贫困以及由此产生的人类悲剧的根源。20 亿人过着没有电的生活,同等数量的人没有安全的饮用水。联合国的目标是到 2015 年,将这一数字减少一半。到 2015 年让 10 亿人喝上安全的饮用水,意味着在接下来的 8 年中,每天要连接超过 30 万人。这可能吗?如果可能,怎么实现?我们要面临什么样的限制?限制因素并不是缺乏工程知识与技术,或不知道该采取什么样的行动,而是找到应用工程技术的合理方式,推动当地的能力建设,确保有效实施、管理与筹集资金,并确保这一行动能持续下去。

基础设施发展为能力建设、技术学习与本地商业发展提供了绝佳的机会,“基础设施需要运用广泛的技术和复杂的制度安排。政府一贯以静态的眼光看待基础设施项目

① David Simpson, *Tilting at Windmills: The Economics of Wind Power*, April 2004. The David Hume Institute, Hume Occasional Paper No. 65.

② The International Rivers Network, *Three Gorges Dam*, see <http://www.irn.org/programs/threeg/>

③ Claude Mandil, Executive Director, The International Energy Agency. http://www.iea.org/textbase/papers/2003/african_energy.pdf (Accessed: 29 May 2010).

……很少认为修建铁路、机场与通信网络也能促进技术、组织与制度学习。”^①

建设基础设施实现联合国千年发展目标并非一个单一的项目,而是要实施许多项目;每一个项目本身都很复杂,但只要有正确的规模与正确的规划就完全可行。只有将联合国千年发展目标视为一系列要完成的项目,才能实现这些目标,每一个项目都需要项目管理计划和专业工程专业人员的协助。

有固定的模式吗? 是否有成功解决发展中国家问题的发展模式? 答案应该是肯定的。例如,在发达国家的许多物资匮乏的内陆城市地区,也存在相似的问题,年久失修的基础设施、高失业率、当地居民经济困难、高犯罪率、毒品泛滥、当地经济发展落后。这类问题的解决办法之一就是成立特殊目的的发展公司,经济上独立于当地政府但对其负责。当然也还有其他模式。

所以挑战就是:“制订以行动为基础的项目计划,确保全球实现可持续发展的同时,实现联合国千年发展目标。”

没错,工程的伟大时代就是“现在”!

2.3 工程、技术与社会

George Bugliarello

从早期人类文明开始,被称为工程的活动就通过其创造的技术产物——有形和无形的——影响着社会。工程产物无处不在,并实实在在地渗透进我们生活的方方面面,与文化、艺术和宗教相互交织、相互作用。马路、水管、水泵和运河让城市生活成为可能,电力照明推动了世界的发展,工业与通信促进了全球富裕,威力日益增大的武器改变着国家间的关系。如埃及金字塔和巴台农神庙一样,现代音乐、绘画、建筑、汽车与大桥是艺术与技术的完美体现。

从金属制造到电子产品,每一项重大的工程创新都给社会带来了巨大变化。反过来,社会目标、习俗与期望的显著变化也影响着工程的发展与实践。为满足社会的需求,工程师教育的跨学科性更为突出,新增了人文学科、社会科学与生物等课程。然而,社会时常会忽视工程协助解决最紧迫问题的潜力,对工程创新的反应迟缓,因为工程创新通常需要新的组织模式、新法律、新意识的形成和习俗的衍变。能迅速而智慧地对工程创新做出反应的社会实体通常都占据优势。美国和法国的革命最终通过让社会敞开怀抱迎接工业革命带来的机遇而加强了技术发展,俄国革命极大地加快了本国工业化的进程。

事实上,工程与技术都需要个体、机器(人工产物)与社会组织的协同作用(Bugliarel-

^① Professor Tony Ridley and Yee - Cheong Lee, Infrastructure, innovation and development, chp 5, Going for Growth: Science, Technology and Innovation in Africa, Calestous Juma (ed.) Published by the Smith Institute, 2005.

lo, 2000)。^① 这种协同作用的一个重要方面就是与科学密切的互动。从根本上说,工程就是通过有形和无形的人造产物改造自然,有时也超越了对这一概念的科学理解。科学就是对自然的了解,通常需要创造人造产物才能达到此目的。因此,虽然目的不同,但这两种努力是密不可分的——用工程仪器、计算机、软件与卫星去探索科学,而科学反过来促进了整个工程领域的进步。



© Arup 工程师也可以成为艺术家——孔布拉步行桥

今天,社会对工程的需求之大前所未有的,无论是迅速发展的城市化进程和全球的经济繁荣环境中四分之一的贫困人口所产生的需求,还是对关键资源的可用性、气候变化的后果与逐渐增多的自然与人为灾害的日益担忧。工程与社会不仅面临史无前例的技术挑战,还要面对一系列需要发展全球工程伦理学才能解决的新的伦理问题。工程在改造自然的征途上应该走多远? 工程在社会中肩负着怎样的角色与职责? 工程该如何解决当代人和子孙后代可用资源与服务的平等问题? 有关全球变暖的担忧可以优先于紧迫的贫困问题吗? 或者可以同时解决这两个问题吗? 在日益全球化的企业中应制定怎样的工程标准,如世界各地的设计团队 24 小时协同运作? 要解决这些问题,就必须考虑到一些基本的工程原则,如高举人性尊严、避免危险或不可控制的副作用、制定与技术意料之外发展的结果相关的制度以及在创建人工产物时不仅仅要知道“怎么做”,还要懂得“为什么”。

工程与其他社会活动的协同作用是许多社会的物质繁荣的根本原因,也是改善许多发展中国家状况的关键。工程与生物和医疗系统快速发展的互动,开始极大地提高世界许多地区人们的健康水平,工程与教育的协同作用,通过信息与通信技术的进步,在全球范围内提升了技能水平并增加了就业机会。然而,同时,机械化与自动化的发展可能会

^① Bugliarello, George, The Biosoma: The Synthesis of Biology, Machines and Society, Bulletin of Science, Technology & Society, Vol. 20, No. 6, December 2000, pp. 452 - 464.

通过机器减少就业机会和人与人之间面对面的交流与互动。另外,随着对技术的依赖性增加——以及不能最大限度地理解与操作技术——无论是水、食物、能源与疫苗的物流供应系统,还是其他关键的基础设施和系统,技术失效和设计错误对社会造成的风险日益增多。工程世界前所未有的相互依存又加剧了这一风险。实际上从整体而言,工程是一个社会企业,让现代社会变成现实,伴随着它所有的潜力与风险,反过来社会也促进了工程的发展(Sladovich, 1991)^①。它通过扩大社会组成部分的范围和增强成员的能力,为农业、商品生产、交流、防御、进攻、探索太空与海洋创造新方法和工具,保留与使用从土地到能源、水和材料等自然资源,扩展了社会的物质与经济能力。工程与社会其他部分日益深入的互动,以及它与生物过程相互交织的能力,已成为决定人类未来的关键因素。

2.4 工程师与社会责任

2.4.1 关键问题

Stuart Parkinson

工程拥有为社会谋福利的巨大能力——正如在本报告中描述的工程所做的其他贡献一样——但工程也同样有被用来制造灾难的能力。它能协助满足人类的基本需求,例如水、食物、住房与能源,也能提供必要规模的资源以保证工业社会的正常运作。但是,工程也极大地助长了近几个世纪武器与战争的杀伤力,加剧了不平等和对全球生态系统的破坏。

作为工程师,了解本职业的双重特性、对自己与雇主的角色保持警惕至关重要,这样才能抓住一切机会为社会做出积极贡献。从本质上说,这是成为一名有社会责任感的工程师的要求。

工程与战争

为推动工程事业的发展,行业学会迅速指出了工程在为社会谋取福利的过程中所发挥的重要作用,如“今天,老实说工程师对我们的帮助涉及生活的方方面面。工程师让一切更容易实现,让想法变成实际产品,并为日常生活中的实际问题提供解决方案。”^②

然而,他们没有及时强调技术应用于工程的方式——与科学密切配合——给社会带来的弊病。也许最突出的例子就是在20世纪助长了武器的杀伤力。布宜诺斯艾利斯大学的研究者认为,“杀伤力指数”——武器每小时可造成的最大死伤人数——在20世纪

^① Sladovich, H. E. (ed.). 1991. *Engineering as a Social Enterprise*, National Academy Press, Washington, DC.

^② Young Engineers website. <http://www.youngeng.org/index.asp?page=66> (Accessed: 4 May 2010).



© Arup 重建被海啸摧毁的房屋

惊人地增强了 6000 万倍,弹道导弹的热核弹头骤增标志着其摧毁力到达了顶峰。^① 众所周知,这些武器事实上赋予了我们在短时间内摧毁人类文明与自然世界的力量。

然而,围绕军事技术的争论并不只是针对某种武器的原始威力,而是牵扯到更大范围的问题。例如,我们应该认识到,在战争中杀伤人数最多的武器是枪和其他小规模武器——每年世界上还有成千上万的人死于战争。^② 虽然很多工程师宣称自己在军事技术上的工作是为了国家安全,但实际情况却复杂得多。例如,对国际军售的监管不足,武器能通过各种途径——合法的或非法的——流入拥有不良人权记录的政府手中和战乱区域。令人不安的是,75% 的死伤者都是平民百姓。^③

一个与军事技术尤其是与工程师相关的首要问题是经济学家所说的“机会成本”,即占用其他重要领域而用于军事的技能与资源所带来的损失。不难找到机会成本的指标。2006 年,全球军费开支高达 1.2 万亿美元。^④ 高于世界 110 个最贫穷国家的经济总量^⑤,是全球官方发展援助水平的近 12 倍^⑥——这样的援助水平仍远低于实现千年发展目标

① Lemarchand, G. 2007. Defense R&D Policies: Fifty years of history. INES Council and Executive Committee meeting, June 2 - 4 2007. Berlin, Germany. <http://www.inesglobal.com/> (Accessed: 4 May 2010).

② Smith, D. 2003. The Atlas of War and Peace. Earthscan, London. p38.

③ Ibid. 22.

④ Stalenheim, P., Perdomo, C., Skns, E. 2007. Military expenditure. Chp. 8 of SIPRI (2007). SIPRI Yearbook 2007: Armaments, Disarmament and International Security. Oxford University Press/SIPRI. <http://yearbook2007.sipri.org> (Accessed: 4 May 2010).

⑤ This was calculated using figures from International Monetary Fund (2007). World Economic Outlook database. <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2007/02/weodata/index.aspx> (Accessed: 4 May 2010).

⑥ This was calculated using figures from UN (2007). The Millennium Development Goals Report 2007. UN, New York. p. 28. <http://www.un.org/millenniumgoals/pdf/mdg2007.pdf> (Accessed: 4 May 2010).

的要求。^①事实上,自1987年以来,联合国大会每年提出的建议都强调了希望世界大多数国家政府缩减军费开支,将节省下来的军费用于国际发展援助。这就是后来的“为发展裁军”。^②

另一个与工程师息息相关的对比是在研究与发展(研发)上的费用。2006年,世界上最富裕国家的政府^③在军事研发上的开支为960亿美元,而在健康与环境保护方面的研发经费加起来也不过560亿美元。^④

工程与污染

工程与技术同时也是导致气候变化与野生动植物灭绝等全球环境问题的关键因素。例如,目前工业社会每年排放约500亿吨二氧化碳^⑤——罪魁祸首是化石燃料的燃烧。由此产生的气候变化预计在未来几十年或更久将对人类与野生动植物造成严重危害——数百万人将受到威胁。事实上,世界卫生组织的最新报告预计,气候变化可能已经要对每年15万例非正常死亡负责。^⑥

从工业砍伐到工业捕鱼等一系列活动中,工程与技术在其中所发挥的作用也是全球野生动植物灭绝的关键因素。目前,全世界物种灭绝率是自然水平的100倍,其结果是我们当前正处于“大型灭绝事件”中——在地球50亿年历史中只发生过5次的事件。^⑦

当然,工程在协助理解与解决全球环境问题中也发挥着重要作用。例如,在气候变化的案例中,能源效率和可再生能源技术在减少温室气体排放方面发挥着日益重要的作用,减缓了温室气体的威胁;而防洪等其他技术也让社会逐渐适应一些已经产生的变化。本报告还列举了其他事例,表明单纯的技术与创新不能拯救我们,所有这些解决方案都必须使工程适应社会。

然而,资源匮乏再度阻碍了世界面对这些紧迫环境问题的速度。另外,与军费开支的对比有力地提醒了我们那些本该派上用场的资源。例如,政策研究所最近发布了一份报告,比较了美国政府拨给“军事安全”与“气候安全”的预算。研究发现军事预算是用

① The eight Millennium Development Goals (MDGs) include trying to halve extreme poverty by 2015. For a discussion on the shortfalls in development aid needed to achieve the MDGs (See footnote 23).

② Dhanapala, J. 2007. Disarmament and development at the global level. Statement at the IPB conference, Books or bombs Sustainable disarmament for sustainable development. November 2007. <http://www.pugwash.org/reports/nw/dhanapala-sean-macbride-prize.htm> (Accessed: 4 May 2010).

③ Countries of the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD).

④ OECD. 2007. Main Science and Technology Indicators 2007. OECD, Paris. <http://www.oecd.org/>

⑤ Emissions of greenhouse gases (GHGs) are generally expressed in tonnes of “carbon dioxide equivalent” as different GHGs have different warming properties. Figures are from the Intergovernmental Panel on Climate Change (2007). Climate Change 2007: Synthesis Report. Fourth Assessment Report. Summary for Policymakers. http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_spm.pdf (Accessed: 4 May 2010).

⑥ World Health Organization. 2003. Climate Change and Human Health - risks and responses. <http://www.who.int/bookorders/anglais/detart1.jsp?sesslan=1&codlan=1&codcol=15&codcch=551> (Accessed: 4 May 2010).

⑦ UNEP. 2007. Global Environmental Outlook 4. Chp. 5. United Nations Environment Programme. <http://www.unep.org/geo/geo4/media/> (Accessed: 4 May 2010).



© Saice 废物管理

于解决气候问题的经费的 88 倍^①。英国全球责任科学家组织对世界上最富裕国家的政府研发预算进行了类似的对比。他们发现了军事与可再生能源研发经费间存在同样的不平衡。^②

工程行业责任尽到了吗？

面对如此令人不安的事实，不禁让人怀疑工程行业是否做了充分的工作来履行社会责任。正如本报告所展示的，这个行业总体上做了大量的积极活动，但仍有需要改进的地方。

最显著的例子应该是工程行业与军事之间的密切关系。面对上述有关军事技术与军事预算的讨论，人们期待听到更多行业内部有关其技能部署的评论。然而，鲜有职业工程学会去批判导致此类问题产生的政府政策。

例如，在最近英国有关替代三叉戟核武器系统提案的争论中——该提案遭到了当时的联合国安全理事会的批评^③——皇家工程院 (RAE)^④的主要评论只是技能与基础设施都需要充足的投资，以确保 400 亿美元的项目如期交付。如此柔和的态度与皇家工程院最近发起的鼓励工程师“尊重生命……与公众利益”的“伦理准则声明”相去甚远。^⑤

事实上，近几年来在 UNESCO 的积极鼓励下，职业工程和科学机构已经开始在行业中采用与推广强调社会公正与环境可持续发展的伦理准则。然而，当这些与工程行业相互交织的目标与军事和商业利益相冲突时，原则却很快让步。

支持社会责任

近几年来，有大量对政府与职业机构感到失望的工程与科学组织试图在科学与技术领域推广更艰巨的社会责任。

-
- ① Pemberton, M. 2008. The budgets compared: military vs climate security. Institute for Policy Studies. <http://www.ips-dc.org/getfile.php?id=131> (Accessed: 4 May 2010).
- ② Parkinson, S. and Langley, C. 2008. Military R&D 85 times larger than renewable energy R&D. SGR Newsletter, No. 35, pp. 1. <http://www.sgr.org.uk/>
- ③ Annan, K. 2006. Lecture at Princeton University. 28 November 2006. <http://www.un.org/News/Press/docs/2006/sgsm10767.doc.htm> (Accessed: 4 May 2010).
- ④ RAE. 2006. Response to The Future of the Strategic Nuclear Deterrent: the UK manufacturing and skills base. http://www.raeng.org.uk/policy/responses/pdf/Nuclear_Deterrent_Consultation.pdf (Accessed: 4 May 2010).
- ⑤ RAE. 2007. Statement of ethical principles. <http://www.raeng.org.uk/policy/ethics/principles.htm> (Accessed: 4 May 2010).

1957年,针对早期的核武器竞赛召开了帕格沃什科学和世界事务会议。^①这些会议——一直延续到今天——让科学家、工程师和来自其他领域的代表会聚一堂,共同商讨全球性问题的解决方案。这些讨论为主要军备控制条约的制定立下了汗马功劳。

一个更为激进的组织,工程师与科学家全球责任国际网络(INES)于1991年创立的,他们认为专业人员应该在支持和平、社会公正与环境可持续性方面发挥更重要的作用。^②该组织有70多个成员,分布在30多个国家中。

工程与科学界中有影响力的人士同样也发出声音,敦促行业采取更为激进的立场。例如,1995年前曼哈顿项目科学家Hans Bethe教授与Joseph Rotblat教授呼吁所有工程师与科学家拒绝参与核武器项目。^③最近,前任联合国副秘书长、现任联合国大学理事会主席Jayantha Dhanapala呼吁工程师与科学家(及其他人士)拒绝为世界前25家军事公司工作,直到“为发展裁军”真正被提上日程。^④

对于任何工程师而言,成为一个或多个工程活动团体或非政府组织的积极成员或与其合作,都是对社会责任的重大贡献,这一点需要在职业与行业发展规划中明确。

事实上,作为一名工程专业人员关键在于积极寻求能对解决战争、污染、贫困和气候变化等全球性问题产生积极影响的机会。这正是工程社会责任的核心。

2.4.2 工程的社会责任

David Singleton

作为建筑环境工程师,我们对周围的世界产生了重大影响。这既是机遇也是责任。全世界居民的生活方式和我们期望的生活标准构成了生活质量的一部分,反过来,这也受到了周围基础设施的影响;大部分基础设施都取决于工程。

作为工程师,我们当前和未来面临的挑战,是为发展中国家的农村和城乡结合社区建设基础设施。另外,随着城市化的不断深入,我们还面临着如何遵循经济原则在新城区建设基础设施、如何改造现有的基础设施、如何以负责与可持续的方式来完成这些任务等诸多挑战。

目前,世界一半人口居住在城市里,城市化已经并仍将是一个快速的进程。在未来几年里,欠发达国家中几乎所有预计的人口增长都将出现在城市。对2050年的预测显示,世界人口的70%将成为城市居民;64亿人口将在城区生活(相当于2004年世界人口总数),且绝大多数都集中在亚洲(54%)和非洲(19%)。到2050年,中国的城市人口将高达10亿,位居世界首位。

① Pugwash Conference on Science and World Affairs. <http://www.pugwash.org/>

② International Network for Engineers and Scientists for Global Responsibility (INES). <http://www.inesglobal.com/>

③ Rotblat, J. 1995. Remember your humanity. Nobel lecture, Oslo, December 10. In: Braun et al (2007). Joseph Rotblat: Visionary for peace. Wiley - VCH, Weinheim, Germany. pp. 315 ~ 322.

④ Dhanapala, J. 2007 (See footnote 25).

城市化是指一个国家常住城市人口增长的过程。“城区”和“城市”常指同一事物，但城区包括乡镇和其他小型定居区。例如，世界一半人口居住在少于 50 万人口的小型定居区，而超大城市——指总人口超过 1 千万且还在迅速增长的城市——只能为 9% 的城市居民提供住房。

Arup 公司^①已经对城市化的影响进行了深入研究，帮助我们更好地了解城市化对社会的影响和它在社会与经济发展中所起的作用。将世界人口聚集到城市定居区，通过在各方面发展规模经济为可持续发展提供了更大机会。然而同时，城市也会集结许多普遍的环境问题。城市化为建设基础设施提供了机遇与挑战。

认清城市化带来的挑战并将其视作改变的机遇至关重要，需要站在全局的高度考虑城市的长期规划。每一个乡镇或城市都有许许多多的组成部分或城市“元素”，它们之间的关系错综复杂，如：设施，即物质基础设施；城区运作需要的系统与公共设施、城市居民需要的服务，以及城区应具备的令人满意的特性。



© Stephen Jones EWB - UK
Kyzyltoo 给水工程，南吉尔吉
斯斯坦——农村与城乡
结合区的基础设施

无论是发展中国家还是发达国家，与城市化相关的物质基础设施比基本需求更令人担忧；基础设施，尤其是其所提供的服务，能让生活更美好。并不是简单地在地下铺设管道与排水系统，而是通过提供干净、安全的自来水与卫生环境保证“公众健康”；并不仅仅是设计与建造良好、安全与可信赖的交通，而是为就业与教育提供“可用性”或“流动性”，以及更高效地满足运输人与货物的需求。完善的基础设施让此时此刻的生活更美好。便捷的公路更好地连接城镇，高效的铁路与车站意味着我们可以在办公地点与休闲场所之间自由穿梭，设计精美的居住区与住房创造了更为舒适与安全的住处。可持续发展保证我们不会以子孙后代或环境的未来为代价来享受这一切。

虽然良好的工程能提供完善的基础设施，让生活更美好，但是作为工程师，我们同样也有责任提出高效且能为环境作出积极贡献的解决方案。工程师应在所有工作中考虑可持续设计目标；我们应时刻考虑如何让未来的生活与现在一样美好。

如上所述，城市化的挑战不仅仅是在发展中国家建设基础设施，还要改造现有的设施。采取综合的办法来管理现在的城市，可以增加未来几年环境、社会与经济发展的巨大机会。

然而，将城市改造得更具可持续性的挑战非常复杂。幸运的是，一些细小的措施能

^① A global firm of consulting engineers, designers and planners. <http://www.arup.com>

产生巨大的效益,而不一定要彻底改变。从现在的低效中释放出价值就是一个机会,例如,信息技术也可用于实时旅途计划,提高现有运输网络的效率。

我们需要找到针对城市化的解决方案,争取以最经济的成本创造更高品质的生活,帮助城市应对气候变化的风险和获取洁净水与食品。尽管挑战艰巨,能源、食品等资源成本不断上涨,但以此产生的可持续发展的经济效益将推动城市改造。

Arup 致力于制定综合设计方案,平衡社会、经济、物质与时间参数,打造独特可靠的新城市环境。公司内部的工作计划涵盖了有效的土地利用、基础设施效率、城市经济和小气候、社会学、生态学、水文学与能源使用等问题。这些计划将我们的意愿集中到创造可持续的社区,例如开发从“污染用地”中“释放”新生的潜力。

新创造的环境应有利于人类的自主互动,让机会与自发性在充满乐趣和愉快的生活、工作与休闲的场所绽放。精心规划与设计的基础设施让这一切成为可能。但我们必须管理对周围环境造成的风险,包括由我们设计以及在实施中造成的风险。身为工程师,我们可以通过遵循“预警原则”、规划建筑与基础设施时设想可能发生的最坏情况而非好的方面来管理风险。考虑到气候变化、缺水和能源问题等主要因素,必须时刻思考设计的总体可持续性。我们的目的是设立可持续设计的标准,从现实和长远的角度保护环境。我们对周围世界产生了深远影响,我们现在有机会更有义务来设立可持续设计标准保护环境与人类。我们必须时刻思考设计的总体可持续性,如何建造它们,以及它们会对环境产生怎样的影响。

为了有效地做到这些我们应确保创新与设计方案满足人们的需求,并让他们按照自己选择的、不会给后辈留下负面遗产的方式生活。这就是我们所说的“工程的社会责任”。

工程行业所面临的一大挑战是开发可持续的城市基础设施,能容纳而不是抵制不可避免地向市中心迁移的人口,并让快速增长的新居民享受到基础设施的便利。工程师应与同事和其他以发展为重心的专业人士和社会领导人开展有效合作,共同实施应对城市贫困等挑战的可持续方案。然而,我们需要确保这些方案与决策、规划与制度发展进程相结合,改善所有人的生活状况。

可持续性与企业责任对组织如何运作和经营的影响日益加大。出于很多原因,可持续性应该作为所有企业的首要议程,不仅仅因为子孙后代的生存取决于找到气候变化等问题的解决方案,找到排放碳的化石燃料的替代物满足能源与运输的需求,以及确保获取洁净水的广泛渠道。



© David Singleton 游戏泵——孩子能获得乐趣并参与供水

企业运营的环境开始回报企业的可持续性,并出现了更为明确的定义。可持续性意味着企业面临挑战,但接受这一挑战是管理企业风险的基础,本质上是很好的商业实践。工程业也不例外。事实上,在遵守政府法律、服从自治或行业管理、满足客户需要,向他们展示负责任的行为以及引导客户改变行为、提高环境意识等方面,工程行业肩负着重大责任。

执行可持续性议程的方式很多。在 Arup 公司,我们的方式包括:研究可持续性议题、识别可持续的运作方式的机会、根据可持续性绩效评估项目、创造将可持续性纳入所有工作的方法、向客户宣传可持续性、向所有合作伙伴倡导可持续性。我们也可以在建筑环境设计专业人员的培训与教育中推广可持续性。

培训与教育并非唯一的目标,其他方式也强调了改革工程教育以配合可持续性议程的需要。2003 年,英国土木工程师协会的一个主席委员会“工程无国界”组织,设问 21 世纪的社会对工程师寄予了怎样的期望。2000 年的“未来论坛”给出了部分答案,32 名青年工程师设想了 21 世纪工程师的愿景(由 Arup 基金参与赞助),包括工程师在可持续发展中的作用。

我们期待工程师在日常实践中做到以下几点:

- ◇ 了解可持续性的含义。
 - ◇ 具备朝此目标奋斗的能力。
 - ◇ 体现与他们广泛的社会、环境与经济责任相关的价值,鼓励和启发他人学习并参与其中。
- (未来论坛, 2000)

2003 年,在论坛第二阶段的工作中,来自伙伴公司与组织的另外 12 名青年工程师评估了在特定领域所取得的进展,这些都是在 2000 年第一阶段中明确要求取得进展的领域。但进展成果却不够振奋人心,报告提出了为取得改革成效,四个需要持续努力的关键领域:

- ◇ 让客户与承包商的可可持续性选择更经济、更简易。
- ◇ 加强教师与培训师的能力,将可持续性纳入课程。
- ◇ 让材料与流程中具体的可持续性标准成为改变采购链环节的有力工具。
- ◇ 将可持续性思维与实践融入不同专业团体的组织文化。

(《英国土木工程师协会论文集》:《简讯:21 世纪工程师——寻求改变的合作伙伴关系》)

2005 年开始项目的第三阶段,在工程专业中推广可持续发展。主要关注阻碍与影响变化的因素的识别,直接针对 2003 年提出的四个需要改进的领域。总的来说,项目强调了青年工程师推进可持续发展的责任与热情。

所以工业行业似乎已经有所反应,至少意识到这是工程师要解决和持续跟进的重要问题。2007 年,英国皇家建筑服务工程师协会(CIBSE)发布了一个可持续性工具包,为

支持工程师满足可持续建筑的需求、配合执行可持续性议程设立了基本原则并提供了在线工具。

2007年2月,英国绿色建筑协会(UK - GBC)成立,为整个行业指明了可持续性的明确方向,弥补了过去的不足。绿色建筑协会的成员来自整个工业界,包括非政府组织、学术组织和政府机构,旨在为可持续性与建筑工程提供联合协作方式。

可持续的设计方式同样需要我们调查那些未来最有可能对世界产生影响的趋势。为预测未来的发展变化,Arup进行了一系列名为“变化驱动力”的科学评论与调查,探索对未来社会产生最大影响的主要驱动力。我们的客户认为三个最重要的因素是气候变化、能源资源和水资源,紧随其后的是城市化、人口统计与垃圾。之后对这六个“变化驱动力”进行了详细调查,目前我们关注的是将它们纳入Arup公司的设计、方法与评估流程。对于工程师而言,要解决这些问题必须考虑到设计与规划的方方面面。这不能脱离其他关键问题,需要以全面与可持续的方式考虑新项目的各个方面。工程中还需要有战略眼光的新领导。

作为一个组织,Arup公司十年如一日地坚持推广可持续性。我们的企业文化就是通过我们的工作创造一个更美好的世界。工程的道德规范是企业内部热烈讨论的话题,还有许多尚在商讨的事务与问题。我们是否应该拒绝那些被归类为不符合可持续性的工作?或者说我们是否应该接手这样的工作,通过在流程中引导我们的客户,努力让它们变得可持续?没有直接的答案。如果我们打算改变这些不可持续的工作,我们必须在这些工作与引导客户、维持自身业务和为员工提供工作的需求之间达到平衡。

Arup 公司与可持续性

◇ 1946年:丹麦哲学家、工程师 Ove Arup 创立了 Arup 公司,提出运用社会因素与设计和技术问题的多学科的设计方法。

◇ 1970年:在一个对公司发展有巨大影响的演讲中,Ove Arup 将公司的责任与环境联系起来。这一演讲流传至今。

◇ 1998年:Arup 公司将“我们创造更美好的世界”作为公司的使命。强调了企业对建筑环境几乎各方面的深远影响。

◇ 2001年:Arup 公司在波士顿的麻省理工学院举办首届可持续性论坛。

◇ 2005年:未来论坛可持续性介绍了 Arup 全球战略会议。

◇ 2007年(9月):批准可持续性政策,认识到了我们所做的工作对客户的影响,以及以可持续的方式经营业务。

◇ 2008年(3月):发表《可持续性声明》。

作者希望,随着时间的推移,我们最终不再谈论可持续设计,因为它将成为“业务惯例”的一部分。这也是我们作为工程师在所属领域履行社会责任的唯一途径。

2.4.3 企业社会责任

Petter Matthews

企业社会责任(CSR)已经从边缘成为主流,从专注于公共关系和慈善到关注一系列对决策者与实践者至关重要的战略问题。它无可避免地与当今时代面临的统治、气候变化、安全与国际发展等重大全球挑战联系在一起。最重要的是,现在企业社会责任被视作一种机制,通过它将技能、技术、经济实力与覆盖全球的私营经济应用于战胜贫困和实现千年发展目标(MDGs)的挑战中。

尽管取得了巨大发展,令人惊讶的是企业社会责任依然不被大众所熟知,也只有少数例证展示它对扶贫所做的直接贡献。企业社会责任作为一个学科依然缺少详细的方法论阐述其影响,对许多公司而言,它只不过是“商业惯例”中的一个名词。近年来,私营经济从完善的市场准入中获益匪浅,但却没有完全意识到随之而来的还有新的社会责任。考虑到我们所面临的重大挑战,商业惯例完全是一种不恰当的反应。系统性的改变势在必行。这意味着开发崭新的富有创意的商业模式,转变商业管理体系,与不同的领域建立切实的伙伴关系。真正的挑战是为企业社会责任开发“第二代”方法。

本文重点关注企业社会责任在工程行业的运用。承认中小型企业的重要作用的同时,重点关注大型跨国公司所扮演的角色。本文首先对企业社会责任的反对进行了总结,这些反对成为企业社会责任发展的绊脚石。接着解释了企业社会责任与工程行业息息相关的原因,探讨选择机会的实用方法。文章最后思考了企业社会责任失效对商业和社会造成的影响。

对企业社会责任的反对

在整个制度范围内,企业社会责任的抗议者提出了反对。他们从“竞争”的角度认为企业社会责任分散了企业行动,转移了对适当的强制性规范的注意力。^① 他们辩称只有国家才肩负保护公众利益的使命,质疑企业影响公众政策的合法性。毫无疑问,规章制度通常都很脆弱,尤其是在发展中国家,有时甚至被不负责任的企业利用。事实上,在很多情况下,正是规章制度的缺失成为了企业社会责任的驱动力,因为有责任感的企业已经开始弥补政府管理的不足。^② 然而,竞争观的问题是试图将商业利益凌驾于社会之上。当然两者之间会有冲突,但是也互相依赖。更有成效的策略是借用这种相互依赖建立一种共生关系,从而让商业与社会利益相辅相成。

从“市场经济”角度抨击企业社会责任的人士认为,商业通过追逐其自身利益履行了它在社会中的职责。^③ 他们拒绝采取法律和市场力量以外的任何措施管理企业对社会的

① See for example the work of the Corporate Responsibility Coalition (Core) at <http://www.corporate-responsibility.org>
② Marsden, C. and Grayson, D. 2007. The Business of Business is Unpicking the Corporate Responsibility Debate, The Doughty Centre for Corporate Responsibility, Cranfield School of Management.
③ Hopkins, M. 2006. Corporate Social Responsibility & International Development, pp. 17 ~ 19, Earthscan, London.

影响。这一观点通常与经济学家 Milton Friedman 极具影响力的著作《商业的社会责任就是增加自身的利润》的观点相吻合。^① 这种观点的问题是它忽视了企业与国家之间的社会契约。商业的首要职责是生产与销售社会所需要的商品和服务。国家与需求的辩护赋予了企业发挥这一社会功能赚取利润的权利。企业社会责任试图通过回应社会对商业变化的期望来证明这种权利。

竞争观与市场经济观对企业社会责任的反对都有着重要的经验教训。需要强有力的规范制度抑制不受约束的企业行为,确保它们遵循最基本的标准。这在发展中国家尤为重要,因为那里的工人与贫困群体尤其脆弱。但是充分开发私营经济的潜力同样需要激励措施,鼓励企业超越遵循最基本的标准,创造社会与环境绩效的高标准。在开发第二代企业社会责任时,将规范制度与激励措施相结合是至关重要的。

企业社会责任与工程行业

近年来,工程行业及其客户处于发展企业社会责任的最前线。其中有两个重要原因。首先,商品与服务的市场逐渐转向发展中国家。许多因素综合起来导致政府开支的增加和对基础设施与服务需求的扩大。这包括在当前的经济危机之前,许多中低收入国家数年的经济增长记录,长期以来持续上涨的自然资源商品的价格和更高水平的发展援助。OECD 预计,到 2030 年,通信、公路、铁路、水资源、电力和其他与基础设施相关的能源所需投资将相当于全球 GDP 的 3.5%。^② 这意味着到 2030 年以前,每年需花费约 2.6 万亿美元用于建设新的基础设施和维护、替代现有的基础设施。在接下来的 20~30 年内,发展中国家将成为工程行业的主要增长中心。

其次,工程行业的核心活动,如建设、维护与运营基础设施,开采自然资源 and 大规模制造等,距离贫困人口很近,给他们的生活造成了直接影响。企业必须管理好直接或间接接受其运营影响的弱势群体的关系,以及与将扶贫作为首要任务的政府、非政府组织、国际机构和其他利益相关者的关系。企业社会责任为企业提供了管理此类复杂关系和获取“社会运营许可证”的方法。

当然,还有很多其他因素同样催生了对适用于各行业的第二代企业社会责任的需求。包括来自竞争者、股东和道德投资者的压力,对新技术的需求,遵循《联合国全球契约》^③等全球框架公约,以及对负责任的企业更能吸引与挽留优秀雇员的日益认同。

识别机会

当企业社会责任完全融入企业策略后,它就可以成为机会与竞争优势的源泉,也是创新的驱动力。Jane Nelson 为个体公司加大对当地发展与扶贫的贡献提出了四条策略框架(图 2-2)。其中的三条策略——遵循规章制度;慈善捐款;管理成本、风险与不利影

① Friedman, M. The Social Responsibility of Business is to Increase its Profits, The New York Times Magazine, September 13, 1970.

② Organisation for Economic Cooperation and Development (2008) Infrastructure to 2030, OECD, Paris.

③ See <http://www.unglobalcompact.org/>

响——代表了企业对管理社会问题的一贯反应。第四条创新的策略“创造新的价值”将社会成果与竞争优势相结合,构成了支持第二代企业社会责任的关键原则。Porter 和 Kramer 所指的成果是以这一原则为基础的“共同价值观”。他们认为,“……当企业的价值主张包含社会规范,将社会影响纳入总体策略时,就形成了企业对社会做的最宝贵的贡献。”^①



© Arup 埃维诺斯坝,希腊

创造“新价值”或“共同价值”的机会在工程与建设领域尤为广阔。它们的活动具有重大的社会意义,如创建和维护基本的社会经济基础设施。同样,工程与建设活动倾向于拥有巨大的物质、社会与经济“足迹”,为创造新价值提供了广阔的机会。然而,不同领域和地理区域,甚至同一个企业的不同业务之间的机会也不同。因此,采用系统方法辨别和甄选机会尤为重要。扶贫工程师开发的经济与社会绩效框架(ESPF)(图2-3)就是为此目的设计的实用工具之一。^②

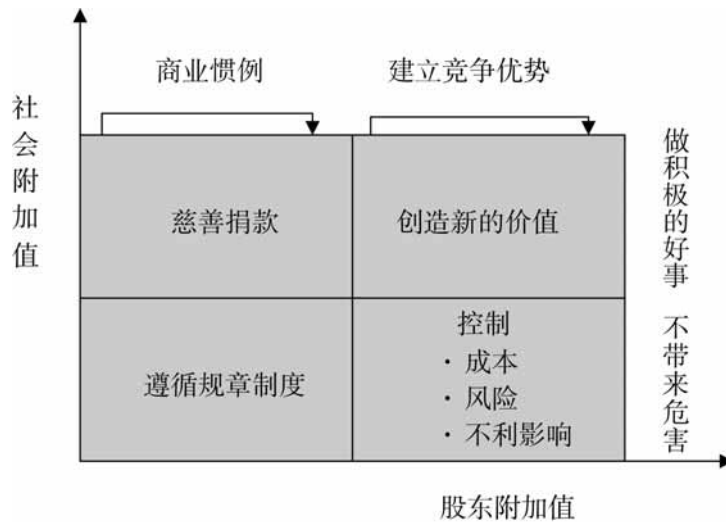


图2-2 个体公司加大对发展的贡献的策略^①

① Harvard Business Review, December 2006, Harvard University, Cambridge MA. p10.

② Go to: <http://www.engineersagainstopoverty.org>

③ Adapted from Nelson, J., Leveraging the Development Impact of Business in the Fight Against Global Poverty, Working Paper 22, John F. Kennedy School of Government, Harvard University, Cambridge MA.

ESPF 鼓励企业详细了解当地环境,鼓励使用这一框架的企业咨询当地的利益相关者。获取的知识与建立的关系不再让人将企业与社会的互动视作零和博弈。根据机会对当地利益相关者的意义以及对企业提供的竞争价值衡量出现的机率。ESPF 还鼓励企业将企业社会责任视作创新的推动力。贫困、可持续性与气候变化已成为“塑造市场”的问题,即使在经济衰退时期也不太可能消失。

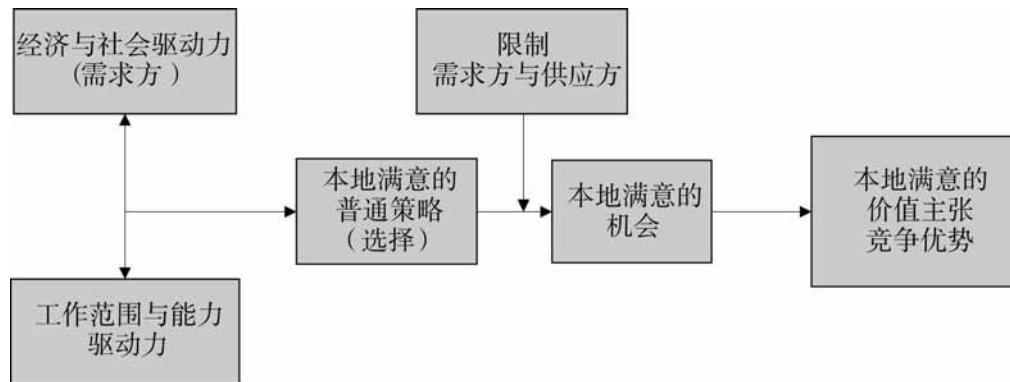


图 2-3 石油与天然气产业经济与社会绩效框架 (ESPF) 原理图^①

第二代企业社会责任必须拥有强大的理论支持,但同样也需要类似与 ESPF 的实际方法,来改善并衡量它们的成效。这就是工程行业超越并引领第二代企业社会责任发展的机会。

失效的后果

企业社会责任作为一个突出的问题,表明了商业与社会之间关系的脆弱。如果可以在共同价值观的基础上重建这一关系,那么企业与社会的利益就变得相辅相成。现在被称为企业社会责任的活动将与企业的核心业务密切相连。

不应该将消除贫困的期望完全寄托于企业,这是政府与多边机构的工作,但是仅靠增加援助和减免债务不足以提供长期实惠而可持续的解决方案。释放私营经济的发展潜力可能是继续消除贫困的唯一最佳机会。为商业开展创新和引领必要变革的机会已经降临,如果失败了,他们可能会后悔给社会、环境与经济带来的破坏性后果,但千年发展目标落空也可能导致同样的后果。

^① Adapted from EAP & ODI. 2007. <http://www.odi.org.uk/events/details.aspx?id=168&title=underutilised-value-multinational-engineering-firms-supportingoil-companies-tackle-poverty> (Accessed: 5 May 2010).

3 工程:新的问题和挑战

工程中新的问题、挑战和机遇与其内部因素和外部因素密切相关。从内部来看,年轻一代,尤其是年轻女性对工程学科的兴趣减弱,入学人数越来越少,这是工程行业未来能力发展的一个主要忧患。从外部来看,在发展的大背景下,这些新出现的问题、挑战和机遇与千年发展目标息息相关,特别是与减少贫困和可持续发展的关系、与减缓和适应气候变化的联系也越来越密切。本章聚焦于产生问题、挑战和机遇的外部因素,在后半部分讨论工程教育时涉及了入学人数的问题。本章第一节对未来进行了展望和预测,为科学、技术和革新的发展提供了大背景,并且借鉴了世界各地对未来展望的分析。本章单辟一节介绍了工程中新出现的和未来会出现的领域,强调了工程与可持续发展、城市化和全球化的重要性,以及与材料、能源、信息系统和生物工程相关的工程领域越来越重要的地位。之后探讨了气候变化、对工程师需求的增长以及工程的未来等问题,聚焦与减缓和适应气候变化相关的领域,详尽地阐述了可持续发展的主题。接下来的一节考察了信息和宣传、公众和政策的敏感度和影响力以及如何从专业交流的角度来使工程被大众理解。本章最后提出了对新千年的工程和技术看法。

3.1 工程:对未来的展望和预测

Ian Miles

很早之前我们就开始了对未来的研究,但是“展望”一词在最近几年才被越来越多地使用。在20世纪的最后十年,一个引人注目的现象就是国家和国际层面大规模的展望项目层出不穷。在新千年里,这一趋势又进一步发展。这些项目通常由政府资助,旨在为革新政策提供深入的分析,为研发基金确定优先项等^①,通常被称为“科技展望”。日本自20世纪70年代以来的经验(用技术预测来帮助人们就科学和技术是如何能更好地满足社会需求和市场机遇达成共识)激发了欧洲早期的尝试。这些大规模的欧洲经验反过

^① For documentation of a large number of foresight activities, see the European Foresight Monitoring Network at <http://www.efmn.eu> - the overview report is particularly helpful for statistical analysis. R. Popper et al., 2007. Global Foresight Outlook 2007 at http://www.foresight-network.eu/files/reports/efmn_mapping_2007.pdf (Accessed: 5 May 2010).

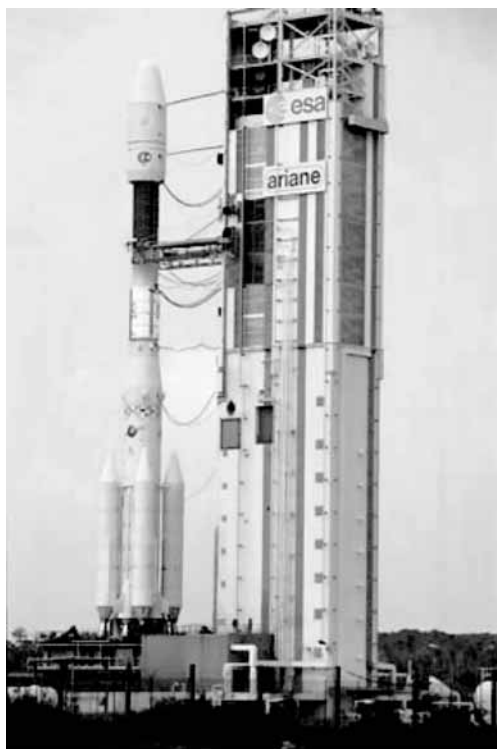
来又广泛地传播到世界各地。

与其他很多未来性研究相反,展望通常是对政策制定(通常是关于研究或革新政策方面具体的有待做出的决定)的长期分析(超出一般的业务时间跨度)和对广泛参与的强调相结合(包括那些利益相关者,他们是“知名人士”所不能提供的知识的来源,他们的参与可能会使这些项目更合理,他们的行动可能是政府措施的必要补充)。

许多因素集中在一起使展望成为万众瞩目的活动。首先是需要确定研究预算的优先项——如果政府不能够在整个阶段持续增加经费,他们就需要决定把钱投在哪些项目上。完全由科学家和工程师来决定与他们自身利益相关的大笔经费的用途,其合法性也是深受质疑的,这不仅仅是因为一些新出现的领域可能被忽视(日本在20世纪80年代的“第五代”计划在全世界的工业界,引发了信息技术领域大规模的公众研发项目,为科学家和工程师决定经费用途的做法敲响了警钟^①)。展望和评估研究等其他工具,被看做是制定以知识为基础的透明决策的途径。

第二、人们越来越担忧科学和技术的影响,以及如何把握发展的态势,使新技术能够对社会和环境更加有益。现在出现了一系列对环境的忧虑(杀虫剂、核事故、臭氧空洞和气候变化),对食品的恐慌(单在英国,就接二连三地出现了沙门氏菌和李斯特菌、疯牛病、手足口病和禽流感的恐慌——所有这些都与现代化的农场和食品加工技术有关,即使它们所造成的人类死亡率很低,也会带来巨大的经济损失);还出现了一些对社会和道德的担忧,主要集中在人类繁殖的生物学问题以及对生物组织和干细胞的使用上,还有一些新出现的问题,比如对死亡的决定、新的神经科学和技术的应用、人类能力的强化,以及在不远的将来人工智能的发展。纳米技术,或者说是媒体的描述,也加深了人们的担忧:技术决策是如何制定的?这些决策将把人类带向何方?展望有助于描绘未来可能的愿景,积极的展望还可以预警实现机遇的危机和障碍。

第三个方面的因素与创新有关。创新一直以来都被认为是竞争中的重要因素,是国家实力的重要标准,也是实现社会经济目标的关键。更准确地说,很多国家都已经认识到了它们的创新体系中的不足之处——各个机构及其相互之间的关系,正是这些机构产



© UNESCO 阿丽亚娜4型火箭

^① Feigenbaum, A. and McCorduck, P. 1983. *The Fifth Generation: Artificial Intelligence and Japan's Computer Challenge to the World* London, Michael Joseph. This book had an electrifying impact here.

生和应用知识(科技实验室、应用性工程学科、设计、高等教育和职业的公共服务、商业企业、政策制定、金融等)。人们认为,展望可以提供工具来帮助连接和整合创新系统中的各个组成部分。实际上,一些活动(比如法国的“未来派(FUTURIS)”活动)^①十分明确定位在为国家实验室和创新体系重组的决策提供信息。

很多国家已经启动了大规模的展望活动,如今在某些国家已经进行到了第三回合甚至走得更远。在一些国家,这仍然是由政府某一部门推动的专业性活动;然而在其他一些进行展望活动的途径中,这已经更广泛地融入了其他方面里。这就使得在运用一些技术时,其中的专业知识得到了发展,比如行车路线图、情景分析、德尔菲调查和趋势分析等;此外,在运用信息技术支持这些途径,并为决策支持提供新方法的过程中,产生了一些有趣的新变化。

活动当中最先得到的一个经验就是要把各方面的专业知识结合起来,包括社会事务、商业管理、财政问题和政策,还有科学家和工程师所具备的知识。一个活动若忽视了这点,就不得不匆忙地弥补在这些知识上的不足。^② 展望活动——在最成功的展望活动中——已经证明这是一个极具价值的平台,可以让各个领域的专家们来分享融合他们的知识,使他们得以从标准的演讲展示和眼下的当务之急中挣脱开来,表达他们对于长期发展的理解,并且探寻是否需要与相邻和相关领域的专家配合,如果需要的话,又该如何配合。

以高昂的代价证明的一件事情就是,不仅要拥有(并且分享)一种高度专业化的能力,还要能够把这种能力与其他领域中出现的问题结合起来;要做具备“T字形技能”的人才(指在其本专业具有很深造诣,同时在更广的领域里,比如管理、人际交往或其他技能方面也都具备一定的竞争力)。此外,展望活动需要思路开明的人才;专家们需要能够参与以他们本专业知识为基础的活动,并不是简单地站在企业或部门利益的角度来进行争辩。由此可知,我们需要的是具备认知能力、社会能力、专业能力和道德水准的人才。在任何与顾客和使用者相关联的工程任务中,都需要这种人才;也需要这些人认识到,他们不仅仅是在做即时项目管理。

展望活动已经引发了很多话题,^③但是一个不可避免的特征就是:我们正在全面而持

① See R. Barré Foresight in France, Chp. 5 in L. Georghiou et al. (eds, 2008) The Handbook of Technology Foresight, Cheltenham, UK and Northampton, MA, USA; Edward Elgar (This Handbook provides much more depth on many of the issues discussed in the present text). A good account is also available at: http://forlearn.jrc.ec.europa.eu/guide/7_cases/futuris_operation.htm (Accessed: 5 May 2010).

② See the study of ‘industrially – oriented foresight’, J. Molas – Gallart et al. (2001). A Transnational Analysis of the Result and Implications of Industrially – oriented Technology Foresight Studies, ESTO Report, EUR No: EUR 20138 EN available at: <http://www.p2pays.org/ref/05/04160.pdf> (Accessed: 5 May 2010).

③ See the EFMN database. Even one country’s activities can span a vast range, for example recent projects in UK Foresight have concerned themes as various as Flooding, Obesity, Drugs and Brain Science, Exploiting the Electromagnetic Spectrum, Detection and Identification of Infectious Diseases, and Intelligent Infrastructures. Go to <http://www.foresight.gov.uk> for details of these and many more projects.

续地向之前进的那个世界,将会有越来越多的社会和经济活动要使用工具。^① 这些表现在:我们正在使用新技术来改造物质世界,并且设计和模拟这些转变;技术调解我们之间的相互作用,并帮助我们编纂和整理已得的知识;我们拥有越来越强大的工具来介入复杂系统之中,干预其中无论是有形还是无形的因素,这还有助于人们了解这些系统。工程出现了新形式(服务性工程和生物工程就是两个例子),虽然这些对于教育和终生学习来说还是新方法。对于工程来说,未来可能并不是单一形式的;将要出现新的专业领域,将会需要新的技术能力,还需要多学科的结合体,也会有新的行业发展起来,这些行业或多或少地包括了工程因素。个人的展望将会是一笔财富,使得个人能够在不断变换的背景之下做出明智的选择。

同时,展望计划强调了工程师和工程在创造未来中的核心作用。让人充满希望的是,这些活动将会继续扩散开来并制度化,这样,在工程和人们对社会环境的担忧之间的关键环节就进一步深入,也更加有效了。^② 因此,通过知道工程能力的优势和局限,以及知道社会上人们担心哪些问题、最紧迫的是什么,就可以围绕长期的机遇和威胁的主题进行辩论和采取行动。



© UNESCO 西班牙北部的 Vizcaya 桥,由 Palacio 于 1887 年设计,已被列入 UNESCO 世界文化遗产

-
- ① This term is borrowed from IBM's Samuel J. Palmisano in his paper A Smarter Planet: The Next Leadership Agenda available at http://www.ibm.com/ibm/ideasfromibm/us/smartplanet/20081106/sjp_speech.shtml (Accessed: 5 May 2010). Much of this is also described in terms of being 'informed' or 'infomed', but other technologies are being employed alongside information technology, for example, genomics and nanotechnologies.
- ② An interesting step here is the introduction of 'Engineering Foresight' modules into engineering courses, for example a course for third year mechanical engineering students at Manchester University intended to equip them for the sort of projects they may be working on in the future. The course, with a horizon of several decades, particularly explores "step change, disruptive technology and scientific breakthrough rather than incremental product and process development", and locates mechanical engineering in relation to future markets, societies and technologies by training in students in various forecasting techniques. Go to: <http://www.manchester.ac.uk/>

3.2 新兴和未来的工程领域

George Bugliarello

在过去的 50 年里,新出现了一系列紧迫的全球性问题,这就需要一个空前的大行动,使工程广泛地参与其中,从如何使全球社会、经济和环境可持续发展,到处理城市化和全球化的问题,都需要工程的参与。美国国家工程院,最近进行了一项研究“重大的工程挑战”,强调了很多这些挑战。^①

传统的工程学界限有了一些扩展,囊括了与社会学、经济学、政治科学和其他社会科学之间的相互作用,以及与保健、农业科学之间的相互作用,这使工程师开始在解决这类问题时效率更高,并起到凝聚的作用。同时,出现了一些新的与科学息息相关的基础工程任务,从纳米技术到生物工程都有潜力使工程发生彻底变革,并且以一种我们尚未全面了解的方式来影响国际问题。

经济、社会和环境的可持续发展

在为经济可持续发展服务的工程领域中,挑战在于要设计技术和体系来使全球商业更加便利,促进技术创新和创业精神,帮助增加就业职位,同时还要把对环境的影响最小化,以及有效地使用资源。

在社会领域,对工程的挑战来自于要设计一种体系促进教育和健康的发展,提高生活水平,减少全球贫困,帮助人类在这个越来越受机器驱使的世界中保持他们的人性。在每个方面,工程都不是独立在发挥作用,如果没有政治和经济力量的密切协作,是注定要失败的。面对一个新出现的挑战工程还要发展技术方法,来帮助阻止或减弱敌对行为,减少自然灾害的影响,鼓励人类减少对地球资源的索取。

在对资源的索取中,工程的传统角色——从水到食物、能源和材料——需要通过新方法得到加强和扩展,在节约资源和废品管理上,工程也变得越来越重要。

由于各个大陆和地区的水资源分布不均衡,可用的水资源有限,这就对工程技术产生了很大的需求,包括从制定更有效的水系统、废水的处理和回收,到海水淡化、减少水库的蒸发损失,再到阻止老式管网系统和在建的新型循环系统中的渗漏现象。

在 20 世纪的最后 25 年,因为绿色革命,食物供给已经翻番了。但是由于快速增长的人口和经济,对食物供给的需求量增加了,而农耕用地越来越多地被用于发展生物燃料,以及渔业资源濒临枯竭,食品再次面临供给不足的危险境地。这就需要呼吁新的工程方法,包括水产养殖和遗传学的运用。在很多国家,存在存储过程中食品大量腐坏的现象,运输也已经是一个我们无法再忽视的问题了。同时食品安全也不要忽视,食品安全问题

^① NAE (National Academy of Engineering), February 15, 2008. Go to: <http://www.engineeringchallenges.org>

由于气候变化更加引起重视,已经影响了发展中国家 30% 的农民(Brown 和 Funk, 2008),^①这就增加了对农业工程和全球物流的新需求。

在能源方面,工程受到的挑战包括:要以一切形式,不断地提升太阳能采集技术,太阳能用之不竭但分布分散;要提炼石油;从地球内部提取热能;还要为世界上的大部分人口提供环保的可持续动力和光源。如何把大量断断续续的太阳能和风能集合起来,输入电网,这是一个重大挑战;设计经济节约的储藏机制(无论规模大小)也是一个重大挑战,这将具有广泛的实用价值,这也可以减少电厂在满足用电高峰时所需要的发电能力。提高能源利用效率,以减少全球能源供应中的大量浪费(大约 50%),这是世界上工程面临的首要挑战;对使用矿物燃料发电厂的排放物的脱碳工作,也是挑战之一,例如,通过在地下汽化和深层煤矿。液烃为世界上大多数交通系统提供动力,如今取代液烃刻不容缓,液烃的取代可以通过植物微生物的生物分子工程或是氢燃料电池这两种新兴的方式来实现,其前景要比从农业生物质中制造生物燃料光明得多。

物质资源领域的挑战来自需要发现更多可持续的替代品(比如可以结构性使用的合成材料、土壤、塑料垃圾和农副产品)。在那些稀缺供应品的再利用上也面临着同样的挑战,例如铜,可以回收并在其生产和利用之间开发材料流转有效的闭路循环。

在环境领域,工程面临的挑战主要是,帮助减少人类生活和活动印记对环境造成的侵害,这些侵害包括:人类栖息地不断扩大和人类冲突造成的破坏,没有节制的采矿和能源转化,人造水坝对野生动物的影响,排放威胁人类健康和造成全球变暖的气体,还有城市中较高的大气温度也是全球变暖的一大帮凶——热岛效应。此外,工程面临的更迫切的挑战还有:提高资源的使用效率,适度消费,材料回收,解决冲突,遏制扩张以及寻找能源的可替代形式等。废品处理问题也越来越突出,这关系到保护人类健康和环境,其中就包括棘手的核废料问题。保护其他物种的主要栖息地的完整,使它们与人类活动共存,这需要仔细设计基础设施和规划场地。只有通过新技术的协同作用和公众对新政策实施必要性的理解,才能够克服这些挑战。

城市化

城市化是第二紧急的、新出现的全球发展问题。当今世界上已有一半的人口居住在城市里。在可预见的未来里,发展中国家的这一比例预计将会继续爆炸式增长,而发达国家已经大部分都城市化了。这就使得全球的可持续发展受到城市的影响越来越大,不论大城市还是小城市。城市人口情况快速变化,对工程提出了新的挑战。在发展中国家,工程需要满足年轻人口大量涌入城市带来的需求,也不能忽视由于人类平均寿命延长而带来的老龄化问题,这个问题在发达国家已经很突出了。这就需要人们重新考虑在人和人工制品交界处的很多设计,以便于人们使用。城市工程面临的挑战在于要在城市化的浪潮之下,找到方法来解决一系列问题,比如:房屋不足、流动性、水、卫生、电力、通

^① Brown, M. E. and C. C. Funk. 2008. Food security under climate change, *Science*, Vol. 319, pp. 580 ~ 581, 1 February.

信以及清洁空气,要尽可能使用当地的资源来发展基础设施建设,并符合城市扩张的步伐,还要通过创造新的工作机会来减少可怕的城市贫困(Bugliarello, 2008)。^① 城市化当然也追求城市中生活质量的提高,这要通过管理拥堵和减少污染和噪音来实现,在任何国家都是如此。

城市区域的持续膨胀,要冒着地震、火山喷发、洪水、灾难性暴风雨和海啸的风险,城市也成为敌对活动的经常性目标,于是,工程面临着更大的挑战。要保护处在危机中的人们,就要开发更强大更具适应性的基础设施、更有效的报警系统、更现实的撤离和就地安置规划。

在贯穿发展中国家城市化可持续发展需要的整个过程中,要设计足够好的指导方案,要比发达国家使用的传统方案更实惠,又能够快速满足大多数的需求。这些包括:更便宜和快速的建设、更简单的维护和修理、“绿色”能源技术、材料技术、环境节能技术、更灵活的城市流通方案(比如公交快速交通系统 BRT)、提供宽带互联的通信系统而且连接不需要占用昂贵的地面土地。

全球化

世界经济的全球化为工程带来第三个方面的挑战。工程要为大众、区域和个人提供接近全球知识、市场和机构的途径,其方法包括:优化交通系统、信息传播和快速互联网技术、提供参与全球经济必要的技能训练、通过开发普遍标准以便于世界各地工程生产力的协同工作。

新的基础性工程活动

在材料、能源、信息和系统、生物工程这四个基础性工程领域,出现了新的、预期中的挑战,这些挑战为未来带来新的可能性。

材料领域:通过纳米技术和生物纳米技术创造多功能材料的可能性越来越大,人们可以逐个离子、原子、分子地创造新材料,加强结构的强度(Dzenis, 2008),^②感知和转移能量,根据光的波长与之互动,还可以根据需要改变特性(Vaia 和 Baur, 2008)。^③ 这将对制造业、建筑业和基础设施产生革命性的影响。合成材料也可以使用各种天然材料,这使得创造结实轻便的材料构造成为可能。对材料和微小结构进行大规模的自我组装还是一个遥远的可能,但是十分重要。材料和能源与新出现的可解构的结构这一概念密切相关,还与循环的发展息息相关,要尽可能多地重复使用材料以及材料中蕴涵的能量。

能源领域:取得发展的方面包括很多,比如:燃料电池、生物质能、废物焚烧炉、细菌发电、生物燃料发动机、光伏发电机、效率更高的集热器、大小型号齐全的先进的风力涡轮机和微型水利涡轮机,所有这些一经开发就即刻付诸实用。高电压超导直流线路也具

① Bugliarello, G. 2008. Urban sustainability and its engineering challenges. *Journal of Urban Technology*, April.

② Dzenis, Y. 2008. Structural nanocomputers. *Science*, Vol. 319, pp. 419 ~ 420, 25 January.

③ Vaia, R. and J. Baur. 2008. Adaptive composites. *Science*, Vol. 319, pp. 420 ~ 421, 25 January.

有美好的前景——它可以减少长距离电力传输的损耗——这样就可以接收到远距离传输的能量,从而使能量可以在全球范围内传输。此外,人们步行产生的能量已被证明是可以使用的,这具有相当大的影响潜力,它可以为低功率电子设备提供足够的电流。将来还会有一个面向全球需求的挑战,那就是设计电池,使其每单位重量的储存容量更大。先进的新型照明系统可以代替二氧化碳来产生能量,点亮台灯、取暖器和低效的白炽灯泡。核聚变的实现仍是一个遥不可及的愿望,但是越来越有必要建造很多先进的、绝对安全的核反应堆,还要带有安全的防扩散燃料循环体系来提供基本能量,这样才能减少温室气体的排放,并弥补其他能量供应的不足。

信息领域:个人便携设备正在个人通信和网络连接领域掀起一场革命。由于上亿个晶体管芯片的未来发展和全球通用标准的发展,个人便携设备变得更加综合了,它把单一的多功能多用途设备与语音、数据和图像结合起来。传统的电话系统由于地理、成本和组织原因有很多领域无法涉及,个人便携设备对此将具有重大影响。半导体电子学和计算机体系结构(Ferry,2008)^①的不断进步将可能产生更加强大大(每秒浮点运算次数五次或以上)的计算机,这将对工程分析和设计以及生物社会和环境现象的研究都产生巨大的影响。在能源和材料的使用中,信息对于提高使用效率至关重要。要在全球范围内优化保健系统、社会服务、制造业、运输和其他基础设施系统、农业和地球物理学、矿藏勘探和提炼,对所有这些主要的发展挑战来说,信息——与系统工程一起协同作用——也是一个关键因素。

全球面临主要的挑战包括根除贫困的地方性破坏、全面而有效的卫生保健、经济发展、城市化、全球变暖等。所有这些挑战,都需要最高水准的系统工程。因为就像传统的工程系统处理水和能源供应、建设、基础设施和生产等问题一样,它必须包含和协调社会政治经济体系,以及医疗保健和营养问题。为了应对很多系统工程的挑战,智能体和通用换算模型的初步建立,使生产更真实的行为组件成为可能,也使一个模型有可能包含从纳米到宏观的多种等级的尺寸。一个前途无量的系统工程前沿领域也可以用来创造更复杂的机器人和机器人系统,其应用领域十分广泛,从帮助残疾人到制造业和从事危险工作都可使用。

生物工程领域:生物工程是工程学和生物学、医学相互交流而产生的,它将在医疗保健、工业、农业和日常生活中越来越重要。很多新兴的成就包括:饮用水的生物处理(Brown,2007)^②,替代病变生物组织和创造新组织的组织工程,涉及各种复杂人造器官的工程(包括义肢和义眼座),仪器仪表和传感器的升级,更强大快捷的诊断方法和药物向有机体的输送,加速疫苗生产(Heuer,2006)^③以及蛋白质、基因和有机体工程。很多进

① Ferry, D. K. 2008. Nanowires in nanoelectronics. *Science*, Vol. 319, pp. 579 ~ 580, 1 February.

② Brown, J. C. 2007. Biological treatment of drinking water, *The Bridge*, Winter, pp. 30 ~ 35.

③ Heuer, A. H. (Ed.). 2006. Engineering and vaccine production for an influenza pandemic. *The Bridge*, Vol. 36, No. 3, Autumn.

展对发展来说都有巨大的潜在意义,它们使得在小型化(例如在一个芯片上的实验室或工厂)、计算机软硬件、成像和可视化和机电一体化(机械设备和电子相结合)方面的进步成为可能。

生物工程中一个新兴的,但在很大程度上仍未过多探索的领域是仿生,这是为了寻求新思路和工程设计“概念验证”的研究,根源于探寻生命系统的特点。可以预计,这将带来更便宜、效率更高也更有效果的方法。举个最简单的例子,通风系统的设计灵感来源于白蚁丘,或者就像是由于多个氢键的协同作用,本质上造就了结构上的高强度。

工程学的新分支

由于所有这些挑战和可能性,可以预见工程学方面会产生一个新的跨学科的推动力,或许可以称之为发展工程——这不仅仅存在于发展中国家。发展工程是对全球急缺工程师的一个响应,这些工程师要能够理解人类发展和可持续发展的问题,还要能够熟练掌握工程知识。

对未来的憧憬激励了他们,他们要能够与其他学科、社会和政治领导人相互作用,设计和实施解决方案。工程责任感以前经常被忽视,但是非常重要。在这样的背景下,它可以帮助人们识别、阻止或减轻新的技术发展中可能出现的意外后果,比如热带疾病的爆发是由于在热带地区的河流上修筑水坝,土壤层变薄是由于机械化农耕设备带来的破坏。

培训充足数量、关注发展的专业工程师,应当得到优先发展。因为全球社会如今面临很多新兴的紧迫问题,应当把它作为处理这些问题的能力的关键组成部分。

3.3 气候变化和未来的工程师^①

Charlie Hargroves

在澳大利亚 2020 峰会的闭幕词上,澳大利亚总理陆克文说:“气候变化是我们当代首要的道德、经济、科学和技术挑战。”与之相应的是,气候变化带来的挑战使工程专业同时面临着最大的挑战和最大的机遇,这种双重性质可能被证明是有史以来最重要的“简便的真理”。

2007 年气候变化政府间小组曾声明“全球只有不到 8 年的时间来阻止全球变暖,否则就要冒极大的风险,因为很多科学家警告说全球变暖将为地球带来灾难性的变化”。每思及此,绝望之情油然而生。然而,当人们逐渐意识到这个焦点问题也会带来巨大的机遇

^① This material is based on a submission by the author and colleagues of The Natural Edge Project to the Garnaut Climate Change Review initiated by the Australian Federal Government. The full submission can be downloaded at <http://www.naturaledgeproject.net/Documents/TNEPSubmission.pdf> (Accessed: 5 May 2010).

时,绝望之情就减弱了,例如美国前总统比尔·克林顿在2007年末说过:“创造低碳经济将为美国经济带来极大的繁荣,这是自第二次世界大战后还从未有过的。”

在过去两年里,全球对这些问题的态度有了重大的转变,几乎没有人再相信什么都不做是可行的方法;一些人甚至认为这是一种灾难性的、代价昂贵的、不道德的做法。如今很多人小心翼翼地询问:“我们是否正在摧毁人类一手创造的世界?”这些信息早已不新鲜了。过去30多年来机遇和挑战带来的令人信服的证据表明,现在人们仍然在犹豫不决;至今仍缺乏大规模的行动,甚至有人试图努力阻止这些进步。这在很大程度上是由于缺少理解,缺乏教育和能力来实施已经存在的经济政策、科学知识、技术和设计方案。

很明显,现在已经不是在寻找一个解决的“良方”——拯救世界的工程方法——我们需要的更像一种“银色霰弹枪(silver shotgun)”方法,把所有可选工程整合起来以产生解决方案为基础,各方面都向着同一方向努力。工程专业如今必须关注创新和独创性,人类和工业发展能走到今天这种不可思议的地步,创新和独创性在解决可持续性工程和发展方面功不可没。

未来的工程师主要关注减少污染。首先要减少材料流转,然后要在关键的知识 and 技能方面创新,比如:再设计的技术和工艺,基础设施和系统都要高效、多产和有效果。

未来工程师的挑战在于,他们不仅要懂得科学、工程和设计问题,还要全面理解如何使国家经济向未来的低排放转变。鉴于全球温室气体排放的快速增长,人们十分有必要意识到紧迫性,把一系列更高水平的措施综合起来,如提供符合成本效益的策略、政策和工程设计,来达到全球气体稳定排放的目标。《斯特恩报告》仔细探讨了稳定轨迹的概念并指出了两个截然不同的方面:1. 全球排放量需要停止增长,也就是说排放量达到一个顶峰并开始减少;2. 纵观整个世界经济,需要持续减少每年温室气体的排放量。《斯特恩报告》宣称“不能再拖延行动了,否则会越来越困难。如果把2020年的全球排放量最大值推迟到2030年,那么想要把二氧化碳当量稳定在550ppm,就需要把每年排放量减少的比率增加几乎一倍。这十年的拖延将会使得把二氧化碳当量稳定在550ppm变得不切实际,除非在排放量到达最大值之前,人们先一步采取行动,使排放量的增长大幅放缓”^①如图3-1所示。

一个雄心勃勃的排放减少措施对于经济的影响关键在于,如何平衡排放峰值的时间和每年相应要减少的排放量。挑战在于,“峰值”的结合范围和相应的“拖尾”(即轨迹)可能会有一个假设的稳定值,特别是考虑到每一个轨迹对经济都会有不同的影响的情况下。一个稍晚的峰值将使得短期的减少量有所缓和,但是为了达到全局目标,持续每年减少量需要达到更高的水平。在早期就达到峰值需要一个快速的短期减少水平,但是所需的持续每年减少的水平就会比较低。

^① Stern, N. 2006. The Stern Review: The Economics of Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, Chp 8: The Challenge of Stabilisation, p 10. Available at <http://www.sternreview.org.uk/> (Accessed: 5 May 2010).

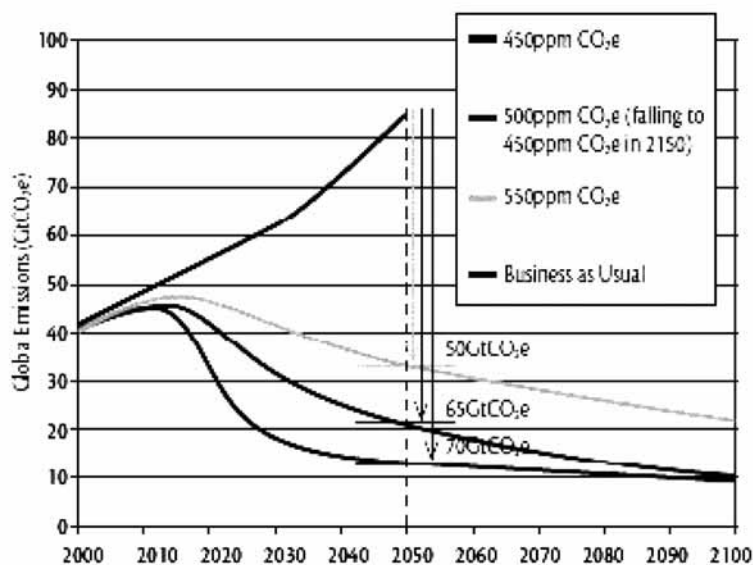


图 3-1 450-550 二氧化碳排放当量下的正常排放量和稳定轨迹

来源:《斯特恩报告》

来自墨尔本皇家技术研究所的澳大利亚教授 Alan Pears 解释说:“减少‘温室气体’排放量听起来像是遥不可及的愿望,很多人想象我们将会 在黑暗中冻得瑟瑟发抖,工厂关闭,一片凄惨。但是,要知道,我们并不是要在几年之内就砍掉‘温室气体’的排放,我们是计划在几十年内逐步引入节约的方式。大部分的能源生产或设备使用,从冰箱、计算机到汽车、发电站,都会在每 5~30 年内被替代,我们就可以利用这给我们带来的机会。我们需要确保,旧设备被新的对温室效应影响小的替代物所替代,由此我们可以把成本降低到最少。例如,到 2020 年,大部分澳大利亚的燃煤发电站都将超过 30 年,它们将不得不被重新建造或被替代;可再生能源、废热发电和高效能量供给技术(比如燃料电池)将会代替它们。”^①

风险在于,如果峰值到来过早,这对我们维持逐步减少的能力就会有重大影响;如果峰值到来过晚,相应的每年减少量就会太多以致经济难以承受。就像《斯特恩报告》中指出的那样:“假设很难达到比每年大约 3% 更快的排放减少速度,这就强调了现在就采取紧急行动来减缓全球排放量的重要性,以及因此带来的较低的峰值。”^②

以稳定轨迹为基础提醒工程行业进行转变,其优势在于,我们可以利用十分充足的机会进行短期削减来达到峰值,同时还能积累经验和规模经济,慎重地处理持续削减的问题。持续削减模型的好处就在于,它允许一些经济体发起一些自己承担的活动,给某些行业以更多的时间或“可商量的余地”来回应此事,这些行业在短期或中期可以产生利

① Smith, M. and Hargroves, K. 2006. The First Cuts Must be the Deepest, CSIRO ECOS, Issue 128, Dec - Jan. pp. 8 ~ 11.

② Stern, N. 2006. The Stern Review: The Economics of Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge. Available at http://www.hm-treasury.gov.uk/sternreview_summary.htm (Accessed: 5 May 2010).

润,有利于达到平均全面削减的目标,通过排放权交易计划或其他金融机制给予其潜在的奖励。考虑到各个国家在全球社会中的处境,情况变得更加复杂了:单个国家经济体的努力将要被整合起来履行每年整体的削减计划;全球所有国家的努力也要被整合起来达到世界的稳定曲线。《加诺特中期报告》分析了澳大利亚 2008 年的经济,提出了一些国家特定的人均排放量的轨迹曲线,可累计实现全球整体的稳定轨迹。

人们普遍认为,鉴于美国、澳大利亚和其他发达国家几十年来都在利用化石燃料支持其发展,那么期望中国、印度这样快速发展的发展中国家停止消耗化石燃料是不合理的。Carnaut 教授提出的模型的优势就在于,它为中国和印度的发展提供了“可商量的余地”,这也是我们支持该模型的原因。此外,鉴于中国^①和印度^②在高效使用能源方面已经做出了越来越重要的承诺,比如中国的“十一五”规划就要求每单位国内生产总值(GDP)所消耗的能源要下降 20%,如果所有的国家都按照它们的人均曲线来计算,这实际上可能使全球实现稳定的过渡。

表 1-1 对稳定的排放路径的描述

稳定水平 (二氧化碳当量)	全球排放量峰值	全球排放量削减率 (% 每年)	排放量低于 2005 年 值的削减百分比	
			2050	2100
450ppm	2010	7.0	70	75
	2020	-	-	-
500ppm (在 2015 年 降至 450ppm)	2010	3.0	50	75
	2020	4.0 ~ 6.0	60 ~ 70	75
	2030	5.0 [1] ~ 5.5 [2]	50 ~ 60	75 ~ 80
	2040	-	-	-
550ppm	2015	1.0	25	50
	2020	1.5 ~ 2.5	25 ~ 30	50 ~ 55
	2030	2.5 ~ 4.0	25 ~ 30	50 ~ 55
	2040	3.0 ~ 4.5 [3]	5 ~ 15	50 ~ 60

来源:《斯特恩报告》

专家预测,为解决气候变化的全球市场将很快到达 1 万亿美元,并且还会继续增长。很多提供低碳产品和服务的市场都已经位列全球增长最快的市场之列。欧盟、美国的硅谷、中国、日本等竞争尤其激烈,以确保它们的研发机构和龙头企业能够创新出新一代产品,包括:照明技术、高效节能家电、可再生能源系统、节能汽车等。在未来的几十年里,

① See China Energy Bulletin at: <http://www.energybulletin.net/3566.html> (Accessed: 5 May 2010).

② See India Bureau of Energy Efficiency at: <http://www.bee-india.nic.in/> (Accessed: 5 May 2010).

这将为它们的企业创造数十亿美元的收入来源。在2008年2月发布《加诺特中期报告》时,Carnaut教授很好地总结了这些挑战。他说,为了达到目标,澳大利亚将不得不“直面现实,这是一个艰难的改革,但是如果做得好,向低排放经济的转变就会成功……如果做得不好,这就会是一个痛苦的适应过程”。^①

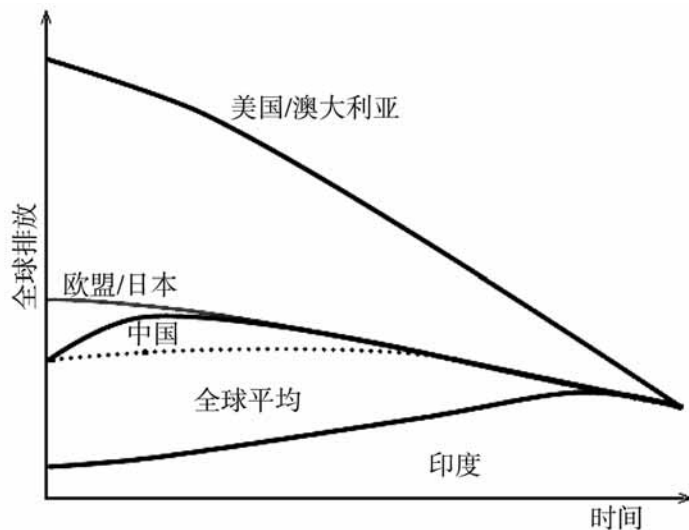


图 3-2 对于快速发展的经济体给予“可商量的余地”，不同国家具有不同的收缩和削减情况：一个程式化、说明性的概况来源：《加诺特中期报告》*

* Garnaut Climate Change Review, 2008. Interim Report to the Commonwealth, State and Territory Governments of Australia. Available at <http://www.garnautreview.org.au/index.htm> (Accessed: 5 May 2010).

就像 Jeffrey Sachs 教授在“2008 年德里可持续发展峰会”上说的那样：“我们需要的是把优秀的计算学、工程学和经济学结合起来……我们还没有做这样的工作。但是在我看来,那是未来两年里我们需要做的工作——展示一条道路。”^②在气候变化的问题面前,我们很容易因为其复杂性而变得恍惚。为了用精明而独创的解决方法来迎接复杂的挑战,我们的专家需要协同工作,把自己的成果随时知会其他人。

排放量减少轨迹的范围对经济具有潜在的影响,经济学研究——如果能吸取科学的知识——就能够为之提供有价值的指导。如果在实践中做到最好并且使对环境潜在的影响达到平衡,对科学、工程和设计的研究——如果能吸取经济学知识——能够对工业经济体达到这样的轨迹的潜力提供有价值的指导。因此,经济学研究仅凭自己的力量,不能为我们的领导人提供所有的答案,如果领导者要认真地考虑排放量应当遵循的轨迹,脱离了物理科学、工程和设计等专业的自然规律的知识是不可能的。反之,想要分析

① Maiden, S. 2008. Garnaut eyes massive carbon reductions, The Australian. Available at: <http://www.theaustralian.news.com.au/story/0,25197,23251141-11949,00.html> (Accessed: 5 May 2010).

② Sachs, J. 2008. Valedictory Address, delivered to the Delhi Sustainable Development Summit, Delhi (7 - 9 February 2008).

一系列潜在的工程和设计备选方案对经济的影响,如果没有经济学的知识,单凭科学工程研究也不能提供所有的答案。

全球的企业、政府和社会是否确定和实施最具成本效益的温室气体排放选择,在很大程度上取决于缓解气候变化的解决方案的教育和培训情况。在未来几十年的气候变化问题上,决策者是否选择明智的政策方案,是否实施正确的自适应治理,或者企业对碳的价格信号是否做出了正确的回应,这都取决于他们在确定和实施最具成本效益的温室气体排放选择(比如能源效能)中所具备的知识和技能。^①

《斯特恩报告》中已经分析了作为和不作为的代价。它总结道,对全球经济有所行动的代价大约占 GDP 的 1%,并宣称“我们估计,像往常一样的气候变化,其总成本相当于:在现在乃至永远,全球人均消费最少降低 5%”。^②《斯特恩报告》描述了成本会如何增加,这是模型中考虑的对环境和人类健康的其他影响,还描述了积极反馈的作用,以及气候变化对世界上的穷人和弱势群体造成的比例失调的负担。它还预测,如果在气候变化上再不采取快速和有效的行动,气候变化将会引起可以与 20 世纪 30 年代的经济大萧条比肩的经济衰退。它总结道:“如果人们能更大范围地考虑这个危机和影响,估计的损失将达到 GDP 的 20% 甚至更多。未来 10~20 年的投资,将会对 21 世纪下半叶乃至以后的气候产生深刻的影响。(如果现在无所作为的话,)在接下来的几十年里将危机四伏,将会对经济和社会产生重大破坏,规模类似于几次世界大战时和 20 世纪上半叶的经济大萧条。而且,这些改变将是很难或不可逆的。”^③

考虑到生物圈的容纳量,排放浓度如今已经超过了环境所能承受的界限,因此制定和实现温室气体削减的目标迫在眉睫。就像 Lester Brown 写的那样,当今发展形式的影响意味着:“我们已经越过了人类看不见的自然的承受限度,触及了底线而仍不自知。自然是时间的掌管者,但我们看不见这个时钟。在其他破坏环境的趋势之中,我们的未来将要面临森林萎缩、沙漠扩张、地下水位下降、渔业崩溃、物种灭绝,以及气温上升。气温上升将会带来使粮食枯萎的热浪、更具破坏性的暴风雨、更强烈的干旱、更多的森林火灾,当然还有更多的冰川融化。”^④NASA 的 James Hansen 等科学家争辩道,如果在未来十年里,温室气体排放没有削减,那么曾经被认为是“积极的影响”就会成为一个讽刺,这将为全球带来巨大的灾难,海平面上升、极端天气频发,还会导致重大的经济和商业损失。^⑤人们从来没有像今天这样意识到,大家需要世界前所未有的合作,尽快采取行动,避免触

① The Natural Edge Project has undertaken a comprehensive national survey of the state of education on energy efficiency in Australian universities funded by the National Framework on Energy Efficiency, and covering 27 of the 33 universities.

② Stern, N. 2006. The Stern Review: The Economics of Climate Change, Executive Summary Cambridge University Press, Cambridge, p 10. Available at: http://www.hm-treasury.gov.uk/media/8AC/F7/Executive_Summary.pdf (Accessed: 29 May 2010).

③ Stern, N. 2006. Stern Review.

④ Brown, L. R. 2008. Plan B 3.0: Mobilizing to Save Civilization. W. W. Norton & Company, p 398.

⑤ Hansen, J. and Sato, J. et al. 2007. Climate change and trace gases, Phil. Trans. Royal Soc, Vol. 365, pp 1925 - 1954. Available at http://pubs.giss.nasa.gov/abstracts/2007/Hansen_etal_2.html (Accessed: 5 May 2010).

发这些副作用。Al Gore 把这种情况称为“简直就是星球危机”，这无疑是未来对我们现在“年轻的工程师”最重要的挑战，也将塑造工程的未来。^①

3.4 向人们传递工程的信息

Philip Greenish 和 Beverley Parkin

工程师在全世界做出了巨大贡献，但是——至少在英国是这样——他们的角色很少被理解。在政策制定的过程中，工程的规模应当及早考虑，这将有利于公共政策，但是——英国仍是这样——工程师并不总是能参与其中。工程解决全球问题、提升民族的健康水平、增加国家的财富，所以这个世界需要更多的工程师来帮助对付我们面对的众多挑战。

这些主张促使皇家工程院把自己的使命定义为“使工程成为社会的核心”。这将要帮助那些需要制度支持的工程师做出最大的贡献，不仅为社会谋福利，还要让人们认识到这些贡献的价值。这个问题也需要人们做更多的工作，用工程的无穷魅力和令人兴奋的因素激励年轻人，鼓励更多的年轻人继续努力，成为下一代的工程师。

洞察力

需要处理的关键的公众洞察力问题是什么呢？在 2007 年，英国皇家工程院^②和工程技术委员会对这个问题展开了调查。^③ 该调查使得不少工程人员多年来的怀疑得到证实——那就是英国民众对工程的性质、规模、多样性和对社会的影响知之甚少或一无所知。公众不仅对工程的了解和理解有限，他们还缺乏对工程和工程师所做工作的信任，及对专业知识的了解。几乎一半的受访者觉得他们对工程“知之甚少”或“不太多”，十分之六的受访者认为“很难让每个人都知道工程师在做什么”。调查还发现，越年轻的人越是缺乏对工程的理解。

工程师从事的活动包罗万象，涉及各种活动和行业，范围如此之宽，实际上，这可能就是公众理解工程师工作内容的障碍所在。研究发现，人们都认为很难去定义工程是什么，十个受访者中有八个都认为工程师的种类太多，因此很难把握“工程”的角色。比如，媒体用“设计”、“科学”和“创新”等不同的术语表达“工程”，掩盖了其本质，这对公众理解是没有帮助的。美国《科学时代》杂志的一个研究发现，在每五个明显有关

① Barringer, F. and Revkin, A. C. 2007. Gore Warns Congress of ‘Planetary Emergency’, The New York Times. Available at <http://www.nytimes.com/2007/03/22/washington/22gore.html> (Accessed: 5 May 2010).

② Go to: <http://www.raeng.org.uk>

③ New survey finds deep misconceptions of engineering among young people that could worsen shortfall in engineers. Available at <http://www.raeng.org.uk/news/releases/shownews.htmNewsID=416/pa> (Accessed: 5 May 2010).

工程师和工程的报道中,只有一个会明确提到工程师和工程。^① 英国广播节目和平面媒体在报道一个实际上以工程为重点的主题时,也同样缺乏明确提到“工程”的内容。

与年轻人的交流尤其是一个挑战。在英国,我们需要更多的年轻人选择工程作为他们的事业。我们还必须使更多的年轻人认识到工程的社会影响,使他们能够参与到如今这个重要问题的讨论中来。年轻人很难把握到工程的精髓,所以必须从学校开始就传递工程的信息。能否进入工程行业,取决于年轻人是否学习了合适的课程,是否得到了有效的指导,能否与行业楷模进行交流。在英国,几乎没有年轻人知道除了逝世于 1859 年的 Brunel 之外的著名工程师的名字。越来越多的研究建议,成功地与年轻人交流的关键是找到一个工程界的楷模,这个人看起来和听起来都要与年轻人平时谈论的人类似。榜样的识别也是因素之一。因此,主要的担忧就在于,在该行业中,妇女、具有种族背景的人和来自特定社会经济群体的人代表性不足。

世界正在经历技术快速发展的时期,这个时期就是以工程为推动力的。社会需要工程师介入和探索一些重要问题。作为一种职业,工程师需要协同工作,无论是国内还是跨国的,要确保解决通信障碍,工程师要抓住每一个机会让他们的重要信息为大众所周知。毕竟,工程是为人们服务,是与人们息息相关的,也是为了把这个世界变得更美好。不少工程院的会员(选举成员)会经常出现在媒体上,作为他们成果的回报道,他们具有相当高的公众知名度。然而,他们并不是一定会被描述为或认为是“工程师”。

下文研究的案例概述了工程院为了应对这些挑战开发的三种工作流程:公共事务与政策、与大众详尽的沟通、与年轻人交流。工程院与专业工程界合作,进一步研究这些领域,想要建立起一致的声音和更加明显的形象。虽然工程院有国家的支持,但是要实现其目标,需要一个全球化的视野和对工程更宽广的国际化背景的认识。

案例研究:英国皇家工程院

简介

皇家工程院是英国工程专业的国家工程院。成员和工作人员与各式各样的合作组织协同工作,包括政府的科学创新研究室、英国文化委员会、英国研究理事会以及议会和政府团体。工程院是国际工程、技术科学理事会(CAETS)、欧洲应用科学和技术及工程委员会(Euro - CASE)的创建成员,它们在影响国际政策方面都有重要作用。在 UNESCO 的委员会中,工程院提名的自然科学委员会成员将有助于在辩论中有工程界的代表。

更多信息可以访问工程院网站,其中包括最近的媒体报道:<http://www.raeng.org.uk>,我们的旗舰发布网址为:<http://www.ingenia.com>。

^① Clark, F. and Illman, D. L. 2006. Portrayals of Engineers in Science Times, Technology and Society Magazine, IEEE, Vol. 25, No. 1, Spring 2006. pp. 12 ~ 21.

公共政策

工程师如果能参与到公共生活和公众谈论中,这对社会是有益的。几乎所有的政府政策都会涉及工程的方面,这对成功的实现其目标是十分重要的。如果一个政策从开始设计时就考虑到了工程的特性,就更可能是切实可行的。同样,用工程的方法来解决问题,可以支持政策的形成,使之更切合目标并能持续持久。只有引进工程,才能对重大挑战做出有效的回应,所谓重大挑战包括:气候变化、能源安全、世界贫困、全球疾病负担以及国际恐怖主义等。

通过它的会员(选举出的成员),英国皇家工程院与政府和议会形成了良好的网络。公共事务的项目旨在建立一个网络,在教育、工程和国际事务政策的基础上,促进建立一套集中的信息,面向的目标受众为议会机构、政府及其相关机构。我们简单介绍一下所有英国议会政党及其发言人的政治利益。英国几乎没有具有工程背景的政治家,于是工程院就实施了这样一个计划,就一些重要问题向他们提供信息。由于欧盟制定了非常多的法规,这项工作现在也扩展到了欧盟体系中去。最终,由于工程院是独立于政府之外的,它就能够提供中立的专业建议。几乎所有的政府政策都会涉及工程的方面,这对成功的实现其目标是十分重要的。如果一个政策从开始设计时就考虑到了工程方面的特性,就更可能是切实可行的。同样,用工程学的方法来解决问题,可以支持政策的形成,使之更切合目标并能持续持久。只有引进工程学,才能对重大挑战做出有效的回应,所谓重大挑战包括:气候变化、能源安全、世界贫困、全球疾病负担以及国际恐怖主义等。

树立影响

过去一年里,工程院与英国专业工程界合作工作,确保政府政策的制定者能够通过这一途径接触到专业的工程信息。这使得政府部门各方面的政策能够获得我们的支持,获得我们优秀工程师的专业指导,包括:气候变化、能源、水源安全和国家基础设施建设。此外,为了从工程的角度为政府的政治决策提供支撑,工程院正在致力于提高工程的生产力和行政机构人员对工程的理解(政府工作人员)。

工程创新可以支持经济有一个更能恢复活力的未来。由于全球经济的衰退和金融服务行业一些引人注目的失败,这就提供了一个机会来强调工程创新的重要性以及我们面临的巨大挑战。

工程院在国家政策方面所做工作的另一个重要因素在于,它可以影响年轻人的教育,尤其是鼓励他们研究科学、技术、工程和数学等学科。工程院为14岁到19岁的高年级学生建立了一个面向职业、又是学术型的资格标准证书,并且就工程教育各个方面向政府进言。

研究员和工作人员与各式各样的合作组织协同工作,来促进工程院的政策议程,包括科学创新研究室、英国文化委员会、英国研究理事会、议会科学技术委员会,以及国际和联邦科学创新网络办公室。工程院是国际工程和技术科学理事会(CAETS)和欧洲应用科学和技术及工程委员会(Euro-CASE)的创立成员;它们在影响国际政策方面都有重要作用。通过吸引欧洲委员会的注意力,让他们关注可再生能源等工程方面的问题。在UNESCO的委员会中,工程院提名的自然科学委员会成员将有助于在辩论中有工程界的代表。

媒体形象

工程院与公众的交流旨在提升组织形象,突出工程师的角色、贡献、成果以及他们面临的挑

战。交流试图把各个年龄层、各个行业的人们都拉入到对工程的讨论中来,讨论其对社会、国家和世界的影响。与大众交流的一个重要方式就是媒体。我们为自己制定了一个目标,就是今年每周都在国家级的媒体上发布一个严肃的与工程有关的故事。我们成功地实现了这个目标,这归功于工程院的研究员们定期在平面媒体和广播中露脸,就一系列备受关注的问题发表意见。

由于气候变化的科学案例已经被证明是公众最满意的,英国媒体上的讨论焦点已经转变为如何去适应和减弱这一危机。经过媒体渲染,寻求新技术和创新途径来减缓气候变化已经成为一种潮流,为工程师展示他们的观点和加入讨论提供了富有成效的机遇。

一个重要的策略就是把工程技术和它们为社会带来或可能带来的影响联系起来,想方设法把它们描述成魅力无穷而且发人深省,并且与时事焦点联系起来。政策问题,比如隐私和监视、自主交通工具及其他系统、合成生物学、纳米技术,都对社会具有重大的实用性,工程院在这方面的工作已经得到了来自世界范围的媒体的兴趣。

我们也通过出版物进行交流。我们的季刊《精巧》向全英国超过 3000 所中学以及全世界 11000 个目的地免费邮寄。其在线版本也已经成为了一个工程信息的重要来源,每年都有几十万访问者注册。最近出版的《工程的改变》是一本论文合集,强调了在国际发展中,尤其是在非洲,工程所扮演的角色。

公众参与

如果说公众关系是为了劝说和激励公众,为了创造影响力、提升形象,那么公众参与就是为了帮助人们思考和反思工程对世界的影响。工程院举办了多种多样的活动,来提升公众意识和激励全国范围或地方性的对工程的讨论,包括媒体报道、现场活动、节日、展览和戏剧作品。当下的议题包括:为卫生保健研究建立的患者电子数据库、机器人技术和人工智能以及合成生物学。



(来源: http://www.raeng.org.uk/news/publications/list/reports/Engineering_Change.pdf (Accessed: 5 May 2010))

3.5 第三个千年的工程和技术

Tony Ridley

在新千年里,工程和技术将如何发展?近40年前,Toffler(1971)^①曾说过,资源无处不在,人类改变了与资源的关系,大幅度地扩张变化的范围,最重要的是,这个步伐还在加速,由此,人类已经无可挽回的与他们的过去决裂了。我们已经把自己从过去的思考、感觉和适应方式中抽离了出来。我们已经为一个全新的社会搭起了舞台,只等着我们向前进。

在20世纪70年代,我们只能隐隐约约地明白这些,如今,由于技术的快速发展,比如计算、全球通信、生物医药工程和纳米技术(仅举几例)等,人们已经亲眼目睹而且有了深刻的理解。在20世纪末,我作为一名大学教师即将退休,我突然间意识到,我的事业不能在我65岁的时候就终止,而是应当持续到2040年,我教过的大学生也退休的时候。我们都知道,为了紧跟步伐,教师、研究者、政府和企业都应当目光长远。

认识到需要变化是进行改变的一个主要驱动力。工程行业受到政治、社会和经济趋势广泛的影响,但反之,目前工程对它们几乎没有影响。可持续性的概念遍布在这个行业中,影响深远。替代融资来源的增长(比如公共、私人的伙伴关系等)要求一个比我们从前做得更为积极的、以商业为导向的方法。

在满足社会需求方面,政局的变化也对工程角色的再评价和再创造提供了机遇。在各个有关方面之间建立共识已经成为了这个角色日益重要的元素。为了提高我们对社会的价值,在我们提供的产品和服务的整个生命周期内,我们也必须保持并参与其中。可持续性、道德和认可度成为我们工作中环环相扣的主题。因此,在我们的职责范围内,我们必须带头设置道德标准。

在设计和项目管理的互动中,我们可以发现富有创意和成功的工程项目。当然,设计一定不能降低到技术分析的程度,项目管理也不能沦为行政管制。风险管理已经成为寻找最优方案的核心内容,这不仅仅是因为人们对于财务风险的意识加强了。

工程活动

在21世纪,哪种工程将会带领人类前进?工程世界(RAEng,2000)^②对该问题进行了全面的观察,先了解一下众多相关对象的定义是十分必要的(见下面的文本框)。

“工程世界”的称号是用来描述那些与工程有关的活动。这比普遍认为的范围要大得多。除了那些纯财务公司每天只需从报纸的财经版面上摘录文章外,其他的公司中

^① Toffler, A. 1971. Future Shock. Pan Books, London.

^② Royal Academy of Engineering. 2000. The Universe of Engineering - a UK perspective, London.

至少有一半依靠工程来竞争、生存和兴旺。工程过程已经创造了所谓的“新经济”，并且还将被继续创造。传统上认为，所有的经济活动都需要的三个首要投入是劳动力、资金和材料，现在，经济学家已经把技术加入其中了。创造技术是一个工程过程，并且使得技术对人类有益。

与工程相关的名词

科学:基础知识的主体,想要解释所有自然和人造事物及其结构、特性和行为方式。纯科学纯粹为了知识而探索知识。应用科学会为了某一特定目的而探索知识。虽然科学行为和实践带有强烈的社会责任,但科学仍然是一种活动而不是职业。

工程科学:在科学、工程和技术学科中,所需要的知识——知道是什么——涵盖了事实、经验和技能等,正在逐渐发展壮大;此外,还要对应用领域有所了解。

工程设计:应用的过程——知道怎么样——是一个创造性的过程,为了满足需求、解决问题,它运用知识和经验来寻求一个或更多的解决方法,然后采取最明智的判断,实施一个最符合条件的方案。

技术:为了一个特定的目标,建立的由一系列知识、设备、系统、流程和其他技能形成的可行的一组事物或工具。口语中,“技术”一词通常被用来描述一个完整的体系、一种能力或是一种特定的设备。

创新:成功地引入一些新事物。在经济的背景下,创新与实用相联系,包含大量技术含量,取得商业上的成功。在社会的背景下,创新与生活质量的提高相联系。它可能是全新的,比如第一部移动电话的出现;也可能是在原有基础上的重大进步,产生了更好的变体。

在社会和经济中,工程的核心角色既不是广大市民有目共睹的,也不是媒体上特别呈现的那样。对工程普遍的看法局限于制造业和建筑业。不幸的是,很多人包括很多年轻人都认为工程行业是一种乏味、毫无创造力的活动,完全把它与“旧经济”联系起来。

工程界

工程界比人们一般认为的范围更大,可以被用来描述很多人,比如:工程师、科学家、冶金学家、程序员,以及其他很多在他们的专业活动中使用到了工程学的人,无论他们以一种形式还是多种形式,涉及程度是深是浅,他们都可被纳入工程界。例如:在英国大约有 200 万人把自己称为工程师,其中大约四分之三的人拥有专业的工程师资质,仅仅 16 万人是正式“注册”的。在更广泛意义上的工程界中,很多人并不称自己为工程师,但是他们所做的工作确实运用着工程学。针对到这个广泛的群体,没有普遍认可的或是可信的指标来估算这群人的数量,哪怕在一些案例中也是这样。

1995 年,英国土木工程师协会认为,在基础设施领域,工程师对现代生活的基本要素承担了很大责任:

- 把我们的社会连接在一起的肌肉和筋骨(桥梁、道路、铁路、堤坝、机场、码头、隧道)。

- 维护社会的心脏和肺(洁净水源、索取自然资源、排放废物)。
- 出行中安全高效的交通。
- 维持这一切运转的能源(近海的天然气和石油、核能、水力、潮汐和风力发电)。

我们知道一个工程项目完整的生命周期都必须要有保障,我们要做出理智的决定来处理一个项目的规划、融资、设计、采购、施工、调试、操作、维护和退役。过去一直有一种过分关注设计阶段的倾向。

为了建设一个成功的项目,工程师需要掌握这个项目所有物质属性的总和:操作、沟通和人力资源、财务和基金、组织和体制问题,以及环境影响。这些可以被总结为“五件”:硬件、软件、“资金件”、“组织件”和“生态件”。“五件”中的每一个因素不仅本身在一个工程项目中十分重要,而且它们之间的内在关系也是问题关键所在。几乎所有的工程,任何系统的设计、开发和运行,问题都会出现在交界处。更广泛地说来,最大的问题是出现在“五件”中五种元素的交界处。

技术是技能的主题,但是技术还关乎产品和流程。例如:土木工程依赖于科学,但是尤其依赖于以技术为基础的科学。在20世纪末21世纪初,生物和化学对未来的土木工程越来越重要,正如数学和物理一样。这反映了对这个行业更广义的看法,更适合未来发展。土木工程的大家族现在包含的一些学科,在传统上都不被承认是这个行业的一部分。

工程过程

技术改变是一个复杂的过程,必须从概念到市场全程进行管理。技术知识是逐步积累的,并且以路径依赖的方式增长着。

Ziman(1995)^①曾指出基于技术的科学和基于科学的技术这两者的区别。基于科学的技术是指从基础的、基于发现的研究中发展而来的新技术,包括电子工业、核工程和雷达等。相反地,基于技术的科学是从实践技能当中发展而来,比如采矿和冶金就来源于古老的史前时代。

在19世纪,很多的古代工艺品转化成为工业化学基于技术的科学,而在20世纪,冶金家的实际技能知识已经融入了新的材料学之中。当我们在探索和理解世界时,在几乎所有的人类实践活动中,都会发现相同的过程。农业、土木工程、食品加工、建筑和很多其他领域都已经发展出了各自的科学领域,来指导进一步的技术发展。在这些情况下,工程并不是科学的一个子集,而是实实在在地为科学研究创造了新的机遇。

Morita(1992)^②曾说过,技术来源于利用和操纵科学,使其向概念、流程和设备

^① Ziman, J. 1995. An introduction to science studies - the philosophical and social aspects of science and technology, Cambridge University Press.

^② Morita, A. 1992. First UK Innovation Lecture, Royal Society, London.

转化。能够真正掌握技术、使用技术来规划行业未来的人,他称之为“技术学家”,这些人对科学和工程有着透彻的理解,对社会需求的观察也具有广阔的视野和切实的责任感。技术驱动工业发展,工程师指导技术发展。

Krugman(1994)^①认为,一项新技术要想对生产和生活水准产生重大影响,往往要花费很长的时间。这是由于,当技术单独使用时,往往不能完全发挥其影响。只有当技术被广泛应用,并与其他技术相互作用的时候,它真实的潜力才能够被发掘出来。在这些情况下,工程教育必须认识到综合、设计和更多常规分析的重要性。但是,它也必须认识到在设计、可持续性和创新中,迭代接近法(反馈)的重要性。

我建议技术研究者要时刻关注顾客、社会需求和市场需要,而不是仅仅为了研究而研究,或是为了探索技术本身而研究。因此,如果更加积极地探索优秀的相关研究,如果发展更多的工业或学术伙伴,技术就能够更好地为工业服务。之后,工业界和学术界合作,把研究任务纳入到商业流程的实践中去,在商业流程中,优秀的项目管理方法应该也可以得到应用。

于是,在每个案例中,研究人员和实业家可能都会问:社会问题是什么?技术挑战是什么?商业驱动力是什么?如何定义一个研究项目?哪里会有发明(存在的和潜在的)?有潜力的应用是什么样的?把研究转化为实践的机制(商业流程)是什么?这个过程是反复的。实业家或商人决定这个问题,技术挑战决定研究计划,但是研究同样会决定技术产生的可能性。

如果我们正在思考把研究转化为实践,对于政府、工业和科学研究委员会来说,仅仅坐在那里评判研究提案是远远不够的。他们必须主动地去寻找研究者,通过双方讨论,制订符合社会需求的计划。工程师为满足社会需求提供服务,创造力是我们最重要的贡献。拉丁语中“*ingenerare*”的意思就是“创造”。

新千年的工程界需要为自己创造新的愿景、新的目标和新的策略。虽然我们无法预测哪怕是2020年这个世界将会是什么样子,但是在这个愿景中,所有人生活质量都能真正提高,环境、社会和经济能够长期的可持续发展。工程的目标就是为了实现这个愿景而努力,它的策略就是:结构、技能和技术需要发展什么,工程就关注什么。

^① Krugman, P. 1994. *Peddling prosperity - economic sense and nonsense in the age of diminished expectations*, Norton, New York and London.

4 工程概览

这是本报告的主要章节之一,概括介绍了世界各地的工程。本章首先回顾了工程的统计数据 and 指标,并介绍了工程信息的需求和供应情况、工程和工程师的定义,OECD 和 UNESCO 关于工程、工程教育和就业的统计数据。正如报告的很多地方所指出的,我们迫切需要更完善的国际层面的工程指标。之后,本章对土木、机械、电气电子、化工、环境、农业和医学工程的主要领域进行了综述,展示了工程师在工业、制造业、政府、研究、开发和咨询等多元化领域的工作。以咨询工程为例,它是一个重要的工业领域,年收入约为 4900 亿美元,帮助创造了全球国内生产总值的一半。

随后讨论了工程行业及其组织,介绍了国家、区域和国际层面的工程组织。本章节还介绍了一些重要的工程组织,包括世界工程组织联合会(WFEO),国际工程与技术科学院理事会(CAETS),国际咨询工程师联合会(FIDIC),欧洲国家工程师协会联合会(FEANI),亚太工程院校联合会(FEIAP),东南亚、东亚和太平洋工程教育协会(AEESAP),亚太技术转化中心(APCTT)和非洲科技院校网络(ANSTI)。以工程和技术为主的组织对国际发展也作出了重要贡献,包括“实际行动”、“无国界工程师”、“消除贫困工程师和可持续世界的工程师”等。

比起科学,工程一直缺乏对社会和政策问题的反思性关注。因此,最近开发的关于工程研究的国际网络是一件非常好的事情,本章接下来讨论了这一网络,并以新西兰和南非为例,对工程、科学和技术政策以及国家科学和工程体系的转变进行了讨论。之后的章节是关于工程伦理和反腐败,其中包括工程师对反腐败的贡献和咨询工程领域中企业的诚信管理系统。本章最后介绍了工程学科中的妇女和性别问题,其中包括来自澳大利亚的案例研究。

4.1 工程指标——测量和度量

Gunnar Westholm

本书总结了主要国际机构对“科学与技术”人员,特别是工程师的国际可比数据的收集、分析和公布过程中所开发和使用的的方法以及其中遇到的问题。它描述了一些历史遗留问题、在使用这些方法时所面临的挑战,以及相关主要国际机构的作用(UNESCO、OECD、Eurostat、ILO 等)。

本节特别介绍了 OECD《弗拉斯卡蒂手册》对研究和发展资源的测量、OECD/Eurostat 的《堪培拉手册》对科学和技术人力资源储备和流动的测量,以及 OECD/UNESCO/Eurostat 关于博士学位获得者职业生涯的项目。介绍了国际教育及就业的分类(ISCED,ISCO)。简要介绍和讨论了大量关于工程教育和就业(招生、毕业生、性别等)的统计表。

本节将探讨科学和技术(S&T)指标的历史问题及其理论定义和实际应用,将涉及人类总体的科技资源,适当的时候还将特别介绍工程和工程师,本书还将讨论(UNESCO、OECD、Eurostat、ILO 等)主要国际组织在制定国际分类和数据收集中的作用。少数国家科学技术政策机构(特别是美国国家科学基金会)的实践经验和程序也将被提及,希望能够对其他国家或机构提供借鉴。

一些地方或区域的数据在本报告的其他部分有所涉及,所以本节试图提出国际层面合理、可比的统计数据(其中大部分来自上述国际机构的数据库,主要涉及工程教育)。大多数工业化经济体的数据相对比较完整(特别是 OECD 或欧盟的正式成员),而其他地区的数据完整性不足(虽然基础较低,但 UNESCO 统计中心正在努力收集数据,数据的覆盖率正在迅速提高)。

4.1.1 对科技数据和指标的需求

能力和竞争力是成熟的科技政策的核心,工程和工程师在其中起着重要的作用。即使广义的工程师有时会首先与“大科学”(高科技、航空航天、核、国防等)联系起来。在日常生活中,他们的作用更多地体现在创建、运行、维护和改善(工业、能源、交通、通信、农业、健康和公用事业等领域的)公共和私人基础设施中,也许还包括对未来社会可持续发展的所有方面(如可再生能源技术、气候变化和环境问题等)创造新的、重要的认识。

据报道,缺乏合格的工程师和技术人员是目前许多工业国家和工业化国家创新型企业经济增长的主要障碍之一。因此,这份报告会突出工程和工程师的重要性及其角色的意义。然而,决策者并不一定总是能够知道或获得定量和定性数据。

无论如何定义科学家和工程师,从最早的统计开始,他们的数据就已经列入传统的国家统计框架内,比如在人口、劳动力、教育调查或全国人口普查中。由于政策领域(如科学和技术政策)对这些数据的兴趣出现的较晚,因此造成现有数据的不足,在许多情况下难以满足新的要求。因此,各方已采取许多举措在国家和国际的层面收集数据,以满足这些新的要求。在所有问题中,政策制定者最关注的是:科学和工程劳动力老龄化、对普遍或特定水平的高素质人才(以及他们适应和创新的能力等)的供需、性别、人才流失和人才引进(为移民政策提供参考)、年轻人对科学和技术研究的兴趣水平等。

4.1.2 统计的困境:什么是工程,谁是工程师

工程是一个多维度的社会经济活动,有很多教育和政策性建议对工程师的特点进行

了界定,并用不同的方式满足国内和国际对可比数据和指标的需求。因此,不同国家之间的信息的有效性存在着显著的差异,特别是在工业国家和工业化国家之间。反过来,这是因为教育和培训工程师的组织类型与国家的数量一样众多(当然多于培训科学家的组织数量)。

此外,对“工程”的概念所涵盖的内容或对劳动力中谁是真正的工程师,没有明确的定义使国际比较成为可能。工程师也许是从不同水平的工程教育(一种教育和培训的方式)毕业的一个人,或者是一名注册工程师或从事工程师的工作(一种成员或职业模式)。对工程技师的定义存在同样的问题。从最初的统计和指标开始,工程、技术和工程师的领域就与科学合在一起,这一事实当然不能帮助解决问题(通常会将“科学技术”或“科学家和工程师”作为统计项)。



© EWB - UK 充足的信息对提高妇女在工程行业中的地位是很重要的

开放协作的在线百科全书“维基百科”提供了一种工程和工程师的定义,其中包含许多个人的撰稿和编辑:

“工程是运用科学知识、利用自然规律和物质资源来设计和使用材料、结构、机械、设备、系统和流程,实现预期的目标,满足既定的标准的学科和行业……”

实践工程的人被称为工程师,那些获得工程实践执照的个人可能有更正式的名称,如职业工程师、特许工程师或主任工程师……”

广义的工程学科包括一系列专门的子学科,每一个子学科都对特定领域的应用和技术有所偏重……”

4.1.3 OECD《弗拉斯卡蒂手册》关于研究和开发资源的测量

基本定义

20世纪60年代初,OECD最早提出对国家科学和技术(S&T)的支出和劳动力进行系统测量的建议,成就了《弗拉斯卡蒂手册》。该手册得名于在意大利弗拉斯卡蒂举行的会议,最新的版本是2002年发行的第六版。

即使1962年的第一稿大纲讨论了对一个国家的年度科技资源进行评估,但他们很快就减少到只测量研究和开发(R&D)的支出和人员。研发仅代表一国科技活动总量的极小一部分(在以下UNESCO中有更详细的讨论),而且研发和其他相关活动之间的界限很难界定。《弗拉斯卡蒂手册》的所有后续版本对界限的问题进行了更深入的讨论,同时涉及了研发中的财力和人力资源。

国际研发数据的收集是一项全新的工作,需要新的概念、定义和探索指南。《弗拉斯

卡蒂手册》对研发的定义如下：

“研究和试验开发(研发)包括在一个以增加人类、文化和社会的知识储备,并使用知识储备开发新的以应用为目的的系统基础上进行的创造性工作。”

——2002年《弗拉斯卡蒂手册》第63段

手册对研发人员的基本统计范围定义为：

“所有直接受雇于研发工作以及那些提供直接服务的个人,如研发经理、行政人员和职员,都应该被统计。”

——2002年《弗拉斯卡蒂手册》第294段

上述对研发的定义非常理论化,涵盖了“基础研究”或“基本研究”、“应用研究”和“试验开发”。然而,尽管有许多反对声音,这个定义一直在使用。需要注意的是,OECD在1983年以前使用《弗拉斯卡蒂手册》收集的数据仅包括自然科学和工程,之后才增加了“……人类、文化和社会的知识”的定语,把社会科学和人文学科领域中的研发包含进来(与UNESCO的做法保持一致)。

衡量人力资源的问题

在研发人员的测量中有一个具体的难题。在许多情况下,研发不是一个全职的活动,例如在一些企业或高等教育机构(大学),它可能更多的是一种兼职活动。因此,通过“人头数”的方式把以任何形式参与研发的所有人统计在内,会使人力资源投入严重膨胀。由于当时对统计的兴趣集中在全部真实的研发资源,在一开始就有人建议将人头统计变成(即减少成)全职当量(FTE)或“年/人次”,在很长一段时间内,这是唯一推荐的方法。

很久之后,各种按人员数量(如工程师占总人口的比例、女性科学家占科学家总数的比例等)统计的数据集强化了指标工作,对人头数的兴趣又重新出现了。因此,在《弗拉斯卡蒂手册》2002年版本中,全职当量和“人头数”是同等重要的。

从研究和开发统计到科学和技术指标

当时,OECD的研发统计服务与国家中央统计局的工作多多少少有些类似:收集数据(通过对国家主管部门的调查)、处理和公布统计结果。对资料的分析还不是重点的工作。

然而,渐渐地,OECD成为自己的研发统计的主要客户,这些统计数据被用在不断增加的政策研究中。数据分析的动力帮助识别了理论指南中的弱点,这些弱点在后续版本的《弗拉斯卡蒂手册》中得到修正。类似的,OECD研发/科技指标系列开始推出,这主要是受到美国国家科学基金会(NSF)经验的启发。

主要的国际标准分类

所有《弗拉斯卡蒂手册》的建议从一开始就参考了国际通用的标准分类,包括联合国国民核算体系(SNA)、国际标准教育分类(ISCED)、国际标准职业分类(ISCO)和所有工

业活动国际标准分类(ISIC)。随着时间的推移,这些分类已被多次修订(进一步的修改仍在进行中),因此,OECD 的指南也必须遵循这些分类标准。参考教育或职业分类,对研发人力资源系列有很大的影响。

多年来,《弗拉斯卡蒂手册》必须对新的政治重点或最新的科技政策热点做出回应,从战后“大科学”的目标(航空航天、核、国防等)到更多社会导向的目标(社会政策、环境、卫生、能源、信息和通信技术、生物技术等)。

《弗拉斯卡蒂手册》建议国家经济体制按研发的支出和就业(人事)分为四个广泛的部门:商业企业、政府、高等教育和私人非营利部门。除了政府部门,《弗拉斯卡蒂手册》对各部门提出了更详细的分类。对于商业企业部门,按照 ISIC 划分了详细的工业分支;对高等教育和私人非营利部门,参考 ISCED 分为六个广泛的科学和技术领域,分别为“自然科学”、“医学”、“农业科学”,加上“社会科学”和“人文学科”以及本报告特别关注的“工程和技术”。

不言而喻,从未有过按上述详细分类的国际工程数据。唯一可获得的(通常仍然相当稀缺)信息是高等教育和私人非营利部门的研发支出和人员数据。不过下文讨论了一些新的科学领域(指一些人力资源的统计表,主要是为本报告编制的教育统计)。

研究和开发的科技人员的具体分类

为了分析研发人员系列(以及其他科技人员系列),《弗拉斯卡蒂手册》采取了两种平行的方法。第一种是按照职业,第二种是按正式的学历水平。这些都是根据国际劳工局(ILO)《1990 年国际职业标准分类(ISCO)》以及 UNESCO《1997 年国际教育标准分类(ISCED)》所定义的。

在按职业分类的方法中,《弗拉斯卡蒂手册》界定了三大类研发人员:

• 研究员:“……从事构思或创造新的知识、产品、工艺、方法和系统,以及有关项目管理的工作。”

• 技术员和类似人员:“……完成其主要任务需要掌握一个或多个工程、物理和生命科学或社会科学和人文科学领域的技术知识和经验。他们通常在研究员的指导下,完成相关概念应用和操作方法的科学和技术任务参与研发。其他类似人员在社会科学和人文科学领域的研究员指导下参与相应的研发工作”。

• 其他辅助人员:“……包括参与研发项目或直接与这些项目相关的熟练和非熟练技工、秘书及文书人员。”

工程与技术(ISCED1976 年的分类)

1. 土木工程(结构工程、建设科学与工程、建筑工程,市政及结构工程和其他相关学科)。
2. 电气工程、电子(电气工程、电子、通信工程和系统、计算机工程(硬件)和其他相关学科)。
3. 其他工程科学(如化工、航空和太空、机械、冶金和材料工程及其分支专业:森林产品;应用科学,如大地测量学、工业化学等;粮食生产科学和技术;跨学科领域的专业技术,如系统分析、冶金、采矿、纺织技术和其他相关学科)。

“研究员”的类别也经常被称为“科学家和工程师”(RSEs),是与本报告关系最密切的类别。

按正式学历水平的分类方法,研发人员根据学习水平(一般而言与学习期限有关)被分为六大类(ISCED 1997年),无论所获的科学和技术最高学位的具体学科:

- ISCED 6级:大学博士水平的学位获得者(最高的子分类是高等教育第二阶段,毕业生可获得高级研究资格)。

- ISCED 5A级:博士以下水平的基本大学学位获得者。

- ISCED 5B级:其他高等教育文凭的获得者。

- ISCED 4级:其他中学后非高等教育文凭获得者。

- ISCED 3级:中等教育文凭获得者。

- 其他资格。

与ISCED1976年以来的版本相比,最新的1997年ISCED在教育统计系列上也有所突破,特别是正式学历水平的分布。对最近(2004年)OECD/UNESCO/Eurostat发起的对劳动力市场的特点、职业和博士学位获得者的国际流动性的研究来说,新的高等教育水平的子类“毕业生可获得高级研究资格”(可以理解成为博士学位而准备)在关于招生的教育统计上是一个重要的创举。

ISCED首先是一个按照学习水平分类的教育目录,它同时也提供了非常详细的学习领域的记录,经常作为科学和技术领域的分类参考列表,而不仅仅是教育分类,例如机构、科学项目、报告和文章的分类等。

从国际上看,不管如何定义工程师和技术人员的教育和培训,它都是很具国家特色的。从各种中级资格水平的期限来看更是如此(不论是否具有与学术研究相关的实习训练或学徒培训)。在一些国家,随着时间的推移,一些多科性理工学校逐渐升级到大学的地位(护士和其他医务人员的培训也有同样的趋势)。



《弗拉斯卡蒂手册》对研究和开发的测量提供了指南

4.1.4 UNESCO 关于科学与技术、研究与开发的统计与指标

与OECD几乎同一时期,UNESCO发起了其在科学和技术方面的第一份国际调查。他们原计划涵盖一个国家的所有科技活动,但是实际上,像OECD的调查一样,只集中在研发的测量上。UNESCO的临时调查准则必须考虑到其会员国不同的政治和经济结构,分为“资本主义国家”(许多已是OECD成员)、“社会主义/共产主义国家”和“发展中国家”。UNESCO必须为科技和研发资源的共同报告制定一个特殊的机构部门分类。尽管这两种资源都是根据联合国SNA分类,但与OECD的资源是非常不同的(事实上,只有高等教育界的

分类是一样的)。

UNESCO 对全球经济中科技总支出和人员的系统化测量的主要理论贡献可以追溯到 1978 年,它们雄心勃勃出版的《关于科学和技术统计的国际标准的建议》和其他相关实用原则。

《关于科学和技术统计的国际标准的建议》提出了一个完整而详细的关于衡量“科学和技术活动”(STA)的目录:

- 研究与试验发展(研发),与 OECD《弗拉斯卡蒂手册》的定义类似。
- 大致分为三个层次的科学和技术教育和培训(STET)。
- 科学和技术服务(STS)。

对 20 世纪 70 年代中期而言,STS 类别的覆盖面是完备的,但如今已过时,急需修订。例如,它没有包括新出现的学科,如空间科学、信息和通信服务、创新、生物技术或纳米技术,因此急需重新修订。

很难对 OECD 和 UNESCO 的数据进行比较,尤其是科技和研发支出。当时,OECD 是以美元为单位对支出进行国际评估的。考虑到其成员国相对同质化,它还是一个不太复杂的方法。然而,UNESCO 不具备这样的条件,它以本国货币为单位公布支出数据,不利于国际分析。在购买力平价(PPPs)公布之后,货币转换的问题已逐渐被克服,现在已系统应用于大多数财务数据的国际比较。

鉴于对支出统计的技术问题,人们期望进行人员数据的国际比较更加容易。但是,在 UNESCO 的指南中,职业和教育标准之间存在混淆,所以人员的比较也有阻碍。而且,由于 UNESCO 的人员数据通常是按照人头数统计(而 OECD 使用的是全职当量)广义的科技活动中的人员(而 OECD 的数据仅集中在研发活动人员上),这就使比较更加困难。

换言之,与 OECD 成员国的相应数据对比时,来自 UNESCO 成员国的(支出和人员)数据要高得多。在“冷战”时期,这表现在社会主义/共产主义国家在科技资源上的明显优势(与军事紧密相关的资源),使西方变得担忧(西方的数据分析能力也许还没有达到最佳)。

在 20 世纪 80 年代中期,UNESCO 的许多成员国退出后(其中美国是 UNESCO 主要的经济贡献国),预算大幅削减,统计工作受到阻碍。直到 1999 年,在加拿大蒙特利尔成立了全新独立的 UNESCO 统计研究所 UIS(替代了以前的统计部),UNESCO 对教育和扫盲、科技、文化和通信的统计活动才得到恢复。这就需要加强数据收集、传播和方法论发展的内部工作以及与其他国际机构的合作,以及更多的自身或外包的分析工作。

4.1.5 OECD/Eurostat《堪培拉手册》关于科技人力的储备和流动的测量

在 20 世纪 80 年代末,西方经济体(特别是美国)非常担心劳动力市场上很快会发生工程师、科学家和技术人员的供应和需求之间的严重不匹配。特别是即将到来的大量人员的离开:曾在第二次世界大战期间或在战后首次大科学时期进入科技事业的大量人员

即将退休。其他因素强化了这些担忧,如人口趋势、国家经济日益增强的技术密集型性质(例如新的信息和通信技术的发展)以及令人不安的青年人对科技事业的兴趣下降等迹象。然而,与此同时,有人还担心其他的问题,比如一些国家的经济结构调整和国防工业的缩小可能在实际上导致高技能工程师和技术人员的盈余。

这些问题都没有真正发生。与其他专业相比,科技研究专业的在读人数的绝对值持续增长(尽管相对值下降)。“未开发”的劳动力资源,例如已在过去获得的科技能力但并未从事该部门工作的妇女和少数民族(“漏管现象”),加入了科技劳动力中。在一些工业化国家,无论是通过训练有素的专家移民的方式,还是通过大量留学生毕业后留在东道国的方式,所谓的“人才获得”一直存在。

毫无疑问,许多担心与其说是有坚实的数据基础,还不如说是基于传闻。当时,没有任何国际机构能够向决策者提供相关的信息和统计数据。这带动了 OECD 与 Eurostat 密切合作,在 1989 年开发了另一套评估国家高素质人员的储备和流动的指南和指标。新的指南与其他衡量科技活动的手册类似,但远远超出《弗拉斯卡蒂手册》仅仅覆盖研发的统计面。在新指标的说明中,它明确宣布不启动新的数据调查。相反,只调用和检查已有的数据集(如教育和劳动力统计数据),尽管从一开始就认识到这些数据并没有被设计作为具体科技分析的基础。OECD 其他后续的科技活动测量手册也使用了同样的方法(见下栏)。

“弗拉斯卡蒂家族”测量科学和技术活动的指南

1990 年:针对编译和解释收支数据技术平衡提出的标准方法——《TBP 手册》(OECD,1990 年)

1993 年:针对研究与试验发展的调查提出的标准规范——《弗拉斯卡蒂手册》第五版(OECD,1993 年)

1994 年:使用专利数据作为科学和技术指标(2008 年正在进行修订)——《专利手册》(OECD,1994 年)

1995 年:针对编译和解释收支数据技术平衡提出的标准方法——《TBP 手册》(OECD,1990 年)

1995 年:对科技人力资源的测量——《堪培拉手册》(OECD/Eurostat,1995 年)

2005 年:收集和解释创新数据的准则——《奥斯陆手册》第三版(OECD/Eurostat,2005 年)

2005 年:使用专利数据作为科学和技术指标(2008 年正在进行修订)——《专利手册》(OECD,1994)

2005 年:测量全球化——《OECD 经济全球化指标手册》(OECD,2005 年)

经过几年的紧张工作和讨论,一个新的手册于 1994 年在澳大利亚的专家会议上得到批准。为感谢国家机构的支持,它被命名为《堪培拉手册》。

为了这本手册,一个新的名词“科技人力资源(HRST)”诞生了。《堪培拉手册》所提出的所有指导方针与国际标准保持高度一致,尽可能考虑高技能人才的供应(教育,就学

而言)和需求(职业,就工作或职位而言)的各个方面,以满足两者交叉出现的分类。优先考虑两个标准中的任何一个都是不可能的,这两种功能必须为科技人力资源所利用(根据 ISCED - 1976 和 ISCO - 1988 的交叉分类)。

广义的科技人力资源定义如下:

“科技人力资源是符合下列条件中任一个的人群:成功地完成了科技研究专业第三个层次的教育;或者不完全符合以上资格,但受雇于通常需要以上学历的科技职业。”

——1995 年《堪培拉手册》第 49 段

当然,这种描述仍然相当模糊,因此它常有许多补充标准。“储备”表现了科技人力资源在特定时间点的情况,而“流动”是指一段时期里(一般为一年)储备的流出或流入。

针对这些变量,《堪培拉手册》提出以下定义:

• **科技人力资源的储备:**“……在一个特定的时间点,满足科技人力资源的定义的人的数目。”(1995 年《堪培拉手册》第 107 段)。例如,在一个特定日期,在一个国家和部门工作的物理学博士。

• **科技人力资源的流动:**“……在一个时间段开始时不满足上述科技人力资源任何条件,但在期间获得至少一个条件(流入),以及在一个时间段开始时满足科技人力资源定义的任一条件,但在期间内不再满足这些条件(流出)的人的数量。”(1995 年《堪培拉手册》第 109 段)。例如,某一年从国家的大学毕业的电子工程师的数量就是流入。

• **内部流动:**“……科技人力资源储备的一部分,在一段时间内,其中的一些特征产生变化但并未失去科技人力资源的本质特征的人的数量。”(1995 年《堪培拉手册》第 112 段)。例如,改变了就业部门或获得了一个更高的 ISCED 学历的人的数量。

在最广泛的意义上,几乎每个具有相关学历或受聘于某些相关活动的人都可能被视为科技人力资源。然而,显而易见的是,某些资格或职业比其他的更让具体的科学和技术政策感兴趣。因此,科技人力资源可以分为两大类:大学水平的科技人力资源和技术员水平的科技人力资源(此外,还有人可能从许多不同的专业毕业,但我们的科技劳动力分析并不是对所有的专业都有同样的兴趣)。

不同的文凭又被分为小类,最高层次是“核心覆盖”高等教育中自然科学、工程和技术、医学科学、农业科学和社会科学专业的最高学历。其他类别(“延伸覆盖”和“完全覆盖”)是指人文科学等其他专业或不太相关的低层次培训。

如同《弗拉斯卡蒂手册》,《堪培拉手册》还回顾了许多技术问题,如:分类单位(报告与统计单位);人头数与全职当量;科技人力资源劳动力的人口统计(年龄分布、性别、民族、种族);以及定量和定性结合的问题,包括失业、培训和再培训、工资、



© UKRC 工程是有趣的

退休年龄、公众对科学和技术的态度等。

还有一个针对科技人力资源储备和流动目录的国际和国家数据来源的评价记录,主要是 OECD, Eurostat 和 UNESCO 教育和研发统计,联合国国际劳工局(ILO)和全国人口普查的劳动力统计。所有这些基本数据都是由国家统计局提供给国际组织的,国家统计局有比公布的综合数据更详尽的数据库(公布的国际数据按照最低的一致特点)。一些规模较小的工业化国家(如北欧国家)也保持了详细的科技人力资源劳动力的国家记录,就像许多专业机构一样(此处特指国际和国家工程协会)。虽然人口普查间隔几年才进行(有时是5~10年),但是通常他们的覆盖面超过(每年甚至每季度的)家庭或就业/劳动力调查。通常这些调查仅基于采样,这意味着很多科技人力资源要求的详细信息会消失(如性别层面的数字)。

正如已经提到的,《堪培拉手册》虽在理论上颇有建树,也尝试一些重要的方法和分析(特别是 Eurostat),但很难在实践中进行协调的比较。这些问题基本上是由推荐的数据源不足产生的。ISCED 在 1997 年进行了修订,许多层次和学科的数据不再被覆盖(如前所示),但是《堪培拉手册》尚未进行修订。但如今《堪培拉手册》关于科技人力资源的概念和定义已获得全球公认,成为大多数科学技术劳动力分析研究的主要参考。

4.1.6 博士学位获得者职业的国际研究

最近——当然也是最有价值的——正在进行的国际科技人力资源项目勾勒出博士学位获得者的职业生涯(CDH)和他们的流动性,再次由 OECD, UNESCO 统计研究所和 Eurostat 合作。这个项目需要另外的指南,新的指南在很大程度上来自国家的实践,而不是《弗拉斯卡蒂手册》或《堪培拉手册》。

CDH 项目的目的是收集关于科技人才中这一重要类别的许多定量和定性的变量信息,不仅是绝对或相对的数字(有关人口、劳动力或其他特性),还有关于他们的其他信息,比如:

- 人口特征(性别、年龄等);
- 教育特征(受教育程度、获博士生学位的年份、年龄、博士学位的专业、毕业年龄、博士学位持续的月数,博士经费的主要来源);
- 劳动力市场的现状和特点(闲置率和失业率、全职与兼职、就业合同类型),工资(研究者的平均年薪,按性别、就业部门和就业领域区分);
- 国家来源、流动性(国际的、国家的、工作流动性、流动性的意图);
- 就业满意度;
- 成果(文章、书籍、专利、商业化产品或流程等)。

第一轮 CDH 试点调查仅选择了七个志愿国家(阿根廷、澳大利亚、加拿大、德国、葡萄牙、瑞士和美国),于 2005 年启动,2007 年公布了第一次初步结果。同一年的晚些时候启动了第二次调查。到 2008 年中期,OECD 收到了至少 25 个国家的回复,其中有一些是

新加入欧盟的东欧国家。

这种参与广泛和迅速的调查清楚地体现了新的 CDH 方法在评估科技人力资源中对国际和国家政策的兴趣。此外,它与公众和私人对创新的关注是紧密联系在一起的,特别是对服务部门的关注,服务部门的研发投资比制造业增长的更快。

这两次调查收集了大量关于博士学位获得者的工作环境的统计,虽然他们尚未系统地出版。为了进一步分析,这些数据的一个子集——所有参与国都共有的——被分离出来,构成一个目标群体:70 岁以下,在 1990 年至 2006 年内获得文凭。

2005 年 CDH 调查的国家覆盖并不全面,也不能代表全球经济,更不是以工程为导向的(第二次调查也是如此)。然而,首次实践经验由第二次调查的结果所证实,回应了当今科技界和政策制定者的大多数顾虑。

这些 CDH 调查如果得到进一步扩大和细化,将会阐明全球层面有关高素质、高技能人才储备和流动的问题,我们从中长期来看,其结果会对利益的具体分支有重大意义,比如工程职业。

但为了实现这个目标,需要发展额外的资源并完善方法论。这对于国际标准分类(ISCED,ISCO 和 ISIC)详细的次级分类是更加重要的,因为在这些分类中,作为一个学科的工程,或者作为一份职业的工程师(和技术人员),仍然很难从广义的科技中分离出来。无疑需要说服这些统计机构为满足客户需要提供更具体的数据——但是由谁来做?

在等待 OECD/UIS/Eurostat 公布前两次 CDH 调查更为全面的结果期间,讨论了下列一些有趣的项目。值得注意的是,虽然这些数据是针对所有科技博士学位获得者,但与工程或工程师的联系非常有限(许多数字仍有重要意义)。

主要指标之一是以绝对数字报告博士学位获得者的人数。无论是 OECD 的成员国,还是它以外的地区(如中国、印度和巴西),高等教育都在大规模地扩张,高技能人才的全球储备在经济全球化的背景下迅速增长。1998 年,整个 OECD 地区授予了大约 140000 个博士学位,而 2006 年登记的约为 20 万,增幅超过 40%。尚未有任何对博士学位获得者,尤其是工程博士学位获得者国际储备的评估,但 CDH 的研究表明,举例说,到 2006 年美国大约有 340000 名博士毕业生(1990 ~ 2006 年)(所有学科),德国有近 275000 名。

调查还分析了各国每 1000 个劳动力中有博士学位的人的数量。2002 年(第一次 CDH 调查)得出以下比例,说明国家之间相当大的变化:瑞士(27.5)、德国(20.1)、美国(10.7)、加拿大(8.2)、澳大利亚(7.8)、葡萄牙(2.6)、阿根廷(0.5)。



© UNESCO 科学、工程
和技术的性别指标工具包

调查涵盖的所有欧洲国家显示,自然科学是其博士学位获得者主要的(第一或第二)专业领域,而其他主要科技领域的比重差异很大。在扩展后的欧盟内,至少 20% 的博士学位获得者来自自然科学领域,只有一个或两个例外,而在其中七个国家甚至达 30% ~ 40%。

在同一系列里,数据显示在欧洲一半左右的国家中,工程博士学位约占总博士学位的 20%,但与其他学科相比,国家之间仍然有很大的差异。在东欧国家,工程的相对重要性非常显著(见下文),然而在其他国家,例如德国、爱沙尼亚和西班牙(大约 10%),有其他偏好(在德国医学科学占 30%,西班牙是 20%)。在大多数国家,人文科学占总博士学位的 10% ~ 15%。该研究报告估计在美国工程科学博士学位占大约 15% 的份额。

2006 年,工学博士学位占总博士学位的比例(四舍五入)

斯洛伐克共和国(27%)、波兰(26%)、保加利亚(25%)、罗马尼亚(23%)、捷克共和国(22%)、塞浦路斯(21%)、比利时(20%)、葡萄牙(20%)、立陶宛(19%)、拉脱维亚(18%)、丹麦(16%)、奥地利(14%)、爱沙尼亚(9%)、德国(9%)、西班牙(9%)。

虽然在较低水平的高等教育上(在读人数、毕业生),妇女的人数逐渐等于或超出男性的人数——当然在专业领域和国家之间仍有差异——但在所有的博士学位获得者以及科学和工程专业毕业生中,与男性相比,她们仍然代表性不足。她们也极少从事典型的工程和技术人员的职业和研究工作。1990 ~ 2006 年,女性博士学位获得者占据了总数的 30% ~ 50%,2006 年,22 个(欧洲和美国)国家的平均值不到 40%。有明确的迹象表明,自 1998 年以来,女性博士学位获得者的数量增加比男性快。但她们仍然要在科学领域(平均占总博士学位的 38%),尤其是工程领域——2006 年她们只占总博士学位的 21%——追赶男性。

虽然在不同的国家和专业存在差异,目前博士学位获得者的整体失业率(2006 年不超过 2% ~ 3%)是低级别文凭毕业生的一半左右,也低于整体人口的失业率。妇女比男性更容易失业,也处于更不稳定的地位。人文科学和社会科学领域(女性博士学位获得者占大多数)的失业率,比男性占大部分劳动力的“硬科学”(包括工程)普遍较高。第一次 CDH 调查表明,(2003 年)美国工程和技术专业(自然科学也是如此)博士学位获得者的失业率高于任何其他大学科,特别是社会科学和人文科学,但显然,这种情况正在逐渐趋于平衡。

在 2005 ~ 2006 年,全球工学博士学位获得者的平均毕业年龄约是 32 岁(大约 15 个国家是在 30 ~ 35 岁),但这一数字显示了尤其是西欧和东欧国家之间相当大的差异——比利时和塞浦路斯最低(仅 28 岁),但保加利亚(44 岁)、立陶宛(42 岁)、罗马尼亚和捷克共和国(40 岁)显著较高。在调查的约一半国家中,妇女获得工学博士学位的时间比男性短(见表 4-1)。

大约所有博士学位获得者的 3/4 在高等教育界工作。政府部门也是博士学位获得者的重要雇主,这些人活跃在科研和教学领域,或者在管理和专业岗位工作。工学博士

学位获得者被希望主要在企业部门工作,但在 13 个可获得企业部门数据的国家中,仅有 9 个是如此,大学比公司吸引了更多的工学博士。在其他 4 个国家(奥地利、比利时、捷克共和国和美国),企业雇佣 10% 左右的工学博士。

表 4-1 2005-2006 年工学博士毕业生的平均年龄

	女性	男性	合计
阿根廷			33
澳大利亚	31	31	31
奥地利	30.9	32.5	32.4
比利时	29	28	28
保加利亚	34	45	44
塞浦路斯	..	28	28
捷克	33.5	40.0	39.5
丹麦	31.7	31	31.2
爱沙尼亚	37.0	32.0	34.5
芬兰	34	33	33
日本	33.5	34.0	..
拉脱维亚	32	32	32
立陶宛	31	29	30
挪威	30.7	31.1	31.0
波兰	32	32	32
葡萄牙	34	36	36
罗马尼亚	38	43	40
斯洛伐克	30	30	30
西班牙	31	32	32
瑞典	32	32	32
瑞士	30	31	31
美国	30.2	31.0	30.8

来源:OECD, UNESCO, Eurostat

众所周知,即使都是博士学位获得者,女性和男性的工资都存在明显的差别。在美国,2003 年女性的工资整体比男性低 25%,在加拿大低 20%。对薪酬的不满引起就业不满和流动倾向的主要根源。薪酬不满情绪触及美国 20% 的博士学位获得者,葡萄牙占 40%,阿根廷占 55%。女性的比例甚至更高(2003 年)。

关于博士学位获得者作为研究者的成果,现有的数据还不足以得出整体的结论,尽管美国的数据表明,通常而言男性产出更多的文章和出版物,而女性“更适应教学等其他方式传播知识”。

关于外籍博士学位获得者的测量方法,第一次 CDH 调查中有一部分值得关注,它研究了对两种基本概念理解的差别:这些数据是针对在外国出生的人,还是有外国国籍的人。前一种反映了较长的一段时间内移民的高潮,其中一些人可能最终获得接受国的国籍,而第二种大致呈现了一个特定日期的情况。

根据所选择的方法,统计结果可能会有所不同。第一次 CDH 的报告表明,瑞士目前博士学位获得者中,在外国出生的占 41%,外国国籍的占 30%。在加拿大和澳大利亚,外国出生的博士学位获得者分别高达 54% 和 46%,但那些外国国籍的却只占 18% 和 14%。在加拿大和澳大利亚,外国出生的博士学位获得者的比重远大于美国。从绝对数字来看,在加拿大,外国出生的博士学位获得者多于该国出生的。外国国籍博士学位获得者更倾向在定居国家获得公民身份,特别是在澳大利亚、加拿大和美国。另外,美国公民中博士学位获得者的国际流动性很低。

表 4-2 OECD 的主要方法手册

A. “弗拉斯卡蒂家庭”手册	
研发	测量科学和技术的系列活动:《弗拉斯卡蒂手册:研究与实验发展调查的标准实践》第六版(OECD,2002年) 《高等教育界研发统计数据 and 成果的测量》——《弗拉斯卡蒂手册》副刊(OECD,1989年)
技术收支平衡	《技术收支平衡的测量和解释手册》——《TBP手册》(OECD,1990年)*
创新	《奥斯陆手册——创新数据的收集和解释指南》第三版(OECD,2005年)
专利	《OECD专利统计手册》(OECD,2009年)
科技人员	《于科技人力资源的测量——堪培拉手册》(OECD/Eurostat,1995年)
B. 对科技研究的其他方法框架	
高科技	《高技术产业和产品分类的修订》(OECD,STI工作文件,1997年2月)
文献计量学	《研究系统的文献计量学指标和分析:方法和范例》Yoshiko OKUBO(OECD,STI工作文件1997年1月)(OECD,1997年)**
全球化	《衡量全球化——OECD经济全球化指标手册》(OECD,2005年)
生产力	《工业水平生产率增长和总数的测量——OECD手册》(OECD,2001年)
生物科技	《生物技术统计框架》(OECD,2005年)

注:*主要是对现有信息的分类和解释(不是一开始就为科技分析和政策而收集的);**工作文件,不是公认的手册。

4.1.7 教育和就业中的工程师统计数据和分析

统计数据简介

本节中的图表是 UNESCO、OECD 和 Eurostat 最近几年的教育和就业统计。它们试图把工程师置于全球背景下。虽然每个机构管理自己的数据库和分析,这些教育数据最初是使用共同的问卷从各自的会员国收集而来的。

特别是关于工程师,1997 年的 ISCED 分类将教育分成 10 个广泛的领域,其中有三个新子类“工程、制造和建设”类(与 4.1.3“OECD《弗拉斯卡蒂手册》关于研究和开发资源的测量”中描述的 ISCED1976 年分类不同)。他们尽可能地用于图表中的数据。

表 4-3 ~ 表 4-8 展示了世界的数据,表 4-9 ~ 表 4-14 展示了 OECD 和欧洲地区国家的数据,因为那里没有相应的全球数据(转到 4.1.8“工程指标——表格”中查看表格)。

统计的注意事项

由于这些宏观统计数据的质量并不总是完全令人满意的,在解释时应该非常小心。

UNESCO 的教育数据只有“工程、制造和建设”大类的,而 OECD 和 Eurostat 有三个子类分别的数据。因此,UNESCO 的全球数据是最低的共有数据,图表中重点展示了整个类别的数据。OECD 和 Eurostat 有一部分三个子类别单独的数据,针对修订后的 ISCED 最高类别中的新层次,特别是 6 级,5A 级和 5B 级(详见 4.1.3“OECD《弗拉斯卡蒂手册》关于研究和开发资源的测量”)。UNESCO 合并了 ISCED 第 5 和第 6 类数据,这再次成为最低的共有数据。

从表中也可看出数据可用性的差异,特别是工业国家之间(OECD 和附属国尤为典型),它们是世界工程师的主体。遗憾的是,工业化国家——主要是区域经济体——的统计信息尚未获得。

对政策分析而言,趋势往往比研究特定时间的绝对数字更重要。工业国家的时间序列最完整,尽管 UNESCO 很多正在经历工业化的会员国的情形在逐步好转。

高等教育的统计数据是按照学生进入教育(招生),在读的学生和获得恰当资格离开教育的学生(毕业生)收集的。招生数量可能反映目前对特定专业的兴趣,而几年前毕业生数量也许更多地反映了对政策或就业的关注。招生和毕业生中大体包含了性别的数据。

作为一种惯例,政策分析中对趋势的分析比研究特定时间的绝对数字更有益。对“发达”国家的时间序列同样最完整,尽管 UNESCO 很多正在经历工业化的会员国的情形也在逐步好转。

鉴于数据的质量标准并不总是完全令人满意的,这些“宏观”系列的解释应得到重视。但遗憾的是,世界一些主要区域经济体的统计信息仍然没有获得(俄罗斯联邦、中

国、印度尼西亚、新加坡、泰国、埃及、尼日利亚等),虽然相关统计系列仍有希望在短期内完成。

至于“工程师”,“新的”ISCED(1997年)将教育领域分为10个广泛的小组,其中之一是有三个新子类的“工程、制造和建设”类(与4.1.3“OECD《弗拉斯卡蒂手册》关于研究和开发资源的测量”中描述的ISCED1976年分类不同):

- 工程与工程行业:工程制图、机械、金属加工、电力、电子、电信、能源与化学工程、汽车维修和测量。

- 制造和加工:食品和饮料加工、纺织、衣服、鞋类、皮革、木材、纸张、塑料和玻璃等材料。

- 建筑与建设:建筑和城市规划、结构建筑、景观建筑、社区规划、制图、建筑及土木工程。

OECD和Eurostat有三个子类分别的数据(对其中第一个“工程和工程行业”最有兴趣),而UNESCO只有“工程、制造和建设”大类的整体数据——作为最低的共有数据,在下列世界范围的招生和毕业生系列中是最主要的数据。之前(见4.1.6节关于博士学位获得者的职业生涯)我们还讨论了修订后的ISCED最高类别新的分类(尤其是6级,5A级和5B级),OECD和Eurostat有这些类别单独的数据。然而,我们要再次强调以上ISCED第5和第6类的数据UNESCO的统计中被合并在一起。

教育统计的初级分析

关于目前和不远将来的工程师的供应,这些统计数字可以告诉我们什么?对需求供应不平衡的反复关注是否合理?

首先,在过去十年中,每个国家的工程学科招生人数的绝对数字都在增加,除了极少数例外。当然增加率是不同的。

然而,与一个国家同一时期高等教育的总入学率和其他学科的入学率相比,工程学科入学率在大多数国家都呈现相对下降的趋势——尽管绝对数量在增长。因此在某种程度上,解释工程学科入学人数绝对数量的增加是进入高等教育整体人数的增加,而不是年轻人偏向选择工程学科。

同样,可以清楚地看到,女性工程学科招生人数的增加速度比男性快,相应的也体现在总学生数和毕业生数的比例上。但是在大多数国家,这个比例仍是很低的,在某些国家非常低。在世界各地之间和地区之内(特别是UNESCO成员)找出任何共同的趋势(增加、停滞或减少)是不可能的。在最大的国家中,随着时间的推移,数字是比较稳定的,而在较小的国家,可观察到年复一年的相对变化,尤其是在这些数据不可经常获得的发展中地区。

在OECD/Eurostat的数据所覆盖的国家范围内,总体趋势是工程学科招生人数为缓慢而稳定的增长。日本、荷兰、挪威和韩国是例外,自20世纪90年代后期,这些国家有约5%~10%的跌幅。国家主管部门非常重视在人口停滞和“婴儿潮”后毕业的工程师退休

时期的下降。例如日本采取各种措施加强合格的科学家和工程师从该地区其他国家移民或将研发外包给这些国家。在很多国家也采取了加强举措吸引高素质的专家回国。

值得我们关注的一个例子是韩国的工程学科总招生数比日本高出约 1/3 (根据 UNESCO 的统计)。

欧洲和更广泛的 OECD 地区招生人数平均增长了 10%, 几个新的欧盟成员国的增长较快, 其中许多在更早之前曾并入东欧或是前南斯拉夫联邦的一部分。类似的增长也出现在中亚的苏联加盟共和国。

地中海地区出现了巨大和有规律的发展, 包括土耳其 (OECD 成员国) 和北非国家, 以及整体阿拉伯国家, 沙特阿拉伯例外。

自从 20 世纪初, 在南亚和西亚地区工程专业的招生数在孟加拉国已增长 5 倍, 在印度、伊朗和巴基斯坦增长了大约一半。在这些国家的前三个中, 女性学生的人数也在增长, 但在巴基斯坦正在下降。

在非洲撒哈拉以南地区, 尽管 UIS 持续加强的能力建设, 仍然有许多国家尚未向 UNESCO 报告。南非是该地区工程专业招生绝对数量方面的领先国家, 在 2000 年至 2006 年增加了 60%。所有报告的非洲国家 (只有一两个例外) 远高于欧洲等地区的平均增长; 但是增长基数较低。在这里, 很多发展仍然是由于女性的增加。例如, 埃塞俄比亚的增长率在这一广袤地区排第二位, 2005 年之前的五年内, 它的数额翻了近 3 倍 (虽然在 2006 年有大幅下降)。这一增长包括女性工科学生翻了两番。

UNESCO 会员国中有许多没有报告数据的东亚、太平洋和加勒比地区的小国家。

拉丁美洲各国的工科专业招生人数没有共同的特点, 哥伦比亚、墨西哥和巴西出现了增长, 但在阿根廷和智利是减少的。这种情况洲内较小国家之间是不同的, 尽管增长缓慢或停止增长, 但也有一个轻微的倾向。

4.1.8 工程指标——表格

表 4-3 1999-2006 年大学层次“工程”* 教育招生总数 (人)——世界

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
欧洲 (OECD/欧盟地区)								
奥地利	...	40,448	...	...	31,158	30,004	29,674	29,890
比利时		41,903	40,886	41,513	39,729	44,270	40,451	41,670
保加利亚	49,639	52,426	52,777	51,941	50,948	50,463	50,504	51,083
克罗地亚	18,941	...	19,916	20,920	20,722	...	21,891	22,283
塞浦路斯	886	670	550	522	637	843	1,009	1,262
捷克	51,105	40,800	41,536	58,958	58,661	65,655	66,248	...
丹麦	17,481	18,982	19,720	19,406	21,771	22,501	24,005	23,077

续表

爱沙尼亚	7,517	7,420	7,320	7,107	7,357	7,859	8,269	8,412
芬兰	64,738	69,230	72,303	73,363	77,596	80,167	80,827	80,153
法国	...	...	...	...	...	...	...	252,882
德国	338,901	325,667	323,953	332,161	341,652	360,034	...	360,394
希腊	...	...	...	72,813	...	90,404	106,528	93,626
匈牙利	51,295	54,389	51,256	46,064	55,476	54,406	53,965	54,569
冰岛	483	556	606	693	870	980	1,022	1,149
爱尔兰	17,967	18,241	19,343	19,971	20,310	20,790	19,233	19,420
以色列	41,015	39,138	52,987	60,116	57,929	58,661	56,812	55,537
意大利	306,157	297,928	299,778	303,435	312,170	319,739	320,343	316,135
拉脱维亚	13,215	9,300	10,128	11,320	11,764	12,280	12,352	13,159
立陶宛	24,122	27,275	29,419	30,059	33,099	35,578	36,376	35,775
卢森堡公国	...	...	...	...	...	...	...	405
马耳他	431	411	459	525	674	698	737	...
荷兰	51,008	52,218	53,641	54,219	53,084	44,576	44,475	47,292
挪威	15,733	12,953	12,386	12,598	13,395	13,874	14,726	...
波兰	203,095	213,125	234,638	258,483	269,726	272,641	248,542	269,810
葡萄牙	...	67,007	...	81,648	84,526	85,414	83,079	80,597
罗马尼亚	91,450	98,964	108,672	117,244	138,909	145,106	150,203	152,176
俄罗斯	...	...	...	...	...	...	...	...
斯洛伐克	26,152	28,210	29,637	29,069	28,279	28,621	31,521	32,439
斯洛文尼亚	14,980	15,450	16,026	16,530	17,456	17,508	17,753	17,962
西班牙	281,760	295,266	303,122	314,066	322,932	324,936	319,340	318,881
瑞典	64,634	66,287	68,206	69,410	71,736	71,949	70,089	68,846
瑞士	24,638	23,305	23,293	24,255	25,384	26,622	26,376	27,418
土耳其	...	...	211,449	220,243	259,069	281,986	292,623	312,420
英国	182,761	178,410	217,529	225,784	177,164	180,656	185,283	191,182

其他 OECD 国家(欧洲以外国家)

澳大利亚	98,305	97,686	99,662	108,113	110,171	108,488	108,319	108,319
新西兰	10,568	11,586	11,607	10,793	13,975	14,839	15,124	15,788
加拿大	122,974	...	...	128,337	...	...	...	...
墨西哥	310,974	332,646	358,543	391,952	415,429	476,228	437,442	454,399
美国							1154,971	1166,545

续表

日本	718,782	706,998	701,698	694,580	685,063	677,544	668,526	655,851
韩国	1019,703	1096,304	1046,279	1079,584	1036,741	993,934	1022,845	971,722

西欧

安道尔	...	...	...	-	-	-	-	-
直布罗陀	...	...	...	...	...	...	...	...
圣座	-	-	-	-	...	...	...	...
列支敦士登	...	...	...	...	111	149	135	...
摩纳哥	.	.	.	.	.	.	...	...
圣马力诺	.	141	...	...	...	...	...	...

中东欧

阿尔巴尼亚	...	2,599	2,708	...	3,738	4,243	...	...
白俄罗斯	...	...	...	...	...	...	132,527	138,417
波斯尼亚与黑塞哥维那	...	...	...	...	...	...	...	...
门的内哥罗	...	...	...	...	...	...	...	...
摩尔多瓦	...	...	...	...	...	...	...	...
塞尔维亚	...	...	...	...	...	...	...	...
马其顿王国	6,558	7,793	7,709	9,152	9,035	8,376	8,936	...
乌克兰	494,995	...	456,901	487,137	513,638	545,764	581,761	606,853

阿拉伯国家

阿尔及利亚	...	...	...	...	...	71,445	78,175	80,826
巴林岛	...	...	...	...	2,080	...	1,589	1,581
吉布提	...	...	13	...	...	28	...	114
埃及	...	...	...	...	...	...	...	...
伊拉克	...	28,857	...	...	...	78,227	...	...
约旦	...	...	...	...	22,636	22,636	25,087	27,601
科威特	...	...	...	...	...	...	...	...
黎巴嫩	...	13,851	15,166	16,492	16,608	15,552	19,276	20,067
利比亚	...	59,645	...	...	...	...	...	...
毛里塔尼亚	...	...	...	...	-	...	-	...
摩洛哥	5,350	7,170	16,517	...	13,570	13,221	16,790	21,392
阿曼	...	...	...	...	...	...	4,488	...
巴勒斯坦	4,781	4,201	4,168	5,967	8,074	8,688	...	11,149
卡塔尔	...	...	289	276	312	432	...	...
沙特阿拉伯	...	32,865	...	...	44,233	15,721	19,780	...

续表

苏丹	...	...	...	...	...	...	...	...
叙利亚	...	...	...	...	...	...	...	...
突尼斯	...	...	...	...	23,697	...	...	34,802
阿拉伯联合酋长国	...	...	...	...	...	...	...	...
也门	...	...	...	...	...	...	...	...

中亚

亚美尼亚	...	...	4,725	...	4,632	4,921	5,841	6,169
阿塞拜疆	...	...	...	...	...	...	...	...
格鲁吉亚	21,505	23,282	27,734	31,251	36,344	35,657	31,812	10,678
哈萨克斯坦	...	...	...	...	...	...	...	...
吉尔吉斯斯坦	...	...	21,363	34,582	19,949	14,202	21,061	22,633
蒙古	11,124	12,993	14,649	16,059	18,316	18,545	20,117	22,478
塔吉克斯坦	...	3,912	5,967	6,397	5,449	6,863	15,488	19,189
土库曼斯坦	...	...	...	...	...	...	...	...
乌兹别克斯坦	...	...	...	...	...	...	...	43,065

东亚和环太平洋地区

文莱	108	153	228	...	202	170	218	334
柬埔寨	...	...	722	803	...	1,066	...	2,740
中国	...	...	...	...	...	...	...	...
库克群岛	...	...	...	...	...	...	...	...
朝鲜	...	...	...	...	...	...	...	...
斐济	...	...	...	...	...	...	...	...
香港(中国)	...	...	...	...	25,302	24,990	24,466	24,379
印度尼西亚	...	...	...	...	...	...	...	...
基里巴斯	...	...	...	...	...	...	...	...
老挝	...	1,393	1,656	...	1,922	3,560	2,337	4,382
澳门(中国)	...	...	...	316	413	...	505	501
马来西亚	...	...	...	150,285	...	156,286	128,376	...
马绍尔群岛	...	...	...	...	...	...	...	...
密克罗尼西亚	...	...	...	...	...	...	...	...
缅甸	...	...	29,957	...	...	...	...	...

续表

瑙鲁	...	...	...	...	...	...	...	...
纽埃	...	...	...	...	...	...	...	...
帕劳群岛	...	...	...	...	...	...	...	...
巴布亚新 几内亚	...	...	...	...	...	...	...	...
菲律宾	...	...	...	...	299,831	376,224	...	...
萨摩亚	...	57	...	...	...	...	...	...
新加坡	...	...	...	...	...	...	...	...
所罗门群岛	...	...	...	...	...	...	...	...
泰国	...	...	...	...	...	...	...	...
东帝汶	...	...	...	...	...	...	...	...
托克劳	...	...	...	...	...	...	...	...
汤加	...	...	...	...	...	...	...	...
图瓦卢	...	...	...	...	...	...	...	...
瓦努阿图	...	...	...	...	...	...	...	...
越南	141,930	132,569	...	154,846	164,141	...	...	...

南亚和西亚

阿富汗	...	...	...	...	...	...	...	...
孟加拉	...	8,845	11,903	12,935	14,049	27,349	45,482	...
不丹	...	...	...	...	...	...	...	,597
印度	...	...	418,193	526,476	...	...	696,609	...
伊朗	...	...	...	...	...	451,768	578,053	727,116
马尔代夫	...	...	.	.	.	...	...	...
尼泊尔	...	...	...	...	...	...	...	...
巴基斯坦	...	...	...	...	...	...	31,240	46,090
斯里兰卡	...	...	...	...	...	...	...	...

拉丁美洲和加勒比海地区

安圭拉	...	...	...	.	.	...	.	.
安提瓜和 巴布达	...	.	...	.	...	...	...	...
阿根廷	...	...	...	...	177,475	...	168,914	...

续表

肯尼亚	...	16,435	17,652	...	...	...	...	...
莱索托	-	...	...	...	-	...	52	-
利比里亚	...	2,013	...	...	...	...	...	...
马达加斯加岛	...	...	...	...	...	...	2,295	2,976
马拉维	1,041	...	...	...	...	...	...	...
马里	...	...	...	...	...	...	...	...
毛里求斯	1,909	1,833	1,978	1,847	2,169	2,482	2,971	2,585
莫桑比克	...	...	...	...	...	2,424	2,788	...
纳米比亚	305	...	475	...	539	...	...	...
尼日尔	...	...	...	...	...	...	...	...
尼日利亚	...	...	...	...	...	...	187	...
卢旺达	...	...	...	...	...	...	...	...
圣多美与普林希比共和国	.	.	.	.	.	.	.	...
塞内加尔	...	...	...	...	...	...	...	...
塞舌尔群岛	.	.	.	.	.	.	.	.
塞拉利昂	...	49	80	...	...	...	...	...
索马里	...	...	...	...	...	...	...	...
南非	...	43,354	...	...	54,038	62,013	69,028	70,339
斯威士兰	361	327	268	...	...	305	225	174
多哥	...	256	...	...	...	...	...	...
乌干达	4,356	2,095	3,366	...	...	6,332	...	...
坦桑尼亚	3,406	...	...	...	...	...	4,589	...
赞比亚	...	...	...	...	...	...	...	...
津巴布韦	...	...	...	...	...	...	...	...

来源: UNESCO

* “工程”的小计(ISCED-97中“工程、制造和建筑”大类的次级分类的数据没有获得)

表2 1999-2006年大学层次“工程”*教育女性招生数(人)——世界

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
欧洲(OECD/欧盟地区)								
奥地利	...	7,526	...	...	6,169	6,170	6,149	6,366
比利时	...	7,712	7,561	8,519	8,006	10,106	8,498	10,075
保加利亚	19,908	20,201	19,482	17,972	17,256	16,263	16,170	16,259

续表

克罗地亚	5,163	...	4,957	5,385	5,165	...	5,400	5,651
塞浦路斯	201	74	43	39	49	85	130	177
捷克	9,976	10,551	10,709	12,359	12,154	13,348	14,061	...
丹麦	5,103	5,308	5,175	5,989	7,130	7,555	7,951	7,596
爱沙尼亚	2,005	1,987	2,055	2,061	2,044	2,111	2,270	2,292
芬兰	11,252	12,306	13,163	13,797	14,457	14,841	15,082	15,077
法国	...	...	...	...	...	...	...	59,215
德国	60,653	60,054	60,847	62,636	64,661	68,152	...	65,693
希腊	...	...	...	19,629	...	25,431	29,547	22,066
匈牙利	10,625	...	10,295	9,884	11,195	10,142	10,285	10,179
冰岛	103	126	156	182	244	305	320	368
爱尔兰	3,105	3,247	3,613	3,577	3,645	3,468	3,142	3,177
以色列	10,902	9,584	14,230	17,467	13,103	15,904	15,216	15,109
意大利	78,998	78,381	79,478	80,140	83,367	86,809	88,784	89,599
拉脱维亚	3,192	2,480	2,520	2,582	2,531	2,570	2,648	2,735
立陶宛	7,855	8,540	9,013	8,796	9,292	9,896	9,446	9,000
卢森堡公国	...	...	...	...	...	...	...	...
马耳他	97	95	107	145	186	188	209	...
荷兰	6,267	6,306	6,408	6,448	6,230	6,009	5,991	7,107
挪威	3,975	3,231	2,974	2,973	3,230	3,305	3,550	...
波兰	41,910	44,274	50,907	57,491	59,657	61,478	63,715	73,133
葡萄牙	...	19,745	...	22,118	22,658	22,785	21,599	20,720
罗马尼亚	22,141	25,100	28,876	32,608	40,704	43,752	44,003	45,247
俄罗斯	...	...	...	...	...	...	...	...
斯洛伐克	7,287	7,378	8,022	8,315	8,081	8,207	8,821	9,247
斯洛文尼亚	3,667	3,869	3,960	4,056	4,056	4,143	4,287	4,335
西班牙	71,211	75,065	77,229	83,606	88,124	89,946	88,796	89,280
瑞典	17,536	18,789	19,967	20,270	20,628	20,260	19,611	19,116
瑞士	2,631	2,722	2,954	3,176	3,435	3,708	3,746	3,984
土耳其	...	...	45,960	47,708	48,258	53,182	53,253	58,147
英国	31,548	31,550	36,088	35,980	32,921	34,105	35,448	37,881

其他 OECD 国家 (欧洲以外国家)

澳大利亚	17,481	17,946	18,562	21,475	22,170	22,480	22,643	22,782
新西兰	3,000	3,422	3,083	3,452	3,953	3,390	3,518	3,977
加拿大	25,014	...	...	26,843	...	...	...	...
墨西哥	67,007	73,806	79,806	91,200	99,133	128,011	107,270	111,726

续表

美国							186,682	189,427
日本	77,278	77,674	79,201	80,825	81,260	80,682	79,468	76,922
韩国	185,728	195,251	175,300	188,797	189,299	160,346	165,982	156,216

西欧

安道尔	...	...	...	...	...	...	...	...
直布罗陀	...	...	...	...	...	...	...	...
圣座	...	...	...	...	...	...	...	...
列支敦士登	...	...	...	...	32	43	42	...
摩纳哥	...	...	...	...	...	...	...	...
圣马力诺	...	36	...	...	...	...	...	...

中东欧

阿尔巴尼亚	...	601	650	...	955	1,115	...	...
白俄罗斯	...	...	...	...	...	...	38,319	40,440
波斯尼亚 与黑塞 哥维那	...	...	...	...	...	...	...	...
门的内哥罗	...	...	...	...	...	...	...	...
摩尔多瓦	...	...	...	...	...	...	...	...
塞尔维亚	...	...	...	...	...	...	...	...
马其顿王国	1,833	2,196	2,194	2,580	2,619	2,646	2,835	...
乌克兰	...	...	...	...	...	...	...	...

阿拉伯国家

阿尔及利亚	...	...	...	...	...	22,080	24,288	25,334
巴林岛	...	...	...	...	509	...	359	333
吉布提	...	...	...	...	...	7	...	24
埃及	...	...	...	...	...	...	...	...
伊拉克	...	6,416	...	...	...	14,707	...	...
约旦	...	...	...	...	6,858	6,858	6,149	7,326
科威特	...	...	...	...	...	...	...	...
黎巴嫩	...	3,155	3,030	3,364	3,561	3,496	3,769	4,137
利比亚	...	...	...	...	...	...	...	...
毛里塔尼亚	...	...	...	...	...	...	...	...
摩洛哥	1,267	1,628	5,686	...	3,024	3,091	4,018	5,804
阿曼	...	...	...	...	...	...	904	...
巴勒斯坦	1,212	1,002	1,060	1,804	2,866	2,727	...	3,090

续表

密克罗尼西亚	...	...	...	...	...	...	...	...
缅甸	...	...	...	...	...	...	...	...
瑙鲁	...	...	...	...	...	...	...	...
纽埃	...	...	...	...	...	...	...	...
帕劳群岛	...	...	...	...	...	...	...	...
巴布亚新几内亚	...	...	...	...	...	...	...	...
菲律宾	...	...	...	...	90,816	...	...	...
萨摩亚	...	2	...	...	...	...	...	...
新加坡	...	...	...	...	...	...	...	...
所罗门群岛	...	...	...	...	...	...	...	...
泰国	...	...	...	...	...	...	...	...
东帝汶	...	...	...	...	...	...	...	...
托克劳	...	...	...	...	...	...	...	...
汤加	...	...	...	...	...	...	...	...
图瓦卢	...	...	...	...	...	...	...	...
瓦努阿图	...	...	...	...	...	...	...	...
越南	14,936	15,619	...	22,355	23,576	...	...	...

南亚和西亚

阿富汗	...	...	...	...	...	...	...	...
孟加拉	...	1,185	1,188	1,366	1,531	3,521	6,779	...
不丹	...	...	...	...	...	...	...	117
印度	...	...	93,279	130,832	...	...	165,402	...
伊朗	...	...	...	...	...	78,101	119,744	189,291
马尔代夫	...	...	.	.	.	...	...	...
尼泊尔	...	...	...	...	...	...	...	...
巴基斯坦	...	...	...	...	...	...	13,341	6,882
斯里兰卡	...	...	...	...	...	...	...	...

拉丁美洲和加勒比海地区

安圭拉	...	...	...	.	.	...	.	.
安提瓜和巴布达	...	.	...	.	...	...	...	...
阿根廷	...	...	...	...	...	...	51,796	...
阿鲁巴岛	...	51	42	43	60	50	...	47

续表

圣文森特和格林纳丁斯	...	...	...	...	...	...	...	...
苏里南	...	...	...	174	...	...	...	...
特立尼达和多巴哥	...	317	379	...	...	803	...	...
特克斯和凯科斯群岛	...	...	...	...	.	.	...	...
乌拉圭	...	...	...	...	...	...	4,440	...
委内瑞拉	...	...	...	...	...	...	...	...

撒哈拉以南非洲

安哥拉	138	...	...	...	...	...	...	...
贝宁	...	...	...	...	...	...	...	...
博茨瓦纳	...	...	78	58	...	62	74	...
布基纳法索	...	...	...	...	...	...	...	733
布隆迪	...	...	...	43	...	...	...	...
喀麦隆	...	...	...	...	...	...	...	...
佛得角	...	...	...	...	...	...	...	...
中非共和国	...	...	...	...	...	...	...	...
乍得	...	...	...	...	...	...	...	...
科摩罗	...	...	...	...	.	...	...	...
刚果	...	...	.	12	...	...	...	...
科特迪瓦	...	...	...	...	...	...	...	...
刚果金 共和国	...	...	...	...	...	...	...	...
赤道几内亚	...	...	...	...	...	...	...	...
厄立特里亚	7	17	22	-	...	123	...	...
埃塞俄比亚	516	454	991	765	1,077	1,932	2,433	2,134
加蓬	...	...	...	...	...	...	...	...
冈比亚	...	...	...	...	...	.	...	...
加纳	...	881	962	781	...	632	...	...
几内亚	...	...	...	...	...	141	...	201
几内亚比绍	...	...	...	...	...	...	...	...
肯尼亚	...	2,168	2,229	...	...	...	...	...
莱索托	-	.	...	...	-	...	19	...
利比里亚	...	499	...	...	...	...	...	...

续表

马达加斯加岛	...	...	...	...	...	...	424	537
马拉维	174	...	...	...	...	...	...	...
马里	...	...	...	...	...	...	...	...
毛里求斯	433	338	398	390	487	662	841	708
莫桑比克	...	...	...	...	...	245	278	...
纳米比亚	35	...	78	...	97	...	...	...
尼日尔	...	...	...	...	...	...	...	...
尼日利亚	...	...	...	...	...	...	21	...
卢旺达	...	...	...	...	...	...	...	...
圣多美与普林希比共和国	.	.	.	.	.	.	.	...
塞内加尔	...	...	...	...	...	...	...	...
塞舌尔群岛	.	.	.	.	.	.	.	.
塞拉利昂	...	14	20	...	...	...	...	...
索马里	...	...	...	...	...	...	...	...
南非	...	7,190	...	...	13,125	15,756	16,847	18,231
斯威士兰	25	19	41	...	...	48	24	15
多哥	...	16	...	...	...	...	...	...
乌干达	741	561	596	...	...	1,196	...	...
坦桑尼亚	294	...	...	...	...	...	468	...
赞比亚	...	...	...	...	...	...	...	...
津巴布韦	...	...	...	...	...	...	...	...

来源:UNESCO

* “工程”的小计(ISCED-97中“工程、制造和建筑”大类的次级分类的数据没有获得)

表3 1999-2006年大学层次“工程”*教育招生数
占所有学生的百分比数(%)——世界

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
欧洲(OECD/欧盟地区)								
奥地利	...	12,9	...	...	13,6	12,6	12,1	11,8
比利时	...	11,8	11,4	11,3	10,6	11,5	10,4	10,6
保加利亚	18,4	20,1	21,4	22,7	22,1	22,1	21,2	21,0
克罗地亚	19,8	...	19,1	18,6	17,0	...	16,3	16,3
塞浦路斯	8,2	6,4	4,6	3,7	3,5	4,0	5,0	6,1

续表

捷克	22,1	16,1	16,0	20,7	20,4	20,6	19,7	...
丹麦	9,2	10,0	10,3	9,9	10,8	10,4	10,3	10,1
爱沙尼亚	15,4	13,8	12,7	11,7	11,6	12,0	12,2	12,3
芬兰	24,6	25,6	25,9	25,8	26,6	26,7	26,4	25,9
法国	...	...	...	...	...	...	...	11,5
德国	16,2	15,8	15,5	15,4	15,2	15,4	...	15,7
希腊	...	...	...	13,8	...	15,1	16,5	14,3
匈牙利	18,4	17,7	15,5	13,0	14,2	12,9	12,4	12,4
冰岛	5,7	5,8	6,0	6,0	6,5	6,7	6,7	7,3
爱尔兰	11,9	11,4	11,6	11,3	11,2	11,0	10,3	10,4
以色列	16,6	15,3	19,6	20,1	19,2	19,5	18,3	17,9
意大利	17,0	16,8	16,5	16,4	16,3	16,1	15,9	15,6
拉脱维亚	16,1	10,2	9,9	10,2	9,9	9,6	9,5	10,0
立陶宛	22,5	22,4	21,6	20,2	19,7	19,5	18,6	18,0
卢森堡公国	...	...	...	...	...	...	...	15,0
马耳他	7,5	6,5	6,2	7,2	7,5	8,9	7,8	...
荷兰	10,9	10,7	10,6	10,5	10,1	8,2	7,9	8,2
挪威	8,4	6,8	6,5	6,4	6,3	6,5	6,9	...
波兰	14,5	13,5	13,2	13,6	13,6	13,3	11,7	12,6
葡萄牙	...	17,9	...	20,7	21,1	21,6	21,8	21,9
罗马尼亚	22,4	21,9	20,4	20,1	21,6	21,2	20,3	18,2
俄罗斯	...	...	...	...	...	...	...	...
斯洛伐克	21,3	20,8	20,6	19,1	17,9	17,4	17,4	16,4
斯洛文尼亚	18,9	18,4	17,5	16,7	17,2	16,8	15,8	15,6
西班牙	15,8	16,1	16,5	17,1	17,5	17,7	17,6	17,8
瑞典	19,3	19,1	19,1	18,1	17,3	16,7	16,4	16,3
瑞士	15,8	14,9	14,3	14,3	13,6	13,6	13,2	13,4
土耳其	...	...	13,2	13,1	13,5	14,3	13,9	13,3
英国	8,8	8,8	10,5	10,1	7,7	8,0	8,1	8,2

其他 OECD 国家(欧洲以外国家)

澳大利亚	11,6	11,6	11,5	10,7	11,0	10,8	10,6	10,4
新西兰	6,3	6,7	6,5	5,8	7,1	6,1	6,3	6,6
加拿大	10,1	...	...	10,2	...	...	...	...
墨西哥	16,9	16,9	17,5	18,3	18,6	20,5	18,3	18,6
美国							6,7	6,7
日本	18,2	17,8	17,7	17,5	17,2	16,8	16,6	16,1
韩国	38,7	38,6	34,8	34,5	32,3	30,8	31,7	30,3

西欧

安道尔	...	...	...	...	...	...	...	...
直布罗陀	...	...	...	...	...	...	...	...
圣座	...	...	...	...	...	...	...	...
列支敦士登	...	...	...	...	25,2	28,0	25,6	...
摩纳哥	...	...	...	...	...	...	...	...
圣马力诺	...	15,0	...	...	...	...	...	...

中东欧

阿尔巴尼亚	...	6,5	6,6	...	8,6	8,0	...	...
白俄罗斯	...	...	...	...	...	...	25,1	25,1
波斯尼亚与黑塞哥维那	...	...	...	...	...	...	...	...
门的内哥罗	...	...	...	...	...	...	...	...
摩尔多瓦	...	...	...	...	...	...	...	...
塞尔维亚	...	...	...	...	...	...	...	...
马其顿王国	18,7	21,1	19,2	20,5	19,8	18,0	18,1	...
乌克兰	28,5	...	23,4	22,8	22,4	22,1	22,3	22,1

阿拉伯国家

阿尔及利亚	...	...	...	...	...	10,0	9,9	9,9
巴林岛	...	...	...	...	10,9	...	8,4	8,6
吉布提	...	...	2,6	...	...	2,5	...	5,9
埃及	...	...	...	...	...	...	...	...
伊拉克	...	10,0	...	...	...	19,0	...	...
约旦	...	...	...	...	12,2	10,6	11,5	12,5
科威特	...	...	...	...	...	...	...	...
黎巴嫩	...	11,9	11,3	11,5	11,5	10,1	11,6	11,6
利比亚	...	20,6	...	...	...	...	...	...
毛里塔尼亚	...	...	...	...	...	...	...	...
摩洛哥	2,0	2,6	5,3	...	4,0	3,8	4,6	5,6
阿曼	...	...	...	...	...	...	9,3	...
巴勒斯坦	7,2	5,9	5,2	6,7	7,7	7,1	...	6,6
卡塔尔	...	...	3,7	3,5	4,0	4,7	...	...
沙特阿拉伯	...	8,1	...	...	8,4	2,7	3,3	...
苏丹	...	...	...	...	...	...	...	...
叙利亚	...	...	...	...	...	...	...	...
突尼斯	...	...	...	...	9,0	...	...	10,7

续表

伯利兹城	...	...	...	...	...	0,1	...	...
百慕大群岛	...	...	...	...	...	...	13,9	...
玻利维亚	...	...	...	...	...	...	...	...
巴西	...	...	...	7,8	7,5	7,5	7,5	...
英属维尔京群岛	...	...	...	...	...	...	...	...
开库曼群岛	...	...	...	...	...	...	...	...
智利	...	...	...	31,4	29,9	17,2	18,2	18,5
哥伦比亚	...	...	29,0	...	...	28,8	29,8	32,3
哥斯达黎加	...	...	12,6	14,3	...	14,9	...	...
古巴	...	...	...	...	...	...	...	2,1
多米尼加岛	...	...	...	...	...	...	...	...
多米尼加共和国	...	...	...	...	...	...	...	...
厄瓜多尔	...	...	...	...	...	...	...	...
萨尔瓦多	...	...	...	12,2	13,3	...	12,2	11,9
格林纳达	...	...	...	...	...	...	...	...
危地马拉	...	...	...	17,1	...	...	...	18,6
圭亚那	...	...	...	...	...	6,4	6,1	6,5
海地	...	...	...	...	...	...	...	...
洪都拉斯	...	...	...	...	18,0	...	...	...
牙买加	...	...	...	...	...	...	...	...
蒙特色拉特岛	...	...	...	...	...	...	...	...
荷属安地列斯群岛	...	33,7	32,2	...	...	...	...	...
尼加拉瓜	...	...	...	...	...	...	...	...
巴拿马	...	...	...	18,1	14,3	11,9	11,6	11,2
巴拉圭	...	...	...	...	...	...	...	...
秘鲁	...	...	...	...	...	...	...	0,6
圣基茨和尼维斯	...	...	...	...	...	...	...	...
圣卢西亚	...	...	...	...	...	...	...	...
圣文森特和格林纳丁斯	...	...	...	...	...	...	...	...
苏里南	...	...	...	10,1	...	...	...	...

续表

马里	...	...	...	...	...	...	...	...
毛里求斯	25,3	22,2	15,9	14,7	12,9	14,0	17,6	15,4
莫桑比克	...	...	...	...	...	10,9	9,9	...
纳米比亚	3,2	...	3,6	...	4,6	...	...	...
尼日尔	...	...	...	...	...	...	...	...
尼日利亚	...	...	...	...	...	...	0,0	...
卢旺达	...	...	...	...	...	...	...	...
圣多美与 普林希比 共和国	...	...	...	...	...	...	...	...
塞内加尔	...	...	...	...	...	...	...	...
塞舌尔群岛	...	...	...	...	...	...	...	...
塞拉利昂	...	0,7	0,9	...	...	...	...	...
索马里	...	...	...	...	...	...	...	...
南非	...	6,7	...	...	7,5	8,3	9,4	9,5
斯威士兰	7,4	6,9	5,6	...	...	4,6	3,8	3,1
多哥	...	1,7	...	...	...	...	...	...
乌干达	10,7	3,8	5,4	...	...	7,2	...	...
坦桑尼亚	18,1	...	...	...	...	...	9,0	...
赞比亚	...	...	...	...	...	...	...	...
津巴布韦	...	...	...	...	...	...	...	...

来源: UNESCO

* “工程”的小计(ISCED-97中“工程、制造和建筑”大类的次级分类的数据没有获得)

表4 1999-2006年大学层次“工程”
* 教育招生总数中女性的百分比(%)——世界

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
欧洲(OECD/欧盟地区)								
奥地利	...	18,6	...	...	19,8	20,6	20,7	21,3
比利时	...	18,4	18,5	20,5	20,2	22,8	21,0	24,2
保加利亚	40,1	38,5	36,9	34,6	33,9	32,2	32,0	31,8
克罗地亚	27,3	...	24,9	25,7	24,9	...	24,7	25,4
塞浦路斯	22,7	11,0	7,8	7,5	7,7	10,1	12,9	14,0
捷克	19,5	25,9	25,8	21,0	20,7	20,3	21,2	...
丹麦	29,2	28,0	26,2	30,9	32,7	33,6	33,1	32,9
爱沙尼亚	26,7	26,8	28,1	29,0	27,8	26,9	27,5	27,2

续表

芬兰	17,4	17,8	18,2	18,8	18,6	18,5	18,7	18,8
法国	...	...	...	...	...	...	...	23,4
德国	17,9	18,4	18,8	18,9	18,9	18,9	...	18,2
希腊	...	...	...	27,0	...	28,1	27,7	23,6
匈牙利	20,7	...	20,1	21,5	20,2	18,6	19,1	18,7
冰岛	21,3	22,7	25,7	26,3	28,0	31,1	31,3	32,0
爱尔兰	17,3	17,8	18,7	17,9	17,9	16,7	16,3	16,4
以色列	26,6	24,5	26,9	29,1	22,6	27,1	26,8	27,2
意大利	25,8	26,3	26,5	26,4	26,7	27,1	27,7	28,3
拉脱维亚	24,2	26,7	24,9	22,8	21,5	20,9	21,4	20,8
立陶宛	32,6	31,3	30,6	29,3	28,1	27,8	26,0	25,2
卢森堡公国	...	...	...	...	...	...	...	...
马耳他	22,5	23,1	23,3	27,6	27,6	26,9	28,4	...
荷兰	12,3	12,1	11,9	11,9	11,7	13,5	13,5	15,0
挪威	25,3	24,9	24,0	23,6	24,1	23,8	24,1	...
波兰	20,6	20,8	21,7	22,2	22,1	22,5	25,6	27,1
葡萄牙	...	29,5	...	27,1	26,8	26,7	26,0	25,7
罗马尼亚	24,2	25,4	26,6	27,8	29,3	30,2	29,3	29,7
俄罗斯	...	...	...	...	...	...	...	...
斯洛伐克	27,9	26,2	27,1	28,6	28,6	28,7	28,0	28,5
斯洛文尼亚	24,5	25,0	24,7	24,5	23,2	23,7	24,1	24,1
西班牙	25,3	25,4	25,5	26,6	27,3	27,7	27,8	28,0
瑞典	27,1	28,3	29,3	29,2	28,8	28,2	28,0	27,8
瑞士	10,7	11,7	12,7	13,1	13,5	13,9	14,2	14,5
土耳其	...	...	21,7	21,7	18,6	18,9	18,2	18,6
英国	17,3	17,7	16,6	15,9	18,6	18,9	19,1	19,8

其他 OECD 国家(欧洲以外国家)

澳大利亚	17,8	18,4	18,6	19,9	20,1	20,7	20,9	21,0
新西兰	28,4	29,5	26,6	32,0	28,3	22,8	23,3	25,2
加拿大	20,3	...	...	20,9	...	...	...	...
墨西哥	21,5	22,2	22,3	23,3	23,9	26,9	24,5	24,6
美国	...	...	...	...	...	...	16,2	16,2
日本	10,8	11,0	11,3	11,6	11,9	11,9	11,9	11,7
韩国	18,2	17,8	16,8	17,5	18,3	16,1	16,2	16,1

续表

巴西	...	...	...	27,0	26,3	26,4	26,1	...
英属维尔京群岛	...	...	...	...	...	...	...	...
开库曼群岛	...	...	...	...	...	...	...	...
智利	...	...	...	24,8	21,9	21,2	21,4	23,8
哥伦比亚	...	...	33,4	...	...	32,1	31,7	36,5
哥斯达黎加	...	...	29,7	24,5	...	28,6	...	...
古巴	...	...	...	...	...	...	...	24,8
多米尼加岛	...	...	...	...	...	...	...	...
多米尼加共和国	...	...	...	...	...	...	...	...
厄瓜多尔	...	...	...	...	...	...	...	...
萨尔瓦多	...	...	...	25,1	26,0	...	25,3	25,0
格林纳达	...	...	...	...	...	...	...	...
危地马拉	...	...	...	18,8	...	...	...	25,2
圭亚那	...	...	...	...	...	13,0	11,7	15,5
海地	...	...	...	...	...	...	...	...
洪都拉斯	...	...	...	...	33,7	...	...	...
牙买加	...	...	...	...	...	...	...	...
蒙特塞拉特岛	...	...	...	...	...	...	...	...
荷属安地列斯群岛	...	13,0	14,7	...	...	...	...	...
尼加拉瓜	...	...	...	...	...	...	...	...
巴拿马	...	...	...	29,3	29,8	28,0	31,0	30,5
巴拉圭	...	...	...	...	...	...	...	...
秘鲁	...	...	...	...	...	...	...	19,4
圣基茨和尼维斯	...	...	...	...	...	...	...	...
圣卢西亚	...	...	...	...	...	...	...	...
圣文森特和格林纳丁斯	...	...	...	...	...	...	...	...
苏里南	...	...	...	33,1	...	...	...	...
特立尼达和多巴哥	...	24,4	27,1	...	...	21,2	...	...

续表

特克斯和 凯科斯群岛	...	...	...	...	...	...	...	...
乌拉圭	...	...	...	...	...	...	36,0	...
委内瑞拉	...	...	...	...	...	...	...	...

撒哈拉以南非洲

安哥拉	20,5	...	...	...	...	...	...	...
贝宁	...	...	...	...	...	...	...	...
博茨瓦纳	...	...	22,2	16,4	...	11,6	12,3	...
布基纳法索	...	...	...	...	...	...	...	42,6
布隆迪	...	...	...	8,6	...	...	...	...
喀麦隆	...	...	...	...	...	...	...	...
佛得角	...	...	...	...	...	...	...	...
中非共和国	...	...	...	...	...	...	...	...
乍得	...	...	...	...	...	...	...	...
科摩罗	...	...	...	...	...	...	...	...
刚果	...	...	...	10,3	...	...	...	...
科特迪瓦	...	...	...	...	...	...	...	...
刚果金 共和国	...	...	...	...	...	...	...	...
赤道几内亚	...	...	...	...	...	...	...	...
厄立特 里亚国	4,0	4,6	4,9	...	...	9,6	...	...
埃塞俄比亚	8,7	7,7	8,7	8,2	7,9	11,1	14,3	16,5
加蓬	...	...	...	...	...	...	...	...
冈比亚	...	...	...	...	...	...	...	...
加纳	...	10,9	10,7	8,3	...	7,8	...	...
几内亚	...	...	...	...	...	6,8	...	12,0
几内亚比绍	...	...	...	...	...	...	...	...
肯尼亚	...	13,2	12,6	...	...	...	...	...
莱索托	...	...	...	...	...	...	36,5	...
利比里亚	...	24,8	...	...	...	...	...	...
马达加 斯加岛	...	...	...	...	...	...	18,5	18,0
马拉维	16,7	...	...	...	...	...	...	...
马里	...	...	...	...	...	...	...	...
毛里求斯	22,7	18,4	20,1	21,1	22,5	26,7	28,3	27,4

续表

莫桑比克	...	...	...	...	...	10,1	10,0	...
纳米比亚	11,5	...	16,4	...	18,0	...	...	...
尼日尔	...	...	...	...	...	...	...	...
尼日利亚	...	...	...	...	...	...	11,2	...
卢旺达	...	...	...	...	...	...	...	...
圣多美与 普林希比 共和国	...	...	...	...	...	...	...	...
塞内加尔	...	...	...	...	...	...	...	...
塞舌尔群岛	...	...	...	...	...	...	...	...
塞拉利昂	...	28,6	25,0	...	...	...	...	...
索马里	...	...	...	...	...	...	...	...
南非	...	16,6	...	...	24,3	25,4	24,4	25,9
斯威士兰	6,9	5,8	15,3	...	...	15,7	10,7	8,6
多哥	...	6,3	...	...	...	...	...	...
乌干达	17,0	26,8	17,7	...	...	18,9	...	...
坦桑尼亚	8,6	...	...	...	...	...	10,2	...
赞比亚	...	...	...	...	...	...	...	...
津巴布韦	...	...	...	...	...	...	...	...

来源: UNESCO

* “工程”的小计(ISCED-97中“工程、制造和建筑”大类的次级分类的数据没有获得)

表 5: 1999 - 2007 年毕业于大学层次“工程” * 教育的学生总数(人)——世界

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2006	2007	
欧洲(OECD/欧盟地区)									
奥地利	...	5,642	5,583	...	6,246	6,281	6,704	...	...
比利时	...	7,906	7,535	7,689	...	4,976	...	7,587	...
保加利亚	6,503	6,319	7,128	10,654	7,432	7,418	7,429	...	...
克罗地亚	2,657	2,719	2,517	2,272	2,229	...	2,319	2,388	...
塞浦路斯	185	...	...	160	188	119	...	...	...
捷克	5,988	5,159	5,017	5,196	7,244	8,018	8,728	10,377	...
丹麦	3,773	3,579	5,293	5,126	4,800	5,692	5,221	5,176	...
爱沙尼亚	905	926	923	781	914	854	1,133	1,148	...
芬兰	8,674	7,376	8,195	8,240	8,005	8,189	...	...	...
法国	82,407	75,387	...	87,943	95,481	97,509	94,737	...	...
德国	56,199	52,174	50,157	49,567	51,718	53,725	55,998	...	...

续表

希腊	...	...	...	...	...	4,864	7,374	9,137	...
匈牙利	6,720	5,820	4,363	5,821	5,772	5,301	5,124	4,669	...
冰岛	82	110	113	98	139	145	168	219	...
爱尔兰	5,173	5,415	5,331	4,754	6,281	7,061	7,157	...	...
以色列	...	14,605	3,849	4,540	...	...	...	...	...
意大利	29,689	31,013	32,144	37,846	45,300	49,744	56,428	...	...
拉脱维亚	1,255	1,438	1,441	1,460	1,484	1,845	...	1,794	...
立陶宛	4,742	5,340	5,673	5,571	5,983	6,489	6,890	6,892	...
卢森堡公国	...	...	...	...	...	...	...	...	...
马耳他	38	122	103	82	98	112	101	...	...
荷兰	8,661	8,254	8,385	8,958	9,590	8,693	8,940	9,691	...
挪威	2,512	2,351	2,486	2,150	2,540	2,559	2,449	...	...
波兰	...	...	29,831	33,105	36,110	34,144	37,304	42,564	...
葡萄牙	...	7,148	...	8,239	8,926	10,008	10,585	...	...
罗马尼亚	11,787	12,866	14,032	15,392	24,912	26,015	27,501	27,653	...
俄罗斯	...	...	...	...	...	335,655	360,535	417,343	...
斯洛伐克	2,889	3,317	4,450	4,680	4,870	5,220	6,085	6,018	...
斯洛文尼亚	2,037	...	1,995	2,295	2,120	2,219	2,259	2,168	...
西班牙	37,855	38,584	45,112	48,185	50,663	50,368	...	47,181	...
瑞典	7,788	8,824	9,373	9,970	10,319	11,945	...	...	...
瑞士	8,146	7,871	7,300	7,353	6,811	7,214	8,639	...	...
土耳其	...	...	41,506	43,873	46,331	49,910	51,145	53,311	...
英国	56,069	49,198	57,969	56,315	52,729	48,284	50,704	52,798	...

其他 OECD(欧洲以外国家)

澳大利亚	11,957	12,520	18,083	18,860	19,578	...	21,314	22,499	...
新西兰	2,191	2,143	2,174	2,311	2,173	2,724	2,870	3,061	...
加拿大	24,614	...	...	25,722	...	...	...	...	...
墨西哥	37,716	44,606	46,424	50,812	59,303	...	59,117	...	...
美国	176,430	179,276	179,965	179,002	184,740	189,402	189,938	189,532	...
日本	212,706	209,938	204,502	203,151	199,405	195,241	195,670	...	...
韩国	167,655	174,299	168,296	180,233	173,614	172,703	165,812	179,143	169,831

西欧

安道尔	...	...	...	-	-	-	-	-	...
直布罗陀	.	.	.	.	.	...	...	...	...

续表

巴布亚新几内亚	...	...	...	...	...	...	...	...	...
菲律宾	...	...	...	...	39518	56628	...	...	...
萨摩亚	103	23	...	...	...	...	...	...	...
新加坡	...	...	...	...	...	...	...	...	...
所罗门群岛	...	...	...	...	...	...	...	...	...
泰国	...	...	...	...	...	...	...	...	...
东帝汶	...	...	...	...	...	...	...	...	...
托克劳	.	.	.	.	.	.	...	...	...
汤加	...	...	...	...	...	...	...	...	...
图瓦卢	.	.	.	.	.	.	...	...	...
瓦努阿图	...	...	...	...	...	...	...	...	...
越南	...	...	...	...	...	...	38786	...	...

南亚和西亚

阿富汗	...	...	...	...	...	...	...	...	...
孟加拉	...	845	...	826	870	...	...	...	...
不丹	...	...	...	...	...	...	...	...	...
印度	...	...	...	...	...	...	...	...	...
伊朗	...	...	...	...	...	67978	86373	94218	...
马尔代夫	.	.	.	.	.	...	...	...	...
尼泊尔	...	...	...	...	...	...	...	...	...
巴基斯坦	...	...	...	...	...	...	...	...	...
斯里兰卡	...	...	...	...	...	...	...	...	...

拉丁美洲和加勒比海地区

安圭拉	...	.	.	.	.	...	...	.	...
安提瓜和巴布达	.	.	.	.	...	...	...	...	...
阿根廷	...	...	...	...	...	...	...	...	...
阿鲁巴岛	67	61	74	62	49	33	...	34	...
巴哈马群岛	...	...	...	...	...	...	...	...	...
巴巴多斯	...	...	...	...	...	...	...	...	...
伯利兹城	...	...	...	...	...	-	...	...	...
百慕大群岛	...	...	10	...	...	...	...	...	26
玻利维亚	...	2233	...	...	...	...	...	...	...
巴西	...	...	25310	28024	30456	33148	36918	...	...

续表

乌拉圭	...	...	...	...	...	...	680	556	...
委内瑞拉	...	11,871	...	...	...	...	...	...	...

撒哈拉以南非洲

安哥拉	16	...	...	15	...	...	...	...	...
贝宁	140	...	...	...	...	...	...	...	...
博茨瓦纳	54	...	38	...	...	...	...	...	...
布基纳法索	...	...	...	...	...	...	...	...	...
布隆迪	...	...	34	...	...	148	...	...	...
喀麦隆	...	...	...	...	...	...	...	1619	...
佛得角	...	...	...	...	...	...	...	...	...
中非共和国	...	...	...	...	...	...	...	...	...
乍得	...	.	...	...	...	...	...	...	...
科摩罗	.	.	...	...	...	...	...	...	...
刚果	...	...	...	...	...	...	...	...	...
科特迪瓦	...	...	...	...	...	...	...	...	...
刚果金 共和国	...	...	...	...	...	...	...	...	...
赤道几内亚	...	...	...	...	...	...	...	...	...
厄立特 里亚国	...	...	159	65	185	82	...	...	...
埃塞俄比亚	661	704	...	1259	2197	2511	2396	2235	2813
加蓬	...	...	...	...	...	...	...	...	...
冈比亚	...	373	...	...	...	.	...	...	...
加纳	...	2124	...	...	...	...	...	...	...
几内亚	...	...	...	...	...	...	...	...	...
几内亚比绍	...	...	...	...	...	...	...	...	...
肯尼亚	...	4975	...	...	...	...	...	...	...
莱索托	-	.	.	-	-	...	...	...	...
利比里亚	...	638	...	...	...	...	...	...	...
马达加 斯加岛	...	...	306	102	...	...	632	441	...
马拉维	...	...	...	...	...	...	...	...	...
马里	...	...	...	...	...	...	...	...	...
毛里求斯	...	...	387	329	294	734	743	729	...
莫桑比克	...	...	...	...	...	105	162	...	...
纳米比亚	...	...	10	...	38	...	...	...	...

续表

尼日尔	...	...	...	...	...	...	...	...	...
尼日利亚	...	...	...	...	...	...	...	...	...
卢旺达	...	...	...	...	...	...	...	...	...
圣多美与 普林希比 共和国	.	.	.	.	.	.	.	...	...
塞内加尔	...	...	...	...	...	...	...	...	...
塞舌尔群岛	.	.	.	.	.	.	.	.	...
塞拉利昂	...	40	...	...	...	...	...	...	...
索马里	...	...	...	...	...	...	...	...	...
南非	...	5360	...	7079	7364	8358	9003	10387	...
斯威士兰	...	3	-	8	...	5	36	6	...
多哥	...	164	...	...	...	...	...	...	...
乌干达	519	1077	...	...	...	1354	...	...	...
坦桑尼亚	957	...	...	...	...	727	...	...	...
赞比亚	...	...	...	...	...	...	...	...	...
津巴布韦	...	...	...	...	...	...	...	...	...

来源: UNESCO

* “工程”的小计(ISCED-97中“工程、制造和建筑”大类的次级分类的数据没有获得)

表 6: 1999 - 2006 年毕业于大学层次“工程”

* 教育的学生数占总毕业生数的百分比(%)——世界

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2006	2007	
欧洲(OECD/欧盟地区)									
奥地利	...	22,6	20,6	...	21,4	20,4	20,4	...	...
比利时	...	11,6	10,7	10,5	...	11,1	...	9,3	...
保加利亚	14,5	13,5	15,0	21,1	15,7	16,1	16,1	...	...
克罗地亚	18,8	19,0	17,4	15,4	14,0	...	11,9	11,5	...
塞浦路斯	7,1	...	...	5,6	6,0	3,4	...	...	...
捷克	17,2	13,4	11,5	11,9	15,4	14,8	15,9	15,0	...
丹麦	12,2	10,8	13,6	13,0	11,3	9,0	10,5	10,9	...
爱沙尼亚	14,1	13,1	12,1	10,1	9,3	8,3	9,6	9,9	...
芬兰	22,8	20,4	22,2	21,3	20,7	21,2	...	...	...
法国	16,6	15,1	...	16,5	16,3	14,7	14,7	...	...
德国	17,8	17,3	16,9	16,9	17,0	16,8	16,3	...	...
希腊	...	...	...	...	...	10,1	12,3	...	...

续表

所罗门群岛	...	...	...	...	...	...	...	...	...
泰国	...	...	...	...	...	...	...	...	...
东帝汶	...	...	...	...	...	...	...	...	...
托克劳	...	...	...	...	...	...	...	...	...
汤加	...	...	...	...	...	...	...	...	...
图瓦卢	...	...	...	...	...	...	...	...	...
瓦努阿图	...	...	...	...	...	...	...	...	...
越南	...	...	...	...	...	...	21,3	...	...

南亚和西亚

阿富汗	...	...	...	...	...	...	...	...	...
孟加拉	...	0,6	...	0,4	0,5	...	...	...	...
不丹	...	...	...	...	...	...	...	...	...
印度	...	...	...	...	...	...	...	...	...
伊朗	...	...	...	...	...	24,0	23,6	26,4	...
马尔代夫	...	...	...	...	...	...	...	...	...
尼泊尔	...	...	...	...	...	...	...	...	...
巴基斯坦	...	...	...	...	...	...	...	...	...
斯里兰卡	...	...	...	...	...	...	...	...	...

拉丁美洲和加勒比海地区

安圭拉	...	...	...	...	...	...	...	...	...
安提瓜和巴布达	...	...	...	...	...	...	...	...	...
阿根廷	...	...	...	...	...	...	...	...	...
阿鲁巴岛	34,5	22,3	25,7	24,1	13,9	15,0	...	12,6	...
巴哈马群岛	...	...	...	...	...	...	...	...	...
巴巴多斯	...	...	...	...	...	...	...	...	...
伯利兹城	...	...	...	...	...	...	...	...	...
百慕大群岛	...	...	10,1	...	...	...	...	...	15,6
玻利维亚	...	10,8	...	...	...	...	...	...	...
巴西	...	...	6,0	5,6	5,4	5,0	4,9	...	...
英属维尔京群岛	...	...	...	...	...	...	...	...	...
开库曼群岛	...	...	...	...	...	...	...	...	...
智利	...	...	...	...	25,3	16,3	...	17,1	...
哥伦比亚	...	...	...	22,4	...	...	23,4	25,3	...

续表

圣多美与 普林希比 共和国	...	...	...	...	...	...	...	...	...
塞内加尔	...	...	...	...	...	...	...	...	...
塞舌尔群岛	...	0,6	...	...	...	...	...	...	...
塞拉利昂	...	...	...	...	...	...	...	...	...
索马里	...	5,2	...	7,0	6,7	7,2	7,5	8,3	...
南非	...	0,3	...	0,7	...	0,5	3,5	0,3	...
斯威士兰	...	2,8	...	...	...	...	...	...	...
多哥	5,0	7,4	...	...	...	6,4	...	...	...
乌干达	24,3	...	...	...	...	18,0	...	...	...
坦桑尼亚	...	...	...	...	...	...	...	...	...
赞比亚	...	...	...	...	...	...	...	...	...
津巴布韦	...	...	...	...	...	...	...	...	...

来源: UNESCO

* “工程”的小计(ISCED-97中“工程、制造和建筑”大类的次级分类的数据没有获得)

表 7: 1998 年和 2005 年大学层次招生数在
工程各专业中的分布——欧洲/OECD 部分国家

	1998								2005
	合计	工程及 工程贸易	生产和 加工	结构和 建筑	合计	工程及 工程贸易	生产和 加工	结构和 建筑	结构和 建筑
阿尔巴尼亚	...	...	...	...	...	...	...	...	...
奥地利	...	...	...	...	100.0	55.0	10.4	34.6	34.6
比利时	...	...	...	...	100.0	62.1	1.1	36.8	36.8
保加利亚	100.0	88.6	8.8	2.6	100.0	79.7	8.9	11.4	11.4
克罗地亚	...	...	...	...	100.0	58.3	17.2	24.6	24.6
塞浦路斯	...	...	...	...	100.0	74.6	0.0	25.4	25.4
捷克	100.0	60.4	15.4	24.2	100.0	63.8	11.1	25.2	25.2
丹麦	100.0	42.0	9.9	48.2	100.0	59.8	6.3	33.9	33.9
爱沙尼亚	100.0	52.6	24.4	23.0	100.0	49.1	17.3	33.6	33.6
芬兰	98.7	76.1	8.1	14.5	98.6	81.6	5.3	11.7	11.7
法国	...	...	...	...	...	...	...	...	...
德国	100.0	57.9	3.4	38.8	100.0	67.9	5.1	26.9	26.9
希腊	...	...	...	...	100.0	31.7	47.3	21.0	21.0
匈牙利	100.0	75.0	8.3	16.7	100.0	69.1	10.4	20.4	20.4
冰岛	96.6	57.3	15.1	24.1	100.0	61.4	3.3	35.2	35.2

续表

爱尔兰	100.0	54.4	15.9	29.6	100.0	48.0	7.6	44.3
意大利	100.0	69.9	2.6	27.5	100.0	59.3	4.4	36.2
拉脱维亚	100.0	93.4	4.0	2.6	100.0	55.7	11.4	32.9
列支敦斯登	...	...	...	...	100.0	0.0	0.0	100.0
立陶宛	100.0	59.2	18.5	22.3	100.0	65.3	10.9	23.8
卢森堡公国	100.0	55.8	0.0	44.2	...	...	...	...
马其顿	...	...	...	...	100.0	58.6	23.1	18.3
马耳他	...	...	...	...	100.0	54.0	0.0	46.0
荷兰	100.0	61.2	5.5	33.3	100.0	55.4	4.7	39.9
挪威	100.0	76.0	4.6	19.3	98.4	66.6	4.9	27.0
波兰	98.2	68.8	12.0	17.4	97.4	63.6	11.2	22.5
葡萄牙	100.0	60.4	7.5	32.1	100.0	59.5	5.4	35.1
罗马尼亚	100.0	57.8	39.5	2.6	100.0	72.8	21.8	5.3
斯洛伐克	100.0	63.2	13.7	23.1	100.0	66.3	9.6	24.2
斯洛文尼亚	100.0	63.8	14.5	21.8	100.0	51.8	23.3	24.9
西班牙	100.0	65.8	4.2	30.0	100.0	66.3	5.0	28.7
瑞典	100.0	100.0	0.0	0.0	100.0	81.0	2.9	16.1
瑞士	...	...	...	...	100.0	66.3	3.3	30.4
土耳其	...	...	...	...	100.0	63.6	20.5	16.0
英国	...	...	...	26.0	100.0	56.2	9.2	34.6
美国	...	...	...	...	100.0	70.3	20.4	9.3
日本	...	...	...	...	...	...	...	...

来源: Eurostat

表 8:1998 年和 2005 年大学层次毕业生中各
工科专业的百分比分布——欧洲/OECD 部分国家

	1998				2005			
	合计	工程及 工程贸易	生产和 加工	结构和 建筑	合计	工程及 工程贸易	生产和 加工	结构和 建筑
阿尔巴尼亚	...	...	...	...	...	...	...	...
奥地利	62.6	34.7	15.3	12.5	100.0	62.5	12.6	24.9
比利时	...	...	...	...	100.0	67.0	2.8	30.3
保加利亚	100.0	84.4	7.0	8.6	100.0	82.3	9.7	8.0
克罗地亚	...	...	...	...	100.0	59.2	15.7	25.0
塞浦路斯	...	...	...	...	100.0	75.8	3.0	21.2
捷克	100.0	60.8	14.4	24.8	100.0	66.0	11.7	22.4

续表

丹麦	100.0	61.4	6.2	32.3	100.0	54.3	10.6	35.2
爱沙尼亚	100.0	58.5	17.4	24.1	100.0	56.1	21.4	22.4
芬兰	100.0	72.2	8.8	19.0	98.4	82.1	5.4	10.9
法国	...	...	1.3	0.2	89.6	67.7	8.4	13.5
德国	100.0	62.4	6.4	31.3	100.0	64.5	6.3	29.2
希腊	...	...	...	...	100.0	58.9	8.5	32.6
匈牙利	100.0	65.1	13.1	21.8	100.0	61.1	18.1	20.9
冰岛	97.5	45.7	17.3	34.6	100.0	61.9	3.0	35.1
爱尔兰	100.0	47.3	13.3	39.4	100.0	56.1	7.1	36.9
意大利	100.0	66.1	2.5	31.4	100.0	66.7	4.5	28.8
拉脱维亚	100.0	89.3	7.5	3.2	100.0	60.9	10.9	28.2
列支敦斯登	...	...	...	...	100.0	0.0	0.0	100.0
立陶宛	100.0	57.1	22.4	20.5	100.0	59.3	14.9	25.8
卢森堡公国	100.0	61.1	...	38.9	...	...	...	...
马其顿	100.0	63.2	19.8	17.0	100.0	58.6	25.3	16.1
马尔他	100.0	100.0	0.0	0.0	100.0	90.1	0.0	9.9
荷兰	100.0	66.8	5.9	27.3	93.8	51.6	4.4	37.9
挪威	100.0	78.4	4.5	17.1	100.0	61.5	3.2	35.3
波兰	97.1	68.5	13.9	14.8	97.5	64.1	12.0	21.4
葡萄牙	100.0	61.8	5.4	32.8	100.0	56.4	10.4	33.4
罗马尼亚	100.0	54.8	42.6	2.6	100.0	73.7	18.5	7.8
斯洛伐克	100.0	57.1	17.0	25.9	100.0	65.8	8.8	25.4
斯洛文尼亚	100.0	78.4	9.3	12.3	100.0	56.9	21.1	22.0
西班牙	100.0	67.9	4.7	27.4	100.0	71.1	6.3	22.5
瑞典	100.0	100.0	0.0	0.0	100.0	81.6	3.8	14.6
瑞士	...	...	...	...	100.0	56.8	25.7	17.5
土耳其	...	...	...	...	100.0	63.3	21.5	15.2
英国	...	...	...	...	100.0	54.9	8.9	36.2
美国	100.0	86.0	7.0	6.9	100.0	66.6	14.9	18.5
日本	...	...	...	...	...	...	...	...

来源: Eurostat

表9 1998年和2005年大学层次总招生人数中
各工程专业女性百分比分布——欧洲/OECD部分国家

	1998								2005	
	合计	工程及 工程贸易	生产和 加工	结构和 建筑	合计	工程及 工程贸易	生产和 加工	结构和 建筑	合计	工程及 工程贸易
阿尔巴尼亚	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
奥地利	16.7	...	...	...	20.7	12.4	32.0	30.5	...	...
比利时	...	...	...	...	21.0	13.0	46.3	33.8	...	...
保加利亚	39.6	38.2	51.5	44.2	32.0	28.8	49.9	40.9	...	...
克罗地亚	...	...	...	...	24.7	13.6	53.5	30.8	...	...
塞浦路斯	...	...	...	...	12.9	6.1	...	32.8	...	...
捷克	20.1	13.4	39.5	24.3	21.2	11.7	58.5	29.1	...	...
丹麦	35.4	33.0	64.9	31.5	33.1	26.2	85.2	35.5	...	...
爱沙尼亚	27.1	12.5	62.9	22.3	27.5	17.8	50.7	29.6	...	...
芬兰	16.6	11.6	46.4	25.1	18.7	15.9	42.7	25.1	...	...
法国	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
德国	16.6	6.4	25.9	30.9	18.4	10.1	37.3	35.8	...	...
希腊	...	...	...	...	27.7	26.5	18.2	51.1	...	...
匈牙利	20.9	14.7	51.7	33.5	19.1	9.3	51.9	35.3	...	...
冰岛	20.6	10.0	65.2	18.1	31.3	22.9	73.5	41.9	...	...
爱尔兰	15.7	15.8	17.0	14.8	16.3	12.3	33.1	17.8	...	...
意大利	25.3	15.3	55.6	47.9	27.7	17.1	48.7	42.6	...	...
拉脱维亚	24.9	23.8	25.2	61.8	21.4	14.2	51.1	23.5	...	...
列支敦斯登	...	...	...	...	31.1	...	...	31.1	...	...
立陶宛	33.0	20.1	70.0	36.2	26.0	16.4	71.8	31.3	...	...
卢森堡公国	5.3	0.8	...	11.0	...	...	...	...	...	...
马其顿	...	...	...	...	31.7	19.5	53.2	43.9	...	...
马尔他	...	...	...	...	28.4	19.3	...	38.9	...	...
荷兰	12.4	5.4	52.9	18.8	13.5	5.5	73.1	17.6	...	...
挪威	24.6	22.2	47.3	28.8	24.1	18.5	46.7	33.9	...	...
波兰	20.9	15.2	45.1	25.5	25.6	17.8	47.5	36.5	...	...
葡萄牙	28.8	22.2	55.3	35.2	26.0	17.7	58.2	35.2	...	...
罗马尼亚	23.1	24.6	19.8	41.7	29.3	28.7	26.1	49.8	...	...
斯洛伐克	28.1	23.4	43.9	31.5	28.0	23.3	49.0	32.6	...	...
斯洛文尼亚	23.9	12.1	60.8	33.8	24.1	6.6	51.7	34.9	...	...
西班牙	25.1	20.3	34.2	34.3	27.8	22.2	49.2	37.1	...	...
瑞典	24.9	24.9	...	...	28.0	24.6	44.4	41.9	...	...
瑞士	...	...	...	...	14.2	8.3	35.8	24.7	...	...
土耳其	...	...	...	...	18.2	6.9	44.1	30.2	...	...
英国	15.9	...	...	24.5	19.1	12.4	29.0	27.5	...	...
美国	...	...	...	...	16.2	15.5	7.0	41.4	...	...
日本	10.4	...	...	...	11.9	...	...	...	...	...

来源: Eurostat

表 10 2003 - 2006 年劳动力 (15 - 74 岁) 中拥有大学层次
工程专业资格证书的总人数 (千人) —— 欧洲/OECD 部分国家

	总数				男性				女性			
	2003	2004	2005 *	2006 *	2003	2004	2005 *	2006 *	2003	2004	2005 *	2006 *
欧盟 (27 个国家)	8,118	11,056	10,963	12,778	6,970	9,419	9,250	10,837	1,148	1,637	1,713	1,941
欧洲经济区 **	8,173	11,109	11,021	12,783	7,020	9,468	9,302	10,841	1,153	1,641	1,719	1,942
奥地利	...	270	254	253	...	243	228	226	...	27	26	28
比利时	...	270	269	282	...	227	233	240	...	43	36	42
保加利亚	243	260	254	252	162	169	160	162	81	91	94	90
塞浦路斯	18	17	17	19	15	14	15	15	4	3	3	4
捷克	209	...	...	228	173	...	...	190	36	...	...	38
丹麦	187	179	192	200	141	143	151	159	46	36	41	42
爱沙尼亚	77	72	82	79	47	45	52	51	30	27	30	28
芬兰	232	242	241	242	205	211	208	215	26	31	33	27
法国	1,200	1,292	1,443	1,548	1,035	1,093	1,205	1,332	165	199	238	216
德国	3,170	3,227	3,658	3,489	2,812	2,833	3,232	3,086	358	394	426	403
希腊	184	199	202	227	146	157	157	177	37	42	45	50
匈牙利	200	213	220	221	162	172	176	176	38	41	43	45
冰岛	5	5	6	4	4	4	5	4	...	...	...	...
爱尔兰	...	83	88	...	...	76	80	...	...	7	8	...
意大利	531	535	574	662	414	428	462	502	117	108	113	160
拉脱维亚	63	66	68	38	39	41	45	26	24	24	23	12
立陶宛	...	150	150	144	...	105	108	101	...	45	42	43
卢森堡	6	10	11	10	5	9	10	9	1	1	2	1
马尔他	...	2	3	3	...	2	3	2	...	...	...	...
荷兰	310	334	312	288	284	307	284	267	25	27	29	21
挪威	50	48	53	...	45	45	47	...	...	...	6	...
波兰	...	42	570	609	...	36	474	484	...	6	96	125
葡萄牙	...	108	128	134	...	87	95	100	...	22	33	34
罗马尼亚	...	363	378	403	...	247	256	276	...	116	122	127
斯洛伐克	89	104	117	120	71	76	89	97	17	29	28	23
斯洛文尼亚	39	44	50	52	31	36	41	43	8	9	9	9
西班牙	1,360	1,399	...	1,586	1,226	1,256	...	1,416	134	143	...	170
瑞典	...	212	235	251	...	166	182	196	...	46	53	55
瑞士	112	185	230	288	100	168	210	262	12	17	20	25
土耳其	...	...	...	649	...	...	...	497	...	...	...	152
英国	...	1,360	1,447	1,437	...	1,242	1,305	1,290	...	118	141	147

来源: Eurostat

* 2005 - 2006 年多数国家都有间断

** 欧洲 27 个国家加上冰岛、立陶宛和挪威

表 11 2003 - 2006 年劳动力 (15 - 74 岁) 中拥有大学层次工程专业资格证书的总人数中女性的比例 (%) —— 欧洲/OECD 部分国家

	2003	2004	2005 *	2006 *
欧盟 (27 个国家)	14.1	14.8	15.6	15.2
欧洲经济区 **	14.1	14.8	15.6	15.2
奥地利	..	10.0	10.2	11.1
比利时	..	15.9	13.4	14.9
保加利亚	33.3	35.0	37.0	35.7
塞浦路斯	22.2	17.6	17.6	21.1
捷克	17.2	..	..	16.7
丹麦	24.6	20.1	21.4	21.0
爱沙尼亚	39.0	37.5	36.6	35.4
芬兰	11.2	12.8	13.7	11.2
法国	13.8	15.4	16.5	14.0
德国	11.3	12.2	11.6	11.6
希腊	20.1	21.1	22.3	22.0
匈牙利	19.0	19.2	19.5	20.4
冰岛	..	..	..	..
爱尔兰	..	8.4	9.1	..
意大利	22.0	20.2	19.7	24.2
拉脱维亚	38.1	36.4	33.8	31.6
立陶宛	..	30.0	28.0	29.9
卢森堡	16.7	10.0	18.2	10.0
马尔他	..	..	..	..
荷兰	8.1	8.1	9.3	7.3
挪威	..	..	11.3	..
波兰	..	14.3	16.8	20.5
葡萄牙	..	20.4	25.8	25.4
罗马尼亚	..	32.0	32.3	31.5
斯洛伐克	19.1	27.9	23.9	19.2
斯洛文尼亚	20.5	20.5	18.0	17.3
西班牙	9.9	10.2	..	10.7
瑞典	..	21.7	22.6	21.9
瑞士	10.7	9.2	8.7	8.7
土耳其	..	..	..	23.4
英国	..	8.7	9.7	10.2

来源: Eurostat

* 2005 - 2006 年多数国家都有间断

** 欧洲 27 个国家加上冰岛、立陶宛和挪威

表 12:2003 - 2006 年劳动力(15 - 74 岁)中拥有大学层次工程专业资格证书的总人数、男性、女生性各占劳动力总数的百分比(%)——欧洲/OECD 部分国家

	总数				男生数				女生数			
	2003	2004	2005 *	2006 *	2003	2004	2005 *	2006 *	2003	2004	2005 *	2006 *
欧盟 (27 个国家)	20.3	19.1	19.1	18.8	33.4	31.9	31.8	31.7	6.0	5.8	6.1	5.7
欧洲经济区**	20.0	18.9	18.9	18.8	32.9	31.6	31.5	31.7	5.9	5.7	6.0	5.7
奥地利	..	28.6	28.1	28.1	..	42.8	42.9	42.7	..	7.2	7.0	7.6
比利时	..	14.0	13.6	13.8	..	24.0	24.4	24.2	..	4.3	3.5	4.0
保加利亚	23.8	25.2	24.5	23.7	39.6	40.6	38.5	38.4	13.2	14.7	15.2	14.0
塞浦路斯	14.6	13.6	13.5	13.3	23.8	22.2	24.2	22.4	6.7	4.8	4.6	5.3
捷克	26.8	..	..	25.2	39.1	..	..	38.3	10.7	..	..	9.3
丹麦	18.0	16.9	17.8	17.6	28.3	28.0	29.2	29.4	8.5	6.6	7.3	7.1
爱沙尼亚	30.4	27.0	28.8	27.7	51.1	46.9	50.5	47.7	18.6	15.8	16.5	15.7
芬兰	23.0	23.1	22.6	22.2	45.6	45.1	44.2	45.1	4.7	5.4	5.5	4.4
法国	14.2	14.8	15.3	15.6	25.8	26.4	27.2	28.3	3.7	4.3	4.8	4.1
德国	30.3	29.7	29.6	28.7	44.0	43.2	43.3	42.5	8.8	9.2	8.7	8.3
希腊	15.6	14.9	15.2	16.0	23.4	22.2	22.5	24.1	6.6	6.7	7.1	7.3
匈牙利	20.9	20.3	20.5	19.7	35.4	35.0	35.6	34.4	7.6	7.4	7.4	7.4
冰岛	11.6	12.2	13.0	11.4	19.0	20.0	23.8	25.0	..	..	..	..
爱尔兰	..	12.0	12.1	..	..	23.1	23.6	..	..	1.9	2.1	..
意大利	14.1	13.4	13.6	14.2	21.9	22.1	22.6	22.8	6.3	5.3	5.2	6.5
拉脱维亚	23.7	23.5	21.7	13.5	36.8	37.6	36.6	26.3	15.0	13.9	12.1	6.6
立陶宛	..	29.5	27.5	26.0	..	48.8	46.0	45.5	..	15.3	13.5	13.0
卢森堡	15.4	15.4	14.9	14.9	21.7	23.7	24.4	24.3	6.3	3.7	6.1	3.2
马尔他	..	7.1	10.0	9.1	..	13.3	17.6	12.5	..	..	..	..
荷兰	11.4	11.4	10.6	9.6	18.9	19.1	17.7	16.6	2.1	2.1	2.2	1.5
挪威	5.8	5.5	5.9	..	10.9	10.7	11.0	..	..	..	1.3	..
波兰	..	13.2	16.1	15.6	..	31.6	31.1	29.2	..	2.9	4.8	5.5
葡萄牙	..	13.3	15.7	15.3	..	26.8	29.3	28.2	..	4.5	6.7	6.6
罗马尼亚	..	26.4	26.3	26.3	..	34.6	34.4	35.3	..	17.6	17.7	17.0
斯洛伐克	24.1	25.1	25.7	24.5	38.8	37.4	38.2	38.2	9.1	13.8	12.6	9.8
斯洛文尼亚	17.9	18.4	19.4	18.9	32.0	33.3	35.7	35.0	6.6	6.9	6.3	5.9
西班牙	20.2	19.5	..	18.7	36.0	35.1	..	33.5	4.0	4.0	..	4.0
瑞典	..	14.1	14.7	15.1	..	25.8	26.5	27.1	..	5.3	5.8	5.8
瑞士	24.6	25.5	23.9	24.6	34.0	35.4	33.4	34.3	7.5	6.8	6.0	6.1
土耳其	..	..	..	16.8	..	..	..	21.0	..	..	..	10.1
英国	..	15.0	15.0	14.3	..	26.6	26.5	25.5	..	2.7	3.0	3.0

来源: Eurostat

* 2005 - 2006 年多数国家都有间断

** 欧洲 27 个国家加上冰岛、立陶宛和挪威

4.2 工程的学科领域

4.2.1 土木工程

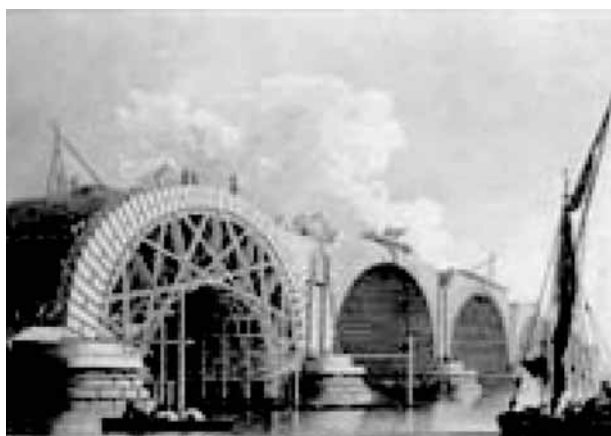
Jose Medem Sanjuan

概述

土木工程师能为社会提供独特的服务——这些服务不但融合了创新技巧和个人理念,同时也肩负着重大的责任。作为管理建设环境的专业人员,他们的技巧和理念关乎世界人民的日常生活。实际上,人类生活的很多方面都依赖于这些服务,因此服务本身必须可靠、安全并具备高质量,才能保证人类高质量的生活水平。如果土木工程师的服务出现了问题,那么诸如工程毁坏以及疾病、伤害、死亡等一系列严重问题就会出现并影响很多人的生活。因此,土木工程往往更容易因为偶尔的几次失败而被人们所熟知,而不是因为其不断的成功。

可持续发展的挑战要求全世界的土木工程界都遵守道德和科技准则。职业操守对于减少行业腐败以及杜绝任何形式的贿赂、欺诈、骗局以及腐败是非常重要的。2004 年全球建筑业花费约 3.9 万亿美元,透明国际组织估计其中有 10% 的花费都是损失在腐败上的。利用这些钱我们可以修筑更多的公路,建设更多的饮用水系统,提供更多的工作机会。

土木工程师占有所有工程师总数的 50%,其中很多都是国家、地区以及国际工程组织的成员。发达国家和发展中国家需要紧密团结,充分履行土木工程行业的职责和义务,帮助发展中国家提高自身土木工程服务的水平。



© Wikimedia commons 在建中的
伦敦黑衣修士桥

这个行业正迎来快速而巨大的改变,公共安全、公共卫生以及公共福利对行业的挑战也日益增大。因此,为了提高土木工程的技术标准,通过保证专业人员的流动性来促进科技知识的共享是非常重要的。基于以上原因,以及为了解决关于土木工程师和土木工程行业的全球问题,世界土木工程师协会(WCCE)^①在2006年6月应运而生。^②

土木工程关注的问题

WCCE来自全球各地的成员们主要讨论了以下一些重要问题,包括流动性、土木工程专业学生数量的减少、土木工程行业的腐败现象以及干净的饮用水和公共卫生的重要性。

流动性

在国家层面,土木工程职业资格的认定通常都是很明确的,而一旦跨出国界,这种资格认定就变成一个很严重的问题,而且在一些国家,土木工程实际上并不是一个管理规范的行业。因此,尽管国际上已经达成了资格认证的协议,流动性仍然是一个很困难的问题。

由于地理、气候、资源、人文、历史、文化、传统、风格以及语言的差异,这个行业在全球范围内差异很大。甚至在一个国家内部也是如此。而且,事实上由于经济和工业发展的区别,科技现代化的发展方式也完全不同。同时,土木工程学习的内容和学习期限也不相同,有些是由于当地的特殊情况决定的,还因为课程在持续地发展。

土木工程专业学生数量的减少

在很多国家,选择土木工程职业的学生数目正日益减少。社会的成功模式发生了改变,很多优秀学生都认为土木工程这个职业比其他职业更难取得成功。这种观点可能是由于落后的学习计划、预期的巨大工作责任、预期的低工资待遇以及缺乏对职业的研究所造成的,或者认为土木工程师仅仅是技术工人,无法像商科或管理专业的毕业生那样到达社会“顶层”。更重要的是,这种观念的形成还因为土木工程行业并没有像科学或者工程和其他专业,例如集成电路计算机遥测技术,得到社会的广泛认可。

这种观点形成的其他原因:

- 与社会科学等学科相比,土木工程需要有很多数学学习,因此更难一些。其收入起薪比其他职业都要低,而且土木工程新的学士学位使这种情况更加严重。

① The work of the World Council Civil Engineers (WCCE) focuses on civil engineers and their representation and concerns. A unique feature of WCCE is that individual civil engineers can become members, not just national and regional organizations and businesses. It will facilitate a global platform where all the members are equal, regardless of their nationality. WCCE's work will reflect core values such as collaboration, honesty, integrity, ethical practice, high standards, and total opposition to corruption. For more information; <http://www.wcce.net/>

② WCCE has celebrated two General Assemblies, the first in July 2006 in Mexico, which was also the official founding event followed by a regional Congress on Urban Development, and the second in May 2007 in Zimbabwe followed by a regional Congress on Education and Capacity Building.

- 土木工程公司以及建筑行业内的其他职业并不支持土木工程的持续职业发展;有工作的时候,他们就雇用土木工程师,而当合同到期时,就不再管他们。

- 在建筑公司的等级制度中,土木工程师往往被认为是可有可无的角色,没有其他一些职业重要,但事实上,土木工程师是建筑公司存在的基础。

- 在工程建筑和监工的关键时期,工地上的时间和工作压力非常大。需要经常在公司办公室外工作,而且需要加班到处考察。

与土木工程行业的腐败现象

不论在发达国家还是发展中国家,基础设施建设面临的腐败现象都最为严峻。腐败会消耗人力资本;它还给经济、项目以及就业带来巨大损失。不幸的是,很多社会都默许不同程度的腐败现象。不论是公共部门还是私营部门,不论是采购阶段还是项目的设计、施工阶段,雇主还是雇员,都能找到腐败的身影。甚至,拒绝行贿的公司可能会失去获得合同、资格、贷款以及生产许可的机会。

腐败是一个复杂的问题,并没有单一或简单的方法可以杜绝这种现象的发生,仅仅依靠反腐败的法律是远远不够的。作为解决方案的一部分,土木工程界应该采用并公布透明、可行的职业操守准则。大学则应该开设职业操守的必修课,提高未来土木工程师辨别腐败并与腐败作斗争的意识。在建筑项目中,腐败应该被列为安全和质量管理的一部分,并须采取综合而系统的措施来加以防范。因此,我们需要强调透明国际组织(Transparency International)的活动以及他们所制定的《反腐败训练手册》对基础设施、建筑和工程界的重要作用(在本书其他章节讨论),书中对于腐败的形成作了清晰地概括。

干净的饮用水和公共卫生的重要性

很多人都相信不断改进的药品是更加健康的社会基础。但是很少有人能够意识到土木工程是公共卫生的第一道防线。不论对于一个人、一个社区还是整个社会来说,饮用水以及改善的公共卫生都是提高健康水平最有效的方式。

如果我们把饮用水提高到可饮用的标准,那么很多由水引起的疾病都可以避免,而且把水送到千家万户则为家庭、教育以及日常生活节省了大量的时间。同时,建立大规模的公共卫生体系将会有助于控制液体和固体的排放。而对于人畜排泄物的合理处置则会降低各种感染疾病的概率,减小医疗体系的压力,并通过充分控制气味和昆虫侵袭来提高整个地区的外观美感。这些方案能够把社区都融合起来,为它们共有的资源建立管理体系以及各种组织,从而能够减少冲突的产生。而且,这些方案在学校和乡村层面初步实施就可以惠及更多的人口。这些行动方案的开发和实施都主要是土木工程师的责任。

饮用水的供给是建立在个人或是以社区为基础的体系之上的。因此,土木工程师在改善社区人民生活水平的同时,还支持整个社区的发展。

4.2.2 机械工程

Tony Marjoram 与多个机械工程领域的国家或国际组织和机构合作完成

机械工程是最古老以及分支最多的工程学科之一,其分支涵盖了工具、机器和引擎的设计、生产和使用,因此可以代表人类从猿猴到设计和使用工具的核心特点。机械工程包括力学、材料、热量、流体以及能量的应用,而且需要理解并综合应用静态和动态力学、结构学、运动学、材料科学、热力学、热传递、流体力学、能量系统和转换等相关领域的基本原理。机械工程师不仅会应用到有限元素分析(在分析机械模拟和天气模型等复杂系统时,使用的求解偏微分方程式的数值方法)、计算流体动力学以及计算机辅助设计和制造(CAD - CAM)等领域的知识,而且能够创造这些领域的知识。机械工程还为制造和生产、能量生成和转换、运输以及自动化与机械人学等领域的工业发展奠定基础。



© Wikimedia Arpingstone 协和式超音速喷射客机

工具和机器从早期产生开始,很多都作为战争的“发动机”被用于军事,因此它们都是被用来摧毁土木工程的产物,机械工程在全世界发展起来,直到很晚以后,机械工程的后果才为其他地区所知晓。时钟、车辆、曲柄传动系统、齿轮、凸轮轴和链条等机械装置最早是由古希腊人、埃及人、中国人以及阿拉伯人发明的。列奥纳多·达·芬奇是第一位著名的机械工程师,尽管在今天他更多地被认为是一名画家。其他的一些著名的机械工程师以及他们对社会和经济发展的贡献包括:阿基米德(螺旋泵)、查尔斯·巴贝奇(“差分机”——第一台机械计算机)、卡尔·奔驰、贾特里伯·戴姆勒、亨利·贝西默(钢)、路易·布莱里奥、伊桑巴德·金德姆·布鲁内尔、尼科拉斯·莱、奥纳德·萨迪·卡诺(热力学——卡诺循环)、鲁道夫·狄塞尔、亨利·福特、冯元桢(生物力学)、亨利·劳伦斯·甘特(甘特表)、亚历山大港的希罗(风车以及第一台蒸汽机)、约塞夫·马利·雅卡(提花织机——计算机的前身)、亨利·默德斯利(机床)、托



© Robin Campbell, EWB - UK

孟加拉邦的滤水池

马斯·纽科门(第一台蒸汽机)、尼古拉斯·奥托(四冲程的内燃机)、查尔斯·帕森斯(蒸汽涡轮机)、威廉·兰金(热力学)、奥斯本·雷诺兹(流体动力学——雷诺数)、伊戈尔·西科斯基(直升机)、维尔纳·冯·西门子和威廉·西门子爵士、尼古拉·特斯拉(物理学家,电子和机械工程师——交流电力系统)、乔治·史蒂文森、罗伯特·史蒂芬森、理查德·特里维西克(蒸汽动力)、詹姆斯·瓦特(蒸汽机)、弗兰克·惠特尔(喷气发动机)约瑟夫·惠特沃斯(螺纹和精密加工)、菲利克斯·汪克尔(旋缸发动机)、张衡(球形天体观测仪和地震仪)。

机械工程学支撑了连续的创新和工业革命浪潮,反过来又在这些创新和工业革命浪潮的推动下得以发展。工业革命的第一次浪潮发生在1750~1850年,以纺织工业为主;第二次浪潮发生在1850~1900年,以蒸汽和铁路发展为主;第三次浪潮发生在1875~1925年,以钢铁、机械工具、电力和重型机器制造业为主;第四次浪潮开始于1900年,以石油、汽车和批量化生产为基础,这些都是以机械工程学作为基础的;第五次浪潮则始于1950年,以信息和通信技术为基础,与电子工程和机械工程关系紧密;第六次浪潮大约始于1980年,以信息、生物科技和材料等技术领域新的生产知识和应用为基础;第七次浪潮始于2005年左右,以可持续“绿色”工程和科技为主,目的是促进可持续发展、减缓与适应气候变化,将再一次以机械工程的核心理为重点。

机械工程学会、教育和认证

在第一个土木工程师协会成立30年后,第一个机械工程师协会(IMechE)于1847年成立于英国。从某种程度上说,机械工程师协会的成立源于乔治·史蒂芬森(“铁路之父”以及“火箭”的创始人)和土木工程师协会中其他一些站在机械工程一边的人脱离了土木工程师协会。后来,在欧洲大陆、美国以及世界上其他地区先后成立了机械工程学会。这次制度建设的浪潮出现的时间与世界上一些主要大学建立以机械工程为核心的工程系的时间几乎差不多。工程教育的课程体系和教学方法设计是按照“洪堡”模式建立在“基本理论”教育方式之上,以数学和工程“科学”为基础,这在其他章节有详细讨论。这个体系在150年内几乎没有任何变化,这也是当前年轻人对工程教育兴趣减少的原因之一。当然与上一代传统的机械工科学位课程相比,现在的课程增加了更多建立有限元分析和相关工具的数学、静态学和动态学、材料力学、热力学、流

体学、控制论、机床、材料科学、计算、工程绘图以及设计等核心课程。现在,学生们还要学习计算流体力学、计算机辅助设计和计算机建模、机械电子学、机器人学、生物力学以及纳米技术等课程。

在毕业之前,年轻的机械工程师还要面对认证和可能的流动性等复杂多变的情况。很多国际组织促进了以能力为基础的、对工程和相关课程进行认可和认证的方法和体系的形成,尤其是签署于1989年的《华盛顿协议》,是负责各国和地区工程学位专业认证以及工程师职业资格实质等效性认证的机构之间的国际性协议。管理工程资格和职业能力互认的6个国际性协议还包括《悉尼工程技术专家或注册工程师协议》、《都柏林国际工程技术人员资格认定协议》等。《华盛顿协议》的签约方包括澳大利亚、加拿大、中国台北、中国香港、爱尔兰、日本、韩国、马来西亚、新西兰、新加坡、南非、英国以及美国;临时成员还包括德国、印度、俄罗斯和斯里兰卡。

应用和发展

当年轻的工程师们从日益增多的机械工程分支专业毕业之后,将面对着工程和工程应用已有的或新兴的领域中日渐增多的职业可能性。很多年轻工程师关注工程学在解决发展所带来的问题和挑战中的作用,因此他们加入到以英国机械工程师协会为基础的组织中,例如,无国界工程师和反贫困工程师。还有很多机械工程师们非常关注工程师和工程组织的社会责任,他们认识到我们现在亟须高效地参与到以下领域:

- 水资源供给和公共卫生;
- 清洁产品和回收利用;
- 能源的高效利用和保护,可再生能源和洁净煤技术;
- 包括城市安全在内的紧急事件和灾难的预警和应对机制;
- 灾后及战后的恢复、安置和重建;
- 将工程师加入到决策制定及计划实施阶段。

机械及相关的国家和国际工程组织有义务通过加强国际合作,增加交换员工及学生数量等活动来帮助工程师融入到这些活动中来。

4.2.3 电子电气工程

Tony Marjoram 和 Andrew Lamb 以及多个电子电气工程领域的国家或国际组织和机构合作完成

电子电气工程是指以电力及电磁的研究和应用,以及第二次世界大战之后集中在20世纪50年代末期的电子电气的开发和应用(以前称之为无线电工程)为主的工程领域。由于其在1945年之后快速发展的步伐,电子电气工程包含了越来越多的分支领域,从电气工程、发电与分配、电路、变压器、发动机、电磁及其相关设备等较传统的电气工程领域到电子工程的开发,从电话、收音机、电视以及通信发展,而后经过诸如雷达、声纳以及第二次世界大战中的武器类的迅猛发展,到现在最新的电子材料、电子元件与电路、集成电

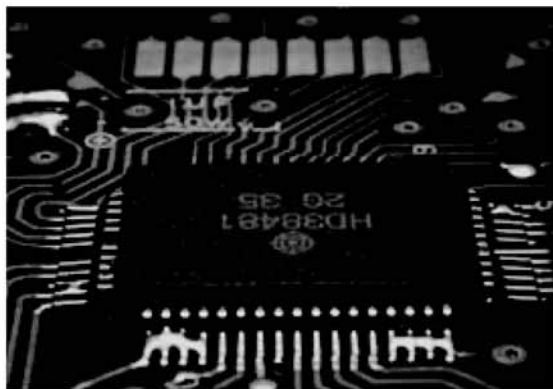
路与计算机系统、微波系统、移动通信、计算机网络、日益复杂的信息与通信科技、光学纤维、光电子器件、光子和纳米技术的发展等。

简单来说,电气工程处理的是大型的电、电力传输以及能源系统问题,而电子工程处理的是小型的电力、电子和信息传输系统。这些体系的运行日益微型化,因此“微电子学”这个概念在当今社会非常普遍。事实上,“摩尔定律”就是以英特尔的共同创办人戈登·摩尔来命名的。这个定律描述了计算机硬件存在这样的趋势:集成电路上可容纳的晶体管数量每两年就会翻一番。

对电的正式的研究始于17世纪,当时威廉·吉尔伯特开始研究静电学。吉尔伯特被称为电气工程之父,他根据希腊语中表示琥珀(实验中用到的)的单词 *elektron*,发明了“电”(electricity)这个术语,而且把电力和磁力区分开来。闪电是生活中另外一个值得关注的自然发电现象。博学的本杰明·富兰克林对电力非常感兴趣,1750年他提议在雷电中放风筝来证明闪电是带电的。但是关于他是否完成了这个实验,我们并不知晓。如果他在1783年作为美国驻法国大使并签订象征美国独立战争结束的《巴黎条约》时完成的这个实验,那么历史进程可能会有所不同了。

1775年,亚历山德罗·伏特发明了一个产生静电的机器。然后,又在1800年发明了伏打电堆——电池的前身——来储存产生的静电。进入19世纪,这种研究热情持续高涨,欧姆发现了电流和电位差,迈克尔·法拉第于1831年发现了电磁感应,詹姆斯·克拉克·麦克斯韦于1873年建立了电力和磁力之间的理论桥梁。基于这些研究成果以及电灯泡的发明,托马斯·爱迪生于1882年

在曼哈顿建立了第一个(直流)电力系统。与此同时,尼古拉·特斯拉研究出了交流电发电与分配理论,这个理论后经威斯汀豪斯改进,最终导致了其与爱迪生照明公司之间的“电流的战争”。由于电流范围、电流效率、电流安全性等原因,交流电逐渐取代了直流电,爱迪生后悔没有采用交流电。特斯拉发明了感应电动机和多相系统,而爱迪生发明了电报系统。后来爱迪生照明公司发展成为了通用电气公司。19世纪末无线电



© SAICE 电脑芯片

的发展促进了阴极射线管、二极管、放大三极管和磁控的发展,这又进一步促进了波动、电视、微波等科技的研究,而产生于1947年的晶体管、1958年的集成电路以及1968年的集成电路将电子电气工程的研究推向了另一个高潮。

对电的研究在早期主要是物理学的一部分,应用比较少。随着人们对电力的商业化及电报机的兴趣越来越浓厚,电气工程在19世纪的末期开始发展起来,一些行业组织也随之兴起,与此同时,很多大学的电气工程系开始教授相关学位课程。在早期课程的基

基础上,电子电气工程包括能量、控制系统、非线性系统、微电子学、计算机工程、系统分析、信息论、信号处理、机电学、机器人学、电信学、数据通信、通信系统以及纳米科技等一系列课程。

电子电气工程的行业组织中最重要的是美国的电气与电子工程师协会(IEEE)以及英国的工程技术协会(IET)。IEEE 在全球拥有数量最多的会员、出版物、会议以及相关活动。这些大型的工程组织虽然擅长沟通和促进行业长期持续的发展,这在快速变化的环境中是非常有用的,但同时也会逐渐削弱地方性的行业发展和应用,尤其是在发展中国家。

电力工程师负责电力网以及与之相连的电力系统的设计和养护。随着人们对微型发电的兴趣日益浓厚,在网电力系统也可以向电网传送电力。而为了减小停电或电涌的危害,人们对于包括卫星控制系统在内的电力系统控制的研究热情也日益高涨。控制系统工程能够监控和模拟整个体系,并使用信号处理器及可编程序逻辑控制器(PLCs)设计系统控制器。控制工程领域的应用包括工业自动化、飞机及汽车控制体系以及利用太阳能光电系统充电电池调节技术。

电子电路设计和测试是电子工程的重要组成部分,并且需要充分发挥电阻器、电容器、感应器、二极管和晶体的性能。微电子技术和集成电路技术使这些研发可以在微型或是纳米层面进行,而且使微电子器件的使用成为可能。微电子学是微观层面的,需要化学、材料科学以及量子力学等学科知识的支持。信号处理技术越来越与数字系统联系紧密,并且正迅速地被应用于电子电气工程的大部分领域——通信、控制、电力系统、生物医学工程等。集成电路已经几乎在所有的电子系统和仪器中得到应用,包括无线电、音响和电视系统、移动通信、录制和播放设备、汽车控制系统、武器系统以及所有的信息处理系统。信息处理技术还与仪器制造以及控制工程有关系。

电子和电气工程最有潜力的发展领域之一是与其它工程学科的结合,尤其是机械工程。在机电学中,机电系统已经被日益广泛地应用于诸如机器人与自动化、加热与制冷系统、飞机、汽车以及类似的控制系统中。这些系统的研究领域越来越微型化,比如说控制安全气囊、复印机和打印机的微型机电系统(MEMS)。再比如说,在生物医疗工程领域,机电学能够促进更多更好的移动医疗技术以及微型机电系统得到应用,而且促进了人工耳蜗、起搏器以及人工心脏等植入式医疗器械的研发。电子电气工程具有非常重要的研究价值,但是它同时又受到相关支持知识及技术有限的制约,这就像当今汽车诊断设备所遇到的问题一样。

4.2.4 化学工程

Jean – Claude Charpentier

现代化学工程的现状

化学工程是应用科技知识将原材料和能量通过物理、化学以及生物变化转变成目标产品的过程。这包括生产过程中的设计、原材料、制造以及控制等过程的合成和优化。同时,还包括各种物理—生物—化学的分离方法(使用蒸馏、风干、吸收、搅拌、沉淀、过滤、结晶、乳化等方法)以及化学的、催化的、生物化学的、电气化学的、光化学的、农用化学品的各种反应等。

顾客对于特殊材料、活性化合物以及特效化学品的需求日益增大,这些材料比传统的大量散装化学品要复杂得多。事实上,现在很多化学产品都依靠自身独特的微观结构以及他们的化学成分来达到一定的目的,比如说冰激凌、油漆、鞋油等。

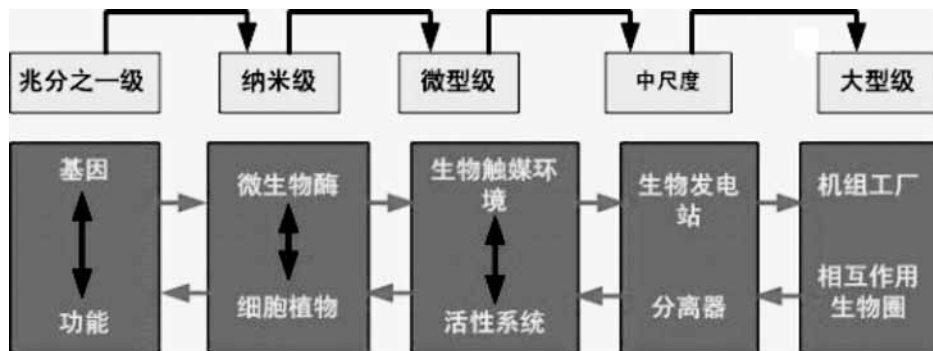


图 4-1 生物化学和生化工程

通过对已知结构和功能基因的综合现象及耦合过程的分析,然后根据所期望的终端产品特性得到产品(电子耦合产品),图 4-2 列出了整个复杂过程的不同等级。

化学工程已经为我们作出了巨大的贡献,它为地球上的物种提供食物,为人类提供衣服和住所,提高人类的健康水平并减少疾病的发生,为稀有原材料寻找替代品,为不断变化的信息和通信设备提供复杂的原材料,同时监控和保护我们的环境。

参与结构材料生产的化学工程师面临着许多关于基本原理、产品设计、加工整合以及加工控制等挑战。为了在微观和纳米层面理解和描述这个过程,并且更好地在生产规模内将分子转变成有用的产品,必须知道过程的规模和复杂性。这就促使化学工程师将宏观的现象定律应用到分子过程中,最终创造并控制产品符合所需的终端特性及功能。实际上,就是将分子转变成经济效益。

当今化学工程师的工作需要密切地与各种学科的专家配合,包括物理学家、化学家、生物学家、数学家、仪器学家以及商业人士等。为了解决遗传学、生物化学和分子细胞生物学的问题,生物现在已经成为化学工程师培养的一门基础科学(还有物理和化学)。工程师在“物理—生物—化学”的框架中研究新的概念,因而“加工工程师”资格就成为了

化学工程的延伸。

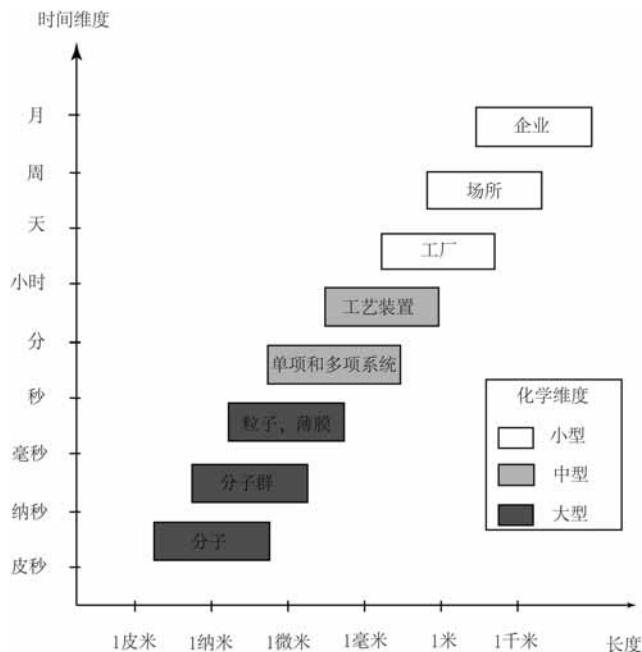


图 4-2 生物化学和生物化学工程

注：化学和加工工程系统方法主要是对化学加工系统的设计和操作进行系统化的理解和应用，这些加工系统包括：从纳米和微系统层面，在这个阶段化学品必须在分子层面合成并增加特性；到工业层面连续及分批生产。

化学和加工工程师是为数不多的在自然的科学、技术和经济环境下工作的工程师之一。化学工程师必须会解决问题、有创造力、实际、善于创新；而且他们还必须具有严格的科学精神、系统思考的能力以及多学科的综合知识。化学工程师的工作就是想象并发明一些化学反应，把我们身边的化学物质转变成需要的产品，并在同时解决由化学和加工行业带来的问题和挑战的过程。

化学和加工工业——挑战的核心

如今，化学及其相关产业——包括石油和天然气、油页岩、石油化工产品、药物及健康、农业和食物、环境、纸浆和纸、纺织品和皮革、钢铁、沥青、建筑材料、玻璃、表面活性剂、化妆品和香水、电子产品等正快速发展。这是由于前所未有的需求和约束造成的，我们当前都非常关注环境和安全问题。从重量看，只有 25% 开发的资源是用于商品和服务的生产；其他 75% 都在污染、浪费以及环境干扰过程中消耗了。

每天，化学知识在不断增多，新发明的速度也在不断增加。2005 年，有 1400 万不同的分子化学物被合成。其中大约有 10 万种可以经常在市场上找到，但是只有很小的一部分能够在自然界中找到。它们大部分都是经过精心构思、设计、合成并被制造出来满足人类的需求，其目的往往是检验一个观点的准确性或是满足我们对知识的渴求。最近运用纳米技术进行化学合成就是一个例子。

化学行业所面临的挑战是如何确保其自身研发能力、竞争能力、可持续发展能力以及雇用能力。有两个方面是与这个挑战相关的:第一,如何在一个以全球化、合作和创新为特点的全球经济体系中获得竞争优势(主要是在研发过程中加快创新的速度)。例如,在日益加快的消费商品商业中,商品进入市场的时间已经从1970年的10年降到2000年的2~3年。现在,即使是1年都太长了。第二,如何满足市场的需求。这实际上代表着双重挑战。在工业化国家,劳动力成本很低,而且规章条例很少。在工业国家,消费者对特殊的终端性能产品需求日益增大,对环境和安全的关注也日益增强。

化学工程行业也正在不断努力满足针对以上两个方面以及对更多的可持续产品和生产过程的需求。而且它会继续研究产品的创新生产过程,以促进商品从现在的传统大宗化学生产到新的专业活性材料化学生产行业。

比如说,商品和中间商品(氨、碳酸钙、硫酸、乙烯、甲醇、乙醇等占据40%的市场份额)的生产过程中,人们不再应用产品本身的专利,而是生产过程的专利,而且生产过程也不仅仅是由经济因素单方面决定的。我们需要尽可能以最低的价格来生产大宗商品,但是经济约束不再仅仅被定义为“廉价,减少资金,增加操作、增加原材料、增加能源成本”。我们还必须考虑与生产过程相关的日益增多的选择性以及成本节约,这都需要进一步的研究。而且,生产设备向全球化规模的发展可能需要在短期内产生相应的科技变革,现有的科技水平已不能支撑规模的一点点扩大。这就需要有一个综合的大规模化学生产过程。这也可能意味着大规模的生产单位是由不同的小规模的生产元素综合而成的。

高利润的产品往往都是客户定制的或者具有特定的配方,对此,化学工程师需要设计出一些新的工厂,这些工厂不只是局限于生产一种高质量低成本的产品。我们需要可以很轻松地就转化成其他生产加工的多用途体系和通用设备:像灵活的生产过程、小规模生产模块化安装等。

未来的化学和加工工程

简单来说,未来几年的发展趋势会有以下四个平行而同步的变化:

1. 整体多重尺度控制:提高选择性和生产力的生产过程。
2. 过程强化:包括新设备、新操作模式以及新生产方法的设计。
3. 制造终端的性能:产品设计和工程。
4. 应用多尺度、多学科的计算机模型。例如,从分子级别到整体复杂的生产规模级别以及整个生产地点,而且这个过程还涉及生产控制和生产安全。

考虑到这些变化,当代化学工程可以被看作是在“社会 and 市场需求与科技给予”的大形势下,追求可持续的社会和经济发展的过程。而且我们可以认为这个过程就是把分子转变成财富的过程。

很显然,化学工业面临着很多挑战,并且这些挑战都是在全球化、竞争以及可持续性的框架之下的。为了满足顾客需求及市场趋势,化学及加工工程师必须开发创新科技并采取多学科、多尺度、综合的措施。此外,他们还可以用这个方法来满足日益增多的环

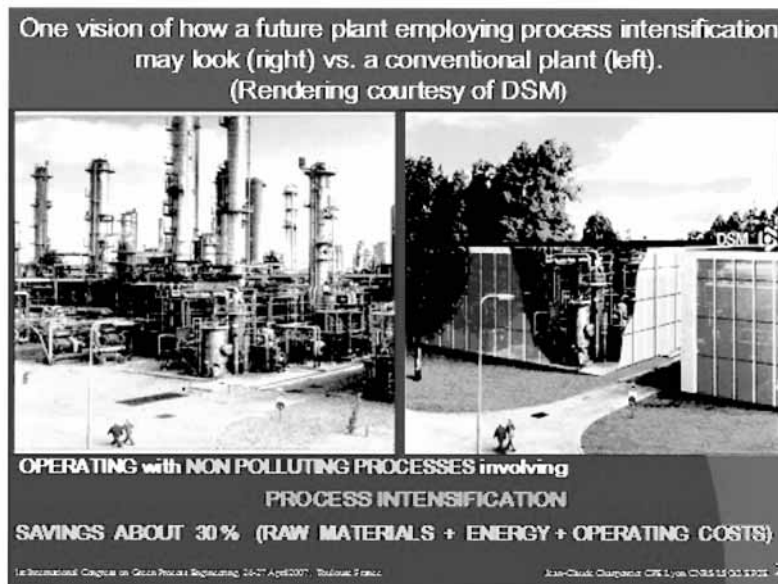


图 4-33 未来工厂

注:这是应用过程强化的未来工厂(右)及传统工厂(左)的对比(根据电力需求侧管理)

生产过程是包括过程强化在内的非污染生产过程

节省大约 30% (原材料 + 能量 + 操作成本)

境、社会以及经济需求,而且不论他们的产品是什么,都可以缓和向可持续发展方向过渡的过程中遇到的问题。

如今,在全球化和可持续发展的框架下,化学工程不断地推动经济发展,并且促进社会财富的增加。工程师必须不断地适应新趋势。对于下一代学生的教育问题,我们必须用社会需要的各种工具来武装他们的头脑,而且不但现在需要这样,还要让他们做好准备迎接未来科技驱动型世界的到来。

4.2.5 环境工程

Cheryl Desha 和 Charlie Hargroves

自从工业革命开始,为了给世界上日益增多的社区提供商品和服务,工程师们已经取得了举世瞩目的成就。然而在 20 世纪后期,工程师们都很少关注这些行为对环境所造成的日益增大的影响,这在某种程度上说也是由于缺少对全球自然体系及其有限恢复力的认识而造成的。随着科学知识的积累,环境科学领域诞生,相应的专门知识也逐渐发展起来,这都有助于我们更好地理解发展对环境的影响。很多人都努力将这种新的知识体系的核心内容融入到工程学科中去。然而,最行之有效的方法就是发展一个以工程和环境问题相结合的新学科,我们通常称为“环境工程”。

环境工程在美国作为一门独立的学科出现

James R. Mihelcic

在过去的几十年中,环境工程在世界各地不断以独立学科的身份出现。下面我们仅仅列举

美国的几个例子：

◇美国工程与技术认证委员会(ABET)已经认证了超过 50 个环境工程专业。

◇在工程职业资格考试中,环境工程已经成为一个专门的科目。^①

◇2005 年 5 月,美国劳工统计局(BLS)^②统计到超过 5 万的环境工程师。大胆预计这个数目有可能超过 10 万。^③

◇作为一种职业,环境工程现在已经超过了生物医学、材料和化学工程(这三个领域在 2002 年分别有 0.8 万、3.3 万和 2.5 万名成员),而且有趋势显示它正在以更快的速度发展。

◇截止到 2012 年,环境工程师的人数预计会增长 30%,达到 6.5 万人,占 10 年间工程师增加总数的 5%。我们可以比较一下,11% 是土木工程,14% 是机械工程,1% 是生物医学工程,2% 是化学工程,4% 是航空工程。^④

随着关于环境挑战的程度和复杂性的知识不断增加,在过去的 20 年里,作为环境工程学科一部分的专门技能也明显变得越来越重要。然而,挑战过于巨大,而应对的时间又很短,因而环境工程师无法处理整个行业的所有环境问题;环境工程并不等同于可持续性工程。而且,那些先前只在环境工程领域教授的课程,必须尽快而有效地融入到所有工程学科中。与此同时,作为一个先进而专业的领域,环境工程学科本身必须继续发展,比如在建模、监控、影响评估、污染控制、估价、合作设计等领域的发展。

“我们这个学科正努力地理解自身的地位——环境工程不能仅仅作为一个清理其他工程学科成果的实践基地。它必须在既定的格局下,对地球的每个体系以及这些体系的相互作用有一个更深入的理解。只有在那个时候,环境工程才能建立自身有说服力的知识体系,并真正成为独立于其他工程学科的实践基地。”^⑤

——大卫·胡德,澳大利亚工程师协会环境工程师学院,2009 年主席,兼职教授
深刻理解这些问题之后,当教育部门积极做出调整让所有的工程毕业生都接受可持续工程的教育之后,环境工程才能真正地在这段过渡时期及之后发挥关键作用。作为最新的学科之一,人们会越来越地依靠它来帮助其他工程学科形成可持续的工程方案。

① 美国环境工程师协会与美国环境工程与科学教师协会在 2006 年 9 月对环境工程师职业团体成立的最终报告。

② 美国劳工统计局网站: <http://www.bls.gov/oco/ocos027.htm>。

③ 这个较高的预测数据是基于这样的现实基础:美国土木工程师协会(ASCE)有 34.5% 的成员认为自己是环境工程师,并且根据统计部门的不同,美国有大约 22.8 万~33 万名土木工程师(分别根据美国政府 2002 年的估计和美国国家科学基金会的估计)。

④ S. Jones et al. 2005. An Initial Eff ort to Count Environmental Engineers in the USA. *Environmental Engineering Science*, Vol. 22, No. 6, pp. 772 ~ 787.

⑤ Hood, D. Personal communication with the authors, 16 February 2009.

4.2.6 农业工程

Irenilza de Alencar Naas 和 Takaaki Maekawa

农业具有非常悠久的历史。在使用犁、谷物存储和灌溉的古文明时期,我们就可以找到农业工程存在的证据。我们现在所熟知的现代农业工程在20世纪30年代以后开始发展。在当时的欧洲大陆,虽然每个国家都有所不同,但是农业工程发挥的作用非常小。在随后的世纪里,人们发明和改进了各种各样的机器用于农业生产——为了满足城市人口日益增长的需求。然而,尽管农业工程在农业生产中的重要作用,这个行业的发展仍然很缓慢而且规模有限。农业机械和建筑的设计往往是基于技巧和积累的经验,而不是相互合作的科学研究。而且,采收后科技、温室以及人类工程学、安全和劳工组织也面临着同样的问题。直到后来,环境保护和土地可持续利用才成为科学研究的主题。

为了解决这些问题,加强研究者的国际合作,并且将这种合作集中到改善农场和乡村地区的工作环境中,人们在1930年成立了国际农业工程委员会(CIGR)。^① 农业工程领域的技术问题比较少也相对比较简单,因此研究主要集中在对农业工具的研究上。随着时间的推移,农业机械、改装机械、机器检测及标准化成为主要研究项目,同时,科技劳工组织一直不断强调人类工作态度、居住和健康条件的重要性。

国际农业工程委员会(Commission Internationale du Génie Rural – CIGR)

CIGR 技术部门:

部门 1. 土地和水工程:应用于水土管理科学的工程。

部门 2. 农业建筑、设备、结构和环境:动物饲养的优化与设计、谷物和园艺建筑及其相关设备、气候控制和环境保护、农场规划及废物管理。

部门 3. 工厂的设备工程:农业机械及机械化、森林机械化、传感和人工智能、建模和信息系统以及先进物理知识的应用。

部门 4. 农村电力以及其他能源:电力以及电子技术在农业上的应用、能量消耗的合理化、可再生性能源的使用及相关科技、控制和自动化系统。

部门 5. 管理、人类工程学以及系统工程:农场管理、操作方法和系统、劳动和工作规划、优化、人类健康、人类工程学和工人安全、农村社会学以及系统管理。

部门 6. 采收后科技和处理工程:原材料(食物及非食物)的物理特性、终端产品质量、操作科技、操作管理和工程。

① CIGR was founded in 1930 at Liège in Belgium at the first International Congress of Agricultural Engineering. It is a worldwide network involving regional and multinational associations, societies, corporations and individuals working in science and technology and contributing to the different fields of agricultural engineering. It supports numerous free activities carried out by management and individual specialist groups, agricultural societies and union bodies in each country. CIGR is allied with international bodies such as the Food and Agriculture Organization (FAO), the International Organization for Standardization (ISO) and the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO). For more information, go to: <http://www.cigr.org>.

部门7. 信息系统:这个部门的任务就是加强通信体系在农业中的应用。

CIGR 工作组:

1. 地球观测土地和水工程工作组
2. 热带地区动物居住工作组
3. 农村发展和文化遗产的保护工作组
4. 牛群居住工作组
5. 水资源管理与信息系统工作组
6. 农业工程大学的课程协调工作组
7. 先进的农业操作分级和监测的图像分析工作组
8. 乡村景观的保护和物价稳定工作组



© CIGR 2006 年世界大会的与会者在波恩大学前合影

第二次世界大战结束后,农业领域需要进行大量的重建工作。民主遭到严重干扰,扭曲的经济亟需加以调整,社会亟待再次繁荣。农场材料和设备也必须重建。我们必须尽快满足人口的需求,并且让农业工程促进农业发展——这是经济复苏的基础。从20世纪50年代末开始,当战后的问题得到解决之后,农业工程就蓬勃发展起来。

从CIGR的技术部门和工作组中,我们可以非常清楚地看到当今农业工程师所关心的主要问题。而关于教育,我们从现在农业工程的范围可以看出,在很多情形下它的授课内容都是列在其他工程领域范围内的——尤其是环境工程。

展望未来,由于人类自身的活动,我们现在被越来越多的问题所困扰,比如说,生态系统的干扰、人口增长、资源消耗和环境破坏。我们的任务就是在不断变化的气候和环境条件下,利用我们的知识和创新力来满足人类生活的基本需要:有足够的食物吃,有足够的水喝。

CIGR把全世界的专家集合到一起来为人类进程做贡献,并且通过形成可持续发展

体系、土地管理体系、耕种体系、食物生产以及类似体系来提高资源的利用率。

4.2.7 医学工程

J. P. Woodcock

医疗科技的作用就是为患者提供正确的诊断与治疗,并且在病情恢复时期,使他们能够生活自理,从而在社会上充分发挥作用。

发展中国家的医疗技术

一份来自世界卫生组织(WHO)的报告显示,发展中国家的医疗技术大约有95%是进口的,而且有50%的设备没有使用过。其主要原因是由于缺乏对设备使用的相关培训而导致设备缺乏维护,而且大部分的设备对于当地人们的实际需求来说都太过复杂了。如果理解了向发展中国家提供医疗保健的各种弊端之后,那么我们就更容易相信信息科技可以促进向发展中国家提供支持和培训。然而,这背后也有我们无法忽视的现象,那就是美国人均医疗保健的花费是5274美元,而大部分发展中国家却只能支付不到100美元。^①

发展中国家所面临的主要问题是昂贵的初始和运行费用,再加上制造商距离遥远等问题,由于大部分最新的设备都是由微处理器来控制的,而这些微处理器不能在变化太大的气候环境中操作。^②

大部分可用的技术都涉及一次性材料,比如说,电极板的特殊凝胶剂以及在超声波检测中接触皮肤的超声波导电膏。这些材料一开始都是无菌的,但是如果不能正确保存的话,很快就会被污染了。这些物品的进口价格通常很高。其实,这些进口国通常不需要复杂的现代设备,而基本物资对于他们却用处很大。但是因为沒有选择的机会,他们往往要高价购买整个系统。甚至维修设备和零件都不可能,要么把设备返回给生产商,要么以高价邀请技术人员去维修。

发展中国家还面临着一个特殊的问题,那就是生产过剩或过时设备的捐赠。很多国家都依赖医疗设备的捐赠,但是却没有资金来运输、安装、维护设备以及培训专业人员。^③

人员培训

发展中国家缺乏训练有素的医疗工程专业人员,工程师的数量更是少之又少——大部分都是技术人员——而且培训机构也是非常少。^④如果想要更好地操作设备,而且使设备有更长的使用期,那么在医疗保健体系中,工程人员就跟医疗人员一样重要。这些

① Nkuma - Udah K. I., and Mazi E. A. 2007. Developing Biomedical Engineering in Africa: A Case for Nigeria, IFMBE Proceedings, 14 June 2007, International Federation for Medical and Biological Engineering.

② Rabbani, K. S. 1995. Local Development of Bio - Medical Technology - a Must for the Third World. Proceedings of RC IEEE - EMBS & 14th BMESI, 1. 31 ~ 1. 32.

③ Digital Healthcare: the impact of information and communication technologies on health and healthcare. The Royal Society, Document 37/06, 2006.

④ Ibid. 105.

技术人员必须经过一定的培训,才能有效地完成工作。同时,他们还应该熟悉相应的标准和管理部门。

在发展中国家建立知识和培训体系是非常重要的。这需要在本科和研究生阶段提供相应的培训项目和课程,但是要达到这个目标,需要得到一些国际组织的支持,包括国际医学和生物学工程联合会(IFMEB)、国际医学物理和医学工程联合会(IUPESM)、世界卫生组织(WTO)以及 UNESCO。

在发展中国家及发达国家大学安排“培训”设备,以及远程硕士学位课程(比如英国的卡迪夫大学就提供临床工程科学硕士学位)是非常重要的。这种高层次的合作将会涉及发展中国家内部的组织:比如成立于1999年的尼日利亚生物医学工程协会(NIBE)已经在尼日利亚召开了六场国家生物医学工程会议,以及四场国家专业人员培训课程。NIBE的行业杂志《尼日利亚生物医学工程杂志》在2001年首次出版发行。

非洲生物医学工程及科学联盟(AUBES)成立于2003年。其目的是加强整个非洲生物医学工程专业人员的合作。^① 孟加拉国也有类似的成功案例。

未来发展

信息与通信技术(ICTs)有改革医疗卫生的提供方式并解决未来健康问题挑战的潜力。^② 英国皇家协会在其报告《数字医疗卫生》中列举出了可以为医疗卫生做出巨大贡献的信息与通信工程三大领域:家庭护理技术、初级医疗技术以及二级和三级医疗技术。

医疗保健专业人士及病人自己都可以运用家庭护理技术来“处理已知的医疗病情、自我治疗、检测及判断新病情以及检测维护健康。”^③全科医生、公共卫生专业人员、社区护士、医疗保健中心的员工和社区医院则会使用初级医疗技术,其涉及的领域包括一般健康问题的预防和控制、卫生、教育、一般疾病或伤痛的诊断以及基本药物的供应等。而二级和三级医疗技术则用于医院的诊断和治疗那些需要专业设备的医疗问题。

传感器技术可以用来在家庭和工作环境内更有效地监测个人身体状况。这些传感器是基于低成本的计算机技术而研制的,我们可以在柜台上直接购买或者在网上购买。^④ 像温度计、评定量表、心率和血压监护仪、血糖和身体脂肪监护仪之类的仪器可以将信息传递给个人电脑甚至是移动电话。这些信息会被专人以及医疗保健支持团队分析,然后为病人提供及时的服务。

目前,大部分的发展中国家缺乏必要的基础设施来像发达国家那样为知识创造和传播提供便利条件。电脑终端、网络以及具有宽带的交流渠道等是非常有限的。然而,投

① Ibid. 105.

② Ibid. 107.

③ Digital Healthcare: the impact of information and communication technologies on health and healthcare. The Royal Society, Document 37/06, 2006. pp. 107.

④ Ibid. 107.

资这些基础设施将会很明显地改善所有的设备以及培训问题,^①并且能够拓展上述三个领域的新机会。

生物医学信息学具有降低发展中国家贫困和疾病压力的能力。而且,基础设施是关键元素,例如,印度就已经启动了一个非常有潜力的国家发展项目。亚太地区也在投资生物医学信息学,我们可以从南非、肯尼亚、尼日利亚以及戛纳看出其取得的进步。^②

我们也应该关注设备的本地化制造,^③比如说心电图监护仪、数字温度计、电子秤、血糖监护仪等。这些投资的好处就是更低的制造费用,以及在当地普及专业知识及相关技能的便利。

而且,这还可以降低反应时间并减小关键设备的停用期。设备还可以经过开发适应在当地气候条件下操作,并逐渐淘汰昂贵的空调和除湿机。当地专业知识体系的建立能够增加自信,而且对于工程师和技术人员的培训也会有良好的反馈。

如果这些投入能够实现,那么未来发展中国家的医疗工程和技术会呈良性发展。在中期的时候,现代通信系统及其逐渐降低的成本和越来越多的新学习方法将会给我们带来一个更加高标准的医疗卫生服务。如果与当地制造业相结合,医疗工程师将会更加独立,并以更能接受的价格,在最需要的地方,提供更好的基本医疗卫生服务。

4.3 工程行业及其组织

4.3.1 工程行业组织简介

Tony Marjoram

就像我们在之前所提到的,人类的定义归因于其使用工具、设计、工程技巧以及与这项富有创造性而又创新的活动相关的社会性和交流——这与当今世界的科技发展和传播也是有紧密联系的。工程作为一项职业,其服务开始获得报酬的历史起源于15万年以前的工具和武器制造时期,这使得工程成为最古老的职业之一。“工程师”最早是指那些操作军事武器或机器的人;“engine”这个词始自于“ingenium”,代表独创性或者聪明以及发明创造。

随着手工艺和行会的发展,工程职业也继续发展,后来就形成了相关的知识和教育体系。在古代社会,工程教育是简单的家长制,进入中世纪后,发展成为各种职业技校,而进入16~17世纪文艺复兴运动和科技革命时期,达·芬奇是公认的工程师(Ingegnere

① Srinivasan, S., Mital, D. P., and Haque, S. 2008. Biomedical informatics education for capacity building in developing countries. *Int. J. Medical Engineering and Informatics*, Vol. 1, No. 1, pp. 39 ~ 49.

② *Ibid.* 113.

③ *Ibid.* 106.

Generale)。工程发展史上最关键的时期是 18 ~ 19 世纪,尤其是工业革命第二阶段的铁器时代和蒸汽时代。在工业革命兴起的英国,很多工程师都几乎没有经过正式或理论培训。由于实践活动先于科学知识,早期的工程教育是学徒制,主要是跟随有经验的工程师学习,是一种手工艺的经验主义以及自由的职业发展方式。英国曾经在 19 世纪早期试图通过限制工程商品和服务出口来保持其工程发展领先地位,而欧洲大陆的国家则利用法国和德国的模式形成了自己的工程教育体系。与英国有所不同的是,这个体系的基础是科学和数学。法国是大革命之后在拿破仑的影响下,发展了正规的工程学校体系,因此法国的工程教育带有很强的理论性特点。在 19 世纪早期,法国的模式影响了全世界的多科性工程教育的发展,尤其是对德国的影响最大。在德国,对工程教育发展的早期兴趣始于采矿业。



© Ch. Hills/UNESCO 20 世纪 60 年代巴基斯坦白沙瓦的工程学校

到 19 世纪末,大部分现在的工业国家都在法国和德国“教学与研究相统一”的模式影响下,建立了自己的工程教育体系。进入 20 世纪,工程职业化继续发展,职业社团、杂志、集会、学术会议、职业资格认证考试、任职证书以及大学的持续发展,促进了教育、信息传递和继续职业发展。在整个 19 世纪以及 20 世纪初,在一定程度上,由于害怕在国际竞争中落后于欧洲工程发展模式,英国也逐渐向以科学和大学为基础的体系转换,“工程科学”的发展迅猛——工程、科学和数学的联系越来越紧密。工程师是专业咨询和服务的提供者,工程职业就像其他职业一样,是基于专门教育和培训的。之所以将工程定义为一个职业,还有其他的一些理由:专门的培训学校以及大学院系的建立,认证和许可制度的形成,行业准则和规范的设立等。工程和神学、药学和法律一样,是最老的行业之一。有人认为工程师就是应用型科学家,反映出“线性模型”的理论:纯科学导致了应用工程。就像我们在别处提到的那样,这是对事实的曲解,而且在当今的知识社会和经济

体系里,这样的观点会使公众更加忽视对工程行业作用的理解。

我们通常称呼那些有资格的或者正在从事工程行业的人为工程师。他们可能会得到许可和正式的任命,成为专业的、特许或注册工程师。正如上面所提到的那样,工程学科领域非常广泛,包括很多专门的学科或应用领域以及特殊的科学领域。工程本身也可以划分为工程科学和不同领域的专业实践和活动层次。随着工程职业化的发展,与资格认证以及工程能力和资格相关的国际协议也逐渐形成,包括《华盛顿协议》(1989年)、《悉尼协议》(2001年)、《都柏林协议》(2002年)、《亚太经合组织工程师》(1999年)、《工程师流动论坛》(2003年)以及1999年与欧洲学士及硕士教育的质量和认证相关的《博洛尼亚宣言》。

工程教育除了授予某一个工程学科的学位或相关资格,培养相应的技术——包括设计和绘画技能,现在一般是指计算机辅助设计(CAD)和继续职业发展——和对新技术和工艺的意识,也力求培养合理的、实用的解决问题的方法论和解决方案,这不仅包括软社会,还包括技术能力:动机、快速理解反应的能力、在压力下沟通并领导的能力、在培训和指导过程中的社会-科技技巧等。工程包含多样化并不断增加的领域、学科、分支以及专业。这些都是在知识发展分化以及各种学科分化合并或者新学科不断产生的过程中,从土木、机械、化学、电子电气工程等领域发展而来的。一般来说,在已有的或新的职业工程组织内设立新的大学院系、部门,就是新的工程领域建立的标志。

工程行业现在包括不同种类、不同层次的工程师。他们在交叉性不断扩大的不同领域从事各种工作;他们可能是、也可能不是各种职业组织的成员,他们阅读各种专业期刊,参加各种持续职业发展培训课程、工作坊以及会议。现在,出版和会议已经成为工程组织的一项重要事务,他们很大一部分的收益都来自这些途径。

职业工程师在企业、政府、咨询部门以及学术界工作。与专业科学组织相似,专业工程协会和组织分为地区、国家以及国际层面。大规模的国家经济体通常会设立专属于不同工程领域的工程组织,这些组织与美国工程学会联合会(AAES)或英国工程委员会(ECUK)等类似的“伞状”组织有联系。如果从号召力、多科性以及协调力等角度考虑,设立专门的或综合的(例如,澳大利亚和加拿大)国家组织也是有利有弊的,因为那些“伞状”组织的规模可能会比其成员国组织小得多。国家组织一般是通过世界工程组织联合会(WFEO)与国际接轨的。WFEO有超过100个的国家和国际成员组织,代表了世界各地1500万工程师。比较大的国家通常有工程院,而国际工程与技术科学院理事会(CAETS)现在已经有26个成员。

在全球,现在大约有5000所大学拥有经过认证的学院或学部(根据国际大学协会的数据资料显示),以及成百上千个工程期刊。前面我们已经提到的国际认证机构,与大部分大国的认证机构都是有联系的。每年全球会召开成百上千个国家以及国际工程会议,每四年就会有世界工程师大会(最近的两次是2008年在巴西利亚和2011年在日内瓦召开的)。由于工程的学科众多,很多国际组织都对这个领域非常感兴趣,虽然只有

UNESCO 有科学及工程的正式授权。为了响应建立代表全球工程界的国际性组织的号召, UNESCO 于 1968 年在巴黎成立了 WFEO。在本报告中介绍的组织有: WFEO, CAETS 以及国际咨询工程师联合会(FIDIC), 还有欧洲工程师联合会(FEANI)、亚太工程组织联合会(FEAP, 前身是东南亚及太平洋工程学会联合会, FEISEAP)、东南亚及太平洋地区工程教育协会(AEESAP)、联合国亚太地区技术转移中心(APCTT)、非洲科技组织协会(ANSTI)、非洲工程师论坛(AEF)以及国际工程教育学会联盟(IFEES)等。报告中还提到了一些关注工程的国际发展组织, 包括:“实践行动”(前身是“中间技术发展组织”)、“无国界工程师”(在越来越多的国家拥有越来越多的会员)、“反贫困工程师”(英国)以及“可持续发展工程师”(美国)。

4.3.2 国际合作

Tony Ridley

20 世纪是一个合作越来越密切的时代。工程师在自己的国家工作以促进相关研发工作的开展, 多年来他们也一直到其他国家出差或者访问, 尤其是在殖民地时期。今天, 工程师们正以一个更加合作的方式工作着。

在 20 世纪后 20 年, 工程学科在全球范围的主要发展是对环境问题的关注。继 1992 年在里约热内卢召开“地球高峰会议”之后, 联合国大会于 1992 年成立了联合国可持续发展委员会(CSD)。从一开始, 这个会议就邀请了很多民间社团成员参加。但是令人吃惊的是, 工程师们却并没有从一开始就在邀请之列, 尽管他们对全球发展以及世界上每一个国家的环境保护都作出了巨大贡献。

随着 WFEO 声明的发表, 工程师以及国际科学理事会(ICSU)的科学家才最终被邀请参加 2001 年联合国可持续发展理事会第九次会议。自此之后, 他们就参与到了整个会议之中, 而且影响力越来越大。参加会议的民间组织代表包括: 妇女、儿童和青年、原著居民、非政府组织、地方政府、工人以及工会、商会、行业组织和农民等。随后, 他们又参加了 2002 年约翰内斯堡的可持续发展世界峰会以及联合国千年项目。

联合国在 2000 年提出了千年发展目标(MDGs), 在多方面减少世界的极端贫困: 收入贫困、饥饿、疾病、基础设施以及住所匮乏等, 同时还要促进性别平等、教育、健康以及环境可持续发展等。联合国千年计划是由时任联合国秘书长的科菲·安南启动的, 为了完成上述目标而设立的实际工作计划。

千年项目的核心工作由十个特别工作组来负责。第十工作组是由工程师组成的。他们的报告《创新: 将知识应用到发展之中》表示要实现千年发展目标, 需要对现有的发展政策有一个可持续的再定位, 通过科技知识的应用以及相关的政策调整来促进经济发展。报告还概括了政策实施的关键领域, 强调要关注基础科技的发展, 认为基础设施服务是科技发展的基础; 强调要促进高等教育的发展, 并将大学发展列在当地发展的核心地位; 强调要刺激企业家的创业活动, 改善政策活动, 并关注资金不足的研究领域。这其

中的一个核心观点就是——要认识到工程师需要将政策转变为事实,并进一步参与到整个计划制订当中来。



© Marjoram 卢拉主席在 2008 年世界工程师大会上

第十小组提出的“基础设施,创新和发展”(Ridley 等,2006),^①认为基础设施的缺乏是阻碍非洲发展的主要原因之一。科技和创新是经济发展的引擎。随着全球化贸易和投资的发展,科技能力成为提高竞争优势的重要手段。尽管基础设施发展和科技发展是两个最重要的发展政策,实施者以及政策制定者还是倾向于认为这两个是独立的问题。在最近几年,基础设施发展的核心已经从纯粹的实体设备建筑转向提供适当的服务。环境以及社会因素也已经成为基础设施发展的一部分,但是大部分的基础设施项目却与科技发展没有很明显的联系。

4.3.3 世界工程组织联合会(WFEO)

Barry Gear

工程是真正国际化的行业。一个结构、项目或者产品可能由一个国家的某个工程师构思,在另外的一个或多个国家设计,建设或生产的原件来自很多国家,在其使用过程中的操作和维护以及最后的报废处理都离不开国际支持。在当今时代,工程师属于某个国家的观点受到很多人的质疑,有人甚至认为这是非常过时的观点。所有的工程协会、政府以及公司都应该相信自己在国际范围内工作的能力、标准以及经验,这一点是相当重要的。因此世界工程组织联合会(WFEO)作为代表全世界工程行业的国际组织,其作用是非常巨大的。组成 WFEO 的各国行业机构在全世界有 1000 万个注册会员。因此 WFEO 的目的就是成为工程领域国际公认的领袖,并与其他国家以及国际行业工程组织

^① Ridley, T. M., Y - C. Lee and C. Juma, Infrastructure, innovation and development, Int J. Technology and Globalization, Vol. 2, No. 3/4, pp. 268 - 278.

合作,比如,FIDIC 和 CAETS 等。WEFO 的目标是:

- 在国际上代表工程行业,为工程行业提供综合的领导和管理,并帮助相关国家机构选择合适的政策来解决当今世界所面临的最为严峻的问题。

- 促进工程实践。

- 将工程信息传递给世界上每一个国家,并促进其成员之间更好地交流成功案例的信息。

- 通过适当的科技应用,促进全世界每一个国家的社会经济安全以及可持续发展,并减少贫困。

- 为社会服务,成为国家和国际组织以及公众所认可和尊重的、并能提出有价值的建议和组织的组织,帮助它们制定与人类和自然环境领域的工程和技术相关的政策,解决相关的问题。

WEFO 有八个常务委员会,而且每一个都是国际性的:

◇ 工程及环境委员会

该委员会负责有关工程、环境、可持续发展、环境变化改善和适应以及相关的基础设施建设等问题,并负责为包括联合国可持续发展组织在内的不同组织提供建议。

◇ 信息和通信委员会

负责工程、信息以及通信等相关科技的发展,包括为信息和通信技术发展的普及和应用提供合理化建议,减少信息差距。

◇ 教育和培训委员会

负责与工程教育和培训相关的问题,为设立相应的国际标准提供建议和帮助,包括毕业生以及有工作经验的工程师的流动问题。

◇ 技术委员会

负责应用适当的技术手段来实施大范围的工程项目,包括为发展中国家的建筑规范和城市基础设施发展提供相关建议。

◇ 能力建设委员会

负责解决与工程领域能力建设有关的问题,包括为撒哈拉非洲、拉丁美洲以及加勒比海的信息沟通提供建议和帮助,在实施发展项目时,开发一种模型来确保科技的顺利传输。

◇ 能源委员会

负责有关工程及能源领域所有方面的工作,包括发表关于不同能源科技的可行性实施条件,以及风能、核能应用的报告,并为关于太阳能和生物能的报告做准备工作。

◇ 反腐败委员会

负责为 WEFO 成员提供建议,并加强其与 UNESCO、世界银行以及透明国际组织等相关组织的关系,并组织活动来减少腐败活动的产生,因为腐败活动会降低发展援助的效率。

◇ 妇女工程委员会

负责处理工程行业中与妇女以及性别问题相关的活动,包括通过培养领导能力、借鉴妇女组织的经验,提供帮助等方式开展一些项目,以提高妇女在工程和科技领域的影响力。

经济效益要求一个国家能够快速借鉴其他国家的科技经验,并吸引资金来应用这些科技。许多发展中国家没有足够的资金,因此需要吸引外商直接投资(FDI)。这反过来又要求各国严格遵守知识产权法,减少腐败现象以及实施公平的赋税和关税政策。政治稳定性以及财务渠道是非常重要的影响因素,世界发展银行还将电力供应和高级公路建设列为至关重要的因素。在全球范围内,因为雇主对风险管理、道德实践以及可持续受益的重视,他们往往特别看重工程资格。这样,工程专业的毕业生就成为了很多组织和行业的经理及领导的新来源。无论何时,只要资金到位,国家就需要有足够的科技能力来制定好的科技政策,这是非常必要的。

WFEO 能够有力地代表工程行业来制定全球性的政策,尤其是关于可持续发展以及人类福祉的问题。这就意味着要明确而高效地与 UNESCO 以及世界银行等专门机构、国际和地方性的发展银行和金融机构合作。在成员的全力支持与认可下,WFEO 取得了非常重大的成就。例如,联合国千年发展目标的科技及创新工作组就是由 WFEO 主持并领导的。

可悲的是,世界上还有很多人从来没有打开过电灯开关,从来没有在建造的公路上走过,更不用说是在这样的公路上骑车了。这将我们的话题引到了关于全球范围内基础设施匮乏的终点上。全球的人口数量持续上升,并不断向城市地区迁移,这就要求在全球范围内实施可持续的发展方案。对能源、饮用水、清洁空气、安全的废物处理以及交通的要求会促进环境保护和基础设施的发展。社会将会面临越来越多的自然事件、意外事故以及恐怖主义等其他方面的威胁。公众越来越意识到发展并不需要以破坏他们自己以及子孙后代的环境为代价,并开始把可持续发展看做是一个世纪的目标,而不是一个无法达到的理念。为了达到这样的要求,与 WFEO 相关的工程师们更将自己的角色从设计者和建筑者转变成为生命周期项目的“支持者”。

关于人口,世界人口将会在 2050 年达到 100 亿。今天,人们比 30 年之前占据了这颗星球上更多的空间,而且他们在不断地消耗地球的环境,尤其是他们对能源、纯净水、清洁空气以及安全的废物处理的要求对环境的影响尤其严重。在过去的 30 年里,全球逐渐变暖严重影响了沿海地区 50 英里以内超过一半的人口的生活。由于海平面上升、暴风雨活动的加剧以及洪涝灾害敏感性的增加,这些地区成为了更加难于居住的地区。人不断增加,资源却不断减少,再加上环境变化,这一切都促使我们实施可持续发展策略,并使可持续问题成为需要全球关注的前沿问题之一。WFEO 及其会员正不断地努力理解他们在这个急剧转型的社会里将会扮演的领导角色。

4.3.4 国际工程与技术科学院理事会(CAETS)

William Salmon

国际工程与技术科学院理事会(CAETS)包括来自不同国家的国家工程院和科学院。它成立于1978年,当时有五个创始学院,而且应美国国家工程院之邀,于当年在华盛顿特区举行了第一次大会。CAETS的每一个会员都由同行选举的成员组成,这些成员代表了该国在这个行业的最优秀成就和最高标准。这些国家学院对重要的国家及国际工程和科技问题有完善的服务项目,很多受到政府邀请来为国家性的重要议题提供有权威的、客观的建议。在CAETS内共同工作,这些学院聚集了世界上最优秀的工程师的智慧,形成了一个全球范围的工程资源,来解决最高级别的工程技术和能力问题。CAETS的创办公理念是通过相关的科学、技术以及工程问题促进国际以及国家对于经济、社会和环境问题的决策制定,使所有的人都能够很好受益于科学、技术以及工程的能力建设。

目标

为了与其管理章程保持一致,并支持其目标,CAETS需要:

- ◇成立一个独立的非政治也非政府的国际工程和技术科学院组织,为政府以及国际组织提供其专业领域的有关科技和政策问题建议。
- ◇促进工程和技术活动的繁荣,推动全球的经济增长和社会福利的发展。
- ◇推动公众对工程和技术应用的广泛理解。
- ◇建设一个国际论坛,讨论和沟通公众普遍关心的工程和技术问题。
- ◇通过联系双边和多边关注的发展项目,促进国际工程和技术合作。
- ◇鼓励并促进国际工程教育及实践的发展。
- ◇为没有工程院的国家建设工程院。
- ◇实施其他的工程、项目和活动。

任务

CAETS的任务是为全社会所有国家的利益,有效地促进工程和技术进步。它还可以为全世界的工程和应用科学院提供一个机制,促进它们对于重要国际问题的合作。对于有重大的工程和技术意义的国家性以及国际性议题,每一个会员学院都有成熟的服务程序,因此很多都会受到政府邀请来为解决国家性的重要科技问题提供权威的、客观的建议。CAETS使每一个学院都可以利用全球所有会员的经验和技巧来解决它们本国层面的一些问题。它同时还要确保重要的国际以及政府间组织和机构能够应用最好的科技和工程知识来最优化地解决所遇到的问题。

管理

CAETS的行政和决策机构是委员会,每一个会员学院都有一名代表在其中,负责选

举执行官(主席、当选主席、前任主席/秘书长/财务长)和董事会。董事会包括执行官(执行委员会)以及4名其他成员,每名成员服务一年的时间(秘书长和财务长例外)。CAETS的主要工作是每年一次的委员会议,两年一次的大会以及由举办会员学院赞助的每两年一次(不举行大会的年份)的论坛。以往大会关注的核心问题分别是“工程、创新和社会”、“技术和健康”、“世界森林和技术”、“娱乐字节”、“海洋与世界的未来”、“氢能经济:为这个世纪提供清洁能源”、“环境以及可持续增长”。

战略

CAETS首要关注的问题是与联合国专门组织以及相关的国际组织衔接,形成并加强国家工程及技术科学院科学、集会、论坛以及报告的能力,支持会员学院的主动创新并解决会员学院所普遍关注的问题。

由于上述的首要关注问题,CAETS一直为联合国系统相关的科技组织提供咨询建议,而且还与联合国内与其有联系的WFEO,IAC,ICSU以及其他一些非政府组织建立了工作关系。

CAETS的网站(<http://www.caets.org>)包含其所有活动的信息,及所有会员学院的地址和链接。CAETS于2000年6月30号在美国的华盛顿哥伦比亚特区成立,并且是获得美国国税局免税资格的慈善机构。

4.3.5 国际咨询工程师联合会(FIDIC)

Peter Boswell

国际咨询工程师联合会(FIDIC)代表了国际层面的咨询工程师行业。通过宏观分析,我们可以看出这个行业的意义和重要性。咨询工程师行业包括一些独立的私人咨询公司,提供收费的服务,是全球的主要行业之一,其年均收益可达4900亿,并且与产出占全球GDP一半的建筑、管理以及产业部门联系紧密。任何一个行业,尤其是为世界的基础设施建设构思、设计、实施以及维护作出巨大贡献的部门,都会立志于将自己的服务范围涉及整个行业领域,并提高自己服务的重要性。然而,不像制造行业那样,工程咨询行业所属的服务行业并不适用于直接的分析模式。缺乏数据以及活动的分类往往会妨碍严密分析过程的进行。

该行业的最新活动已经涉及世贸组织的服务协商贸易以及国家统计协调分析中。这两个方面已经组成了咨询工程行业活动的一个强有力的分支,并在最大的范围内跨越建筑和土木工程服务行业以及工业咨询行业。考虑到这个方面,再加上面临着在国家层面详细地量化工业活动,从而总结出全球范围内对工业咨询服务的需求的压力,FIDIC形成了一个基于投资来分析全球需求的自上而下的宏观分析模式。由于其重要性,我们非常有必要详细介绍一下这个方面。

WTO《服务贸易总协定(GATS)》分类:自下而上的行业数据

咨询工程师通常在两大市场提供以技术为基础的知识服务:建筑环境(包括建筑、基

基础设施以及环境)和工业(包括制造、设备以及工艺工厂)。由于工业通常也包含建筑环境,所以可以根据建筑和工程(A&E)服务以及产品工程(或者行业资讯)将咨询工程简单分为两类。

这些服务可以通过以下两种途径来提供:一是在内部,由负责项目或提供项目设备的组织完成;二是在外部,由来自咨询工程或其他行业的专业公司或综合性公司来完成。《服务贸易总协定(GATS)》是世界贸易组织(WTO)的一个协约,这个协约最近成为量化服务行业重要性的核心讨论话题。GATS的服务部门分类列表GNS/W/120中只有两类涉及工程服务:一类是由职业建筑师及工程师提供的专业服务,即建筑、工程、综合工程以及城市和景观美化服务(统称为A&E服务);另一类是建筑以及相关的工程服务,即机械构造和相关的工程项目,并被归类为建筑服务。

有无数的评论家曾经指出:

1. 建筑服务包含专业服务,反之亦然。
2. 有一些建筑及工程服务项目并没有被囊括在内,比如由调查员、测绘工程师、建筑经济学家以及质量调查员所提供的服务。
3. 其他一些服务部门也需要工程服务——包括W/120中的环境服务类,计算机以及相关服务类中的专业服务,以及其他商业服务(采矿、制造、渔业、农业、检测、能源分配、安全设备维护、建筑服务以及管理咨询)——所有这些都属于咨询工程师的范围之内。
4. 工程机械的工业咨询服务(工业标准分类SIC353-9;SIC361-6)在某些国家的统计资料中是主要的类别,但在W/120中却没有等同的分类。

基于这些混乱的分类,我们所面临的问题就是现有的统计数据库是否能够合理的分析咨询工程行业,从而公平地评判这个行业的重要性。

国家部门的统计:A&E专业服务

关于W/120中A&E专业服务,我们注意到,所有经济活动的国际标准工业分类(ISIC)分为专业服务以及其他商业服务(ISIC882建筑、工程以及其他技术活动),这是很多国家的统计局所使用的分类,与W/120中的A&E服务是一致的(CPC Codes 8671-4)。反过来,W/120的A&E专业服务(CPC Codes 8671-4)与国际劳工组织的国际标准职业分类ISCO-88:214也是一致的。因此,基于工程学科的国家统计资料很有可能在某些场合下无法评估W/120的A&E专业服务。

国家部门的统计:建筑以及相关工程服务

关于W/120建筑以及相关工程服务(CPC 512-7),我们可以发现它与ISIC中的建筑以及与工程相关的服务(ISIC501-5)是一致的,后者是许多国家统计资料的基础。UNCTAD将建筑和相关的工程服务分为“A&E设计中的建筑及相关的工程服务”和“机械构造中的建筑及相关工程服务”。后者在以下方面有非常准确的体现:

◇《ISIC 第三版 建筑 (ISIC451 - 5)》涉及一个建筑物所有的物理构造 (场地预备、完整或是部分建筑工程、土木工程、建筑安装、建筑完工、建筑物租赁或者有专业操作者的破坏性设备租赁)。

◇《扩大的国际收支服务 (EBOPS) 249》包括建筑物以及其他结构的场地准备以及通用结构, 土木工程的建筑工作、安装以及装配工作。此外, 它还包含维修、建筑物或者有专业操作者的破坏性设备的租赁服务, 以及建筑物的外围清理工作。

◇OECD 全球化指标数据库记录的外国附属机构的服务贸易 (FATS) 统计资料。

EBOPS 249 有助于超越传统的方法, 将“建筑” (主要是基础设施建设) 与住宅及非住宅建筑区分开, 而且通过这个分类方法, 作为公共物资的基础设施建设可以由公共部门提供, 而私营部门又可以支配建筑行业。政府越来越倾向于外包建筑工程, 并与私营部门合作, 这也暴露了传统分类方法的弊端。

国家部门的统计: 工业咨询

很多国家统计数据库的分类中都涉及了工程机械的工业咨询服务, 这与美国工业分类体系是等同的, 而且可以很容易地分类。例如, 加拿大的 NAICS、ISIC 第 3.1 版以及欧共体的经济活动统计分类 (NACE)。NAICS 第 1.1 版的编码通常被用来规范不同国家的行业对于服务的定义。

国家部门的统计: 总结

我们所最终总结的分类如下所示:

- A&E 服务;
- W/120 A&E 专业服务;
- W/120 A&E 设计中的建筑及相关工程服务;
- W/120 物理建筑中的建筑以及相关工程服务;
- W/120 环境服务, W/120 其他部门中的工程专业服务, 以及一些没有在 W/120 中涉及的小部门中的工程专业服务;
- 工业咨询; 以及工程机械方面的工程 (CPC353 - 9; CPC361 - 6)。

如果将国家咨询工程行业的数据加以归纳总结也是可行的。事实上, 法国就曾经对此进行了一次非常有说服力的总结并且将行业活动分为以下几个方面:

- A&E 服务
- 建筑 (基础设施、建筑物、工厂)
- 管理 (地方; 组织)
- 工业咨询
- 商品的生产 and 开发 (物质的, 非物质的)

表 4 - 15 体现出明确不同活动的服务种类是非常便捷的。

在这里, “×”代表那些普遍并且容易区分的服务。2007 年, A&E 服务占法国工业总

产值的 72% (其中 21% 是承包工程), 以及工业咨询的 28%。在瑞典, 以上的百分比分别为 65% 和 37%。2005 年, 南非的工业咨询产出占建筑收入的 20%。在所有的国家, 最重要的活动仍然是建筑活动, 这是一个对社会和经济发展都有巨大作用的部门。总之, 代表咨询工程行业的组织很少会涉及工业咨询, 所以能够有助于充分理解该行业作用的数据通常是缺乏的。目前还没有形成一个基于国家统计数据关于该行业的全球概况。

表 4-15 咨询服务的活动种类

		服务分类					
		决策前咨询	设计	项目管理	控制	技术支持	承包工程
A&E	建筑	×	×	×	×	×	×
	管理	×	×				
	方案集成 特殊研究						
工业	产品	×	×				
	过程发展						
	产品发展						

量化咨询行业: 自上而下的宏观数据

A&E 和工业 GFCF

考虑到使用行业统计数据估算咨询工程行业收益以及市场规模有很大的困难, 因此参考各国的成果数据是非常有用的一个方法。在 1993 年的国民经济核算体系 (SNA) 中, 国内生产总值 (GDP) 和固定资本形成总值 (GFCF) 已经形成标准化模式。这个体系包括一个经济体中的几个合并账户, 通过其中的资本性账户我们可以看出 GFCF 中的储蓄总额以及库存变化, 从而得出贷放款净额/借款净额的信息。

一个国家的生产单位往往会有集资现象。这包括库存变化减去让与和新增固定资产, 我们称为固定资产形成, 是经过在其他的生产过程中重复或者持续使用超过一年的生产过程而输出的产量。从定义上说, 一个国家的 GDP 开支应该只包括新产生的固定资本值。GFCF 是 GDP 的一个重要组成部分, 大体占其总值的 20%。

GFCF 生产潜力的亏损范围被称为固定资本消耗 (CFC), 可以用同等数量的固定资本来抵消。GFCF 是不减去固定资本消耗而计算出的固定资本形成 (FCF)。根据统计资

料, GFCF 表示减去廉价出售的或者报废的固定资产让与的价值而剩下的商业、政府以及家庭购买的新增固定资产价值。所以这是一种对于国内经济固定资产新增投资的估算方法。尽管 GFCF 被称为“总额”, 但是它不包括资产的贬值, 而且由于其目的是估算固定股本总额的净增加额, 这个术语往往有一定的歧义。

我们通常通过三个方面来估算资本形成: 资金流动(储蓄总额以及从国外流入的净资产); 商品流通(根据资产种类以及工业股本变化); 支出(根据行业分类, 增加固定资本形成总值)。

在 SNA 中, GFCF 被归类为包含建筑(居住建筑、其他建筑及结构、非住宅型建筑以及其他结构)、工厂、机械和设备、其他资产(土地改良、栅栏、壕沟、排水沟等)等分类的有形固定资产。我们可以举一个例子, 生产者的工厂、机械及设备的 GFCF 包含他们所使用的新的以及已有的机械及设备的价值减去出售既有的机械及设备的价值。它包括运输设备以及其他机械和设备, 包括办公室设备、家具等。

现在, 咨询工程师一般按照商业服务的类别来提供服务, 所以这些方面都要涉及。最近, 关于将信息技术和计算分开, 并新加入研发方向的提议, 一直有很多的争议。毫无疑问, 这会造成很大的重叠, 由此我们可以看出, 基于传统 GFCF 分类的分析数据已经足够我们用来进行市场分析。从表 4-16 可以看出传统的 GFCF 分类与 WTO 的分类是一致的。

表 4-16 传统的 GFCF 分类与 WTO 分类的比较

	世界贸易组织 (WTO)	固定资本形成总值 (GFCF)	服务分类					
			决策前咨询	设计	项目管理	控制	技术支持	承包工程
A&E	建筑	建筑	×	×	×	×	×	×
	管理方案集成 专门学习	其他资产	×	×				
工业	产品 过程发展 产品发展	工厂、 机械及 设备	×	×				

其他资产只占 GFCF 的一小部分。像建筑一样, 这些资产都会涉及以科技为基础的智力服务。因此, 为了达到估算这些服务的潜在需求, 我们可以将这些资产与建筑业 GFCF 相结合, 从而将所有的资产分为 A&E 和工业两类。

2007 年, 全世界的 GFCF 为 9.271 万亿美元, 而 GDP 是 54.747 万亿美元。我们也可以从国家的统计数据看出关于 A&E 以及工业 GFCF 的准确数据。(例如, 欧盟 2007 年分

别为 54% 和 46%)。由于存货变化会受到大的经济起伏的影响,GFCF 比 CFC 能够更好地体现行业动态。因此,我们通常通过 GFCF 的波动来推测未来的商业活动以及经济增长模式。

咨询工程产业

考虑到 GFCF 数据的广度和深度,而且这些数据要反映用自下而上的方式估算咨询工程产业需求的分类,我们可以很明显地看出使用 GFC 作为工业部门统计更有吸引力。目前,使用这种方式的例子只有英国的建筑业和欧盟的运输业两个。

对于建筑和工厂,GFCF 包括新的建筑物和新建工厂,但是它并没有考虑贬值、维修以及维护的费用。建筑物和部分工厂的耐用性表明维修及维护的费用几乎占了建筑行业支出的一半、制造业支出的很大一部分,但在很大程度上这些都被忽略掉了。这种计算方法与在 GFCF 中排除贬值的因素是一致的,因为维修及维护费用也占据了一定量的资本消耗(GFCF 是测算国内经济固定资金的最新净投资额的一种方法)。

我们注意到建筑业的报告中一般会显示大约有 7% 的总营业额用于维修及维护方面,这可以用来估算维修及维护的费用。工厂及设备的使用寿命更为短暂,费用会更少,大约占 3%。大致估算一下,A&E 和工业的 GFCF 都应该分别乘以 1.07 和 1.03 的系数。这使全球范围内 A&E 的 GCF 占 GFCF 总额 9.693 万亿美元 的 52%,而工业占 48%。

正如上面所述,人们假定所有建筑的 GFCF 都需要咨询服务业提供相应的以技术为基础的服务。然而,只有一部分的工业 GFCF 需要这样的服务。一般而言,我们可以总结出组成工业 GFCF 的每一项产品分类中以技术为基础的知识服务的价值。有一些分类需要大量的工程设计服务(例如,引擎、非电动机械、发电机、发动机、电动机械以及通信设备等),而且这些服务会贯穿整个生产、安装和维护的过程。其他一些分类对这方面的要求就少得多。总之,根据初步的估计,我们可以看出全球工业 GFCF 的 54% 需要以技术为基础的知识服务,因此 2007 年,需要这些服务的固定资产投资额为 7.533 万亿美元。

这种分析的最后一步可能是最难的一步。我们需要估算出用于以技术为基础的知识服务投资占总投资 7.553 万亿美元的大致比重。迄今为止,人们只尝试过几次估算 A&E 和工业部门知识服务的需求。例如,部门的附加值(测算部门活动并规定部门服务所需的级别)、资产种类的划分(根据 GFCF 的数据)以及在这个部门工作的员工所需要的技术(所需要的技巧以及对所需要的工作数量的估算)等。在南非的建筑部门就已经尝试过这种方案。类似地,一份欧盟的研究资料使用了所谓的边际劳动资金比的方法来量化将 GFCF 加入到 A&E 和工业部门中所产生的工作数量。考虑到不同技术层面的工作数量以及薪酬等级,我们可以估算出以技术为基础的知识服务的待遇。

为了估算出以技术为基础的知识服务总量,常用的方法是利用产品目录的国家统计资料来进行。根据几个国家调查的样本,我们可以看出 A&E 和工业部门加起来的平均值占总额的 8.3% 或者 6270 亿美元。这个数据可以代表全球对于以技术为基础的知识服务的需求潜力。正如上面所述,部分需求(估计占全球的 42%)是由负责整个项目或者

负责为项目提供厂房和设备的内部组织提供。其余的(78%)是由外部的专门或者综合工厂提供,这些工厂的主要任务(超过一半的公司收入)就是达到这个要求。正是这些公司组成了整个咨询工程行业,其全球总营业额为4900亿美元。

4.3.6 欧洲国家工程协会联合会(FEANI)

Willi Fushs 和 Philippe Wauters

第二次世界大战对欧洲大陆造成了极大的破坏,人们坚信欧洲的工程行业能够而且必须为欧洲大陆的和平发展作出贡献,因此,1951年,来自七个欧洲国家的工程组织成立了国家工程师协会国际联合会。1956年,这个组织改名为欧洲国家工程师协会联合会(FEANI),从而更加集中地体现联合会的欧洲特色。为了探讨工程师对社会的贡献,人们召开了一次题为“工程师在现代社会的角色”的大会,并在此次大会上确立了发展目标:加强工程师在每一个重要的国家以及国际重要经济和社会活动中的作用。

到现在,50多年过去了,FEANI内部发生了什么变化呢?首先,加入联合会的国家工程协会数量显著增加,从而使参与其中的欧洲国家数量也显著增加。事实上,从最开始的7个会员国家,到现在已经有30个欧洲国家的国家工程协会参与到这个联合会之中。这包括很多欧洲国家:所有的欧盟国家(除了两个波罗的海国家),以及其他欧洲国家,比如挪威、冰岛、瑞士、塞尔维亚和俄罗斯(现在只是临时会员,即将成为正式会员)。这使FEANI成为迄今为止欧洲最大的多学科工程组织,代表了成功完成短期或者长期学业的工程师。FEANI将会不断扩大,因为其他欧洲国家的工程协会已经或者正在申请成为其会员。

为了配合这个增长趋势,FEANI已经建立了一个现代组织并确立了相应的规范。该规范在经过会员的一致肯定之后,已经写入了联合会的章程和法规中,这与ALSBL(非营利组织)的比利时立法也是一致的。FEANI的总部及总秘书处设在布鲁塞尔。章程中明确规定想要成为FEANI会员的国家需要首先成立一个FEANI国家会员机构来正式代表他们国内不同的协会,而且必须是一个国家对应一个国家会员。现在,FEANI由秘书处、30个国家会员以及通过他们而连接起来的超过350个国家工程组织的网络组成,代表了350万名工程师。FEANI由会员大会(GA)来管理,这是联合会的决策机构,而且所有的会员国家都会出席。选举出来的执行委员会负责实施大会的决策,秘书处负责日常事务。此外,执行委员会还可以不时地建立委员会以及特别工作组来处理共同关心的问题。

FEANI促进欧洲和平的初衷仍然有效吗?幸运的是,欧洲现在正处在其历史中最长的和平时期之一,因此,其创立的目的现在仍然有效,我们可以把这个目的看做是为发展更为具体以及更具科学性的议题创造基础,从而来支持工程师个人的发展。在这些议题之中所体现出来的需求是确保为欧洲工程师提供最好的教育,并支持他们行业资格的认定。这些反过来能够促进欧洲境内以及世界其他地方工程师的流动性。FEANI项目的

三个例子是：

欧洲工程教育专业认证体系 (EUR - ACE)

最近,FEANI 与大学、认证机构、职业工程师组织以及工会等机构联合创办了欧洲工程教育专业认证体系项目。该项目由欧盟委员会赞助,形成了一个以成果为标准的认证体系,涵盖了《博洛尼亚宣言》中第一和第二阶段的工程教育。现在,EUR - ACE 的标准和规程由六个有权授予 EUR - ACE 标签的认证机构来实施。EUR - ACE 体系是 FEANI 的补充体系,有 EUR - ACE 标签的专业已经被纳入 FEANI 目录之内。

欧洲工程师 (EUR - ING)

FEANI 为那些受过良好的教育(在目录或类似列表中的专业)和拥有经过评估的职业经验的职业工程师设立了一个质量职业头衔“欧洲工程师”(EUR - ING)。FEANI 的这个专有的职业头衔实际上是一个在欧洲以及世界上都公认的质量标准,尤其是对于那些对这个行业没有调控的国家。

欧洲职业卡片可行性研究

对于那些制定措施来贯彻实施《欧盟协议》的欧洲组织来说,对职业资格的认定是他们所关注的主要问题。尤其是,工程师应该拥有在获得职业资格以外的欧盟成员国获得职业机会的自由。根据这个目标,《欧盟职业资格认定指标(2005/36/EC)》规定,成员国应该鼓励职业组织采用所谓的“职业卡片”制度来促进职业人员的资格认定和流动性。“职业卡片”包含了职业资格信息(入学的大学或机构、获得的资格、职业经验)、工作经验、法律建构、与行业相关的职业处罚以及相关主管当局等细节。为了响应欧盟委员会的要求,FEANI 对于这个议题展开了一项可行性研究。“职业卡片”应该在欧洲境内,乃至整个世界范围内提供持有者的职业认定信息。一个独立的机构将证实所有信息。

除了这些主要活动之外,FEANI 还针对社会关注的重要问题提供意见书;为 2006 年所有国家成员采纳的《欧洲工程师行为规范》提出了框架;参与了持续行业发展(CPD)活动;定期出版《FEANI 新闻》,并设有自己的网站(www.feani.org),这个网站是联合会的通信系统并会定期更新。

4.3.7 亚太工程组织联合会(FEIPAP)

Tan Seng Chuan

东南亚及太平洋工程组织联合会(FEISEAP)成立于 1978 年 7 月 6 日。泰国工程院在泰国国王的赞助下以及 UNESCO 的支持下组织并召开了研讨会,研讨会之后 FEISEAP 成立。作为工程协会的“伞状组织”,它有以下的目标:

- 促进成员之间的合作和信息交流;
- 促进本地区先进科技在经济和社会发展中的应用;
- 与国际、国家、地方性政府及非政府组织合作;并且促进本地区的工程师为工程界

作贡献；

- 它是世界工程组织联合会(WFEO)的国际会员。

更名为 FEIAP

FEISEAP 第十四次全体大会于 2007 年 11 月 26 日在菲律宾的宿务岛举行,会上讨论了联合会的持续发展问题。全体成员一致同意重新修订 FEISEAP 章程,更加明确其目标,并且拓宽会员的范围,吸纳更多的会员国家参加。修订的章程在第十五次全体大会上经过讨论并通过。修订的章程对于联合会的名字也作了修改,更名为亚太工程组织联合会(FEIAP)。

全体会议不但对名字和章程做了修改,同时还成立了三个新的工作小组来合作完成 FEIAP 的目标和任务。这三个工作小组分别是环境工作小组、工程教育工作小组以及职业道德工作小组。

环境工作小组致力于促进区域经济体内的环境保护活动,提高成员经济体之间的合作并为工程教育工作小组提供与环境工程相关的活动支持。2008 年,该工作小组出版了一本题为《环境可持续发展》的著作。工程教育工作小组则致力于成员之间的工程教育合作和工程教育质量的提升,并且形成相关的基准和最佳实践指导方针来协助成员国形成国际工程认证专业。职业道德工作小组为工程师设立一系列的道德准则督促他们在决策阶段,尤其是设计阶段遵守,并且以可持续发展作为长期发展目标。

除了这三个工作小组,FEIAP 还更新了它的网站并替换了原有的标志,从而体现出更加充满生机和活力的特点。网站将是传播最近科技发展、促进地区内成员经济体之间的密切合作以及信息共享的关键平台。该联合会的另一项创举是“FEIAP 年度工程师”奖,其目的是肯定并鼓励成员国家的工程师在工程领域内的贡献和成就。该奖项对于工程师有很大的吸引力,可以为工程师的发展提供动力。

挑战

30 年对于 FEIAP 具有里程碑式的意义,它取得了长足的发展和进步。但是由于全球化影响所带来的多方面挑战、离岸外包业务发展、气候变化、对创新和专业知识不断增加的需求以及如何保持在市场上有竞争力并坚持可持续发展等原因,未来几年它预计会面临很多挑战。当前最大的挑战之一是亚太地区多元的文化。因此建立和维护 FEIAP 的网络成为了联合会日程中极为关键的一部分。为了迎接这些挑战,FEIAP 致力于促进有利于工程行业发展尤其是今后几年国家和地区经济和社会发展的经验和信息交流。它的网站是传播最新科技、促进更深一步的合作以及成员之间信息共享的一个关键平台。联合会的另外一项创举就是“FEIAP 年度工程师”奖,其目的是肯定并鼓励成员国的工程师在工程领域的贡献和成就。

FEIAP 所面临的另外一项严峻的考验是如何确保该地区高质量的工程教育。人们意识到,国家的工程机构对于确定和认证国家工程教育体系的质量具有重要作用。而且

对于联合会来说,在亚太地区内部传播各种资源,促进信息共享,并协助发展中国家调整内部的认证体系也是非常重要的。这体现了工程教育体系与《华盛顿协议》等国际认证体系的基准比较。

气候变化是地区性以及全球性的工程师所面临的一项新挑战。已经有越来越多的证据表明全球变暖以及其他几种自然灾害都是气候变化的结果。曾经以能够系统而灵巧地解决问题而著称的工程师应该有能力强解决气候变化的问题——这是当今环境挑战的主要议题之一。为了这个目的,FEIAP 将会致力于研究影响成员国家的关键问题,寻找各成员国之间合作的机会。作为一个地区性的组织,FEIAP 可以为工程师跨越边界并分享经验创造机会。同时,为了解决我们现在以及将来可能遇到的挑战,联合会还可以促进相关的政府和非政府组织之间的对话和沟通。

结论

随着 FEIAP 的名字、标识语以及章程的改变,它正致力于成为一个更加兼容的组织,其目标更加集中在促进成员经济体之间的深入合作和信息共享,以及如何更好地参与到国际活动中去。联合会还致力于在新经济体中站稳脚跟,并推动亚太地区的工程行业发展。

4.3.8 东南亚及太平洋地区工程教育协会(AE ESEAP)

R. M (Bob) Hodgson

成立 AE ESEAP 是 UNESCO 在 1973 年于吉隆坡举行“亚洲工程教育的新途径”研讨会的成果。研讨会期间,有人建议建立一个东南亚地区永久性的工程教育组织。后来 UNESCO 和 WFEO 合作创办了东南亚工程教育协会(AE ESEA)。1989 年,该组织更名为东南亚及太平洋地区工程教育协会,缩写为 AE ESEAP,从而更好地体现其成员国家所坐落的地理位置。

AE ESEAP 的目标

这些目标都是通过提高工程师以及技术人员的教育质量,来促进东南亚、东亚以及太平洋地区的工程能力的发展和提高。协会的目的在于促进该地区涉及工程教育、工程行业以及其他相关组织的机构间的相互连通和合作,并促进该体系的发展,规范工程及科技教育的标准。这些目标对该地区人民的福利促进以及经济发展有着非常重要的促进作用。

AE ESEAP 的目标是:

- 增加人们对于工程创造财富、增强国民健康和福利的认识;
- 促进有关工程及科技的高质量课程的形成和传播;
- 促进并刺激工程师及技术人员教育和培训的地区性合作;
- 以捐赠者和接收者的身份参与工程教育的国际援助项目;

• 主动寻找工程教育及培训工程中的问题,并通过信息和人员的交流积极寻找解决方案;

- 对工程教育专业质量的提高提供服务和建议;
- 对工程和科技领域的工程及培训的设备 and 机构建立提供建议;
- 促进工程师、技术人员以及教师的持续教育和行业发展;
- 在国家乃至国际层面上,促进行业与教育家的合作;
- 帮助工程师、工程技术人员和教育人士改善现有的工程教育质量;
- 帮助还没有设立工程技术人员协会或组织的地区设立相关组织。

AEESEAP 的会员制度

AEESEAP 拥有综合性的会员等级,包括:投票会员、普通会员、个人会员、支持会员、通信会员、荣誉会员以及订阅图书馆会员等。投票会员对于协会的日常工作非常关键,因为投票会员的代表组成了 AEESEAP 的执行委员会,因而也是该协会的董事会。投票会员来自该地区的 15 个国家。但有一些投票会员在一段时间之内并不是活跃的会员,而且会拖延签署时间。由此产生的问题就是任命为投票会员代表的个人经常变换,而且由于投票会员是组织或协会,而非个人,往往很难联系到相关的负责人。目前,该协会已经致力于克服这些问题并维护会员制度的基础,并重建和强调投票会员的代表固定制度基础。

最近的活动

AEESEAP 的秘书处和主席团由 15 个国家轮流担任,每三年一届,当前秘书处和主席团位于新西兰,上一次轮换在 2007 年 2 月。之前的几次坐落地包括菲律宾、印度尼西亚和马来西亚。最近 2 月的工作移交在吉隆坡进行,与此同时进行的还有 AEESEAP 关于工程教育的地区性论坛“工程教育的新策略”。这次论坛提交了超过 50 页的讨论内容,其中有 2/3 是关于课程设计和讲授的,另外 1/3 是关于科技主题。除了这些有关课程设置和技术发展的报告,研讨会还提交了投票会员国国家工程教育现状的报告。

考虑到在一段时间以来不断涌现的各种模式以及上面简要介绍的事件,我们可以得出这样的结论,AEESEAP 的存在能够促进原本不存在工程协会或者工程协会不活跃的地区采取合适的活动方案。在此,我们必须明确,在提出这项分析结论的时候,我们并没有一丝批判最近马来西亚或之前印度尼西亚 AEESEAP 办公室的公职人员的意思。我们需要明确的一点是,虽然 AEESEAP 的目标仍然与地区相关,但是在达到这些目标的过程中所采取的支持活动却有了变化。

该地区 35 年的动态变化

随着 AEESEAP 所涉及地区的国家经济由落后成为发展中,继而成为发达或者成熟经济,工程教育和认证体系也发生了相应的变化——尽管这看起来多少有点特别。自从协会成立以来,国际工程认证体系也不断发展。这些体系大部分都是在专业学位的层面

上发展并应用的,通常是四年制的本科学位,通过《华盛顿协议》等得到认证。该协议签署于1983年,AEESEAP的两个国家澳大利亚和新西兰是其原始缔约方。当前,在AEESEAP成员国中,澳大利亚、新西兰、日本、韩国以及新加坡都是《华盛顿协议》的正式缔约方,马来西亚目前还只是临时会员,地区的其他几个国家目前也正在朝临时会员方向努力,争取早日成为正式会员。《华盛顿协议》在根本上是一个认定国家认证的体系,然后是对国家机构做出的对学校,通常是大学的学位专业的认证决议的互认。最近几年来,类似的一些体系相继形成,比如,认定工程技术员学位的《悉尼协议》,以及认定技师文凭的《都柏林协议》。一旦国家成为了这些协议的会员国,AEESEAP的很多目标就已经达成了,起码在国家层面上。

AEESEAP 的未来发展方向

为了让AEESEAP能够在该地区持续发展并发挥作用,我们必须考虑以上提到的几点:工业化的快速发展以及几个协会国家经济的繁荣发展,致力于工程教育的国家社团的发展,协会会员国家以及潜在会员国家越来越多地参与到国际认证协议中去,以及虽然没有讨论太多但是在这里非常重要的一个方面:包括IEEE和IET(IEE的前身)在内的学术团体不但在规模上而且在视野上都不断向国际化方向发展。考虑到这些因素,我们可以提出以下建议,那就是AEESEAP的未来发展角色可能是作为一个国家工程协会的地区性论坛,并且为那些追求发展工程教育以及相关认证体系的国家提供建议和专业知识。

结论

AEESEAP成立35年以来,通过国际个人网络的发展以及召开相关的会议,一直对该地区的发展发挥着重要作用。这些会议作为共享最好的以及不断完善的实践经验的平台是非常有价值的。现在,由于一部分投票会员已经不再活跃在协会事务之中,而且协会的会议大多集中在当地层面而不是国际层面,该协会的未来发展一直在不断讨论之中。导致这些变化的关键因素已经得到确认,关于该协会的两个关键及相关的角色也已经被提出,且目前正在讨论之中。AEESEAP的未来角色可能是作为一个国家工程协会的地区性论坛,并且为那些追求发展工程教育以及相关认证体系的国家提供建议和专业知识。

4.3.9 亚太地区技术转化中心(APCTT)

Krishnamurthy Ramanathan

1965年,在马尼拉举行的第一次亚洲工业化大会上,就有人提议设立一个能够促进亚太地区技术转移的机制。后来,相关的决议在联合国亚太经社会(UNESCAP)委员会会议中得到通过,最终在1977年7月16日,区域性的技术转移中心在印度的班加罗尔成立,并且由印度政府为该中心提供相关的设备。1985年,该中心被更名为亚太地区技术

转化中心(APCTT)。1993年7月1日,在印度政府的支持下,该中心由班加罗尔迁移到了新德里。中心是UNESCAP的附属机构,其会员是UNESCAP的当然成员。

APCTT是亚太地区公认的第一个科技能力建设的技术和工程机构。它的目标是通过以下几个方面帮助其会员并与UNESCAP的成员相互联系:增强会员发展和管理国家创新体系的能力;发展、转移、适应以及应用科技;确定并促进与该地区相关的技术发展和转化。在其发展的第一个阶段(1977~1984年),APCTT充当的是科技信息中心的作用,从1985~1989年,中心将其技术转化活动的范围扩大到其他领域,比如科技利用和科技管理。

为了增强发展中国家的决策者对科技在国家发展过程中的重要性的认识,APCTT出版了关于技术转让、科技发展、工业研究等类似领域的书籍和专著。例如,1985年在UNDP的财政支持下,该中心筹备了一系列关于在特定国家实施科技政策和计划的研究结果和地区性报告。在这些报告中所凸显出来的主要问题经过总结整理成为《科技政策和计划——地区性报告》,提供了关于在该地区不同国家实施相关策略的多国抽样分析和政策研究。在上面所述的活动经验基础之上,APCTT筹备了《科技政策参考手册》,为科技政策规划提供大致的框架。另一个例子是,1986~1989年,日本政府赞助的科技图谱项目致力于帮助科技规划者避免遭受以科技为本位的发展策略中因为不完整性和不协调性而带来的陷阱。

APCTT的科技应用项目致力于通过展览会、传教、工作坊以及个人联合组织的方式将潜在的用户与相关的技术提供者联系到一起。其关注的重心是促进经过筛选且具有商业可行性的科技在一些优先部门得到改善、传播和使用。这些有限部门包括以农业为基础的工业、低成本建筑业、可更新能源、能源保护、生物科技以及微电子技术。这些科技转化活动在1989年间经过精炼之后更加关注机构和企业层面的科技能力建设。在20世纪90年代,APCTT的项目活动转向了促进和完善中小型企业(SMEs)以及环境友好型科技。对于通过链接和网络进行的技术转让和传播,人们也把重心转移到更加高效的信息途径中去。由于德国政府通过德国技术合作公司(GTZ)(1993~2002)对于该中心的支持,其工作重心也越来越集中到中小企业的科技创新,研发工作的促进以及企业合作上。在这个背景之下,小型企业技术局(TBSE)发展成为APCTT和印度小型企业发展银行(SIDBI)的合资企业,其目的是协助中小企业进行资金和科技的联合。

APCTT开始展开基于网站的工具来加强其科技转化服务水平,并积极与该地区其他合作机构合作,比如,双胞胎网站<http://www.technology4sme.net>和<http://www.businessasia.net>就作为中小型企业的一个综合性的、在线的并且免费的科技市场业务服务体系积极与该地区其它一些机构合作。网站<http://www.technology4sme.net>利用其科技数据库促进科技买方和卖方之间的有效沟通和互动。两个网站的信息范围都非常广泛,可供企业家、投资者、技术人员、商业拓展专家以及政策实施者参考和使用。该地区有超过14个国家都在使用不同的渠道复制这一类的科技转移平台,以供自己使用。APCTT还设计了APTITUDE搜索引擎来帮助科技搜索者同时搜索多个公众领域内的科技数据库。

为了确保对科技转化过程的规划和管理做整体的分析,APCTT目前正在亚太地区的国家中推行“国家创新体系”方案。其目的就是对决策者造成一定的影响,让他们更加重视网络信息服务的相关性和重要性,并形成一个政策框架来确保工业、研发机构以及大学能够有效地开发和传递创新科技。该中心还实施了一个基层创新项目来帮助会员国家搜索、记录一些创新思想,并最终使这些创新科技走向商业化,其总体思想是促进包容性发展和社会企业家精神。

4.3.10 非洲科学和技术组织网络(ANSTI)

Jacques Moulot

在非洲,工程师和科学家在传统上将他们自己通过以学科为基础的网络组织起来。这些网络通常是具有政治或者行政目的的专业协会,其目标是减少影响工程师和科学家职业发展的差异。一般来说,致力于人力资源能力建设的网站比较少见。根据 Massaquoi 和 Savage 的研究,^①在非洲主要有两类这样的地区性能力建设网络:地区培训和研究卓越中心以及地区性机构网络。

非洲科学和技术组织网络(ANSTI)就是后者的实例。ANSTI是由 UNESCO 于1980年建立的,可能是非洲关于科学最老的联盟之一。它在1974年非洲第一届负责非洲科技发展应用的部长级会议上获得政治授权,并从其合作者和会员获得实施授权。

ANSTI的会员涵盖174个大学的院系和研究中心,比1999年增加了77%。这些会员来自35个撒哈拉以南的非洲国家。估计有1/3的会员提供不同工程专业的学位。该网络由一个小型的、低成本的结构来运作,包括秘书处负责网站每日的运作以及相关活动的实施,以及每年召开一次的理事会负责批准预算并为网络提供政策指导。

ANSTI能够为其会员机构的科学家和工程师提供服务建设和机会。这包括为研究生培训提供奖学金,为访学和会议组织提供经费,以及为客座教授提供资金等。就像其他任何网络一样,信息交换是非常重要的。ANSTI通过集中其会员资源、寻找合作机会以及捐赠者的支持来完成特定的目标(见下文的方框)。到2008年,除了其他一些活动,ANSTI已经为超过300个会员机构的成员提供了各种经费;促进了超过50次成员互访活动;提供了超过了85次研究生奖学金,其中有35%用在工程领域,并为参加会议的科学家和工程师提供了超过90次的资金赞助。

ANSTI 的主要目标

ANSTI 的目标在其 2007 ~ 2011 战略规划中有详细描述:

- ◇增强科学和工程培训机构的员工力量。
- ◇促进对非洲分散科学家的合理利用,增强他们在大学的科技和工程领域的教学和研究工作。

^① Massaquoi, J. G. M. and Savage, Mike (2002) Regional Cooperation for capacity building in science and technology. Popularisation of science and technology education: Some Case Studies for Africa. By Mike Savage and Prem Naidoo (Eds). Commonwealth Secretariat.

- ◇促进信息和通信技术在科学和工程教育中的作用。
 - ◇促进科技信息的共享,加强网络的合作机制。
 - ◇加强相关科技领域的研究活动。
 - ◇为科技和工程教育领域的战略发展(包括与质量相关的问题)提供一个讨论平台。
- 节选自《ANSTI 战略计划 2007 ~ 2011》

任何能力建设项目的主要活动之一就是确认和讨论相关教育领域的战略问题。ANSTI 通过院长会议以及相关专家会议,已经确立了几个影响非洲科技教育的议题。ANSTI 已经设立了一个两年一次的研讨会,副校长、科学、工程和技术学院院长会议(COVID-SET),该会议将大学负责科技的领导聚集到一起共同商讨与相关学科有关的高等教育战略发展问题。考虑到建设网络的有限资金,以及供网络秘书处使用的有限资源,我们可以看出机构性的网络能够在很大程度上为人力资源的发展做出贡献。^①

4.3.11 非洲工程师论坛(AEF)和 AEF 谅解协议

Dawie Botha

非洲工程师论坛(AEF)成立于 2000 年,其目的是为了促进非洲工程师更广泛更深入的合作,从而促进并巩固非洲的可持续发展。2001 年,可持续发展世界峰会在南非的约翰内斯堡举行。在这次大会上,世界工程组织联合会(WFEO)与其合作提出了非洲工程领域的协议和理念,包括 AEF 协议。这促使 WFEO 邀请 AEF 的成员参加他们 2003 年在突尼斯举行的大会和“非洲工程师日”的活动。

AEF 的工程组织网络有共同的价值观,支持非洲可持续及可行的工程能力发展。现在已有 13 个国家工程行业组织成为其签约国。而且,该论坛也致力于确保非洲建筑环境行业能够在一定层次上保持高效的人力资源能力,尤其是对工程行业,从而确保非洲所有人民的可持续发展能力。它还与一些关键的利益相关人合作,向社会提供各种工程资源和专门知识,来促进可持续发展的一些最好案例能够在非洲所有人群中得到传播和应用。

AEF 由国家工程专业志愿者组织组成,为工程行业提供科技领导作用,支持和促进以下原则:

- 创造财富;
- 可持续工程作为发展的首要条件;
- 高品质的生活;
- 为促进工程能力建设而进行的综合教育及培训。

AEF 的目标是确保非洲建筑环境行业能够在一定层次上保持高效的人力资源能力,

^① J. Massaquoi. 2008. University as Centres of Research and Knowledge Creation: An Endangered Species H. Vessuri and U. Teichler (eds.), pp. 59 ~ 70, Rotterdam, Sense publishers.

尤其是对工程行业,从而确保非洲所有人民的可持续发展能力。

AEF 的目标

AEF 致力于完成《谅解和合作协议》中设立的目标。这些目标的设立都是为了达到以下的成果:

◇非洲先进工程科技得到发展。

◇通过人力资源能力建设项目的导向作用,促进所有的政府部门和私立企业对基础设施建筑环境做出最明智的决策。

◇通过以下几个方面促进有能力的工程专业人士之间的合作:

—促进并实施有关工程和技术的共识及导向方案、项目和活动;

—促进中小学生对获得更高的数学和科技成绩的兴趣;

—促进职业指导项目和活动的进行;

—促进基础设施建设的持续投入机制以及工程从业人士的公平合理的薪资待遇;

—促进会员制;

—提供持续的行业发展机会。

◇通过以下措施来促进非洲可持续行业发展框架和组织结构:

—为支持建筑环境行业活动和项目的发展,建设持久的设施和管理机制。

◇增强对 AEF 相关活动的认识,提高国家、人民以及相关决策机构应对未来挑战的能力。主要策略是:

—充分利用每一次机会加强工程行业本身形象建设,并促进对工程及行业的角色和价值的公众认知,从而进一步促进整个工程和建筑环境领域的发展。

◇促进工程领域创业精神的发展。

非洲工程师协议

《非洲工程师谅解和合作协议》是由 AEF 制定的,目的是涵盖工程行业的一个非常重要的领域“可持续工程发展”,这是可持续发展的前提条件。AEF 协议包括以下条目:

◇发展并维护 AEF 对于可持续发展的理念。

◇促进非洲内外居民以及所有工程专业人士之间的科技交流。

◇为 AEF 与其他大陆或者国际工程和建筑环境组织的合作和交流,形成并提供联盟及合作模型。

◇在经营、整合、道德、工程标准以及保护人民和环境方面,借鉴并促进国际可行性标准的应用和实施。

◇促进互惠性和平等性,为教育资格和职业标准设立和维护可行的认证准则。

◇促进并鼓励工程专业人士的持续学习和职业发展。

◇为 AEF 签约国以及其他战略合作伙伴设立并维护电子数据库,为其提供科技信息,并与这些组织的网络相链接。

◇交换并共享工程实践的信息和经验。

◇传播已发表的科技论文、文章和评论。

- ◇与科技期刊以及杂志交换信息,向其提供相关资料以供查询。
- ◇与论坛的其他参与者合作,利用离散在外的非洲工程师的潜在贡献和帮助,在参与组织的影响范围之内,策划并组织专业及科技交流的机会和活动。
- ◇设立、维护并管理一个与论坛每年的活动项目相关的活动资料数据库,所记录的资料包括:与可持续行业发展相关的活动以及为进一步的规划和合作目的而进行的活动。
- ◇沟通、吸纳和实施最好的实践经验,包括:适合本地及国际公认的工程标准、工艺、程序以及与送货流程和产品/资产的生命周期相关的方法和系统。
- ◇促进各种标准、文献、方法和程序的和谐实施。
- ◇将物资采办作为发展和能力建设的工具。
- ◇为工程行业的所有人口及性别类群,提供进入工程行业以及公平的机会。
- ◇为有影响力的非洲工程专业人士提供一个平台,使他们能够将最好的政策实践传递给所有层面的政府和私企决策部门。
- ◇促进非洲与工程教育相关的大学机构之间的沟通和联系。
- ◇为研究农村发展相关领域的工程专业人士提供教育和培训机会。
- ◇促进非洲民众对工程行业作用的认识,规划并实施能够提高公众认识的项目。
- ◇促进并支持非洲政府制定的包括扩大研发力度在内的科技政策。
- ◇为促进工程基础设施及服务领域决策者、客户以及用户之间的沟通和联系,提供并实施相关的能力建设项目。
- ◇邀请政府和私企参与到工程实践和相关事宜中去。
- ◇促进、开展并游说与外国投资和捐助相关的一些最优实践的认可和应用。
- ◇促进学校实施合适的课程体系,为学生进入工程领域做好准备。
- ◇为所有学校的工程学生提供并开展扩展的职业规划项目。

4.3.12 国际工程教育学会联合会(IFEE)

Hans J. Hoyer 与 Lueny Morell, Claudio Borri, Sarah Rajala, Seeram Ramakrishna, Xavier Fouger, Bruno Laporte, José Carlos Quadrado, Maria Larrondo Petrie, Duncan Fraser

简介

不论是发展中国家还是发达国家都在不断规划和实施高效可行的策略以促进本国的经济和社会发展。在这个全球化的过程中,工程和科技发挥了举足轻重的作用。为了促进所有国家减少贫困的步伐,促进经济社会发展,并且为可持续以及环境友好型发展做出正确的决策,我们需要持续不断地发展科学和工程教育。

为了更高效地创新工程教育,我们需要采取全球性的策略。同时,为了确保能为全球提供优异的工程毕业生以及在地区工作但具有全球视野的工程师,我们还需要实施有效的工程教育。技术工艺知识和职业技巧必须相互补充才能培养出一代“适应性的工程领导”,成功应对日新月异的世界所带来的多重挑战——这是全球化的世界所需要的工

程专业人才。

工程教育在越来越以知识为基础的经济体中的作用

在发展的过程中,知识和创新一直发挥着重要作用。50年前,竞争优势和经济增长都是由自然资源和劳动力来驱动的。随着20世纪全球化和技术革命的进程,知识已经很明显地成为竞争的关键驱动力。现在知识型经济是指那些将知识作为竞争力增长的主要发动机的国家。在这样的经济体中,人们高效地学习、创造、传播和使用知识来促进经济发展。如果想从传统型经济向知识型经济转变,除了有支持高效的资源流动及分配的经济体制,还需要对教育、创新以及信息通信技术进行长期的投资。技术创新与产品和商务过程可以促进生产力。今天,国家的繁荣取决于相关组织如何高效地利用他们的人力资源来提高生产力并增强创新能力。

教育一直是创新和技术进步的关键因素,教育、知识、技术以及技巧之间相互影响的深度和速度需要我们对教育体系实行深入的调整。以知识为基础的经济体制能够不断更新其教育体制,从而与经济政策的变化保持一致。这些变化系统而深入的影响着教学的本质。在过去的几十年里,OECD的很多国家已经提高了它们对教育的公共投资。发展中国家同样对教育投入了大量的资金。然而,才能和技巧已经成为世界上最受欢迎的商品。随着经济不断向知识密集型方向发展,对技巧和能力的的需求也显著增加。

在市场中的表现是由劳动力及管理的质量、能力和灵活度来驱动的。除了传统的“硬”能力以及信息通信技术,知识型经济还要求具有新的“软”能力,比如探究性学习精神、自我学习挖掘知识的能力、文化敏感性、社会移情以及工作动机。每一个国家都需要开发培育这些能力的教学环境。

国际工程教育学会联合会

国际工程教育学会联合会(IFEES)成立于2006年,其目标是为工程教育者和相关人员创造一个全球性的交流平台。IFEES还确定其使命是通过会员组织的合作,创立高效优质的工程教育过程,确保为全球提供优异的工程毕业生。它致力于强化其会员组织的作用和能力来支持教师和学生,吸引企业参与,并提升工程教师、学生和从业人员理解并在不同的文化体制下工作的能力。

为了达到这个目标,IFEES将重心集中在以下四个战略领域:工程教育基础设施;研发和创业;学生招聘;成功和终身学习机制。它将支持和促进以下几个方面的活动和项目:促进工程教育;促进工程教育准入;加强质量管理;将工程教育与社会需求接轨;分享教学方法和课程设置;增强主题透明性和认知力;加强并促进学生和专业人士的流动;促进职业道德和性别平等;增强对可持续发展的认知;提高人文修养和文化认知力;在新一代的工程师中促进想象力和创新思考能力。

全球工程院长委员会

相关人士越来越期望工程人才能够成为创新的领导者,为社会问题提供解决方案。全球工程院长委员会(GEDC)就是 IFEEES 的一项新创举,它将工程教育机构的校长和院长集合到一起,确保这些学校传授符合当地具体情况以及与全球相关的课程内容,并使工程领域更加吸引那些优异的学生以及将来的学生。

学生工程教育发展平台

一个全球性的学生活动正在成形,其名称是学生工程教育发展平台(SPEED)。该平台致力于连接教育领域的相关人士,为他们提供进入并改变工程教育领域的机会。它能够为学生领袖提供一个平台,促使他们参与到工程教育领域的合作和研究工作中,并帮助他们与商业、媒体、公民社会以及政治界的代表取得联系。

欧洲学生技术委员会

为了在全球层面上解决工程教育的相关问题,学生们应该充分参与其中,而且应该充分考虑他们的投入贡献。从 1995 年起,欧洲学生技术委员会(BEST)就一直为欧洲以及欧洲之外的工程教育政策的制定提供建议。由于其使命是为学生提供服务,BEST 一直将工作重心集中在为欧洲学生提供补充性教育机会、教育参与机会以及职业支持。该委员会是一个非常活跃的组织,它在 30 个国家有 2000 个会员,并惠及 90 万名学生。

4.4 工程的国际发展组织

4.4.1 “实际行动”——国际发展中技术的变革

Andrew Scott

简介

多年来,中间技术发展小组(ITDG)——现在的“实际行动组织”——正如人们期待的那样,通过不断地积累经验,开发新思想以及与其他组织的对话等方式发生了变化。我们工作的核心——寻找提高技术、促进发展和改变的途径也发生了变化。这一改变是通过两种途径实现的,一是追踪科技进步的演化过程;二是将这一变化过程与寻求国际发展更广阔的趋势联系在一起。像“实际行动”这样与科技有关的组织机构为何能在 21 世纪的国际发展中发挥如此重大作用,对这一现象做出解释具有重要意义。

该组织在促进技术发展,减少贫困的方法上的探索大致上可分成四个阶段。这四个阶段并不完全与组织成立至今的 40 年历史一致,但很巧的是时间相差不是很大;这四个

阶段并没有明确的开始或结束的时间界限,并且某种程度上它们是互相重叠的。这种划分只是一种简单的方式,用于追溯因思维方式的转变而引起的科技方式的转变,同时,每个阶段都有一套主导的思想体系。或许这只是主观看法,但却合乎需要。

第一个阶段的主要方法是向发展中国家转移技术。这一方法在20世纪70年代有所发展,当时随着技术的发展,小规模选择成为现实,人们开始关心规模和技术选择的问题。第二个阶段,人们的注意力开始转向技术的发展,特别是为改善发展中国家贫困人口生活的技术发展上——这就是我们熟知的“适用技术”。第三个阶段,20世纪80年代末,“参与”成为所有扶贫方案的口号,参与式技术发展(PTD)占据了适用技术这一领域。第四个阶段,近来的发展途径又转向了被称作“人类技术能力”的发展上,技术能力反映了人们对人类及其处境的关注。下面通过具体例子,我们详细阐释这一思想的改变。

从技术转移到技术开发的过渡

ITDG最初以向人们提供信息及建议的组织形象进入大众视野。其工作是传播信息、推广“中间或者适用技术”这一概念,并且帮助人们实际运用这些技术。首次以ITDG的名义进行的活动是《推动进步的工具》一书的出版和发行,该书作为一本技术目录单,为发展中国家的农民以及小型企业提供了帮助。早期成立的“技术咨询组”现仍处于快速的发展期。

ITDG大量依托能提供技术咨询服务的自愿专家小组。最初由300多名自愿专家组成,他们几乎都是具有理工科背景的技术人员,并且多居于英国。这些专家组成员本着“将知识与技术转移到发展中国家”的宗旨从本国挖掘探索技术知识、收集整理信息。

在大量实地项目的经验积累中及同该领域的实践者的频繁接触交流下,ITDG也开始意识到在实践中有时存在没有合适的技术以供转移的问题,于是他们将目光转移到了技术选择及技术开发上,这也使得人们开始关注有关“规模”的问题。小规模自有妙处,对于进行小规模生产的农民和小型企业来说,他们所需的是相对应的小规模技术。在20世纪70~80年代,ITDG就致力于帮助印度当地的小型水泥制造业、制糖业及棉纱纺织业的发展,取得了不同程度的成功。在水泥制造业方面,ITDG着手于重振产品技术,该技术于19世纪因大规模加工技术的盛行而被冷落;在制糖业,ITDG的开发工作主要包含将传统的加工技艺同现代科技知识相融合;而在棉纱纺织业上,则着力于机器设备以及工厂规模的精简缩小。

水泥制造业

小规模水泥制造是ITDG于20世纪70年代与印度合作组织适用技术发展协会(ATDA)联手开发的三项技术之一。该技术基于批量加工的原则,利用垂直轴烧窑加工石灰岩生产水泥。ATDA日产50吨水泥,与之相对比,传统的大型旋转轴式烧窑却能日产2000~3000吨水泥。虽然这些小规模垂直轴式烧窑产量相对较低,且生产的水泥质量良莠不齐,但其得以发展的部分原因是弥补了全国性的水泥短缺。它们还在低廉的交通运

输费、与原材料场地及销售市场距离近上占有优势。

首家由 ATDA 开发的小型商业化水泥制造厂于 1981 年投入运营生产。在短短四年内,就在印度有了 19 家运营单位。印度是世界第二大水泥生产国,现如今已拥有 300 多家微型水泥制造厂,每年总产量约达 1100 万吨。在世界第一大水泥生产国中国,建有 5 万余家微型水泥制造厂。

制糖业

接着我们要简单介绍 20 世纪 70 年代末期的制糖加工业。当 ITDG 首次开始从事制糖技术研究工作时,印度有数千家小型敞口盘式亚硫酸处理(OPS)工厂。这些小作坊一天能加工 100~200 吨的甘蔗,而基于真空技术的大型制糖厂一天能产 1000 多吨,最高产量能达 2 万吨。20 世纪 50 年代,在印度,OPS 加工技艺有了长足发展,同时 ITDG 携手 ATDA 开始寻求提高技术有效性的方法并将这些技术转移至其他国家。

制糖主要分成四大步:压榨、净化、煮沸、复原(即结晶和分离)。在十年时间里,ITDG 和 ATDA 引进和发展了两大技艺:一是螺旋压榨机,提高了压榨产量;二是脱皮熔炉,提高了沸腾率,同时也将湿甘蔗渣作为燃料使用成为现实。并且该技术还成功地转移到了肯尼亚和坦桑尼亚,虽然 OPS 的数量不及预期数目。

OPS 厂的发展受到限制的一个原因是制糖业在国内及国际上都受到管制。在印度,价格控制有时意味着糖类副产品比糖本身更有价值,而在其他国家,投资激励政策只适用于大型加工商。所以在贸易管制的讨论中制糖业依旧争论不断。

棉纱纺织业

小规模水泥生产和制糖业取得了一定的成绩,并且适用的技术从技术上讲也产生了经济效益。然而,对于 ITDG 投入了大量时间和努力的棉加工技术,其前景却不甚乐观。发表于 1986 年的一篇评论写道:不幸的是,这个项目几乎没有取得持续性成就,为何如此?原因何在?

在印度,棉纱纺织业兴起于 1975 年,当时一份最初的研究(同所有的研究一样)建议进一步深入研究该行业并对小规模纱线生产进行检测。要理解为何要这么做的一个重要点是联系当时的社会背景。当时,印度纺纱业的从业人员占全国总从业人员的 15%,同时在分散的非政府部门,纺纱业是仅次于农业的全国第二大职位来源。另一点是由于甘地支持将棉纺织业奉为印度传统生活方式的重要组成部分,因此,手工棉纺技艺对于印度人民来说具有重大的象征意义。坚持使用手工织布机纺织纱线的想法因而具有很大的吸引力。

1978 年,ATDA 发起了一个试点项目,旨在证实作坊纺纱技术的经济可行性。该项目受到了基督教授助组织的赞同与支持,同时雪莉研究所(英国最重要的纺织技术研究中心)也为 ITDG 提供了技术咨询服务。技术发展着眼于提高纺车的性能以及对棉花的预加工,例如,利用纺纱机准备未经任何加工的原棉以供使用。

随着进一步的发展,人们发现手工纺车不能使用超过六个纺锤。于是,人们发明了带有 12 个纺锤的足踏式纺车,后来又发明了带有 24 个纺锤的马达动力式纺车。后者无须利用苦力却能比前者多生产 2.5 倍的纱线。但是这有悖于甘地所倡导的模式。最终,带有 12 个纺锤的足踏式纺车也只有在有政府财政补助的土布生产上有经济回报,虽然带有 24 个纺锤的纱车也能产生一定经济效益,但其生产的纱线质量却无法和机械纺纱的细纱相比。

当涉及棉花的预加工技术时,发表于 1986 的评论这样提道:“不幸的是,机器生产收效甚微,除了生产按比例缩小的卡片,高标准的工程拉伸机以及质量低下的开清棉联合机。”该评论还说:“纺织业项目似乎陷入到了‘研制新产品的陷阱’中,在技术困境完全解决以前,‘新产品的研制’被认为是一种解决问题的方式。”

这三项小规模生产技术,虽然规模小,但是每一个都需要大量的资金投入,而这远远超出当时人均生活消费每日 2 美元的经济范围。传统工厂的三项技术规模可能会小,但是却和小型企业或小农经营的资产无关。尽管可以选择合作社所有权的经营模式,事实上印度的许多 OPS 制糖厂最初也是以该种模式起步的,但是对于那些贫困人群来说,这样的工厂只意味着谋个生计或者农产品市场。

因此 ITDG 开始更加关注社会经济因素,这也弥补了一直以来对社会、制度及经济背景的忽视。人们开始关注微型和小型公司的技术开发。有一些成功的案例,如托盘式干燥机以及纤维水泥屋面瓦的开发应用。后者还在广大的发展中国家得到了广泛的应用。另外,秘鲁的一家小公司还成功的改进了该种托盘式干燥机,并将该技术转移到其他国家。

参与式技术开发

ITDG 技术和扶贫项目的下阶段任务是将注意力集中在“参与式技术开发”(PTD)上。如今,PTD 已在农业领域广泛运用,其运用最早可以追溯到农业研究站进行的农田试验,从原先的方式向给农民更多的实践经验转变,虽然还不是全方位的。但是这个概念也同样适用于其他领域,例如 IT 公司进行的对软件的贝塔测试就是 PTD 的一种形式,



© SAICE 美国 Monitor Merrimac 纪念桥隧道

这个虽然还受到争议。

技术使用者从产品的接受者变成直接参与技术开发的转变发生在 20 世纪 80 年代,尤其是 80 年代末。而这一转变的两大辅助思想体系是:首先,是在小农及小规模企业间产生的对创新过程的一大进步性理解,以及他们是如何习得并应用知识的。人们认识到技术革新通常是循序渐进、递增的。然而重大创新却是个例外,不是循规蹈矩的。大体上来说,技术革新由人们基于正在从事的事情、已获得并积累的知识和经验、所掌握并应用的技巧的基础上对人们处理事情的方式所做的细小调整组成的。

在思维上的第二大转变是将参与式方法运用到国际开发的实践中。认同现存知识和技术价值的参与式技术(比如 PRA, RRA 或 PLA)在各种规划和实地项目上都广泛地被接受且运用,同时,这也很快成了这些行业及项目的规章制度。而让使用技术的人参与到技术的开发以及调整上的思想和这个趋势也十分吻合。运用 PTD 的一个极好的例子是苏丹的驴拉式耕犁技术。

在达尔福尔冲突期间,许多人都移居到难民营里生活,他们就是所谓的“境内难民”(IDPs)。在这种环境下生存当然是条件相当的艰苦,但是过去的 20 年内——我们 40 年发展的一半时间——ITDG 都一直致力于为当地农民所使用的技术发展提供支持和帮助。最初,我们协同当地农民,帮助他们掌握可替换的农业技巧新知识,比如如何进行水土资源的保护或如何进行病虫害的治理,同时让农民亲身体会这些新技巧和新知识。

1987 年,ITDG 同牛津饥荒救济委员会(Oxfam)合作首次在苏丹北部的凯卜卡比耶同当地小规模经营的农民一起工作。一项关于当地农具及农民需要的评论引起了对原始驴拉式犁具的研究。当地动物牵引式的耕犁技术可以追溯回 20 世纪 60 年代,而当时这种耕犁模式对于当地的大多农民来说都是担负不起的。

实际上,犁的设计借鉴了当时已有的设计,主要有两项:一个是木质犁(爬犁——一种简单的犁);一个是钢质模型犁,这种犁是标准牛拉式犁的缩小犁,按比例缩小是为了适合驴拉牵引。在该地区,参与式技术开发的重点在于关注让农民亲自操作使用犁,感受试验的过程,而非强调技术规范的细节。这种方法,或更准确地说是由这种方法而产生的设计引来了一些农业工程师的批评,而那些亲身参与实践的农民们似乎却对此表示满意。该方法意味着农民能亲自评价“产品”的全面价值,以证明该产品是方便的还是单调乏味的。

犁的生产制造者就是当地的铁匠。总共 120 名训练有素的铁匠,他们不仅能制造犁,还能利用自身技能和资源进行基本的设计,同时结合考虑农民对犁操作性能的反馈信息。

驴拉式犁技术的发明和应用为当地使用该技术的 80% 的农民省下了大量的时间和人力。随着吸水率的提高以及耕地面积的扩大,当地粮食的平均产量增加至每公顷 682 千克。当地生产并销售了 2800 多把的犁,并且每年都有越来越多的农民使用犁。

技术能力

现今,ITDG(以及其他 AT 组织)很少会在一段时间内为某个地区确定以及开发某项具体的技术(硬件),而是帮助那些资源稀缺的人们识别并开发技术以满足他们自己的需要,因为他们的需要一直都在变化。20 世纪 70 年代至 80 年代初,也就是早期 AT 运动期间,技术选择多是一种静止的方法,因为这些方法很少考虑人们所居住的是一个永恒变化的世界。但最近,AT 组织却做出了改变,他们使用人们的技术能力而不是像以前一样用技术特点这样的术语来描绘他们所做的工作,比如:人们使用、改善、适应技术的能力以及对变化环境的回应。需要做的事是开发当地系统,支持和加强技术能力。一种途径就是发展以社区为基础的拓展职工。

Kamayoqs

“实际行动”组织有好几次基于社区的拓展实践经验。在秘鲁实施的一项实验最近被联合国联农组织认为是一次极好的案例。这次创举的中心就是进行农民对农民的拓展代理人培训,这些代理人被称为 Kamayoq。16 世纪,Kamayoq 这个词是用来指那些在印加王朝做专门的农业及气候咨询的人。他们被训练成为专门从事天气研究并对重大的农事提供咨询服务的人,比如决定最佳播种时间。

20 世纪 90 年代初,该方法首先在维坎纳塔山谷流域试行,该地区的农业社区海拔超过 3500 米。农户家里都饲养了一两头牛、几只羊还有很多天竺鼠。当地的主要农作物是玉米、土豆和黄豆。

1966 年,“实际行动”在当地政府的支持下,在一座叫做锡夸尼的小镇上建立起了一所 Kamayoq 学校,时至今日,已经培养了 140 名学生,而这当中 20% 为女性。

1. 参加培训的人来自或选自当地社区;
2. 用当地盖丘亚语进行培训授课;
3. 课程总长八个月,要求每周上一天的课;
4. 课程旨在满足当地农民兽医对农业知识的需要。

通过培训,这些 Kamayoq 学生能为当地的小农户家庭提供服务解决有关兽医学及农学方面的问题。农民则为他们服务以现金或用实物支付酬劳。农民们愿意也有能力为他们所提供的服务付款,因为他们所提供的建议及技术帮助能使其家庭收入增长 10% ~ 40%,因为农产品总产出量以及牲畜和农作物的总销售量都有提升。最多见的一项服务是对牲畜疾病的诊断及治理。在 Kamayoq 比较活跃的 33 个社区里,牲畜的死亡率都有了明显的下降。最近的一项评估显示,89% 的农民反映动物乳



© CCBYSA - Wikipedia - Xama
OLPC100 美元的电脑

腺癌得到了有效的控制,产奶量也增加了 6.26 ~ 8.68 升,同时销售量增加了 39%。在 Huiscachani 社区,自 2005 年开始接受这种技术咨询服务后,农作物生产收入增加了 73%。

Kamayoqs 促进了参与式技术开发的发展,一个例子就是对治疗由肝片吸虫引起的寄生虫疾病的自然药物的发现。在 3 年时间里, Kamayoqs 同当地农民一起试验了一系列的自然药物,最后他们发现了一种比传统药物更省钱的非常有效的治疗方式。另外的例子是治疗针对玉米的真菌病,以及对洋葱霉病的控制。

我们的现状如何?

那么我们的现状又如何呢? 11 亿人喝不上干净的水;24 亿人生活的环境毫无卫生保障;20 亿人还生活在没有电力设施的黑暗生活中;15 亿人仍然居无定所,四处漂流;8 亿人食不果腹,忍饥挨饿。尽管有数百万人的生活水平有所提高,但是还有更多的人仍生活在绝对贫困中。我们知道技术革新能帮助改善他们的生活条件,但是正是因为贫困,他们连那些成本低又简单的技术都无法获取。

同时,技术被视为解决世界问题的办法和途径。非洲委员会于 2005 年指出:当务之急就是增强非洲的科学技术能力,并支持卓越中心的发展。该委员会还提议在接下去的十年内各援助国每年捐出 5 亿美元给非洲各大学。同时,在 2005 年的《沙克斯联合国千年计划报告》中也有类似的提议。另外,美国及一些国家正期待用技术来克服气候变化带来的挑战。

但是人们还是深陷在“小部件陷阱”中。人们还在继续犯着同 20 ~ 40 年前一样的错误。ITDG 或者实际行动以及其他组织所汲取的教训是:当我们为现代基于科学的技术所带来的无限可能兴奋雀跃时,经常忽视数十年来为扶贫而发展技术的经验。比如,美国让每个小孩拥有一台个人电脑(OLPC)的非营利性项目推广的 100 美元一台的电脑是 MIT 媒体实验室研制的衍生产品,这却招来了批评。然而,有一项特殊的现代信息通信技术(ICT)却在发展中国家人民的生活中产生了极大的影响——这就是移动电话。移动电话能得到普及和推广不仅仅是因为网络设备的覆盖,更因为背后有融资和关税体系的支撑。对于贫困社区来说,很明显,移动电话技术就是一项适用技术。

总之,虽然我们可能认为现在“适用技术”这一概念已经成为国际发展中得到广泛认可的智慧之一,但很明显这并未反映在实际操作上。因此,未来“实际行动”还要继续传播如何运用技术扶贫的基本原则。

在 Schumacher 演讲的最后部分,他提出当评价一门技术是否适合开展扶贫工作,我们应该先问这样一个问题:从民主的角度来说,这是否是一项适用技术?他说:一种中间技术方法也是一种民主的途径,因为这使少数人拥有一些独立,也就是年轻人所说的“做自己的事”。对于 AT 来说,至关重要的一点,事实上也是实际行动所运用的方法,就是增强自我生活控制力的民主思想。这也是阐述 Amartya Sen 的思想的另一种方式——发展就是使人们能自由决定自己的人生和生活。

技术民主

人们越来越被隔绝在将影响他们人生方方面面的决策过程之外,这些决策包括技术的使用和发展。为使人们获得更多的选择民主性技术的机会,一方面可以扩大选择的范围,包括实现更多的生产技术可实用化;另一方面提供环境,包括各种制度、社会、经济和政治环境。在这种环境下,那些资源稀缺的人们能有进行自由选择技术的机会。然而,事实上,在发展社区中进行的大部分努力都是旨在提供支持性环境,因此,一旦发展上述的民主技术,我们便可以推断,人们就能对适用技术进行决策。然而,不同社会群体的需要和环境,需要不同的合理对待,同样,他们的技术需要也必须被合理恰当地满足。

从整体来看,动态的社会、经济、文化以及政治背景加剧了问题的复杂性,有效地对技术变革进行管理的关键在于能力。穷人必须有权利使用改进了的技术,并且在能力发展的同时自主地进行技术选择。这也能使他们更好地应对发展的需要及机遇,以实现可持续发展。

现在,“实际行动”的主要任务就是增强人们的技术能力,以便他们能自主决定使用何种技术。我们所开展的所有项目——展示社区拓展职工的工作有效性,在农民的支持下开展参与式技术开发;在微型企业发展技能都是为了提高人们的技术能力。

因此,对于“实际行动”来说,我们的工作将继续创新,展示将人们带入技术发展的过程中的方法,使人们参与到与他们的生活密切相关的技术决策的过程中。这也是这么多年来,我们一直在从事的工作,更是我们将继续为之奋斗的事业。但同时我们还必须探寻、促进支配技术决策的政治及制度环境的改善。

我们需要大力倡导建立能使穷人对自己所需的技术进行自主选择的制度以及政治框架,而不是限制他们的自主选择权。这就要求各种公共组织和私营企业承担相应的社会及环境影响的责任;需要建立体制来保障各种科学研究及技术创新代表的是公共利益而非让那些既得利益群体再占优势;还需要将信息公开化,让那些需要技术的人获得技术和技术信息的信息;还要帮助发展中国家具备能自主评估新技术会带给社会、生活和自然环境的可影响的能力。

4.4.2 “无国界工程师”

Andrew Lamb

背景

从发明椅子和门到发明笔记本电脑和航天器,技术发展赋予人类拓展和提升自己的能力。数个世纪以来,工程师们兢兢业业地发展技术以提高人类的能力,并运用技术不断改善人类的生活水平,丰富了人类的经验,同时也大大鼓舞激励了人类。但是尽管成绩显赫,还是任重道远。许多工程师这么认为:在与技术进步的对弈中,许多人都已经落伍了。在这个极度挥霍和极度贫困共存的时代、摩天大楼紧挨着贫民窟的世界里,许多

工程师单纯地认为技术进步源于其自身。许多工程师则担心他们的工作只是在追寻经济进步,而这却似乎和这门职业的初衷即满足人们的基本需求渐行渐远。

假设不存在其他的选择,很多工程师正在探索面对人类历史上最大挑战的途径和方法。“无国界工程师”(EWB)就是此次运动的组成部分,更准确地说,在很大程度上,无国界工程师自身就是一种运动。他们的产生和存在是为了弥补许多政府、工程公司和工程机构未能调动及使用技术和设备去应对世界范围内贫困疾苦的不足。

无国界工程师简介

无国界工程师利用工程师的专业知识来满足人们的基本技术需要,并为贫困人口提供水、食物、住宿、能源、通信设备、交通运输、教育、培训以及健康服务,其实最重要的是给他们应有的尊重。其工作重心是为那些极度贫困的国家服务,而这些工程师在本国则大力宣传技术在国际发展中的作用,使人们认识、理解及推广技术。许多 EWB 组织凭着自身的努力,已经成为了发展健全的国际性组织,并获得了各工程社区、工程公司及其他援助组织的大力支持和帮助。一些 EWB 组织的中心工作是给予人道主义援助或关注环境问题和可持续发展问题。尽管一些领先的 EWB 组织总部大部分设在发达国家,但是振奋人心的是,在发展中国家也有大量的 EWB 组织正在蓬勃发展着。

“无国界工程师”这一名称既富有号召力又响亮,这也促进了该运动的发展。该名称的含义是自由能力及发展,指发展的障碍已经消除,人们能自行摆脱贫困。它还可以指工程师在“没有工程师”的地方工作,在那些没有足够的国内工程能力的国家工作(或许这些地方可以被称作“无工程师的国界”),也可以在那些技术能力未给予正确引导的地方工作。实际上,或许更接近的一个意思是正如人道主义援助组织所使用“无国界医生”、“无国界记者”中“无国界”的概念,意指行政界限要服从人道主义原则或者是普遍人权。对该名称的另一种解释是指同他国的团结,这个概念强调组织的工作本质上是国际性的、跨学科性的、慈善自愿活动。(比如,就不存在“无国界土木工程师”或“无国界电气工程师”)。EWB 的参与者并不限于工程师,虽然其工作本身主要集中在技术方面。有一些 EWB 组织的名称翻译成英语可能是“无国界工程”或“无前沿工程师”,但是不论翻译成什么,其背后所传达的思想都是相似的。

EWB 的发展历史

首个使用“无国界工程师”的组织在法国。Ingénieurs sans Frontières (ISF) 成立于 1982 年,是法国国际团结联盟的成员,它的成立旨在为发展中国家的贫困社区提供发展项目的技术帮助,同时在这些地区培训工程界以解决技术问题。20 世纪 80 年代中期,比利时成立了 ISF。之后,该组织与“国际工程师援助”(由国家土木工程专业团体于 20 世纪 90 年代中期建立)合并形成了今天的比利时 ISB。1990 年西班牙成立了 Ingeniería Sin Fronteras,现已发展成为世界上最大的 EWB 组织。这些组织由在校大学生在大学内兴办起来,之后逐渐发展成国家联邦形式,具有了后续发展起来的 EWB 组织的特征。



© Joe Mu Igan, EWB - UK 在肯尼亚基贝拉与当地居民一起混合水泥修建桥梁锚锭

过了千禧年之后,一股建立 EWB 组织的新浪潮席卷了丹麦、瑞典、加拿大、美国、英国、澳大利亚、希腊、意大利、厄瓜多尔、印度、尼泊尔、德国、埃及随后是科索沃、墨西哥、巴勒斯坦、葡萄牙、卢旺达、南非以及其他很多国家。很多 EWB 组织都是受到了其他国家的 EWB 的帮助和鼓舞,比如,加拿大 EWB 组织于 2001 年协助英国建立 EWB - UK,美国 EWB 组织则在 2005 年帮助印度建立 EWB 组织。现今全球有大约有 60 多个国家或地区使用“无国界工程师”这个名称建立起独立的组织。

惊人的是,许多 EWB 组织都是独立发展起来的,因此,在方法和特征上也有了细微的区别。许多 EWB 组织最初都是由大学学生社团发展而来,接着基于这些地方性“分支”或“分会”逐渐发展壮大形成全国性组织。一些全国性组织采用了强大的国家组织的办法,而也有些采用了无强大中心的国家性对话和合作的方法(两种办法在发展过程中都面临着不同的挑战)。还有一些 EWB 组织是由专业工程师组建起来的,例如,希腊 EWB 组织就是由一组在 1999 年雅典地震后共事过的专业工程师建立的。该组织还承担了多个大型工程项目,比如兴建埃塞俄比亚大坝,为巴基斯坦的怀孕妇女提供住宿,而这些对于其他 EWB 组织来说意义远大于一项工程。由专业工程师组建的另外一个例子是丹麦 EWB 组织,该组织主要是在受灾地区开展服务工作,同时它还备有那些服务于人道主义机构(类似于红十字组织 详见 6.1.10)的专业工程师的花名册。最近,该组织更为注重支持协助大学分校的发展。

关于各个国家层面的 EWB 组织采用什么方法,或者一个 EWB 组织何时或是否在某一个国家内形成,这似乎同一个国家的民族文化更相关,而不是一个国家的地理或经济条件。从国际层面上来说,不同的 EWB 组织的国际关系问题有时反映了这些组织所在国之间的国际关系,也就是一直以来所说的在微观世界里反映出不同的民族性。无论是区域性的还是全球性的 EWB 国际联盟都在努力探索,以期在这些多样性的方法中达成共识。虽然能接受一些像 UNESCO 组织的援助和支持,但是很显然在国际层面上,那些缺



© Drew Corbyn EWB - UK 菲律宾的一个
小型风力涡轮机提供了电力和就业机会

乏资源和能力的国家性组织并不能在国际上充分代表自己。很清楚的是,对于每个国家的每一个 EWB 组织来说,他们自身所承担的任务、项目以及面临的挑战要远远比国际联盟带来的挑战重要得多,这也是很正确的。然而随着时间的推移以及在过去的十年内新建的众多 EWB 组织也逐步的发展稳健起来,毫无疑问,在此基础上一个具有全面代表性的国际联盟终将建立起来,它也将忠实反映出“无国界”这个名称所蕴涵的深层含义。

国际发展大背景下的 EWB

前任联合国秘书长科菲·安南描述饮用水和卫生设施在公共政策的地位时这样说“没有任何其他问题比这两个问题经历了这样巨大的人类重要性与政治优先权的分歧。”对工程师来说,在国际发展中,饮用水及卫生设备是最重要也是最迫切应给予关注的领域。EWB 组织在这一领域表现一直很活跃。然而,和在其他领域一样,在饮用水及卫生设备的发展过程中,EWB 组织也遇到了最根本的限制因素:工程重要性程度及其在国际发展部门被重视程度之间的不一致。

在 20 世纪 60~70 年代,国际发展援助者最重视的是大型基础设施项目。接着,这些项目中犯的错误的使他们在接下去的 70~80 年代转向注重中小型技术的发展。当人们开始认识到“非洲遍布一些废弃的水井和水泵”时,他们在 80~90 年代转而将目光集中在社会背景下的技术发展。90 年代国际发展思维模式转向对“基于人权”的方法的探索,导致了在过去的十年内开始关注“千年发展目标”、合理管理以及国际合作。今天在国际发展部门工作的那些管理者及政策制定者接受教育的时代正是工程“不流行”的时代,因

此在许多组织机构及项目中,工程和工程师一直未被重视。

就是在这种社会背景下,工程师开始组建自己的国际发展组织。EWB 组织在提醒工程行业注意应对国际发展带来的挑战方面发挥着积极有效的作用。最近,一些 EWB 组织在提醒国际发展社区注意工程重要性方面再一次成功展示了其作用。有一些早期的迹象表明 EWB 组织正在影响着国际发展部门的思维模式及办事方式。存在的部分问题是公众普遍缺乏对工程师工作内容及不同类别的工程师提供何种服务的认识。如今,随着 EWB 组织同各援助机构合作的加强,人们对工程和工程师的认识有所加深。但是一直以来一个关键问题是工程师自身的技术,人们一直认为工程师只是传授工艺技术的。那些同援助组织有合作经历的 EWB 组织成员代表着新一代工程师的诞生,这些新生代工程师深谙他们工作的社会、政治、经济以及环境背景,还能加入到参与式技术开发的过程中,并且为提高技术能力出谋划策(比如,设计技术成果而非实现技术发展的方式)。现在存在的一些问题,比如,在无工程师参与的情况下由援助机构兴建学校,以及由此可能带来的不安全设施等问题将随着理解和合作的加深慢慢地得到有效的解决。

值得注意的是,各个 EWB 组织在发展中可以采用不同的办法。这一点我们可以通过观察发达国家和发展中国家的 EWB 组织所采用的不同方法总结出来。但共同之处是每个 EWB 组织都已经建立起了一些处理社区在吸收工程援助过程中出现问题的方式。例如,美国 EWB 在过去的几年内一直同社区组织保持合作关系;西班牙 EWB 和加拿大 EWB 在他们工作的国家雇用一些外籍职员;澳大利亚 EWB 同在国家项目计划中达成共识的本地组织合作。EWB 为工程师开设论坛,为他们提供学习国际发展知识的机会,还让他们从自身所犯的错误中吸收经验教训,这样全面地改善了国际发展的方式。展望未来,进一步的深化合作还有潜在的巨大空间。

工程专业背景下的 EWB

EWB 在工程专业中占据着惊人的规模。这些组织与工程所面临的问题和困难却不



© EWB - UK 工程可以减少许多妇女和儿童取水的劳苦

一样。EWB 组织正在逐渐发展,并且发展速度极快,这也吸引了大量的英才以及相当大(甚至或者是相同)比例的妇女加入 EWB 组织。许多 EWB 组织成员都是工程布道者,他们对工程专业充满了激情和热情,他们也成了他们同伴和周围老人、小孩的行为榜样,他们也能向公众高效率地传递工程知识。尽管现今工程组织数目庞大,但是指导工程专业的制度框架尚未建立起来,因此不能充分地应对一些多学科问题以及跨学科实践,更不用说去应对全球挑战了。然而,对于 EWB 组织来说,这些挑战是它们存在的原因,它们能运用既现代又跨学科的方式轻松自如地进行工作运转。

EWB 成员通常具有不循规蹈矩的精神,他们善于打破旧观念,在工程专业组织机构中,他们如同找到了欢迎他们并且支持他们的家园。工程机构总是注重 EWB 组织的活力和激情,尤其在“话语权”和信任度上给予了巨大的帮助和支持,同时,工程机构还能为工程社区内部和外部提供坚实的平台以作推广。传统的工程机构想要融入到 EWB 组织及他们的思想中,这是充满光明的一面。然而,EWB 组织必须小心不要因为不断发展而将自己变成无花果的叶子。如果现在的工程机构能对贫困及灾难做出实质性的反应举措的话,大多数的 EWB 组织也就没有存在的必要了。

同时,据许多国家报道,他们国家工程师的数量正在逐渐减少,而 EWB 组织成员数量却快速增加。当然,部分原因是他们是从低起点起步的。然而,全世界范围内的许多 EWB 组织,仍然有些组织有超过 3000 人的付费会员,这代表了这些国家总工程师人数中相当大的比例。

在工程领域工作,妇女们会遇到一些特殊的困难。但在 EWB 组织里,性别问题并不影响她们能否加入组织,相反,这些组织轻松地吸引并留住了大量的女性工程师。例如,英国 EWB 估计他们的组织成员中大概 45% 都是女性,而这数字比大多数英国学校工科专业的女学生比例要高很多,还比全国最新专业工程师的注册数字(2007 年统计女性占 9.8%)要高。2009 年,英国 EWB 的所有六大项目领域都是由女性牵头的,在其 9 个社区功能项目中起带头作用的,男性和女性各占一半。这样的例子在 EWB 组织中是很常见的。

人们参与到工程中来并一直保持着这样的状态,最大的动力是为了国际发展以及减贫扶困。那些关于工程师——或许就是那个坐在你办公桌隔壁或者演讲大厅座位旁边的工程师——致力于为人们提供饮用水且帮助人们摆脱贫困的故事,是非常有力的。这些故事清晰地描绘了工程和社会关系的本质,阐述了工程师是通过提供技术能力而非单纯提供解决办法的方式为人们带来了重大的影响和作用。从许多方面看,这样的故事展示了工程的面貌。对于小孩和年轻人来说,年轻工程师在贫困社区做项目的故事能深深地触动他们的心弦,这种方式是世界上哪怕最大的桥或最长的隧道都无法比拟的。这些故事是真实的人的工程,能让读者想象未来自己也会从事这样的工作。

EWB 组织开展工作的方式同传统的工程领域有着很大的不同。工程领域按历史发展和人文知识结构来分工开展工作,在此仅列举几项:如土木工程、机械工程、电气工程

还有结构工程等。而这些对于普通人意味着什么呢？有多少非工程师知道究竟何为“土木工程师”？能解释电工和电气工程师或者技工和机械工程师的区别？EWB 组织围绕着他们所承担项目的最终目的组织开展工作，围绕着对人类有意义的主题开展工作，比如：饮用水、卫生设施、住所、能量、食物、交通通信设施等的建设。大多数 EWB 组织也没有特意地计划过这样工作的目标，但是这就是自然而然的随着他们所做的工作反映出来了。这和参与人员所受的工程教育的类别也无关。因此，EWB 组织成员都善于用多学科及跨学科的方式开展工作。一个风力涡轮机项目可能需要机械工程、电气工程师、结构工程师、航空工程师、电气工程师、土木工程师以及材料工程师通力合作，或者可以由“无国界工程师”的一名成员来完成。

工程教育背景下的 EWB

过去 10 年或 15 年工程教育的改革变化为新型 EWB 组织的产生提供了温床。对本科工程师来说，学位课程的一部分是对可持续发展、伦理学、管理、公众演讲、基本经济学、团队合作甚至外语的学习。许多本科工程师还有机会上一些其他领域的课程，比如科学、商业、建筑或是艺术课程。现代工程教育是为了满足 21 世纪工业发展的需要，却没有满足 21 世纪人类的需要。

全球问题，尤其是贫困问题没有得到人们足够的重视。在大学所教授的技术——钢铁和硅胶、水泥和燃烧等——是引起气候变化这样的全球问题的罪魁祸首，也没有关注可替代技术。或许受工程教育影响最小的人群就是工科学生了。因为许多年轻人都怀着改变世界的抱负，想着有朝一日有能力建造些东西出来，所以就在大学接受工程教育。但是在他们所学课程的第一年，除了学习数学外很少接触其他知识。针对这个不足，EWB 组织却做得很好。组织成员通过实际训练课程亲自动手学习，并通过参与实际的工程项目让学生担当重要的角色让他们参与到工程中去。

EWB 组织成员绝不是工程社区中的“嬉皮士”或“悲天悯人的人”。当然，激情是 EWB 组织成员的特点，另外一个特点是工程严谨。EWB 组织倾向吸引那些最杰出、最有前途的工程专业学生，尽管他们用很多的时间在做义务服务，但总是能取得高于平均水平的成就。许多年轻的硕士工程师因同他们所在的公司一起承担特殊工程项目而获得了专业奖项，这些工程师多在闲余时间做一些工程方面的义务活动。这些工程学生毕业的时候，他们都竞相加入到 EWB 组织中成为其中的一员，尤其是来自主要的工程咨询公司的工程师。尽管这证明了 EWB 组织吸引了一些“中坚力量”的工程师，但是摆在眼前的一个挑战是说服众多的学者让他们接受“工程发展”及适用技术是严肃的学术科目而非轻松的课程。要把这些话题引入到课程中去还是一种挑战，但是人们对此的态度正在改变，EWB 组织也正朝着这个方向努力。比如，西班牙 EWB 组织就在巴塞罗那的加泰罗尼亚开放大学设立了一个完整的硕士学位专业，被称为“发展合作工程”，现在该大学已经开设了该专业。位于波德市的科罗拉多大学设立了莫泰森发展社区工程中心，美国 EWB 组织的建立者任该中心的主管。

社会背景下的 EWB

仔细思考“无国界工程师”运动的快速发展过程是很有趣的。自 2000 年以来,已有 50 多个 EWB 组织相继建立。在许多发达国家,EWB 组织是由在校的工程专业大学生设立起来的,这些学生或许都受到了他们所处社会大转型的影响。新一代的工程师从小听着埃塞俄比亚大饥荒、拯救生命(旨在消除全球贫困及援助非洲的慈善演唱会组织)、臭氧层上的空洞、酸雨、里约热内卢地球峰会、卢旺达种族灭绝、全球变暖、千禧年债务运动、千年发展目标、公平贸易的出现、气候变化、印度洋大海啸、让贫穷成为历史运动等这些长大。他们在 21 世纪初进入大学。他们从不知道一个没有互联网、没有便捷又经济的国际旅游、没有移动通信设备的世界是什么样的。他们的社会网遍布世界;他们可能已经游历数洲亲身感受文化存在的不易。他们拥有比他们之前那一代工程师更为宽阔的全球世界观,他们非常关心全球问题,虽然这种说法还备受争议。全新的视角要求他们用全新的方式诠释工程,他们中的许多人便选择了“无国界工程师”这一概念。

随着私有化及自由化的发展,工程领域很少关注公共食品,却更关注个人利益。政府及各工程公司似乎不再为全人类的发展而努力,相反却越来越关注经济或商业的发展。各援助机构也不再想要那些所谓的“狂热业余爱好者”,他们也没有意识到新一代工程师的潜力,同时这些机构在同那些来自大学的优秀工程师志愿者的合作步伐缓慢。那么,这些年轻的想要致力于解决全球问题的青年才俊们又该何去何从呢?答案是他们选择了“无国界工程师”。

大学毕业生以及年轻的专业工程师想要一份不仅待遇优厚,更重要的是能够激发才智、完善自我、实现自我价值的工作。当他们无法找到一种在自己工作闲暇之余帮助人们的方式时,他们中的很多人就选择做义务服务,尤其是加入到 EWB 组织中。哪里没有 EWB 组织,这些专业工程师就在哪里设立该组织。当然,自愿服务组织不能按公司运作的那种规模——能有效应对全球挑战的规模运作。但是,一次开展一个项目,EWB 组织成员意识到他们所做的能给人们带来巨大的作用和影响。让人诧异的是竟然有如此多的工程师毕其一生精力将他们的梦想和希望寄托在 EWB 组织这样微小的组织中,虽然他们本可以在更大型的公司里拥有更广阔的专业发展空间和更大的能力提升空间。但是他们却还是选择了 EWB。

总结

“无国界工程师”代表了工程社区的复兴。在全球大背景对于改变的需求下,EWB 组织的出现正是时机。现今,工程在发展政策中似乎只有其重要的经济作用,因为它作为创新的重要途径促进了经济的发展。工程的经济规则是健全的,但是为求国际发展而付出的努力却总是因为工程师们的基本需要未被满足而受挫,这些努力包括改善管理、提高透明度、反腐败、健康治疗以及初等教育的实施。我们所需要的是一个“崭新的发展 10 年期”,在这段时期内,这些深谙社会大背景及熟知全球问题的新生代工程师能发挥出

积极的作用。其标志是,EWB 组织正在帮助人们改变认识。

对工程专业来说,EWB 组织给年轻的工程师、专业工程师以及同水平的在校孩子们提供了具有强大激励作用的想法和观点。帮助人们的想法、亲身参与工程的快乐、亲眼目睹工程师对人们生活产生的巨大作用、帮助解决全球问题的惊险刺激等等。在 EWB 组织中能体验到的这一切恰恰体现了工程专业的真正目的和意志,同时也正好组成了工程的概念。

因为“无国界工程师”运动是由在校大学生首先掀起的,因此,它同工程教育中存在的问题和巨大的潜力有着甚是密切的关联。随着 EWB 组织开始向人们展示在发展过程中学习技术的价值,或许在不久的将来,他们在社会发展中所扮演的角色会改变。虽然现在还有很多国家极度缺乏工程师。

然而一个没有工程师的国家该如何发展呢?对许多发展中国家来说,发展过程中唯一且最大的障碍就是这种能力的缺失,因为这是取得进步的基础。那些 EWB 组织成员已经为他们自己本国的同伴们、下一代的工程师们树立了很好的行为榜样,引申一下,或许将来会有更多的 EWB 组织成员投身到那些急需工程师的国家的工程教育事业中去,激励越来越多的年轻人在不久的将来投身到工程中,帮助建立一个更加美好的世界。



© Joe Mu ligan EWB - UK 肯尼亚索韦托东的小学生庆祝

一个新的桥梁建成,这帮他们避开了图中的明渠

一些年轻的工程师被吸收到 EWB 组织中,他们被安排去解决那些他们从小耳熟能详的全球问题。然而毕业时,需要做一个关键的决定。因为刚从学校毕业的工程师以及一些活跃的 EWB 组织成员面临着一个尴尬的场面:他们是应该选择在一家工程公司工作成为所谓的“工程师”还是选择为慈善机构服务,将他们的工程知识运用到帮助人们脱贫的实践中去?这可能是一个错误的选择。对于那些在大型工程公司就职的工程师来说,去一些像 EWB 组织这样的小型组织去探索“拯救世界”的办法似乎已经不可行。政府和公司不得不改变工作方法,探寻脱贫的道路,否则他们将承担失去顶尖级工程人才的风险。



© Stephen Jones EWB - UK 竹墙钢筋减少了在地震中坍塌的风险,拯救了生命

最后,对于“无国界工程师”组织自身来说,一个关键挑战依旧存在。人们总是说 EWB 组织及其成员拥有“巨大的潜能”。在接下来的十年发展期中,他们所面临的挑战是:要认识到自己的潜能。他们需要去改变国际发展、工程专业、工程教育以及整个社会的规则。他们已经开了一个好头,但是还得再接再厉,解决更多的存在问题。

4.4.3 “反贫困工程师”

Douglas Oakervee

1992年在里约热内卢召开的联合国环境发展大会标志着对私营部门公共要求的转折。各种公司一直通过促进经济发展、创造工作岗位、扶持企业发展、转移技术以及缴纳赋税的方式为发展做出了贡献,然而参加里约热内卢地球峰会的与会方认为“普通商业”完全没有对我们所面临的巨大全球问题做出充分恰当的回答。大家一致认为并同意,商业能也应该为解决全球问题贡献更大的力量。

在这一大背景下,过了几年,一个独立的非政府组织“反贫困工程师(EAP)”成立了。这个名称体现了工程领域许多人的想法,即强调使用科学、工程以及技术消除贫困的同时促进可持续发展。该组织获得了英国国际发展部和一些英国领先工程服务公司的支持,并建立一些工作项目,旨在传授一些能帮助改善穷人生活水平的实际解决办法和途径。

从头建立起一个全新的非政府组织是件既费时间又艰难的任务。需要花大量的时间组建各种关系、建立组织的信誉并形成连贯衔接的项目,这一切还要与那些急于想要看到有形成果的支持者的迫不及待相权衡。十年里,我们已经在跨采掘垦殖工业、公共基础设施的建设以及工程教育方面形成了高度创新型的工作项目,给发展所带来的影响

远远超出了人们通常对于一个只有操作成本的小型组织的期待范围。同时,我们也学到了四点重要经验,并且我们相信这四点经验能在对抗全球贫困的战斗中如何积极调动工程行业的作用。

第一点经验是:需要能迅速形成规模的解决方案。贫困在发展进步的过程中是一种悲剧。估计每天有将近4万人死于和贫困有关的疾病。援助和债务减免是避免这种悲剧的重要途径。然而,极度贫困只能通过可持续发展以及创造数百万份体面的工作来消除。企业慈善的影响力可谓微不足道。然而,企业、工程服务公司的技术和核心商业活动及其顾客才是最有潜力的。就拿石油天然气产业为例,社区每投入1美元需要通过供应链投入大约500美元。这种创新的商业模式是有必要的,因为这是利用上述经济力量以及产业核心能力达到快速拓宽并解决贫困问题的商业途径。

第二点经验是:有些时候商业和社会之间存在不可避免的矛盾,发展的策略就必须侧重关注两者的相互依存性。在实际操作中,这意味着要形成一种机制,将公司的商业动力同国家的发展重点相结合,并致力于创造“共同价值”。就拿EAP在采掘工业上所做的工作来证明这一点,那些给来自发展中国家低收入社区的供应商投资的承包商们,在保证他们自身成本效益的同时,还创造了一些工作岗位并吸引了当地的公司加入到这种正式的经济模式中。这种创造共同价值的原则为商业和社会间的新合作奠定了基础。

第三点经验是:对于大部分公司来说,商业和社会发展重点的成功统一以及共同价值的创造,在很大程度上,需要对商业体系及程序进行彻底的重新评估。重新评估最重要的是将社会背景融入到商业发展、风险管理以及供应链的开发中。社会问题的管理不能转交给公共事务或公司责任团队。因为这些问题涉及商业模式的核心,同时还给公司策略的传统智慧带来挑战。同非政府组织的合作能有效地帮助公司认真彻底地思考这些机会,还帮助他们认识最适合他们承担的发展挑战和机遇,并且从中获得最大的经济效益。

第四点经验是:公司应该为完善的管理及私营部门的发展创造环境,在此过程中为自己的角色定位。越来越多的公司共同合作一起解决靠任何单独的企业都无法解决的发展过程中的问题和挑战。比如,英国反腐败论坛(UKACF)将英国主要的工程服务公司和专业组织整合在一起发展工业,在基础设施、建设和工程领域领导反腐的活动。这个论坛代表了超过1000多家公司及3万多名专业人



© EWB - UK 印度搬运石头的妇女

员,同时这也在有关管理的辩论中展示了工程界是如何响亮地发出一种明智而又负责任的声音。一种在建设工业中有着相似首创性的国际化网络的发展大力促进了反腐败工作。

这些经验以及我们的实践经历使我们有机会向我们的合作伙伴提供高水平的策略建议。例如,我们是普华永道的重要政策顾问。普华永道经营着英国国际发展署管理的“建筑部门透明度参议”(COST)秘书处。^①我们还同英国土木工程协会合作,共同修改公共基础设施建设中的采购程序。^②我们还同英国奥雅纳工程顾问公司共同开发了ASPIRE——一款复杂的软件工具,能使基础设施投资对可持续发展及减贫扶贫工作效果最大化。^③这也正是我们取得发展成果的方式。我们将企业的日常开支最低化,同时注重对实施实际方法的政府和产业关键合作者的策略进行干预。

在里约热内卢举行的“地球峰会”上,人们一致同意政府是消除贫困的主要责任方,但同时商业也要加快发挥其巨大的作用。我们的这种商业合作模式为其如何实现这种作用指明了道路,同时也巩固了其竞争地位。我们的努力只是调动工程和技术为世界上所有人建立一个更稳定、更文明、更繁荣富强的全球环境的努力中的一部分。

4.4.4 “可持续世界的工程师”

Regina Clewlow

“可持续世界的工程师(ESW)”是一个非营利性的工程协会,致力于为全人类创造更美好的未来。该组织成立于2002年,发展迅猛,如今在全球范围内已有数千名会员,在主要的工程机构下还设有学院分会。该组织是由Regina Clewlow(当时是一名康奈尔大学的学生)和Krishna S. Athreya(时任康奈尔妇女及少数民族方案总监)创立的。ESW招贤纳士,吸引人才进入工程领域开发实用创新途径解决那些最严峻的世界性问题和挑战。

ESW的发展目标是建立一个人人都能共享基本资源,人与人以及人与世界和谐统一,并且追求健康、高质量的生活方式的世界。为实现该目标,ESW积极动员工程师通过工程教育、培训及实际操作,建立各种合作关系来满足当代及下一代人的发展需要。

EWS的主要目标是:

- 鼓励并促进工程师社区多样化快速发展。
- 在每位工程师的实践及学习过程中融入可持续发展的观念。

发展中的网络

ESW学院分会旨在增强大学及地方社区对于一些全球关键问题以及工程技术解决

^① See <http://www.constructiontransparency.org>

^② Wells, J. et al (2006) Modifying infrastructure procurement to enhance social development, EAP & ICE, London.

^③ For more information: <http://www.inesweb.org>

方案的作用的认识。这些学院分会积极动员工程社区加入到更广泛的社区活动中(比如“地球日”和“世界环境日”),这也展现了在未来创造可持续发展世界的工程解决方案。ESW 分会还会开展一些切合可持续发展主题的基础拓展项目,这些项目能增强工程学院学生同其他学院学生之间的互动。

在工程社区中,ESW 学院分会项目旨在增强工程师对更广泛的社会挑战的认识和理解,并组织领导他们开展实际活动。ESW 分会通过组织讲座和研讨会,探讨一些如气候变化和全球贫困的问题。每年,ESW 都会举办年会,数百名工程学生、教师以及工业专家汇聚一堂,就全球可持续发展问题以及工程技术解决方案的重要作用展开对话。在整个美国,ESW 分会在“绿化”校园活动中发挥了巨大作用,他们倡导在学校宿舍及校外学生居住区开展一些降低能源及水资源消耗的项目;收集整理学校餐厅剩菜剩饭进行堆肥处理;将那些基于大学的庞大交通运输工具转换为使用可替代型燃料。ESW 分会倡导设置一些能让学生获得亲身工程实践体验的课程,并学习如何在世界贫困国家拓展获取清洁饮用水和能源的渠道及改善卫生设施的方法。

教育下一代工程师

从 ESW 成立以来,一直注重开创和推广将可持续性和可持续发展相结合的转化型工程课程。在一些主要的工程学校中,ESW 会员及学生会已经共同开始了 20 多门有关可持续发展工程课程的学习。另外,如今 ESW 学院分会在其所在的工程学校开始颁发可持续发展工程证书、并设立了辅修课程,建立起一些硕士学位项目。然而,这些课程仍然还不被视为主流,因此 ESW 继续集中发展、提高及推广这些教学材料,以期促进工程社区的转型改变。

在 UNESCO 及国家科学基金会(NSF)的支持下,ESW 在国内及国际范围内主持了各种以可持续发展的工程教育为主题的研讨会。2005 年,在德州大学奥斯汀分校和年会一起举办了一次研讨会;紧接着 2006 年,又在 UNESCO 总部法国巴黎举办了一次研讨会。这两次研讨会的目的都为了促进全球对话、交换实践经验、动员工程师在发展中国家中探寻解决饮用水资源匮乏、能源短缺以及不健全的卫生设备的道路和途径。

2007 年 2 月,ESW 联合举办了一次 NSF 规划研讨会,旨在支持和鼓励各学术机构设立起融经济、工程以及可持续性为一体的有效的多学科项目。作为此次研讨会规划委员会的带头工程机构,ESW 确认并报告了工程领域内以可持续发展为本的关键研究及工程教育的创新。

尽管在 ESW 和其学院分会的努力下,将可持续性及其可持续发展融入到工程教育课程中的工作取得了显著的进步,但是这些课程却没有成为工程教育专业的主流项目。但是 ESW 会继续集中发展、提高及推广这些教学材料,以期促进工程社区的转型改变。

满足世界十几亿极度贫困人口的需求

ESW 自成立以来,一直同“暑期工程开发体验”(SEED)项目合作。通过参加该项

目,学生团队以及工程专家利用两到三个月时间,给世界贫困地区的人们带去更多技术。

ESW SEED 合作项目的显著特点是同当地技术合作组织合作,加速工程知识的传播,促进切合地区实际的解决方案以及可持续工程的发展。ESW 通过同当地具有基本技术知识的机构合作,在寻求切合地区实际的解决方案的同时,保证项目的可持续发展。这超越了传统的依赖进口材料以及外来专业技术的工程项目的国际发展模式。

该项目的参与者都能获得毕生受益的体验。很多参加过 ESW 与 SEED 海外项目的人都表示这样的经历很有用。他们这么说:“在我生命里,我第一次感觉自己全身心地投入到解决一个真实的问题中去。当看到将自己所接受过的工程教育的知识运用到实践中而带来的人民生活水平的即刻改善,我异常兴奋”,还有人这么说:“这是我一辈子最美好的经历,因为它不仅让我个人有所提高,更是学术上的一种进步,毫无疑问,这种经历将影响我以后对生活及工作的决定。”

当那些参加过该项目的学生重返学校时,他们再一次对工程专业充满了激情和热情,他们最终决定的职业方向证明了这一点。

4.5 工程研究、科学技术与公众政策

4.5.1 工程研究的必要性

Gary Lee Downey 和 Juan Lucena

在不同时期,穿越不同的国境线,与不同的组织合作,这对一个从事国际发展工作的工程师意味着什么?发展和进步的眼光对成为一个工程师起到怎样的作用?对于自己从事本国之外的社会公益项目,工程师是如何看待的?哪些人有意向从事这样的工作而哪些人没有此种意向呢?工程师在哪里工作,又为什么人工作呢?他们的工作包含哪些部分,谁是这项工作的受益者?特别是,工程师对科技发展有哪些主张?随着时间和国家的变化,这些主张又是如何变化的?

与此同时,假设参与一项国际发展活动的工程师人数远远多于科学家和经济学家,那么是什么原因导致了工程师相对隐形的状态呢?什么时间以及在什么情况下,发展项目中的工程师才受到人们极大的关注?在发展和进步项目中及项目以外,工程教育和工程工作在未来将有怎样的发展轨迹?

这些关于发展的问题引起了工程研究领域学者的兴趣。提出这些问题十分重要,因为它们使人们的注意力转向解决技术问题之外的国际发展工作。发展项目中的工程师必须不断处理工作中技术与非技术层面的问题。然而,工程教育只关注技术问题的解决可能无法使他们自如地应对这两个层面的问题。确实,在片面的工程教育中,工程师可能会被劝阻不要思考技术问题解决之外的任何事情。

工程研究中的科研和教学能起到有益的作用。对于从事国际发展工作的工程师而言,其作用是帮助工程师发现并认识到解决技术问题总会涉及非技术层面的问题。例如,谁会参与决策?哪些人会从工程师的工作中受益?而哪些人不会受益?这也涉及有着自己知识结构的工程师如何与同事合作,这些同事包括项目组织内外的工程师及非工程师。

工程研究为学术研究和教学提供了多样化、跨学科的平台,它的核心问题是,工程实践中的技术和非技术层面有什么样的关系?这些关系是如何随时间演变的?回答这一问题需要研究者深入其研究的实践,例如,工程结构、工程作业、工程设计、工程中的公平问题(性别、种族、民族、阶层、地理政治因素)以及工程的社会公益性。

工程研究与教学方面的领头组织是工程研究国际网络(INES)。^①这一组织于2004年在巴黎成立,它主要承担三方面的任务:

1. 促进工程师及工程的历史、社会、文化、政治、哲学、修辞及组织的研究和教学。
2. 协助建立并服务于多样化的对工程研究感兴趣的研究群体。
3. 将工程研究的学术工作与关于工程教育、科研、实践、政策和代表性等方面的讨论联系起来。

工程研究领域核心的科研刊物是《工程研究:工程研究国际网络》。^②这一刊物每年发行三次。

工程研究的学者和教师有的是获得社会科学和人文科学领域高级学位的工程师;有的是对工程教育和工程实践感兴趣的社会科学的学者和教师;有的是对工程工作中的非技术层面感兴趣的实践工程师。在科学社会研究协会、科技历史协会以及其他跨学科的科学技术协会的年会和出版物中,人们都会经常看到这些工程研究学者的成果。

工程师的实践之所以对研究具有重要意义是因为他们将知识运用于社会服务。研究工程师如何服务,何时服务,在哪里服务以及为谁服务至关重要,因为这些将使我们了解工程工作是如何对当代生活的主要特点出现做出贡献的。例如,在多大程度上,工程教育和工程工作关注了发展、维持及拓展国家疆界呢?此外,在更广阔的社会视野下研究工程师的形成、日常工作和职业轨迹为我们提供了新的见解,利于我们理解工程知识的发展模式是如何与多变的服务形式相联系的。工程师参与开发工作即是一个恰当的例子。

在过去的半个世纪中,参与国际发展工作的工程师人数急剧增多。^③工程师参与了一系列发展工作,包括大型基础设施开发和小规模社区的开发、国有项目的开发和非政

① Go to: <http://www.inesweb.org>

② Go to: <http://www.informaworld.com/engineeringstudies>

③ For an overview, see Lucena, Juan C. and Jen Schneider, 2008, Engineers, Development, and Engineering Education: From National to Sustainable Community Development, European Journal of Engineering Education. Vol. 33, No. 3 June 2008, pp. 247 - 257.

府组织的人道主义工作,以及最近提出的可持续发展这种新兴模式。以发展为目标工程实践是如何有利于团体、社会的转型以及国土改造的,这种转型向我们暗示了什么。例如,工程开发在何种程度上获取了发展。

本书是第一国际工程报告,展示了当今无数工程师在世界各地默默地工作。不仅国际发展领域如此,工程工作的所有领域都是这样。在大众思维里,科学长期被人们理解为创造知识的主要场所,而技术是科学应用的产物。在这种思维方式中,工程师被置于科学家的下游位置,位于科学与技术之间。工程是应用科学的产物。

就发展工作而言,在他人设计经营的大型知识社会项目中,工程师似乎仅仅是技术工人。政治领导人设定发展项目的目标,科学家负责规定工作方式,经济学家负责制定衡量标准,留给工程师去执行他人的构想。但在科学与发展网络中,很明显的是,工程师的缺席是非常突出的。^①科学与发展网络作为关于发展工作最丰富的在线资源之一,目标是为发展中国家提供有关科学与发展的可靠而权威的信息。尽管网络每一话题的核心内容都涉及工程,但工程一词却是不被人们所注意的。在有关发展的问题中,与科学相比,工程的隐蔽性在2007年越发突出。2007年10月,一份科学杂志评论称,“世界上200多种科学刊物将同时发表有关全球减贫和人类发展的文章,科学界共同努力以增强人们对当今时代重要议题的关注,提高兴趣,扩大研究。”^②这条评论丝毫没有提到工程师或工程工作,而工程出版物也没有尝试那样的努力。

然而工程并不等同于应用科学。在所谓的基础科学中,工程师只是有选择性地利用其中的一些科研成果。工程科学不同于基础科学,它积极探求可论证的结果。一旦人们开始思考工程师是如何利用科学与其他工具时,不论这些工程师从事的是发展工作还是更广泛的技术发展工作,任何对其行为和机构的贬低或无视都不再有意义。

另外,越来越多的学术领域开始涉猎科技发展。例如大家可以想一想在水资源治理方面所涉及的所有学科领域。然而在大型社会公益项目中,很少科学领域能像工程师那样清晰地构建出自己所起的作用。工程师发挥着关键性作用,而这一事实常常被忽略。

关于某个工程项目对不同利益群体的利益或对生态系统健康的价值这一问题,人们褒贬不一。持否定意见的人们或许占了多数。恰恰因为这样,调查过去、现在和将来工程师是在什么样的服务条件下为发展项目做出贡献这一问题,是十分重要且具有启发意义的。例如,当工程师试图解决他们所遇到的处于技术层面与非技术层面之间的问题时,他们若对技术层面的问题全权控制而将非技术层面的问题丢给他人,是不是就促成了自己相对默默无闻的状态呢?工程师在多大程度上认识到自己的服务是盲目的技术支持而将更大的社会和政治责任交给了其他人?同时,在发展工作中,工程师是通过怎样的环境和条件成功地引起了世人的注意力?这些工程师了解自己工作本身所涉及的技术层面和非技术层面的关联或紧张关系吗?

^① For more information: <http://www.scidev.net>

^② Borlaug, Norman E. 2007. Feeding a Hungry World, Science, Vol. 318, No. 5849, p359.



© UNESCO 美国胡佛大坝

考察工程服务的知识和社会内容以及工程师实际工作的具体条件可以为我们认识发展项目的兴起提供重要见解。这些见解涉及在特定情况下工程设计、工程分析以及工程建造的某个形式是如何成功或失败的,为什么会成功,为什么会失败,以及从哪些人的角度看是成功或失败的。这是有价值的,例如它可以被用来考察 20 世纪 60 年代的技术援助志愿者协会(VITA)所做的努力。VITA 的工程师在以科学为基础的新型大纲下接受教育,并在新兴的军工产业中任职,他们通过何种途径、在多大程度上为国际开发贡献了自己的力量呢?^①

工程研究的学者倾向于探究一些难解的历史、哲学、社会、文化、政治、修辞和组织问题。例如,他们会思考水利大坝的建造等发展早期的典型工程项目。这些学者感兴趣的是某些特定的历史性聚会,工程师与其他行业的从业者和利益相关群体相聚在一起,进行各种知识的交流。这些工程项目是如何出现的?它们有什么样的广泛意义?它们的发展和成果与什么人利益攸关?成果是什么?这一成果是为了造福于何人呢?

罗斯福新政时期,美国建了许多水电站大坝来推动经济发展,增加就业;而“第三世界”国家的水电站大坝大都建于“冷战”时期。这对工程的地位有很大的影响。第一种情况,美国关注的焦点是利用国内的工程师促进大萧条之后经济恢复,将工程师定位成为

^① Pursell, Carroll. 2001. Appropriate Technology, Modernity and U. S. Foreign Aid In: Proceedings of the XXIst International Congress of History of Science, Mexico City, 7 - 14 July, pp. 175 ~ 187.

集体利益的代理人,有时甚至授予他们英雄的称号,例如胡佛水坝的修建。^① 第二种情况,工程项目显然是两国领导人进行政治经济磋商时的重要内容,一方以接受技术援助来换取政治经济信任,而另一方通过技术援助利用工程项目来扩展并保持其政治经济影响力。在后一种情况中,工程的意义通常是模棱两可的,取决于制定决策的人。即使在第一种情况下,集体利益和英雄式成就的取得也并没有考虑那些视水电站大坝的修建为损失而不是福利的人们的观点。或许可以这样说,没有哪个发展项目可以使各利益相关群体都得到满足。对于那些没有从中受益或质疑其社会使命的人来说,发展工程所具有的是一个负面的形象。

另一问题是哲学性的。发展项目中的工程师如何定义并理解其工作中的工程内容?这一内容是显性的还是隐性的?这一问题有什么样的重要性?为什么重要?例如,高效、低成本、低技术除砷方法的成果——最近的一类发展项目——就可能是工程师积极与社区、非政府组织、化学学科等其他社会成员进行知识交流的结果。作为训练有素的技术问题解决者,工程师是否会因这些高效参与团体理解问题的方式与自己不同而发现自己的不足?如果没有强烈反对,那他们会乐意参与更大背景下的发展工作吗?如果修完学位课程或参与了其他培养机制的工程师期望与其他人共同合作,包括与自己持不同观点的工程师与非工程师合作,那情况会不会有所不同呢?如果他们有义务参与合作活动以解决问题,情况是否也会有所不同?^②

工程师与工程的社会、文化、政治问题经常交织在一起,不同的学者往往关注不同的层面。而他们共同关注点就是工程的特性,即参与工程项目如何有助于重组及重构工程师特性。继续我们的一个例子,有人问阿斯旺大坝的建造如何有助于推进或转换苏联及埃及工程师的特性?苏联工程师意识到他们的工作是在为社会主义服务而使人们更加关注大坝的成功竣工了吗?大坝的完工增强了埃及工程师的民族感吗?推动了整个埃及对工程师及工程学产生兴趣吗?^③ 对洪都拉斯埃尔卡洪大坝的工程师而言,当地社区成员的积极参与及可能采用的欧洲技术是如何影响其立场和职业抱负的?在多大程度

① Billington, David P. 2006. *Big Dams of the New Deal Era: a confluence of engineering and politics*. Norman: University of Oklahoma Press.

② For accounts of two educational efforts in this direction, see Downey, Gary Lee, Juan C. Lucena, Barbara M. Moskal, Thomas Bigley, Chris Hays, Brent K. Jesiek, Liam Kelly, Jane L. Lehr, Jonson Miller, Amy Nichols - Belo, Sharon Ruff, and Rosamond Parkhurst. 2006. *The Globally Competent Engineer: Working Effectively with People Who Define Problems Differently*, *Journal of Engineering Education*, Vol. 95, No. 2, pp. 107 ~ 122; Downey, Gary Lee. 2008. *The Engineering Cultures Syllabus as Formation Narrative: Conceptualising and Scaling Up Problem Definition in Engineering Education*. *University of St. Thomas Law Journal* (special symposium issue on professional identity in law, medicine, and engineering) Vol. 5, No. 2, pp. 101 ~ 1130; and Schneider, Jen, Jon A. Leydens, Juan C. Lucena. 2008. *Where is 'Community': Engineering Education and Sustainable Community Development*, *European Journal of Engineering Education*, Vol. 33, No. 3, pp. 307 ~ 319.

③ Moore, Clement Henry. 1994. *Images of Development: Egyptian Engineers in Search of Industry*. Cairo: The American University of Cairo Press.

上他们能认识到自己与其他工程师、技术专家及其服务对象当地社区人员的关系?^① 一般而言,工程研究学者感兴趣的是发展项目包括什么不包括什么,什么人的观点具有权威以及人们最终强调的是什么、忽略的是什么。

未来几年,考察工程工作的重要内容包括工程师相对隐形的主要原因以及他们作为技术调解人的定位和工作。^② 科学与技术间的调解工作长久以来被视为相对不重要的传播与扩散过程。但如果调解是指将分散的研究者翻译为符合受影响社区和不同利益相关者需要的术语及执行手段时,这一工作便成为了一种创造性贡献。最近几年,参与社区可持续发展的工程师就在调解当地社区、地方政府,国内政府机构及国际组织之间的观点和知识结构。此种工作是独立于工程实践之外呢还是其不可分割的组成部分呢?

因此,工程研究学者将注意力直接转移到工程师的存在与表现,以及工程的技术层面和非技术层面的内容上。他们寻求一种方式以增加工程师和工程的可视度,并有助于提高工程师对所参与项目的服务能力和批判性分析能力。研究工程知识和工程被视为一种无私的举动,相对而言几乎是不被分析或不受关注的。将工程知识用于服务,使服务工作更具可视性,扩大包括低收入群体在内的工程服务的收益群体,这些全部取决于理解并批判性地分析工程学是什么,工程师是谁以及工程师做什么。为了方便自己理解并为他人提供帮助,工程学研究的学者们致力于做出这样的贡献。

致谢

作者感谢 Saul Hafon、Olga Pierrakos 和 Matthew Wisnioski 对初稿的建议。Gary Downey 感谢美国科学基金会#EEC - 0632839 项目《问题定义和解决中的工程领导力》的支持。Juan Lucena 感谢美国科学基金会#EEC - 0529777 项目《增强工程责任感和人道主义:研究生工程教育中的人道主义理论和实践》。

4.5.2 工程、科学与技术政策

Tony Marjoram

概述

工程科技政策包括以下内容:背景知识、讨论思考、政策文件、规划、规章制度、法律法规、资金优先项、政府决策、政府机构、非政府组织以及私营企业。立法和预算的优先项突出的代表并反映了政策的视角。工程和技术政策涉及了与所讨论和实施的政策相关的需求、发展和决策过程。这一过程包括各种权力集团的利益、政府行动与游说、工业与私营企业、行业组织、大学与学术界;政策研究、学会、期刊以及报告都是政策过程的重

① Jackson, Jeffery. 2007. *The Globalizers: Development Workers in Action*. Baltimore: John Hopkins University Press.

② Downey, Gary Lee. 2005. Keynote Address: Are Engineers Losing Control of Technology From 'Problem Solving' to 'Problem Definition and Solution' in *Engineering Education, Chemical Engineering Research and Design*, Vol. 83, No. A8, pp. 1 ~ 12.

要内容,在发展中国家尤其如此。尽管单独向相关国家部门汇报能起到重要作用——例如,在全国《减贫战略书》中提到工程学,但我们可以用各种决策模型来分析政策议题和政策构成,如推理模型、政治模型、组织模型。工程师可以在个人层面、政治层面和政策层面发挥影响力,并且需要发展和共享在这些领域的技术和经验。

政策是指为达到公共及私营部门的总体或特定目标而做出的在制度层面、部门层面和个人层面关于政治、管理、金融及行政的指导方针。政策可以是针对广泛的(如公众福利政策、教育政策),也可以是有关组织的(如行政政策、法律政策),更确切地说政策可以是管理性的或行业性的;大多数政策,如发展计划,本质上就是行业性的。政策通常是“政策循环”的一部分,政策循环包括如下阶段和过程:

- 议题展示,范围确定,适用性,责任;
- 政策分析,磋商,对话;
- 政策形成,协调,工具开发;
- 政策决议,执行;
- 政策监管,评估,回顾,政策再形成。

由于政策是以目标为导向的,有可能会出政策“干预”及违反直觉的、非预期的、非计划的影响,因此我们需要进行政策衔接、政策评估及可能的政策再形成。例如政府颁布促进可再生能源发展政策的同时,对太阳能电池板征收高额税收或进口税。在组织层面,行政政策也同样可以促进可再生能源的发展,但却会阻碍支持可再生能源的工程项目的的发展。以文件、手段和过程形式体现的政策和政策框架通常是明确的,但也有可能是不明确的。政策声明的缺失并不代表政策关注点的缺失,在下文的线性革新模型和基础科学中将阐明这点。将工程议题列入政策文件,在教育、能力建设和应用方面,例如扶贫,制定工程政策是十分重要的,这样政策申明就可以被执行而不是被束之高阁。

政策和政策声明的内容通常包括政策的背景、定义、目的、理由,预期结果,范围、适用性、政策实施者的身份、角色与责任、执行期与执行模式、监控与反馈。政策颁布的形式通常有总统口令、行政声明以及最常见的“白皮书”。“白皮书”通常是经人们对“绿皮书”讨论协商所确定的。政策需要一个动态的、可监控的结果,以方便人们检查是否达到了预期结果以及在必要时做出更改。

工程政策主要是行业性政策,作为更大背景下的科学或科学技术政策的一部分,它与科学或科学技术政策并不相同,尽管这一点经常被人们忽视(以为工程是更宽泛的科学领域的一部分)。同时,与科学政策相似,工程政策也是其他行业或更宽泛范畴的一部分,例如,教育、科研、国防、国际开发、人类资源及基础设施政策。作为促进知识经济发展不可缺少的部分,这些政策与工程学密切相关。本节的讨论将在更宽泛的政策背景下聚焦工程政策,它是人们常提到的科学技术政策的组成部分。

背景及历史

尽管之前有过研究,但在第二次世界大战后 20 世纪 40 ~ 50 年代,人们对科学政策和

规划的关注才大大提高。科技应用在战争——过去的战争——中的角色重点体现在电子、材料和核科学领域以及设计、加工、生产的新方式中。例如,运营研究后来发展成为系统分析和管理科学。欧洲的战后重建基于工业发展和欧洲经济合作组织协调出台的马歇尔计划。这一组织后来演变为经济合作与发展组织(OECD)并持续关注以科学为基础的工业现代化以及工业革新。1946年 UNESCO 的成立和 1966 年联合国工业发展组织的成立反映了人们对科学、技术、工业化及发展方面的兴趣。冷战和持续到 20 世纪 80 年代的高科技空间竞赛刺激了人们对科技政策和规划的兴趣。然而进入 20 世纪 80 年代后,人们对国家支持的科技政策的兴趣减少了,反而对小政府、自由市场及结构调整提高了兴趣。到 20 世纪 90 年代,人们对科技政策的兴趣主要倾向于技术创新。科技政策呈现出描述性而非规定性的特点。

20 世纪 60 年代,全世界几所大学都成立了科技研究与政策系以反映政府兴趣导向,在英国和美国尤其如此。同时,人们对商学院和工商管理硕士有了越来越浓的兴趣。那时人们主要关注科技研究、政策与规划,很少提到工程学。在这一兴趣导向的支持下,科技政策蓬勃发展,而工程学和工程政策仍旧被人们忽视,直到 2004 年在巴黎举行的一次会议上成立了工程研究国际网络(INES,对其介绍详见 4.5.1 节),工程学和工程政策才受到人们关注。人们广泛讨论为什么会出现这一状况,它反映了普遍的公众意识、政策意识以及工程学认知。当然也有例外情况,美国一些大学的院系关注的就是科学、工程学及科技政策。1977 年,英国曼彻斯特大学科技政策系(其前身是成立于 1966 年的科学自由研究系)成立了工程科技研究中心(PREST)。2007 年,PREST 与创新竞争研究中心合并,成立了曼彻斯特创新研究协会(MIoIR)。

科技政策关注基础科学而非工程学的原因之一,是它的一部分是从公众政策和研究政策的交汇处发展起来的。在英国,研究政策从所谓的 1904 年“霍尔丹原则”发展而来,这一原则强调应由研究员而非政府官员对研究基金进行分配。之后,R. B. 霍尔丹成为大学拨款委员会(即后来的高等教育拨款委员会)主席。1918 年《霍尔丹报告》提议将政府支持的研究项目分为专门性部门研究和由独立的研究委员会管理的一般性科学研究。霍尔丹原则中关于研究经费的政治独立性成为全世界研究政策的试金石;例如,J. D. Bernal 在 1939 年发表的《科学的社会功能》一文中主张科学应该为社会服务。1971 年,Solly Zuckerman(英国政府首席科学顾问)批判霍尔丹原则中对基础科学与应用科学的人工分离以及对基础科学的过度强调。

在科学政策中强调科学研究而非工程技术的另一原因与以下事实相关,在传统政治科学和经济学中,人们视技术为生产三大要素——土地、劳动力、资本——的剩余部分。科学政策主要是建立在所谓的创新“线性模型”基础之上的;通过应用研究与工程学的发展,基础科学研究引导了技术应用、创新与传播。本报告其他地方提到,这一模型原本起源于核领域,在《科学:无止境的前沿》一书中得到发展。这本书发表于 1945 年,它是科学研究最早也是最持久的宣言,作者 Vannevar Bush 是一名电力工程师,他曾协助原子能

的开发并负责曼哈顿项目。Thomas Kuhn 有关科学进化结构的研究巩固了这一线性思维。由于其简洁性及研究经费的获得,科学家和决策者都接受了这一概念,然而许多科学技术专家则认为“线性模型”描述不准确、规范不理想,这一观点部分是由于许多发明既不是建立在基础科学研究之上,也不是基础科学研究的成果。

事实上许多发明源于工程师和工程学。当人们意识到“线性模型”的描述不准确以及“火箭科学”更多地与工程学有关而非科学时,仍旧使用这一“科学应用”模型就对工程学的发展不利。有关工程学的部分,这一模型的规范并不理想,因为许多国家在谈到“科技”政策时,“工程学”一词并不突出(有趣的是,美国例外,在美国,人们经常提到的术语是“科学与工程学”)。对科学、技术以及相关政策的研究相对较新,人们自认为科学的发展是无难题的,几乎不对科学是如何产生、由谁产生这些问题提出批判性见解。这些事实使人们更加相信科学导致技术的产生这一概念。工程学研究是一个更崭新的领域,也更具紧迫性。

科技政策及国际开发

随着发展中国家高等教育机构的发展以及科技政策和发展研究的兴起,20 世纪 60 年代殖民时期结束之际,人们产生了对科技政策和国际发展的研究兴趣。1966 年英国撒赛克斯大学成立了科学政策研究联合会(SPRU)以及发展研究协会(IDS);1970 年《苏塞克斯宣言:第二个十年发展期中科学技术对发展中国家的影响》的发表表明了这一发展倾向。Charles Cooper 是研究发展科学与技术的先行者之一,他于 1969 年加入了 SPRU 和 IDS,并于 1973 年创建了新的项目,发表了影响深远的著作《科学、技术与发展:发展中国家技术进步的政治经济》(Cooper, 1973),^①之后于 1990 ~ 2000 年,他担任马斯特里赫特市联合国大学新科技研究所的创始董事。

1963 年,UNESCO 组织了一系列有关科技应用的地区部长级会议(CAST)以及科学政策的欧洲成员国部长会议(MINESPOLs)。首先召开的是 1965 年在智利首都圣地亚哥召开的拉美 CASTALA,随后,1968 年新德里召开了亚洲 CAST,1970 年巴黎召开了 MINE-SPOL,1974 年达喀尔召开非洲 CAST,1976 年拉巴特召开阿拉伯 CAST。第二轮会议始于 1978 年贝尔格莱德召开的第二次 MINESPOL,随后,1982 年马尼拉召开了第二次亚洲 CAST,1985 年巴西利亚召开第二次拉美 CAST,1987 年阿鲁沙召开第二次非洲 CAST。

人们普遍认为 1965 ~ 1976 年的第一轮 CAST 会议强调了提高对国际合作重要性的认识以将科学技术应用到社会经济发展,使国内科学技术政策和规划得到加强和发展。

就国内科技活动而言,第二轮 CAST 会议及两轮 MINESPOL 会议似乎没有取得实质性成果。很显然,这类会议得益于国家层面的准备、对发展需要、机会、实践活动及执行

^① Cooper, Charles. 1973. Science, technology and development: the political economy of technical advance in underdeveloped countries, Frank Cass, London.

力度的关注((Mullin, J., IDRC, 1987)。^① 这可能与联合国科学技术发展会议(UNCSTD)的举行介于两轮CAST会议之间有关。UNCSTD于1979年在维也纳召开,由于七十七国集团中途离场造成的威胁,会议以各方的妥协让步结束。这次会议是20世纪70年代联合国召开的最后一次大型会议,尽管人们对科学、技术与发展提高了认识,但此次会议更多的是关注经费及机构安排而非科学、技术、政策或科学政策、技术转移的特质。积极的一面是,UNCSTD的召开促成了1980年非洲科技协会网络(ANSTI)的创建,以及20世纪80年代东非南非科技政策研究网络(EATPS)的创建,这两个网络于1994年合并为非洲科技政策研究网络(ATPS)。

亚洲CAST的召开以及相关网络活动对亚太地区特别是亚洲四小龙知识经济的崛起起到了一定的作用,对拉美的发展也有同样的影响。除此之外,由UNESCO创建的网络还包括科技政策亚洲网络(STEPAN,1988年创建)、拉美及加勒比海科技推广网络(Red-POP,1990年)以及阿拉伯科技管理区域网(STEMARN,1995年)。最近的活动有1998年在中美洲创立的理工硕士研究与发展网络,以及1999年创立于加勒比地区的基础科学研究发展及硕士项目网络。1999年,世界科学会议上再次强调了进一步关注科学政策和基础科学。

本书其他部分将讨论与当地承受力相符的科技、劳动力可用性及劳动力技术、小规模利用当地的材料与能源的重要性。宏观政策限制将这种“小即美”的想法运用于实践,而是倾向于使用“常规”但并不适用的科技,忽视解决发展中国家贫困问题的微观方案。技术选择和决策是科技政策的重要组成部分和考虑因素,在这一背景下,需要宏观层面的政策在微观上促进适当的研发、创新、技术支持、融资与信贷。这些问题是1990年发表的《另一政策——科技选择和小企业发展的政策影响》一书的主题(Stewart等,1990)。^② 对太平洋岛屿开发银行的贷款调查显示,大多小额贷款(不超过5000美元)都用于小型科技企业的发展(Marjoram,1985)。^③ 20世纪90年代起,人们开始对小额融资和小额信贷感兴趣,这可由格莱美银行及其他银行的业绩看出来。1983年成立的以促进可持续生存为目标的发展替代集团的运作以及《慢跑:让科技为贫困人口服务》(Leach和Scoones,2006)^④等出版物也反映了这一兴趣取向。然而,鼓励适当的研发、创新及相关技术支持的政策发展已不是那么显而易见,需要进一步的促进与支持。

实践中的科技政策

正如上文所提到的,科技政策的研究始于20世纪60年代,当时主要聚焦的是现在已

① Mullin, J., IDRC. 1987. Evaluation of UNESCO's Regional Ministerial Conferences on the Application of Science and Technology to Development, IDRC, Ottawa, Canada.

② Frances Stewart, Henk Thomas and Ton de Wilde. 1990. The Other Policy: The influence of policies on technology choice and small enterprise development, ITDG and ATI.

③ Tony Marjoram. 1985. Study of small development bank loans for technology in the Pacific Islands, Institute of Rural Development, University of the South Pacific.

④ Melissa Leach and Ian Scoones. 2006. The Slow Race: Making technology work for the poor, Demos, London.

经实现工业化的 OECD 成员国,但也不排除其他国家。20 世纪 60~70 年代 CAST 召开期间,许多国家都对科技政策进行了反思。20 世纪 80 年代对科技政策的研究暂时平息了一段时间后,90 年代人们的兴趣重新高涨,到 21 世纪,人们开始更多地关注创新及研究发展的商业化。2000 年千年发展峰会之后,人们的关注点开始落在科学、技术及创新对于发展的作用上,并就减贫及可持续发展出台了《千年发展目标》,最近这一计划主要针对缓解和适应气候变化(更多内容参见 2005 年报告《关于科学、技术、创新的联合国千年项目任务》)。^①

如果回顾 20 世纪 60 年代至今的科技政策文件,我们会明显地发现几乎所有国家都使用了相同的政策结构。它们都遵循“弗拉斯卡蒂家族”手册——OECD 科技政策委员会的国家科技指标专家组(NESTI)在过去 40 年里制作的。这些政策文件关注研究与发展(《弗拉斯卡蒂手册》,正式名称是《研究和试验发展调查的标准实践》,首次出版于 1963 年,2002 年出版第六版)、创新(《奥斯陆手册》第三版,2005 年)、科技人力资源(《堪培拉手册》,1995 年)、高校入学及毕业数据、报酬及专利间的技术平衡。正如本报告其他地方所提到的,这种方法将科学家与工程师分开,将研发与专利作为科技的主要指标。这有些扭曲了发达国家的科学与工程学,因为许多工程师并不参与研发与专利活动,特别在发展中国家和最不发达国家更是如此。这对科学、工程学和技术有严重影响,更不用提对相关政策、规划与管理的影响。人们认识到这一问题,同时也认识到制定恰当的科学、工程、技术与创新指标对发展中国家和最不发达国家是一次严峻的挑战。在企业、企业规模、科技协会、技术能力和吸收能力方面,这些国家的创新条件与发达国家大不相同。2001 年,关于拉美及加勒比地区技术创新指标标准化的《巴格达手册》的出版就试图解决这一问题。

近期关于科学、工程、技术政策及国际发展的例子则是《减贫策略书(PRSPs)》的出版,这是世界银行和国际货币基金组织为重债穷国项目(HIPC)准备的经济建议文件。HIPC 项目是针对 40 个最贫穷的发展中国家设立的,以争取免除他们的债务。PRSPs 是 20 世纪 80~90 年代结构调整项目的替代项目,与 20 世纪 60 年代以来许多发展中国家出台的国家发展规划配套,是海外援助的前提条件,类似提供给捐赠方的可能项目“购物清单”。如同许多全国发展规划一样,PRSPs 是由经济发展规划者起草的,它运用了一种行业性方式,往往关注工程等不利于核心考虑因素的行业和主题。连同对传统经济学的忽视,这表明在第一轮 PRSPs(2000~2005)中几乎没有提到科学、工程学和技术,只有少数例外。这使第一轮 PRSPs 备受争议,再加上对增加国内投入的广泛需求,捐赠形式开始向所有权形式转变。

虽然许多发展中国家和捐赠国认识到科学,尤其是工程和技术在国际发展和减贫工

^① Task Force on Science, Technology and Innovation, UN Millennium Project, Lead Authors: Calestous Juma and Lee Yee - Cheong. Innovation: Applying Knowledge in Development. London and Sterling, Va.: Report for Earthscan Publishing, 01 2005.

作中的重要性,但他们并没有将促进科学、工程和技术创新发展和应用的政策放在解决这些问题的系统战略的核心。相反,他们将注意力放到教育、能力建设和基础设施上,这些方面虽然重要,但并不解决主要的问题(UNCTAD,2007)。^①尤其是非洲国家在发展和执行非洲 2006 ~ 2010 科学技术巩固行动计划时,特别需要与非洲联盟、非洲发展新伙伴计划(NEPAD)以及非洲科学技术部长会议(AMCOST)合作。

总结评论

我们需要对科学技术形成一个更全面的认识,最好将工程学融入关注基础科学、研究与发展的线性模型中。为此,我们需要强调工程、科学和技术对促进社会经济发展、促进可持续生存以及协助缓解适应气候变化的贡献。为了准确有益地反映社会现实,我们也需要将工程议题更好地融入社会科技政策和规划,将工程学、科学技术因素融入发展政策规划、减贫策略书以及减贫策略过程。

要完成这项十分艰巨的任务,我们最好运用更具针对性和更全面的方法,特别要强调工程、科学技术以及创新在经济社会发展和扶贫工作中的重要角色。作为发展的核心推动力以及扶贫工作的重要因素,工程和科技需要被置于政策的核心位置以解决这些问题,特别是关于全国范围内工程、科学技术的发展与应用。对工程及科学促进发展和扶贫工作的方式进行“基于证据”的分析,以及使用更广泛的研究方法,这将有利于发展政策和 PRSP 文件,正如一句古语所言,没有数据就没有可见性,没有可见性便没有重要性。在促进这种有针对性且全面的方法的发展和传播上,UNESCO 这样的国际机构应发挥积极作用。

4.5.3 政府和公共政策中的工程师

Patricia D. Galloway

概述

工程师所起的作用远远超越了知识和科技的范畴。没有其他行业像工程一样影响一国的健康及活力。一国的商业竞争力、健康以及生活水平最终都与工程息息相关。由于科技逐渐深入我们生活的各个方面,工程与公共政策也日益交汇在一起。这就要求工程师对科技与公共政策的相互作用形成强烈意识。^②通过更开放的规划过程、环境管制和更高的期望,公众在私营和公共项目中正发挥着越来越积极的作用,这些执行项目也承担了更大的责任。^③

① UNCTAD. 2007. Alex Warren – Rodriguez, Science & Technology and the PRSP Process: A Survey of Recent Country Experiences, Background Paper No. 8 to the UNCTAD Least Developed Countries Report, School of Oriental and African Studies (SOAS).

② National Academy of Engineering. 2004. The Engineer of 2020, The National Academies Press, 500 Fifth Street, N. W., Washington, D. C., 2005 5.

③ ASCE. 2004. Civil Engineering Body of Knowledge for the 21st Century, American Society of Civil Engineers, 1801 Alexander Bell Drive, Reston, Virginia, 2191 – 4400, USA, 2004, p14.

虽然通过对各组织进行游说以及专门的工程协会,工程师已间接地与公共政策有所连接,但工程师参与到公共政策中充其量只是无规划的行为。未来工程师与公共政策的更好连接既是工程师的责任也与工程职业的形象息息相关。^① 21 世纪的工程师应该肩负起领导责任,以便在公共政策的制定和政府及行业的管理中发挥积极作用。^② 必要的公共政策和管理基础包括政治过程、公共政策、法律法规、资金机制、公众教育及参与、国有企业互动及专家的公共服务责任。^③

问题

对于过去十年以维持一个可生存世界为目标的重要倡议,工程师几乎没有提出过什么策略。相反值得赞扬地却是公共政策专家、经济学家、律师及环境保护领导者们,他们为解决各种问题付出了极大努力,尽管科学技术是这些解决方案的核心。这些议题在本质上是重大而全球性的,它在维护权利和满足不断增长人口的需要的前提下,保护水资源、能源、食物及住所。为什么对于这些解决方案最善于创新和设计的工程师没有在一开始参与到这些行动中呢? 没有工程师的参与,发展公共政策及设计改革方案策略存在哪些缺点呢? 最终的代价会是什么呢? 在很大程度上,工程师缺乏影响力的责任在他们自己。作为个体领导者及国内专家组成员,在正确地唤起大家对资源利用方式改革的注意力上,工程师完全没有推动并积极公开地参与这一行动。在提倡新政策出台的公共论坛上,工程师放弃了领导角色,甘愿充当次要角色去帮助完成他人的设想。当他人设计好改革策略,决定好国家路线时,工程师似乎很乐意去造建机车、铺设路轨。工程师作为第二、第三阶段施行者而非第一阶段改革者的原因是,在对技术要求没有充分认识的前提下设计的公共政策将花费极大的成本,解决方案要么很费钱,要么不能达到人们的期望。

工程师不为人知的原因部分在于他们很少参与公共政策的制定过程。多少年来,工程师都没有意识到公共政策制定过程与其道德角色的直接联系,没有意识到其保护公众健康、安全和福利的职责。这里存在一个误区,认为作为非营利机构,专业工程协会不能游说或为本行业辩护。同样也有误区认为专业工程协会的工程师和会员不应任职或参与政治选举。工程师在政治上完全退居二线,选择与可能的“腐败”或“政治”过程划清界限,因此视公共政策为令人沮丧的敌人。^④ 但正如 Perides 在公元前 430 年所认识到的,“你不对政治感兴趣不代表政治不会找你”。

工程领导力的一个重要因素是理解公共政策。多少工程师能意识到由专业工程组织成员制定的政策将对立法及对立法进行表决的立法者有所帮助呢? 又有多少人意识

① National Academy of Engineering. 2004. The Engineer of 2020, The National Academies Press, 500 Fifth Street, N. W., Washington, D. C., 2005 5, 2004 38.

② National Academy of Engineering. 2004. The Engineer of 2020, The National Academies Press, 500 Fifth Street, N. W., Washington, D. C., 2005 5, 2004.

③ ASCE. 2004. Civil Engineering Body of Knowledge for the 21st Century, American Society of Civil Engineers, 1801 Alexander Bell Drive, Reston, Virginia, 2191 - 4400, USA, 2004, p29.

④ Galloway, P. 2004. Public Policy - Friend or Foe in Advancing the Engineering Profession, ASCE NEWS, January 2004.

到由幕后工程师制定的工程政策事实上被管理者用在基础设施的建设中? 多少工程师意识到正是这些基于规范与标准的政策推动了世界各地工程项目的发展? 公共政策不仅是专业工程组织的一项全国性项目, 它还涉及工程行业的实质, 并要求各级政府的努力与志愿活动。

在公共政策领域阻碍工程师的两大因素是: 一, 对专业工程组织的职能缺乏认识; 二, 许多工程师不情愿站出来对公共政策问题发表看法。在工程师眼中, 公共政策不是当务之急, 导致几乎没有经费来解决工程师及公众的生活质量问题。因此, 在重大的工程议题上, 工程师几乎不具有领导地位, 在议题决议上也很少有发言权。所以, 是政治家在做出数以万计的决策, 并需要中肯实用的建议。如果不能获得建议, 政治家便直接做出决策。^①

为什么工程师是制定公共政策的理想人选?

工程师接受的训练是以一种理性而系统的方式来分析问题、解决问题。整个工程过程是确定问题, 找出备选方案, 选择最佳解决方案, 然后实施方案。工程师对商业、公众健康及科技等一系列的问题颇有见识。他们也是普通的人。这些特征使得工程师成为提出社会问题可行方案的最佳人选。如果工程师为这些技术解决方案制定法律, 那么公众利益将最大化, 技术的负面影响将最小化。^② 如果工程师继续像传统做法那样不参与政治, 将丧失这些机会。

工程师的两个关键特征对公共政策及政治意义重大: 一是用批判性思维解决问题的训练和保持高质量生活的训练; 二是他们保卫公众健康、安全和福利的专家地位所具有的道德责任。

与人们的固有看法不同, 许多政治家展示了非同寻常的使命感、奉献精神和工作激情。^③ 由于工程师有义务为人类的利益服务, 所以政治家的角色十分适合他们。此外, 由于工程师的道德准则, 他们被置于比政治家更高的标准之上, 因此也就更加受到公众尊重, 赢得公众信任。(与职业政治家相比) 工程师更好地了解目前的科学问题, 这在讨论立法问题时是十分有益的, 例如, 讨论汽车排放准则、无污染水质、能源政策以及空气污染指数等问题。由于工程师的道德义务要求其必须保护公众健康、安全和福利, 以及工程师思考和设计问题解决问题的能力, 使得工程师极大地有益于政府和政治主张。在推进项目的同时, 每一位当权者都应努力创建立法、公共政策及经济预算以保护公众和环境。^④ 工程师有特殊的机会和公众责任去促进能源、无污染水质、可持续发展及其他全球

-
- ① Wiewiora, J. 2005. Involvement of Civil Engineers in Politics, The American Society of Civil Engineers Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice, April 2005, Vol. 131.
- ② Gassman, A. 2005. Helping Politico – Engineers off the Endangered Species List, The American Society of Civil Engineers Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice, April 2005, Vol. 131, No. 2.
- ③ Gebauer, E. 2005. Engineers and Politics: Upholding Ethical Values, The American Society of Civil Engineers Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice, April 2005, Vol. 131, No. 2.
- ④ Gebauer, E. 2005. Engineers and Politics: Upholding Ethical Values, The American Society of Civil Engineers Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice, April 2005, Vol. 131, No. 2.

性议题的解决,尤其是通过参与政治的方式。

公共政策、全球化及职业化都是工程师应积极参与的关键领域。设想一个完美的国度完美的城市,在那里,一切都运作良好,工程师握有政府要职,积极参与公共政策;在那里,各个城市和国家之间保持良好的伙伴关系,设计和建造都依照预算和计划进行;在那里,创新是关键,修复与新建相得益彰;在那里,个体和公共投资都是为了使人们拥有更好的生活质量;在那里,建造和发展基础设施以满足人们的各种需求;那么,你是置身于哪里呢?许多人会回答“哪里都不是”,因为这样的情况只存在于工程师的梦里。

转变

工程聚焦行动而政治关注折中与谈判。工程这项职业关注的是如何找到解决方案而不是如何赢得辩论。工程师能成功地转换角色进入到政治舞台吗?通过分析现有问题,工程师思考并决策以选择一种解决方案。政治家也遵循同样的过程,但他们会根据正当理由选择最有益的方案并根据选民的意愿有所妥协。政治过程更重视的是各个利益群体。^①

然而,这正是工程师的有利条件。其他人可能通过妥协做出决策,而工程师做决策时却可以保证公众福利不被妥协,同时能保证政府的决策使国家利益最大化。此外,参与政府决策不仅是工程师的职责,也是整个工程行业存在所必不可少的因素。政府在维护职业准则,提高行业整体性方面发挥着极其重要的作用。政府所拥有的权力和影响力可使重要的工程项目由设想转为现实。^②对关系到公众利益的重大工程项目,经费是关键。因此,如果工程师在管理和立法过程中发挥重大作用,那么受益的不仅是工程行业本身,也将是工程行业所服务的广大民众。

如果工程师想提高工程行业的门槛,那么他们必须将公共政策视为朋友而非敌人。工程师需要清楚在公共政策领域,专业工程组织能做什么,工程师个人能做什么。当一些专业组织由于政府税收状况不同意某些政府官员的做法时,他们大多积极地参与公共政策并就工程议题立法进行游说。作为个体,工程师可以竞选职务,参与政治竞选并作出贡献以使国家和工程议题的利益最大化。

从全球视角来看,工程行业必须摒弃一个观点,就是认为工程师不能参与公共政策或政治仅仅因为他们是工程师。工程师总感觉对他们而言参与公共政策或担任政治职位是不可能的,他们表示“那是一项政治任务,我不会有机会的”或“向政治议员呈交或书写信件使我感到不自在,因为我对手头的议题了解的不够清楚”。工程师经常因他们这种强烈的信念和兴趣被人们尊重也被人们嘲笑。

工程师要更积极地从事政治家或辅助政治家的工作,除此之外,工程教育必须修改

① Gassman, A. 2005. Helping Politico - Engineers off the Endangered Species List, The American Society of Civil Engineers Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice, April 2005, Vol. 131, No. 2.

② Wiewiora, J. 2005. Involvement of Civil Engineers in Politics, The American Society of Civil Engineers Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice, April 2005, Vol. 131.

其大纲以突出工程行业内公共政策的重要性。可以说工程教育在纯技术教育方面已经走了很远,这不利于为工程师提供必要的工具使他们成为商界和政界的领导者。工程教育需要讨论政治如何影响工程行业。教授需要将当代问题,全球议题以及政治融入到技术教育大纲中。这将保证工程专业的毕业生能基本掌握公共政策议题,并视政治领域为可接受的职业选择。通过参与政治,运用其专业知识和技巧,工程师能直接提高公众福利,保护环境,促进社会发展。

总结

认识并欣赏工程师的价值将使决策者和公众受益。工程师有义务参与公共政策,提高公众意识。为使工程师在公共政策和公众意识领域的效率最大化,各工程协会应密切合作,充分利用资源。代表协会成员利益的工程协会,应作为关于国家及行业重大共识议题的维护者。通过收集、分析及传播信息为团队创建联络和共享信息的平台,工程协会能有效地促进公共政策和公众意识的形成。至于行动,各工程组织应有统一的言行,在各自活动中相互合作,利用资源。

如果我们搁置这一问题,那么没有工程师的领导,生活也会继续。任由这一现状发展的话,对工程师及公众而言,结果将不会理想。重大工程的领导将持续由其他行业的人来担任,尽管他们缺乏对技术及工程议题的了解。如果工程师对公共政策置之不理,那么工程行业就会岌岌可危。大多领域都要求变革,这是一条真理,然而变革只能由那些愿意出来表达自己观点的人来进行。工程师必须在立法过程中发挥积极作用,以确保法律的制定真正为公众健康、安全和福利服务。

4.5.4 国家科学与工程体系的变革

新西兰

Andrew West, Simon J. Lovatt 和 Margaret Austin



1926年,为了解决新西兰特殊的农业经济问题,科学与工业研究部诞生。随后,研究协会得到了政府以及相关产业的资助并成为伙伴关系。这些产业涉及的领域包括乳制品加工、皮革、燃料(后为煤炭)、小麦、羊毛后期处理、肉类加工以及林业。农业和渔业部

(MAF)也建立起针对农村地区动物研究的研究基地。新西兰高校起初对该研究的贡献颇少,随着时间的推移,他们在研究中发挥着越来越大的作用。20世纪80年代末期,科技研究部(RS&T)在这种情况下成立。

1984年之前,新西兰政府通过关税、奖励、补贴以及其他干预措施对新西兰经济实行高度保护主义政策。而当20世纪70年代的油价危机出现后,保护主义再也无法持续下去。随着1984年工党当选执政党,政府部门采取了一种新型的公共管理模式。这种公共管理模式对RS&T也产生了影响。

首先是分离政策发展和拨款机构建议的原则,这两者都是服务的提供方。其目的是明确责任和执行标准,并使其服务具有可竞争性。

其次是服务使用者付费原则。引入的市场信号能使政府机构注重使用者的需求。交易成本理论分析使提供服务方变得多样化,使用者则具有多样选择,而无须设定服务仅由政府部门直接提供。这也导致了服务提供需遵循书面协议或合同的决定,无论服务是由政府运营部门提供,还是公营企业提供,或是私人企业提供,都必须遵守。基于这两个原则,《国有企业法案》于1986年出台,政府的所有贸易部门(包括电气、邮政、电信、铁路等)都转型成为国有企业(SOEs)。

当“使用者付费”原则应用到研究中来时,伴随而来的是政府科技研究部基金的实质性削减,DSIR和MAF不得不寻求商业资金来维持员工团队的数量。这就导致私营部门科研机构经费的增长,1985年4月不到10%,1990年1月则增长到27%以上。但人们也开始担心随着研究机构追求收益的最大化,研究内容的重叠时时发生。研究协会是否能继续下去,也令人担忧。目前研究协会还依赖DSIR拨下的资金维持。DSIR自己也引入内部竞争机制,开发了一系列不同领域的科学活动,以做好资金的分配与报告工作。

1986年政府收到了一个工作组报告书《成功的关键》,并成立了科技咨询委员(STAC)。1988年STAC提出四点建议,分别是:RS&T的政策发展和资金配置需分开执行;是否向所有的研究机构提供资金需经过五年以上的论证;需给予研究机构适当的商业经营权力;政府科技研究部提供给科学与工程、保健科学以及社会科学的资金需由一个单独的机构进行分配。据分析,将所有的研究机构置于同样的环境中竞争,有利于新西兰高校在提供研究中发挥更大的作用,也能使这些高校更加紧密地联系在一起。

之后达成了一项两党协议,在很大程度上支持STAC的建议。1989年春天,政府为RS&T成立了内阁:内阁委员会直接对RS&T负责、科技研究部(MoRST)为其提供政策性建议、科技研究基因会(FRST)则负责购买RS&T。对科学进行周期性深度回顾的任务最初由MoRST执行,后来又重新分配给FRST。有一点不同于STAC的建议就是健康研究委员会的成立。健康研究委员会从FRST中独立出来,能单独为卫生健康研究提供资金。

FRST作为一个独立机构,有自己的董事会,主席和董事会成员则由政府指定。董事

会任命一位首席执行官,负责聘用机构职员。政府预算在得到 MoRST 与股东协商后的建议后,确定每年向优先领域投入经费的总体水平。部长再将该信息传达到 FRST。这为 RS&T 发展创造了策略驱动型途径,是对早期零星方法的明显改进。所有的支持资金都基于全额研究成本的可竞争投标,而不是边际资金,这样就能避免交叉补贴并保证竞争的中立性。

1990 年,关于新系统是否有效有一个相当重要的辩论。一些由政府部门进行的研究是为了辅助他们完成自己的运营目标。因此,一项内阁决议应运而生:在内阁决议范围内的研究须由部门拨款资助,而“公益事业”研究须由 FRST 执行。政府政策分析者认为“公益事业”指的是消费品,而科学家则认为它是一项能为公众带来益处的研究。分析者质疑政府为什么要对研究的直接受益者资助,公众也想知道政府为什么还要考虑向那些没有公益作用的研究投入资金。这也为股东之间的交流造成了一些困难。这些问题,连同知识产权所有权、优先级设定、DSIR 和其他研究型机构的持续性作用,是 RS&T 内阁委员会在 1990 年关注的重点。

1990 年下半年,改革浪潮从对 RS&T 的投资转到拨款,国家政府的选举进一步推进这次转变。新政府执政初期,决议重组 DSIR,农渔部和其他政府科学机构并入一系列皇冠研究所(CRIs)。一个工作组被指定在 1991 年 6 月 30 日以前确定 CRIs 的规模、数量以及其专门职能。为了与国有企业模式保持一致,CRIs 以法人团体形式根据自己的法规(即 1992 年的《皇冠研究所法案》)独立于政府外。政府对 CRIs 拥有所有权,能保证 RS&T 在新西兰继续发挥作用,符合政府成果的科学产出能在规定的



© M. Austin 工程中的
研发是创新的主要动力

的时间内交出质量合格的产品。作为回应,工作组提议各个 CRI 应该是垂直一体化性质,广泛地以丰富的自然资源或者生产性部门为基础,规模适中,以全国为基础以地区为中心,目标明确且不会与其他 CRIs 产生冲突。外部采购占有重要地位,CRI 60% ~ 90% 的研究成果将被 FRST 购买,其余的则被私营企业、政府部门或者其他的基金会购买。CRIs 是否应该与国有企业一样,向政府交红利还存有争议。保证财政活力和高社会回报率是它现在的目标。

提议建立 10 个皇冠研究所,分别是以第一产业为基础的农业研究所、园艺研究所、粮食研究所和林业研究所;以制造业为主的工业研究所;面向服务业的环境科学与社会研究所;服务于三大自然资源的土地保护研究所、地质与核科学研究所、水体与大气研究所。CRIs 需对利用公共基金产生的知识产权负责,但这类知识产权应该由私营部门开发利用,也只有当新西兰本土的私营企业放弃开发某项知识产权后,该产权才能提供给海外企业开发。根据 1992 年的《皇冠研究所法案》,CRIs 的模式是拥有董事

会的企业模式。董事会由内阁政府任命,直接对科技研究部与财政部负责。两部依据职权共同拥有各自 CRI 的股份。各个董事会有责任任命一位首席执行官,并向拥有股权的部门提交年度公司意图声明。董事会成员无须代表部门利益,但在理解并促进 CRIs 与私营部门的联系中应当提供管理技巧以及研究申请。向政府政策提供科学投入已成为 MoRST 的职责。1992 ~ 1993 年期间,FRST 75% 的拨款都是拨给 3 ~ 5 年的合同,另外,一份对“非特定输出基金”(NSOF)的拨款,数目相当于 10% 的公益科学基金,在之前的财政年度由一个皇冠研究所竞争获得。NSOF 由 CRI 董事会用来向没有明确指出外部优先的科学项目提供资金。

10 个皇冠研究所与 1992 年 7 月 1 日成立的 CRI 董事会在设定方向时发现他们在 FRST 公益竞争中获得的研究收入无法雇用所有的员工,这就导致了裁员。最小的 CRI 社会研究所,由于没有商业生存力,最终于 1995 年关闭,这表明了 CRI 实际上有一个最小实践规模。1993 年,当皇冠公司检测咨询机构(CCMAU)成立时,最后一个与 CRIs 相关的形成因素也落实到位了。CCMAU 的任务是监控工作,向拥有国有企业(包括 CRIs)股权的部门提供建议并进行汇报。

与此同时,在 CRIs 成立时,一个科技专家团(STEP)被委任向 RS&T 部长提供长期优先权的建议。新西兰 RS&T 有 24 个活动领域,STEP 则建议各领域的投资应随着时间而改变,这些改变应以新西兰当前的社会经济的重要性、获取利益能力、研发潜能以及政府对各区域投资的适当性为基础。STEP 还建议重点关注产品附加值、不断增长的竞争力、产业多样化以及培育好选定的核心竞争力。这些建议得到两党的政治支持,最终形成政府声明。结果,牲畜养殖业、园艺业、饲料种植业、地质构造研究等传统研究领域的基金被缩减。设定优先权需要做很多困难的决定,后来这很快吸引了国际评论的注意,被形容为展现“政府设置零和优先权的意愿”。在致力于减少基金的一些总体限制过程中,1993 年的财政预算设定了一个目标,即到 2005 ~ 2006 年时,将对 R&D 的投入从 GDP 的 0.6% 增加到 0.8%。

1992 年下半年,新西兰高校许诺从 1 亿新西兰元的研究基金中转出 1066 万新西兰元投入到公益科学基金。至此,公益科学基金总数达到 2.6 亿,有了向其他研究机构一样的投标资格。高校同时还保留有剩余的研究基金独有的使用权,这和他们的教学功能息息相关。至 2005 ~ 2006 年的财政年,68% 的政府研发基金由 RS&T 预算分配,实际上,几乎所有的预算金额可以用于任何一个正当竞争的机构上,且服从于国家科学优先级。另外的 26% 从教育预算中拨出,这一部分仅能用于教育机构,并没有优先权。

1994 年新西兰由公共基金资助的 RS&T 的投资与交付经历了彻底地重组。政府发现将所有基金根据战略优先级分配给研究机构,就没有多余的钱来资助未定向的基础研究。为此,成立了马斯顿基金会向由同行评审出的卓越科学进行资助,同时该基金会向所有的公私机构以及个人开放。1995 ~ 1996 年预算拨款 400 万新币,到 2007 ~ 2008 年,马斯顿基金增长至 3550 万新币,大约是政府 RS&T 预算的 5.5%。

这次转型也带来了一些负面影响。高度的竞争性鼓励了研究机构间的内部竞争。机构间缺乏合作,投资重点在短短的4~6年不断变化,导致研究员以及研究机构的不确定性,并使研究机构职员流失现象严重。想要继续下去意味着高级研究员需要花越来越多的时间来写竞标书,为他们自己和同事争取资金保证。

总的来说,新西兰RS&T系统的变革还是积极影响更多。它通过建立RS&T出资人和提供者之间的正常距离关系,增加了政府投资的透明度。这使决策程序更加客观,降低了私人关系对资金决定的影响,改善了RS&T投资的效率。从某种程度来说,至2003年新西兰的系统在OECD中是最有效的。平均每100万美元的基础研究经费产出最多的论文数,在总研究经费中,每100万美元产出第二多的论文数。

毫无疑问,科学家和管理者受到了变革的挑战,而该系统也将随着多层次、多组织的长期基金付诸实现,研究机构(包括高校)之间实质性生产关系的发展而继续发展。此系统有利于经营机构的分散化以及透明化。研究经理可以自由灵活管理,设定自己的商业目标。近期政府增加研究投资的声明也会加强新西兰研究成功的重要性。

扩展阅读:

Atkinson, J. D. 1976. DSIR's First Fifty Years, DSIR Information Series 115, Wellington, DSIR.

Boston, J., Martin, J., Pallot, J., Walsh, P. 1996. Public Management: The New Zealand Model. Auckland, Oxford University Press.

MoRST. 2006. Research and Development in New Zealand - a Decade in Review. Available at: <http://www.morst.govt.nz/publications/a-z/r/decade-in-review/report/> (Accessed: 14 May 2010).

Palmer, C. M. 1994. The Reform of the Public Science System in New Zealand, Ministry of Research Science & Technology, Wellington, New Zealand.

南非

Johann Mouton 和 Nelius Boshoff



背景

国家研究与发展战略(2002)^①确定了国家的一个优先发展项目,即“青年从事科

^① Department of Science and Technology. 2002. National R&D Strategy. Pretoria, South Africa.

学与工程事业”的项目。国家科技部(DST)最近的战略计划重申了培养更多工程师的重要性。^① 作为南非的旗舰项目之一,培养年轻工程师的任务包括:氢能经济、空间科学、砾石床核反应堆和其他大型项目的首创精神。该战略文件承认,南非在绝大部分领域中缺少科学家、工程师以及技术专家等人才,并认为人才的缺乏已经成为阻碍南非加速与共享增长计划(AsgiSA)目标达成的因素之一,因此培养人才是技能习得优先联合倡议(JIPSA)的关注焦点。基于这点,DST 制定了两个发展战略,一个是引导青年从事科学战略,一个是科学、工程、技术人力资本发展战略,以促进知识经济的发展(DST,2007)。

增加工程师数量的必要性应该在南非科学界得到更广泛地理解。自1994年过渡到民主政治后,增加工程师数量已成为南非国家创新体制改革的重要目标之一,实现该目标至少有三种方法:

1. 鼓励人数比例较少的群体(如非洲本土科学家和女性科学家)参与进来,以扩大科学、工程与技术的参与基础。
2. 保证这类领域的知识生产与国家社会经济目标相应(例如通过扶贫和创造财富提高南非整体生活质量)。
3. 通过增加国际间的科学合作以克服南非种族隔离对科学发展的阻碍,并提高国际社会对南非科学发展的了解程度。

这指出了工程科学中的以下三个问题:

工程研究成果与扩大参与度

在过去的1990~2004年的15年间,工程领域的研究成果稳速增长,到2004年,发表的期刊论文数高达2000多篇(包括同行评议的期刊文章和文章等同物)(图4-4)。工程类成果占南非科学系统总产出的比例在1990年为5%,到2004年增长为7%(表4-17)。

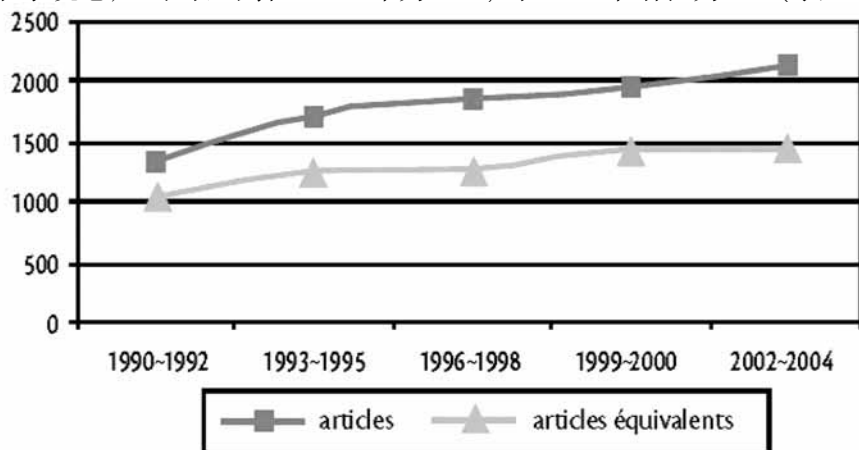


图4-4 工程成果(1990~2004)

^① Department of Science and Technology. 2007. Corporate Strategy 2007/2008. Pretoria, South Africa.

表 4-17 南非工程与应用技术论文成果(%)

年度	工程类成果占全国论文成果的比例	女性作者工程论文的比例	非洲作者工程论文的比例	年龄小于30岁作者工程论文的比例	年龄不小于50岁作者工程论文的比例
1990~1992	5	6	3	10	26
1993~1995	6	7	4	9	29
1996~1998	6	8	7	9	36
1999~2001	6	10	9	8	35
2002~2004	7	11	10	5	39

来源:South African Knowledgebase, CREST, Stellenbosch University (CREST. 2007. Human Capital and the South African Knowledgebase. Report submitted to the National Advisory Council of South Africa)

就一些转型指标而言,南非科学所取得的进步稳定而意义重大。论文作者中女性的比例由1990年的6%增长到11%,几乎翻了一倍,而南非籍作者的比例则增长了3倍多,尽管它的基数很小。但是,还有一个令人不安的趋势是年轻作者(小于30岁)的比例有下降的趋势,年龄高于50岁的作者比例却在增长,从26%增加到39%。这个趋势在南非科学的各领域都很明显,它对该国的未来知识库有深远影响。这个问题必须尽快得到严肃对待。

打破孤立主义的阻碍

科技合作的一个文献计量标准就是合作完成的科学论文。分析工程论文的合著作者的比例时,我们就能看到更多的国际合作趋势。

1990~1992年大约有6%的论文是由本国科学家和一位外国科学家合著的,这个比例在近期增长到14%(图4-5)。

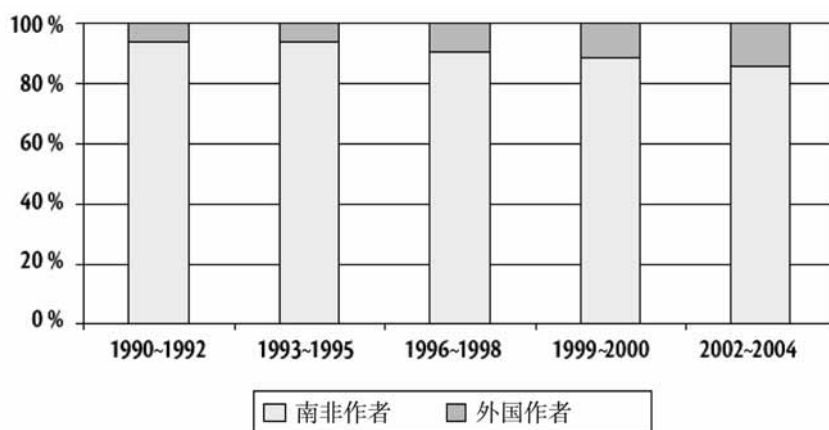


图 4-5 工程学科论文合作者模式(1990~2004)

与本国合作的外国科学家绝大多数来自于美国、德国、英国以及澳大利亚等国家。

近期有一个对不同科学领域引文概况的研究,即通过引用文献影响因子分析特定领域工程论文的国际关注度。引用文献分析中,规范领域引用率高于1.00(这意味着某一特定领域论文的引用平均值高于同领域的其他所有论文)就是最优秀的论文。而实际上,工程领域的子领域中没有任何一篇论文的比率高于1或者达到1(表4-18),表明上述的

科学合作还没有得到高程度的科学认知。换句话说,自 1990 年起,虽然南非工程师在过去的 15 年中提高了科学总产出,但他们的论文在该领域被引用的次数还是偏少。规范领域引用率 1.00 意味着一个国家在某一领域的引用绩效达到了国际水平。

表 4-18 工程与应用技术特定子领域中引文概况(1990~2004 年)

子领域	ISI 发文总数	各篇论文 平均引用数	规范领域 引用率	自引比例/%	未被引用 论文比例/%
化学工程	980	3.75	0.85	26	35
电子与 电气工程	831	2.33	0.56	27	50
机械工程	713	2.54	0.75	33	45
冶金工程	901	1.99	0.69	23	56
材料科学	1746	4.04	0.81	30	36

来源:Centre for Science and Technology Studies (CWTS), Leiden University

培养新一代的工程科学家

改革要求南非从先前的弱势群体(非籍学生和女学生)中培养更多的工程师和工程学家。表 4-19 对比了 1996 年和 2006 年所有层次工程专业学生的毕业率。种族+性别的分析表明:通过增加优先领域的参与度和毕业率,这段期间取得了实质性的进展。与 1996 年相比,2006 年有更多的黑人男女学生和印度的男女学生得到毕业证书。但涉及有色人种时,取得的进步则少得多了。白人学生在所有四个学位中占据着绝大多数,但比例却明显下降。

表 4-19 每一层次学历 FTE 工科毕业生种族、性别分布,1996 年和 2006 年(%)

种族、性别	专业第一 学士学位*		名誉学位及 同等学力		硕士学位及 同等学力		博士学位	
	1996	2006	1996	2006	1996	2006	1996	2006
非洲女性	0.5	11.0	0.7	12.4	0.2	4.8	0.0	3.8
非洲男性	9.3	28.3	14.4	25.1	6.1	21.1	0.0	19.0
有色女性**	0.5	0.8	0.3	1.0	0.0	0.8	0.0	0.0
有色男性	3.6	5.1	5.1	3.7	1.7	2.9	0.0	1.9
印度女性	0.8	2.4	0.3	4.0	0.0	0.8	0.0	1.9
印度男性	8.0	7.3	4.8	8.0	5.1	7.0	0.0	6.7
白人女性	7.4	7.1	3.0	6.0	9.6	7.0	18.9	10.5
白人男性	70	38.9	71.4	39.6	77.3	55.7	81.1	56.2
总数	100 (1686.02)	100 (2930.08)	100 (573.78)	100 (298.25)	100 (318.76)	100 (588.67)	100 (53.00)	100 (105.00)

注:* 专业第一学士学位 = 至少四年制的学位。

**“有色”表示混血个人。

来源:根据南非教育部高等教育管理信息系统(HEMIS)数据计算。

结论

南非的工程发展对国家改革需求做出了很好的回应。工程研究成果中的人口统计资料和研究生学生人数明显地表现出来;还有工程研究中持续的国际化,尽管目前该领域的论文的引用率不高;多产科学家的老龄化的趋势必须得到重视。最重的任务仍然是要增加工程师的科学总产出以满足国家未来工业与科学发展的需求。

4.6 工程职业道德和反腐败

4.6.1 工程职业道德:概述

Christelle Didier

前言

道德在工程行业的体现较其他行业更晚。然而,早在20世纪70年代,美国就出现了一个作为独立的学术研究领域而建立起来的学科称为“工程职业道德”,并作为一个特殊的学科领域在其他地方发展起来,比如在国内行业组织已经制定有业内道德准则的那些国家。1910年,英国的土木工程研究院首先制定并实施了道德准则,美国及其他国家的许多机构也紧随其后。但是,采用了准则的各协会组织却有两种截然不同的做法,一些经常讨论准则并予以修订,而一些只知道“准则是有的”。

一些观察员质疑工程职业道德的理论基础和方法论,还有人只是怀疑工程师的职业活动可能会产生具体的道德问题。因此,当哲学家和伦理学家质疑技术发展的某些方面时——没有工程师根本无法实现的技术发展,没有多少人表示惊讶。目前有两个既定事实:第一,技术发展产生了道德问题;第二,工程师对技术发展的存在和开展所作的贡献不容忽视。对于一些人来说,这种矛盾冲突迫使人们质疑工程行业的道德准则。而在另一些人看来,工程师并不关心技术带来的道德难题。

工程职业道德处于何种地位

有时候,工程职业道德的概念很难用英语以外的其他语言表达,也很难在受英美文化影响之外的其他文化背景下理解。

在一些国家,如法国,“职业”这个词可以指任何一种工作;在包括美国、加拿大、新西兰、爱尔兰、南非、澳大利亚和英国在内的其他国家,职业是指赋予其成员特定权利(或者至少是社会认可)并委之以特定责任的某个领域的活动。在那些国家,劳动市场对“职业”和“工作”的分工符合功能主义理论,几十年来,这一理论一直主导着职业社会学。同时也符合社会对职业角色和地位的理解,这里说的社会可以一直追溯到英国早期历史时期。

“工程是职业吗?”这个问题在所有工程职业道德教材的前言中都会提到。答案是肯定的,该领域的许多学者都认为这是个关键问题。对他们而言,工程职业道德与工程的职业地位相关。其他同样熟知功能主义理论的学者却认为没必要谈论工程职业道德,因为工程并不是一个“真正”的职业。在一些国家,职业与其他类型活动之间的界限并不是很明显,因此就不存在有关工程“本质”的讨论。即使在界限鲜明的国家,也有一些学者将“工程职业道德”理解为“职业”道德,这是个很宽泛的概念,足以囊括工程师在工作中碰到的各种道德问题,不论他们是否被视为“真正的”专业人士。

一些美国学者认为,工程职业道德是基于以下的事实根据:工程团体定有标准,规定哪些是道德许可的,哪些是只针对其成员而超越了法律规定、市场道德与一般道德的。他们认为工程职业道德是职业实践中的一种实用智慧,可以而且必须得到传播。这是一种有趣的方法,但是它依赖于上述标准得以采纳,实际上,标准并没有在世界各地通用。再说,就算标准催生了道德准则,也因为其合理性不足、强化程序不够而举步维艰。

遵循这一思路,工程职业道德并不是过多关注提升对职业责任的尊重。工程职业道德的焦点既不是工程的地位(一种职业),也不是知识(工程科学)。工程职业道德不是道德准则在技术对象上的反映;它是“技术的道德”。工程职业道德也不是评估技术决策的依据(自20世纪80年代,这一直是“技术评估”领域的目标)。工程职业道德的焦点是一种活动。另外,在我们工程界,工程职业道德不是只有工程师才需要关注,而且是所有关心工程决策影响的公民都应该关注的。“工程职业道德”这一表达让我们想起技术源于人类。它明确指出一种工作类型,一种主要负责此类工作的人类群体:工程师。

什么是工程

此前,人类社会科学和哲学对工程师以及其实践活动几乎没什么兴趣。在美国,“技术史”的概念很晚才从“科学史”中独立出来。甚至更晚一些,我们才有了 Gary Lee Downey 和 Juan Lucena 为工程研究的具体领域绘制大纲而做出的努力。工程的一些特点在学术著作中也有所描述。一些人坚持认为工程具有两重性——既是科学的又有关经济;工程师不仅是科学家还是商业人士,因为检验他们工作成果的地点不在实验室,而在市场。还有一些人强调工程行为具有社会的特点,因为它是劳动和资本的结合体。工程师的知识与其具备的科学知识有关,但两者又存在不同。Mike Martin 和 Roland Schinzinger 将工程定义为“社会实验过程”。Carl Mitcham 主张,工程的产物不是知识,而是“一种改造世界的物体”。

那么工程有什么特点呢?首先,工程发生在复杂的工作环境中。技术行为的代理人不仅有工程师,还有技术人员、非技术性的高管,有时还有行政决策人员。其次,工程的行为可以改变现实世界、带来后果,有时是不可逆转的、不能完全预知的结果,工程的特点表现在它有潜在的力量,还能给自然和人类环境,无论是现在还是将来,带来无法完全确定的影响。最后一个特点,工程有个中心行为,就是设计。设计行为指的是这样一个过程:在想象或计划创造一个物体、创建一个系统或一项服务时,形成目标或用途,同时

产生实现这个目标或用途的目的。

工程师的责任是什么

工程师的道德责任是由全社会对工程师的依赖产生的,至少有一点是可以肯定的,例如技术设计行为中,工程师责任重大,因为如果他们没有技术能力完成工作,同时缺乏道德责任,受伤害或死亡的不仅有个人(如果医生没有做好工作,就会殃及个人),还可能会有几十个、几百个,甚至成千上万个人受到影响。

显然,工程师道德责任的基本原则就是按责任比例分担,但我们要意识到这样一个问题:大企业个体责任弱化可能鼓励有罪不罚的现象。另一方面,集体性失职造成的不必要伤害,却让个体来承担责任,这是不公平的。如此看来,让个体工程师过分负责与开脱责任而不作为,这两者之间的界线极为模糊。

由工程本身转向实施工程的行为者、从工程业提出的道德难题转到工程师道德责任问题的过程中,我们需要回答三个问题:工程师在决策与行为中遇到道德问题时,工程师的道德正当性指的是什么?他们可以利用的特定领域的知识是什么?在他们的工作单位里,有什么特定的行为自由?

道德正当性

在某些作者看来,工程师并不关心技术发展提出的道德问题,因为这些问题具有高度政治化的特点。美国道德准则力求保护人民大众避免遭受技术发展带来的负面影响,纵使如此,有些作者仍很怀疑这种道德准则下工程师的道德责任。因此,在不同的层次进行有关技术选择的讨论时,工程师们可以以充分的正当性表达自己的观点,不仅包括与公司内部的同辈、同事们讨论,还有与公司外部当地机构、权威组织、政府机构、议会委员会、非政府组织等的员工代表们讨论。

鉴于工程师在社会技术体系中的地位,他们更应该先于社会其他成员成为技术民主的公民。而且,考虑到工程师在公司或组织内部的责任,除了充当技术信息交流的角色,他们还可以(某些情况下是必须)为上司或客户提供合理建议。工程师必须负责任,因为那些必须做出选择的人信任他们。

知识

工程师高度独立的工作环境与他们所在的大公司内分工合作的特点,引出了责任弱化之外的另一个风险因素,比如迷失方向、丧失目标等,导致相关的行为者对责任“合理地”视而不见。工程师们可能都有一种道德责任,那就是不能不知道自己努力实现的目标,更重要的是,不能漠视目标,还需要能够清晰地说明自己在实现目标过程中所处的位置。

我们不应让一个人对其不了解的事情负责:自古以来,这都是责任概念的基础之一。然而有些无知在道德上比其他类型更容易接受。有人认为,我们只是无法得知工程师是否参与了决策。因此,我们就无法对其道德责任进行描述。如果工程师很难做出道德决

策,道德评价往往还是可以做到的,他们还可以对此做出改进。

权力

对于工程业没有道德空间这种说法,还有另外一种解释,基于工程师作为普通员工的地位,他们并没有多大的自由空间。关于工程师在公司中的职业自主权与决策权问题,历史学家与社会学家们进行了分析,他们并没有把工程师看做专业人士,而仅将其看做工作人员。虽然我们有必要提醒自己,工程师这类专业人士是很不自主的,我们还是想知道,在工作单位内部,他们的行为自由是否真的像“无产阶级化”的工程师所体现的那样有限。

有关工程特性的思考,工程对社会的影响,既有表现在社会上的又有表现在技术上的,都使我们认为工程师施展能力的地方,并非最常见的那种,而是与特权阶层面对面的场合。工程师离技术的“黑匣子”很近,有时他们充当封闭黑盒的主要角色。但是,我们最后想起的是经济和政治的约束。那时候,工程师们表现出来的就像自己只是职员之一,只会听从权威的安排。其实,工程师道德责任应该有这么一个条款,在极端的情况下,要告发、敢于承担背信雇主带来的风险。另一个条款,尽管可能没有那么醒目,规定工程师要致力于改善他们从业的机构,使之成为更公平、更富有责任感的组织。这个观点完全符合 Paul Ricœur 给“道德准则”下的定义:“在公正的组织中与人、为人谋求美好生活”。

结论

工程职业道德是继往开来的道德准则中的一个新领域,远未成熟。不过,多年来,先是在美国,现在一些欧洲和亚洲国家,工程职业道德逐渐引起各界学者的兴趣。它的焦点已经由工程的性质被界定其为“真正”的职业,拓宽到工程作为连接社会、经济、政治和技术纽带的一项活动。我们需要专注工程职业道德的研究难题,积极引导对这个问题的认识方法论的兴趣,谋求在工程职业道德的核心活动——工程——周围拟出一个纲要。

有关工程职业道德的最新研究著作更好地理解了工程道德涉及的各个层次:以个人为单位的微观层次,以小组或专业组织、公司为单位的中观层次,以及以世界为单位的宏观层次。涉及可持续发展和公司社会责任的若干问题,现又称为工程职业道德的相关问题,可以将宏观层次和中观层次有机结合。工程职业道德的多数课程一直以来都对学生在未来事业中可能遇见的道德难题进行研究。虽然这个做法既有趣又实用,但仍然还可以使用其他办法来加强未来工程师的个人责任感和道德意识。

4.6.2 工程职业道德:进一步的讨论

Monique Frize

有职业道德和专业资格才能成为一名工程师,因为,与其他学科不同的是,工程师的作品通常直接影响公众的安全与健康,影响到商家生意甚至政治。某些国家的工程行业

实行自我管理制度,也就是说,主管是工程师协会。一名工程师若想要入会,申请时需要经过资格筛选,首先看是否拥有协会认证过的专业学位(或同等学力),如果没有,申请人就需要通过诸多技术资格考试。所有的申请人必须参加道德原则考试,有些协会还要求申请人通过《契约法》方面的考试。这类协会常见于北美国家(美国和加拿大)。其他地方,如法国和瑞典等,工程行业则由政府管理。

道德被定义为人们认为是正确的、好的品格,以及衍生这种品格的素质。典型的行准则教导人们在不同的场合应做或不应做什么。道德准则是研究道德的学科,对人们的道德观念、道德行为、是非善恶论进行理性分析研究。众多的现行道德准则理论中,只有一部分适合工程师在做决策时选用,例如,主观相对论和文化相对论用处不大,因为它们主张根据个人和文化来做决定。神命论则以某种宗教为出发点,而各种宗教的信仰却各不相同。比较适合工程师的理论包括康德哲学、行为功利主义、规则功利主义、霍布斯的社会契约论、卢克的人权论和罗尔斯的公平论。

多数工程行业协会和技术社团内部都有伦理指导来督导会内工程师,防止工程师行为不当、工作疏忽、资格不足和腐败堕落。若工程师遭到投诉,结果将会受到罚款和/或丧失从业执照。参照道德准则,工程师在面对复杂的、左右为难的情况做决定时就可以有章可循。^① 道德原则和伦理是工程师职责的核心。虽然各工程行业协会和技术社团的内部伦理准则可能有些差别,但是很多指导思想是一样的。了解本行业的道德理论及相关的伦理准则有利于工程师面对道德难题时做出最合乎道德的选择。

工程行业道德行为的另一个重要方面是雇主、同行、雇员如何对待未被充分代表的群体。考虑到多数国家女性工程师的比例较小,当务之急是要保证在工作场所和工程学院杜绝性骚扰和性歧视。当前的问题是许多工程师,包括男性工程师和一些女性工程师,不懂性骚扰和性歧视的定义,不知道其对当事人造成的伤害而行为不检。^{②③}

工程师必须透彻理解其他不道德的行为,如抄袭、损公济私、欺诈和腐败,并予以杜绝。讨论技术对社会和人类的影响是道德行为准则里的又一个重要部分。技术发展带给社会的除了巨大利益还有危害。^{④⑤} 每一个工程师应该保证自己带来的是积极的影响,能为世界解决大问题、迎接大挑战。社会必须制定法律和行准则来引导技术发展的方

① Andrews, G. and J. D. Kemper. 2003. Canadian Professional Engineering Practice and Ethics. Saunders College Canada, Harcourt Brace & Company, Canada, p46.

② Professional Engineers Ontario (PEO). Final Report of the Bioengineering Sub - Group of the Engineering Disciplines Task Force (EDTG). 25 Sheppard Ave. , Toronto, ON. Available at: <http://www.peo.on.ca/> Click on Guidelines, then on Human Rights for professional practice (Accessed: 15 May 2010).

③ M. Frize. 1995. Eradicating Harassment in Higher Education and Non - Traditional Workplaces: A Model, CAASHHE Conference, Saskatoon, 15 - 18 Nov. , pp. 43 ~47.

④ Joy, B. 2000. Why the Future doesn't need us. Wired. April 2000 Available at: <http://www.wired.com/wired/archive/8.04/joy.html> (Accessed: 15 May 2010).

⑤ Centre for the Study of Technology and Society. Available at: <http://www.tecsoc.org/innovate/focusbilljoy.htm> (Accessed: 15 May 2010).

向。想要保证工科学生在新世纪富有社会责任感,重要的是要指导他们/她们评估自己的工作给社会、人类带来的影响,教他们/她们领会遵循道德准则做决定的步骤。要有大纲规定,在工程课程中包含这样的重要概念。切记一个极为重要的原则,即在课程里,要谈到这些问题具有不断变化的特点。^{①②}

最后再提一下,每一位工程师和学生应该了解联合国的《新千年发展目标》,并尽自己所能在工作中来实现,发展中国家更应如此。为什么?因为这是工程师力所能及的事情,有道德责任感的工程师都应该这么做。

道德伦理理论简介

主观相对论:主张没有普遍的是非观,由个人判断是非。

文化相对论:主张是非的意义由实际社会的道德标准来衡量。

神命论:主张遵循上帝意愿的是善行,违背的是恶行;人们必须服从上帝,因为上帝为善不恶、无所不知,代表至高的权力。

康德哲学:又称绝对命令,论及被普遍认可的善行、善意和责任。以自己和他人为目的,而不是达到目的的工具。

行为功利主义:又名“最大幸福原则”:主张益人的行为善行,害人的行为为恶行,适用于个人。

规则功利主义:主张人们遵守道德准则,普遍遵守可以最大限度地增加幸福感。

社会契约理论:主张通过管理人与之间的关系使社区受益,主张个人人权,阐释为什么理智的人在无公约约束的情况下就会谋私的原因。

人权理论:主张人天生有权利,即生存权,追求最大个人自由和人性尊严。这个理论为现在的《加拿大人权与自由宪章》奠定了基础。

罗尔斯的公平论:主张个人有基本的权利与自由(如思想言论自由、避害权等),条件是人人同等享有。

Quinn, M. 2005. Ethics for the Information Age. Boston: Pearson/Addison - Wesley.

遵循道德准则的决策步骤

这好比是工程设计过程,包括以下步骤:

1. **认识** 认识到需要解决的某个道德难题或困境,收集所需信息,辨明相关的人、已经或即将发生的情况、了解何地何时何种危害业已发生或即将发生。

2. **定义** 限定道德问题,认清错误,知道犯了什么法律、违背了什么准则,找到伦理学中对此情况的定义。

3. **列举解决方法** 解决方法可能有多种,一一列出,便于下一步选用。

① Frize, M. 1996. Teaching Ethics & the Governance of the Profession: Ahead or Behind Professional Practice Realities Canadian Conf. on Engineering Education, June. pp. 483 ~ 489.

② Frize, M. 2003. Teaching Ethics for Bioengineers in the 21st Century. Proc. of the 25th Annual International Conference of the IEEE EMBS. Cancun, Mexico.

4. **评估** 对所列举的解决方法一一进行评估,利用道德原理和伦理准则预测可能带来的后果,同时也要从法律的角度来考虑问题。

5. **决策和优化** 选择最能解决当前问题的办法,需要征求经验丰富人士的意见,综合考虑方方面面。

6. **执行决定** 需要注意的是,即使解决方案已经到位,可能还需要分步进行,此时需仔细考虑执行的次序。例如,如果某个问题威胁到或者已经影响到公众的安全,就必须马上行动。如果应急部门没有行动,那么就要沿着权力级别找到相关的人指挥行动,及时解除危险。如果这样的人找不到,那么就应该考虑将问题公诸于众,这样可以使问题的负责人站出来解决问题。

7. **腐败和欺诈** 腐败和欺诈是指诸如受贿这样的行为。几乎每一个处在权力位置上的人,尤其是政府当局的,都有可能受贿。类似的情况,将政府的、公司的财产挪为己用则是欺诈。

Andrews, G. and J. D. Kemper. 2003. Canadian Professional Engineering Practice and Ethics. Saunders College Canada, Harcourt Brace & Company, Canada. pp. 142 - 144.

其他重要概念

- **保密** 即保守秘密,控制信息;违反保密行为是未经授权发布机密信息。
- **隐私** 指不容侵扰或不受公众注意的自由,不为公众所见所知。
- **可靠性** 指被信任不会泄露秘密。
- **知识产权(IP)**, 定义为“一种合法权,有时赋予已经表达出来的某种想法或者其他一些无形的东西。这种合法权力通常可以让所有者有使用该知识产品的专属权。”
- **版权** 适用于“有创造性的、艺术的作品,如书籍、电影、音乐、油画、摄影和软件等”,版权拥有者在一段时期内拥有复制或改编其作品的专属权。
- **专利** 授予新型的有用发明,其拥有者在一定期限内(通常是在专利申请获得档案号的那一天算起 20 年内),拥有商业利用该发明的专属权。
- **商标** 指用于区别产品或服务的独特标志。
- **工业设计** 指工业品(如零件、家俱、纺织品、形状等)的外表、款式、设计。
- **行业秘密** 指涉及商业业务或者商家专有知识的机密信息。

Wikipedia.

Decew, J. W. 1997. In Pursuit of Privacy: Law, Ethics, and the Rise of Technology, Cornell University Press, Ithaca.

4.6.3 WFEO《道德准则》范本

自 1990 年以来,WFEO 一直致力于编写一份《道德准则》作为范本,帮助协作单位界定、创建本组织的准则。这里摘录的是 2001 年采用的最终版本。

通则

道德规范一般被理解为关于原则或者道德责任、义务方面的研究领域或学科。典型的方法是产生一套指导原则或价值观,作为特定的行为举止恰当与否的判断标准。这些原则或者是普遍的,具有理想主义、励志色彩的指导原则,或者是一套具体详细的规则,使用法律的、祈使性的术语,更具有可实施性。拥有自理权利和义务的行业,包括工程行业,往往倾向于第一种选择,支持使用一套基本原则作为行业道德准则,作为规范整个行业有责任感的从业行为的基础和框架。由此衍生的职业道德准则有时候被误解为一套行为“规则”,让人被动遵守。更合理的做法是,使用者应该在自己日常的决定中,因时、因需制宜地来理解基本原则的精髓。这样,职业道德准则就不仅仅是最低要求的行为标准,而成为一套可以指导日常工作的道德准则。

总之,这里介绍的《道德准则》希望工程师和社会能够理解什么是工程师的职业责任。《道德准则》是基于真实、诚实守信、尊重生命和福祉、公正、公开、能力、义务的一套普遍原则。

一些比较宽泛的道德原则或若干问题被认为更具有普遍适用性,相信在本《道德准则》中也适用,不过本《道德准则》并未给其定义,只对那些被认为特别适用于工程师职业的原则作详细说明。但是,某些道德规范或若干问题,即便不是工程师职业道德的一部分,也应该毫无保留地用来作为工程师职业表现的判断标准。有关环境和可持续发展的问题是没有疆界的,全世界的工程师和公民都应该理解尊重环境保护原则,因此,希望各国的工程师都要遵守本《道德准则》第三部分阐释的“环境保护道德准则”。

工程师从业准则

职业工程师必须:

- 视公众安全、健康、福祉为头等要事,依照“可持续发展原则”全力保护自然的或人造的环境;
- 促进工作场所的健康与安全;
- 以审慎、勤勉的态度,仅在自己能力范围内提供服务、咨询或者承接工程任务;
- 做客户或雇主的忠实代表,坚持保密原则,公开利益冲突;
- 不断继续学习、保持业务能力,致力于发展本人专业知识体系,为下属及同等级从业人员提供职业进修的机会;
- 公平、真诚地对待客户、同事及其他人,给人应得的赞誉。接受别人诚意、公正的关于工作的批评,反之亦然;
- 确保客户和雇主意识到工程项目给社会和环境造成的影响,尽力以客观、求实的态度解释工程问题;
- 清楚地向雇主和客户说明工程决定被否决可能带来的影响;
- 向所属协会组织或相关部门报告工程师或其他人进行的非法、非道德的工程决

定、工程行为。

环境工程道德规范

在从业过程中,工程师必须:

- 尽最大的努力、勇气、热情和奉献以获取最大的技术成就,为公众营造一个健康宜人的室内、外环境;
- 尽力以最少的原材料、能源和最低的废物、污染物排放来达成有益的目标;
- 极力探讨计划和行为给公众健康、社会平等和当地价值观带来的影响——直接的或间接的,现在或将来的影响;
- 彻底研究受工程影响的环境,评估该环境可能受到的所有影响,包括对人为的或是自然的生态系统的动态和生态美的影响,以及对与社会经济有关的影响,然后选择最有利于环境和可持续发展的方法;
- 帮助人们充分理解为了挽救受到不良影响的环境而可能采取的行动的动机,并在计划中体现出来;
- 拒绝做任何一件危及人类生存环境和自然的事情,反过来,要寻求符合技术、社会、政治要求的可行解决办法;
- 要意识到,人类能够延续的根本在于,生态环境互相依赖,多样性得于维系,资源被回收利用以及彼此和谐发展。每个根本因素都有可持续发展的最低要求,必须得到满足。

结论

工程师一定要牢记:战争、贪婪、痛苦和愚昧,以及自然灾害、人类造成的污染和资源破坏,都会不断损害环境。作为促进发展的积极分子,工程师必须应用自己的智慧、知识和想象力来帮助社会祛除这些诟病,从而改善全体人民的生活质量。

《道德准则》解释

以下的解释旨在拓宽讨论本《道德准则》中较难于理解的、错综复杂的部分,尤其是有关《从业道德》的部分,而不是对所有《道德准则》的条款进行拓展,也不是逐条进行详细说明。目的是扩大理解范围,而不是浓缩核心内容。《道德准则》作为有机的整体,不可以拆分为某些固定的“条款”。因此,由《道德准则》产生的问题,以《道德准则》的部分或全部内容为依据,在较宽广的框架里讨论,从而分清它们之间的关系并在《准则》基本内容的基础上有更多的收获。

可持续发展和环境

工程师必须尽力提高建筑物与空间的、与生物物理、社会经济有关的都市环境的质量,竭力促进可持续发展原则。必须寻求机会,通过可持续发展的实践,在本社区乃至全球改善安全、健康和社会福祉。

一旦工程师有关改善安全、健康、福利或可持续发展的建议被否决或忽视,必须将可

能造成的不良后果告知合同单位或雇主。

保护公众和环境

工程师必须视公众安全、公众的健康和福祉以及环境保护为头等要事。保护公众安全、健康和福利以及自身工作环境的义务是否得以体现,有赖于贯穿于整个机构、机械、产品、流程和设备中的工程判断、风险评估、决策和执行等。因此,工程师必须能够控制局面,保证从事的工作符合经过认可的工程惯例、标准和适用道德准则的要求,同时要经过同行的安全认证,方可执行。责任可以被拓展理解为:无论遇到什么情况,都必须这么做;如果发现工程行为、产品或流程等与上述条件不符,工程师必须告知有关当局。“头等要事”是指在本《道德准则》中,所有其他道德规范都次要于保护公众安全、环境或其他公众利益这个原则。

做客户和雇主的忠实代表

工程师必须忠实代表客户和雇主的利益,客观、公正、公平地对待各方。涉及公司机密或专有信息,必须明确信息拥有人并有效保护该方所有权。禁止在事先未经雇主许可的情况下披露从业时所获得的事实、数据或信息。要尊重保密制度、履行好受托人的职责,除非以下唯一的情况,即有悖公众利益或环境面临危机时(正如上节提到的);但是,即便在这种情况下,工程师也应该尽力要求客户和/或雇主采取适当的补救措施,或者,在万不得已需要报告有关当局的情况下,至少也要在报告之前千方百计地联系他们、解释清楚潜在的风险。

职业工程师必须尽量避免与客户和雇主发生利益冲突。如果发生了,工程师有义务及时地跟冲突一方或多方一起寻找冲突的起因。如果公开冲突的原因不足于或者看来不足于保护各方以及公众的利益,工程师必须完全从中抽身或者使用非常规的办法来监督事态的发展情况,此时,如有可能,可以请另一独立方介入。例如,工程师同时作为工程甲方乙方的代理是不合理的。如果客户和雇主的利益发生冲突,工程师必须持中立立场,公平对待两方。如果利益冲突发生在雇主的意向和控制标准之间,工程师必须首先采用调解办法,如果不成功,就需要报告当局。作为忠实的代理人或受托人,如果使用其他专家或者他人可以使客户或雇主的利益最大化,工程师有义务使用或者建议使用这类人。还有,工程师在代表客户或雇主公开发表声明时,必须做到准确、客观、真实,同时又要保护好客户和雇主的机密和专有信息。

工程师禁止在前雇主或前客户不知情和未许可的情况下使用他们特权的或专有的信息、行业惯例或流程信息。但是,在前一份工作中获得的一般技术知识、经验和专门知识可以自由使用,不必获得许可。

业务知识和能力

职业工程师只能在其接受过培训且有经验因而有能力胜任的领域提供服务、咨询或者承担工程任务。这包括,在接受任务或解释任务以及预测结果时,本着关心的原则,向

对方讲明情况;还包括,在自己能力达不到的时候,或者是涉及未知知识的时候,有责任请专家介入,同时要让各方了解全部情况,在必要的时候,要告知各方工程活动属于实验阶段,然后才能继续。

因此,这个要求不是简单的关心原则,它还意味着工程师对客户、雇主以及自己开诚布公。职业工程师必须不断发展自身的业务知识、提高业务能力。如果在其技术领域因技术或个人的原因发生了重大变化,工程师有义务迎头赶上,在各相关方面如技术知识、指导工作的法律体系和管理条例等,都要保持胜任岗位的知识 and 能力。实际上,这需要个人致力于通过继续学习和自我测试来提高业务水平。除了保持自身业务水平,工程师还应该促进与其专业有关的知识体系的发展,乃至促进整个工程师行业知识的发展。而且,在其职业框架内,工程师应该为同事提供提高业务水平的机会。

《道德准则》中有关业务水平能力的原则扩展到对公众、职业和同行的义务,就是说,工程师表达有关工程问题的意见时,必须先有这个能力,表达时要诚实,这同样适用于就专业问题做报告或顾问以及发表公开声明的时候。这需要工程师以诚实的态度,以适当的方法分清该讲和不该讲的问题,然后公正地、准确地进行陈述,避免带有个人的、政治的和其他非技术的偏见。在公开声明中或在技术论坛上,没有偏见尤为重要。

公正、正直的工作氛围

诚实、正直、与时俱进的业务能力、服务热情以及致力于提高社会生活质量的奉献精神,都是职业道德的基石。在这个基础上,工程师必须客观、诚实,在职业报告、声明和作证中必须包含所有自己了解的相关信息。工程师必须准确地、客观地如实反映客户、雇主、同事以及自己有关学术、经验和职业资格等方面的情况。这个准则要求的不仅仅是“没有歪曲”事实,它还意味着工程师必须公开所有相关问题和情况,尤其是自己充当顾问和鉴定人的时候。同样的,在宣传自己的广告中,也要公正、诚实和准确。

如果需要鉴定另外一名工程师的工作,无论该工程师是否还在从事该项工作,都有义务告知(或者尽一切办法告知)。在这种情况下,继而在任何情况下,工程师都必须实事求是,好的就说是好的,批评应该是诚实的、公正的,而且只针对工作,始终顾及相关人员的尊严。

禁止为了获得工程项目行贿或因为工程受贿。禁止因个人或政治因素影响而妥协,丧失职业道德。对照《准则》,发现所在单位有违背《准则》的行为时,努力纠正,纠正无果时有义务将某些工程师或他人做出的违法的或不道德的工程决定报告给所在协会或其他相关部门。关心原则意味着努力避免进入法律程序,否则就违背了本原则的初衷。

职业责任感和领导力

工程师必须以认真、努力的态度做好本职工作,敢于承担责任,为自己的行为负责,责任不仅体现于设计、监理过程中,也在工作的方方面面。例如,包括工程监理、施工图

的绘制、工程报告、可行性研究、环境影响评估和发展工程的努力等等。

工程师在工程文件上签字、盖章就意味着要承担工作责任。所有的工程活动都需要工程师签字盖章,无论在哪里、为何人工作,如私营企业、公有单位、皇家公司或者政府部门单位等,在此不一一列出,都不能例外。只要是涉及工程、公众福祉受到威胁的情况,都需要工程师签字盖章。

负责任就意味着工程师要为自己的工作负责;高级工程师则要为整个团队负责,要实际检查、调整、指导整个工程工作。在这种理念下,就需要合理界定工程内容,限定工程师和受主管工程师监督的其他人员的人数。“代负责任”的意思是一名工程师,如一名“总工程师”,尽管对工程日常的决定和活动了解不多,却代表一个大公司、事业单位或者政府部门对整个工程负全责,这种做法的本质是受代表的单位,无论对工程实施监理与否,都是默认了自己的责任。

如果工程师发觉工程决定被否决后自己无法保障公众利益,这种情况下,工程师必须以雇主、客户、行业协会这一顺序,先告知雇主,然后,有必要的話,告知客户,直到行业协会组织。行动第一步是跟监督方/雇主探讨问题。如果雇主对问题不给予足够重视,工程师就必须告知客户(聘用顾问方)或者用工方(如生产制造业或政府部门)的最高官员。这样也不解决问题的话,工程师就必须秘密地将问题告知自己所属的行业协会组织。

举报其他工程师或者人员的不道德行为时,工程师必须按照上述相同的次序来进行。例如,某公司的一位高官做出了一个“行政”决策,使工程行为出现明显的大幅变动或者导致公众利益或环境造成危害,这时工程师必须举报。

工程师要意识到技术进步神速,自己的工程行为对环境的影响也越来越大,因此更加注意自己的决定对环境和社会可能带来的影响,发现问题要按照上述提到的方法和次序进行举报。进一步来说,当今世界技术迅猛发展,出现的问题有可能危及大面积的人口,工程师必须全力以赴唤醒公众对技术问题的忧患意识,更要他们明白工程的影响力。

当前人类需要自然资源、工业产品、能源、食品、交通、居住和有效的废物管理办法,在满足这些需求的同时,要保护,甚至提高地球的环境质量,改善自然资源,提高人类的道德修养、智力、工作能力和情商等,加强人类子孙后代赖以生存的经济社会基础。这就是可持续发展面临的挑战。正确遵守这些原则将大大有助于达成在世界范围内消除贫困的目标。

4.6.4 工程师反腐败:防止基础设施领域的腐败——工程师该做什么

Neill Stansbury 和 Catherine Stansbury

众所周知,基础设施领域的腐败往往造成人员死亡和经济损失。常见例子有,建筑检查员收受贿赂,忽视了安全问题,其负责的建筑物发生坍塌,结果造成死亡。因为腐败

而标高工程费用以及挪用资金,导致基础建设中出现质量不合格的工程,而且减少了其他社会与经济方面的资金需要,比如学校、医院等的建设。

世界各地的工程师已深知腐败的危害,并呼吁根除基础设施领域的腐败现象。世界工程组织联合会已建立了国际反腐败常务委员会,并在相关反腐败行动上达成一致意见。世界经济论坛反腐败合作方案集合了35个国家的100多家重要国际公司,承诺不容忍行贿受贿行为,并实施有效的反腐败行动,这些公司涉及建筑工程业、油气行业以及采矿与矿产行业,综合营业额已超过5000亿美元。就国家层面看来,以英国为例,英国反腐败论坛联合了英国商业协会、专业机构以及国内外基础建设、建筑工程行业的一些机构。英国反腐败论坛存在的目的就是鼓励产业主导行为,因为它们有助于根除腐败。全球还有许多其他方案是由工程师主导或有工程师参与的。

单靠工程师的努力无法完全防止腐败行为。产生腐败的主要原因一方面是由于政府官员想利用基础建设项目或军事征购合约作为个人创造财富的来源,另一方面还因为预防以及调查、检举腐败的力度不够。但是,要减少基础建设部门的腐败行为,工程师的作用至关重要,因为这个过程的每一阶段都有他们参与其中。工程师为政府、项目所有人、出资人和工程顾问等工作或做他们的顾问。他们参与规划、设计、招标以及项目的执行。如果工程师们能够齐心协力实现改变,腐败现象将会大大减少。

工程师可以在四个层面采取措施以减少腐败:政府、项目、公司和个人。下面就分别介绍四个层面的措施。采取这些措施会让我们在减少腐败的进程中取得极大进步。

在政府层面减少基础建设项目中的腐败现象

工程师可以呼吁政府在以下几个方面采取措施:

- **政府廉正:**必须采取有效的国内外措施,预防政府官员的腐败行为,调查检举腐败官员,并没收其贪污财产。

- **政府批准:**例如,在执行许可或支付项目时需要得到政府批准,这就给腐败创造了机会。因此,政府应采取以下措施:

- 需要政府批准的文件数量以及传达批准文件所需的人数应当减至最少,以确保政府的公平与效力。

- 政府部门应采取措施将官员强取豪夺的现象减至最少,任命一位可以受理勒索投诉的高管,公布专门适用政府事务程序的费用清单与时间表。该承诺、费用清单以及时间表应公布在公开的公众可以登录的网站上。

- **公共领域项目:**关于公共基础建设项目,政府应确保项目所有人执行有效的反腐败机制。

- **举报机制:**如怀疑组织或个人发生腐败行为,应鼓励举报。这些举报机制应得到广泛宣传。人们应当可以通过电话、信函、邮件等形式举报腐败。举报内容应当允许以匿名方式提交,保密举报线索。

- **调查与检举:**政府需向调查检举部门提供充足的财力物力,使其有效行使职能。

- **财产没收:**国际社会需做出更大努力,以没收并遣返腐败分子通过腐败活动获取的财产。

在组织层面减少基础建设项目中的腐败现象

参与基础设施建设项目的组织机构非常多:国营与私营项目所有人、出资人、工程咨询公司、承包商、分包商以及供应商。这些组织将通常由工程师来经营管理,或是由其担任高管或顾问职位。这样,工程师可以亲自实施公司制订的反腐败计划或是为之建言献策。这些计划应当:

- 禁止公司员工参与任何形式的腐败活动;
- 对公司在政府类慈善捐款、便利费、礼品以及招待费等的支出方面的政策做详细说明;
- 要求公司做出承诺,采取一切合理措施预防母公司、子公司与联营公司、代理商、合资企业与合作伙伴以及分包商与供应商内部出现腐败现象;
- 为反腐败管理与控制、审计、员工培训以及举报程序打好基础;
- 为提高公司的管理能力,已经有一些组织机构制定了行为准则范本;
- 在咨询行业,国际工程师咨询联合会(FIDIC)制定了诚信经营实施细则;
- 透明国际(TI)制定了反行贿受贿经营原则以及补充细则、实施计划以及验证模块;
- 国际商会(ICC)制定了打击勒索贿赂细则:ICC 行为建议规章。

在项目层面减少基础建设项目中的腐败现象

基础建设项目中出现的腐败现象是个复杂棘手的问题,可能以贿赂、勒索、欺诈或勾结的形式出现。而且,腐败在项目的任何阶段,包括项目确认、规划、融资、设计、招标、执行、运作与维护都有可能发生。在各个项目阶段,任何个人或更多政府官员、项目所有人、出资人、顾问、承包商、分包商、供应商、合资企业员工以及代理商都可能参与腐败。也可能发生在承包关系的各个层次中。此外,腐败行为具有隐蔽性,那些意识到的人或是共犯或是不愿举报的人,这就导致发现腐败的难度加大。

没有哪一种或简单的方法可以预防腐败。考虑到质量与安全问题,应当运用一系列综合措施的全面性机制解决腐败问题。

在整个项目周期中,工程师在所有基础建设项目中都处于高级决策层。因此,工程师可以在项目层亲自实施有效的反腐败措施,或是为之建言献策。这些措施应包括:

- **独立评估:**公司应当任命一位独立评估人,全、兼职均可,职责是发现并举报项目运作过程中出现的腐败现象。他/她应当具备熟练的技能,由独立组织提名,其职责范围是参与项目的全体人员;
- **签约前公布信息:**项目初期,项目的主要参与者应当相互提供相关信息,目的是让信息公开,以将腐败的风险降至最低。此类信息应当涉及主要股东、主要官员、财务状况、代理商、合资企业伙伴、主要分包商、刑事记录以及禁令;
- **签订反腐败承诺合约:**项目参与者应相互提供反腐败承诺合约,合约中需明确涵盖腐败的主要类型。合约中还应当详细列出违背这些承诺必要采取的补救措施;
- **政府反腐败承诺:**政府部门应做出反腐败承诺,据此采取措施将官员强取豪夺的现象减至最少,任命一位可以受理勒索投诉的高管,公布专门适用政府事务程序的费用清单与时间表。该承诺、费用清单以及时间表应公布在公开的无障碍网站上;

- **透明:**有关项目确认、融资、征购、执行与维护的关键信息应当在网上公布;
- **提高意识:**应当对参与项目的个人进行宣传培训,以提高其对腐败构成要素以及个人参与腐败的潜在危害的意识;
- **出资人参与:**出资项目与出资条件以及之后产生的任何变动均应当公开透明。独立评估人应当定期向出资人汇报其各项活动以及任何可疑的腐败现象;
- **服从:**应当要求项目参与者采取一切合理措施确保公司、管理层以及全体员工遵从项目的反腐败要求;
- **举报:**应当实施针对与项目相关的腐败现象的举报程序,项目参与者和公众人士可以进行秘密举报。独立评估人有义务向刑事机关举报腐败现象;
- **执法:**必须保有执法的威慑力。民事执法行为应当依照反腐败承诺实施。刑事执法行为应当由刑事机关接到自主评估人、项目参与者或公众人士举报的信息后实施;

项目反腐体系(PACS)是一个由全球基础设施领域反腐中心(GIACC)发布的综合全面的体系,旨在预防建筑项目中出现腐败现象。它利用了以上措施,并提供了实施这些措施的范本。

在个人层面减少基础设施项目中的腐败现象

工程师的个人身份属专业人士,他们的专业资历不仅体现自己的技能,而且体现了个人良好的职业操守。工程师可以自我践行也可通过专业机构发扬良好的职业道德。就个人来讲,工程师只需拒绝参与任何腐败活动即可。假如全体工程师都能拒绝参与腐败活动,不论直接还是间接,并拒绝对腐败现象置若罔闻,基础设施领域的腐败程度将会立刻大大降低。多数在基础设施领域发生的腐败,工程师或参与或知情。然而,工程师单枪匹马进行反腐往往难度很大,尤其在面对腐败的政府官员时更是如此,因此,由专业机构代表全体成员采取反腐行动,行动才非常有力。专业机构应当:

- 公开反对腐败。
- 通过宣传培训提高公司员工反腐败的意识以及腐败产生的后果。
- 与国内外包括发达国家与发展中国家在内的商业协会以及专业组织通力合作,制订反腐败的协调方案。
- 与政府单位合作,确保国内外抑制腐败的努力可靠、协调一致同时卓有成效。
- 主张并实行有效的行为准则,让员工遵守反腐败政策。该准则应当制定一个纪律处分机制,违背准则的员工将受到应有的处罚。

目前已有许多专业机构采取了以上措施。

4.6.5 咨询工程行业的商业诚信管理体系

Peter Bosewell

腐败是一种零和博弈,人们利用贿赂、勒索、勾结与欺诈等行为在损害社会利益的情况下攫取一己私利,造成了项目征购中不必要的浪费,损害社会价值观,滋生愤世情绪,贬低相关人员的人格;要确保可持续公平社会的有效运作,就必须防止腐败。

不论在发达国家还是发展中国家,工程咨询公司在日常工作中都会遭遇腐败,尤其在政府采购业务中。它们希望在提供服务过程中没有腐败问题的干扰,而且希望得到在同等条件下竞争的保证。与此同时,客户们也不断要求工程咨询公司在无腐败环境中运作。

腐败行为不仅是错误的,而且对全球化时代的可持续发展、质量指标以及自由市场机制都具有极大的破坏性,在这一点上已经形成全球共识。国际反腐的主要战略目标是建立一个强有力的法律体制,提高违规行为的成本,以此来增加腐败行为导致的商业风险。只有像保持能力培养和可持续发展的势头那样保障全球性的努力,情况才会好转。

此外,要想有效控制体系腐败,需要制定既涵盖业务供需层面又要考虑给予者和索取者的方案。

国际咨询工程师道德准则

FIDIC 通过其道德准则明确指出腐败行为是非法的:“禁止咨询工程师提供或收受,在观念上或实际中,有下列导向的任何酬金:

影响咨询工程师和/或其客户的选择或收/付酬金的程序;

影响咨询工程师的公平判断。”

国际咨询工程师联合会(FIDIC)多年来一直公开抨击腐败,主张甄选顾问的主要标准应当是服务质量和该顾问的资历。FIDIC 将体系腐败视为首要问题。FIDIC 的战略即是积极集中全球力量反对腐败,通过支持立法、发扬高水平道德标准,与国际机构合作,并为征购程序提供客观性建议,确保管理办法在公司得以实施。

FIDIC 于 1998 年开始努力寻求制约腐败的具体行动方针,并制定了防腐策略和行动方案。世界银行在 FIDIC 的领导下,成立了诚信管理工作小组,与泛美开发银行和泛美顾问联合会(FEPAC)一起热情支持该方案。工作小组建议在分析的基础上制定一份《诚信手册》,就是对征购程序做一个透彻具体的分析,或者,至少就一个假定程序,和敏感区域所在地、所在行业的专家一起做详细的风险评析。这个概念成为了咨询工程师行业供给方案发展的基础,被称为商业信誉管理体系(BIMS)。

FIDIC 注意到许多咨询公司都在尽全力确立并实施反腐败政策。然而,这些更像是各自为战的方法,需要一个将这些孤立的信誉担保行为联系起来并转化为完整体系的过程,即一个正式的操作过程,明确潜在的风险、防止腐败、与腐败行为作斗争以及

将反腐败政策应用于整个公司的每个项目中。2001年FIDIC公布了商业信誉管理体系(BIMS)的方针,为公司经营自身的信誉提供了一套工具和以过程为基础的方法。FIDIC的一项调查发现,截至2007年有78所成员公司表示使用了以FIDIC的BIMS为蓝本的商业信誉管理体系。

工程咨询行业已完全意识到自己不是与腐败做斗争的唯一行业。供方管理现已普遍应用于许多行业部门。最近,FIDI还有一个政府征购信誉管理体系(GPIMS)的提议,就是为了解决政府征购过程中顾问服务的信誉问题。GPIMS结合了政府法律体系的根本原则,满足了公共事业部门道德管理OECD原则与联合国反腐败公约中政府征购反腐败政策条例的规定。

实行 BIMS

商业信誉是一个公司代表全体利益相关者实现遵从道德准则承诺的能力。因此商业信誉管理——与控制腐败或信誉担保相对——就是力求让内外利益相关者满意。正是因为此,BIMS才考虑到公司产品服务管理中所有内容的整体含义。在所提供的整个服务交易过程的每个交易点,它都谋求连续信誉担保。换句话说来说,BIMS是专为想以信誉原则实施管理的公司设计的一套相互关联的内容;这也是公司确保无腐败运作要具备的。

BIMS确保公司自愿提供符合道德准则的咨询服务,所有公司均可采用,规模不限。希望采用该体系原则的公司必须在符合FIDIC所设计的BIMS方针的条件下实行该体系。

FIDIC设计BIMS目的就是让它为承诺质量管理的公司创造价值并产生规模效益。BIMS原则应与ISO9000质量管理体系标准一致,而且能够独立实行,同时可以和公司内部的质量管理体系并存。

质量管理承诺旨在不断发扬咨询工作中的最佳做法。FIDIC强烈推荐在成员公司开发质量管理体系,因为在成员公司内部实行该体系,尽管可以忽略公司规模,也是个需要不断提高,并保证政策资源的渐进过程。设计和实行BIMS同样需要考虑这些内容。

当BIMS运行正常时,公司便确信自己达到了方针要求,这时就需要一个评价过程,来确保持续贯彻BIMS的方针。这个过程包括:第一方评价,管理层和员工代表对BIMS做出评价;基于客户反馈做出的第二方评价;外部的第三方评价。关于评价,可以寻求独立审计、请几家公司经验丰富的员工组成小组进行同行评议,或者请权威认证机构核查该公司BIMS证件及程序,也许可以作为ISO9001:2000年质量认证系统的一部分。

规划商业信誉管理系统的步骤

1. 制定职业道德规范。
2. 基于OECD《反受贿公约》和FIDIC的职业规范制定的商业信誉政策规范,需有书面文件并贯彻落实,对内对外沟通、公开。
3. 代表的任命,通常是公司管理层的高级成员。
4. BIMS要求的确认,重点在易于产生腐败的环节。

5. 当前举措的分析与评价。
6. 公司应动用资源来支持 BIMS 的计划和实施,包括职业规范、诚信制度、角色定位、职责与权力、主要商业行动的完善过程和强制措施等。
7. 文件存档:BIMS 必须要有存档,以便有证据说明所有影响商业运作的过程均在预料之中。
8. 参照商业诚信机制,建立应对失败的预防措施,从而评定当前举措。

4.7 工程中的女性和性别问题

4.7.1 工程中的女性:性别动力和工程——如何吸引并留住工程行业中的女性 Wendy Faulkner

近 30 年来,仍有大批优秀女性的潜能未得到充分开发。认识到这一现状,各级政府、各行各业已经致力于提高女性在专业工程领域的代表地位。这些努力已略有成效,但在许多国家,工程依然是男性主导的行业。工程行业不仅在招聘女性方面需要改善,而且要留住已进入该行业的女性人才并为其提供升职空间。

其中一些问题已得到充分考虑。例如,在许多工程行业单位里,工作和生活失衡与缺乏有利于家庭生活的政策会导致工程类职业女性不合理的流失。但是,也有一些更细微的动态因素,使工程行业单位相对于女性来说更支持男性,更乐于接受男性。近期一项英国的人种论研究对这些因素做了调查。^① 该研究历时两年,涉及采访和(或)观察 66 位工作在工业部门和工程学科的男女工程师。调查结果显示,如果我们想要在工程领域吸引并留住更多的女性,有三方面的问题亟待解决。

雇主们能做些什么呢? 尽力实现业内多元化和男女平等的中心目标,营造一个人人都舒适且有“归属感”的工作场所。这里有一个典型的商业案例,主张做好加强多元化意识、保持人才多元化的培训工作,从而提高员工对本文提及的多元化和性别动态问题的认识。想要卓有成效,需要全员参与,中层经理也不例外,而且培训要针对具体工种量身定做,以免疏远了多数人或造成反感。普及多元化意识必须得到管理高层的支持。“自上而下”的政策,如禁止黄色下流等,可以帮助那些与腐朽文化做斗争的男女员工卸下包袱。在某些工作场所,性骚扰、任何形式的恶霸行为、性别歧视以及种族歧视行为坚决不

^① This study was conducted between 2003 and 2005 with funding from the UK Economic and Social Research Council (ES-RC ref: RES 000 23 0151). I gratefully acknowledge this support, and also the time and patience of all those engineers and their employers who agreed to participate in the study. A full research report can be found at <http://www.issti.ed.ac.uk/publications/workingpapers> (Accessed: 16 May 2010). See also Faulkner 2005 and 2007 for early academic publications of findings.

可取,我们在规程上还需要做很多,以提高这方面的意识,处理好这方面的问题。

问题之一:吸引更多女性——别有成见

工程行业在招聘女性方面有特定的形象问题。问题的一部分是男性工程师依然被视为行业主流。这表示,许多聪慧的年轻女性根本不考虑在工程行业谋职。同时也意味着,做一名女工程师说明你不太寻常,因为周围人的反应时刻提醒着她们这一点。还有个问题就是对于传统工程师的刻板印象,是指擅长并热衷于技术但不善于与人交际的人。这种印象不仅表达了“技术是为男人而出现的”,而且也说明“热衷技术工作”意味着“不爱好交际”。而传统观念认为,女性被定型于“热衷交际”,这种印象传递着隐含信息就是女工程师不是“真正的女人”,或者可能不是“真正的工程师”。

实际上,工程师的形象,拿传统成见和真实来比较,无论男女,都相差甚远,完全相符的为数不多,绝大多数比成见里的形象更复杂更多样化。许多不同“类型”的男女均喜欢从事工程行业,而且,传统印象中描述的性别差异在以下两个主要方面可以忽略不计或者根本就不存在。

第一,在“动手摆弄”的经历上,女工程师比男工程师少得多,但是两者都钟情于各自从事的技术,且引以为豪。既有“玩具男孩”(指那些痴迷机械的成年男子),也有“机械女孩”,还有“缺乏技术灵性”的工程男女。促使他们从事工程行业的原因是他们对于数学和科学有浓厚的兴趣,想在“实际”应用当中尝试他们解决问题的能力。

第二,所有被采访的工程师都很熟练社交。他们必须如此,原因很简单,大部分的工程需要他们有沟通及与他人有效接洽的能力,否则无法完成。在某种程度上,外行难于理解的是工程师的专业能力,既有技术又能社交,例如,他们需要整合商家的要求和设计决策。可能是因为这个原因,该研究发现工程师的人际能力并非因男女之分而有明显差别。这个发现非常重要,它不仅否定了有关工程师的历史偏见,而且否定了——一个常见的想当然:女工程师比男工程师更善于人际交往。

这个论据对传统的性别决定技术或人际二元论来说是一个重大的挑战。它意味着招聘时要摒弃性别偏见(认为技术与男人、男子气概为伍,女性、女性气质表现于社交),努力招更多的女性进入工程行业。招聘过程中应看重的是未来的工程师,无论男女,共有的特质:热衷数学、科学技术,渴望实践。同时,招聘方应尽力网罗不同类型的人才,以满足工程的需要。

这里提出的战略目标就是让人们意识到女性以工程为职业是“正常”的选择,让行内行外人士不再一听到“工程师”就认为是男性工程师。要实现这个目标,我们必须挑战有关工程学和性别的偏见。

我们都知道,工程工作中的实际情况与历史偏见完全不一致。然而,工程学的形象代表依然主要是“技术”,以此相应的,工程学的课程也偏重“技术”。确实,许多工程师,即使他们的工作偏向人际交往,也被认为有“螺帽螺栓”特征,即使他们从没摸过什么螺帽螺栓。研究表明,许多男人欣然接受有“男子汉气概”的“螺帽螺栓”形象。但是,如果

工作单位中这种形象突出的话,势必会排挤其他类型的工程师,包括才华横溢的女工程师。总之,要想吸引人才到工程领域并留住他们,我们必须摒弃狭隘的“技术”印象,工程领域需要不同类型的人才,因为它囊括了各种各样的工作和角色。我们需要推广工程学的新“广教派”形象并为之颂扬,一种既“技术”又“人际”的、有用的形象。

问题之二:帮助女性(和男人)“成为”工程师的良好做法

招聘更多的女性进入工程领域虽然重要,但不足以提高女性的比例,因为,留住她们是一个大问题,尤其是大学毕业后入行到“羽翼丰满”所需的十年间。许多女性,当然也有男人,在大学期间、工作早期迷失。适当的支持与干预可以带来十分不同的结果,所以我们应当在大学和工作中推广使用良好的做法来留住更多的工程男女。

工程教育中好的做法

- 工科教师应该努力使女工程师在教职工和学生中成为“正常”现象。而且,他们应该意识到工科女学生早期容易丧失信心。

- 在课程制定的过程中,有意安排带实际操作的实用培训,获益的不只是女生,还有数量呈增长趋势且需要帮助的、未曾有过“动手摆弄”经验的男生。如果教学大纲将理论和实践有效结合(如项目等),学生们便更愿意参与。

在工作中支持初级工程师的良好做法

- 个别的主管、导师、同事、经理均可扮演重要角色,通常会影响到初级工程师成长的顺利程度,影响到他们将来是否会留下来。业内主张雇主投入选拔、培训导师和业务经理,增强而非打击初级工程师的信心,创造机会使他们获得成就感,营造一种文化氛围——“没有愚蠢的问题”。

- 有些雇主让毕业生参与工程的方方面面。这样一来,这些男、女工程师所做的工作有可能不是他们的专长和兴趣所在,或者没有了上升的空间,使他们若非选择离开,便在公司里原地踏步。该研究发现,有间接证据显示制造厂商对女工程师的支持尤其少。我们迫切需要持续地、有战略性地支持和服务她们发展事业,否则难以留住这些有天分的初级工程师。

入行的最初几年,所需的一些支持来自他们的男女同行。雇主所做的只是要保证初级工程师不被疏远,牵线搭桥,让初级工程师之间、女工程师之间形成互惠互利的关系。

问题之三:培养更有“包容性”的群体文化

经常听说女性选择进入工程行业,就要融入男性的文化。通过本次研究的工作见习观察到的结果却是各种情况兼而有之。有些工作地点大家都感到舒服,有些则更像“男人的世界”,如果单挑某一点来看,不是什么问题,但是点点滴滴积少成多之后,就让女工程师觉得自己不属于那里。

谈论的话题:亲密同事之间与工作无关的谈话可以题材广泛、包罗万象,与不太熟的同事的非客套谈话则是一些约定俗成的“保险”话题,如橄榄球和家庭等。可谈的话题

越少,越多的人(包括男性和女性)就会被边缘化,有时简直无话可说。不过被观察的对象中没有哪个是同性恋者。

幽默与有关性的谈话:工程师通常会避免谈及可能会冒犯他人的话题和笑话。然而,某些工作地点的幽默非常粗俗、令人不快,涉及性别、种族歧视,取笑同性恋,谈论“下流的东西”。旁边的人有抵触但不敢吱声,担心被排斥。

打招呼客套话:一般来说,工程师之间的交流总是充满尊重。然而,打招呼的客套话一般是男人之间用的,什么“伙计”、“老兄”,所以男工程师向女工程师打招呼时就没话可说了。这些微妙的“无语”可能意味着女工程师需要付出更多努力才能同等地被新同事所接受。

性别歧视语言:工程师们习惯地以“他”来称呼其他工程师。“我们用上了我们最能干的伙计”或说“去跟电工老弟谈谈”这样的话,最好的理解是女工程师被忽略了,最糟糕的是,整个“女工程师”这类人群被认为是无稽之谈。在工程文件以及日常交谈中鼓励性别包容的语言并不困难。

社会圈子和人脉:男女共同参与的社交活动为数不少,工程师之间男女同志关系也很常见,多数有组织的社会活动(橄榄球友会除外)也有男有女。但是,在工程领域,只有男人参与的社交圈子非常多。其中有些会严重影响到工作如何展开、谁会得到提拔。女性(以及边缘男性)若想挤进这样的“内部圈子”的确有难度,毕竟,“圈子”是在高尔夫球场或酒会上形成的。

一致性和多样性:工程处所文化包含了各种各样的男性——稚气未脱的、有家室的、爱开玩笑的、大男子气概的、书呆气的、温文尔雅的、知书达理的——大多数男性都觉得舒服自在。女性则需要被动适应,成为“伙计之一”才可融入,但同时又要保持“女人味”。

女工程师要面对的矛盾“隐与现”:女工程师因其性别而引人注目,而作为工程师人们却对之视而不见。由于工程师多数是男性,即使是经验丰富的女工程师也得在遇到新同事时不厌其烦地表明自己的身份,否则他们可能会认为她是一个秘书。

性体现和性骚扰:男性工程师很难注意到对女性工程师的性别体现。许多女性曾经遭到性骚扰以及极端挑逗。通常,公司会有相关的应对程序,只是年轻女性不知道。

4.7.2 工程中的女性:下一步行动方案

Monique Frize

在许多国家,女性的权利和地位已经在 20 世纪得到了实质性的提高,但是进展并不是一帆风顺的。在一定时期,女性受教育的机会增多,在公共领域的参与能力也提高了,但后来又回到先前的情况,受教育机会最少,在公共领域发挥的作用最小。女性在大学毕业选择工程行业的相当少,还远远达不到女性的代表性比例,这与其在大学教育期间取得的成果形成了对比。这一点在工程行业的新领域中表现尤为突出,如纳米科技和机器人技术。此外,在 20 世纪 80~90 年代,工程项目中女性人数增加的现象也在短短三

年中消失殆尽(2003~2006年)。



© Cecilia Ross

工程行业需要更多的女性

数个世纪以来,女性在科学领域的参与一直在裁员时代之前和晋升时代之间周期性循环。在21世纪,要打破这个周期,就需要我们做出重大且一致的努力将范围波及至所有的关键利益相关者:女孩和年轻女性、家长和教师、辅导员、工程师的雇主、行业楷模以及在科学和工程专业协会的领导人。我们必须牢记,过去已经成功推广的活动需要灵活地做出微调,以适应新千年发展变化的青少年文化;我们还必须将活动推广到可能对青少年择业产生某种影响的成年人。

工程学院应向学生提供好的建议,以确保专业和课程选择适合学生的兴趣和能力。一旦女性决定从事工程行业,关键是落实保留策略,如为低年级学生提供与高年级学生的交流机会,或为那些需要帮助的人提供辅导。还有必要对工程院校和学院的结构和文化做出长期改变,让女同学感觉更舒适。虽然在过去10年里,环境有了很大改善,侮辱性笑话与评论依然存在,而且还产生了负面影响。^① 学生报纸看起来更专业,但偶尔还是会包含一些不合适的文章和性别歧视图片。由于男性主导的团队往往会在男女性中间引发更传统的性别相关行为,建议规划小组在组织实验室或设计团队时,每组中至少有一半是女性(某些课程小组里只有男生)。^② 例如,男性往往会让女性做笔记,而他们自己则热衷于做实践工作。在大多数项目中,教学风格仍然比较传统,^③理论几乎与现实生活应用和环境脱节,让许多学生失去动力,尤其是女性同学。

Tobias^④表示,中小学科学课程和教学法需要大规模重组,以提高学生的科学素养。在大学里,他发现有些聪明的男女生不选科学和工程项目,或上了几节课就离开了;还有人中途离开放弃学位。因此,保留这类学生,可能会给文化带来积极变化,让每个人都能感受到环境变得更加友好。大班通常以传统讲座的方式在大教室授课,因此不便实行小组自主学习的方法。Rosser^⑤介绍了几种方法,来创建“对女性更加友好的文化”,认为这些变化也会让男性同学受益。

聘用更多的女性教师将有助于吸引更多女性学习工程研究生课程,在硕士和博士层

① Ingram, Sandra and Anne Parker. 2002. The influence of gender on collaborative projects in an engineering classroom. IEEE Transaction on Professional Communication, Vol. 45, No. 1, pp. 7~20.

② 同上。

③ Anderson, Inger J. T. 2002. The social construction of female engineers: A qualitative case study of engineering education. Department of Sociology, University of Saskatchewan.

④ Tobias, S. 1992. They're not dumb, they're different: Stalking the second tier. Tucson AZ: Research Corp.

⑤ Rosser, Sue V. 1997. Re-Engineering Female Friendly Science. New York: Teachers College Press, Columbia University.

面上均有体现。Moody^①列举了一些用来避免从代表人数不足的群体中聘用教师的常用借口和理由；她向大学校长、副校长、院长和部门建议了19种做法。还向学术研究委员会提出了建议，如避免偏见决策和主观臆断，找托词，还可能将授予申请者学位的机构降级。^②在男性占主导地位的部门，经常会听到像“我们不能降低标准”这类评论，这暗示聘用女性或从少数群体中招聘会产生这种结果。事实上，和多数群体候选人的期望比起来，这些少数群体的门槛反而更高。判断教师成就的标准，影响聘用、任期、晋升以及首席研究者或教授之职的授予，必定反映出版物的质量，而不是其数量。大学还需要制定使青年教师，不论男女，均得以兼顾家庭与事业的政策，同时寻找潜在的候选人，看看他们面试前已经有哪些成绩。通过教育和性别甄选项目，并确保决策委员会上男女代表公平，以此减少偏见。采用积极的方法来寻找合格的女性供职或为其授奖也会有所帮助。

在工程行业里，雇主可以制定客观的聘用标准，积极寻找女性候选人和甄选委员会，以发现适当问题和违规问题。为具有管理潜能的女性创建快速通道，创造女性之间的见面和交流机会，将会为年轻女性提供良师益友，并有望实现女性价值观融入工程文化。实行弹性工作制可有助于减少员工流失，从而降低雇用和培训新人的成本。雇主应向育婴期父母提供育婴假，且不能影响他们的事业发展。让年轻的职场父母的子女上得起育儿班也是当今留住他们的主要因素。向需要建立自信和公信力的员工安排有形作业也是很重要的。

科学和专业组织中的进步，可以通过观察以下几个方面做出评估，即女性在主管部门、重要委员会中当选供职的比例获得荣誉和奖项的比例，以及应邀在专业课题与全体会议上作主题发言，或参与主题讨论的比例。这样能够让我们发现能胜任的女性，认识到她们的成就和专业技能，从而加快行业代表性朝着更公平的方向发展，在解决技术难题的过程中，增添新视角。

如果不能摆脱人们对能力和行为的一些成见，就无法创造尊重和信任的气氛。以男性占主导地位的观点不是唯一可以创造新识的观点；女性可以给我们提供的观点无疑将是一笔财富。将女性价值观融合进来，渗透知识的各个方面，必将产生积极影响。

有一种促进职业成功的方式，就是与我们同行业的同事以及工程科学的女性进行交流。前者将有助于确保我们的专业知识和成绩得到同行的认可，有机会与他们分享知识，共同学习。与女性组织的交流也非常重要，通过这种方式，我们可以分享提高各个层次女性参与程度的最佳做法，以及职业提升的策略。如何平衡工作和个人生活对每个人来说，不论男女，都是一个重要问题，在这个新千年里，更多的男人也正在分担着对子女教育的责任。^③

实现态度和行为的改变是需要时间的。公平并不仅仅意味着男女人数的相等；而是意味着成功的机会和事业发展的机会平等，同时在会上有平等的发言权。这意味着，实

① Moody, JoAnn. 2004. Faculty diversity problems and solutions. New York: Routledge.

② 同上。

③ For more information on the International Network of Women Engineers and Scientists: <http://www.inwes.org>

现成功的女性的平均数将与成功男性的平均数相当。如果更多的女性乐于选择这些领域,她们就会实现经济独立,还会对生活有更多的控制权。女性一定要无所畏惧地面对挑战,发现自己聪明才智和技能,相信自己。男女员工应该作为互助伙伴,互相作为“应变代理”,方法酌情选用。

4.7.3 工程中的女性与性别问题:澳大利亚的视角

Marlene Kanga

澳大利亚正面临着严重的工程技术人员短缺的问题,特别是电、机械、市政和采矿方面的工程技术人员。^① 这种局面限制了诸多部门的经济生产力,尤其是采矿和基础设施建设,因此,当务之急是吸引男女人才进入工程领域、留住行业中合格的工程师。当前澳大利亚的所有工程师中,女性所占的比率少于7%,为所有行业中的女性参与比率最低的行业之一。保证更多的女性参与并留在工程领域,从社会公平的角度来看,十分必要,同时它提供了走向卓越的途径,还能改善工程技术短缺的问题。

每年大约有1500名澳大利亚女性就读工科本科专业,约占2006年所有在校工科本科生的13.6%,这一比例自1994年(13.4%)以来相对比较稳定,只是在2001年上升到15.7%然后回落。^② 每年另有约500名女生攻读工程硕士学位。每年还约有1200名外国女生在澳大利亚,主要攻读工科本科学位,而1994年大约只有200名。图4-6显示,就读工科本科和研究生的女生约占工科生总数的15%,过去十年这个比率基本不变。

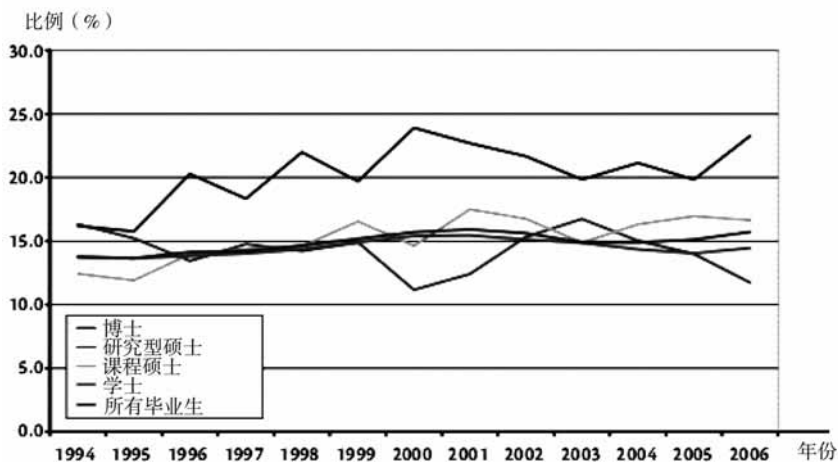


图 4-6 澳大利亚大学工科类女生所占就读总人数的百分比

尽管人数不多,女生通常会以优异成绩结束学业,占毕业生总数的15%。如图4-7所示。平均来看,65%的女工程师会继续从事工科工作,而男性只有52%。未经证实的证据显示工科女生比男生学习好,在大学获奖、奖章和奖金的名单上多数是女生。

① The Engineering Profession; A Statistical Review, Engineers Australia March 2006, <http://engineersaustralia.org.au>
 ② Women in Engineering Studies in Australia, Statistical Report prepared from data provided by the Department of Education, Science and Training (DEST), Engineers Australia, November 2007. <http://www.engineersaustralia.org.au/wie> (Accessed: 16 May 2010).

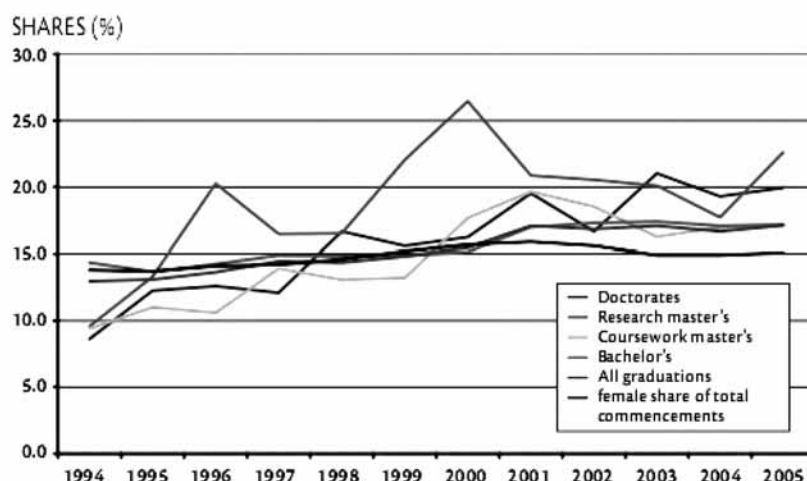


图2 澳大利亚大学工科毕业生中的女生所占百分比

许多女工程师通常在职业生涯的前几年离职,导致澳大利亚女工程师的年纪较轻。由澳大利亚工程师、科学家、经理人协会所做的年度调查(APESMA, 2007)显示,女性工程师的平均年龄为31.2岁,男性为43.2岁;^①女科学家的平均年龄为35.3岁,女信息技士为42.8岁,均超过女工程师的平均年龄。APESMA2007调查证实了如何留住女工程师是一个悬而未决的问题,女性流失速度比男性快38.8%。

全国工程专业机构——澳大利亚工程师协会(Engineers Australia)的会员统计数据显示,2008年3月,女性在全国工程师总会员数中比率继续走低,仅占不到7%。对数据进行纵向分析可以看到,2004年以前,女性未能获得完全资格就退出了(估计还是毕业生会员时退出的),而且有完全资格的也会流失。不过,这种趋势在往好的方向改变,澳大利亚工程师协会的会员中女性的保有人数开始上升。表4-20显示,女性会员的比例从1999年的4%稳步增长到6.8%。^②

表4-20 澳大利亚工程师协会女性会员总数(1980~2008.3)

会员级别	女性总数						占会员类别的比例(%)					
	1980	1990	2000	2003	2005	2008	1980	1990	2000	2003	2005	2008
会员	0	4	39	46	60	74	0	0.14	0.5	0.89	1.13	1.40
成员	46	263	496	938	1192	1613	0.3	0.9	1.8	2.94	3.73	4.78
毕业生	41	346	1741	2138	1768	1919	0.6	3.7	9.5	10.75	11.92	13.55
学生	14	467	1295	3904	4318	4760	1.4	8.2	15.0	16.83	16.00	15.72
总计	87	613	2276	3122	3020	3606	-	-	4.0	5.48	5.79	6.78

来源:Engineers Australia Membership Statistics to March 2008, unpublished

① Women in the Professions Survey Report 2007, APESMA, Melbourne. <http://www.apesma.asn.au/women> (Accessed: 16 May 2010).

② Membership Statistics, Engineers Australia, March 2008, unpublished.

担当重大责任职位的女性比例也较小,例如,澳大利亚工程师协会对女工程师的职业评定(Engineers Australia Career Review of Engineering Women, CREW, 2007)调查报告中显示 77.8% 的女性处于责任较低(5 级制中的 1~3 级)的职位,这种情况跟她们的薪酬也有联系,30% 的女性工程师(男性 24%)年薪少于 6 万澳元,50.6% 的女性年薪少于 7.5 万澳元。在高端,只有 10% 的女工程师年薪超过 12.1 万澳元,男性则为 15%。^①

与其他职业女性相比,女工程师面对着重大障碍,因为她们往往处于一种缺乏支持的工作环境中。澳大利亚全国工程行业女性委员会进行的两项调查显示,歧视、恶霸行为和骚扰行为仍很普遍,虽然从第一次调查以后此类事件有所减少(CREW Survey, 2002,^② CREW Revisited)。^③ 歧视的根源大多数还是关于性别,各个年龄段群体都有报告,尤其是 40 岁以下的女工程师。不过令人欣慰的一点是,雇主们已经认识到要使这些行为得以改正,需要处理工作实践中的问题,在过去的十年里,雇主们已经做出了相当的努力来实现安全工作。当前的调查显示,如今一些工程单位为其员工提供了平等和多样化管理方面的培训,已经制定了公平性和多样性政策并开发了组织实践,来评估员工的公平表现是否达到设定的改善目标。

对孩子的责任对女工程师来说也是一个重大问题,CREW 2007 调查中 78.1% 的调查对象没有对依赖自己供养的孩子负起责任。^④ 该调查还称,在接受调查的女工程师中,67.1% 没有孩子,如图 4-8 所示。这两个结果均远高于澳大利亚人口统计局估计的仍

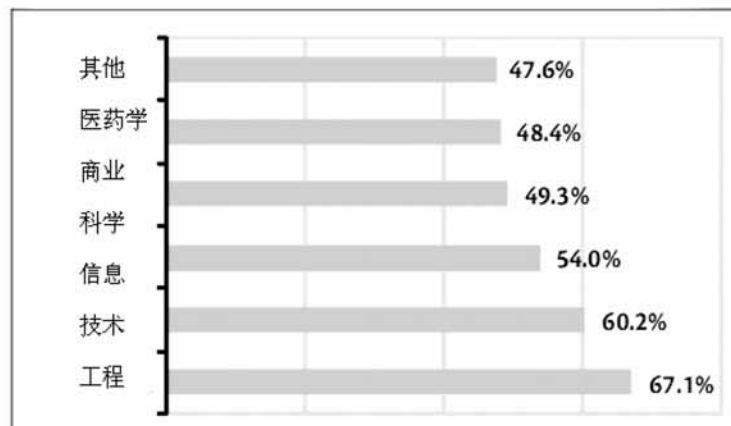


图 4-8 各学科中没有孩子的女性比例

来源: APESMA Survey 2007 (see note 76).

-
- ① Mills, J., Mehrtens, V., Smith, E. and Adams, V., CREW Revisited in 2007. The Year of Women in Engineering, Engineers Australia, April 2008, <http://www.engineersaustralia.org.au/wie> (Accessed: 16 May 2010).
- ② Counting the losses: Career Review of Engineering Women (CREW) Report, Engineers Australia, 2002, <http://www.engineersaustralia.org.au/wie> (Accessed: 16 May 2010).
- ③ Mills, J., Mehrtens, V., Smith, E. and Adams, V., CREW Revisited in 2007. The Year of Women in Engineering, Engineers Australia, April 2008, <http://www.engineersaustralia.org.au/wie> (Accessed: 16 May 2010).
- ④ Mills, J., Mehrtens, V., Smith, E. and Adams, V., CREW Revisited in 2007. The Year of Women in Engineering, Engineers Australia, April 2008, <http://www.engineersaustralia.org.au/wie> (Accessed: 16 May 2010).

无孩子的女性比例为 24% (2002), 这反映了女工程师年龄相当小, 还反映出她们一旦有家庭便会离开工程行业的倾向。

这个问题开始在澳大利亚工程行业有所改善。在 2007 年的调查中, 我们得到的最显著结果是, 有利于家庭生活的工作场所增多了, 如表 4-21 所示。

表 4-21 工程行业中有利于家庭生活的雇佣实践的运用及有效性

有利于家庭生活的做法	认为这些做法有效的百分比 (%)		使用了这些方法的百分比 (%)	
	女	男	女	男
弹性工作时间	79.0	78.3	75.5	79.4
轮班制**	29.6	30.4	18.0	28.7
兼职工作**	67.7	55.5	21.2	10.1
带薪留职**	91.4	89.1	35.8	26.3
护理假	79.1	77.3	18.1	19.1
带薪产假	72.4	70.0	11.7	-
带薪陪产假	67.7	68.6	-	9.9

注: ** 表明这种做法的成效显著, 卡方检验所的假定值 < 0.05 , 代表被调查者对结果的信心达 95%。

利于家庭生活的做法旨在帮助雇员平衡工作和家庭责任, 从而提高其工作效率。女性在更多时候仍然是孩子的主要照顾人, 因此利于家庭生活的做法应帮助她们留在自己的岗位上, 寻求职业发展。工程公司已经认识到, 利于家庭的工作做法对吸引和留住工程师极为重要, 而且还将相应的政策落到实处。大约 79% 的女性受访者表示, 弹性工作时间非常有用。她们还表示, 带薪产假 (72%)、带薪留职 (91%) 和护理假 (79%) 在大多数企业中都收效甚佳。

澳大利亚工程师协会案例研究

澳大利亚工程师协会认识到了吸引并留住女工程师的重要性。澳大利亚全国工程行业女性委员会设想, 工程行业将成为一个包容性行业, 重视、支持工程团队中的女性所做的贡献, 并为其喝彩。2007 年, 委员会发起的“工程行业女性年”运动取得了成功, 让世人看到了女性工程师作为专业机构成员取得的成就。委员会为吸引并留住工程行业的女性, 制定了涵盖女性整个职业生命周期的策略, 从大学时期就鼓励支持女性, 吸引她们进入工程行业, 入行之后还向其提供进一步的支持。有些雇主在这些女性有了家庭还要抚养孩子时, 就制定相应政策留住这些女性, 这也是令人鼓舞的事。下面是一些例子:

- “Girlltalk” 是一个让在校学生了解工程职业的节目。节目给 600 多名学生播放了一段成功的片段, 由女工程师讲述。节目将面向全国播出。
- 专业发展研讨会, 专门帮助并支持女工程师掌握技能, 处理以男性主导的工作场所可能出现的问题, 将她们培养成为未来的领导。这些讲习班和研讨会包括: “为女工程师制定的突破性

职业策略”、“管理多元化员工队伍,你需要知道什么”、“工程行业女性领导力研讨会”等。澳大利亚有 1000 多名女性看到了 2007 ~ 2008 年开展的这些研讨会。

- 认识到保持特许工程师的地位和国家职业工程师注册需要的灵活性原则上已经批准“灵活职业政策”,允许工程师休假或兼职工作,且正在完善中。

5 世界各国的工程行业

工程师都在相似的领域里工作,也具有相似的背景,因此世界各地的工程行业面临的问题和挑战也大同小异,例如,对工程学感兴趣并投身于其中的年轻人的数量越来越少。然而,在不同的国家和地区,甚至在一个国家内或者工程资源上,所面临的问题和挑战又有着不同的方面,因此,解决这些问题、迎接各种挑战的方法也有着显著的差异。由于一些国家和地区工程行业的状况具有可比性,又考虑到一些国家提供的数据非常有限和报告篇幅的限制,我们决定缩小对比的数量和规模——表达观点,而不是撰写国家报告。本章将简单介绍世界各地的工程行业状况,首先是综述,然后介绍一些区域的工程发展状况,包括非洲、阿拉伯、亚太地区、欧洲、美洲以及加勒比海。接下来依次介绍部分国家的状况:非洲的科特迪瓦、加纳、尼日利亚、乌干达;阿拉伯的约旦、黎巴嫩、突尼斯;亚太地区的澳大利亚、中国、印度、日本、马来西亚、南太平洋地区;欧洲的法国、德国、波兰、俄罗斯、英国;美洲和加勒比海地区的阿根廷、巴西、加拿大、美国、委内瑞拉和加勒比海。

5.1 综述

Tony Marjoram

工程的相似性和多样性

依据工程学科领域、工程师的类型和水平、工程师工作地点和方式以及工程师和工程的地位,工程是最多样化的行业之一,这种多样性在世界各地随处可见。工程不仅具有全球性的特点,还具有地方性的特点。大部分政治领袖和政策决策者似乎都认同:工程和技术知识的开发和应用奠定也促进了社会和经济的可持续发展;工程和技术对实现千年发展目标、满足人类的基本需求、消除贫困、可持续发展等都起着关键性作用,并能将各种专业知识联系起来。许多人也都认同,工程行业面临的主要问题和挑战之一就是:在很多国家,攻读工程学的年轻人数量,尤其是女性的数量正在下降。这一下滑趋势将会危及未来工程行业能力的发展,更会阻碍工程行业消除贫困、维持可持续发展和其他千年发展目标的能力。这些都是工程行业和整个世界所关注的,也是所面临的最大挑战。尽管世界各国领导人强调知识社会和经济发展的必要性,并在国际会议和世界峰会

上宣告它的重要性,但人们在制定政策和计划时经常忽视工程,甚至在千年发展目标或者许多扶贫战略报告中很少提及工程。

尽管工程既有全球性的特点又有地方性的特点,大部分工程师都在一些较大的国家和经济体中工作,而且大部分工程活动都涉及知识、专利和技术的创造。很多技术就是在这样的社会中形成的,并且符合市场和消费的需求和要求以及工程领域中相关的支持系统和基础设施。一旦一种技术被创新出来后,就会在世界各地普遍使用,特别是在支持系统和基础设施较弱的地区;技术转让是一个复杂的过程。例如,没有几个国家拥有工程资源来设计并生产喷气发动机,更没有几个国家拥有资源来维护它们。这一观点同样适用于最新的汽车技术,汽车需要愈加复杂的测试及维修工具和设备,随着现代“用户不可私自维修”的要求,十年前在自家或大街上随便调节汽化器、点火器、火花塞的情况,现在已经不可能了。

世界各地的工程行业面临着相似的问题和挑战,同时,这些问题和挑战的大小和特征随着不同的国家、地区、工程资源以及不同机遇而又各不相同。这就要求,对工程和技术的需求应符合当地的具体情况和需要,同时也要注意有关技术政策、选择、决策和管理方面等重要的问题。这些都是技术有效转移所涉及的重要方面,尽管当前国际上更加重视知识产权的保护,例如,《与贸易有关的知识产权的协定》(TRIPS)是全球知识产权保护最重要的法律工具,也是世界贸易组织成员必须遵守的协议。Humphry Davy“为了仁慈”而拒绝为其发明的矿工用的“戴维安全灯”申请专利,但这种日子几乎一去不复返了。

工程能力、能力建设和工程教育

世界各地的工程行业面临的类似问题包括:工程能力、能力建设;教育、培训以及相关的标准和认证;国家之间、国际间的合作、网络和合作;工程基础设施、应用和创新;工程行业的政策和规划、信息和指标。在工程能力和教育方面,尽管当前接受大学教育的年轻人数量有所增加,但很多国家宣称工程师紧缺,而且表明他们没有培养足够多的工程师以满足当前和预期的日益增长以及新兴行业的需求。例如,很多国家报告称,在某些领域急缺工程师(如制造业、工业、基础设施、卫生及采矿业等部门的机械、土木、医疗和生化工程师);紧缺一定水平的高技术专家和技术人员;以及在核电、可再生能源和其他新兴产业涉及气候变化方面也将需求大量的工程师。除此之外,随着大量工程师接近退休,工业化国家的工程师数量下降,很多国家担心他们的工程能力在中长期会严重下降。

在工程教育、培训、行业能力和能力建设、继续职业发展(CPD)以及工程标准和专业资格认证上,大学显然起了重要的作用。在一些较大的国家,很多大学都有工程学院或工程系,包括政府和基金会资助的“研究型大学”,以研究、开发、创新为背景,往往和行业相联系,并得到私营部门的支持。在发展中国家特别是不发达国家,这是不常见的,通常只有几个大学特别专注本科教育。考虑到研究吸引了学术人员,晋升与论文发表相关联以及很多人已经在发达国家的大学获得博士学位的事实,发展中国家的工程师面对着迁

移的诱惑,因此,人才的流失将会打击工程能力发展和国家的发展。

几乎所有的国家都报告了工程行业中女性数量不足以及工程行业中性别的问题,这在大学录取中就表现出来了,但这个问题始于中学甚至是小学阶段。20世纪80~90年代,很多国家鼓励大学提高科学和工程学科女性录取的比例,从平均10%~15%增加到20%,或者更高。特别是数学、物理、化学以及所有工程学领域。不幸的是,自2000年,一些国家并没有取得进展,录取率甚至下降到10%。而在其他一些国家,踏入工程领域的女性更少,甚至有几个国家几乎没有女性涉足工程领域。工程行业中的女性和性别问题不仅涉及公平和平等,还牵扯到工程师短缺以及工程行业中女性人数不足的问题,这些问题的解决对提高女性在工程行业中的作用将具有很大的意义。我们迫切需要更多的女性进入工程行业以保持和提高社会经济知识、实现千年发展目标、减少人才流失以及由此对发展中国家的不良影响。

网络化和合作伙伴

大学和参与大学教学和研究的工程师,以及职业工程师、咨询和商业工程师都对国家和国际合作、网络建立和伙伴关系起着至关重要的作用。这种合作通常在工程的某一领域或者整个工程领域实现的,由专业的工程社团和协会发起并组织;不幸的是,这在发展中国家和不发达国家中是很少见的。专业工程社团和协会通过建立网络和合作、国际合作,大大促进了工程教育、培训、继续职业发展、能力建设、行业标准和认证、行业宣传的发展。工程行业组织的短缺和限制也更加阻碍了工程的发展,这就需要国家以及国际工程团体的全力支持。

基础设施、应用和创新

谈到工程的基础设施、应用和创新,正如在其他地方提到的,我们生活在工程化、科技化的文化氛围中,我们的楼房、供水、卫生设备、交通、能源系统、通信系统以及其他物质的和非物质的基础设施和应用都是工程化的、创新的;正如许多有形的和无形的文化遗产一样。最近几年,特别是经济危机以来,世界各地,特别是发展中国家的基础设施都遭受了维护不足。有趣的是,奥巴马总统在首次就职演讲中说,基础设施的维护和开发将是经济复苏和再生的焦点之一。维护和可靠性工程、可靠性基础设施的设计、简易维护都是重要的因素,将在本报告中其他地方讨论。工程基础设施、应用和创新对实现千年发展目标、满足人类基本需求、扶贫、可持续发展、气候变化的缓和及适应以及应对紧急情况 and 灾害、重建等都发挥着至关重要的作用。工程和技术的应用应该符合当地的具体情况;例如当地的工程师需要进入发展中国家的工程援助支持项目。

工程政策、规划和管理

工程政策、规划和管理以及相关的信息和指导是相当必要的,因为它们将会促进工程教育的发展、行业能力的建设、网络和合作的发展、基础设施的建立,也有利于工程行业的应用和创新。这方面的问题和挑战与这一事实相关,即工程常常在政策中被忽视,



© UNESCO 挡潮闸

正如工程学只被作为广义“科学”的一部分一样。在 20 世纪 60 年代,尽管人们开始对科学和技术研究以及政策制定感兴趣,但是重点只是科学和技术的研究、政策和规划,很少提及工程学;工程研究和工程政策仍然是人们兴趣和关注领域里忽视的一点。同时,科学和工程的数据和指标都收集在国际数据库中,这对科学和工程的分析或者科学和工程的不同分支都没有太大的意义。因此,极其需要发展工程研究、工程政策、规划和管理领域;发展更完善的工程数据和指标,并作为政策和规划的依据。鉴于工程政策、规划和管理对发展的重要性,发展这些领域是很有必要的。

5.2 各地区的工程行业

非洲

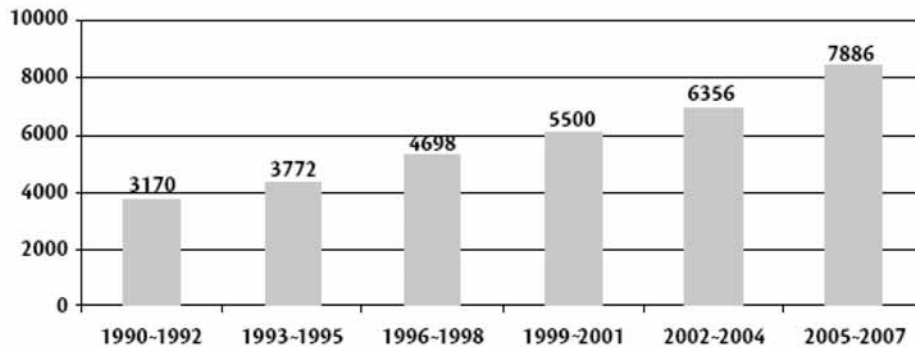
Nelius Boshoff 和 Johann Mouton

在非洲,工程学课程主要侧重于行业能力建设和工程项目对可持续发展的作用。这种课程激发了非洲的工程项目。近几年非洲工程专业的发展得益于南非工程委员会(ECSA)的各种活动。

例如,2005年,南非工程委员会和非洲发展新伙伴(NEPAD)签订了一项重要的协议。这表明双方有意合作发展非洲的工程行业能力,比如 ECSA 承担了非洲国家的工程教育专业的设计和质量保障的责任。在签订协议之前,ECSA 就已经计划对非洲国家提供支持和帮助,甚至包括最北部的埃塞俄比亚(Poggiolini,2004)。^① ECSA 与南非科学和工业研究中心在南部非洲发展共同体(SADC)地区合建了一流的研究中心(ECSA,

^① Poggiolini, D. 2004. Achieving new heights in professionalism. IMIESA, September 2004, pp. 63 ~ 65.

2007)。^① 非洲只有 12 个国家拥有国家科学院(喀麦隆、埃及、加纳、肯尼亚、马达加斯加、尼日利亚、塞内加尔、南非、苏丹、坦桑尼亚、赞比亚、津巴布韦),其中只有南非有工程院。



5-1 1990~2007年,非洲国际从事工程和应用技术行业的研究人员的出版物数量

除了南非外,撒哈拉以南的非洲在工程能力和研究成果方面都很落后。在非洲,工程能力的建设取决于众多的因素和条件,例如,作为服务平台的大型国际资助工程项目、工程教育的优先项以及能为有潜力的工程师提供认证的工程学院甚至工程院的创建(Juma, 2006)。^② 工程研究人员的出版模式,特别是有国家背景的出版物以及出版物所在的分类期刊都可以表明非洲当前的工程研究能力和专业水平。图5-1展示了20世纪90年代早期到当前这段时期内,非洲研究人员的出版总量翻了一倍多(从3170上升至7886)。

由汤森科技信息集团创建的综合性学术数据库(ISI Web of Science)是最主要的数据信息来源。依据我们的研究目的,出版物包括文章、评论、注释和快报。在ISI Web of Science数据库中可以直接提取非洲国家作者的文章,特别是广义的工程和应用技术领域。我们所定义的广义工程和应用技术领域包括33个子领域(农业工程、自动化和控制系统、软件工程等)。注意,图5-1不包含ISI Web of Science数据库中没有收录的期刊文章。以南非为例,全国工程和应用科技的全部出版物中有20%可以在ISI数据库没有收录的国内期刊上找到。因此,图5-1只包括南非80%收进ISI期刊的出版物。

表5-1 非洲国家的工程和应用技术研究人员的ISI出版物统计
(1990~1992年和2005~2007年)

2005~2007年出版物数量最多的前十个国家	1990~1992		2005~2007	
	出版物数量	出版物比例 (占全部3170篇的比例)(%)	出版物数量	出版物比例 (占全部3170篇的比例)(%)
1. 埃及	1312	41.4	2385	30.2
2. 南非	924	29.1	1775	22.5

① ECSA. 2007. Media Release. Engineering Council of South Africa, 1 June 2007.

② Juma, C. 2006. Engineering education vital for Africa's growth. The East African, 16 October 2006.

续表

2005 ~ 2007 年出版物数量最多的前十个国家	1990 ~ 1992		2005 ~ 2007	
	出版物数量	出版物比例 (占全部 3170 篇的比例)(%)	出版物数量	出版物比例 (占全部 3170 篇的比例)(%)
3. 阿尔及利亚	142	4.5	1098	13.9
4. 突尼斯	65	2.1	1080	13.7
5. 摩洛哥	176	5.6	606	7.7
6. 尼日利亚	292	9.2	375	4.8
7. 利比亚	44	1.4	95	1.2
8. 喀麦隆	13	0.4	78	1.0
9. 加纳	26	0.8	53	0.7
10. 肯尼亚	43	1.4	52	0.7

注:各国出版物数量之和超过了总数,因为有多国合作者的出版物。

表 5-2 非洲国家工程和应用技术各子领域中
研究人员的 ISI 出版物统计(1990 ~ 1992 年和 2005 ~ 2007 年)

领域分类	1990 ~ 1992		2005 ~ 2007	
	出版物数量	出版物比例 (占全部 3170 篇的比例)(%)	出版物数量	出版物比例 (占全部 3170 篇的比例)(%)
材料科学	955	30.1	2608	33.1
化学工程	337	10.6	1290	16.4
电子电气工程	411	13.0	942	11.9
能源和石油	256	8.1	617	7.8
力学	206	6.5	586	7.4
核科学与技术	386	12.2	510	6.5
冶金与冶金工程	321	10.1	510	6.5
机械工程	155	4.9	473	6.0
土木工程	159	5.0	379	4.8
环境工程	160	5.0	337	4.3
仪器与测量	105	3.3	322	4.1
采矿与矿物加工	185	5.8	263	3.3

注:各领域出版物数量之和超过了总数,因为期刊的多学科分类。

1990 ~ 1992 年和 2005 ~ 2007 年,非洲的出版总量稳定上升,但这并不意味着所有非洲国家对工程和应用技术领域的知识生产活动贡献得一样多。从表 5-1 可以看出,

2005 ~ 2007 年,只有埃及、南非、阿尔及利亚、突尼斯在该领域的出版物比例超过 10%。其中,埃及和南非的贡献最多,各占总量的 30.2% 和 22.5%。很明显的是,除埃及和南非之外,法语国家对工程领域的贡献占主导地位。阿尔及利亚和突尼斯在此期间的出版量显著上升。

表 5-2 列出了各子领域里的出版物数量。其中材料科学、化学工程和电气电子工程是出版物数量最多的三个领域。在核科学与技术领域中,非洲的出版物呈现出一个有趣的趋势:2005 ~ 2007 年,该子领域的出版物比例是 6.5%。和 1990 ~ 1992 年的比例相比(占非洲所有工程出版物的 12%),呈下滑趋势,但该领域的出版物总量却是增加的。冶金和冶金工程领域也是同样的情况。

阿拉伯国家

自人类文明史以来,阿拉伯-伊斯兰的工程学、建筑学以及阿拉伯-伊斯兰文明取得的成就,对人类的天文、物理学、数学、医疗、化学以及其他领域的贡献是有目共睹的,并且非常重要。

在现代(20 世纪后半部分和 21 世纪早期),阿拉伯工程师肩负着巨大的任务,并在国家的发展中扮演了极其重要的角色。各阿拉伯国家的政府都在不同程度上支持工程机构的发展,通过津贴和其他资金支持帮助了数千名工程师获得不同工程领域的技术。

一般国家和发展中国家的工程师都面临着这样的挑战:培养工程师利用新技术的能力、熟练掌握外国语言、了解发达国家的文化、社会问题以及他们所面临的挑战。工程师必须合理利用当地资源,保护环境,还要考虑他们的项目对技术和社会的多种影响。一些组织需要制订培训计划以提高工程师当前的能力。

尽管统计结果显示,阿拉伯有大量毕业于各个领域的工程师,很多还获得了博士学位,但却没有对他们的成果进行评估。表 5-3 显示了阿拉伯工程师现有数量的信息。

表 5-3 阿拉伯工程师现有数量

国家	每十万人中工程师的数量 (不包括本地海外人员)	每十万人中工程师的数量 (包括本地海外人员)	备注	年度
科威特	369	821		1997
沙特阿拉伯	113	460		2005
阿联酋	68	1135		2005
巴林岛	130	385		1997
约旦	-	1392	包括建筑师	2008
埃及	-	2800	可能包括技术人员和建筑师	1997

续表

国家	每十万人中工程师的数量 (不包括本地海外人员)	每十万人中工程师的数量 (包括本地海外人员)	备注	年度
摩洛哥	-	80		
突尼斯	300	-		2007

来源:以上数据来自 Dr. Khalid Bin Salem Al - Sultan 提供的资料

欧洲

Lars Bytoft

简介

欧洲面临着两大挑战。第一是全球化,即新的贸易和劳动分工正在兴起,所以需要采取一定的措施保持欧洲的竞争优势。第二是要解决欧洲和世界都面临的环境问题。欧洲各国政府和欧洲委员会都提出了应对这两个挑战的宏伟计划,但是,有个障碍可能阻止这些计划:欧洲很多国家当前工程师短缺,而且由于人口问题和人们对科学和技术研究的兴趣持续下滑,短缺的状况在未来可能会进一步恶化。

背景

为了应对全球化和国际劳动新分工的挑战,很多欧洲国家政府和欧盟(EU)都制定了诸多宏伟目标。其中一些已经纳入《里斯本协议》,欧洲国家同意成为世界主要的“知识区域”。这意味着,除了其他事项外,这些国家同意至少将国内生产总值的3%花费在研发上。

另外,来自气候变化和能源安全供应的威胁使欧盟制订了所谓的“气候变化和能源一揽子方案”,以及其他一些有关能源政策和再生能源资源的宏伟目标。为实现这些目标,欧盟需要提高自身劳动力的技术水平。特别是在工程行业方面,公共部门和私营部门对工程行业的需求会增加。公共部门需要更多的工程师,以应对能源、交通、医疗、污水处理、教育等基础性的挑战。私营部门则需要更多的工程技术,在国际劳动分工中获取效益。欧洲在诸多劳动密集型的生产和服务部门中没有竞争优势,因此,私营企业就更加需要成为技术和研究密集型企业。

最近,欧洲公共部门和私营部门对工程技术日益增长的需求逐渐被相对和绝对供应的增长所满足。在过去的15年里,欧洲大学生工程师的数量呈下降的趋势。^①更糟糕的是,欧洲人口的老齡化以及工程劳动力的年龄结构将使广大工程专业劳动力在未来几年迎来他们的退休。届时,工程技术的短缺将是欧洲面临的共同问题。

^① Described in the OECD Policy Report Evolution of Student Interest in Science and Technology Studies, May 2006. Available at: <http://www.oecd.org/dataoecd/28/55/36720580.htm> (Accessed: 16 May 2010).

目前还没有数据统计整个欧洲的情况,但是对几个国家的研究表明,工程师短缺是存在的,而且还会加重。2007年德国的一项调查显示,2006年德国公司有5000个工程师的空缺职位没有填满。^① 丹麦最近的一项调查显示,到2020年,劳动力市场将缺少14000名工程师(2008年,丹麦市场上只有8万名工程师)。^② 这种情况在欧洲普遍存在,随着时间会有所不同。

在一些国家,整体上或某一领域缺少工程师的状况已经很严重了。工程师短缺最严重的似乎是公共部门。在欧洲许多的国家中,人口统计显示在未来10~15年里,由于年长的工程师将要退休,公共部门将要招聘大批新的工程师。当工程师短缺时,而私营部门又能提供更好的薪水、就业机会和职业生涯,大批招收工程师会是一项非常困难的工作。

工程专业的大学生有很好的机会,特别是和其他院系相比。工程学仍然是大学所有专业中最可能为大学生在短期内提供一份工作的专业。然而,很多工程师对自己找到的工作质量和工资水平都不满意。^③ 而且,在私营企业技术部门工作的工程师与在销售部、市场部工作的同事们比起来,有一种“自卑感”。因为他们感觉,在当今的生产部门,技术对公司的贡献并没有得到足够的认可和重视。

另外一种不满来自当前劳动力市场的不稳定性。不稳定的劳动力市场并没有从长远的角度看待年轻的大学生,这在某种程度上加剧了工程师职业的威望和薪水的下降。^④ 工程师离开技术职位后,能够找到更有吸引力的职业,诸如商业或管理等。那些自由职业的工程师意识到,与全球化劳动力市场中的技术服务人员竞争是相当困难的。

现在的实际情况是,如果欧洲不采取有力措施,他们所保持的竞争优势和一个可持续性的社会将因为当前日益短缺的工程技术而不复存在。因此,欧洲国家工程协会联合会(FEANI)意识到,解决欧洲各国和整个欧洲的短缺问题势在必行。许多国家已经开始采取全国性的行动,但是,在FEANI的带领下,我们相信欧洲各国通过共同的努力会扩展利用各种工程技术。

美洲和加勒比海地区

Vladimir Yackovlev 和 Luiz Scavarda

联合国千年项目的科学、技术和创新工作组发表了一项声明:“如果发展中国家不遵循发达国家为实现经济持续增长而所做出的努力:将科学、技术和创新融入到经济发展战略中,他们可能还会陷在贫困的泥潭中;”当然“有社会责任感的工程”也要加入其中,而且拉丁美洲必须意识到拥有更多准备更加充分的工程师的重要性。

拉丁美洲发展落后的原因之一在于,该地区的所有经济学家把希望放在市场上,而

① Verein Deutscher Ingenieure (Association of German Engineers, VDI), 2006.

② Danish Society of Engineers (IDA), 2007.

③ Monastersky, R. 2004. Is there a science crisis? The Chronicle of Higher Education. Vol. 50, July 2004.

④ Vines, J. 2005. Engineering a crisis on the supply side. Australian Financial Review, March 2005.

忽视了研究和工程在发展过程中所起的基础性作用。国际货币基金组织(IMF)所公布的数据表明,1980年东南亚和拉丁美洲两个地区在全世界国内生产总值中占的比例都是10%;而现在,东南亚已经上升到27%,而拉丁美洲却下降至7%。

值得注意的是,在同一时间段,亚洲新兴国家的工程师数量稳步上升,而拉丁美洲的工程师数量则相对减少。

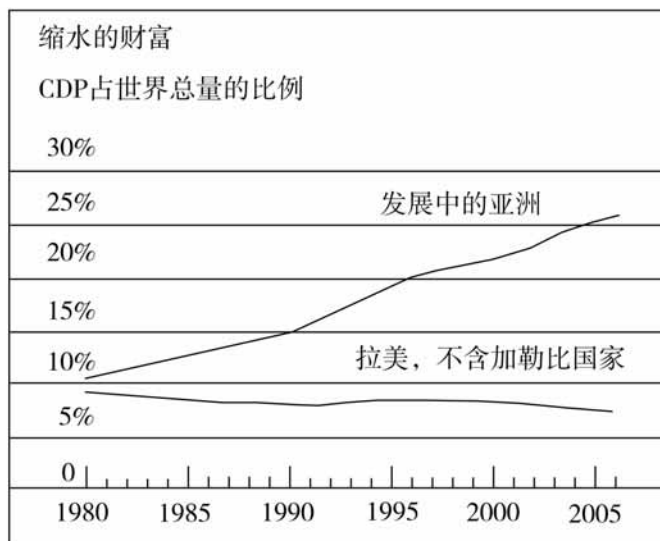


图 5-1 GDP 占世界总量的比例

注:GDP 是在国家货币相对购买力的基础上计算的。

来源:国际货币基金组织

一个国家或地区为实现经济持续性增长,应采取一些特色措施,例如,巩固基础教育、提高国民素质,拥有能够接受并使用新的技能并且受过良好教育的专家和受过高级培训的技师。IMF 数据所显示的经济变化,可归因于国家基本政策的差异。

拉丁美洲地区的数据降到了可接受的水平之下,其原因可能如下:

◇ 公共研究大部分是出于科学的好奇心,而不是由市场需求或解决该地区问题的需求推动的;

◇ 大学、行业以及公共研究协会之间的合作较少;

◇ 在行业中缺少创新文化思想;

◇ 对知识的投入较少,拉丁美洲对研发的投入只占 GDP 的 0.6%;

◇ 对研发的投入逐渐减少或在维持同样的水平;

◇ 在拉丁美洲,对工程专业感兴趣的高中生较少;

◇ 获得博士学位的毕业生数量以及经济活跃的人口(能力的关键指标之一)中研究人员数量低于 OECD 国家以及一些东南亚国家几个数量级。

毋庸置疑,科技影响着这个世界。技术和知识是决定一个企业竞争优势的因素;技术带来了创新和发展的动力。而工程师就是技术的专家。

因此我们可以大胆地建议,特别是看到东南亚国家取得的成绩后,要增加发展中国

家工程师的数量。而且不仅是数量的问题,还要提高工程师的质量。这些数字不仅表明了工程师在社会发展中的作用,同时也在呼吁国家政策朝着培养更多准备充分的工程师这个方向迈进。

5.3 国家视角

5.3.1 非洲

科特迪瓦

Issié Yvonne Gueye



概述

20 世纪 60 ~ 70 年代,科特迪瓦主要致力于土木工程和农业工程的发展。经过长达 6 年的军政危机后,科特迪瓦目前在经济、政治和科技上都处在十字路口。为了实现社会的繁荣,满足社会复兴、可持续发展的需求,科特迪瓦必须再次发展工程行业;特别是要按照国际标准,使国家成为全球知识信息大社会的一部分。其中电气工程大力推动了社会的发展、快速减少贫困,发挥了重要的作用。

经济

科特迪瓦的 GDP 中,农业占 22%,工业占 26%,服务业占 52%;总人口中,有 34% 从事自给农业。在政府的参与下,国家通过半国营企业向私有企业转型。在建筑、能源、石油、食品加工等诸多领域中,2/3 的大型企业都是跨国公司。

多年来,科特迪瓦的工程师受到高度重视并享有良好的工作保障,这部分是由于工程组织联盟(FIACI)的影响,工程师在政府部门或者公共或者私营企业都有较高的职位。例如,1975 ~ 2002 年,FIACI 理事会的很多成员都是基础设施部、电信部或农业部的部长。

如今,工程师大都在国内的公共和私营企业就职,参与的领域有农业、食品加工、建筑和土木工程、能源、石油、化学、采矿、计算机、通信、工业生产等。据现有数据统计,

2002年,^①工程师占就业人口的1.2%。

高等教育

早在20世纪60年代,科特迪瓦为迎接国家发展的挑战,制定了一项长期的战略以加强技术能力建设。于是,建立了专业的技术中心和技术高中,以满足行业对技术人员的需求,同时培养年轻人朝着工程事业的方向发展。进入高等教育的途径是经过四年的中学和三年的学士教育,之后进入大学或者高等专业学校。高等专业学校主要培养高级技术和工程师,第一所高等专业学校建立于1962年,主要是土木工程专业,直到1973年才新增地质和采矿专业。第一所国立大学于1964年在阿比让建成,接着有三个省级附属专业院校成立;同时还成立了国家技术教育协会、农业工程学院、统计学和经济学学院。私立大学也开始兴起并吸引了广大年轻人,培养了各个领域两年制学历的技师。

2005年的数据显示,科特迪瓦的高等教育包括:三所公立自主大学,有69436名学生;六所私立大学,有2209名学生;四所公立高等专业学院,有10150名大学生;108所私立高等专业学院,有94745名学生。这些学校都由高等教育部管理。^{②③}另外,还有28个提供学士后的专业和技能培训中心,共有15604名学生。这些由技术教育部管理。总之,高等教育共有192144名学生,其中女性占29.7%。根据国家统计信息显示,接受高等教育的人数占总人口的8%。

新政策和下一步计划

为了更好地参与到全球经济和工业化进程中,政府制定了新的政策鼓励各个领域的创新,包括税收、知识产权等领域。例如,2005年创办了科特迪瓦知识产权保护办公室^④(非洲知识产权办公室和世界知识产权保护组织的成员),专门负责鼓励创新、保护专利、授权许可以及保护商标。据统计数据显示,2005年共授予7项专利,2006年授予18项专利,2007年授予16项专利。

自国家独立以来,科特迪瓦已经采取了很多措施迎接经济发展的挑战。许多成就都是在经济困难的条件下取得的。为了进一步的发展和战后重建的需求,今后可能采取的措施包括:

◇ 改革工程政策,优先提高国家技术和创新体系的适应性和质量,提高技术教育的质量。这些改革应该提高教育的竞争性、提高工程师的地位;

◇ 大力投入以改善工程教育的质量,这意味着改善继续专业发展,为教育者提供资

① Kouassi, L. and Amani, M. 2002. Recensement général de la population et de l'habitation de 1998. Institut National de la Statistique, Vol. IV, Analyse des résultats, août 2002.

② Ministère de l'enseignement Supérieur; Direction de la Planification et de l'Evaluation, Statistiques 2004 - 2005. For more information: http://www.afristat.org/index.php?option=com_content&view=article&id=404&Itemid=58&page=CI (Accessed: 15 May 2010).

③ Ministère de l'enseignement Supérieur; Direction des Enseignements Supérieurs Privés. Statistiques 2006 ~ 2007.

④ Office Ivoirien de la Propriété Intellectuelle, Documents de Présentations et Publications.

金,提高学习资源、图书馆等相关设备的水平,以适应新技术发展的需要;

- ◇ 在公共部门和私立部门,将培训过程和专业实践联系起来,鼓励职业发展和创新;
- ◇ 为女性工程师创造良好的环境;
- ◇ 创造工程教育协会的研发环境;
- ◇ 创建更多的技术人员培训中心,诸如与行业伙伴合作的科技园;
- ◇ 提高工程组织的参与性;
- ◇ 开展一次针对工程师、工程学科和工程行业的全国性调查。

扩展阅读

Blanke, J. 2007. Assessing Africa's Competitiveness in a Global Context. World Economic Forum, Global Competitiveness Report 2008 - 2009.

Khelifaoui, H. La science en Cte d'Ivoire ^①, Paris, IRD, 92 p.

INP - HB. Institut National Polytechnique Félix Houphout Boigny (INP - HB), Wassi Technologies, Chiffres clés.

Ministère de l'économie et des finances. 2007. La Cte d'Ivoire en chiffres, Vol. 2007.

会见或采访的人员名单

Nahounou, Bobouho. Former General Director of Institut National Polytechnique Félix Houphout Boigny (INP - HB).

Sibi, Bonfi ls. Deputy Executive Director of IEPF, Québec, Canada.

D'aby, Amon. Director for the Center for Advising and Assistance to Enterprises (INP - HB).

Ouattara, Souleymane. Sous Directeur des Enseignements Supérieurs Privés.

Kouame, Kouabra. Chargé d'Etudes à l'Office Ivoirien de la Propriété Intellectuelle.

乌干达

Eriabu Lugujo



^① in: Les sciences en Afrique

乌干达工程教育和培训所面临的挑战和前景

乌干达的大学工程师教育和培训始于1970年,即马凯雷雷大学(Makerere University)开设了技术学院,招收了27名学生。另外一所大学——坎帕拉大学(Kyambogo University)八年前开设了工程专业。目前,这两所院校成为该国工程教学和研究的核心理心。

乌干达职业工程师学院(UIPE)创建于1972年。培养的工程师数量达3000人。这一数量服务于人口达2900万的国家是远远不够的。

在工程师的教育和培养过程中所面临的挑战既是系统性的又是外延性的,这是由多方面的因素造成,有社会经济方面的、技术经济方面的、管理方面、人口以及制度的变化等。过去的30年里,大学所扮演角色的变化也造成了挑战的多样性。此外,要通过教学和研究来培养学术上的精英,大学还需要做到以下这些方面:

- ◇ 成为社会经济政策的工具;
- ◇ 成为社区和区域发展的合作伙伴;
- ◇ 配合国家战略发展目标的重点研究项目;
- ◇ 成为城镇发展的工具,从而能够解决农村人口数量减少的问题;
- ◇ 培养高素质的大学生,使他们在工业和商业中既能做研究,也能将研究成果应用到实践中。

人们对工程学院对公共部门——而不是学术界——所提供的价值的要求越来越高,但是大学还需在教学和研究上保持较高的标准,同时还要寻求政府之外的资金支持。这就是乌干达工程学的教学和实践的状况。工程培训机构面临的挑战有三个方面:输入(学生)、培养(人力资源能力、硬件、基础)、输出(毕业生、行业的就业机会和联系)。

录取、入学、机遇

过去十年中,入学人数一直在增加(增长超过5倍)。产生这种大幅增加的因素是多方面的:人口状况的变化、性别主流化、更多提供高等教育的学校,大学教育的私营化也是部分原因。私立大学为那些有支付能力的学生提供了更多进入工程专业的机会。然而,在学习资源有限的情况下,维持工程学院高录取率和使用当前有限的设施之间的平衡就成为挑战性的任务之一。很多进入工程学院的学生仅仅是凭借着高分成绩,而不是出于自己的兴趣或动力。其中有些学生根本没有打算进入工程学院,或者也不适合进入;例如,在学习的初期,四五个学生有可能同时做实验,因此,很难培养学生对工程的兴趣并增强他们学习的动力。显然,教学资源的短缺会降低学生的好奇心,即使学生有强烈的热情,也会束缚他们的潜能。

教师、福利、留住员工

在工程学院的发展中,拥有一位可信的教师变得越来越难。原因有很多,但最主要的是以下几点:

- ◇ 必须在有竞争优势的基础上招聘优秀的员工,而大学里的待遇比较低;

◇ 工程学院要求所有的讲师必须有博士学位,很多人认为这一要求过于苛刻,是很难满足的;

◇ 由于大学不提供任何奖励措施,如抵押服务、员工交通、医疗服务、购车贷款等,导致那些任职最长、最优秀的教师在失望和挫折中辞职;

◇ 讲师的收入是固定的,而且缴税多;

◇ 教师为教育事业奉献一生,但他们的后代并没有得到照顾;

◇ 由于资金不足,停止招聘教师;

◇ 即使是合理的设施扩建也会遭到顽强的反对,很可能是因为资金的原因;

◇ 由于晋升政策重视教师在国际期刊上发表论文,而不重视他们的教学成果,这种硬性升职要求阻碍了工程专业的发展;

◇ 由于最优秀的学生在海外深造时得到了更好的发展机会,所以大学也经受着“人才流失”。其中一些回国的人士由于大学工作条件差,例如,薪水低、没有奖励措施等,而不得不放弃在大学工作的机会。

授课方式

工程学的课堂已经发展壮大。一个拥有 85 名学生的课堂已经不足为奇。尽管有这么多的学生,传统的教学模式“粉笔”仍是最普遍的。但是,将学生划分成学习小组形式的课堂很少。主要是因为教师的工作任务繁重,已经超负荷工作,而且又没有助教。大学曾尝试招聘一些兼职的教师,但还是不能解决这一问题。兼职人员按时间表上班也是个大问题,因为他们其他地方还有全职的工作。实验室也因为设备不足、功能不全、设备落后又缺乏零件,实验工作无法继续进行。大部分现有的设备和装置都已经过时了。在学习的初期,四五个学生一起同时做一个实验;这种情况,显然会挫败学生的好奇心和兴趣,也会影响他们潜能的发挥。

工程专业的重要性

分析任何专业的重要性都根据它在社会中的角色和位置、它的使命、与公共部门以及私营部门、社区之间的关系、资金的来源、与其他教育形式之间的联系等。传统上对工程专业重要性的判断,是依据它的培训满足政府和大众需求的程度。由于经济结构的重组和私有化,这种判断依据已经发生了变化。工程专业要积极、快速地满足市场和行业的需求,同时,还要培养具备适应能力和创新、创业能力的学生。工程学院每五年会审查他们的课程、进行更新,还会推荐他们认为重要的选修课。然而,即使如此,该领域还有很多挑战。

与工业的联系

在培训工程大学生和专业人员过程中,工业发挥着重要的作用。例如,马凯雷大学和坎帕拉大学的学生在第二年和第三年的期末时要接受行业培训。教师和学生都要寻找行业培训,但是随着大部分行业私有化,而且企业认为培训大学生并不是他们分内的

事情,所以寻找企业培训就愈加困难。此外,小型工业由于规模太小,很难组织连贯性的培训项目。而且这些培训项目有很多缺陷:不是由工业和大学共同组织、教师对学生的监督和视察工作不到位,因而学生和工业人员没有足够的讨论和交流,甚至没有向工业人员咨询、请教。

加纳

Peggy Oti – Boateng



加纳独立后不久,其凄惨的经济状况代表了当时大多数(撒哈拉以南)独立的非洲国家的状况。当时的领导者没有可效仿学习的对象,只得采取当时盛行的经济发展理论,这也是当时世界两大主导强国所青睐的理论。

加纳政府采取自上而下的方法解决工业化问题,但对宏伟项目实现蓬勃发展目标所依赖的资源却没有给予足够的重视,从而导致很多项目无法维持下去、工厂倒闭、失业率上升。之后的经济困难和社会动乱迫使加纳的决策者放弃 20 世纪 60 年代末至 70 年代早期的“大推进”理论,而去寻找其他的发展理论。

和许多发展中国家一样,加纳也遭受了贸易自由化国际政策之苦。不加区别的门户开放政策没有保护当地新兴产业,还使很多崭露头角但尚未成熟的行业受到严重打击,以至于停业破产。例如, Josbarko 曾经是加纳最大造船厂唯一的螺栓、螺母供应商。然而随着贸易自由化的到来,这些当地的企业不得不面对激烈的竞争,厂家经常从中国和东南亚国家进口价格低廉、质量低劣的螺栓、螺母。于是,当地许多公司开始购买然后销售,这阻碍了国家技术能力的提高,从而影响国家工业、社会经济的发展。在服务行业,国内许多地区萌芽行业的“夭折”致使产品质量标准下降,损害了消费者,从而又导致消费者强烈倾向于进口产品。

2000 年,加纳政府意识到,他们必须加快国家工业增长的速度,于是制定了“商业黄金时代”的政策,旨在吸引当地的制造商投入生产。尽管这一政策值得赞赏,但在综合研究、应用创新上并没有取得进展,更无法实现扶贫、企业发展的目的。人们认识到其中一个关键问题在于,用于企业发展、扶贫的技术创新步伐太缓慢。因为没有有一个有效连接萌芽行业的政策,诸多开发的技术没有得到应用,还存放在大学和研究机构的书架上。这导致加纳以市场导向的国际工业竞争的增长速度下滑。

粗略回顾加纳的历史可以发现,国家干涉工业发展所出现的问题在于,缺乏有效维持已经萌生的各种发展模式的机制。在加纳建立非洲第一个共和国时所实施的进口替代战略中,国家过多的干涉导致效率低下,除了这一点,没有考虑如何确保新兴企业的持续发展,是导致企业最终破产的主要原因。

早在20世纪80~90年代,加纳第一次工业革命的推动者就意识到,将国家大型的劳动力资源和技术能力作为发展催化剂的重要性,虽然资源有限,但也能促进工业的起步;这一点在第二次工业革命发展的过程中应验了。然而,他们却没有制定战略帮助已经萌芽生长的企业,帮助他们变得更有竞争优势;例如,帮助他们获得便宜的原料来源、为他们提供相关的技术以生产高质量、有竞争优势的产品、帮助他们从良好的国际贸易协议中受益、提供有利的和创新型的管理以及无偿的支持。加纳当前的扶贫计划中,将振兴生产型企业作为他们的主线。然而,由于缺乏实现可持续财富创造的机制,所以很多期望的效果还没有实现。

加纳是个潜在的富裕国家。农业生产以及原生性自然资源(如黄金和木材)的出口构成了加纳经济坚实的基础。因此,加纳为了复兴工业发展而采取提高农业生产、发挥自然资源优势的方式并不为奇。但问题在于,要通过这一方式获得最大效益,定位问题是很难分析的。

因此,国家的贫穷是由管理问题造成。换句话说,利用加纳有利的条件——丰富的自然资源、人力资源、大型生产企业、出口各种产品的无限潜力,国家经济的命运一定会扭转的,并惠及那些最贫穷的人们。

尼日利亚

Felix Atume



尼日利亚(以及撒哈拉以南的许多非洲国家)的工程行业发展所面临的主要问题是工程师极少参与到政策事项中。政治领导者似乎不考虑工程师和工程行业在社会发展中的作用。有大量的例子可以说明,尼日利亚各层政府都展开大规模的基础设施建设,但是对工程行业并没有足够的投入,结果花费了大量的资金但没有得到预想的效果。可悲的是,非洲工程师在政府中很少甚至根本没有发言权;他们对各种决策,特别是发展规划不能产生任何影响。因此,政府忽视了工程,即使投入再多的资源,社会发展还是停滞

不前。只有当工程师参与到政策事宜中,才能牢固工程行业,才能在政府中有发言权。

长期以来造成的不良的影响是,非洲很多年轻人已经没有兴趣加入工程行业。他们纷纷涌向法律、经济、会计、营销等行业。结果,工程在社会中的地位下降。工程的发展必须通过挑战;如果非洲的工程师要站起来迎接挑战,就必须接受他们领导人的挑战。非洲工程专业发展衰退的原因如下(但不限于以下几点):

毕业后工资少:一名大学工程专业的毕业生,如果有幸进入尼日利亚的政府机构,每月可挣 200 美元的工资。

缺少未来发展的机会:尼日利亚工科毕业生就业机会很少,例如,该国只有 4 个炼油厂,但没有一个是满负荷运作(尼日利亚是世界上第六大原油生产者),因此,化学工程师、机械工程师、土木工程师的就业机会很有限。过去的 3 年中,有 300 多个纺织厂倒闭,目前尼日利亚只从日本、欧洲、中国进口纺织成品。生产轮胎的大型企业已经搬到南非,所有的汽车制造厂不是倒闭就是低效率地经营。由于工业发展缓慢,就业机会较少,因此,尼日利亚的工程师毕业后平均要等上四年才能找到第一份工作。目前,尼日利亚的大学和技术院校每年培养 3500 名工程师。对于一个 1.4 亿人口的国家来说,这一数量的确太少,尽管如此,他们还是找不到工作。

基础设施缺乏维护:技术设施的维护能够提供很多就业机会,但不幸的是,这里似乎还没有维护基础设施的习惯,这个严重的问题不仅仅存在于尼日利亚,甚至在非洲都是如此。工程师很少参与到道路、桥梁、机场、港口、学校、医院以及其他关键性的公共建设中。反过来,就会导致社会对工程、对工程师的负面认识。

尼日利亚的工程师很少参与大型工程项目:当地的工程师没有积极地参与到尼日利亚大型的工程项目中。在石油和天然气部门,早在 20 世纪 60 年代早期,尼日利亚就开始开采有商业价值的石油,但到目前为止,尼日利亚在这一领域的参与仍然是相当有限的。2002 年,尼日利亚在石油和天然气领域的工程师的比例还不到 10%,尽管这些领域的项目有所增加,2010 年底,其比例也占 30%。类似的例子还出现在大型基础设施的项目中,这些项目大都由跨国企业开发。所有这些状况都阻碍了当地工程能力的发展提高,进一步导致当地工程师之间紧张的关系。因此,需要制定更多促进当地工程能力的政策。

工程教育的质量:UNESCO 建议,政府应该把年度预算的 25% 投入到教育上,但尼日利亚政府之前只投入了 1.8%。结果,很多工程学校装配不足,使用过时的设备,不能有效提高学生的学习质量;而且也不重视创业精神的培养。在这种条件下,我们如何培养工程师呢?尼日利亚必须加大对工程教育的投入,才能提高社会发展所需的工程能力。

5.3.2 阿拉伯国家

突尼斯

Kamel Ayadi



在阿拉伯地区以及非洲,突尼斯常常因为自己的科学和技术政策被当做一个典型的例子。GDP 的 1.2% 投入到科研,2.2% 投入到高等教育,大约只有 8% 投入到教育中,这使突尼斯在发展中国家中排行很高。由于资源有限,突尼斯不得不依赖国家的劳动力资源,并以本国受到高等教育的劳动力而自豪。50 年前自突尼斯独立后,就一直把教育作为重中之重。如今,突尼斯小学的录取率是 100%,大学教育的录取率已经接近 40%。过去 20 年里,GDP 的增长率稳定保持在 5.5%,人均 GDP 达 7938 美元(平均购买力)。所有大学毕业生中女性占 51%,所有社会劳动力中,女性比例高达 33.3%。

尽管突尼斯取得了这些成就,但仍然面临着严峻的挑战,特别是大学毕业生中较高的失业率。要把失业率降到正常的水平,就要促进经济增长到达新的纪录,稳定以知识为基础的工业,提供更有价值的服务。突尼斯正在努力改变它的声誉,成为一个拥有技能娴熟又廉价的人力和廉价物质资源的国家。20 世纪 70 年代中期,在解放运动中萌芽的近海地区纺织业就是这样。该行业大部分采取外包的形式,技术附加值相对较低。这就解释了工程师在纺织行业所发挥的不轻不重的作用,但是,工程师在其他行业的发展中却起到了重要的作用,如基础设施建设和农业。

在工程师联合会 (Tableau de l'Ordre des Ingénieurs) 注册的工程师数量已达 22000 人,但实际工作的工程师远远超过这个数字,甚至可能超过 3 万人。突尼斯每年有 3000 名工科大学生毕业于 16 所工程学校和学院,同时还有大量的工程师在国外接受培训。尽管新的工科毕业生数量在过去五年里增长了一倍,但与突尼斯规模大小和经济发展相当的其他国家相比,这一数量还是较少的。突尼斯工程师的比例是 0.3% (突尼斯的总人口是 1000 万),和发达国家的 0.8% ~ 1.5% 的比例,以及新兴国家 0.4% ~ 0.7% 的比例

相比,突尼斯仍落后于发达国家和新兴国家。突尼斯总理最近宣布了一个目标,即在短期内将毕业生的数量增加一倍,以维持本国的经济增长、满足企业的需求,特别是国外投资者的需求。

突尼斯于1956年宣布独立以来,工程是本国历史上少有的几个专业之一。工程师在新国家的建设中发挥了重要的作用。他们肩负了殖民者离开后留下的任务,特别是经济的发展和设备的运行。此时,工程师轻而易举地在政府和国有企业中取得一席之地,这些都是经济发展的主要推动力。当时在突尼斯作为一名工程师可以得到经济和社会上的双重回报。由于这一传统观念,连续二三十年来,工程学对优秀的学生来说就变得格外有吸引力。然而,这一状况在过去几年里发生了本质的变化。人们发现,突尼斯年青一代对工程研究的兴趣急剧下降,令人担忧。

尽管突尼斯第一所工程学校可追溯到一个世纪之前,但工程教育的经验却不是那么久远,而是始于近代。在一个相对较短的时期内,不超过40年,突尼斯就建立了全国工程体系的网络,并以培养技能娴熟的工程师而闻名于世。这些学校能够为工程师提供日益增多的经济来源,特别是20世纪80年代,国有企业和政府机构就是工程师的主要雇主。工程院校的作用仅限于满足公共部门的需求,课程也是专为满足这一需求而设计的。几年之后,当公共部门对工程师的需求有所下降,甚至达到饱和状态时,工程师的就业机会也随之减少,工程专业的学生开始首次经历失业的现实。

20世纪80年代末实施了经济改革,私营部门作为新的经济力量出现了。这一改革刺激了就业市场,对技术熟练的工程师的需求有所增加,特别是和欧洲企业进行激烈竞争的私营企业。就业市场的多样化为工科毕业生提供了新的就业机会,但也增加了对技术的新要求。这时,也首次出现了对工程教育模式和课程的批判。显然,在一个开放的经济体中,按照私有经济成分的要求和不同的需求,工程师的教育不可能再按照旧方式进行了。对工程教育的批判主要集中在理论研究、学生缺少实际操作经验上。大学和行业之间的交流很少。双方都在各自的发展道路上,很少交流和合作。设计的课程根本达不到企业制定的新的职业能力素质要求,因此,新毕业的大学生就业能力较低。对工程教育的批判还集中在:传授分析技能时忽视了“软技能”的重要性,包括交流能力、管理能力、团队工作以及领导能力。

由于工程院校缺乏自主权,没有按照国际标准重设自己课程的准备,因此他们响应新需求的速度很缓慢。高等工程教育体系不具备使其适应就业市场快速发展需求的机制,特别是在技术的变化能够直接影响教育的领域。而且体系中还没有认证、质量控制以及评估,这些都是为调整工程学课程提供监管的机制。

1992年,突尼斯第一次尝试解决这些问题。其中一项主要措施就是改变工程培训的教育结构。之前,工程文凭是按照法国模式制定的,培养两种类型的工程师和一种技师,一个是朝着设计和概念的方向,培养精英工程师;另一个是为生产市场培养的技师(假设生产活动比设计对工程师的要求低)。1992年的改革将两种工程学位合并成一个长达5

年的学位,技师的培训时间也加长到3年。培训技师的院校机构增加了很多,以解决技师短缺的问题。改革之前,培养的工程师数量是培养技师数量的3倍。现在,这个金字塔扭转了。而且课程也改进了,加入了“软技能”、实践课程以及“交替式教育”,这使学生灵活安排课堂和行业实习的时间。

2008年2月,根据新的《高等教育指导法》,突尼斯首次将工程教育认证和质量控制纳入高等教育法律框架中。这是突尼斯高等教育管理范围内的一项革命性且进步的法律条款,也首次为高等教育机构和教授树立起了责任,大学可以自治、增加了质量控制、评估和认证的机制。实施这些条款,是按照国际标准建立有效的高等教育体系所必需的首要条件。

为提高毕业生的就业能力、调整课程以满足就业市场的需求,这次改革还采取了其他一些措施。这次改革是继突尼斯决定采用LMD教育模式(许可-硕士-博士)两年之后实行的,遵循了《博洛尼亚进程》带来的欧洲高等教育趋势。突尼斯的经济和欧洲市场有着密切的联系,大部分国外投资都来自欧洲,但这种情况正在变化,教育系统不得不进一步适应新的市场状况。没有这些努力措施,突尼斯无法留住国内最优秀的学生,也无法将国外学生以及专业学者吸引到国内的教育机构中。

突尼斯的宏伟目标是成为区域高增值服务的中心,成为外包各种先进工作的枢纽。如果突尼斯成为区域的高等教育楷模,那么这个目标就基本实现了。

黎巴嫩

Abdel Menhem Alameddine



迎接未来的挑战——阿拉伯世界的私立工程教育

不为社会利益着想的大学永远不会得到社会大众的拥护,也永远不会成为社会顶级联盟的一员。大学作为一个机构,在社会现代化进程和人类发展史中发挥了极其重要的作用。大学在历史上就被认为学术好奇心以及哲学知识的圣地、是社会精英的中心;20世纪的大众教育更是将大学推到国家的社会和经济生活的中心位置。这一新的趋势使高等教育机构在当地经济发展和城市、国家战略规划中扮演着关键的角色。

科研创新就是一所成功大学的代名词。我们现在无法想象一所只提供技术知识的

大学、技术院校或是学院。为了在技术知识方面取得进展,大学就要创新科研,在科学和人文科学上探索新的思路和工具。这是我们教育系统的核心所在,但在阿拉伯世界,这个核心却不被认可。我们有多少所大学或者成立了多少西方大学的附属院校都不重要,重要的是,我们在研究、科学和技术的探索上投入了多少。因此,科研不是增值活动,而是 21 世纪大学成功最重要的条件。

工程学院不是我们国家发展的关键因素,不同于发达国家的工程院校,它们不仅是社会发展的缔造者,还是合作者。的确,不管是地方的发展还是国家的发展,很大程度上都依赖于工程学院的专业技术和知识。随着海湾地区的繁荣,石油价格再创历史新高后,阿拉伯世界正在启动巨大的建设项目。为满足市场的需求,每年都要雇用上千名的工程师。这是阿拉伯工程院校受益于社会繁荣的绝好机会,从而实现工程学的创新发展。但是他们还没有抓住这个机遇。

在过去的十年里,新的私立工程院校迅速发展起来,但没有受到严格的监督。当前我们倾向于支持并赞扬他们的成功;但是,这存在着“教育重叠”、消费主义、商业化的危险。自从我们仿照西方的教育模式或者模仿本地区有声望的大学以来,“教育重叠”就是一个至关重要的问题。这一趋势会恶化素质教育,并导致教育领域产生消费主义和商业化;这种机构在经营生意,教育往往不是他们的首要任务。

私立工程院校的角色

随着资本和技术的增加和流动,私立工程学校和学院不得不迎接世界所面临的新挑战。阿拉伯世界的私立工程教育有一个特殊的作用,即培养现代世界正在寻找的知识。阿拉伯地区的公立大学因能力有限,无法适应世界迅速发生的变化;因此,工程学领域的私立教育就得到了一个良机,其实是一个商机,即创新并协助建立一个竞争性的知识社会。亚洲的新加坡和马来西亚就是这样的例子,他们具有很大的潜力,成为大学、国家和商业之间的合作伙伴。

因此,真正的挑战在于创新,而不在于阿拉伯国家模仿其他地方的工程教育。工程教育在历史上就包括这些众所周知的领域:土木、电气和机械。随着计算机的发明以及信息技术的发展,这些领域都扩大发展,并成为专业化的领域。几乎每年都有新的工程领域引进到高等教育中。这些领域通常是应劳动力市场的需求应运而生的。阿拉伯地区的大学必须采取跨学科的方法,这样才能适应世界的发展变化、才能复兴阿拉伯的建筑、商业、通信、创新等。如果 19 世纪的阿拉伯复兴是阿拉伯文化认同的一次革命,现在有必要复兴工程学的教学;而且,由于人们的期望很高,世界变化又如此之快,所以他们没有失败的机会。

阿拉伯学者应该为他们的历史而自豪,从历史中学习并从中构建自己的未来。纵观阿拉伯对工程的贡献,我们都会感到自豪,诸如水轮、储水器、灌溉技术、固定位置的水井以及滴水钟。860 年,Musa ibn Shakir 的三个儿子发表了《巧夺天工之书》,描述了 100 个技术建筑。al - Kindi 是最早的哲学家之一,写了有关比重、潮汐、光的反射、光学的书。Al - Haytham(在欧洲被尊称为 Alhazen)在 10 世纪写了关于光学的书——《光学论》。他

解说了对光成像、解说了神秘的彩虹以及反射成像的原理(促进了摄影工具的产生)。Al-Haytham 并没有把自己局限在科学的一个领域里,而是像阿拉伯其他许多科学家和哲学家一样,探索了物理学、天文学、数学并做出了很大的贡献。

因此,阿拉伯私立教育机构面临的挑战是,从辉煌的历史中得到启发,在迅速全球化的世界中建立具有竞争优势、创新的工程学院。阿拉伯世界不是孤立的,我们应该像其他国家学习,像亚洲的日本、韩国、新加坡以及马来西亚,向他们学习如何把理论和实践结合起来。我们对国家和祖国下一代的责任是,承认当前的工程专业情况并不是它本身应该有的,也不是它所需要的。阿拉伯国家应该有决心,通过高等教育的政府部门和专业组织,使教育体系更有弹性,从而采取新的发展方案、改善现存方案、有效督查认证协会,最终确保私立教育机构的工程教育质量。

约旦

约旦工程师协会



约旦东临伊拉克、西与巴勒斯坦为邻、北与叙利亚接壤、南与沙特阿拉伯相连。约旦是古代文化之间的连接,一些文化可追溯到古代美索不达米亚和埃及。约旦是一个规模中等的国家,拥有国土面积 89287 平方千米,总人口 550 万^①,人口增长速度为每年 2.8% (世界平均增长速度为 1.3%)。约旦有 80.2% 的人口都在 30 岁以下。

注册工程职业协会成立于 1958 年,1972 年改名为约旦工程师协会(JEA)。JEA 有两个总部,分别位于安曼和耶路撒冷,后者为住在约旦河西岸巴勒斯坦领土的工程师提供注册服务。

该协会的宗旨和目标是:

◇ 创建工程职业组织,以提高组织的科学性和职业水平,使其在经济、文化以及泛阿拉伯地区的流动中受益;

^① Census of 2004

- ◇ 保护会员的利益和尊严,保持职业组织的传统和荣誉;
- ◇ 提高工程师的技术水平和职业水平,促进和支持工程的科学研究;
- ◇ 致力于工程、工业、职业教育项目的规划和发展,努力提高工程领域员工的工作效率;
- ◇ 致力于阿拉伯、伊斯兰国家以及其他国家间共性课题的研究,促进信息、专业知识、工程出版物等方面的交流;
- ◇ 一旦工程师退休或出现工残或其他紧急情况,要确保工程师和家人良好的生活水平;
- ◇ 致力于任何有助于实现协会目标的事项;
- ◇ 在专业领域作为一个咨询机构与领域里的其他官方机构合作、协调发展;
- ◇ 与阿拉伯国家、伊斯兰国家以及国际职业工程联盟合作、协调发展,并成为他们中的一员。

2007年,约旦工程师协会注册的工程师总人数为70829人,每年增加7%左右。和总人口相比,这相当于每一千人就有11名工程师,是世界上比例最高的国家之一。该协会有1200家公司,6230名员工。大约有8828名工程师在政府部门工作,9950名在承包公司、工厂、私营企业工作。大约8400名注册工程师在国外工作;在耶路撒冷注册的工程师数量达5000人。

由于工程师在社会的良好声誉,对工程感兴趣并加入工程科学领域和JEA的人越来越多。现在有更多的工程教育机构,选择工程专业的机会也随之增加。特别是建筑业,还有其他工程行业都得益于工程专业强劲的发展,还包括其他几个国家为工程行业开放的新市场。另外,越来越多的阿拉伯国家的工程师来约旦工作。公共和私立部门恪守JEA的规章制度,并在该领域开展了良好的合作项目。由协会委员会决议并实施的工程师工资制度(2008年生效)规定,刚毕业的大学生工程师的最低工资应该是400约旦第纳尔(560美元);对于拥有12年工作经验的工程师,最低工资是1350约旦第纳尔(1900美元)。

表5-4 2007年各工程行业分支及国籍的JEA成员

分支/国际	约旦	阿拉伯	外国	总计
土木	19071	849	203	21123
建筑	5432	469	49	5950
机械	14368	317	45	14730
电子	23762	506	31	24299
采矿	915	15	3	933
化工	4728	60	6	4794
总计	68276	2216	337	70829
比例	96.4%	3.1%	0.5%	100%

5.3.3 亚太地区

中国

钟义信



根据 2005 年的统计,中国 3500 万知识分子中,有 1000 万是工程师。中国每年有 1300 万工程毕业生,包括 65 万大学毕业生。因此,中国是世界上拥有工程师最多的国家。然而,在过去几年里,中国工程师贡献的工程项目却相对较少,这也是中国工程教育所关注的问题之一。

工程教育改革是中国近来取得的显著成功之一。中国的工程教育不同于西方国家的工程教育,西方国家面临的典型问题都不是中国的问题,例如女性参与工程行业以及工程教育的入学率问题。然而,和其他国家一样,工程教育改革的呼声在中国越来越大。呼吁的重点在加强学生的创新能力、利用更多实践培训提高学生的实践能力。

在中国,一名工科大学生要接受四年的教育。学生在基础课程上要花费两年的时间,如数学、物理、化学、人文科学、社会科学等,专业课需要一年半的时间,最后六个月是项目实践时间。学生的大部分时间都用在教室里向老师学习和在实验室里做实验,所以他们很少有机会在科研或者项目中亲身实践自己的能力。另外,工程学覆盖的范围很有限。一名大学工科学生只拥有现实生活中工程行业所需的一部分知识。

对中国工程教育改革提出的,并得到广泛认可的建议有:

- ◇ 拓展工程教育,并适当覆盖工程行业的实践;
- ◇ 优化课程结构,使其包括最新的知识;
- ◇ 改革教学方式,增加教师和学生之间的互动交流;
- ◇ 鼓励学生在课堂内外提出更多的问题;
- ◇ 加强实验室的研究并开展相关培训;
- ◇ 为学生提供更多行业实践的机会;

- ◇ 招聘新的富有工程实践经验的大学教师；
- ◇ 在大学和行业之间建立紧密的联系。

印度

Prem Shanker Goel 和 Arvind K. Poothia



在过去的几年中,印度 GDP 实现了 8% ~9% 的增长,很大程度上是因为信息科技的发展、信息科技化的服务以及核心工业产量的增长。这也和越来越多年轻自信的人才有关。之前印度是几种商品的进口国和受援国,现在,已经成为成品和服务的出口国,还向不发达国家提供援助。全球化为印度开创了机遇,例如,外包信息科技和工程服务工作的机会。

印度对工程教育有很高的期望。全球性竞争对创新和创业有着更高的要求,国际认证对工程教育要求有新的观点,这一切都要求印度的工程教育系统及时并适当地做出回应。

“技术拒绝制”要求战略部门创新;在几个关键领域的技术开发上,印度取得了出色的成绩:航空、国防以及核能源。技术拒绝不仅仅局限于军事部门。随着人们认识到“购买技术”已经过时,即当前的技术已无法购买,技术的发展便成为一项紧急任务。在发展中国家的管理创新必须考虑到一些特殊需求和特殊情况,诸如:符合当地的需求、资源和文化、易于使用且担负得起的技术、就业差距和就业机遇等。

一些高等技术机构已经建立了创新、创业以及发展中心,如 13 个印度理工学院(IITs)和 20 个国家理工学院(NITs)。他们的主要职能是,将商业价值附加在学术知识上;销售知识以及基础设施资源,从而促进国家发展。

IITs 分布在国家各个地方,代表了高等技术学校,体现了国家制度的重要性。只有通过在全国各地各中心同时举行的国家统一考试,才能进入 IITs。每年有 30 万学生竞争 4000 个名额,录取率仅为 75:1。

印度工程教育系统的特点是:私立大学(经费自给)占多数,在所有大学中的比例为 80%;教师极其短缺,大约缺少 4 万个;急缺博士,约 1.5 万名;技术硕士毕业生短缺,约 3 万名;培养出的博士极少;国内人才流失严重(特别是工程专业的学生在工程专业范围外

的信息科技领域和管理方向寻找就业机会)。工程教育的质量保证是由国家认证委员会负责的,该委员会目前正在申请《华盛顿协议》的成员资格。

为了提高毕业生的技能和就业能力,行业一直积极地与学术界合作。提高就业能力和人才管理是解决年轻工程师问题的关键所在,他们的就业准备和就业期望即将成为严重的问题。雇主对技术机构的学术教育和就业能力教育极其不满,已经出现一些缩小这一差距的战略,诸如“精修学校”、课堂辅助的实践经验等。个别行业的人才流失率很高,因此包括识别人才、吸引人才、留住人才等人才战略管理非常重要。

尽管迅速发展的中产阶级分享了全球化发展的成果,能够利用先进技术的优势,包括互联网和移动电话等,但是还有很大比例的人口没有接受教育而无法接触这些科技,因此也无法实现繁荣发展。这已经造成了教育、科技、信息以及生活质量的不平等。此外,印度还面临着能源、水、高级人才等资源的严重紧缺。很多领域还存在着各种挑战,如努力确保更多的人受益于社会的平衡发展,采取可持续的发展道路,确保教育的录取,平等和质量,确保人们的就业和就业能力,提高人们的文化素养以及科学技术素养。

当然,印度在工程领域取得了举世瞩目的成就,比如,航空科学和技术、信息技术服务、生物科技、再生能源技术等。用于交通的新燃料已有所增加,用于动力、烹饪、加热、冷却的再生能源技术也逐渐增加。工业逐渐意识到“三重底线”(人力、利润、地球)的重要性。对印度工程行业的期望的确有望实现。

马来西亚

Azni Idris 和 Rohani Hashim



发达国家和发展中国家之间存在着严重的经济不平等和社会不平等。很多差距的原因根植于一个国家长期的发展过程中,包括政治的、历史的、社会的、文化的、经济的以及地理因素,也有与其他国家之间的关系等。

这些不平等现象也是由于他们的科学和技术设施的差别以及所实施的科学和工程政策的不同而产生的。一个国家发展科技所必备的前提条件是,拥有良好的教育系统和丰富的工程人力资源(这些都是日本第二次世界大战后经济取得成功的关键因素)。

在发展中国家,一项全面的科学和工程政策能够促进经济的发展和人类的发展等很

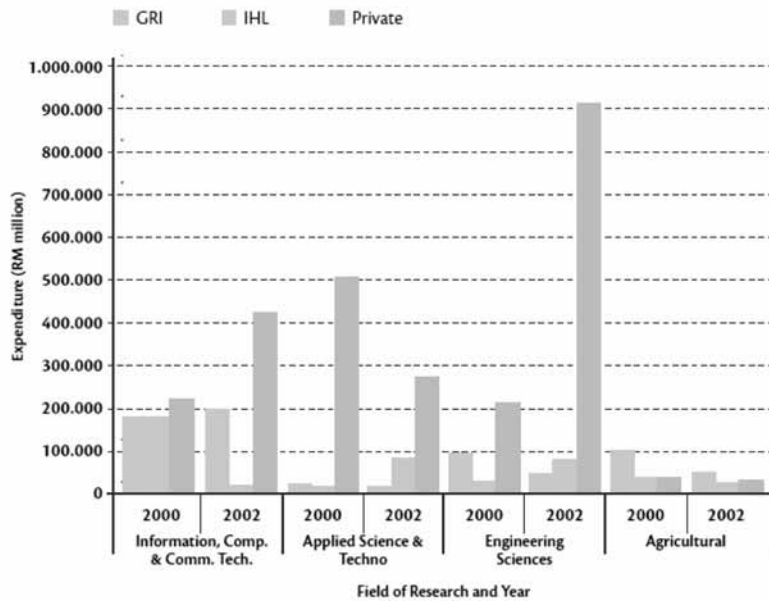


图 5-3 2000~2002 年期间各部门的科研经费支出状况

多方面的发展。然而,只有当整个部门(研究机构、大学、研究重点、人力资源包括富有创造力的科学家)完整地综合在一起时,科学和工程政策才能发挥作用。因此,发展中国家的战略之一是:加大科研支出、规划科学和工程部门的优先次序,并为他们制订短期、中期和长期计划。

许多发展中国家为科学和技术的发展做出了重要的贡献。通过工程行业对科学的应用在发展中国家创造了一个追求科学和工程教育的氛围,在这些发展中国家,资助科学和工程类的企业被普遍认为是一种重要的、长期的投资。

工程研究和发展

马来西亚是一个经历了迅速发展变化的国家,主要以工业和技术研究带动经济强劲发展的方式。2001~2005 年期间,国家对科研的投入资金达 12 亿吉兰特(3.4 亿美元)。即研发支出占 GDP 的比例为 0.69% (GERD/GDP)。和发达的邻国或地区相比,这一数字还是低的,例如,2000 年澳大利亚为 1.53%;中国台湾为 2.05%;韩国为 2.68%。相对而言,马来西亚在研发上的支出还是符合其发展水平的(MOSTI,2005)。^①

如图 5-3 所示,2002 年马来西亚 39.1% 的研发支出用在了工程科学研究;英国 60% 的科研支出用在了科学和工程学,这表明了工业和技术研究在英国经济发展中的重要性。

通过与其他部门对比可知,马来西亚的私营部门将工程科学作为工作的第一重点,其次是信息和通信技术、应用科学和技术。在发达国家中,工业发展的贡献很高,例如,

^① MOSTI. 2005. Ministry of Science and Technology and Innovation, Report on Malaysian Science and Technology Indicators, 2004 Report.

澳大利亚科研资金中,60%都来自公司企业(包括现金以及其他形式的资助);2003年,韩国科研资金中,75.1%来自工业的贡献(MOSTI,2006)。^①

一个国家的技术发展程度和先进程度一部分是由科研成果的数量决定的,特别是提交的专利申请数量和批准的数量。马来西亚批准的大部分专利来自应用科学和技术部门,其中自1988年,化学和冶金领域通过批准的专利达28%。2002年,与工程相关的专利达47%(MOSTI,2005)。

专利产生的效率可用来衡量研究创新的指标,也可用来衡量发展中国家和发达国家的基准。图5-4列出了马来西亚、东南亚国家以及部分发达国家的专利总量的对比,除了新加坡以外,东南亚国家的专利数量相对来说都不是很高。原因可能是研究成果质量低、创新策略落后(研究人员忽视知识产权保护)、专利商业化的数量少。相反,美国、德国、中国台湾、新加坡等国家和地区的专利数量明显增长,他们注重创新的推动作用,更加重视技术的研究和开发。

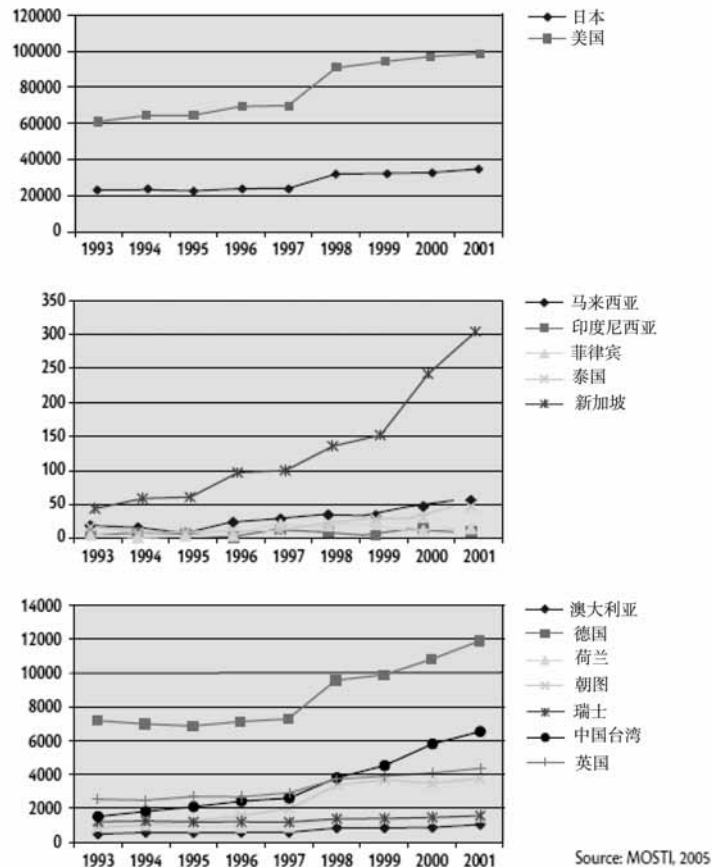


图 5-4 部分国家和地区 2001 年的专利数量

马来西亚规划的科学和技术研究项目已经取得了重大的成功,且其公共资金基本上

^① MOSTI. 2006. Ministry of Science and Technology and Innovation, Report on Evaluation of R&D Projects Funded Under IRPA in 7th Malaysia Plan.

用于支持应用科学和工程研究。注重创新的研究以及科研进一步商业化的发展创造了很多新的成果,这些成果有利于工业的发展、人们就业以及国家的建设。

日本

Yumio Ishii



日本如何成为亚洲地区唯一一个没有沦为西方强国殖民地的国家,尽管该国的现代化建设落后于西方文明 100 年,但是如何取得现代化建设的成功?为什么日本能够从第二次世界大战的惨败中恢复过来,又取得经济发展的繁荣?答案就是教育和技术的开发及应用。然而,日本取得的成功能持续到 21 世纪吗?日本社会面临着什么问题?解决这些问题的可能方法又是什么?这些问题都是从一个土木工程师的角度出发的,土木工程师通过基础设施建设为日本的发展作出了自己的贡献。

日本发展的基础——江户时代的科学和技术

江户时代(1603 ~ 1867 年)是日本封建统治的最后一个时代,但不是一个黑暗的年代,而是一个唤醒的时代,是科学和技术取得进步的时代。举个例子,当时的技术已经完成了日本列岛的地图测绘。商业上,货币兑换系统跨越封地的边界;和西方国家相比,工业革命来得较晚。可用的动力来源是牛、水轮车、风力(在航行的船舶中),还没有生产加工系统。在河堤建设、水稻田、灌溉系统、海岸填海工程、港口发展、道路建设以及桥梁建设等方面取得了进步。在 17 世纪初,日本最大的河流利根川被彻底改建以保护东京免受洪涝。东京成为当时世界上人口最多的城市,达 100 万。东京当时有一个复杂的供水系统,但是没有排水系统,但是他们有一个技巧,将粪便转化为肥料,最终变成农产品。东京是当时世界上最清洁的城市。

现代化建设的胜利——明治维新

1867 年的革命运动或者称为“明治维新运动”将统治权从将军首领转移到天皇手里。这就是日本现代化建设的开端。现代化建设以日本民众的高水平教育为基础,从而成功地引进了新的技术。普通百姓都花钱把自己的孩子送到寺子屋私立学校学习读书、写字、算数;哪怕自己挨饿,百姓也要让自己的孩子接受教育。教育让人们有一种很强的民族认同感,这有助于日本反对西方强国的入侵(和中国当时的半殖民地地位相对)。政

府为技术发展和技术应用而制定的政策也有力地推动了现代化建设的发展。

日本政府雇用了 146 名国外土木工程师作为咨询顾问。1872 年,日本铁路通车,仅仅 30 年后,日本铁路网就覆盖了整个国家。现代化的供水系统和排水系统在大城市开始安装使用。水力发电和输电网也已建好。大型排水渠道和河道整治工程极大地促进了市区和工业地带的发展。因此,在 20 世纪初,日本工业革命在现代化开始仅仅 40 年就完成了,此时的日本基本赶上了西方国家。

第二次世界大战后的重建和经济增长

1945 年,日本在战争中的失败也被认为是在科技领域的失败。日本重新学习明治维新的经验,并从成功的经验中吸取教训。于是,教育又被放在一个更重要的位置上。中学教育改为义务教育,并且为高中和大学学生提供更多读书的机会。西化金融和经济系统、委任国外咨询顾问、派遣更多的学生到国外学习、引进西方的生产技术,这一切都帮助日本的经济快速恢复。1961 年,为了给人民做出成绩,日本首相提出了一个国家计划,即在 10 年内将国民收入翻一番。而这个计划仅仅用了 6 年的时间就完成了。接下来,日本从西方引进了承包商和咨询工程师制度。又从美国引进了规划、工程技术和一些新的概念,如公路网理论、成本 - 利润分析、水坝的新型设计、机械化生产。土木工程的发展成就了许多主要的基础设施,如新干线铁路,并再次为经济的增长打下了基础。但同时也出现了一些新的问题,如污染、生态系统的破坏以及过快的都市化进程。



© Steve Nagata

Honda 的 ASIMO 机器人

当前的挑战:经济危机以及从经济大萧条中吸取的教训

第二次世界大战后,作为新政的部分而建设的田纳西州流域管理局工程、洲际公路网等水坝工程解决了大萧条的问题,也形成了美国经济增长的基础。日本效仿了美国的例子,利用“大政府”促进对基础设施的公共投资,作为战后经济恢复的基础。这的确促进了日本的经济增长。然而,20 世纪 80 年代,因跟随西方的市场原教旨主义,日本转向“小政府”并减少政府的投资。重点转移后,社会不公平和分歧也扩大了。1998 年,公共投资经历一个高潮后便开始下降,到 2008 年,政府投资几乎减少了一半。人们普遍认为,市场原教旨主义就是导致日本经历经济危机的原因,也是世界经济面临危机的原因。

新政的结果表明,通过工作保障和公共投资的形式扩大内需的短期经济刺激,再加上长期的经济政策和基础设施投资才是解决这一危机的方法。重要的是,从长远来看,

公共投资促进了日本基础设施的建设,因此基础设施也成为贡献社会发展的资产。

同时,我们要减缓并适应气候变化。即使减少温室气体的排放,气候变化的趋势仍会持续,所以首要的措施就是基础设施。因此,需要关注基础设施防灾措施,如河岸、防坡堤、堤坝、预警系统,以及非基础设施的措施,如规范土地使用。但这些措施只能由“大政府”来实施。

未来的挑战:气候变化

日本已经是世界上最节能的先进经济体之一。战胜两次石油危机后,日本减少了温室气体的排放。日本人均排放量已达发达国家最低水平,也是世界上每单位 GDP 中耗能最少的国家。在这个新领域,日本显示了自己领导的能力。据估算,土木工程和建筑活动就占温室气体排放量的 40% 多。应该采取措施来改善,如合理的生产材料(钢、水泥)、减少施工工序和交通流量、改变交通方式等。在这些基础设施和非基础设施的工作中,工程师将发挥关键性的作用。

未来的挑战:人口结构变化和代际更替

1945 年战争结束的时候,日本的人口是 7200 万,年龄在 65 岁及以上的人口比例仅为 5%。2004 年,人口猛涨至 1.28 亿,且老龄人口比例上升至 20%。到 2050 年,人口将减少至 1.01 亿,老龄人口比例上升至 36%。日本的经济如何支持这一变化的状况?历史已经证明,女性参与劳动的人数增加与总人口增加的影响是一样的;改善交通基础设施增加通勤人数(包括海外游客),与人口增加也有同样的效果;即使人口基数不大,基础设施的更新也会有利于提高日本的生产率,从而增加不断发展的海外市场贸易。

年青一代对科学的冷漠

然而,年轻人对科学和技术的冷淡是日本经济面临的严重问题。这一问题的根源有:金钱至上这一概念的流传,这或许是市场原教旨主义催生出来的,从而导致了人们对科学和技术职业兴趣的下降;科学家和工程师在社会和经济中的地位低下,而且这一状况因为成本导向的心态而继续恶化(而且,2005 年提高公共工程质量的法案首次规定,评估公共采购不仅要以质量衡量,也要以成本衡量);在科学和技术领域,特别是在土木工程领域,人们常常隐瞒自己的姓名,因为在日本的文化中,匿名专家被认为是有涵养的、优雅的人。

促进日本的工程、科学和技术发展

对于没有丰富资源的日本来说,促进科学和技术,特别是工程行业的发展是至关重要的。像许多发达国家一样,日本也面临着许多问题,诸如老龄化、儿童数量较少、年轻人对工程学兴趣的下降、全球化技术竞争激烈导致对科学和工程伦理维度的负面观点越来越多。日本正在努力解决其中的一些问题,下面是几个案例。

《科学技术基本法》和《科学技术基本计划》

1995 年,日本颁布了《科学技术基本法》,利用更多有效的计划来强化和提高这些领

域的发展,同时阐明了国家和地方组织的角色。在这一基本法的基础上,政府制订和实施了长达五年的《科学技术基本计划》。第三个基本计划(2006~2010年)着重于“科学和技术由政府支持,并造福于社会”和“促进人力资源的发展,营造一个竞争性的科研环境”。这一计划继承了第二个基本计划的三个概念,即“一个国家要通过创造科学知识、利用科学知识为世界做出贡献”、“一个国家要具备国际竞争力,维持可持续发展的能力”、“一个国家要保障人民生活的安全 and 质量”。日本文部科学省(MEXT)提倡基础研究,并高度重视生命科学、信息和通信、环境、纳米技术和材料、能源、生产制造、技术设施和前沿科学等领域。

提高科学家和工程师的伦理观

1999年,日本职业工程师学会(IPEJ)修订了1911年制定的伦理大纲。同年,日本土木工程学会(JSCE)也更新了职业道德规范的基本原则和实用指南;2007年,JSCE成立了职业伦理和社会责任委员会,负责培训工业、大学等的工程师所用的材料。2006年,日本科学委员会(SCJ)发表了一份声明,内容包含《科学家行为准则》、《科学家自我履行行为准则》,并且要求所有科学组织拟定各自新的行为准则;还要为科研工作设计并实施伦理规范。这项声明中,“科学家”的定义包含了工程师。

加强科学家、工程师与社会公众之间的交流和对话

MEXT和工程学会通过科学和技术博物展览馆、免费讲座、科学和技术咖啡研讨会等很多形式来培养人们对科技的兴趣,同时增加人们接触、体验并学习科学技术知识的机会。从1990年,每年都会针对儿童发行特定主题的科学技术白皮书(例如,2006年的主题是《粒子束世界》)。

培养大众对科学和技术的兴趣

日本科学技术总局在校园和大学中组织了机器人和动手制作大赛;还制作了很多广播节目,以广大市民和青年人易懂的方式介绍了兴趣话题、科学体验和有用的技术等。在日本,诸如“科技周”、“土木工程日”等全国范围的活动都大大增加了公众对科学和技术的兴趣。

创建一个有利于广泛参与的环境

修订法律,实施各种项目,让年轻人、老年人、女性和海外人员更容易地参与到科学技术以及工程行业的各种活动中。

适应全球化的发展

为了提高日本工程教育的质量、适应全球发展环境,1999年,日本成立了工程教育认证委员会(JABEE)。2005年6月,JABEE通过《华盛顿协议》的批准,成为其中一员。2001~2006年间,JABEE对140多所教育机构的346个专业进行了认证。

职业工程师制度

随着 1957 颁布的《职业工程师法》，日本的职业工程师制度（政府批准的工程师从业资格）也随之建立了；政府分别于 1983 年和 2000 年对《职业工程师法》进行了修订。在 2000 年修订之前，要注册“日本职业工程师”，必须拥有 7 年的工程实际经验，然后再通过一项考试。修订之后，考试主要是为了证明申请人拥有学术能力，而这一学术能力相当于大学四年的毕业生掌握的能力。根据 1995 年亚太经济合作组织（APEC）首脑会议上通过的《大阪行动议程》，APEC 区域推出了“亚太经合组织工程师资格互认项目”，以促进工程师的流动（目前有 14 个成员参与）。

总结

科学和技术在日本的经济发展过程中起到了极其重要的作用。特别是工程学，有力地支持和确保了经济的增长。随着 21 世纪的到来，日本也开始面临诸多挑战，包括经济危机、气候变化、人口减少、年青一代对科技的冷淡等，然而日本的科学家和工程师正齐心协力克服这些困难，他们已经准备好参与到国际事务中。

澳大利亚

Peter Greenwood



澳大利亚的国土面积为 770 万平方千米，管辖的海洋面积为 1350 万平方千米，与大约 200 万的人口形成鲜明的对比。澳大利亚和其他拥有相同人口的国家不同，它拥有很长的交通链和大型基础设施、有覆盖到市区以外的通信资源，还有吸引海外地区工程人力物力的资源和技术设施。因此，澳大利亚对世界贸易作出了巨大的贡献。

在丰富的矿产和能源资源的基础上，澳大利亚的经济实现了连续 10 年的增长，这也是工程师广泛参与的领域。在国际商品和服务供应中，工程师也发挥了重要的作用，而且往往是规模小、价值高的商品和服务。尽管澳大利亚已经不再主要依赖丰富的羊毛，但在商品贸易中羊毛仍有很大的交易量。澳大利亚有发达的农业、林业、渔业，为海外市场提供了粮食、木材产品、葡萄酒和啤酒、野生和养殖的鱼产品；还有其他食品，包括少量的藏红花、芥末酱以及其他国家生产啤酒所需的啤酒花。在多样化发展的时期，许多工程师在非技术领域工作也就不足为奇了。澳大利亚工程师已经投入到类似农场养鱼系

统、卫星导航控制的耕作、碳封存等各种创新型的项目中。

经济的增长是以环境(包括气候变化)的代价实现的,也给基础设施和其他群体的需求带来了压力。澳大利亚有悠久的工程和技术创新史,而且在全球化的过程中发挥了重要的作用。澳大利亚的科学家和工程师在很多领域已经建立了领导者的声誉。澳大利亚的汽车以及零件行业虽然规模小,却是一个创新的行业。造船业处于世界领先的地位,拥有诸多创新型项目,如军事造船、高速双体船等。一个成功的舰艇公司已经发展起来,也是目前能够维持和开发国家非核舰队的公司。澳大利亚还有一个低调但被高度认可的团队,在超音速飞机的研发上取得了瞩目的成绩。澳大利亚虽然储存有丰富的化石燃料,但在光电池研究和其他太阳能能源研究上也处于世界领先的地位。该国拥有很长的水力发电历史,目前也有很多其他资源投入到风力发电和地热能源的研究上。气候变化和可持续发展已经成为澳大利亚经济的主要推动力。

目前的问题是缺少训练有素的技术人员。2006年,澳大利亚专业工程师机构对200个组织进行的一项调查表明,2007年澳大利亚雇用专业工程师的组织中有超过70%遭受到了工程技术短缺的问题,82%的组织报告称,因为短缺造成了成本增加、项目延期的后果。

在很多方面,澳大利亚面临着其他发达国家同样面临的问题:

- ◇ 气候变化,包括水资源短缺、温度上升、海平面上升以及极端恶劣天气现象;
- ◇ 能源市场结构调整和改变能源结构的压力;
- ◇ 对基础设施投资的忽视,如道路和港口;
- ◇ 通信设备不足;
- ◇ 普通住房短缺;
- ◇ 学校科学专业的录取率下降,高等教育的发展面临着困难;
- ◇ 基础技术短缺,特别是工程部门;
- ◇ 国际工程师的短缺阻碍了发展效率,并且从发展中国家招聘工程师面临着职业伦理困境,而技术移民一直呈上升趋势。

澳大利亚的工程行业通过各种组织活跃在国际舞台上,比如澳大利亚工程师咨询协会(ACEA)、专业工程师和科学家协会(APESMA)以及澳大利亚工程师协会。在过去的几年里,我们的工程师曾当选为国际咨询工程师联合会(FIDIC)的主席,还有世界工程组织联合会(WFEO)的现任主席。澳大利亚的工程师也积极参与到致力于赈灾的国家注册工程师组织(RedR)和无国界工程师组织(EWB)中。联邦科学与工业研究组织(CSIRO)是政府设立的国家研究机构,该机构在很多与工程相关的领域都有分支,诸如能源、交通、通信、气候等领域。澳大利亚工程师协会在促进工程教育和工程师流动性上是国际上比较突出的机构,它通过了《华盛顿协议》和《亚太经合组织工程师协议》的认证,还参与了工程师流动论坛。

政府、工业界和工程界正在努力解决澳大利亚工程行业所面临的各种问题,以降低高技能人才预计长期短缺产生的影响。

南太平洋地区

Andrew Cleland 和 Leiatua Tom Tinai



在萨摩亚,可能和其他国家一样,“工程师”一词基本上是指汽车修理师或者后背上背着一包钳子的人。人们知道教师是做什么的、律师是做什么的、医生是做什么的、会计是做什么的、警察是做什么的。但当你提到“工程师”时,这些人就开始疑惑了(有时会问:“是修理汽车的吗?”)。这就是太平洋岛屿的工程行业所面临的关键问题之一,所以我们必须告诉人们,工程师是做什么的。



© A. Cleland - Arthur Budvietas & Fisilau Leone

大火后的汤加商店,倾斜的防火墙幸免遇难,但内部的水泥和钢筋倒塌了

南太平洋岛国大小各不相同,有接近 100 万人口的岛国(斐济岛),然后依次有 5~25 万人口的岛国(瓦努阿图、萨摩亚、汤加),还有人口不足 2 万的库克群岛,以及不到 1 万人口的纽埃岛。一个典型的南太平洋国家可能有一个或多个主岛屿,还有一些小岛屿分散在广阔的海洋中。

基础设施的状况各不相同。主岛屿的水电呈网状相互连接,只有废水处理系统是局部性的。柴油发电机是该地区共同的电力来源。主岛屿上通信系统的质量大部分都是



© A. Cleland - Arthur Budvietas & Fisilau Leone

火势蔓延到汤加合作联合会的木结构框架,摧毁了三层的楼房

好的。小岛屿之间用无线广播。机场的质量总体上是好的,许多较小的岛屿还有飞机跑道。道路的质量取决于当地的材料是否合适。高层建筑很少,建筑材料通常是进口的。常见的房子是木质的,屋顶是金属的,而商业楼房越来越多的用混凝土建设。港口设施也从木制结构升级为混凝土结构。南太平洋岛国的基础设施经常遭受到旋风的破坏,供电、供水中断,建筑、港口和道路受损都是常见的现象。

基础设施的开发很早就是国外资助的,特别是澳大利亚和新西兰的资助。澳大利亚和新西兰的建筑标准被当地作为约定俗成的标准,很多建筑项目都是由资助国家的工程师监督完成的。最近,基础设施的资金来源变得广泛起来,其中包括私营部门。

太平洋岛屿国家萨摩亚、斐济、汤加、瓦努阿图和库克群岛(太平洋的波利尼西亚家庭)的工程师都与新西兰专业工程师协会(IPENZ)有着密切的联系。所罗门群岛和巴布亚新几内亚的工程师与澳大利亚工程师协会有着密切的联系。这些国家中,萨摩亚和斐济议会已通过了专业工程师的法案,前者于1984年创建了萨摩亚专业工程师协会(IPES),后者在20世纪60年代创建了斐济工程师协会(FIE)。汤加、瓦努阿图和库克群岛等国家正在制定一个法律框架,但由于缺少合格工程师,而无法提供专业的服务,也无法判断基础设施的设计质量,无法监控基础设施的建设过程,框架的制定受到了阻碍。



© A. Cleland - Arthur Budvietas & Fisilau Leone

为小商店修建的混凝土砖墙

萨摩亚 IPES 刚建立时只有 16 人,目前的成员有 110 人。1992 年,萨摩亚国家建筑委员会制定了建筑规范。这一规范标准参考了澳大利亚和新西兰的大部分工程行业标准。其他引用和参考的标准来自 FIDIC 和英国。2007 年斐济 FIE 的注册工程师为 100 人,而 2000 年时就有 140 人。但据估算,斐济现有 300~400 位工程师。汤加没有工程机构,因此没有注册系统。汤加的工程师人数不到 20 人,其中有 16 位获得了学术资格。瓦努阿图和库克群岛都没有工程机构,也都没有注册系统。太平洋岛屿国家的大部分工程师都是在海外国家得到的资格认证。虽然人们开始担忧工程资格的标准,这甚至成为一种社会障碍,但很大一部分资格认证都是在其他岛国获得的,如巴布亚几内亚和斐济。

南太平洋完全不同于非洲的发展中国家、美洲,甚至亚洲,因为他们是穷人,并且有大量的海岸线。他们的经济规模小,工程技术上的建筑临界质量对于他们来说非常困难。具体有以下几点:

◇ 资助的工程不一定有利于当地工程能力和人力的发展;通常不允许当地的公司参与工程的建设。

◇ 建设能力较低(包含技术和贸易能力),没有良好的培训体系,没有建筑监督工人,一些建设行为并不安全。

◇ 没有较好的施工行为规范和相关的标准;缺少实用性和系统性的国家建设规范;而且,由于国家面积较小,政府和监管机构的实施和执行建筑规范的能力不足;基于类似的原因,立法、规章和规范常常过期无效或者不健全。

◇ 工程人员老龄化,将年轻人吸引到工程教育中又有很多问题和困难;那些送到澳大利亚或者新西兰去学习的人员通常留在国外;斐济、巴布亚新几内亚发放的学位,又得不到公认的国际标准的认可,如《华盛顿协议》或《悉尼协议》。

◇ 缺少新的工程知识,缺少掌握新建筑材料方法的知识。

◇ 质量和材料的多样性是个长期的问题;一些进口的材料质量低劣,当地的材料又不合适;测试材料质量的能力不足,质保可靠性太差。

◇ 旋风、海啸和地震造成很大的问题;没有处理好公共基础设施的设计以及私营部门在该地区的建设项目。

◇ 由于严酷的热带条件,设备老化问题不能得到很好的解决;从海外引进的一些技术不适用于当地的情况。

为了克服这些困难,首选的区域性方法必须覆盖整个南太平洋。IPENZ 为各个国家的工程团体的合作提供了便利条件。所有的问题都会解决,一些解决方法包括:通过南太平洋工程师联合会(SPEA)创建一个认可专业工程师身份的机构,但要按照行业专业发展的标准;遵守商定的行业能力标准以及技术的开发和利用标准(SPEA 帮助这些活动从各地区吸引更多的资金);制定南太平洋地区的建筑规范,并定期更新;将斐济和巴布亚新几内亚资格基本和能力标准联系起来。



© A. Cleland – Arthur Budvietas & Fisilau Leone 堵塞

5.3.4 欧洲

德国

Willi Fuchs



德国经济在世界竞争中领先的原因之一就在于国内的工程师。他们对国家的繁荣做出了巨大的贡献,例如,德国工程行业蝉联世界机器和工业设备出口量的首位。该领域 2007 年度的营业额约 1930 亿欧元(出口额达 1380 亿欧元)。德国另外一个发达的领域是汽车行业,该领域在 2006 年的营业额达 2540 亿欧元(出口额达 1550 亿欧元)。德国 22% 的工程师都在这两个领域就职。

目前,德国工程师数量达 100 万。其中 64% 是国家社保贡献者,其他的是自主经营的工程师或者是国家公务员。在机械工程领域的工程师数量最多,达 18.6 万人;其次是

电气工程领域的工程师,有 15.5 万;土木工程领域有 14.9 万;建筑工程领域有 11.4 万。相对较新的工业工程领域有 4.2 万工程师(该行业的工程教育涵盖经济性的研究)。^①

工程师的地位

自从 20 世纪 70 年代,随着各种工程师法规(Ingenieurgesetze)的出台,工程师的地位得到了保障。对工程师资格的认可是国家的一项义务。也就是说,只有学习工程科学并从这一专业毕业的人才能够被称为工程师。

德国共有 42 所综合大学和 99 所应用技术大学提供工程教育。教育系统由之前的单层文凭体系变为学士和硕士两层的学位体系。很多培养方案都有所改变,但毕业生的数量在慢慢增加,2006 年,硕士学位的毕业生人数仅为 3181 人,学士毕业生仅为 1648 人(而同年,有 22599 名学生获得应用科学大学的文凭,有 10906 名学生获得大学工程科学的文凭)。当德国决定用学士和硕士学位代替人们高度认可的“文凭工程师”时,遭到了很多工程协会的反対。

2006 年,联邦政府成立了一个卓越优秀学校项目,以提供额外资金。在激烈的竞争中,九所大学获得了“精英大学”的荣誉,这成为进一步增加学术名誉的特质。每个精英大学获得总额约 1 亿欧元的额外资金。

专业工程师规范

对“工程师”头衔的法律保护确保了工程师中并不包括毕业工程师,虽然学生在校期间可以使用这一个头衔。土木工程领域也制定了相关的专业规范,当局要求工程师和建筑师具备经过认证的经验和能力才可进入建设工程中的应用和计算领域。工程师必须在德国工程师联邦商会注册才能得到认证。联邦商会在国内约有 4 万名工程师。有数个领域的专家,他们有权发表官方意见和评估(例如,作为专家鉴定法律纠纷)。

工程协会组织

对于大多数工程师来说,成为一个协会的成员并不是强制性的,有很多工程师是德国联邦技术和科学协会(DVT)的成员,该协会包含 55 个组织。在欧洲工程师学会联盟(FEANI)和世界工程师组织联合会(WFEO)等国际组织中,DVT 代表了德国。在德国诸多组织中,规模最大的是德国工程师协会(VDI),拥有 135000 名会员;另外,德国电气工程师协会(VDE)拥有 33000 名成员。协会还与国家标准组织合作,扮演着监管和标准机构的角色。VDI 单独制定并发行了 1700 多条技术规范,很多还是用英语发行的。

当前的状况

德国各工业领域急缺工程师已经成为一个严重的问题。多年快速的经济的发展,急需各种类型的专业工程师;即使是长期以来拥有工程师比工作岗位还要多的土建部门。根据联邦就业机构提供的信息,工程空缺职位在过去两年中增加了 50%;在同一时期,失业

^① Source: Federal Statistic Office of Germany

工程师的数量下降了 60%。由于人口结构的变化、学生对工程科学兴趣的下降,工程师的数量很有可能开始下降。

对许多公司来说,发展受到限制的一个重要因素就是缺少优秀的工程师。根据联邦就业机构的数据信息,在过去的两年中,空缺职位增加了 50%。市场对工程技术的需求可以视为经济发展中的失业率。过去两年中,失业工程师的数量减少了 60%。

未来发展

为了在短期内解决这些问题,2007 年,德国修改了移民法案。修改后的法律使移民过程更加简化,技能娴熟的人更容易进入德国。从长远的角度考虑,工程科学需要吸引更多的学生。德国讨论了新的概念,并介绍到大学中。考虑到德国人口结构变化的趋势,更多的工程师和公司需要终身学习,以维持他们的就业能力。年龄在 50 ~ 60 岁的技术人员领取退休金的政策即将结束。

德国工程师和德国工程行业有着悠久的历史,并在全球享有良好的声誉。“德国制造”的商标仍然代表着高质量和创新的商品。和其他西方经济体一样,德国也面临一些重大挑战,诸如人口结构变化、从工业型社会向服务型社会转化、全球化的影响等。随着技术团体在诸多主要活动中发挥的作用,社会已经意识到工程师所发挥的作用。

法国

François – Gérard Baron



早在“工程学”一词发明之前,工程师的祖先就已经为人类的发展和文明做出了重大的贡献。罗马人发明了配水系统(例如,他们在尼姆市建立了加尔省输水管道),他们不仅提高了人们的生活质量,也改善了人们的健康饮水条件。同样,19 世纪的法国工程师修建了排水网路,挽救了很多生命。

虽然我们常常讲到技术对环境、对生活质量造成的负面影响,也抱怨各种服务的中断,但是,我们的社会似乎从来没有如此的需要工程师。而工程师所面临的挑战的范围也在不停地扩大。工程行业在过去只包含技术工作,而现在要担当诸多重大责任,如能源管理、环境问题、大众和全球的健康问题、扶贫以及文化遗产等方面。

当可持续性发展成为首要任务时,工程师就肩负起新工作的创新和发展。同时,他们还要承担需要大量投资的基础设施维护的重任。在全球扶贫、减少气候变化的影响等方面,工程师也发挥着极其重要的作用。

工程师不仅对历史肩负着责任,对未来也肩负着重大的责任。许多土木工程,诸如桥梁、大坝、港口等,都需要整修;古老的遗迹也需要修复。工程师对于文化遗产保护发挥着重要的作用;如果没有工程师的专业知识,埃及南部的阿布辛拜勒神庙将无法保存下来。在殖民时期,工程师的作用就尤为重要,因为当时的州政府根本没有资金和技术资源实现这些工程。

法国的工程行业有着很长的历史,可以追溯到中世纪和文艺复兴时期,当时人们利用传统的技术就修建了数百个城堡、大教堂、纪念碑。而对工程师的正式培训始于18世纪。法国最著名的工程师之一是沃邦,他在路易十四时代修建了大量的防御堡垒。他的作品被 UNESCO 列为世界文化遗产。

法国第一所工程师学校是由路易十五建立的培养土木工程师的国立路桥学校,这标志着法国专业工程教育的开端。不同于欧洲其他国家,法国的工程师获得学士学位后仍在工程师院校接受教育。工程师很少来自大学。在160所工程师院校中,有一些被称为“大学院(Grandes écoles)”,例如,巴黎理工学院、中央理工学院、矿业学院和国立路桥学院。这些大学院是由政府部门支持的,诸如国防部、工业部和公共部。因此,这些学校的费用和私立大学相比就比较低(其他大部分工程院校都是私立的)。进入一所工程学校的主要方式是获得学士学位后,经过两年或三年的培训,然后再通过一项考试。在过去的十年里,大学的工程学发展很快。



© GFDL – Wikimedia – Simon Cole

令人叹为观止的、破纪录的法国米洛高架桥

法国有60万名工程师,其中40万名工程师有文凭。而且,每年有3万名获得工程文凭的学生加入这个团队中。法国工程师通常是土木工程领域、航空领域、汽车制造领域、化学和工农业领域中的领导者。他们因为具备很强的解决问题的能力而闻名于世界。

在法国,工程师的职业认证有以下几个要点:

- ◇ 在法国,“工程师”这一头衔并没有受到保护;
- ◇ 根据《博洛尼亚宣言》,法国工程师是“长周期”的,即大部分学位是经过 5 年的教育(包括两年的培训)之后才能得到。但是,很多学校现在开设了硕士学位;
- ◇ 法国没有公认的职业机构。然而,工程师学校是经过职称委员会认证的,并定期接受审查;
- ◇ 尽管很多工程院校专注于行业学科,但这些行业却没有官方地位(例如,土木、化学、机械等)。

大部分工程院校都建立了自己的校友体系,将学生聚集在一起,并为当前的和以往的学生提供各种服务,例如,职业咨询、项目和职业发展。1860 年,拿破仑三世联合大约 160 所院校成立了法国国家工程师和科学家联盟(CNISF)。这个完全独立的联盟的作用包括:在法国国内外代表工程行业、提高工程行业技术、传播科学和技术。除了 CNISF,代表咨询工程师的两个机构是 SYNTEC 和 CICF。

英国

Jim Birch



英国工程委员会和英国工程学会联合发表有关英国工程状况的年度报告。

中等教育

越来越多的学生参加英国普通中等教育(GCSE)数学、自然科学、信息和通信技术、设计与科技等科目的学习,部分原因是,过去十年中 16 岁的人群数量增加。数据表明,学生在 GCSE 科目中达到 C 等级或以上的比例呈上升的趋势。普通教育中数学科目达 A 等级的学生数量再次上升,但是物理科目达 A 级的学生数量仍在下降。在过去十年里,GCE A 水平课程中取得 A 等级到 C 等级的学生数量呈显著增长的趋势。自然科学、工程和科技科目的学生总量没有太大变化,而学生在这些科目上取得的等级却在上升。人们现在担忧,随着转入单一科目或者 GCES 应用科技科目学生的数量增加,通过 A 水平课程进入大学专业的学生数量将会减少。

继续教育、职业教育和培训

研究表明,英国有将近 200 万个工程技师工作岗位,占据了英国总劳动力的 7%。



英国工程年度报告

16%的技师都在制造业就职,8%在建筑业。值得注意的是,大量的工程技师在其他领域工作。数据表明,工程、制造和技术科目的继续教育录取率有所上升,从2002~2003年的71%上升到2004~2005年的74%。尽管这一增长被起初的下降抵消了,但也证明了候选人的能力有所增加。

高等教育

2005年,英国共有330多所院校提供高等教育课程,同年授予306000个大学学位;其中85000个大学学位是在科学、技术、工程和数学(STEM)这几个学科授予的;并有12万个硕士和博士生学位,其中34000个是STEM专业。最近5年,英国高等教育中进入STEM专业学习的学生明显有所增长,其总数从2001年的424000人增加到2005年的529000人,大约增长了25%。在过去的五年中,进入工程学和技术领域

的国内学生总数增加了12%,2005年时总数达17200人。

毕业生就业

工程和技术专业的毕业生在金融和商业领域就业人数比例最高,达28%;制造业位于第二位,达24%。尽管有28%的工程和技术专业毕业生进入金融和商业领域,同时也有28%的社会学科毕业生以及27%的通信和档案管理专业的毕业生也进入到这一领域。对于工程和技术专业来说,人才流入金融和商业领域并不是什么奇怪的现象。整个工程学科中,学生选择进入的专业工程行业各不相同。17个高薪水的毕业生中,就有5个是工程专业的,其中排名最高的是化学工程,处于第三位,毕业生平均薪水接近23000英镑。

工程行业的薪水水平

根据英国国家统计局的数字信息,2002年底,职业工程师的年均收入为33300英镑,而注册工程师的职业调查结果显示,2005年注册的特许工程师年均收入为53000英镑。2005年,中级特许工程师的年薪为45500英镑(2003年为43500英镑)。

工程师的职业注册

在英国,工程师的注册并不是一项法定要求,但是超过1/3的合格工程师都自愿在英国工程委员会注册。注册工程师的总人数从1995年的267100人下降至2005年的不足243000人,即十年间减少了9%。但在过去两年中,由于人口结构的变化,新注

册工程师数量的增加,扭转了过去十年中新注册工程师下降的趋势。2005年,注册工程师的平均年龄为55岁,这一年龄呈上升趋势。

经济中的工程师

在 FTSE100 指数的企业中,获得工程资格认证的高级商务主管的数量从 1997 年的 17 人减少到 2004 年的 12 人,但在 2006 年又增加至 14 人。制造业的注册工程师人数最多;在制造业就职的注册工程师人数的比例从 1995 年的 32% 上升到 2003 年的 40%。2003 年其他的 60% 的注册工程师在社会经济的其他各个领域就职。工程行业服务的出口为英国贸易平衡做出了重要的贡献,年度贸易顺差达 50 亿美元。

表 5-5 英国专业工程机构目录

名称	网址	评估的执照
英国计算机学会(BCS)	www.bcs.org	CEng, IEng
英国无损试验学会(BInstNDT)	www.bindt.org	CEng, IEng, EngTech
皇家建筑服务工程师学会(CIBSE)	www.cibse.org	CEng, IEng, EngTech
皇家公路和运输学会(CIHT)	www.ciht.org.uk	CEng, IEng
皇家水务学会(CIPHE)	www.ciphe.org.uk	IEng, EngTech
皇家水和环境管理学会(CIWEM)	www.ciwem.org.uk	CEng, IEng, EngTech
能源学会(EI)	www.energyinst.org.uk	CEng, IEng, EngTech
农业工程师学会(IAgrE)	www.iagre.org	CEng, IEng, EngTech
土木工程师学会(ICE)	www.ice.org.uk	CEng, IEng, EngTech
化学工程师学会(ICHemE)	www.icheme.org	CEng, IEng, EngTech
铸造工程师学会(ICME)	www.icme.org.uk	CEng, IEng, EngTech
工程设计师学会(IED)	www.ied.org.uk	CEng, IEng, EngTech
工程和技术学会(IET)	www.theiet.org	CEng, IEng, EngTech, ICTTec
消防工程学会(IFE)	www.ife.org.uk	CEng, IEng, EngTech
英国燃气工程师和经理学会(IGEM)	www.igem.org.uk	CEng, IEng, EngTech
公路工程师学会(IHE)	www.theihe.org	CEng, IEng, EngTech
保健工程和财产管理学会(IHEEM)	www.iheem.org.uk	CEng, IEng, EngTech
照明工程师学会(ILE)	www.ile.co.uk	CEng, IEng, EngTech
海事工程、科学与技术学会(IMarEST)	www.imarest.org	CEng, IEng, EngTech
机械工程师学会(IMEchE)	www.imeche.org.uk	CEng, IEng, EngTech
测量和控制学会(InstMC)	www.instmc.org.uk	CEng, IEng, EngTech
皇家工程师学会(InstRE)	www.instre.org	CEng, IEng, EngTech

续表

名称	网址	评估的执照
声学学会 (IOA)	www.ioa.org.uk	CEng, IEng
材料、矿石和冶金协会 (IoM3)	www.iom3.org	CEng, IEng, EngTech
物理学会 (IOP)	www.iop.org	CEng
物理和医学工程学会 (IPEM)	www.ipem.ac.uk	CEng, IEng, EngTech
道路信号工程师学会 (IRSE)	www.irse.org	CEng, IEng, EngTech
结构工程师学会 (IStructE)	www.istructe.org	CEng, IEng, EngTech
水学会 (IWO)	www.instituteofwater.org.uk	CEng, IEng, EngTech
核学会 (NI)	www.nuclearinst.com	CEng, IEng, EngTech
皇家航空学会 (RAeS)	www.aerosociety.com	CEng, IEng, EngTech
皇家造船协会 (RINA)	www.rina.org.uk	CEng, IEng, EngTech
环境工程师学会 (SEE)	www.environmental.org.uk	CEng, IEng, EngTech
营运工程师学会 (SOE)	www.soe.org.uk	CEng, IEng, EngTech
焊接研究所 (TWI)	www.twi.co.uk	CEng, IEng, EngTech

来源:英国工程委员会

表 5-6 英国各职业机构目录

名称	网址
成本工程师协会 (ACostE)	www.acoste.org.uk
项目管理协会 (APM)	www.apm.org.uk
皇家质量协会 (CQI)	www.thecqi.org
汽车工程师审核员协会 (IAEA)	www.iaea-online.org
沥青技术协会 (IAT)	www.instofasphalt.org
土木工程调研员协会 (ICES)	www.ices.org.uk
腐蚀协会 (ICorr)	www.icorr.org
混凝土技术协会 (ICT)	ict.concrete.org.uk
柴油和燃气轮机工程师协会 (IDGTE)	www.idgte.org
爆破工程师协会 (IExpE)	www.iexpe.org
数学及其应用协会 (IMA)	www.ima.org.uk
金属表面处理协会 (IMF)	www.uk-finishing.org.uk
国际系统工程委员会英国分会 (INCOSE)	www.incose.org
纳米技术协会 (IoN)	www.nano.org.uk
制冷协会 (IoR)	www.ior.org.uk
电讯职业协会 (ITP)	www.theitp.org
国家有限元方法和标准署 (NAFEMS)	www.nafems.org
汽车工程师学会 (SAE - UK)	www.sae-uk.org
安全和可靠性学会 (SaRS)	www.sars.org.uk

来源:英国工程委员会

俄罗斯

Vladimir Sitsev



俄国的工程运动始于 19 世纪中期,通过整合科学界,组建了国内的工程团体,并选出各种商业代表(实业家和企业家),他们都致力于加速发展国内的生产。俄罗斯技术协会(RTS)成立于 1866 年,其章程由沙皇批准。

RTS 吸纳个体成员,聚集了著名的科学家、自然学家、实践专家、实业家,还有俄罗斯科学院(成立于 1724 年)的成员。RTS 覆盖的领域广泛,包括化学、冶金、机械工程、机械、机器生产、建设、矿产、建筑学、造船、海洋技术、炮术、兵器制造,以及后来迅速发展的领域,有航空、飞机制造、电气工程、技术设备和机械设备的运行。



© CCBYSA – Wikimedia – Mike, 1979 Russia

Ekranoplan A-90 小鹰级飞机——一种非常高效的飞机

在 RTS 协会的创建者和骨干成员中,有著名的科学家、设计专家以及工程师,包括 A. M. Boutlerov, N. N. Zimin, D. I. Mendelejev, D. K. Chernov, S. O. Makarov, A. N. Krylov, V. G. Shoukhov, A. S. Popov, N. E. Zhoukovskiy 等。当选为 RTS 首届主席的是工程学集团的将军 Baron A. I. Delvig 爵士。

RTS 广泛参与各种活动,其科技活动已经创造了化工、林业、矿业、土木、技术、水、

电工、工艺、冶金工程等社团。RTS 的区域网发展也很迅速;除了圣彼得堡(RTS 总部所在地以及科技永久展览地)和莫斯科,诺夫哥罗德、基辅、哈尔科夫、敖德萨市和俄罗斯其他工业中心城市成立了许多大型分支机构。1872 年,综合技术博物馆在莫斯科成立,十年之后,俄罗斯工人高等工程课程首次开设。

1917 年俄国革命和内战之后,这样的组织结构使得重建科学和技术运动成为可能,而且在那时科学和技术运动就已经成为了群众性的运动,其基本原则由科学工程技术协会联盟理事会(VSNTO)统一制定的。理事会的第一任主席是 G. M. Krzhizhanovskiy,即《俄罗斯国家委员会电气计划》的作者。

在俄罗斯,由创始人制定的科学和技术运动的主要原则作为指导原则保留了下来,并随着时间的推移有所发展。其中包括:公共活动的创造性特点、启发性、人道主义的目的、对所取成绩的鼓励、对工程工作高级经验的传播、更高层次的公民义务和爱国主义教育。在指导解决关键科技问题时,加强并实施创新时以及强化教育、科学、生产时都体现出了这些原则。

RTS 原则在苏维埃社会主义共和国联盟中幸存了下来;并由国际科学与工程公共社团(USEA)继续推行;USEA 取代了 VSNTO,且自 1992 年以来,汇集了苏联共和国的科学和技术联盟(除波罗的海诸国以外)。

目前,USEA 负责协调 50 个科学和技术协会(工业协会、工会、协会)的工作,并在国内大部分地方有分支机构。国内主要的高等技术教育机构都积极参与 USEA 的各种活动。USEA 还是俄国工程学院(RIA)的联合创立者。

作为一个创造性的科学和技术组织,USEA 的各种活动都支持俄国政府将发展科学、技术和工程作为首要工作的方向。这覆盖多种领域:安全和反恐、生命系统、纳米技术、信息和通信系统、先进的军事设备、环境管理、交通、航空、太空、动力工程和节能等。USEA 还通过举办由政府支持的年度最杰出的工程师大奖活动,提高大众对工程师的意识,并认识到他们为国家的发展而发挥的作用。



© Wikimedia 和平号空间站

波兰

Jan Kaczmarek



最近几年,波兰的 GDP 已经达到欧盟 25 个国家的平均值,并呈进一步上升趋势。国民的平均寿命赶上了高度发达国家。超过 40% 的家庭已经有个人电脑和互联网。值得注意的是,波兰进出口额都呈增长的趋势,而且进出口贸易的平衡有利于国家经济的发展。

波兰在工程教育上取得了很大的进步。国内有 16 所科技大学和 9 所高等教育院校。波兰的学生和毕业生在国际竞争中都处于领先地位。波兰的技术也吸引了微软以及各种航空公司等在国内建立了分公司。海外(特别是欧盟地区)的波兰工程师也取得了很大的成绩;最近出版的《世界研究和波兰工程师的工程遗产百科全书》中,详细介绍了波兰工程师所取得的成就。

在此背景下,为了展现波兰工业显著的特点,有必要强调波兰工程协会联盟(PFEA)的巨大潜力以及各种活动,该联盟代表了波兰工程行业,也是国内最大的民间协会组织之一。PFEA 共有 12 万名成员,包含 37 个工程协会分支和两个国外波兰工程师协会(分别在英国和加拿大)。PFEA 出版社为工程师提供 34 种专业杂志,为分支协会提供 23 种杂志。同时,PFEA 还支持“科技进步中心”和“科学和技术商业化团队”。PFEA 有着巨大的科技潜力,对全国工程行业的发展有着积极的影响。

尽管人们对波兰工程师的潜力评价普遍较好,然而对欧盟 25 个国家的创新活动统计的信息显示,波兰科学和技术的潜力分值较低。对这一问题分析后,发现有两个主要原因。首先,实现创新型工程的资金不足。在国家预算和各公司中用于研发的年度总经费有所不同,分别是 GDP 的 0.55% 和 0.60%。其次,很多跨国公司在波兰投资,但他们所利用的创新成果都来自他们自己在波兰之外的研究和开发机构。

像其他发达国家一样,波兰在工程行业上也有着相同的战略目标和宏图。从以上数据可以看出,波兰正努力朝着更高科技和新技术的方向发展。“利基生产”,通常是指占领的市场有限,必须增加供应以实现平衡的贸易流。

世界贸易和区域贸易形式正在发生变化,这影响到国家的经济策略。2012 年欧洲足球锦标赛的准备工作对波兰未来五年的经济战略影响越来越大(如果只是暂时性的)。

准备工作中最重要的部分就是修建符合现代化工程标准的新交通线路。然而,在社会和工程行业中,最主要的仍是对住房、通信、信息技术的需求。



© 波兰工程协会联盟 华河技术大学

根据国家的政策,PFEA 制定的主要目标是,为中小型企业(波兰中小型企业雇用了国内 2/3 的劳动力)提供高层次的支持以帮助其在科技方面取得进步。PFEA 不断采取措施,以快速提高工程创新的水平,更为了将所有工程师,特别是其成员的创新能力提升到新的水平,从而使全社会从中受益。

在波兰历史上的任何时期,工程师的首要信条一直都是:“为了我们祖祖辈辈的国家,为了波兰民族,为了全世界的人们,我们现在每天都努力奋斗着。”

5.3.5 美洲和加勒比海地区

美国

Charles Vest



19 世纪下半叶到 20 世纪上半叶,美国工程行业的发展巩固了美国在全球经济和地缘政治中的领导地位。工程研究和发​​展促进了技术创新,从而促进了经济增长,提高了美国人民以及与世界人民的生活水平,人们的平均寿命也有所延长。美国工程师研发的产品、体系以及提供的服务对社会安全、公共健康以及美国工商业的经济竞争是至关重要的。在未来,美国工程行业将会创造更多的技术创新,以迎接经济复苏、医疗保健、可持续的能源资源、充分的供水资源以及全球安全等领域的各种挑战。

美国工程行业的发展有几个历史原因。两次世界大战以及 20 世纪 30 年代美国政府大量的工程工作都需要大量的生产,从而促进了工程行业能力的研究和发展,也促进了美国 1945 年之前的工业和经济的蓬勃发展。第二次世界大战后,美国政府致力于基础科学、工程研究以及高等教育的发展;同时,政府的大量支出用在了应用研究、高级技术的研发上。这些都是为了满足国家安全的需求;而且在一个大型的、多样的、分散的和开放的国家创新体系中,有许多大学、政府实验室、私人非营利性的实验室以及私企,这一做法加快了美国工程企业的增长。

高等教育和科研的作用

为美国工程行业的发展作出特殊贡献的是美国优秀的高等教育;这包括各种教育机构,有两年的社区学院、小型的文理学院,还有公立和私立的研究型大学。如此多样化的教育机构不仅为学生提供了丰富的教育环境,还为学生提供了更多选择满足自己需求和能力的学校的机会,同时这也说明教育机构有着广泛的资金来源。这一优势通过第二次世界大战后大量增加进入高等教育的人数而进一步得到强化。这本来是为大量返回的士兵提供有效的培训活动,同时促进了正在壮大的西方国家的经济发展,也满足了政府和工业持续研发的需求。这一政府 - 大学的合作关系已经改变了美国的大学,并取得了显著成果,使美国在研究型工程和科学教育方面处于世界领先的地位。

美国工程人员的优势

美国除了工程教育和高效的研究大学的优势外,还有其他一些因素促成美国工程和技术人员具有高质量、流动性、是接近性和擅于创业的特点。这些因素有:

◇ 个人的实践、公共政策和各种体制机制,如技术商业孵化器和鼓励冒险的风险投资公司,使美国产业界和许多私立研究大学具有浓厚的个性化、创业型氛围;

◇ 规章制度和其他公共政策向来有利于高科技创业公司,包括以竞争为目标或以技术扩散为目标而执行的《知识产权法》和《反垄断法》(竞争政策)、风险相对友好的公司法体系,特别是《破产法》;

◇ 拥有强大的本土人才库,而且一直有来自其他国家才华横溢的科学家和工程师来到美国,不断增强和丰富这个人才库。美国大学、实验室和公司的开放性,吸纳了来自其他国家在科学、工程和管理上的优秀人才,这是促使美国学术取得卓越成绩、丰富当地文

化、促进经济繁荣发展的主要因素之一(每年授予的工程学博士中,近60%来自其他国家;①1998年,在美国存档的专利申请人中,被称为发明者或联合发明者的外籍人员所占比例为7.3%,至2006年,这一比例已上升为24.2%)。②

美国工程实践、工程研究和工程教育所面对的全球性挑战

长期以来,美国在工程教育方面,特别是研究生层次以及研究大学整体的教学质量和所取得的成就上,一直处于领先地位。美国是世界上技术最为创新的国家之一,主要是由于工程人员的高质量和高效率。然而,进入21世纪,一些因素也在迅速变化着。

20世纪下半期,物理、电子、高速通信和高速长距离交通的发展最为迅速;那是速度和力量的时代。21世纪显然不同于这个时代,21世纪是生物学、信息的时代,主要围绕能源、水和可持续发展等宏观问题;这些都是美国工程师的优势,但是环境一直在迅速地变化。

科研经费的影响

美国曾经是科研经费最多的国家,但是现在,北美、欧洲和亚洲分别占世界科研支出的1/3。在每一项用来评估科研的定量分类中,美国都在减少其“市场份额”。从1986~2003年,美国在全球的科研支出比例下降了9%;科技出版量下降了8%,新的科学和工程学学士学位数量减少了10%,专利数量下降了2%,科学和工程学博士生数量减少了30%。目前,美国每年有6万名本科层次的工程师毕业,而中国每年有25万名。这些变化反映了全球许多其他国家在工程教育上取得的成功,我们祝贺他们取得的进步。现在美国也意识到他们必须继续创新,在全国发展工程和技术领域。

全球工程师的培养

全球培养的工程师数量大幅增加。例如,目前中国每年培养25万名本科层次的工程师,美国大约有6万名。当然,这中间会存在质量的差别,数量不能说明一切。但是,一位经验丰富的高级风险资本家Floyd Kvamme称,“风险投资就是寻找精明的工程师。”因此,举例来说,美国需要解决的实际问题是,只有不到15%的高中毕业生有足够的数学和科学知识背景达到进入工程院校的标准。

加快创新和改变创新的本质

创新的变化速度也面临着新的挑战。工程师必须以日益加快的速度工作和创新。当汽车出现在市场55年——差不多一个人一生的时间之后,美国四分之一的家庭才拥有一辆;22年后,美国四分之一的家庭才拥有一个收音机;而互联网的普及仅用了8年的时间。这样的速度会驱使对创新的无穷渴望,但也会产生竞争压力;而教育和科技在全

① American Society for Engineering Education

② Wadhwa, Vivek, Gary Gereffi, Ben Rissing, and Ryan Ong. 2007. Where the engineers are. *Issues in Science and Technology*, Vol. 23, No. 3 (Spring), pp. 73 ~ 84.

球的传播会加剧这种竞争压力。

最后,全球化也在改变工程行业工作的组织方式以及公司进行创新的方式。目前,在美国服务行业的劳动力资源达 70%。基于 IT 服务项目的开发和执行通常是通过将功能分成十几个部分,每个部分都由不同的组来完成,每组都有工程师和管理人员;而且这些组可能分布在世界不同的地方。在生产部门,工作的重新分配更是让人惊叹,例如,据报道一架新的波音 787 飞机有 132500 个工程部件,而这些部件分别是在全球 545 个地方生产的。全球 IT 公司 IBM 的首席执行官 Sam Palmasano 说:“我们已经从‘一个跨国公司’发展为‘一个全球一体化的企业’。”工程行业不断变化而衍生出的新元素就是“开放式创新”,即公司不仅仅在自己内部寻求创新,也不是通过收购小公司来购买创新;他们现如今在哪发现创新就在哪获得,这可能是在其他公司、其他国家或者是与竞争对手相竞争时发现创新。美国工程师越来越多地发现自己正在与其他国家的工程师竞争,而且这些工程师的薪水远远低于美国工程师所预料的。

在这个不断变化的环境中工作,要求全新的工程师和工程组织。

美国工程师越来越多地发现自己在和其他国家的工程师竞争,而这些工程师的薪水往往很少,甚至一些国家工程师的薪水只有美国 20%。美国工程师要在这个行业中做的出色,不仅需要具备现行教育体制能够提供的各种分析能力、高水平的设计能力、系统思维能力以及创新能力;还需要具备常常被忽视的各种“软技能”,包括交流技能和领导技能、随机应变的灵活性、在多文化环境中工作的能力、要了解工程行业各方面的业务以及终身学习的态度。^①

工程领域中新的前沿学科

比全球化带来的变化和全球竞争更为让人惊奇的是工程行业中新的前沿科学。这两个新兴的前沿科学分别是“微系统”和“宏系统”。微系统在“生命、纳米、信息”领域发展起来,在这些领域中,一切都变得越来越小,越来越快也更加复杂;于是工程学和自然科学之间几乎没有什么区别。研究和产品的开发工作都是由那些从还原主义科学、综合系统建设科学迅速转移到各种科学和工程学科的人员完成的。宏系统是那些规模和复杂性日益增加的学科。在这些前沿学科领域中工作,会和社会中一些重要的系统相联系,如能源、水、环境、医疗、生产、通信、物流以及城市化。

国内的挑战

其他一些令人担忧的趋势已经开始影响美国的创新能力,这些趋势有:

◇ 政府对工程、物理科学和生物医学、生命科学投入的科研经费并不平衡,而且这一趋势还在加剧;

^① National Academy of Engineering. The Engineer of 2020: Visions of Engineering in the New Century. 2004. Washington, DC: National Academies Press.

- ◇ 不管是业界资助还是政府资助的长期研究,都高度重视应用研究和产品开发;
- ◇ 由于多年投入不足,工程研究的基础设施遭到“侵蚀”;
- ◇ 美国学生对工程学、科学和其他技术科学的兴趣有所下降;
- ◇ 当外籍人员成为美国研发队伍的一个较大组成部分时,美国是否还有能力吸引并留住工程学和科学的国外留学生。

要解决公众对工程的认识不足问题,激励美国的青少年才是关键所在,也是改善这一状况要采取的措施。^① 在工程行业中,美国白人男性占主导地位,但他们的数量正在下降,而美国也面临着非常现实的挑战:要使所有从事工程职业的女性和少数民族^②的数量相当于他们在所有人口中的代表数量。2006年至2007年,获得工程学学士学位的学生中,只有18.1%是女性,是1996年以来数量最少的一年。2007年工程学的录取中,女性的入学率没有发生实质性的变化,还是17.5%;这远远低于所有大学生中女性58%的录取比例。过去十年中,非洲裔和西班牙裔的学生数量仍然较少,尽管这两种人群占美国总人口的27%,但他们在获得工程学学士学位的毕业生中所占的比例只有11%。

迎接挑战

要应对上述挑战,人们可接受的唯一方法就是要在全球处于领先的地位。这要求美国恪守承诺,全面提高教育和培训水平;要求美国政府和业界都要加大对科研和创新的投入;还要我们鼓舞人心,为年青一代推动前沿科技领域的发展并解决面临的现实问题做好准备,诸如能源、环境、食品、医疗的提供、全球服务经济的转变以及世界安全等问题。

2007年8月,美国国会通过了《美国竞争法》,这是完全由国会资助的项目,也是美国朝着正确方向发展的第一步;该项立法将改善美国的大学预科中的科学和数学教育,加强和维持长期的基础性研究,并确保美国是学习、经营、创新的最佳地方之一。

满足当前工程教育发展的其他措施

包括行业组织和高等教育机构在内的美国诸多组织已经意识到工程教育改革的需求和重要性,而且已经开始采取措施。美国工程技术委员会(ABET)^③已经采取了新方法,为工程院校提供更多的活动,引进了创新的思想,以帮助他们灵活地更新课程。主要内容有:

- ◇ 提供灵活的工程学课程,为学生提供以工程学为背景的各种职业;

① National Academy of Engineering. 2008. *Changing the Conversation: Messages for Improving Public Understanding of Engineering*, Washington, DC: National Academies Press.

② Minority populations in the U. S. currently include African American, Asian, Hispanic, and Native American people.

③ Accreditation Board for Engineering and Technology. 2006. *Engineering Change: A Study of the Impact of EC2000*. Baltimore, MD: ABET, Inc. See also: <http://www.abet.org>

- ◇ 在大学工程课程中,开展以研究为基础、以学生为中心的学习方法;^①
- ◇ 通过扩展工程教育、强化工程师的交流能力、团队能力、政策制定能力、适应环境能力和道德观,培养工程师在技术性社会中的领导能力;
- ◇ 开发各种工程学的终身学习方案,创新使用各种在线学习工具;
- ◇ 采取各种措施吸引数量较少的人群(如女性、非洲裔和西班牙裔人以及本土的美国人)进入工程学,同时还要吸引国内的学生选择工程学;^②
- ◇ 通过工程学课程,不仅向学生强调技术的重要性,还要给他们讲述工程师为社会作出的贡献。

美国国家工程院采取的措施

21 世纪最令人激动、最有价值的工作将是那些将微系统的技术应用到宏系统领域的工程师的工作。例如,以生物材料为基础的设计和生 产、个性化的医学预测、生物燃料、以纳米技术为基础的能源生产和储存设备的应用。这些满腔热情、迎难而上的工程师和研究人员将会带领我们前进。为鼓励这样的探索和创新,2008 年 2 月,美国国家工程院宣布了迎接 21 世界的 14 大挑战。

美国国家工程院的挑战

- ◇ 使太阳能经济化
- ◇ 从热核反应中提取能量
- ◇ 研发固碳方法
- ◇ 管理氮循环
- ◇ 提供清洁水的方法
- ◇ 恢复和改善城市基础设施
- ◇ 建立人体健康信息系统
- ◇ 研发更好的药物
- ◇ 反向工程思维
- ◇ 防止核恐怖
- ◇ 确保网络空间的安全
- ◇ 提升虚拟世界的实体感
- ◇ 发展个性化学习
- ◇ 制造科学探索的工具

22 世纪的主题之一可能是地球的持续性,上述挑战中有五个都和这个主题相关。随着全球社会都在寻找一个有关环境可持续存在的方式,现在也轮到工程师想办法做这样的事情,例如,使太阳能经济化、从核反应中提取能量、寻找排除二氧化碳并储存

① A National Academy of Engineering Committee, Understanding and Improving K-12 Engineering Education in the U. S. , will release a report in 2009 on pre-college engineering education. Go to: <http://www.nae.edu>

② National Academy of Engineering's, Engineer Your Life, is an example. Go to: <http://www.engineeryourlife.org>.

在地表的方法。除医生和医学研究人员外,工程师在改善人类健康上也作出了贡献,因为他们开发了容易储存、分析、传达人类健康信息的系统,还发明了更有疗效的药品。由于强大的技术为滥用提供了机会,工程师的另一个任务就是想方设法阻止这种滥用,例如,阻止恐怖分子使用核恐怖、确保网络空间的安全使用等。最后,新世纪的工程师将肩负提高人类各种能力的重任,例如,可通过推进个性化的学习、开发科学的工程工具等。

因此,为了人类的生存,必须解决这些挑战。这些问题的解决将使面临自然和人类威胁的我们感到更加安全。只要能解决其中任何一个挑战,我们的生活就会得到改善。和 20 世纪相比,21 世纪将会有很大的不同。工程行业将会更加重要,其本身也会更加复杂,也会更加丰富。

加拿大

Darrel John Danyluk



在加拿大,工程是个规范的职业,所有的工程师必须在所在的省或领土区域内取得许可证,并对工程工作负责。加拿大有六个工程组织,他们是国内工程职业的基础组织代表。这些组织是:

- ◇ 加拿大工程师协会
- ◇ 加拿大工程院
- ◇ 加拿大工程公司协会
- ◇ 国家工程和应用科学院院长委员会
- ◇ 加拿大工程协会
- ◇ 加拿大工程学生联盟

这些组织通过加拿大工程领导论坛相互联系,各个组织机构的领导和执行官通过该论坛聚集在一起讨论国家工程事务。

加拿大工程师协会(即加拿大职业工程师协会)是全国 12 个省的国家组织,也是规范加拿大工程行业、为国家 16 万多名专业工程师发放许可证的组织。加拿大工程师协

会通过提供全国性的项目为其成员服务,这些项目能够确保工程教育、专业认证、专业工程工作的最高标准。协会通过一项“跨协会流动协议”促进了工程师在国内的流动性,该协议保证工程师在其他省或地方工作时,仍然能够获得许可证。加拿大工程师协会在国家和国际事务中都有代表,并代表工程行业协调国家政策、立场和指导方针之间的发展。它让人们了解职业工程师的特点、作用和贡献,以及工程行业对社会作出的贡献;它密切了自身和联邦政府之间的关系,也连接了国家和媒体之间的关系。

加拿大工程师协会通过其工程认证委员会,对达到高标准的大学工程专业进行认证;通过其工程质量委员会,制定了任职资格、施工标准、职业工程师道德水准的国家指导方针。国际委员会负责保持该协会把握新的机会,以维持甚至是提高加拿大工程师的流动性,监督加拿大工程师协会使用和执行现有的工程资格互认协议。

加拿大工程院(CAE)成立于1987年,是加拿大庆祝工程职业一百周年活动的亮点之一。工程院是一个独立、自治且非营利的组织,主要服务于加拿大工程事务,组织中有很多国内知名的工程师。1991年,工程院加入国际工程与技术科学院理事会(CAETS),成为CAETS一名活跃的会员。

加拿大工程学生联盟(CFES)是由全国各种工程专业的学生组成的团体。CFES为提高学生的生活,为不同学校的学生提供了交流、分享观念、交换信息的机会。为确保学生的个人成长和职业发展,CFES持续关注社会中影响工程学生和工程职业的各种变化。CFES不仅关注国内的工程学生,也关注国际上的工程学生,并且为加拿大工程学生的成长提供保证,帮助他们在21世纪取得成功。

加拿大国家工程研究院(EIC)是由12个工程技术社团联合在一起组成的一个联盟;这些社团组织自己内部活动的合作,例如,宣传、继续专业发展和交流,甚至还有加拿大气候变化技术会议等。

加拿大国家工程和应用科学院院长委员会代表了加拿大40个学术机构,这些机构提供工程专业认证。院长每年会晤两次,彼此交换工程行业发展趋势的信息,因为这些发展趋势会在短期、中期、长期内影响工程教育。

加拿大工程公司协会(ACEC)成立于1925年。ACEC是国家咨询公司联盟,为建设和自然环境提供工程以及以技术为基础的知识服务。其成员公司为全球的私人部门和政府部门提供专业的工程服务。该协会大约有600个独立的咨询公司和12个省级和地区级的成员组织,这些组织在273个领域中共提供35种服务。

联邦大桥被评为20世纪加拿大五大工程成就之一。联邦大桥全长12.9千米,横跨诺森伯兰海峡,连接爱德华王子岛的东部省和新伯伦瑞克。经过3年半的建设,该桥于1997年竣工通车,取代了轮渡服务,成为一个更快更方便的交通线。联邦大桥由加拿大海峡隧道开发公司(SCDI)建设和运营,是世界上最长的横跨冰雪覆盖的海峡的大桥。

巴西

Luiz Carlos Scavarda do Carmo 和 Cláudio Amaury Dall'Acqua



巴西是拉丁美洲最大的国家,国土面积 850 万平方千米(其中 49.3% 的面积被亚马孙雨林覆盖),人口为 1.9 亿,GDP 为 1 万亿美元。海岸线全长 9000 千米,有全球最大的河流网之一。除智利和厄瓜多尔外,巴西毗邻南美洲每一个国家。目前,巴西是世界四大新兴的经济体之一(另外还有俄罗斯、印度、中国)。

巴西的农业生产比较发达,是全球第二大食品生产商,有丰富的淡水资源。国内工业发展既强健又成熟,使巴西在一些工业领域发挥着重要的作用,如汽车行业、商业客机;在深水石油探测领域也处于领先的地位。每年出口商品(总额达 1600 万美元)中,其中 55% 是工业产品。巴西还开展了航天和核能的宏伟计划。另外,在相当于 239.4 吨石油的总能源中,44.9% 来自可再生能源(14.7% 来自水力发电,30.2% 来自生物能源)。巴西的第三产业也蓬勃发展,行业技术更新较快。在整个通信网中,有 1000 多万部移动手机,国内有 670 万个家庭拥有电脑,其中有 490 万个家庭连接到互联网。

巴西国内的收入分配极不公平,基础设施严重缺乏。81% 的人口分布在南部、东南部和东北部沿大西洋地区的市中心,且住房不足 560 万套。巴西市区只有 52% 的地区拥有排污系统。人口分布极其不均,大部分分布在国内中心地区和北部地区。铁路网服务不足,尽管国内道路总长为 160 万千米,其中只有 12% 是铺建好的。广阔的海岸线和河流网只有一部分被开发用作交通路线。巴西非常宽广的工程行业发展宏图向我们展示了:巴西是一个快速发展的国家,是一个仍在建设中,但具有很大潜力、机遇和挑战的国家。随着一些工业的快速发展,巴西的工程技术行业已经达到一个相对良好的水平。然而,工程行业还没有达到一个可持续发展的战略状态。

工程作为一个职业,却面临着工程师短缺的问题。据估测,巴西全国只有 55 万名工程师,占总人口的比例为 6‰。巴西共有 1325 个工程院校,工程专业学生为 30 万人,占有大学生人数的比例为 7.75%,每年有 25000 名工程师毕业生。2005 年,工程师毕

业生约为 3 万人,但是,和总人口只有巴西 1/4 多的韩国相比,这一数字只是韩国工程师毕业生的 1/3。尽管劳动力市场上紧缺工程师,但是市场还是要求基础设施建设、工业以及扩展服务的专业人才,而年轻人对这些极其重要专业的兴趣并没有显著的增加。据统计信息显示,社会研究领域学生数量有所增加,而技术领域学生数量并没有增加,这意味着,社会极其需要专业技术人员。

改变巴西工程领域的项目

与基于工程的发展过程相关的利益组织包括工程学校、工业界、政府和专业协会。虽然它们有共同的最终目标,他们的计划和阶段目标却各不相同。巴西的巨大挑战是发展和维持全国性的方案和项目,使这些相关利益组织共同解决工程教育的问题,发展一个新的培养新型工程师的过程,不仅减少短缺,还要创新和创造创业生态系统。

适当的专业能力必须包括跨学科的态度,地理和文化的流动性,战略思维和营销智慧,团队合作精神,领导来自不同背景和其他国家的人。

举两个巴西正在努力实现的项目。它们都集中在复杂的以工程为基础的发展上,包括一些利益相关者的整合和改善高等教育和中等教育。这些是在巴西社会中重新定位工程的重要举措。

INOVA 项目:这项全国工业大会的倡议已得到所有利益相关组织的全力支持。该项目的目的是创建一个巴西工程论坛,促进产业创新的领导力,保证可持续发展。INOVA 项目的一个重要方面是它源于加强巴西工程所面临的限制。例如,工程学校招收学生的数量不仅取决于内在的天赋和兴趣,而且取决于在中学接受的教育质量和对工程的激励。

Case Poli 2015:由圣保罗大学理工学院提出,对 2015 年以后毕业的学生提出了一个新的使命:“未来的工程师将应用科学分析和综合方法开发可持续的解决方案,整合社会、环境、文化和经济制度。”

20 世纪 90 年代,巴西政府跟随全球化的浪潮,提倡开放工、商业市场,以加入国际竞争的行列中。结果,巴西国内工程咨询和民营技术生产部门的数量大幅减少;国内很多高级专业工程师移民国外,或者被其他发达国家的公司所聘用。虽然巴西的工程公司在海外也有业务,但是,和来自中国、印度等国家的工程公司相比,不如这些公司在海外市场上的业务。

巴西的工程行业面临的另外一个挑战是政治性的挑战,即必须加大技术含量、附加值较高的产品的出口。虽然巴西出口的商品中,有一半多是工业产品,但大部分的产品技术含量低,且依赖于进口技术和部件。这会减少国家的经济收益,同时也意味着国内的就业创造和个人投资都没有发挥出他们的潜力。在全球经济中,发达国家之间的关系越来越复杂,而工程行业成为发展中国家维持可持续发展的特殊“工具”。在 21 世纪,如果没有对社会拥有广阔视野的专业工程师,那么社会和环境问题将无法解决。

委内瑞拉

Vladimir Yackovlev



委内瑞拉的国土面积为 91.6 万平方千米,总人口 280 万人。2004 年,扫盲指数为 93%;有 83% 的人能够使用净化水。人均国民生产总值为 6209 美元,每年的增长率为 5%。2008 年,虽然非正式经济部门的自我就业率很高,但官方的通货膨胀率和失业率分别为 17.3% 和 10.5%。国内主要工业有炼油、冶金、钢铁工业、食品加工和化学工业。

国内共有 18 万名工程师和建筑师,在法律上,他们必须在委内瑞拉工程师协会注册,然后才能作为专业工程师就职;这一数字表明,工程师占总人口的比例为 6.5%。专业工程师每年的增长率为 6.7%,远远高于全国人口 1.3% 的增长率。

委内瑞拉工程师协会是维护公众利益的专业社团,也是政府的咨询顾问;协会监督成员的工作,极大地推动了科学和技术的发展。工程师在工业行业、教育机构、工程企业中,通过自己的专业活动,诸如设计、建设、基础设施的运营和维护等为社会贡献了自己的力量。但是,必须指出的是,所有领域里的基础设施正在迅速恶化,人们必须重视这个迫在眉睫的问题。

1998 年 9 月,国会通过法律,建立了“国家工程院和研究基地”。这是一个拥有 35 个永久会员的学术社团,其中 3 个会员来自不同的州府。该组织的主要目的是促进工程各个领域的科技发展和研究基地的发展,并为国家的发展进行各种研究。

国内共有 40 所大学提供本科工程教育,其中一些学校在不同的城市都有分校。所有这些院校中,有 47% 是由政府资助的,53% 是私立大学。在过去的 25 年中,私立大学有了显著的发展。据教育部大学规划局提供的最新数据,共有 87020 名学生学习工程学,其中有 2906 人在农业和林业部已经注册;剩下的人都在传统的工程领域中学习,例如,土木、机械、化学工程等。值得注意的是,据统计调查,所有学习工程学的学生中,有 41.3% 是女性。

通常,工程专业的学习需要五年的时间,学生毕业后会得到一个专业的资格认证,比如“机械工程师”。委内瑞拉的大学也提供工科的研究生专业,可获得理学硕士学位、“专家”、理学博士学位或工程博士学位。目前,共有 290 所大学提供研究生专业,其中 47%

是“专家”学位专业,48%是理学硕士专业,5%是博士学位专业。

阿根廷

Conrado Bauer, Mario Telichevsky 和 Miguel Yadarola



阿根廷的国土面积有 280 万平方千米,在全球排第八位。总人口为 4000 万,国内生产总值为 2456 亿美元,人均国内生产总值为 6548 美元(2007 年)。2003 年,总人口中 97% 具备读写能力;国内就职的工程师大约有 115000 人。

工程作为物质转化、技术发明、生产创新的主要领域,在社会和经济的发展中起着核心的作用。然而,正如在其他国家一样,政策制定者总是不理解这一点。一部分是由于工程师对政治的冷漠,而新一代的工程师正努力克服这一限制,利用国外融资在国家发展规划和项目上寻求合作。阿根廷的工程所面临的挑战有:

- ◇ 改善交通设施及其运营方式、交通模式和交通安全性;
- ◇ 加快能源供应;
- ◇ 增加城市环境卫生的设施;
- ◇ 改善人口和人民活动的分配,减少不公平、转移非正规居住区的人口;
- ◇ 提高工程专业录取率、毕业率,加强培训。

阿根廷有 80 多所教育机构培养工程师;其中有 70 所是公立大学或国立大学(包括国立科技大学的 24 所地区学校),中学毕业生可免费入学,其他的院校都是私立的或者是由学生的学费资助。这些院校共提供 395 个专业,其中有 376 个专业授予 32 种专业学位,这些专业学位是由联邦工程学院长委员会(CONFEDI)在统一课程的过程中选定出来的。^① 专业需要 5 年的时间学完,但统计的数据显示,只有 9.6% 的学生遵守这一规定。中途学生的退学率也很高。1998 ~ 2003 年间,从国立大学毕业的工程师生总数为 11460 人,从国家科技大学毕业的工程师人数为 10250 人,从私立大学毕业的工程师有 4090 人。工程学主要的领域有计算机科学和工业、电子、土木、化学和机械工程。据统计,在工程学的学生中,女性的比例只有 20%。研究生专业也越来越多,对其需求也不断增加。

^① Federal Council of Engineering Deans (CONFEDI). Go to: <http://www.confedi.org.ar>

根据《阿根廷全国高等教育法》的规定,对工程学课程的质量控制属于认证系统的一部分。国家评估和认证委员会(CONEAU)^①计划评估并授予三年或六年的认证。其认证规则和程序类似于 ABET、《华盛顿协议》和 EMF 的规则和程序。为了提高系统的有效性,一些工程院校认为,评估时应包含在专业领域和生产部门就职的工程师的意见。

为了更新工程学教育,联邦工程学院长委员会和教育部大学政策局一起研究分析工程教育的课程和教学法,^②以满足 2015 年对工程师和竞争的需求。这一过程的指导理念有:提供更好的环境,从而满足国家对工程师的需求;提供更有吸引力的培训,增加有助于发展、创造性、具有实践性的活动;建立与区域人口、生产以及各种问题之间紧密的关系;考虑社会的各种状况。1996 年,UNESCO 将其中许多理念加入《德洛尔报告》,^③以激励工程教育,并将“学习认知、学习做事、学习与人共处、学习立身”作为教育永恒的四大信念支柱。

在 20 世纪的最后十年里,阿根廷遭受了严重的工程师人才的流失。随着经济的复苏,新的工程师毕业生并不能满足社会的需求。1990 年,考入工程专业的学生数量开始下降,录取率在 1996~1999 年到达最低。随着鼓励当地生产政策的实施,2000 年经济开始复苏,于是,2000~2007 年,工程专业的录取率增加了 11%。2005 年,工程专业的录取人数为 3 万人,但同年毕业的工程师人数还不足 5000 人,这说明很多人在中途就离开了学校。

因为这个原因,国家政府开始鼓励学生进入工程专业,并提供奖学金和其他资金帮助学生完成学业,从而改善院校中的工程教育。还有一些项目资金,促进离开阿根廷的高级工程师回国发展。去年,国家科技创新生产办公室已升级为一个新的部门,并领导各种推广活动,以扩大和鼓励工程教育和研究,并加强它们与生产之间的联系。在 2000~2008 年,政府在工程学的年度支出每年增加 16%,但 2008 年,年度支出还不到 7 亿美元。我们也必须依靠私立院校和生产企业来培养和培训工程师。

尽管阿根廷政府将发展科学作为工作中的重中之重,但对工程研究和发展的投入历来都很少。最近几年,国家对技术研究的支持日益增多,而私营部门的支持相对较少。2003 年,对研发的总投入是国民生产总值的 0.5%,而 2008 年是 0.8%,2010 年计划增加到 1%。

法律上,阿根廷的工程行业由工程师管理和支配、遍布全国的“专业委员会”和“工程大学”。它们代表国家,负责管理专业工程师的注册、工程行业的活动和行为准则。除了这些机构,工程师可自由加入各种区域协会或工程师中心。它们共同构成了国家工程

① National Council on Evaluation and Accreditation, Argentina. Go to: <http://www.coneau.gov.ar>

② Secretary of University Policies, Ministry of Education. Go to: <http://www.me.gov.ar/spu/>

③ Jacques Delors. 1996. Learning: the Treasure Within. Report to UNESCO of the International Commission on Education for the Twenty-first Century. UNESCO publishing, Paris.

协会(UADI),^①而UADI同时也是UPADI、全美洲工程协会、世界工程组织联合会的成员。UADI的使命和核心任务就是:代表工程师,并提高工程师为国家服务所需的专业技能。工程专业人员的行为受道德准则的约束,这些准则由阿根廷国家工程院院士建议,由专业委员会批准通过并实施。^②

加勒比海地区

Gossett Oliver



工程和它的各种产品、服务及其发展趋势影响着我们生活的各个方面,是指导我们的思想、行为,影响人类文明进程的主要因素。一个国家是否有能力解决困难、是否能够满足人们的需求,很大程度上取决于涉及科学和技术各方面知识的工程的发展和应用。

所有发达国家都是科学和技术使用的领导者,而不发达国家不具备使用先进科技设备的能力,这一点似乎毫无例外。可以说,科技能力是区分发达国家和发展中国家的主要因素,也是加剧贫富差距的主要原因。缩小加勒比海地区发展差距的关键是领导者制定政策、战略和计划以创新使用工程学来解决社会经济问题并保护环境的意愿。

在讲英语的加勒比海诸岛中,只有两个岛国(即牙买加和特立尼达和多巴哥,总人口约600万)历来注重科学发展和技术应用。他们也是该地区最早制定法律利用科学和技术开发国内自然资源的国家。如果我们知道牙买加是美洲半球第一个享用电力、兴建铁路、建立植物园、并创新应用研究成果以提高甘蔗生产量的国家,这一点也许就不那么令人惊讶了。

在加勒比海地区,一些小国家拥有的专业人员和物质资源相对较少,但他们也不得不面对一些较大的、发展相对较快地区面临的最严重的挑战。这促使加勒比海地区的人们更加创新地使用现有资源从而得到最高的效率,并保持灵活性以适应快速发展的趋势。

加勒比海地区对科学和技术的管理已经转向善于有重点地使用一些技能娴熟、受过

① UADI. Go to: <http://www.uadi.org.ar>

② National Academy of Engineering. Go to: <http://www.acadning.org.ar>

培训的人才,并非常注重成果的获得。要解决本地的什么问题、从外部获得什么,并如何将这两个方面结合起来,是不可避免、迫在眉睫的问题。而监测、评估和学习成为这些努力中必不可少的。

加勒比海地区意识到,必须使用现有的技术和工程知识解决长期性的生产问题,同时,创建一个强大的研发基地来寻找解决方案并预测各种问题。因此,必须强化知识监督能力和建立合作伙伴关系的能力,从而创建有效的系统,解决自然资源有限的问题。

尽管加勒比海地区具有强大的大学体制和悠久的科学理念,但由于缺少生产资料、资金、应用设备、工程和企业能力等,他们很难将国内科研成果转化为技术、产品和服务。该地区的私营部门(除了特立尼达和多巴哥外)不仅规模小,而且在发展模式上比较保守;常常避免技术投资的风险,而享受政府证券、债券和零售贸易方面的业务发展。

犯罪活动成为该地区主要的问题之一。海岸线的治安很难维持,因为没有现代化的监控和检测技术,很难阻止违禁品、非法药品和武器的入境。

加勒比海地区虽然缺少以技术为导向的项目资金和试点计划设施的风险资金,但是拥有所有主要的科技基础设施。需要改进银行对知识经济风险评估的能力;需要寻找更多的方法鼓励大学和学生将知识商业化,创造新的商品和服务,这些对于发展国内经济都非常重要。

因此,以下战略领域有助于工程师将加勒比海地区推向和平、繁荣的发展道路:

(i) 收集并使用国家重要的科学和技术信息

在以知识为主导的世界,信息是最重要的。市场不能让信息及时流动,因此,政府必须建立机构、制定政策、实施计划,以确保国家重要的统计数据的收集和分析,并将信息告知商业发展部门以做出社会调整。同时,还要进入区域和全球的网络中,以遵循技术发展趋势、科学发展和贸易发展趋势,这些对当地的企业发展和文化规范都有着重要的影响。

以下方案是实现这些目的的基本要求:

- ◇ 收集当前有关科技技术、机构、组织和项目等精确的信息;
- ◇ 将这些知识和当前的工业、生产、服务和社会需求联系起来,找出差距,并填补差距;
- ◇ 建立绩效指标和标准以监督和评估国内科学和技术以及工程活动,从而帮助他们取得进步、合理利用资源;
- ◇ 建立审查机制,使国家根据绩效制定预算,特别是各部位和主要法定机构的科技活动;
- ◇ 共享该地区的隐性知识,特别是商品的生产、服务和娱乐。

(ii) 人才管理能力

智慧资本是国家发展的基石,这是通过对国内信息的发展分析,并从国际舞台上追求知识来实现的。因此,人才的有效管理对业务的扩展和经济活力有着极其重要的

作用。如果要实现资源合理分配,发展目标及时完成,社会的政策和规划将需要各种优秀的人才。因此,一个遍布全球的信息网对于当地的社会经济发展的前景极其重要,特别是对加勒比海地区的小国家来说尤其重要。

以下目标极其重要:

- ◇ 开发社会人才网,包括一些代表团、大使以及其他国外的机构;
- ◇ 培养外交家、政治家和其他方面的政府官员,还要培养科技方面的工会领导人、国家领导人,并增加他们的影响力;
- ◇ 开发当地科技人才库系统,最大限度的收集信息、分析信息、宣传信息并收集反馈。

(iii) 深化并提高信息科学和通信技术能力

信息化和通信目前正处在全球化加速过程的中心,也是增加生产和贸易的核心。这些技术是科学发展的结果,从而促进了一系列的发展,包括:电力、无线电波、激光、晶体管、万维网以及浏览器。这些发展深深影响了我们生活的各个方面,这些技术的传播、使用和改进都为国家带来了经济效益,而在这一领域发展落后的国家也不能实现知识分享和技术应用。为了使这些技术更好地服务于社会经济发展,还要包括其他一些因素,诸如自由和开放的竞争、扩大的基础设施、平衡的规则、管理和组织的创新、越来越多的公司和机构使用这些技术来改善生产和营销。因此,这一领域的广泛竞争是必要的,这可以确保整个社会获取、分享并建设性地使用信息。加勒比海地区需要这样的竞争,需要加强信息和通信技术政策和技能的领域有:

- ◇ 软件开发
- ◇ 设计和硬件生产
- ◇ 文化产品
- ◇ 为经济主要驱动力的服务(如旅游业和银行业)

(iv) 环境保护

如果不考虑环保这一因素,社会经济的发展不会是可持续的。这对于领土较少的热带加勒比海诸岛国来说更是如此,这些岛国的生态系统较脆弱,人口增长缓慢,也面临着交通和工业化的压力。为了实现经济发展和人类发展之间的平衡,必须利用当地最好的信息保护好环境,而这将依赖于直接性的研究并创造性地利用科研成果,从而达到目的,或者达到国际标准。届时,生物的多样性、生物安全和生物修复将会成为至关重要的科学领域。

人们保护环境的最低要求的政策方案:

- ◇ 提高科研水平以减少生态压力,解决当前自然的和人为的灾害,包括干旱和洪涝;
- ◇ 建立生物安全规章和措施;
- ◇ 改进建设标准;



© Oliver 垃圾被放置并压缩在一个垃圾填埋场

- ◇ 提供信息以有效平衡建设和农业之间的关系；
- ◇ 将土地分区管理,将合适的土地保留下来作为农田使用。



© Oliver 2007年飓风迪安的影响

(v) 解决灾害的技术

加勒比海地区处于自然灾害易发地带,也经常遭受飓风、洪水和地震等。因此,必须特别关注现代技术,如材料和纳米技术等,以改善选址、材料的适用性和建设的成本。

为这么多人提供更加经济又安全的住房是当前迫切的要求。因此岛国必须做到以下几点:

- ◇ 对于适合热带地区的各种建设材料和技术进行调查;
- ◇ 为在这一领域工作的科研机构提供相互认识的机会。努力培养一个更大的专业社团。

6 工程与发展:应用和基础设施建设

正如各国领导人对知识社会和经济做出的评论以及在国际会议和全球峰会上提出的宣言所示,工程和相关的能力建设、工程应用与基础设施建设对社会经济发展有着至关重要的作用。然而,各国在制定发展政策与规划时往往会忽视工程。例如,千年发展目标(MDGs)或减贫战略文件(PRSPs)很少被提及。本章重点论述工程发展应用与工程基础设施建设,特别提到了千年发展目标和相关国际发展的重点项目,最后介绍工程技术标准。本章开篇关注了减贫与可持续发展,结合南非的案例研究实行减贫计划,可持续发展涵盖了对千年发展目标、可持续发展与工程技术标准的研究。

政府间气候变化专门委员会(IPCC)一直强调技术对减缓和适应气候变化的重要性,各国政府也承认这一点,的确,工程在这方面的作用尤为重要。另外,工程在灾难应急响应、灾后重建、减少风险方面也很重要,最近的海地地震证明了这一点。发展技术需要适合的环境,虽然世界各地对“适当技术”褒贬参半,但自20世纪60年代以来,其重要性已得到认可与提倡。本章分析了适当技术案例与另一个关于使用适当建筑技术的有趣的案例研究。工程基础设施建设部分主要涵盖了水供应和卫生设施、能源、交通、通信、可靠性、维护管理等方面。最后一节讲述了发展中国家基础设施建设的发展,包括对基础设施建设报告卡的讨论,结合南非、澳大利亚和美国的案例研究,旨在强调基础设施建设的重要性。

2009年财政刺激方案调查

全球金融危机导致多数大国启动了经济刺激计划——一种特殊的旨在增加经济活动的支出和税收一揽子财政计划(更正式的说法是,财政刺激方案是在经济疲软时期通过增加短期总需求来促进经济活动)。在这些刺激方案中,需要咨询与工程服务的基础设施项目一般占很大比例。国际咨询工程师联合会(FIDIC)负责监测基础设施消费在这些服务需求上的整体效果。

正如前面提到的,FIDIC对各国一揽子经济刺激计划的调查结果显示:刺激方案总额为20350亿美元,拨款11630亿美元专用于基础设施建设,约200亿美元用于工程咨询服务。

表 6-1 一揽子刺激计划:基础设施部分

国家/地区	文件	日期	总额(亿美元)	基础设施 (亿美元)
欧盟	欧洲理事会议程(包括下文已列出的成员国的刺激方案)	08. 12. 11 ~ 12	2520	2180(用于额外措施)
澳大利亚	公告	08. 10. 15	74	
		08. 12. 12	22	22
巴西	法令	09. 01. 23	200	377
加拿大	公告	09. 01. 13	300	
智利		08. 01. 05	20	7
中国	公告	08. 11. 10	6000	5400
中国香港			72	
中国台北			18	
埃及		08. 12	27	
法国			328	132
德国	第一项和第二项刺激方案	08. 12 ~ 09. 01	643	176
匈牙利			65	
印度		08. 12. 07 ~ 09. 01. 02	600	335
以色列		08. 11	57	29
意大利			1010	209
日本		09. 08 ~ 12 (3 项方案)	1330	
韩国		08. 11	110	78
马来西亚		08. 11. 04	19	9
荷兰			76	
秘鲁		08. 12. 08	33	
葡萄牙			83	
俄罗斯	127 美元		200	
新加坡	公告	09. 01. 23	149	32
西班牙			479	113
瑞典	公告	08. 12. 05	11	1

续表

国家/地区	文件	日期	总额(亿美元)	基础设施 (亿美元)
瑞士	政府批准		8	
泰国	政府批准	09. 01. 16	36	
英国	公告	08. 11	300	
美国	《美国复苏与再投资法案》 草案	09. 01. 15	5500	1800
越南			60	30

对工程咨询服务的需求

投资基础设施建设相当于增加固定资本形成总额(GFCF)。GFCF是指企业、政府和家庭购买固定资产,扣除已出售或报废的固定资产后所得的增额,所以,这是一种计算新投资在固定资本资产所获得的净额的方法,用来计算固定资本存量的净增额。但是GFCF有点自相矛盾,它被称为所谓的“总额”,是因为不包括资产贬值。FIDIC应用GFCF国家估算法来估算工程咨询服务需求(见PDF文件和FIDIC年度调查)。通过应用相同的方法,上文中概述的一揽子刺激方案可转化为约200亿美元的额外服务需求。

6.1 工程、千年发展目标与其他国际发展目标

6.1.1 工程与千年发展目标

Jo da Silva 和 Susan Thomas

全世界大多数国家甚至所有国家将有时间实现千年发展目标(千年发展目标是指在2015年之前减少全球贫困人口与提高生活水平等一系列目标),但前提是各国如往日一样打破常规。从现在起至2015年,我们需要不懈努力,才能成功。我们需要花费时间来培训教师、护士、工程师,兴建道路、学校、医院,创办大小型企业以创造就业机会,为人们提供基本收入。因此,我们必须从现在开始行动。在未来几年内,我们必须加倍援助全球发展,实现这些目标。

工程在实现千年发展目标的过程中发挥着至关重要的作用。这个背景对 Arup 来说,就是我们的变革动力行动,这个项目研究了贫穷和其他与千年发展目标直接相关的议题。英国工程公司 Arup 建立了国际开发团队,成为展示工程师积极性的例子。为了实现千年发展目标,这个团队在最大限度地减少对环境影响的情况下,寻求在发展

中国家投资所带来的长远利益最大化,以减少贫困和脆弱性。

工程的作用

社区的基础设施是扶贫的关键,因此,工程师在所有的千年发展目标中发挥着至关重要的作用。由于没有干净的水供应和卫生设施,人们易患疾病或因找水而浪费很多时间,因此生产力严重下降。没有公路,穷人无法在市场上出售自己的商品。必要的基础设施不是一种奢侈品,可以等待更好的经济时代再拥有,而是创造更好经济时代的先决条件,提供这些设施是一项紧迫而长期的需求。

变革的动力

约五年前,某些领域被公认为是最有可能对社会、商业、客户产生重大影响的,Arup 于是开始调查这些领域对全球的影响力。到目前为止,研究结果都已发表在一系列报告卡上,这些报告卡记录了每项动力的社会、科技、经济、环境及政治影响。发表的主题包括能源、废物、气候变化、水源、人口和城市化。2007 年选定的研究主题是变革动力——贫困,这反映了 Arup 公司的使命是“塑造一个更美好的世界”。世界上有 24 亿人无法享用卫生设施,23 亿人缺乏可靠的能源来源,12 亿人无法享用安全饮用水。如果要实现千年发展目标,就必须解决这些问题以及其他有关交通和通信问题。

表 6-2 显示了实体基础设施建设与千年发展目标之间的关系,表明社会经济投入的重要性。

表 6-2 实体基础设施建设与千年发展目标之间的关系(从底层的必要基础设施到高层的先进经济基础设施)

服务	实体基础设施建设	社会经济投入范例	千年发展目标	千年发展目标主要的/直接的影响
国家和国际活动、商品进出口、人口流动	港口、机场、公路、铁路	贸易关系或协议	8	全球合作伙伴
服务业,如银行	办公室	技术培训、外部投资	8	全球合作伙伴
制造业、加工业	工厂、工业单位	技术培训	8	全球合作伙伴
急性病医疗	医院、药物	医疗培训、支付能力、可使用度	4、5、6、8	疾病
继续教育	大学、学院、高中	学术环节、课程设置、支付能力	8	全球合作伙伴

续表

服务	实体基础设施建设	社会经济投入范例	千年发展目标	千年发展目标主要的/ 直接的影响
通信	无线网络、移动网络、电话网络、电话中心	当地技术培训、私营企业	3、6、7、8	全球合作伙伴
电力供应	电力站、电力传输	需求管理、支付能力	7、8	全球合作伙伴
农业与食品输送	地方公路、灌溉、当地市场	培训、信息	1、4、5	消除极端贫困
公共交通及可使用度	步行街、自行车车道、公交体系、水路	需求分析、支付能力、公路安全	1、2、7、8	
基本医疗	医疗中心	健康宣传、医疗培训	3、4、5、7	产妇健康
初级教育	小学	教师培训、支付能力、课程设置	2、3、7	普及小学教育
	社区中心、公共建筑	社区需求、建筑技术	1、3	消除极端贫困
避难所	房子	建筑技术、场所、需求	1、7	消除极端贫困
服务	实体基础设施建设	社会经济投入范例	千年发展目标	千年发展目标主要的/ 直接的影响
减少灾难风险	集体避难所、洪水防御	社区意识、警告体系	1	消除极端贫困
卫生设备与废物管理处理	厕所、排水系统、污水处理系统、实体废物转移、垃圾场、回收工厂	卫生宣传、社区管理、社区回收	1、2、3、4、5、7	儿童死亡率
水供应	点源、加工处理、储存、分布系统	卫生宣传、社区管理、维修培训、私营企业	1、2、3、4、5、7	儿童死亡率

从历史看,扶贫战略侧重于直接干预,以提供短缺的设施。在过去的二三十年内,国

际信贷机构的投资用来集中解决基础设施的缺乏,这些设施一般都很昂贵,往往无力长期持续运作与维护。

扶贫需要大量社会文化变革的干预措施。贫穷有很多种,因此解决方案需要的不只是技术基础或工程基础。仅提供基础设施但无法利用这些设施是不能减贫的。



© Joe Muligan, EWB – UK 社区的基础设施建设是扶贫的关键

现在是时候集中精力找出阻碍进步的因素。这可能需要考虑千年发展目标,而不是寻找以需求为基础的方法。要满足这些需求就必须去了解它们。但是,作为工程师,我们往往会创建这样一个舞台,在没有真正理解生活戏剧性的情况下,它就展现在我们面前。作为一种职业或践行者,我们往往不会花费时间去广泛地探索一个问题,不会思索我们正在研究的问题是如何与图表之外的问题相关联或的确是由图表之外的问题所引起。

千年发展目标

2000年9月,近190个国家在联合国千年首脑会议上就八项千年发展目标达成一致意见,以减少全球贫困和提高人们的生活水平。具体如下:

目标1:消除极端贫困和饥饿。在1990~2015年,靠每日不到1美元维生的人口比例减半;挨饿的人口比例减半。

目标2:普及小学教育。确保到2015年,世界各地的儿童,不论男女,都能够完成小学全部课程。

目标3:促进两性平等并赋予妇女权力。最好到2005年在中小学教育中消除两性差异,在2015年之前在各级教育中消除此种差异。

目标4:降低儿童死亡率。在1990~2015年,五岁以下儿童的死亡率降低2/3。

目标5:改善产妇保健。在1990~2015年,产妇死亡率降低3/4。

目标6:防治艾滋病毒/艾滋病、疟疾和其他疾病。到2015年,遏止并开始扭转艾滋病毒/艾滋病的蔓延;遏止并开始扭转疟疾和其它主要疾病的发病率增长。

目标7:确保环境的可持续能力。将可持续发展原则纳入国家政策和方案中,扭转环境资源的流失;到2015年,无法获得安全饮用水和基本卫生设施的人口比例减半;到2020年,使至少1亿贫民窟居民的生活得到明显改善。

目标8:建立全球发展伙伴关系。满足最不发达国家和小岛屿发展中国家的特殊需求;进一步发展开放、遵循规则、可预测、非歧视性的贸易和金融体制;全面处理发展中国家的债务问题;与发展中国家合作,为青年开发和实施体面的生产性工作战略;与制药公司合作,在发展中国家提供负担得起的基本药物;与私营部门合作,提供新技术、特别是信息和通信技术。

根据“千年发展目标”的分布,可以看出,目标1~6有着明确的指标,重点解决关键的贫困问题,通过这些具体的指标加强对目标的认识。不过,目标7涉及到的的是一个有限的因素——我们只有一个地球。相比之下,目标8是一个有利的因素——专注于业务与伙伴关系在实现目标过程中所起的作用。

过去,人们尤为关注可持续性。可持续性被视为乌托邦,在那里,人类与大自然和谐相处。可持续发展是我们企图达到这一平衡点的过程。但是,到目前为止,还没有达到这一平衡点。相反,世界正在遭受着破坏,资源短缺,生物系统紊乱。

我们不应该侧重强调“可持续发展”的抽象概念,而应该转移注意力,为人们创造一个更加幸福、更加安全的未来。人类社会在家庭、邻里、社区和国家等方面都将获得成功。我们必须更加清醒地认识到,从理性和道德的角度看,经济学、环境管理与民间社会三大可持续发展要素自身从未被视为合法目标,而是通往更加美好未来的途径。未来,更多的人将在更加长远的时期内拥有更多的机会。可持续发展既是一种物质现实,又是一种政治选择。

在我们资源有限的世界里,统一的设计方法是寻求一条最合理的途径来创造长远价值。这种统一的方法需要我们认真对待,要求我们从深度、广度、交叉点上与时俱进地解决问题。行为心理学家、社会学家、物理学家、人类学家、经济学家和医疗卫生官员都需要对设计与工程做出一个更宽泛的定义。

在此框架内,“统一设计”成为抓住机遇最可靠的办法,而且还可以防止任一利益团体利用设计理念作为抵押,阻碍实现最终目标的进程:在长时间内优化人类持续发展条件。

工程行业面临两个挑战,其一是向上层发展,其二是对工程师在规划项目、问题和预算过程中发挥作用的认知。值得注意的是,工程师不仅仅是技术人员,工程善于提供综合的解决方案。

Ove Arup 爵士说:“工程问题有很大的不确定性,如果不论好坏的话,有多种解决方案。关键是找到一个好的解决方案。这是创造性的活动,需要想象力、直觉和深思熟虑的选择。”工程师需要参与这种创造性的活动。

工程师如何才能有助于缩小基础设施建设的差距

缩小基础设施建设差距为支持可持续的建筑环境发展提供了一个绝好的机遇,在这

种环境下,个人与社区都可以充分发挥自己的潜能。为了利用好这一机遇,设计与实施基础设施建设服务的参与者需要了解这些服务是如何在当前环境下既可持续发展又扶贫,还必须了解可持续发展、扶贫、基础设施建设服务与合适机制之间复杂的相互关系。其中,这些合适机制是为了使当地社区的利益相关者愿意参与到设计与实施的过程中。

工程在促进实现千年发展目标中发挥的作用,有以下几项作用:

- 识别问题/机会;
- 同意问题/机会应该被处理,而且要优先解决;
- 知道该怎么处理问题/机会,以及这一问题/机会是如何与其他问题/机会相关联;
- 选择做我们今天知道如何做的事,改善明天该做的事。

最有名的以需求为基础的方法可能就是马斯洛的需求层次(图6-1),这个需求层次是由五个层次组成的金字塔。在这一金字塔中,只有较低层次的需求得到满足后,才能考虑较高层次的需求。首先必须满足匮乏性需求。一旦这些需求得到满足后,为了满足成长需求所做的努力就会推动个人发展。当一个人的需求向上移到下一层次时,就不再优先考虑较低层次的需求。如果较低层次的需求还未满足,那么这个人将暂时集中精力优先考虑这些未满足的需求,但不会永久地倒退到更低层次的需求。

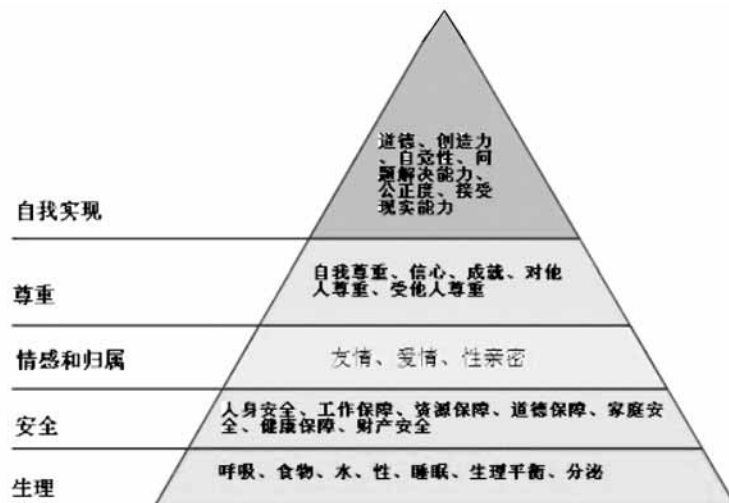


图6-1 马斯洛的需求层次

工程解决方案是扶贫必不可少的一部分,但是,工程不是使扶贫计划取得成功的唯一因素,这还需要考虑社会、经济、政治影响。

采取的工程解决方案要考虑到其使用自然资源的结果,方可实现**可持续工程**。最佳的解决方案会对自然资源消耗产生积极或中立的影响。相反,不健全的工程解决方案可能会使环境资源枯竭,使社会更加贫穷。

生命周期工程要考虑到提出的工程解决方案所需要的运营和维护保养费用,已完成的项目要有有效的、支付得起的运营和维护保养制度。

增效工程要考虑到当地社区的能力,特别是工程与技术行业。在可能的情况下,提

出的解决方案需要本地的专业人士和技术人员的参与,并建立持续的工程与运营资源。

适当工程需要考虑多种解决方案,这些方案既要满足该项目的工程需要,还可以采取以劳动力为基础的建设方法。以劳动力为基础的建设与劳动力密集的建设截然不同,前者旨在改变相关技术使之适合于手工劳动,而后者基本上是用人来代替机器工作。

Arup 公司与向贫困宣战的工程师合作,研发了一个可持续发展的项目模型,这一模型用来评估发展中国家的基础设施项目的可持续性和减贫业绩,是一个集规划、监测和评价为一体的工具。该工具被称为“ASPIRE”。这项工作由 Arup 国际发展团队带领。该团队是为发展中国家的城市可持续发展和基础设施建设而组建的一个优秀服务中心,主要为组织、捐助者、公共部门和私营部门提供服务,以便更容易地获取丰富的知识和技术专长。其目的是创造体面的生活条件和工作条件。从长远看,这在经济上是切实可行的,并为人们提供真正的经济机会,有助于他们发挥自己的潜能。

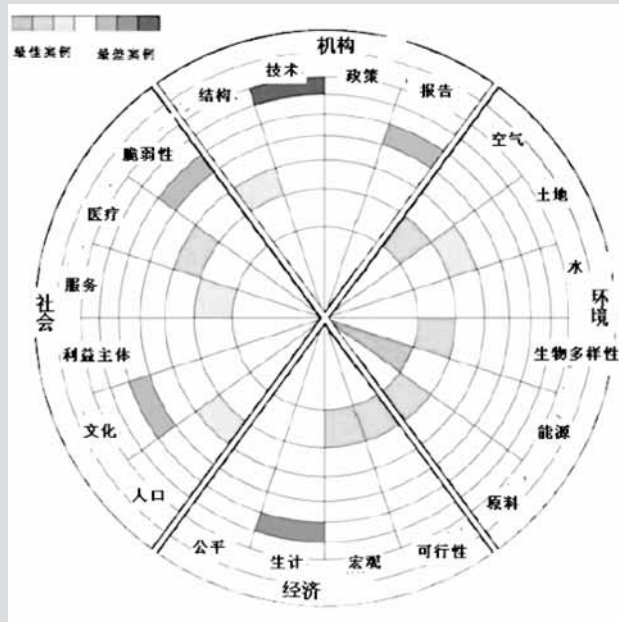


图 2 ASPIRE 模型

ASPIRE 是用来评估基础设施建设项目的可持续性的软件工具,这些项目的总目标就是减贫。ASPIRE 提供了一个全面的评价框架,涵盖了环境、社会、经济 and 机构的四个关键要素。

6.1.2 减少贫困

Tony Marjoram

一般来讲,每天生活费低于 2 美元的生活为贫困生活,每天低于 1.25 美元的生活为极端贫困生活。因此,贫困虽然不专属于发展中国家和最不发达国家,但与其有着特殊的联系。当然,在世界各地的大部分城市和国家里,都有一定程度的贫困实例。2008 年,世界银行估算到 2005 年有 26 亿人每天的生活费低于 2 美元,14 亿人每天的生活费低于

1 美元。消除贫困,尤其是极端贫困,是联合国千年发展目标的首要目标。贫困程度取决于社会经济环境与诸如土地和资源使用等问题,是衡量收入和资源分配与不平等的尺度。贫困导致身体欠佳、疾病、死亡,阻碍着人们利用诸如教育之类的机遇。贫困有性别差异,世界上 60% 的贫困人口是妇女。在许多国家中,她们主要从事家政、食品生产、供水、收集燃料和烹饪职业。另外,她们中的大部分人因为没有工作或没有自己的财产,所以没有资格向银行贷款。

虽然人们通常在经济方面考虑、估算、显示贫困,但贫困与人们对资源的利用有着必然的联系。有了这些资源,它们才能满足基本的人类需求,尤其是对食物的需求。这取决于资源可用性和人口压力,生活贫困、接近贫困线的人将他们大部分的收入用于满足诸如食物的基本需求,更容易受到生活费用增加的影响。这反过来又取决于干旱和饥荒等自然因素以及有关收入和资源分配方面的政府政策。例如,在 20 世纪 80 年代,经济自由化与结构调整带来的自由市场政策削减了政府在发展中国家中对社会项目、补贴和公共资金的支持,导致了贫困人口的增多,国家内部和国家之间不平等明显升级。在一般生活标准所需要的资源被剥夺的情况下,贫穷还剥夺了人类的基本权利,如食物、住房、穿衣、安全的环境、医疗和社会服务、教育和培训、体面的工作以及科技带来的好处。今天的世界比以往任何时候都要富有,而且消除贫困已成为一项基本人权,但是仍有 10 亿多人在遭受极端贫困的折磨。

减贫——获取知识与应用知识的途径

人们有了资源,才可满足其基本的人类需求。人类获取资源的途径关键取决于知识以及获取知识的途径。尽管只有当人权和政治权利赶上工业发展的步伐时,才会有狄更斯效应,但是工业革命和农业技术的发展,尤其是蒸汽机的发展,使城乡生产力发生了彻底的变革,满足日益增长的人口需求,急剧减少贫困人口。这有助于打破常规,部分在马尔萨斯争论中有所体现,即到这一时期后,粮食短缺和贫困是生活中不可避免的事实。除了食物供应、生产和加工外,其他领域的基本需求包括水供应、卫生设施、住房、能源、交通、通信、收入、就业和创业。

工程和科技方面的知识应用一直并且将来也会对满足人类的基本需求、减贫、推动经济和社会发展发挥重要的作用,正如它现在对灾难应急响应、灾后重建、预防以及将来对减缓和适应气候变化都发挥着重要作用。工程技术由“硬件”工具、设备和基础设施、“软件”工程知识组成。“软件”工程知识是用来设计、生产和开发为世界各地人所用并支持他们的技术。工程技术的应用有助于人们从宏观、中观和微观层面解决贫困。在宏观国家层面(日益发展到全球层面)上,工程技术带来工业革命、经济社会发展、生产力、经济的增长。

在宏观层面上,尽管古典经济学忽视了技术变革,但新古典经济增长理论和后来的经济增长理论日益注重技术和创新,并将技术和创新作为经济发展增长的主要动力。传统经济学尽管长期批评“涓滴”效应,但也将经济增长视为减贫的主要因素。最近的研究



© Victoria Hickman, EWB – UK

印度 Pune 贫民窟居民的社区参与和新住房规划

表明,经济增长未必会减少贫困,还需要减少不平等的政府政策。^① 基础设施在这一方面起着关键的作用。

在中观层面上,发达国家和发展中国家的众多企业都是中小型企业,中型企业的员工少于 250 人,小型企业的员工少于 50 人,而微观层面上的众多企业,其员工不到 10 人。在世界各地,特别是在发展中国家和最不发达国家,中小微型企业 (MSMEs) 在企业中占了绝大多数,在就业方面也占了大多数,占国内生产总值的 50%, 高于较大企业的经济增长。许多中小微型企业也侧重于特殊的技术和创新。电工、管道工、机械、电视、互联网、手机和太阳能电池板等公司已经加入或取代了年老的屠夫、面包师、烛台制造商。

工程技术的应用

技术在满足基本人类需求,提高普通百姓生活质量等方面发挥着最重要的作用,

这一作用是透明可见的,这是直接应用于社区和家庭层面的表现(乡村地区的农村,城镇地区的社区)。如前所述,工程技术在提供和研发食物供应、生产和加工、水供应和卫生设施、废物、住房、能源、交通、通信、收入、就业和创业等方面至关重要。具体实例有:妇女对农业的开发(现在的巴布亚新几内亚和美拉尼西亚,是妇女寿命比男人短的少有的几个地区,她们仍然是主要的小农),设备(如以动物或发动机为动力的农业设备)、家庭食物加工工具、设备和技术、水井建设、水箱和改进的厕所、更好的住房和炉灶、低成本的道路,当然还有几乎无处不用的手机。穷人所使用的技术不一定是差技术或低级技术,所有这些技术和企业有助于提高收入和创造就业机会。

一些技术虽然可以大规模地减少贫困和人类苦难,但是参与到初级开发、应用和创新这些技术的众多工程师都被人遗忘或默默无闻地工作,即使这些技术是由工程师发明,也同样如此。罗马工程师发明了供水卫生系统,该系统逐渐发展为现在各大城市所用的系统,例如在伦敦,霍乱肆虐之际,1858 年又发生了“奇臭”事件,约瑟夫·巴泽尔杰特等人研发了供水卫生系统。虽然成千上万的人对抽水马桶、电力、汽车、无线电和电视

^① “The Developing world’s bulging (but vulnerable) middle class”, World Bank Policy Research Working p. 4816, January 2009.

的发展给予了高度评价,但是我们中又有多少人能够记得托马斯·克拉普、尼古拉·特斯拉、爱迪生、古列尔莫·马可尼、保罗·尼普科夫和约翰·洛吉·贝尔德的名字呢?下一代工程师要面临减缓和适应气候变化的巨大挑战,希望他们能够受到无名祖先的启发。

如上所述,贫穷有性别差异。妇女为家庭的生存,特别是在使用和创新粮食生产、供水、收集燃料、烹饪方面等技术,作出了卓越的贡献。如在其他领域一样,与技术创新相关的减贫活动必须基于两性角色的对话和理解,这样不仅能有效地减少贫困,不增加妇女的工作,还可以有效地减少性别及其相关差异。例如,在许多国家里,妇女收集燃料,但由于浓烟的烹饪条件,她们的眼睛和肺部有较高的发病率,她们需要参与设计、开发和创新更好的无烟炉灶。两性平等也是一种人权,妇女获得教育、科技、创业和就业所需的小额信贷的机会可以极大地提高家庭收入,改善健康和幸福,促进社会经济发展,减少贫困。

应用工程技术以减少贫困

工程技术需要适合于贫困人的社会、经济、教育和知识的情况,便于他们满足自己的基本需求,减轻贫困,促进可持续生计和发展。生活贫困的人更容易受到突发事件、自然灾害、人为灾害的影响,工程技术在预防灾难、减轻灾难、响应灾难中扮演着重要的角色。

如在本报告的其他地方所述,这需要制定有效的政策、实施,并将工程技术纳入到减贫战略文件中。这还需要有效的能力和能力建设、年轻工程师的教育和培训,尤其是发展中国家的工程师,要使之意识到工程技术在减贫中发挥的作用,而且要提高其敏感度。需要鼓励支持政府各部门、捐助机构、大学、非政府组织和其他相关组织传递信息和经验,并参与到这一过程中。如“无国界工程师”等组织与“戴姆勒 - WNESCO 全球对话工程奖(Mondialogo 工程奖)”等也有助于推动这一进程。

6.1.3 减少贫困:南非基础设施建设的案例研究

Ron Watermeyer

美国土木工程师协会于 2004 年在巴尔的摩会议上预测他们将需要更多的基础设施,Ron watermeyer 从 2020 ~ 2030 年,发展中国家将新建约 80% 的世界基础设施。预计减贫目标将支持这些基础设施的兴建,如与刺激经济增长、创造就业机会、实现社会进步和稳定、促进自然资源的可持续利用(相对于严格保护主义的立场)等相关的目标。

南非建筑行业本质上是一个劳动密集型产业,能够吸收相对无需特别技巧的工人。在 20 世纪 80 年代后期,在兴建和维修基础设施建设时,人们发现基础设施交付可提供集中的就业与商业机会的潜力。

南非后种族隔离的政府于 1994 年承认政府采购有经济转型和解决社会发展问题的潜力。因此,南非政府于 1995 年开始着手采购改革的项目,认为良好的治理和采购的使用是社会发展政策的工具。这一过程最终催生了一个公平、公正、透明、富有竞争力、低

成本的采购制度,促进了采购自身的直接目标和之外的其他目标。

创造就业机会、减少贫困、非洲广泛经济授权仍然是南非发展议程上的重要问题。基础设施项目的建设途径包括技术的选择、兴建方法及建筑材料,在这些领域所做出的选择决定了新增就业机会的数量和性质。另外,还侧重于发展和支持中小微型企业。

从南非案例中吸取的经验教训

- 兴建和维修基础设施项目,可以为弱势群体提供就业机会,为边缘化的企业提供商业机会,以解决社会内部的不平等,进而解决贫困问题。

- 为了增加工作机会,需要对采购安排、适当的技术和施工方法进行创新。需要重新考虑公认的规范和标准,恰当使用第一原理法进行再评估,以获得不同的成果。由于劳动力的成本过高,发达国家已淘汰掉某些技术,但这些技术现在可能会被“重新发现”并加以实施。人们需要对本土技术的性能进行量化记录,以便下次应用时,信心十足。

- 为了大规模地复制试点项目得出的结果,需要适当的标准、全面的设计指导和建设标准。国家标准和最佳实践在使研究和创新转化为主流活动的过程中以及在扩大其应用范围中发挥着重要的作用。

- 为了增加基础设施投资、减少腐败和欺诈行为的概率、确保拨款的合理应用,统一、灵活、可预见、遵循规则的采购系统是必不可少的。

- 采购文件必须有一个通用的结构,以使旨在减少贫困的采购措施和适当标准可以很容易地纳入到这些文件中,而且便于传达给采购过程的参与者。

- 需要能力建设,以确保有效高效的实施。

- 为了充分利用基础设施供给所带来的机会,供应方的措施要到位。

基础设施交付与千年发展目标的结合

在建筑物和工程基础设施的建设中,采购是必不可少的。针对减贫任务,南非开发了一系列的工具、技巧、技术、标准和方法。这些措施包括:通过基础设施采购向弱势群体提供工作机会,增加每单位支出的就业机会(通过促进小规模企业和应用以劳动力为基础的技术和方法),为社会上和经济上处于边缘化的人群提供商业机会和工作机会,以解决社会内部的不平等。

不必放弃与采购制度要求有关的国际最佳实践和良好的治理目标,就可以达到这个目标。这些可以落实《21世纪议程》第7章的各个方面,即“尽可能多地投入当地可利用的自然资源,加强当地建材产业,拓宽劳动密集型建设和维修技术的应用范围,进而为大多数大城市中就业不足的劳动力提供建筑业方面的就业机会,同时推动建筑业技能的发展”。因此,这些有助于减少每天生活费不到1美元的人口比例以及那些挨饿的人口比例(即千年发展目标1:消除极端贫困和饥饿)。

南非过去研发的采购过程现在正被纳入ISO10845建筑采购,实施这些采购过程的标准方法不仅是铲除腐败的一种实用手段(腐败危及了可持续发展),而且提供了一套有

章可循的、改善治理和减少贫困的贸易制度(即千年发展目标 8:建立全球发展伙伴关系)。

响应千年发展目标所面临的挑战有:将发展中国家试点项目中成功的制度和技巧纳入公共部门基础设施建设的主流,提高公共部门处理当前日益扩增的基础设施投资的能力。南非采取的标准和最佳实践方法为试点项目的主流成果提供了一个可行的模式,为发展能力提供了一个良好的平台。

在未来几十年内,土木工程将不会“一切如常”。土木结构工程师将需要以直接有助于可持续发展目标的方式建设基础设施,这些目标与发展中国家相关,其中一项就是减贫。

6.1.4 可持续发展

Tony Marjoram

工程与可持续发展

世界各地都面临着日益增多、日益严峻的挑战,这些挑战有关对环境可持续发展、应对气候变化和气候变化相关影响的需求。为了子孙后代,资源利用要坚持可持续发展战略,而且我们要保护环境不受污染、不会进一步退化和恶化。在一些领域,自然资源的利用成为关键(如石油生产高峰期与环保“临界点”)。自然灾害更加频繁,波及范围更加广泛。国家之间的贫富差距继续扩大。所有这些问题都对全球繁荣、安全、稳定和可持续发展构成了重大威胁。一个国家如果不先解决贫困、消费和资源分配等问题,就无法解决可持续发展和减缓气候变化等问题。

工程是解决其中大部分问题的核心所在。所有国家现在都认识到这些问题,并一致认为减少温室气体排放与更高效地利用资源来最大程度地减少气候变化带来的灾难性后果是紧迫的、不可抗拒的。面对日益膨胀的人口和日益增加的消费,我们如何才能达到这一目标?罗马俱乐部于 1972 年出版了《成长的极限》,提出主要兴趣、关注和辩论的新模式。众多国家也认识到,在可持续发展、减缓和适应气候变化的环境下,工程是最重要的活动之一。到 2009 年,许多国家在哥本哈根联合国气候变化大会召开之前,出台了减缓和适应气候变化的政策和倡议。

政府间气候变化专门委员会一直强调技术、资金以及工程在减缓和适应气候变化方面的重要性,这在本报告的其他部分反复提到过。处理这些问题与联合国气候变化框架公约第 15 届缔约方会议(COP15)的具体结果和后续报道,将是工程历来面临的最大的要求和挑战之一。

可持续工程或绿化工程领域是需要工程师和工程发展的主要领域之一。要确保工程技术是可持续发展和减缓气候变化议程的中心,是工程领域面临的另一挑战。

绿化工程

为了实现可持续发展,将需要大幅增加在技术和基础设施方面的投资。到 2030 年,



© Lamb batad 的梯田

煤炭的使用可能将会翻倍,所以碳捕获、封存和相关技术的需求将会成为挑战,石油化工业和化石燃料工业也具有同样大的挑战。许多国家也在寻求开发或重新开发核电,但由于核工业在过去的几十年内有所衰退,所以同样具有挑战性。可再生能源部门在过去的十年内迅速发展,不过为了满足需求,还需要进一步发展。住房部门和交通部门的发展也有类似的情况。工程师的需求将急剧增加。虽然日益增长的市场需求将有助于吸引年轻人从事工程行业,但开发大学生的课程还需要五年多的时间,所以政府将需要立即采取行动支持课程开发与相关的研发和创新。尽管对当前技术的投资比较迫切,但还需要研发新技术,政府现在就需要投资,以鼓励研发与工程行业向可持续、科技发展的下一个主流方向发展。

1997年,Ernst Von Weizscker出版的《四倍数:资源使用减半,人民福祉加倍》对持续进行的“成长的极限”辩论作出突出贡献。随着人们对气候变化的日益关注,加上最近的金融危机以及世界各地的政治家对有助于经济走出衰退的“绿化新政”产生的兴趣,辩论愈加激烈。Von Weizscker^①与自然边缘项目^②最近表示工程创新可能会提高80%的资源利用率并增加20%的财富。希望这样的信息和宣传将有助于促进政治家从心理上和行为上向绿化工程技术的新浪潮和模式迈进。

因此,可持续发展与减缓和适应气候变化成为了工程议程的重点。同样的考虑适用

-
- ① Ernst von Weizscker. 1997. Factor Four: Doubling Wealth, Halving Resource Use; and Ernst von Weizscker and The Natural Edge Project, Earthscan, 2009, Factor Five: Transforming the Global Economy through 80% Improvements in Resource Productivity.
- ② The Natural Edge Project, Australia. Critical Literacies Portfolio – Introduction to Sustainable Development for Engineering and Built Environment Professionals (with UNESCO, 2007); Whole System Design: An Integrated Approach to Sustainable Engineering (with Earthscan, 2008); Factor Five: Transforming the Global Economy through 80% Improvements in Resource Productivity (Earthscan, 2009).

于并且关系到工程与减贫和其他千年发展目标的相关问题。如果一个国家没有解决贫困、消费和资源分配的问题,那么就无法处理可持续发展和减缓气候变化的问题,因为这些问题是相互联系的。

工程教育与能力建设

尽管政府间气候变化专门委员会一直强调技术、资金以及工程在减缓和适应气候变化中的作用,但是工程技术在可持续发展中发挥的作用往往被忽视。同时,年轻人,尤其是年轻女性,对工程的兴趣逐渐下降,他们的入学率也在逐渐降低。这将严重影响工程能力建设和我们应对可持续发展、减贫和其他千年发展目标所面临的挑战的能力。工程的首要挑战之一将是确保有足够的经验丰富的合格工程师,这将需要设置新课程、研究培训教材、设立认证系统。希望这样的课程能够吸引年轻人,有助于提高大家对工程在发展中的作用和重要性的整体意识。由于工程是努力创造无碳未来的重中之重,所以要积极鼓励年轻人从事工程这一行业。

为了促进公众了解工程,并将工程应用到这些重要方面,我们可以做些什么?年轻人对科学工程的兴趣缩减以及升学率的下降好像是因为他们往往认为这些科目乏味、无趣、枯燥;大学课程难度大,而且艰苦;这些领域的薪资低;科学工程对环境有负面影响。也有证据显示:青少年在10岁左右放弃学习科学;因为不良的科学教育会使年轻人远离科学,所以在中小学接受良好的科学教育是至关重要的。

工程行动议程

“面向可持续发展的工程教育国际研讨会(EESD)”由 UNESCO 与清华大学联合举办,于2006年11月在北京召开。本次研讨会的想法于2004年11月在上海召开的世界工程师大会上提出,该大会的主题为“工程师塑造可持续发展的未来”。《上海宣言——工程师与可持续发展的未来》呼吁工程界、各国政府、国际组织促进工程在可持续发展的未来中发挥积极的作用。本次研讨会确定并强调了以下需求:

◇工程师肩负着塑造可持续发展的未来的重任,发明技术、应用技术消除资源消耗、浪费、污染对人类福祉的影响,维护并促进人类与环境的健康发展。

◇专业实践的高标准和道德规范,实现可持续发展的创造性、创新性、跨学科的、整体的、综合的方法,促进青年人和女性的参与,面向可持续发展的相关问题等领域的包容性。

◇面向可持续发展的学习和教学材料、方法和能力,为工程师在工程与可持续发展方面的工作、研究和出版提供更好的激励机制(例如安全认证、工作机会、研究经费、同行评审出版物)。

◇在国家 and 国际层面进行宣传、游说、合伙经营、建立网络、合作,互换分享知识并开展良好实践,以推广技术在健康、财富、促进和平与可持续发展的应用范围。

该研讨会承认并强调各国政府、政府间组织和非政府组织在这一过程中的重要性,呼吁 UNESCO 和世界工程组织联合会(WFEO)发挥更加积极的作用,与各国政府、国际国内合作伙伴、网络组织以国际合作的方式联合促进工程对可持续发展的开展与应用。要做到这一点,该研讨会强调了可持续发展工程教育在如下领域的作用:

◇建立伙伴关系,建立网络,发展优秀网络。

◇为纸质出版物提供网站和杂志,进行信息互换。

◇发展虚拟图书馆(如在 UNESCO 的支持下创建的苏丹虚拟工程图书馆)。

◇研发交换学习与教学材料(如有关可持续工程的自然边缘项目获得 UNESCO 的支持)。

◇促进新的学习与教学方法和途径(如问题导向学习法和兴趣导向学习法)。

工程技术知识的发展和应用在促进社会经济可持续发展、减缓和适应气候变化、促进国际合作、缩小工程技术领域的“知识鸿沟”等方面至关重要。工程面临的主要挑战是将工程定位在可持续发展、减缓气候变化和相关政策议程的中心位置,同时将可持续发展和减缓气候变化定位为工程方面的一个中心议题。

“国际研讨会:可持续发展的工程教育”于 2006 年 11 月在北京清华大学召开,由 UNESCO 和清华大学联合主办,由中国科学技术协会、中国工程院、世界工程组织联合会、美铝基金协办。

为了促进公众理解和感知这方面的例子,使教育和大学课程更加有趣,需要明确说明科学和工程本身就很有趣。

工程作为解决可持续发展和减缓气候变化问题的一种方案,有助于提高公众对工程的了解,加深他们对工程的兴趣。为了使大学课程更加有趣,需要转变课程教学法,少用刻板方法,多用兴趣导向、项目导向、问题导向的学习法、实时方法,动手实践有关可持续发展的项目。这些方法并没有放弃当地知识,而是基于这些知识,在可持续发展的背景下,促进工程的相关性,解决当代关注的问题,帮助工程与社会联系。

无国界工程师与世界各地类似组织的发展表明“相关性”奏效了,由于这些组织关系到可持续发展,年轻人也愿意为需要帮助的人“做些事情”,所以这些团体吸引着学生。工程虽然改变了世界,但从专业的角度来讲,还是有些保守,改变的进程比较缓慢,因此,我们需要世界各地各所学校的创新案例,探索诸如问题导向学习法等领域。因为一些领先的医学院已在使用“病人导向”的方法,所以研究诸如医学等其他领域的改革和转型也是比较有趣的。如果医生能够做到这一点,在没有招生压力的情况下,工程师也可以做到。工程师在工业上用的是实时技术,在教育上为什么不可以呢?

系统工程与地球系统工程

工程是系统工程,所以应该传授。工程师了解系统,自然界正是一个完整系统的缩影,所以令人惊讶的是,过去的工程师对综合整体的系统方法产生的浓厚兴趣是现代人所无法超越的。然而,工程起源于 17 世纪、18 世纪、19 世纪的知识模型与伽利略、笛卡儿和培根的基于还原论、客观化、控制自然的“现代科学”。所以,整体思维的重新发现也许并不令人惊讶,反而有点逾期,对诸如生物仿生这一类学科产生的新兴趣也促进了这一发现(生物仿生学科是将工程技术与自然生命的结构和系统联系在一起的学科)。虽然计算机科学技术与新事物的发展促进了这一发现,但这标志着又重新返回到十五、十六世纪达芬奇生物仿生时代,不过还是有点晚。人们不禁会猜想如果达芬奇所处的时代也有这些技术的话,那么他又会作出多大的贡献呢。

工程教育的转型需要与知识生产和应用的迅速变化相一致,强调在国家和全球范围内解决问题的认知方法、综合、意识、道德、社会责任、经验与实践。我们需要学会学习,强调终身学习和远程学习、专业的持续提升、适应性、灵活性、跨学科性和多种职业途径的重要性,尤其要注意工程和可持续性。

为了使工程教育涵盖可持续发展与更广泛的社会伦理问题,需要对工程教育进行改革。在这种环境下,诸如“自然边缘项目”与“工程可持续解决方案计划”等团队的工作是最及时的,也是最相关的,工程和整个系统设计的可持续发展的出版物也是如此。

虽然已经承认工程需要全面综合的系统方法,而且已经讨论了一段时间了,但是在这种环境下,重要的是需要分享其在实践中的意义,分享开展的教学方法和课程。这对发展中国家的大学和学院尤其重要,因为其人力、财力、体制资源严重制约着课程、学习方法和教学方法的发展。另外,这对“联合国可持续发展教育十年计划(2005~2014)”来说也是及时的,因为 UNESCO 是其领导机构。

赶上下一波可持续创新的浪潮

如果工程要赶上“第七次”技术革命,那么工程与工程教育的转型是至关重要的,关系到可持续发展、减缓和适应气候变化的知识、新的学习模式。在此之前,第六次技术革命是指在诸如信息通信技术、生物技术、纳米技术、新事物、机器人技术和系统技术等领域产生、传播并应用了新知识,形成了知识信息社会经济,其特征为相互交流融合、创新、因新知识需要新的学习模式而导致的新学科的发展和旧学科的衰落。第五次技术革命是基于电子学和计算机的革命,第四次是石油、汽车和大规模生产的革命,第三次是钢铁、重型机械和电气化的革命,第二次是蒸汽电力装置、铁路和机械化的革命,第一次是有关技术和工业的革命以及铁和水能的发展。

应用的主要挑战是如何最有效地开发、应用、创新工程技术,以促进可持续发展和应对气候变化的减缓和适应。这些挑战很显然会影响到针对它们而提出的可行解决方案,许多年轻人和学生工程师热衷于解决这些国际问题,特别是那些与可持续发展和气候变化相关的问题。如前所述,世界各地“无国界工程师”等组织和“Mondialogo 工程奖”的年轻人对此有浓厚的兴趣。为了促进工程,吸引年轻人,我们需要在教学课程和实践中强调这些问题。



© Paula West, Australia
在钢管上进行工程测试修理

6.1.5 可持续发展与 WEHAB 计划

Darrel Danyluk 和 Jorge Spitalnik

工程为合理解决实现千年发展目标的过程中出现的一系列广泛问题打下了坚实的基础。缩写的 WEHAB 包括:水与环境卫生;能源;健康;农业生产力;生物多样性和生态系统管理,这些领域是解决这些问题的关键:

应对这五个领域中的每个问题和挑战,都需要工程的积极参与,采取的行动有:

- ◇根据当地的发展情况采取适当的程序;
- ◇设计、实施适当项目,确保可持续发展;
- ◇为实施和运作建立质量标准。

根据 WEHAB 行动领域,表 6-3 给出了与促进可持续发展工程相关的主要问题和挑战:

表 6-3 促进可持续发展工程相关的主要问题和挑战

	问题	挑战
水与环境卫生	<ul style="list-style-type: none"> • 应该提高各国人民对质量与质量特征的意识,传达高效利用水资源、保护水资源的重要性,这将有助于形成更加高效的水需求模式,提高各个部门,尤其是农业部门,对水资源的管理能力。 	<ul style="list-style-type: none"> • 实施低成本、环保、可持续的水资源利用与供应的适当技术,开发海水淡化、治理污染、雨水收集、高效利用水资源等领域的能力,这可以通过技术转移、能力建设、分享最佳做法而实现。
	<ul style="list-style-type: none"> • 应该推广能够提高粮食生产的灌溉项目,依照卫生与环境标准惯例,鼓励将灰水应用于某些灌溉或工业。 	<ul style="list-style-type: none"> • 评估自然灾害、气候变化、天气多变对地表和地下水资源、水供应、卫生的影响,落实监测系统 and 早期报警系统,确定相应的缓解与合适的技术。
	<ul style="list-style-type: none"> • 需要加强对饮水的生产处理、环境卫生、废水治理与再次利用、残留物的管理,发展中国家尤其需要。在农村地区,现场卫生基础设施是水资源管理和安全、饮水供应保障的关键因素。 	<ul style="list-style-type: none"> • 加强政策规定与法规,防止废水排放、固体废物处理、工业和农业活动造成污染。 • 保护生态系统,并承认其关键作用。通过管理调节水流、提高水质,恢复流域。 • 开发低成本、高效率的饮水技术和污水治理技术,包括提高水质和再次利用的技术。 • 确保人力能力与知识有效地运用于建设、运营、维护环境卫生和污水处理系统。

续表

	问题	挑战
能源	<ul style="list-style-type: none"> • 能源供应规划应根据成熟可行的技术考虑所有的能量来源,同时确保排放量不超过容许排放限值(GHG)。需要立即实施碳封存方案。 	<ul style="list-style-type: none"> • 将可靠、支付得起的能源服务提供给大家,特别是城乡里的贫困人口。
	<ul style="list-style-type: none"> • 任一国家的优化能源结构取决于其现有的自然资源基础、人口分布、能源需求的增长以及其技术和经济能力的现状。 	<ul style="list-style-type: none"> • 开发和使用先进、更清洁的化石燃料技术。开发其他清洁能源,以减少对化石燃料的依赖。
	<ul style="list-style-type: none"> • 为了保证高效利用能源,需要改变无法实现的消费模式,尤其是在交通运输部门。 	<ul style="list-style-type: none"> • 提高家庭、交通运输部门和工业的能源效率。 • 创新生物燃料技术,减少交通运输对化石燃料的依赖以及为降低 GHG 排放量作出重要贡献。
健康	<ul style="list-style-type: none"> • 必须迅速减少因环境污染导致的健康风险,尤其要消除在有限空间里燃烧生物所造成的室内空气污染。在发展中国家的交通运输业,必须逐步淘汰使用汽油燃料,从而减少其排放出来的铅和硫。 	<ul style="list-style-type: none"> • 最大化地降低人类采矿的影响,在小型采矿中提供安全、可持续的生产方式。
	<ul style="list-style-type: none"> • 应用新的废物处理技术和管理技术,降低农业污染。 	<ul style="list-style-type: none"> • 全面落实技术,防止或控制海洋污染。
	<ul style="list-style-type: none"> • 对消毒进行恰当的处理,合理操作维护,防止由饮水传染的疾病发生扩散。 	<ul style="list-style-type: none"> • 大幅减少在有限空间里燃烧低质量的生物量,在贫困社区全面落实低成本、高效率的通风技术。
农业生产能力	<ul style="list-style-type: none"> • 扩大可持续农业和农村发展,增加粮食生产,加强粮食安全,减少饥饿。 	<ul style="list-style-type: none"> • 增加对可持续农业与农业研究的公共投资和个人投资。
	<ul style="list-style-type: none"> • 迫切需要实施方案,防止土地退化侵蚀,提高土壤肥沃度加强对农业害虫的控制。 	<ul style="list-style-type: none"> • 为发展中国家的土地可持续管理与其他农业资源制定政策。
	<ul style="list-style-type: none"> • 集中在小岛屿国家的小型水产养殖与可持续的小型沿海渔业活动发展的技术需要国际社会的支持。 	

续表

问题		挑战
生物多样性与生态系统管理	<ul style="list-style-type: none"> 国家发展政策应优先考虑在技术上和经济上援助发展中国家保护和可持续利用生物资源。同时确保公平、公正地分享资源共享所带来的成果。 	<ul style="list-style-type: none"> 应用并发展生物多样性管理的生态系统方法。
	<ul style="list-style-type: none"> 大大降低目前生物多样性的丧失率,加强控制外来物种的入侵。 	<ul style="list-style-type: none"> 开采矿产资源前,需要对采矿进行环境影响分析和项目生命周期规划。
	<ul style="list-style-type: none"> 加强海洋环境保护,建立遍及世界范围的海洋保护区域网络。将生态系统方法广泛应用于渔业与海洋生物多样性中。 	<ul style="list-style-type: none"> 提供经济技术能力,提高增值加工,更新科技信息,收回和恢复退化土地。
	<ul style="list-style-type: none"> 保护生态敏感区与自然遗产需要全球的参与。 	<ul style="list-style-type: none"> 转让海洋科技,维持或恢复已耗尽的鱼存量到可持续产量的水平。
	<ul style="list-style-type: none"> 有必要支持自然资源管理,包括应对采矿作业对环保的经济与社会所产生的影响。 	

发展中国家尤其要注重:增进人力资源能力和知识,增多适合当前环境的技术应用,改善经营和管理技能,加强教育培训。这不仅需要足够的财政投资,而且要与发达国家和国际组织合作。

对问题与挑战表格的注释

◇不能基于教条主义或意识形态选择可以解决可持续发展有关问题的方案。处理自然界的可持续发展问题,需要科学合理、工程味十足的解决方案。决策者必须注意要分析建议方案的可行性和其技术上的可用性。

◇工程专业的首要责任是确定建议方案在技术、经济和环境方面的可行性,然后为决策者推荐一个最佳方案。

◇发达国家应用的可持续发展解决方案不一定适用于发展中国家。解决方案的可行性需要依据国情或当地情况而定。

6.1.6 可持续发展和标准:建筑业

Ron Watermeyer

建筑环境

建筑环境是指人类应用科技,控制并利用大自然的力量和材料,为人类谋求利益,有意创造的实体世界。建筑环境几乎对社会、家庭基础设施、经济活动的每一领域都有着至关重要的作用。

由于建筑业是提高国民经济的关键部门,所以在可持续发展中发挥着重要的作用。建筑环境在个人、组织、国家的经济资产中占很大比例,是集就业、经济重要性、环境影响等重要领域于一体的最大的工业部门之一。适当的住房和基础设施是决定生活质量的关键因素,因其提供了基本服务,并有可能使穷人参与到建设、运行和维护活动中,所以与减贫有着密切的联系。

建筑业既要利用土地,又要利用材料,所以是利用自然资源较多的一个行业。能源消耗、液体和固体废物的产生、建筑材料的运输以及有害物质的消费是该行业对环境产生的负面影响。在 OECD 国家中,建筑物利用的能源占总能源利用的 25% ~ 40%。在欧洲国家中,则占 40% ~ 45%,造成二氧化碳的大量排放。

建筑标准的发展历程

建筑物为人类、动物或任何种类的财产提供了场所,除了给人民带来福祉外,还是任一国家的建筑环境和经济的核心。建筑物影响并显示出人们生活、工作、休闲的环境。

自人们可以记录自己的想法以后,建筑标准就应运而生,这不足为奇。最早为人所知的建筑法典是《汉谟拉比法典》(约公元前 1780 年),汉谟拉比是巴比伦的第六任国王。根据此法典,建筑工人要在房子竣工之前用自己的费用把看起来不稳的墙壁建得牢固些,使之稳定,如果倒塌,需要赔偿物主。

随着城市化的发展和许多住所的相互靠近,恶劣的卫生环境所导致的火灾与健康风险也随之而来。几个世纪以来,许多城市都被大火夷为平地,在人口高度稠密的地区,数以百万计的人因恶劣的卫生条件而死亡。在 19 世纪,决策者制定了建筑的相关法律,以改善环境卫生,减少城市火灾的暴发和灾难性的后果。

在 20 世纪,人们制定了建筑物的建设和维护的最低标准,以保障公众健康、安全、幸福,解决了结构安全耐用、消防、健康卫生、水分渗透、安全、可及性、可用性等的问题。

联合国峰会

《21 世纪议程》于 1992 年在里约热内卢的地球峰会上通过,为可持续建筑制定了一个概念框架。这项议程中提到可持续建筑面临的主要挑战有:

- ◇提高能源效率:采取节能措施,大范围地改进项目、交通运输,利用可再生能源。
- ◇减少使用高品质的饮用水:使用雨水和灰水,运用水管理系统、无水卫生系统,种植耐旱植物,降低国内消费需求。
- ◇选择环保性能的材料:使用可再生材料,减少对自然资源的使用和回收。
- ◇促进城市的可持续发展:高效利用土地,运用建筑物的适应性和灵活性,延长其使用寿命,改建、整修现有建筑物,可持续管理建筑物,阻止城市衰落,减少城市扩展,促进就业机会的创造和文化遗产的保护。
- ◇促进扶贫。
- ◇健康安全的工作环境。

《联合国千年发展宣言》于2000年签署,支持《21世纪议程》中提出的可持续发展原则。不过,《联合国千年发展宣言》承认进步依赖于经济的可持续增长,必须着眼于穷人,以人权为中心。《联合国千年发展宣言》呼吁在2015年年底以前,使世界上每日生活费用低于一美元的人口比例降低一半。

继里约热内卢地球峰会10年后,联合国在约翰内斯堡召开了可持续发展全球峰会。2002年约翰内斯堡全球峰会使人们对贫困与环保之间的关系有了更清楚的了解,强调了全球根本的行动是消除贫困与保护环境,这与可持续发展的国际议程相呼应。

21 世纪的标准

建筑环境在服务社会和经济活动中不仅有积极的成果和影响,还有负面影响。平衡这两方面对处于自然环境的公众与劳动力的健康安全、可持续生计、子孙后代的可持续发展等的影响是建筑环境专业人士非常重要的一个职责。保护建筑环境免受发展带来的危害是不够的。必须有效、高效地发展,负面影响的解决方案需要迅速传达给全球范围内的社区,并在其他地方得到推广。地球的资源是有限的。目前增长速度的趋势表明:到2067年,世界人口将从65亿增加至130亿。为了能够可持续地适应这种增长,2067年的建筑环境将完全不同于我们今天所看到的这种。时间不容许我们怠慢。

在前几个世纪,反映社会价值观与人们期望的建筑工程标准通过提供方法、程序、系统,解决威胁社区的各种危害。今天,建筑工程的可持续发展包括经济影响、环境影响和社会影响,这些影响相互依存,并随着世界人口的增长与资源的减少而变得日益复杂。为了向建筑环境专业人士传达新概念、新方法、新程序和新流程,我们需要标准,特别是国际标准。

标准将改善这一代以及子孙后代的生活质量,并提供一个框架,在此框架内,当前的挑战可能会得到解决,而且有助于解决方案的快速实施。

6.1.7 千年发展目标和标准

Ron Watermeyer

千年发展目标

到2015年要实现的八项千年发展目标勾勒了一幅蓝图,为世界各国和世界领先的发展组织所接受。这些目标承认进步依赖于经济的可持续增长,必须着眼于穷人,以人权为中心,激发了人们前所未有的努力,以满足世界上最穷的人君的需求,为解决多维的极端贫困提出时限和量化的目标。

联合国秘书长安南在任职期间将科技与可持续发展之间建立了重要联系。2002年,他说:“让我邀请大家一起动用全球科学技术,解决阻碍世界发展的饥饿、疾病、环境恶化与冲突等环环相扣的各种危机。”

可持续性与可持续发展

可持续性是指生态系统的组成部分和职能在满足当前人们需求的同时可以长久维持的一种状态。可持续发展是指既满足当代人的需求,又不损害后代人满足其需求的能力的发展,植根于简单概念,即为所有人提供更好的生活质量,不论当代人还是后代人。可持续发展是合理利用所有资源,改善当代人的生活质量,但不损害子孙后代改善其生活质量的一种方式。

标准在经济发展中的作用

标准是指“得到一致(绝大多数)同意,并经公认的标准化团体批准,作为工作或工作成果的衡量准则、规则或特性要求,供(有关各方)共同重复使用的文件,目的是在给定范围内达到最佳有序化程度”(ISO / IEC 指南 2)。

标准:

- ◇促进高效安全的发展、产品和服务的生产与供应、建筑物和基础设施的建设与维护;
- ◇促进地区或国家内部、各地区或各国家之间的公平贸易;
- ◇使供应商、服务供应商与承包商能够生产统一规格的产品;
- ◇提供有关健康、安全、环保事宜的调控手段;
- ◇传播技术进步创新、新工艺、新程序、新方法,以及良好的管理实践;
- ◇维护消费者与产品和服务的用户;
- ◇提供常见问题的解决方案;

因此,标准是经济增长和发展的根本。

欠发达国家中经济发展的动力

流程(一系列先后相关的事情明确地发生或进行)与系统(有序的或定期的程序或方法)为工程打下了基础。纳入工程实践主流的创新工程流程与系统,不管是在发达国家还是发展中国家,通常遵循着一个项目周期,涉及:

- ◇研究和开发;
- ◇流程与系统的文件提供;
- ◇实施试点;
- ◇细化流程与程序;
- ◇通过理解、培训、技能开发和能力建设推出行业;

◇根据标准进行复制,标准为可接受的和公认的工程实践提供了一个框架,在此框架内,工程从业人员可以找到解决方案;

最后一点强调了根据标准,大规模地复制知识、技能与系统,可以推动经济增长。

实现可持续发展方法中的地区差异

虽然可持续发展的挑战是全球性的,但解决可持续发展的战略也是地方性的,地区不同,其背景和内容也不同。这些战略不仅要反映当地经济状况,而且还要反映社

会环境,其中包括社会公正、文化问题、传统、遗产问题、人类健康和舒适性、社会基础设施以及安全健康的环境。在发展中国家,还有可能包括减少贫困,创造就业机会,提供安全、支付得起、健康的住所以及降低失业率。

考虑到发达国家和发展中国家之间生活水平的差距,他们处理社会组成部分的一般方法也是截然不同的。这导致“南”(发展中国家)“北”(发达国家)之间优先发展事项的不同。在二元经济的国家中,如南非,优先发展事项因区域不同而不同,主要取决于穷人和富人的生活住所。

所谓的“绿色”议程侧重于减少以城市为基础的生产、消费、水力发电对自然资源和生态系统的环境影响,最后减少其对世界上生命保障系统的环境影响。因此,“绿色”议程解决了富裕和过度消耗的问题,一般与富裕国家联系更紧密。

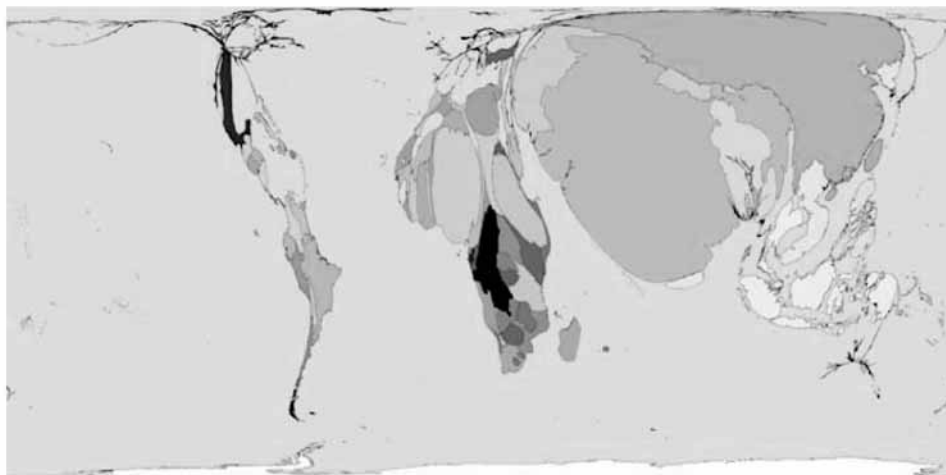


图 6-2 绝对贫穷(人们每天以低于 2 美元的生活费维持生命)

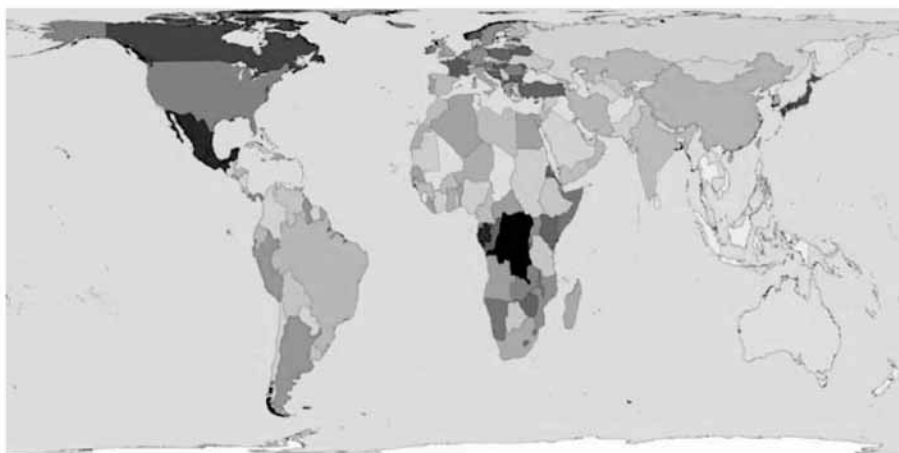


图 6-3 土地面积比较

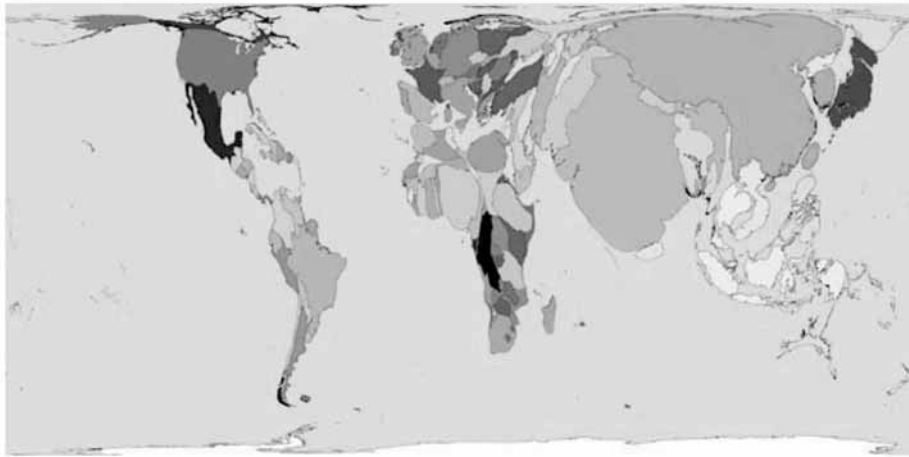


图 6-4 总人口比较

Note: Worldmapper(ww.worldmapper.com/index.html) is a collection of maps, where territories are resized on each map according to the subject of interest.

表 6-4 “绿色”议程与“褐色”议程的根本区别

北	绿色议程		褐色议程	南
	生态系统福利	关键问题	人类福祉	
	永远	时间框架	立即	
	当地到全球	规模	本地	
	子孙后代	相关人员	低收入人群	
	保障工作	性质	操作,使用	
	减少使用	服务	更多地提供	
	富裕,过度消耗		贫困,欠发展	

另外,所谓的“褐色”议程侧重于贫困与欠发展。因此,“褐色”议程要减少环境对健康构成的威胁,这些威胁源自于恶劣的卫生条件、人群拥挤、水供应不足、有害空气和水污染、固体废物的积累。一般来说,“褐色”议程与服务不发达的贫穷城市或地区有关。

将千年发展目标与标准相联系

知识在工程技术中的应用与减少贫困之间的联系在可持续发展的经济社会中是很容易理解的。工程技术转移的知识交流的重要性也是可以理解的。但是不理解的是标准、本地工程实践、经济发展之间的相互联系。

国际标准化组织(ISO)有 157 个成员。发展中国家占正式成员的 65%,占通信成员的 94%,占缔约成员的 100%。ISO2010 年的 7 个关键目标之一是促进发展中国家参与国际标准的制定。然而,这些国家在 ISO 工作组和技术委员会中的参与率普遍很低。通常,没有任一发展中国家的直接参与,标准就成文了。

标准是工程师的工具。因此,起草标准的那些人会影响到工程实践,但是很少有人

关注或投资制定适合于发展中国家的标准。虽然有很多人关注研究与能力建设,但并不考虑传达实际的研究成果与作为实践基础的标准的方式。

只有当标准在经济发展中发挥的作用为人所理解,以及发展中国家既有能力制定自己的标准,又有能力完全参与国际标准的制定,千年发展目标才会成为标准议程必不可少的一部分。

6.1.8 气候变化:技术、减缓与适应

Rajendra Kumar Pachauri

背景

科学、工程和技术对政府间气候变化专门委员会(IPCC)的工作至关重要。这些是基本知识,基于这些知识,我们才能制定减缓和适应气候变化的政策,采取相应的措施。要了解气候变化以及人类活动与环境之间的复杂关系,科学是必不可少的。为减缓和适应气候变化提供相应的解决方案,工程技术也是必不可少的。为了更好地了解气候变化,我们可以参考 IPCC 第四次评估报告的一些调查结果。其结果表明,自工业化以来,全球平均气温已经明显上升了 0.74°C ,而且该温度在近几年还有明显上升的趋势(图 6-5)。另一结果表明在 20 世纪,海平面上升了 17 厘米,而且这一增幅主要集中在最近 10~15 年。这一系列的影响并不是均匀分布的,例如,北极变暖的速度是全球其他地区的两倍,严重影响着北极熊等动植物。

第四次评估报告还表明人类活动“很有可能”是造成过去 50 年来全球变暖的元凶(第三次评估报告还只是“可能”)。大气中的 CO_2 含量(导致气候变化的主要原因之一)在过去的 65 万年内一直升高(图 6-6)。在可观测的范围内,一个世纪以来冰川的面积在不断缩小。同时,平均降雨量也有变化,温带地区的平均降雨量有所上升,而热带、亚热带以及地中海地区的降雨量则有所下降,不过,在极端天气中,这些地区的降雨量也会明显上升。降雨模式改变,极端天气增多,这都将对干旱、洪水、热浪和火灾产生明显影响。

亟需行动

《2012 年京都议定书》第一承诺期截止后,协议磋商无疑是明智的选择。《联合国环境变化框架公约》第二条规定了一项重要内容,即如何达成合理有效的协议。该条明确规定了本公约的最终目标:我们有能力阻止人类活动对气候变化的影响达到危险等级,强调了食品安全与生态系统能力等问题。生态系统因气候变化受到一定程度的破坏时,有能力恢复。尽管“危险”的定义属于一种价值判断,但科学肯定能够为其提供理论基础,使国际组织为气候变化的危险等级提出一个确切定义。

不过,这一问题还没有达成一致意见。尽管联合国已经提出 2°C 为允许范围内的最高温度,但是这并没有得到大家的一致认可,甚至有人质疑 2°C 可能过高,并认为我们应

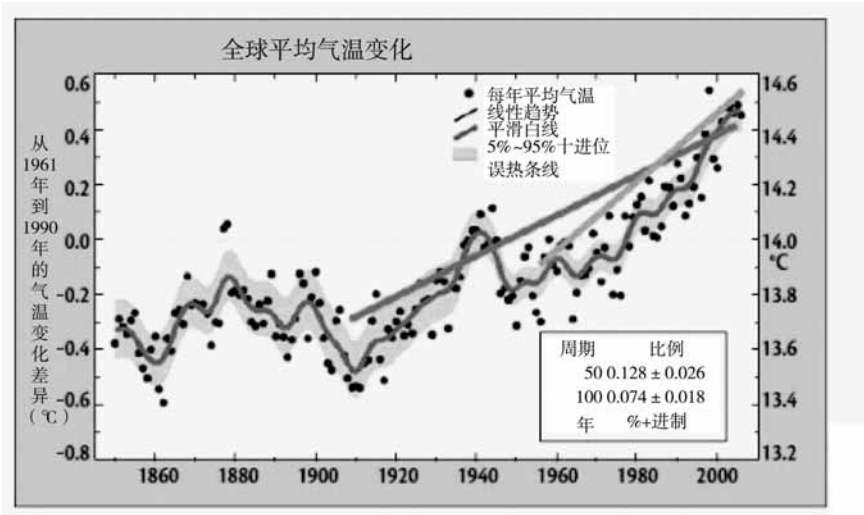


图 6-5 全球气温上升图表

来源:IPCC

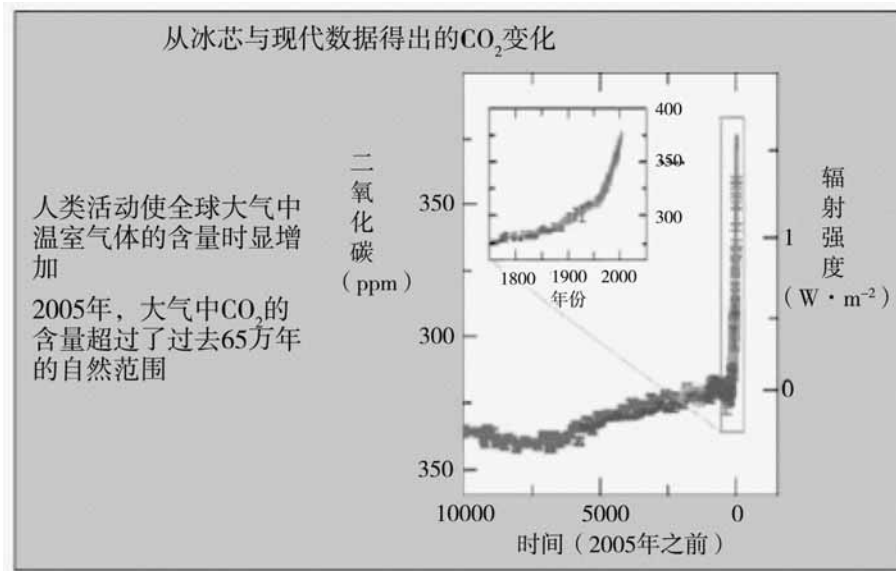


图 6-6 人类活动对气候变化的影响

来源:IPCC

该制定一个更低的温度标准,因为温度升高与气候变化的一些严重影响联系非常紧密。气候变化将减少生物多样性,干扰生态系统,进而影响生态系统的寿命。另外,气候变化还将严重影响世界上最贫穷的地区,因为他们高度依赖自然和土地。除此之外,气候变化还将影响一些国家和地区追求可持续生计的能力。IPCC 估计,如果全球平均气温升幅超过 $1.5 \sim 2.5^{\circ}\text{C}$,将会有 $20\% \sim 30\%$ 的动植物面临灭绝的危险。这个调查结果非常严峻,值得引起每个人的重视并积极思考我们如何才有可能防止这类事情的发生,否则我们的年青一代极有可能目睹这类事情的发生。

接着看未来的预测:到 21 世纪末温度会达到多高? IPCC 在科技变革、经济增长、社会变革以及制度变革等方面评估了一系列可行性方案。我们可以发现如果预测精确,这

些方案的最低限是全球平均气温有望在 21 世纪末仅上升 1.8°C ；最高限是如果经济保持高速增长， CO_2 排放量持续增加，那么升幅可能达到 4°C 。因此，未来的温度变化趋势（见图 6-7），该表列出了未来气温升幅的范围。然而，如果我们认为最低限为 1.8°C ，再结合 20 世纪气温上升了 0.74°C 的事实，那么 21 世纪末气温升幅可能会大于 2.5°C ，高于 21 世纪初的气温升幅。因此，我们必须决定如何使人们接受未来的气温升幅范围及其带来的相应后果与影响。

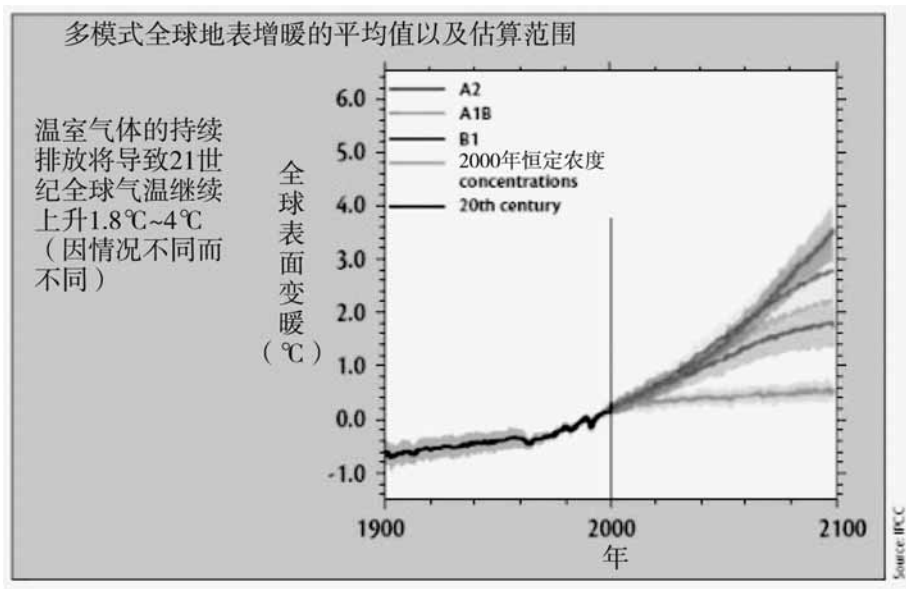


图 6-7 预计气温升高

预期影响

有些生态系统是非常脆弱的，例如珊瑚礁、海洋贝壳生物、苔原、树栖森林、山脉和地中海地区等。正如第四次评估报告，我们同样可以确定一些引人关注的影响。例如，在萨赫勒地区，种植季节的缩短可能会加剧这个地区营养不良的状况。在一些国家，由于降雨量和降雨模式即将发生变化，雨浇农业的产量将受到明显影响，到 2020 年产量可能会降低 50%。据预测，在 2020 年，非洲可能会有 7500 万 ~ 2.5 亿人将受到水资源紧张的困扰。另外，气候变化会给本来就压力重重的一些国家带来更多压力。在这种情形下，边缘影响在某种程度上就会成为压垮骆驼的最后一根稻草。

有些国家本身就很贫穷，而且还深受其他几项压力的困扰，现在很可能又要面临气候变化带来的压力，因此我们必须高度关注这些国家。正如甘地所说，在制定与发展相关的决策时，必须考虑其对“最弱的人”（最贫困的人）的影响。制定政策时，我们不仅要讨论如何应对气候变化，还要特别关注世界上最贫穷地区的人们，因为气候变化对他们的影响最为严重。可耕种土地的减少、气候变化对渔业面积的影响、热带非洲低洼地区的洪水和海岸侵蚀使粮食安全与民生受到更为严峻的考验。在很多地区，气候变化已经对粮食产量，尤其是小麦产量，产生了非常不利的影响，印度的研究结果也证实了这一

点。这是因为在小麦生长周期,即使温度变化 1°C ,都会影响小麦的产量。此外,洪水和旱灾变得日益频繁,日益严峻,严重影响着农业产量,因此,粮食安全在全球范围内成了一大问题。沿海居民受到的风险最大。图6-8列出了坐落在沿海地区的一些主要城

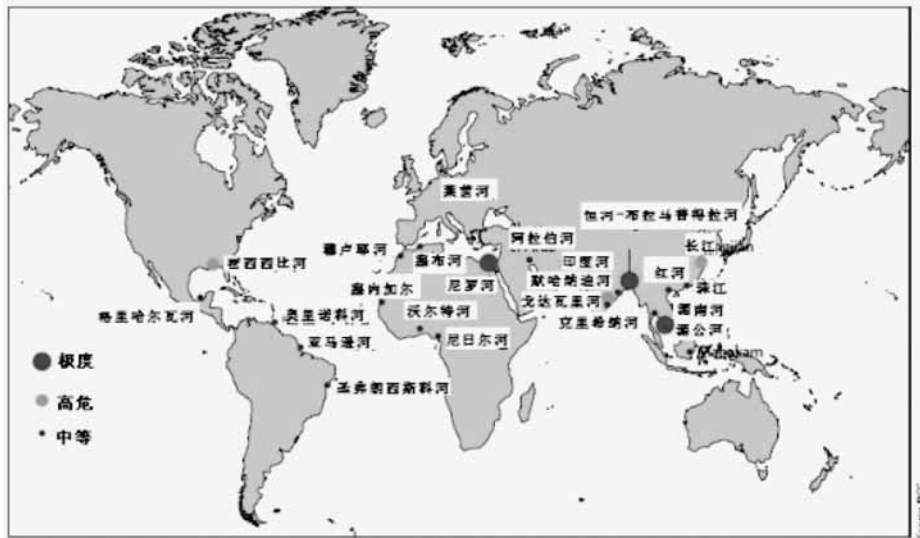


图6-8 有危险的沿海区域

市,其中亚洲的大三角洲地区尤其容易受到影响,具体包括达卡、加尔各答、上海以及其他地区。图中的红点代表受到极度威胁的地区,黄点代表高危地区,蓝点代表正在遭受或可能会遭受中等程度威胁的地区。洪水波及范围非常广泛,世界上没有一个地区可以免受海岸洪水的威胁。

需要适应

综上所述,得出的主要结论是我们必须适应这些变化。凡事都存在惯性,即使我们有能力将大气中的温室气体含量控制在可接受的范围内,气候变化的影响也会持续较长时间。因此我们别无选择,只能适应气候变化,至少要适应可预测的气候变化。我们可以通过实践适应气候变化,全球很多国家已经开始应对气候的各种变化,而且制定了非常有效的应对战略。不过,现在的情况将考验这些国家应对气候变化能力的极限,所以我们必须制定一些新的措施和应对方案。国际国内的适应能力是有限的,而且是不均匀的。穷人,即使是在最富有的国家,也没有能力来适应的,卡特里娜飓风和丽塔飓风证明了这一点,那些居住在新奥尔良州最贫穷区域的人根本没有资源来保护自己,因此在灾难中蒙受的损失最大。气候变化构成了新的威胁,因此需要制定新的适应策略。例如,海平面的上升严重影响着马尔代夫岛国,但其首府马累有一层保护屏障,为其提供一些保护。然而,这样的方案并不适用于孟加拉国之类的整片沿海区域,或者世界上其他一些非常脆弱的地区,因此在制定适应性策略时,必须考虑一些限制因素。

过去温室气体(GHC)的排放以及整个体系的惯性不可避免地导致了全球变暖,为了

应对全球变暖带来的影响,必须学会适应。然而,由于气候变化的影响以及为了适应气候变化而付出的代价会随着全球气温的上升而不断上升,所以仅仅适应气候变化并不能解决所有预期影响。因此,我们必须透过现实思考适应性方案,而不应该仅仅局限在适应本身,否则我们就有可能陷入一种错误的安全观念,认为只要适应气候变化,一切都没有问题。如上所述,在很多情形下,这种方案并不切合实际,有时甚至不可行。因此,我们需要综合考虑适应性、新技术的研发、减轻导致全球变暖与气候变化的主因,尤其是减少温室气体的排放等各种因素,制订各种方案。减缓与适应必须同时进行,而且必须作为策略、方针和管理的核心来应对气候变化的每一方面。

减缓措施

IPCC 估算了一系列稳定水平,在这些水平范围内,温室气体含量可以保持稳定(表 6-5)。在第一行,CO₂ 当量浓度为 445 ~ 490ppm。如果保持这一范围,全球平均增温为 2.0 ~ 2.4℃,时间将跨度到 22 世纪。根据我们的预算,2015 年之后 CO₂ 排放量就不能再有所增加,必须减少。要避免平均增温达到表 1 中相应浓度的上限,到 2050 年,CO₂ 的排放量必须比 2000 年的排放量减少 50% ~ 85%,这与欧盟制定的 2℃ 的目标相符。随着空气中温室气体含量的升高,全球变暖的水平本可以设得更高,这样就可以有更多的自由和时间来制定政策。然而,人类社会必须做出选择,是希望通过采取一系列合适的减缓措施来限制全球变暖的危害,还是继续“一如既往”,导致其影响更加严峻。值得强调的是,人类必须尽快采取减缓措施,在未来的二三十年内,采取减缓措施将提高未来稳定水平成功降低的概率。

表 6-5 稳定情景特征

稳定水平(CO ₂ 当量浓度,ppm)	全球平均增温	CO ₂ 排放峰值年限	CO ₂ 排放量恢复到 2000 年水平	与 2000 年相比, 2050 年 CO ₂ 碳排放的减少量
455 ~ 490	2.0 ~ 2.4	2000 ~ 2015	2000 ~ 2030	-85 ~ -50
445 ~ 535	2.0 ~ 2.4	2000 ~ 2020	2000 ~ 2040	-60 ~ -30
535 ~ 590	2.8 ~ 3.2	2010 ~ 2030	2020 ~ 2060	-30 ~ +5
590 ~ 710	3.2 ~ 4.0	2020 ~ 2060	2050 ~ 2100	+10 ~ +60
710 ~ 855	4.0 ~ 4.9	2050 ~ 2080		+25 ~ +85
855 ~ 1130	4.9 ~ 6.1	2060 ~ 2090		+95 ~ +140

减缓措施会在接下来的二三十年内对降低稳定水平产生重要影响

来源:IPCC

减缓措施的代价

经常有报告声称,减缓措施将带来失业,减少经济产量,进而削弱全球经济。然而,表 6-6 的数据与这一观念明显不符。看看最下面的一组数据,445~535ppm 是稳定温室气体排放的范围,很明显到 2030 年对全球经济产量的影响不会超过 CIPP 的 3%,每年平均仅降低 0.12%。在图 6-9 中,将不采取减缓措施的经济与采取严格减缓措施的 CIPP 作比较,结果两条曲线的差别非常微小。这些数据表明,到 2030 年,全球经济产量与繁荣程度基本上不会受到严格减缓措施的影响,最多只是迟缓几个月,而这与上文讨论过的气候变化给经济带来的严重影响相比,代价是相当小的。

表 6-6 减缓措施的预计代价

稳定水平轨迹 (CO ₂ 当量浓度 ppm)	平均 GDP 减少量(%)	GDP 减少范围(%)	年均 GDP 增量的 减少(百分点)
590 ~ 710	0.2	-0.6 ~ 1.2	<0.06
535 ~ 590	0.6	0.2 ~ 2.5	<0.1
445 ~ 535	未知	<3	<0.12

采取减缓措施后,2030 年的 GDP 变化区间介于增加 0.6% 至减少 3% 之间

来源:IPCC

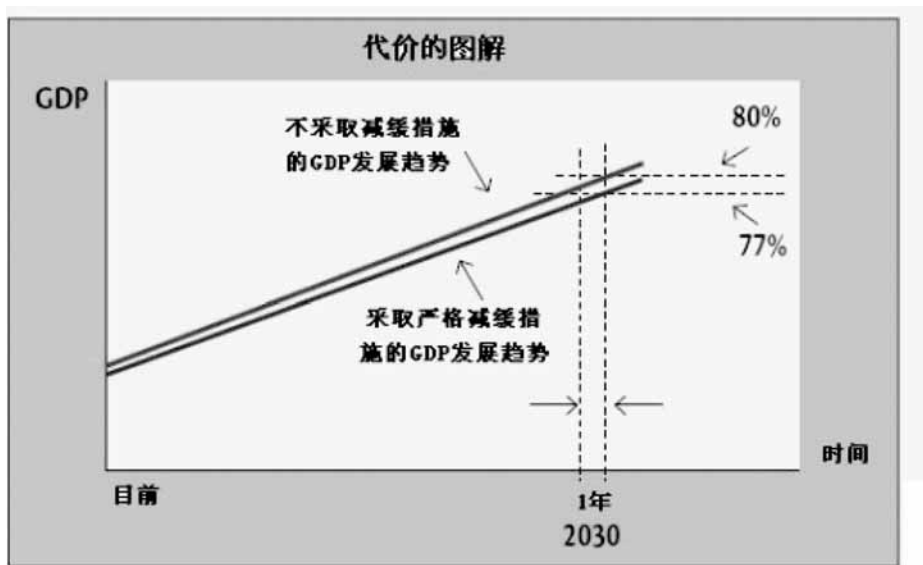


图 6-9 减缓措施的代价与 GDP 之间的关系

来源:IPCC

减缓措施的潜力

IPCC 工作组报告三分析了一系列可以降低温室气体排放量的措施,量化了一些领域内可能存在的排放量。从能源供应、工业、运输、家庭以及商业建筑的角度加以考虑,得出的结论是减缓措施的潜力是无穷的(图 6-10)。

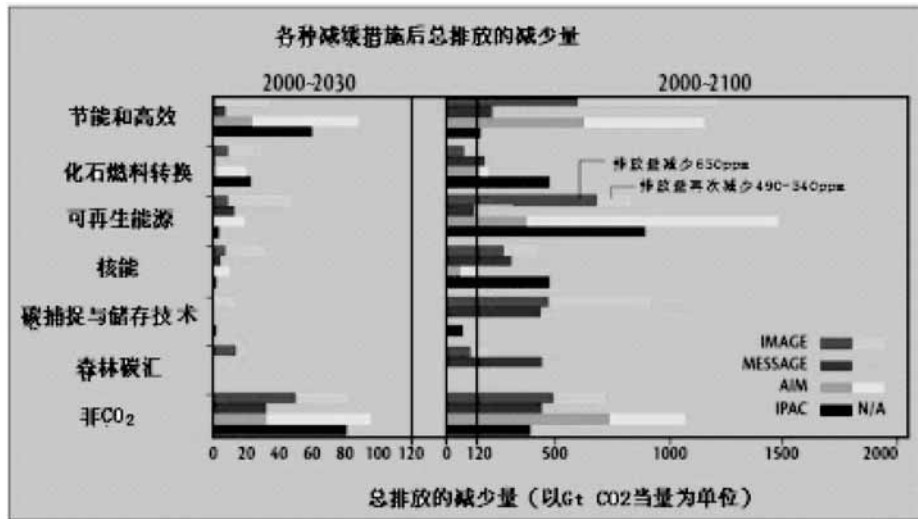


图 6-10 减缓措施与排放减少量的关系

工程与技术解决方案

IPCC 分析了现有的或者有望在未来几十年内被商业化的技术后,制定了温室气体的稳定水平范围。事实上,即使在现有的技术条件下,也可以实现这个稳定水平。另外,如果我们在研发新技术、制定新策略方面投入得足够多,那么情况会变得更加乐观。因为有了这些新科技、新策略,减缓措施的代价会显著降低,而其成效会显著提高。

那么,这些技术方案到底有哪些呢?如果我们综合分析经济发展的各个方面,就会发现能源供应尤为重要,因为有 26% 的温室气体排放量来自能源供应,因此,我们急需改革能源供应技术与措施,例如,可再生能源,煤、天然气、核能的高端技术,超临界火力发电厂以及其他技术。二氧化碳的捕获和储存将成为解决方案的重要部分,热电联产与核聚变在未来也可能是可行性方案。在这些技术中,除核聚变之外,其他技术都在我们的能力范围之内。

运输部门消耗的能源占能源消耗总量的 26%,IPCC 分析了多种可能性。空运由于其发展速度快,效率高,需要尤其注意,其能源消耗肯定低于其他运输部门。在铁路运输方面,改进铁轨与铁轨技术将产生明显影响。建筑业的排放量在 2020 年将达到排放量底线的 38%,所以需要采取一系列措施,使建筑物与其能源利用更加高效(表 6-7)。工程师、建筑师以及建筑从业者确实需要放开思维,大胆创新,制订一些行之有效的方案。例如,高效的家用电器与加热冷却设备在这一方面做得非常出色。

农业方面的技术方案同样也可以降低排放量。由于世界上有些地区即将面临水资源短缺的严重问题,因此必须加强高效的水资源管理。由于一些国家将其 80% 的水资源用于农业生产,所以必须采取更加高效的水资源管理体系,将节水技术应用于农业生产。

表 6-7 降低排放量的技术方案

改进的热封套技术	主动式太阳能	被动式太阳能	高效的家用电器及加热冷却设备
绝缘材料	光电能	向阳玻璃窗、气流窗口、地下管道	节能灯、节能炉灶、节能电器
玻璃窗、低辐射涂层	暖气及水暖	日光感应器	加热管道、接地冷却管道

来源:IPCC

需要注意的是,家禽与农业都增加了温室气体的排放量。在引进生物能作物,尤其是生物燃料时,必须确保这些与粮食作物不存在竞争关系,生物能作物有可能会在将来成为重要的解决方案之一。一些地区,把原本用于种植农业作物的土地用于生产生物燃料,招来很多非议。另外,使用化肥和农药,导致了化肥使用与温室气体排放等相关问题。

重要的政策问题

IPCC 评估了一系列国家政策,其中有些政策为技术的发展、获取、应用与传播提供了发展动力。由于仅发展技术产生的作用不大,所以我们需要制定一个政策框架,通过该框架使这些政策得到高效应用。信息与教育也很关键,所以我们还需要强调生活方式及行为改变的重要性,因为除非我们在价值观上有所改变,否则纯粹的技术方案并不是我们一直寻求的理想方案。

现有政策缺失的重要内容是有效的碳价格标准。这一标准为生产者和消费者提供了一种信号,激励他们更多地投资低温室气体的产品、技术和生产过程。尽管有人相信技术可以解决问题,但是只有技术还远远不够,必须有一个有效的碳价格体系作为支撑。如果市场不向低碳技术发展,生产者与消费者显然不会改变他们的生产消费行为方式。因此,有效的碳价格体系对减少碳排放量是至关重要的这一点毋庸置疑。

正如圣雄甘地所说:“科技型社会有两种选择:第一种是灾难性的后果暴露了社会的缺陷、扭曲与自欺;第二种是在灾难性的后果发生之前,社会通过文化进行社会制衡,对社会扭曲加以矫正。”

工程与工程教育

工程行业能够带来改变,并能保证精心设计的解决方案可以真正解决当今社会面临的气候变化这一主要挑战。我们需要采取以下几步措施:首先,工程师和科学家必须与政府合作,确保制定的政策是合理的,而且是经过充分分析,明确评估各种方案及其结果后制定出来的。其次,要对工程师进行一定程度的训练,或许只进行基本的工程教育,通过培训,工程师把注意力转向工程行业在应对气候变化时面临的主要挑战。应对减缓和适应气候变化的策略同样重要。在适应气候变化方面,如果以过量的、频繁发生而且非

常严重的洪水灾害为例,那么我们需要有完全稳固的基础设施来保护生命和财产安全。而对于大暴雨和极端降雨情况,我们则需要更高效的排水系统。

基本工程教育可以涵盖所有上述知识,因而毕业后从事工程行业的年轻人就会关注这些问题,并提出更加有效的可行性方案。工程行业本身应该率先采取这些措施。另外,向工程行业普及这些知识也是非常重要的。

结论

尽管不希望有噩梦般的情况出现,但是 IPCC 第四次评估报告的结果却令我们非常吃惊,最为关注的是不仅气候的变化速度在加快,而且由气候变化带来的各种影响也在加剧。因此,我们必须要有的一种紧迫感,并付诸行动,只有这样,我们才能制定出及时有效的解决方案——就像上文中甘地所说的那样——进而帮助我们克服缺陷、扭曲,最重要的是不再自欺欺人。

这一部分的参考材料来自于 R. KPachauri 博士于 2007 年 10 月 3 日在英国皇家工程院发表的国际演讲,演讲主题为《全球气候变化:科技在减缓和适应气候变化过程中的作用》。实际上,在 2008 年 9 月经济危机爆发之前,以上文稿就已准备,但是上文中引用的案例基本没有做任何更改,因为尽管全球 GDP 有所下降,但是气候变化对长期趋势的影响,以及对先进能源、交通和相关温室气体减排技术的需求不会改变。

6.1.9 减少灾害的风险

Badaoui Rouhban

简介

自然灾害造成的损失呈上升趋势,自然威力对人类和自然环境的影响越来越大。在世界许多地区,自然灾害(如地震、洪灾、风暴、山体滑坡、干旱、森林火灾、海啸、火山爆发等)引起的灾难导致人员伤亡、无家可归,经济社会基础设施遭到破坏。在过去的几年内,自然灾害的发生日益频繁,程度日益强烈,后果日益严重。例如,毁灭性的印度洋海啸、巴基斯坦的克什米尔大地震、美国的卡特里娜飓风、缅甸的纳吉斯热带风暴和中国的四川大地震。诸如冲突、战争、结构崩溃和饥荒等人为灾害加剧了损失。最近的漏油事件、飞机坠毁、桥梁和建筑物的坍塌等都在提醒着人们,人类的日常活动会导致悲剧性的灾难频繁发生。

灾难应急的准备与应对未来灾害引起了全球人的关注。的确,人口增长、城市化发展、自然环境改变、住房与建设不合标准、基础设施维护不足、全球气候变化以及很多地区的极度贫困都正在加剧着自然灾害的风险。虽然自然灾害往往是无法预料或不可控制的,其等级也各不相同,但是如果工程能够合理应用与自然灾害有关的科学技术,降低此类事件造成的风险是可能的,也是可行的。

减少灾害风险技术的进展

科技有助于我们了解其起源为大气、地质、水文、生物的自然灾害的机制,有助于我们分析这些灾害向灾难的演变。根据对自然现象的研究、实验和观察与其对人类和环境造成的影响,可以得出一个有序的事实体系,从而了解自然威力的机制。相关的科学技术学科有基础科学、工程科学、自然科学、社会科学和人文科学。这些学科与危险环境(如水文学、地质学、地球物理学、地震学、火山学、气象学和生物学)、建筑环境(如工程学、建筑学和材料学)与政策环境(如社会学、人文学、政治学和管理学)都有一定关系。

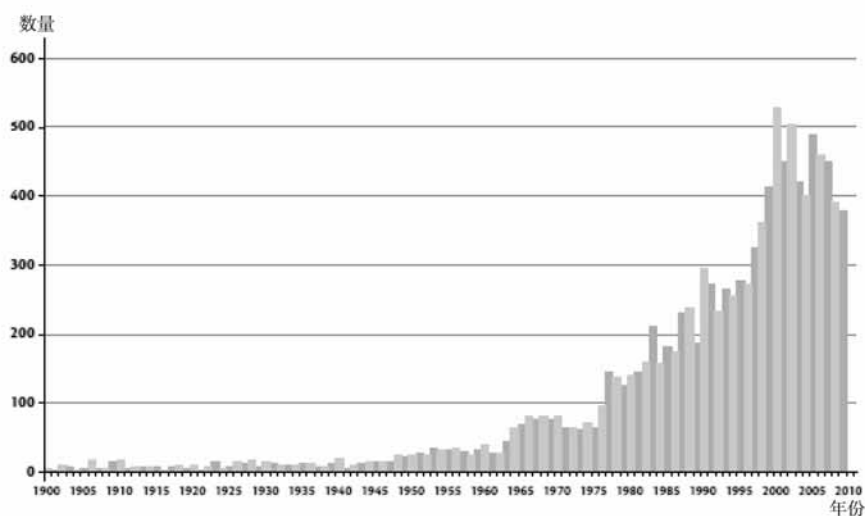


图 6-11 每年自然灾害的数量(1900 ~ 2009)

工程科学对减少灾害风险作出了巨大贡献。工程人士在备灾、应急响应、恢复与重建、长期的风险缓解等方面带来了非凡的创新。在过去的 30 年中,对自然灾害在时间和空间上的强度与分布有了新的认识,应对自然灾害的技术方式显著提高。自然灾害与相关应对机制的科学和技术已取得重大进展,使解决灾害问题的方法产生重大突破成为可能。随着超级计算机的发展,全球气象模型的发展已取得重大进展,并大规模地应用于天气预测。虽然地震预测仍然是不可能的,但是现在可以更准确地预测一些即将发生的危险事件,并发出相应警告。工程师已经研发出技术和方法来降低建筑物的脆弱性——不管是校舍还是摩天大楼——降低社会经济生活中其他事物受地震和飓风的影响。

事实证明抗震设计非常有效,最近在巴基斯坦克什米尔与中国四川发生的地震中也表明了这一点,因为在那里,抗震建筑完好无缺,而许多其他建筑全部倒塌。多数专家认为,更好的抗震建筑设计和建设行为本可以大大减轻伊朗巴姆地震、巴基斯坦克什米尔地震和中国四川地震的后果。如果海啸预警系统像太平洋地区现有的预警系统那么到位,如果将科学家们早已知道的警告迅速有效地传达给沿海人口,那么印度洋海啸导致的死亡人数可能会大大降低。如果亚洲和拉丁美洲一些国家能够提前几天或几小时发出特强风暴或火山爆发的警告,那么可以挽救许多人的生命,避免财产的巨大损失。

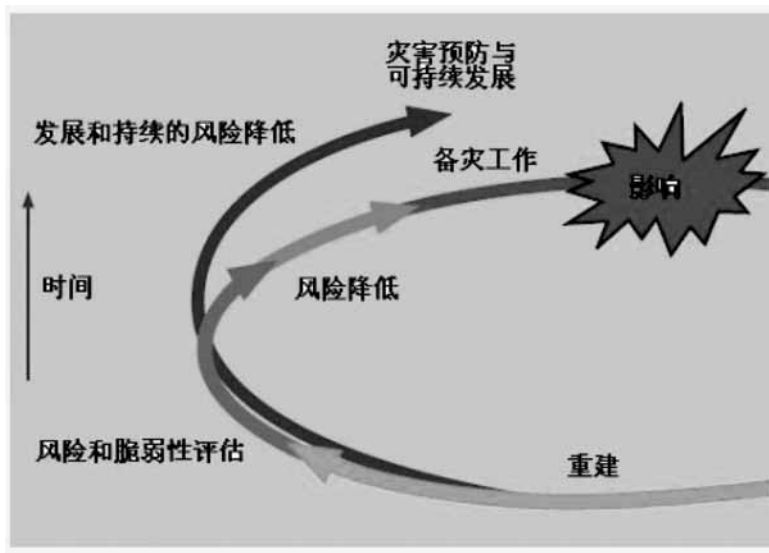
1970年11月发生的波拉热带气旋造成孟加拉国50万人死亡,130万人无家可归。1985年5月,与上次热带气旋威力相差无几的又一场气旋袭击了该地区,死亡人数低于1万人。2007年的特强气旋风暴锡德致使4000多人丧失生命。这是因为与1970年相比,孟加拉国在灾害预报、早期预警、基础设施疏散等方面都有所改善。

展望工程技术在减少灾害风险中的作用

工程技术是降低灾害风险的主要动力之一。应该进一步发展应用现代技术,降低自然灾害对自然环境、建筑环境、社会经济生活中其他元素的危害。在某些情况下,减灾中的预期突破是采取工程措施,加强控制或修改灾难事件本身的能力。基于新的传播方式、新的信息处理方式、新的计算方式,技术为易发生灾害的社区带来了前所未有的机遇,使之做好更加充分的准备。

构建防灾文化,要求从事工程技术的所有专业人员有高度的责任感。工程师应积极参与,投身于从长期缓解阶段,到准备阶段、应急响应阶段,最后到灾后恢复、重建和发展阶段的整个灾害周期。许多国家仍然需要建立或改善预警系统。划分危险性区域与评估风险属于工程师的早期任务。缓解风险将取决于适当的结构性措施和非结构性措施,以尽可能多地保护社区。公民教育、公众意识及培训是必要的,工程专业人员可以提出适合公众的强有力的方法。

这些领域的行动将越来越多地取决于主要利益相关者与工程师之间的积极互动:政府、私营部门和诸如科学家、教育家、议员、媒体、地方当局、青年、妇女组织和其他非政府组织等民间社会组织。减少灾害的全球性挑战是工程师和技术人员积极参与,从而提出处理风险管理的综合方法。当务之急是加强这些主要组织之间的合作。



6-12 灾害周期

最重要的是,解决灾害复杂问题的科技方案必须完全植根于社会现实。如果没有科技,没有科技与传统保护模式的相结合,世界就不会远离灾难,因而就没有安宁之日。

国际减灾战略 (ISDR) 是全球性的动力,由联合国主办,旨在建立抗灾社区。国际减灾战略促进减灾,是可持续发展不可分割的一部分。国际减灾战略为各国、各机构和个人合作提供了国际平台,由联合国设在日内瓦的机构间秘书处进行协调。联合国机构、政府间组织、非政府组织或民间团体一起合作,构成了国际减灾战略的一部分。这些组织中的工程部分是关键因素。

UNESCO 通过教育、科学、文化与通信中的活动促进风险灾害的减少。事实上,减灾是 UNESCO 工程计划的组成部分。该组织计划中的工程技术部门与其政府间海洋学委员会 (IOC) 充分利用科技在自然灾害方面取得的进展,直接影响减灾计划。UNESCO 在减灾方面的目标是:

- ◇促进对自然灾害及其强度有更好的科学认识;
- ◇帮助建立可靠的观测网络系统和预警网络系统;
- ◇鼓励建立合理的土地利用计划;
- ◇提倡采用合适的建筑设计;
- ◇支持保护教学楼和文化古迹;
- ◇加强环境保护,预防自然灾害;
- ◇加强防备,通过宣传和 Education 提高公众意识;
- ◇鼓励灾后调查。

UNESCO 建立加强区域与国际协调系统网络,直接与各国合作,现场实施操作项目,保存传播数据,以鼓励促进灾害的预防行动。必须建立研究人员、工程师、社会科学家的网络,着力于促进当地技术与科技进步的结合,形成特定领域的技术解决方案。

6.1.10 紧急事件中的工程

Andrew Lamb

简介

很久以前, Henri Dunant 颠倒瑞士红底白字的国旗,成立红十字组织,自此之后,医学界在应对战争中就起到了作用。另外,工程一直以来总是让人联想到战争。工程技术——武器、军备和防御——历来是军事能力的核心,现在也不例外。随着第二次世界大战的结束,殖民时代的终结,工程师才在人道主义的驱动下,大量应用技术应对灾害与冲突,提供水、住房、交通、通信和信息等服务,拯救生命。这虽然很重要,但仍属于新兴领域。

最近的经验教训

最近发生的人类悲剧再次强调工程拯救生命的作用。今年早些时候在海地发生的破坏性地震,致使 20 万人丧失生命,100 万人无家可归,首都也被摧毁。为了应对这一挑战,充分发挥了土木工程师、结构工程师、机械工程师、电子工程师、电气工程师、软件工程师的技能。“建设得更美好”的呼吁立即获得了大家的响应。不久之后的智利地震向世界表明发展很重要——更加完善牢固的基础设施和建筑环境使人们受到自然灾害的影响要少得多(虽然地质环境和地理环境不同)。

中国在应对毁灭性的四川地震时,突出了有着悠久光荣历史的军事工程师在抢险救灾中的关键作用。工程师的互相合作与专业知识避免了主要水坝的决堤,进而避免了巨大的灾难损失。美国“卡特里娜”飓风表明,一个国家,尤其是依赖于先进技术、在某种程度上是脆弱技术的国家,在面临自然灾害时,如果忽视重大工程基础设施,可能会导致可怕的后果。新奥尔良的灾难在某种程度上使人们更加关注城市灾害(或在工程环境中的灾害)。2004年的印度洋海啸是全球范围内的灾难,不过灾后迅速建立了紧急避难所和临时住所。目前工程师在这方面的进展中发挥着重要的作用。

仅在2007年,中国有2000万人受到洪水灾害的影响^①,印度、孟加拉国、尼泊尔和不丹的300万人因洪水流离失所^②,墨西哥的100万人^③、苏丹达尔富尔的50万人^④、朝鲜的30万人^⑤、英国的12.5万人^⑥(降雨量创历史纪录)、南非的4万人^⑦、澳大利亚的数千人(40年来最严重的一次洪水)^⑧均受到洪水不同程度的影响,总计大约有15亿人受到洪水的影响。洪水与地震一样,需要工程师非常迅速地投入到重新设计洪水防御、重建桥梁道路、恢复供电通信、安全供水、宣传未来规划(如借助卫星数据绘制而成的国家防汛地图)的工作中。地震摧毁了人类赖以生存的基础设施,洪水淹没了这些基础设施。工程师随着灾害模式的变化正在非常迅速地汲取教训。

灾害防御

现在,极端天气变化等灾害变得日益频繁、日益严峻。由于越来越多的人生活在密集的城市或被迫生活在环境边缘地带,易受到灾难影响的人群也越来越多。火车相撞和建筑物倒塌等技术灾难已成为第五大杀手,仅次于疾病、饥荒、冲突与自然灾害。^⑨地震破坏基础设施,但未必会毁灭生命,夺走人生命的往往是坍塌的建筑物。

这一切都意味着需要更多的专业工程师。在灾害应急过程中,肯定需要一些具有一定技能和经验的工程师,以帮助拯救生命。工程师不仅有助于减少人们面临的灾害,降低他们面临灾害时表现出的脆弱性,而且在灾害防御中发挥着重要的作用。随着工程师对气候变化有了更好地了解,他们能够设计出更具弹性的解决方案,或调整好现有的基础设施。他们更多地参与到规划和决策的早期阶段,有助于确保他们的工作能够帮助到别人,他们还可以帮助人们认识到技术的解决方案可能并不存在,而需要做其他调整。他们更加注重专业标准、安全性以及设计、建造、运行和维护四个阶段间的良好协调,所

① China - <http://www.alertnet.org/db/blogs/36072/2007/06/23-140102-1.htm>.

② www.news.bbc.co.uk/2/hi/south_asia/6941029.stm & www.en.wikipedia.org/wiki/2007_South_Asian_floods.

③ www.abc.net.au/news/stories/2007/11/02/2080710.htm#section=world.

④ www.alertnet.org/thenews/newsdesk/L06723272.htm.

⑤ www.reliefweb.int/rw/rwb.nsf/db900SID/SJHG-7649NFOpenDocument&RSS20=18-P.

⑥ ‘Floods’ special feature in *New Civil Engineer* 31st January 2008.

⑦ www.earthobservatory.nasa.gov/NaturalHazards/view.php?id=18817.

⑧ www.bbc.co.uk/weather/world/news/30062007news.shtml.

⑨ World Disaster Report 2004.

以他们可以减少技术故障带来的危害。他们严厉打击腐败,对腐败持零容忍态度,尤其是建筑方面的腐败,所以提供的解决方案值得信赖,值得坚决拥护。最后,由于95%以上的抢险救灾人员都是当地人员,所以他们可以在最需要人文关怀的灾难区改善技术教育,提供专业知识,进而有助于长期的能力建设。

人道主义与专业化

工程与人道主义社会之间有很多极其相似之处。工程是一种专业,许多工程师都是不折不扣的专业人士,他们有义务向他们的同行和公众付出行动。人道主义社会正在向专业化发展,致力于制定自己的自愿行为准则、实践准则、现场指导手册、培训和专业发展课程、参与者与最低操作标准之间的协调方法。^① 这些在工程专业领域都已建立完善。然而,由于人道主义领域的进展往往取决于援助机构自愿但基金不足的群体,所以人道主义领域尚未建立起自己正式的专业机构来带头做出类似的努力。另一原因是该领域属于新型国际领域,其资源主要应用于特殊的灾害响应中。

也许值得注意的是,由于有关救灾工程的学位课程既是一个行业成熟的重要指标,又是工程专业学生做好参与准备的重要指标,所以救灾工程学位课程在日益增多。另外,在工程领域范围内召开的有关灾难事项的会议也在增多。^②

近年来,提供救济、开发发展项目的军事承包工程公司在大幅增多。对致力于人道主义领域的很多人来说,阿富汗战争、伊拉克战争以及随之而来的冲突似乎已呈现出一种新的军事工业模式。虽然新建或改建了很多水供应站、电网、医院、炼油厂、公路和其他重要基础设施,并取得了重大成就,但还是引起了人们对灾难资本主义^③、公众对人道主义的深切关注。毋庸置疑的是,工程公司在处理大规模重建和发展项目等方面的能力远胜于人道主义组织的能力,合同处理方式或对待员工和利益相关者的方式也很明确,但是不得不质疑其真正动机。反过来,这也意味着人道主义机构至少不愿意与私营部门合作进行救灾工作。这对工程领域来说是一个严峻的挑战,特别是在工程公司可能会在将来带来正面影响的情况下(如在印度洋海啸后,重要工程顾问公司帮助恢复重建亚齐省的基础设施,并取得成功)。^④ 令人惊讶的是,私营部门在手机行业、物流业和金融

① Examples include the Red Cross Code of Conduct, the Humanitarian Accountability Partnership, the Good Enough Guide, accredited RedR training courses, the Cluster system, and the SPHERE guidelines.

② Examples include ‘Civil Engineering Disaster Mitigation Conference: Earthquake and Tsunami’ in June 2009, Istanbul (organized jointly by the World Council of Civil Engineers, the European Council of Civil Engineers and the Turkish Chamber of Civil Engineers) or ‘Engineering a Better World: Relief Operations and Construction’ in March 2010 in London (organized jointly by the Institution of Civil Engineers and the Commonwealth Engineers Council).

③ The proceedings of RedR UK’s 2009 Conference ‘Hard Realities and Future Necessities: The Role of the Private Sector in Humanitarian Efforts’ and ‘The Shock Doctrine’ by Naomi Klein.

④ ‘Royal Haskoning to rebuild tsunami – hit Aceh’ in UK Association of Consulting Engineers ‘Impact’ magazine July/August 2007 or the New Civil Engineer / Association of Consulting Engineers Consultants of the Year 2010 ‘Outstanding Achievement Award’ given to WSP group for their work in Banda Aceh with the Canadian Red Cross.

业,^①甚至在卡特琳娜飓风之后进行的工程训练中,都取得了成功。^②



建筑环境专业人员的指南

英国皇家特许测量师学会根据麦克斯洛克中心编写并于 2009 年出版的报告,帮助人道主义应急方面的非技术决策者更好地了解建筑环境专业人员的作用。《减少灾害风险与应对灾害风险中的建筑环境专业——人道主义机构指南》规定了建筑师、测量师、规划师和工程师在灾害管理的七个阶段中的不同角色,表示人道主义机构将聘用更多的建筑环境专业人员,强调这些专业人员在实现较长期的可持续恢复中发挥着重要的作用。

http://www.rics.org/site/scripts/download_info.aspx?downloadID=829&fileID=991

紧急救援工程师注册 (RedR)

工程专长的各种国际灾害救援组织纷纷出现。其中,在工程界最为知名的是由一位工程师创建的“紧急救援工程师注册”(RedR)。该工程师在应对 1979 年越南船民危机的过程中,招聘响应人道主义的合格工程师时遇到了很多严重问题。该注册组织现已发展成为国际集团,在澳大利亚、加拿大、印度、马来西亚、新西兰、南非和英国都设有办事处。英国办事处在苏丹、斯里兰卡、巴基斯坦、海地都设有外地办事处,以前在肯尼亚也有外地办事处。

RedR 组织帮助各机构招聘人员,制定同行评估的会员制度,提供指导(见方框)和知识服务,设置人道主义、安全、管理、技术技能等主题的培训课程,回答现场救援人员的技术问题等。RedR 援建了一个训练有素、具有专业知识技能的工程师机构,该机构现在深入到世界各地的每一个重要的援助机构。RedR 有助于确定工程师所需的技能(特别是项目管理者,因为他们中的大部分都是当地工作人员),因此,可以有效地应对各种灾害情况。英国 RedR 已将工程方法应用于人道主义安全问题,现在成为了这一重要专业化的领先者,正致力于将其服务应用于卫生部门的发展。

工程机构大力支持 RedR。公司不仅允许他们的工作人员去执行任务,而且还赞助国家组织。个体工程师为这一事业募资捐赠。工程机构通过宣传、参与、提供办公空间来支持 RedR。RedR 工程师工作的重要性显而易见,可以作为案例研究来吸引更多的年轻人学习工程。如果公司与 RedR 相关联,那么他们就会聘请到更多的工程师毕业生,因为许多学生都渴望参与救灾工作。世界一流的工程师认为 RedR 成员是工程行业的真正

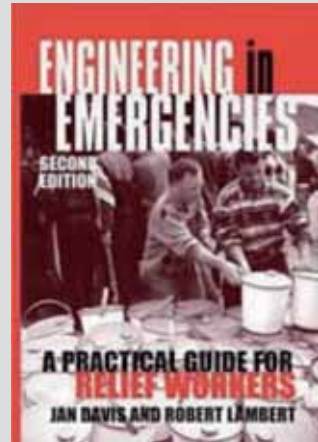
^① Examples put forward by the World Economic Forum's Disaster Resource Network.

^② Article 'A hurricane force skills drive for the US' in New Civil Engineer 3 July 2008.

英雄。^① 他们证明了良好的工程管理是如何一次又一次地拯救生命,以及如何使人们恢复自信,重获尊严与和平来改变灾难性的处境。

救援人员指南

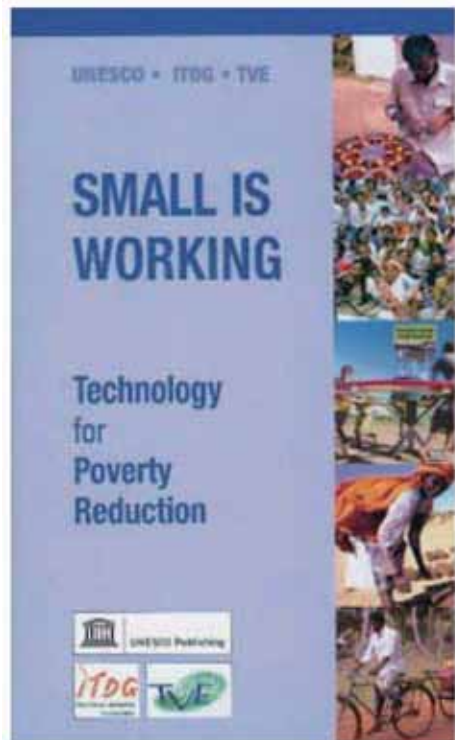
《应急工程》对工作于人道主义机构的人来说是一本很重要的出版物。该书由 RedR 编写,是一本非常实用的指南,涵盖了各个主题,包括救灾任务的个人准备、人道主义原则、人身安全、评估和管理、后勤、环境卫生和卫生设施、水供应和设备维护、车辆、道路和简易机场、避难所和居留地,等等。该书指导救灾工作人员如何设计、建设、操作、维护解决方案,以满足那些受灾人群的需求,尤其是那些受到复杂紧急情况影响的人的需求。该书对人道主义的救援人员非常重要,但由于没有提供免费的电子版,纸质版又非常重,不便于运输,所以盗版书在灾难响应的人群中得到迅速传阅。



6.1.11 适当技术

Tony Marjoram 和 Andrew Lamb

在 20 世纪 60 年代,人们逐渐对“适当技术”理念产生了兴趣,这可能是由于受到当地较小规模但自给自足理念的影响,也可能是因为人们担心工业化对环境可持续性产生的影响,担心在 20 世纪 60 年代和 70 年代围绕《成长极限》展开讨论后所发现的退化。适当技术(也常被称为可选择技术)的理念,^②特别是在西方,是指将规模较小、成本较低、劳动密集型(非资本密集型)、易于维护的环保技术应用于发展中国家和发达国家,最好是利用与当地需求和条件相协调的当地资源与技能。重点是所有技术都应当适合当地的经济、社会、文化背景,像过去一样大多数技术是在本地开发,或像在规模较小的工业革命前一样大多数情况极其相似。然而,当技术在不同的经济、社会、文化背景之间转让时,即使在同一国家内也会出现问题,不过,在发达的工业化国家转让给欠发达的、更加传统的国家时,问题更多。这种预测相对简单直接,令人惊讶的是,在讨论发展援助与技术转让时,适当技术竟成了 20 世纪 60 年代末到



^① An example includes Prof. Paul Jowitt's Presidential Address in November 2009, Institution of Civil Engineers.

^② David Dickson. 1974. Alternative Technology and the Politics of Technical Change, Fontana.

70 年代的一个热议且富有争议的话题(虽然在工业化与时间进口替代环境下,人们想到经济发展占据主导地位时,或许不会太惊讶)。例如,印度尽管有甘地的背景,但是适当技术仍遭到一些批评。

人们担心将较大规模的技术转移到发展中国家时将产生问题,实施和维护时也将出现相关问题,由此人们在国际化发展与海外援助的环境下增加了对适当技术的兴趣。兴趣增加的另一原因是 E. F. (Fritz) Schumacher 的作品。经济学家 Schumacher 曾与 John Maynard Keynes 合作,后来担任英国煤炭委员会的首席经济顾问,任期 20 年。舒马赫是新古典经济学的评论家,他认为新古典经济学失去了人性化,主张人们应该更加重视工作场所、权力下放和资源更高效的利用,其中通过运用更适合发展中国家的“中间”技术可以促进资源的高效利用。为了改进这些技术和方法,Schumacher 和他的同事们于 1966 年创立了中间技术开发小组(ITDG)(2005 年更名为“实际行动”),并提出“适当技术运动”的发展。1973 年能源危机首次爆发,之后,人们对适当技术/中间技术的兴趣有所提高。同一年,Schumacher 的作品《小即是美:把人当回事的经济学》^①出版,该书对西方经济学做出了批评性的分析,促进了环保运动的发展、环境经济学的创立,《泰晤士报》把该书评为 100 本最具影响力的书之一。

在 20 世纪 70 年代末到 80 年代,玛格丽特撒切尔和罗纳德里根相继于 1979 和 1981 年开始执政,一系列围绕贷款制约性的结构调整政策出台,促进了市场导向与私有化的发展。同期,人们降低了对适当技术的迷信,削弱了对国际化发展的支持。尽管如此,随着中间技术开发小组以及历史悠久的类似组织(有些组织已经改变了名称和任务)的发展,人们对适当技术仍保持了一定的兴趣。这些组织包括德国适当技术交流所(GRET)、技术研究和交换组(格莱特小组 GRE,法国)、瑞士技术管理发展合作中心(SKAT)、技术援助志愿者(VITA,美国)。也有很多新的组织加入了他们,例如,替代技术中心(CAT,英国)、扶贫工程师(EAP,英国)、亚洲适当技术、非洲适当技术、适当保健技术方案(PATH,美国)、适当技术中心(GrAT,奥地利)、Aprovecho 研究中心(美国)、适当技术中心(澳大利亚)、全国适当技术中心(美国)、适当技术协会(泰国)、亚洲适当技术从业人员联盟等。此外,一些原版杂志和报刊对适当技术产生的兴趣不减,包括《适当技术》杂志(现由研究资讯出版,其于 1999 年从中间技术开发小组接管过来)与《适当技术原始资料》(美国)。虽然杂志《暗流》为促进 20 世纪 70 年代的替代技术作出了杰出贡献,但是于 1984 年退出了人们的视线。

事实上,虽然一些最初的适当技术组织、杂志、人员与践行者不再存在,Fritz Schumacher 的名字不再为今天的许多年轻人所知,但是“小即是美”仍然是众所周知的一个术语。在互联网时代,大量新事物的出现使人们比以往任何时候获悉有关适当技术的信息更加方便(例如登录 [www. appropedia. org](http://www.appropedia.org), 可查看更多详情)。此外,在 2007 ~ 2009 年金

^① E. F. Schumacher. 1973. *Small Is Beautiful: Economics As If People Mattered*. Blond & Briggs, London, p. 288.

融经济危机之后,可持续发展与减缓和适应气候变化等挑战变得更加严峻,适当技术与当代人的关系变得更为密切。为了纪念《小即是美》问世 30 周年与世界各地日益增多的“无国界工程师”的杰出贡献,UNESCO、中间技术开发小组与影视基金于 2003 年制作了《小即工作:科技扶贫》^①视频,并发表了其出版物,进一步分析了适当技术。

适当技术包括“高”、“低”、“软”、“硬”技术。太阳能供电的 LED 灯加速了煤油灯的替代,在电子时代来临之前,移动电话及相关软件系统使信息和通信不再是梦。利用中间技术,将诸如火山灰水泥填充剂和替代剂(如谷壳灰)、砖坯、版筑和泥砖应用于城区建设和发展等领域。主动被动自然太阳能设计与通风系统得到改善,例如特朗贝式集热墙,建房技术也在相应提高。城乡发展依赖于交通技术系统的改善和零排放车辆的使用。或许能源领域与适当技术关联最为紧密,例如光伏太阳能电池板,热电联产,更高效的电力储存、分配和使用,太阳能聚光器,太阳能吸收器和热水器,风力发电、波力发电、水力发电,生物燃料、生物气、生物炭。

与此同时,因为完善的水供应与卫生设施可以使每年近 200 万人幸免于可预防的水传染疾病,使缺乏安全饮用水的 9 亿人生活得到改善,所以水供应与卫生设施是适当技术最重要的应用领域。正如化学絮凝氯和紫外线消毒、完善的建筑技术、泵送系统和厕所技术推动了这一领域的发展,慢砂过滤器、多孔陶瓷过滤器、反渗透作用也促进了这一发展。永续栽培、改进的灌溉方式、改良的温室等适当技术提高了粮食的生产,更加先进的食品储藏、保鲜、加工等技术减少了丰收后的损失。更加完善的去核工具和铣床使食品加工得到改善,改进的无烟燃烧木材炉子、太阳灶及相关技术降低了家庭烹饪的健康风险。如果没有适当的小额信贷系统,将不会有上述适当技术的创新。反过来,技术也彻底改变了金融世界,使用移动电话等技术的微观层面也不例外。

采用适当技术的新领域之一是诸如信息通信技术的“高新科技”。光纤技术、卫星通信技术和其他技术使上发条的收音机、手机、100 美元的笔记本电脑、上网本和其相关项目、开源软件、网际网络电话的出现成为可能,这些事物的出现正在改变我们的思维方式,改变我们对适当技术的看法。随着发展的“传统”路径的改变,分散的、分布式的基础设施系统变得日益重要,这些系统在许多方面都类似于互联网地形,或受到互联网地形的启发。工业化国家正在重新利用被遗忘的技术,试图降低废物排放量,并减少其对环境的影响。他们越来越乐于学习在发展中国家采用的技术。

面对 21 世纪的挑战,适当技术的概念在很多方面得到重新理解,适当技术的形象也在发生重大变化。重大问题依然存在,尤其是有关有效的知识共享、商业化、规模、意识等问题依然存在。

未来十年内,信息平台、商业模式与教育将取得重大进展,同时很有可能将再次表明小即是美,小即是工作。

^① Small is Working: Technology for Poverty Reduction, video/VCD and 70 - page booklet, UNESCO, ITDG and TVE, 2003.

6.1.12 适当技术:建筑技术的案例研究

Solomon Mwangi

简介

自苏丹政府和苏丹人民解放运动签订《全面和平协议》以来,只有少数的苏丹难民返回家园。这一低返回率有很多原因,其中包括:

- ◇缺乏学校、医院和住房等基础设施。
- ◇失业,缺乏维持正常生活的经济活动。
- ◇缺失有活力的私营部门和企业文化,在大部分的乡村环境下难以开拓商机。
- ◇尽管《全面和平协议》到现在已经生效三年,但是不安全的威胁和战争的传言笼罩着很多地区。

在苏丹兴建住房和一般建筑的挑战

苏丹的传统建材跟其他许多国家类似,泥杆用来筑墙,茅草用来盖屋顶。由于这些传统建材导热性能良好,而且便宜,所以可能是最合适的建材,可是其寿命最长也只有12年(泥浆会受到风雨长年累月的侵蚀,竹竿会慢慢腐烂或被白蚁吃掉)。而且这种建筑物很容易受到昆虫和啮齿动物的侵扰,所以也不太卫生。



© S. Mwangi 典型的非洲小屋,泥和草建设

烧砖

非洲的前殖民国家利用烧砖技术兴建现代化建筑。许多国家大范围地采用了这项技术,但是由于使用过度,导致了沙漠化和森林乱砍滥伐现象,尤其是在那些以树木作为烧砖的主要燃料的国家,这一现象更加严重。由于苏丹将烧砖技术广泛用于兴建公共建筑和永久性建筑,所以也不例外。因此,虽然烧砖有利于兴建永久性建筑物,但也有缺点:

- ◇每烧一千块砖就需要一棵树,导致沙漠化现象。



© S. Mwangi 苏丹一个典型的烧砖厂

- ◇用传统方法烧的砖形状不规则,用于建筑时需要更多的砂浆。
- ◇在烘干和烧砖时,砖易被打破,这给制造商带来的损失为 20% ~ 50%。
- ◇由于不同的制造商使用不同的模具,生产出来的砖尺寸不统一。
- ◇用砖建筑需要的时间比用混凝土需要的时间更久。
- ◇烧砖时需要巨大的露天坑,易导致土地退化。

苏丹南部面临的建筑挑战

苏丹南部的建筑工作面临着一些实际挑战,包括:

- ◇缺乏训练有素、有技能的苏丹建筑工人,重大建设项目由外国公司承担。
- ◇缺乏基本的建筑材料,如水泥、砂石、资金。
- ◇苏丹南部的大部分地区地势平坦,容易受到大雨洪水的侵袭。
- ◇大部分地区是由被称为“黑棉土”,有 5 米多深的黏土和淤泥土壤形成,因此需要特殊的且价格昂贵的建筑设计和技術。
- ◇为了生产烧砖,过度砍伐树木,导致毁林。
- ◇公路基础设施的缺乏使得运输成本非常昂贵,而且只限于在干旱季节运输(在某些地区只能通过货运飞机运输建筑材料)。

这些挑战使兴建一般建筑物的成本非常高,有时高得令人望而却步,使得体面的住房对苏丹普通居民来说遥不可及。

苏丹南部可持续的建筑方法

在苏丹南部兴建建筑物时需要有创新的工程解决方案,其中许多地区需要有因地制宜



© S. Mwangi 苏丹尼罗河上游建在稳定土块上的健康中心

宜的技术。有以下挑战：

- ◇利用当地土壤制造低成本的建材,在没有砂石的地区采用环保的方法。
- ◇设计特殊地基,使之适用于不稳定的黑棉土。
- ◇培训青年人和退役兵的建筑技能,解决缺乏技术劳动力的问题(教他们一些重要技能,使他们参与苏丹南部的重建,并遏制由于失业导致的犯罪)。
- ◇引进环保技术,减轻用于烧砖而砍伐当地树木导致的荒漠化。
- ◇设计具有良好隔热性能且当地居民支付得起的建筑物,以防苏丹南部的高温。

当地组织已经提出解决方案。将土和少量的水泥混合,制造出稳定的土块,这比烧砖的成本低 50% 左右。采用水泥稳定土壤,凝结沙土,就不需要燃烧木柴。无技能的工人也可以参与到生产过程中,从而迅速地创造了就业机会。另外,适合黑棉土的特殊地基也已开发出来。

什么是适当建筑技术

- ◇最大限度地利用当地现有材料。
- ◇当地现有设备不需要引进电力或燃料就可运营。
- ◇运用社区居民易学的可行技能。
- ◇应该环保,不损害当地环境。
- ◇无须外部援助即可使用与维护。
- ◇安全实惠。
- ◇未必是“低技术”或“高科技”,但需要有一种特性。
- ◇对于乡村和社区居民来说,相关技能要求简单易学,并且易于实施。

COMAC 建筑项目的重点是满足学校和医院等公共建筑的迫切需求,与非政府组织和其他志同道合的发展组织一起致力于将适当建筑技术(ABT)应用于苏丹重建中。在此过程中,COMAC 认为,普通百姓将很快学会这些技术,并在私人项目中运用这些技术。

通过使用该方法,COMAC 能够实现以下目标:

◇引进稳定土块(SSB)等适当建筑技术,这些土块是土壤和一小部分水泥混合而成。稳定土块的技术比烧砖技术平均便宜 50%。

◇提供就业机会。一个 SSB 生产厂可雇用 6 个无技能的工人。还有更多的就业机会提供给那些无技能的但正在接受建筑培训的苏丹人,而不是提供给从邻国肯尼亚和乌干达等地来的有技能的劳动力。



© S. Mwangi 黑心棉土层

◇优化黑棉土地区的特殊建筑地基。

◇使用环保技术协助保护环境。用水泥取代烧砖来稳定土壤,黏合沙子,从而形成建筑块,就可保护环境。因为烧砖所使用过的大坑是敞开的,所以易导致土地退化,而稳定土块技术使用的原料是从打地基挖的坑中挖出的土。

COMAC 现在一直提倡在苏丹使用以下三种建筑技术:

稳定土块

这种建材于 20 世纪 40 年代初在哥伦比亚使用,70 年代引入到东非。该技术得益于以下的发展,包括:

- ◇功能强大的手动操作设备,很少需要维护。
- ◇常见的一种性能标准,与国际建材标准相符,这些建材用于兴建永久性建筑(如混凝土块)。
- ◇广泛应用于肯尼亚、马拉维和乌干达。
- ◇使用连锁块,减少对砂浆的需求,进一步降低成本。
- ◇从打地基挖的坑中挖出的土制成的土块。

竿和夯土技术

竿和夯土技术是对非洲用杆和泥土兴建建筑的传统方法的改进。在这种现代技术



© S. Mwangi 在生产过程中浪费的砖

中,处理后的竿免受白蚁和其他昆虫的危害,可用于修建建筑物的结构框架。竿与竿的最大间距为 1.5 米,然后用混凝土固定在地上。在水平方向上,用钉子将带刺铁丝或铁环钉在竿之间,铁丝或铁环之间的距离为 300 毫米,这有助于将夯土固定在竿周围。

随后就会用到模板支架,将模板支架暂时固定在竿内外部,以支撑湿拌的用于稳定支架的土壤和水泥。平均而言,用于稳定和黏合稳定的土壤,只需要 5% 的水泥。



© S. Mwangi 苏丹南部在雨季期间的典型路况

土壤和水泥层不超过 300 毫米,每天都需要压实。渐渐地,一栋楼在十天内即可竣工。

沙子和水泥块

沙子是建材的原料之一,盛产于达尔富尔和苏丹其他一些地区。令人遗憾的是,沙子并未用于修建,所以因使用烧砖引起的荒漠化的势头依然未减。

受美慈公司委托,COMAC 对达尔富尔的建筑技术做了分析。美慈公司是一家美国



© S. Mwangi 手动按压土块

非政府组织,在达尔富尔有几项开发项目。该分析显示,如果使用坚实的砂子和水泥块,建筑物的建造成本将降低 30%;如果使用空心砂的水泥块,成本将降低 50%。

黑棉土地区的特殊地基

黑棉土工程是在苏丹南部修建时面对的一个重大挑战。黑棉土湿的时候,土壤膨胀;干的时候,土壤收缩开裂。这些变化导致建筑物的开裂,所以需要设计特殊地基,克服这一难题。

在苏丹南部上尼罗河州和琼莱州,黑棉土占地数平方公里,深度高达 5 米。这两个州由于缺乏适合于修建的原料,诸如沙子和砂石等,同样面临着重大的挑战。

当呼吁 COMAC 在该地区建立医院或派出所时,他们也面临着这些挑战。在应对这些挑战时,他们提出了一些解决方案,包括:

- ◇钢筋混凝土地基,带有混凝土柱支撑的地梁。
- ◇将特殊的土壤和水泥混合,制定专用的稳定土壤块。
- ◇用水泥和砂浆、钢筋铁丝网铺设的浮动地板。

在苏丹和其他发展中国家加速传播适当建筑技术

房屋——人类的基本需求,与失业是许多发展中国家所面临的两个重大问题。环境退化好像并不怎么糟糕,但也是发展中国家面临的主要问题。

面对这些严重的问题(住房、失业和环境退化),潜在的解决方案是适当建筑技术的引进、推广和实施。为了做到这一点,并由受益者感到有影响,政府的政策制定者和决策者、援助国与直接或间接从事发展中国家发



© S. Mwangi

手工制作沙/水泥块的模具

展项目的发展机构必须慎重地制定并实施相关政策和决定。

为了加速实现这一目的,援助国、政策制定者和决策者需要:

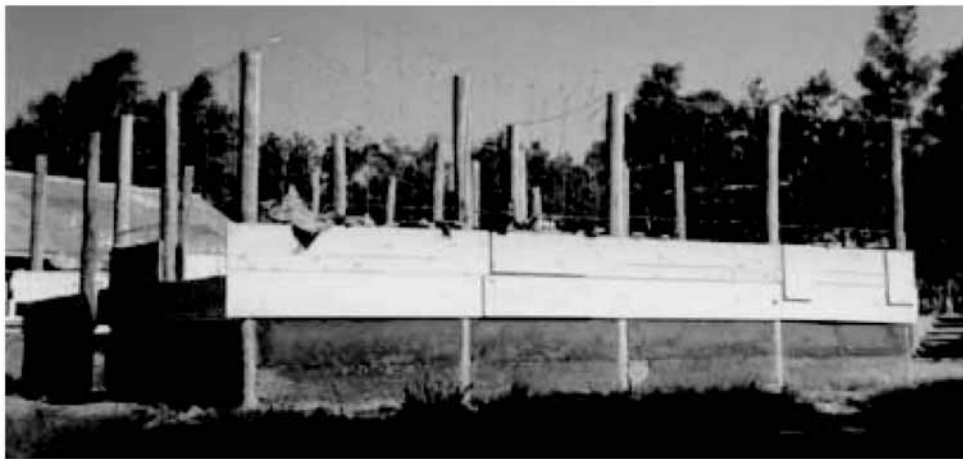
◇在他们资助或支持的项目中优先使用这些技术,来支持这些技术。

◇支持诸如 COMAC 的组织和公司,他们通过推荐政府和发展伙伴采取他们研发的
建筑方法来促进这些技术的使用。

◇对这些技术的性能要按时间的推移进行评估,并支持这些评估的监测方案。



© S. Mwangi 在黑心棉土壤中,用混凝土柱支撑的钢筋地梁地基



© S. Mwangi 竿和夯土的施工过程



© S. Mwangi 苏丹南部完整的一栋建筑物

6.2 工程基础设施

6.2.1 供水和卫生

Kalanithy Vairavamoorthy 和 Damir Brdjanovic

现状

供水

发展中国家城市地区缺水问题是当今的一个重大问题。预计到 2050 年,印度的一半人口将生活在城市地区,届时会面临严重的水资源问题(Singh,2000)^①。据 2002 年的报告指出,有 11 亿人仍在使用未改善的水资源,其中 2/3 生活在亚洲。仅在中国,使用未改善的水资源的人口数量就相当于整个非洲使用未改善水资源的口数量之和(UNICEF/WHO,2004)^②。人们使用的水质也值得怀疑。在印度,85% 的城市人口可以获得饮用水,但只有 20% 的可饮用水符合世界卫生组织(WHO)设立的卫生和质量标准(Singh,2000)。

与工业国家相比,发展中国家的日供水量是很低的。在印度,依据地方和经济水平的不同,日供水量为 16 ~ 300 升(Singh,2000),然而,发达国家的日供水量为 100 ~ 600 升。那些没有管道供水的人们可获得的水量更少。在东非,非管道供水的日供水量几乎比低收入社区管道供水量少 1/3(Thompson et al.,2001)^③。

发展中国家出现供水压力,不仅仅是由于资源有限,还有其他一些因素,比如说城市网的配水效率低下以及贫富间供水的不平等(UN-HABITAT,1999)^④。主要原因之一就是配水系统的水资源损失率过高。很多研究显示,发展中国家城市的水资源损失量占到供水量的 40% ~ 60%(Arlosoroff,1999)^⑤。很多情况下,水资源的缺失反映了供水系统的管理不善。要减少水资源缺失的现象,需要我们协调一致的行动,不仅应对技术和操作

① Singh, N. 2000. Tapping Traditional Systems of Resource Management, Habitat Debate, UNCHS, Vol. 6, No. 3.

② UNICEF/WHO. 2004. Meeting the MDG drinking water and sanitation target - A midterm assessment of progress. United Nations Children's Fund and World Health Organization, p. 36.

③ Thompson, J., Porras, I. T., Tumwine, J. K., Mujwahuzi, M. R., Katui - Katua, M., Johnstone, N. and Wood, L. 2001. Drawers of Water II. International Institute for Environment and Development, London, UK.

④ UN-HABITAT. 1999. Managing Water for African cities - Developing a Strategy for Urban Water Demand Management, Background Paper No. 1, Expert Group Meeting UNEP & UN-HABITAT.

⑤ Arlosoroff, S. 1999. Water Demand Management. International Symposium on Efficient Water Use in Urban Areas, IECT - WHO, Kobe, Japan.

问题,同时还要应对体制、规划、财政以及行政问题(WHO,2000)。^①

通常,配水系统是在持续供给的设想的基础上设计而成的。然而,在大多数发展中国家,供水系统非但没有持续,反而断断续续的(Vairavamoorthy et al.,2007)。^② 印度发展银行报道指出,2001年,所调查的18个城市中有10个每天供水的时间不到24小时(ADB,2004)。^③ 这一情况和世界上其他地区也很相似,例如,在拉丁美洲,仅有10个主要的城市获得了配水供应(Choe and Varley,1997)。^④ 1995年,尼日利亚使用管道供水的消费者中,只有11%的人每两天可以获得一次供水。

间断性的供水导致了很多问题,包括严重的供水压力、水资源的损失以及配水过程中的不平衡。另一个由间断性供水所造成的,也是我们经常所忽视的问题就是与之相关的高污染。由于系统中的压力可以忽略或是为零,就会出现长时间供水中断,这种情况下高污染就会出现(Vairavamoorthy and Mansoor,2006)。^⑤

卫生

和供水比起来,卫生则通常变得相对次要了。因而,有26亿人口(占发展中国家人口的一半)生活在未获得改进的环卫设施条件下也是不足为奇的。发展中国家环卫设施的普及率(49%)是发达国家的一半(98%)。在撒哈拉沙漠以南的非洲,环卫设施的普及率只有36%,而其中的一半都是未获得改进的环卫设施。同样,中国和印度有将近15亿的人口无法享受改善的卫生服务(WHO/UNICEF,2006)。^⑥ 每年仅仅因为恶劣的卫生条件造成的死亡人数就高达1600万。废水处理统计数据显示,全球85%的废水未经过处理就向外排出,这对公共卫生和生态系统用水都产生了严重的影响。

在发展中国家,快速的人口增长和城市化进程对住房和基础设施服务提出了更多的需求,其中包括卫生服务。尤其是一些穷人居住在指定住宅区以外,通常是非正式或是不合法的地区,为他们提供卫生服务变成为了一个挑战。世界银行预测,全球约有26%的城市人口(超过4亿)享受不到最简单的卫生服务(Khatri and Vairavamoorthy,2007)。^⑦

① WHO. 2000. Global Water Supply and Sanitation Assessment Report, World Health Organization - United Nations Children Fund, Geneva, Switzerland.

② Vairavamoorthy, K., Gorantiwar, S. D. and Mohan, S. 2007. Intermittent water supply under water scarcity situations. Water International, Vol. 32, No. 1, pp. 121 ~ 132.

③ ADB. 2004. Second Water Utilities Data Book Asian and Pacific Region. Asian Development Bank (ADB). Manila, Philippines.

④ Choe, K., Varley, R. and Bilani, H. 1996. Coping with Intermittent Water Supply; Problems and Prospects, Environmental Health Project. Activity Report No. 26, USAID, USA.

⑤ Vairavamoorthy, K. and Mansoor, M. A. M. 2006. Demand management in developing countries. In: Butler, D., and Memon, F. A. (Eds.) Water Demand Management. IWA Publishing, London, UK. pp. 180 ~ 214.

⑥ WHO/UNICEF. 2006. Meeting the MDG drinking water and sanitation target, The urban and rural challenge of the decade. World Health Organization and United Nations Children's Fund, p. 41

⑦ Khatri, K., and Vairavamoorthy, K. 2007. Challenges for urban water supply and sanitation in the developing countries. Water for changing world: Enhancing local knowledge and capacity, (Symposium, 13 ~ 15 June), 50th anniversary, UNESCO - IHE Institute for Water Education, Delft.



© Ameer Shaheed, EWB – UK

尼泊尔加德满都一个年轻的男孩在用塑料瓶等待收集水

同时,在大部分发展中国家,废水收集、雨水排放以及固体废物的收集是远远不够的。该系统不是计划不周、设计不善,就是需要经常维修,也就是说现有的服务质量较差。大多数的城市废物被直接倾倒入开放的环境中。结果,未处理的城市废物不仅污染了地表还污染了地表水资源。这一情况在低收入居民区则更加糟糕。化粪池以及分流网定期将污水排放到街道排水沟,开流以及排水渠中。这样就造成了恶劣的生活条件,公众健康隐患以及环境破坏(GHK,2002)。^①

城市居民的数量变得越来越多,而市区却变得越来越拥挤。努力改善基本的卫生设施往往把重点放在总体规划上,需要加大对污水干渠,雨水排放系统,集中的规模处理以及固体废物的收集和处置设施的投资。这些计划不是因为资金和体制上的限制未能实施,就是一旦成功实施之后,其服务就变得不合理。因此,努力解决基本的卫生问题并不能满足发展中国家不断增长的人口需求,而需要一套新的创新型方法来形成可持续的解

^① GHK. 2002. Effective Strategic Planning for Urban Sanitation Service, Fundamentals of good Practice, p. 23. Go to: <http://www.ghkint.com/>.

决方案。(Khatri and Vairavamoorthy,2007)^①

可持续发展问题

随着千年发展目标的成果提上了国际政治议程,特别是在2005年,人们做出了巨大努力来推广和应用制度与管理的方法,以促进全世界的供水和卫生服务的优化和可持续发展。

通常,在下列情况出现时,供水和卫生服务被认为是可持续的(Brdjanovic and Gijzen 2005)^②:

- 正在运作且正在被使用;
- 能够在质量、数量、方便性、可持续性以及健康方面提供适当的益处;
- 持续长时间运作(超过了原有设备的寿命);
- 制度化管管理;
- 本地支付操作、维护、管理和替换的成本;
- 可以很好地在本地操作和维护,虽然支持有限,但因地制宜,还可以获得额外支持;
- 不会破坏环境;

进一步说,可持续卫生包括:

- 考虑到卫生和回收,基本的做法就是适当的控制;
- 封闭营养和水循环;
- 生态系统方法;
- 污染付费原则;
- 下游的健康和环境保护;
- 基础设施的分散;
- 本地管理和资金支持;
- 支付能力;
- 人人平等的服务。

供水和卫生最大的教训就是初始资本投资往往是工作中最容易的一部分。为建造某工程寻找资源(资金、劳动力、材料以及组织)是相对容易的。然而,要保持一个真正可持续发展的体系就困难多了。造成供水故障,尤其是卫生服务落后的主要限制包括:

- 负责机构的组织结构较差;
- 缺乏备件;

^① Khatri, K., and Vairavamoorthy, K. 2007. Challenges for urban water supply and sanitation in the developing countries. Water for changing world; Enhancing local knowledge and capacity, (Symposium, 13 ~ 15 June), 50th anniversary, UNESCO - IHE Institute for Water Education, Delft.

^② Brdjanovic, D., Gijzen, H. 2005. Challenges in Achieving a Sustainable Water Supply and Sanitation Services for Small Islands; the Caribbean Perspective. In: Proceedings; Aqua 2005, Cali, Colombia (31 Oct - 4 Nov 2005).

- 技术不合宜;
- 缺乏训练有素的员工;
- 捆绑资金;
- 缺乏工作机会;
- 缺乏资金;
- 法律体制问题;
- 部门工作人员缺乏动力;
- 用户不参与;
- 部门内部的操作和维护能力低;
- 税收和收集系统不足;
- 消极的政治干预。

全球挑战

全世界的城市都面临着一系列全球和地区的压力以及高效且透明地管理日益稀少的水资源、提供水和提供卫生服务所带来的困难。同时在处理废水,尽可能减轻对环境的危害方面,也面临着同样的挑战。为了更有效地管理城市用水,必须承认这些全球和局部的压力,并以此推动城市用水系统的设计和管理(Khatri and Vairavamoorthy, 2007)。^①

◇气候变化导致了降水和温度模式的重大变化,影响供水以及卫生基础设施的有效性与所需性。

◇人口增长和城市化进程带来了很大的改变,导致了优质水的消耗量急剧增长。通常,本地可用水资源并不能满足人们对水的需求,而没有经过处理的废水的排放将增加下游用户的成本,对水生生态系统产生不利影响。

◇现存的基础设施正在老化,质量正在退化。想要维护并更新基础设施,使优质水可以被送到各个部门,而废水可以得到充分的收集和处理,这不仅是技术挑战还是资金挑战。

气候变化

由于人类活动不断增多,地球系统正经历着快速的变化,这一点几乎毫无争议。这些变化使我们普遍接受了一种观念,即我们开始在全球范围内见证自然循环的变化。显然这些变化将严重影响城市水循环以及我们如何对其进行管理。城市水循环的要素,如供水、污水处理、城市排水通常被设计有几十年的寿命。因此,如何在“未来城市”中设计和操作这些系统,就需要我们关注自然循环的变化。

^① Khatri, K. and Vairavamoorthy, K. 2007. Challenges for urban water supply and sanitation in the developing countries. Water for a changing world: Enhancing local knowledge and capacity, (Symposium, 13 - 15 June), 50th anniversary, UNESCO - IHE Institute for Water Education, Delft.



© CCBY - Amit Dave - Reuters, Corbis 在印度 Natwarghad 等候水井

虽然区域分布并不明确,预计高纬度地区尤其是在冬季的降水量将会增长。在大多数环流模式模拟结果中,这一结论延伸到了中纬度地区。随着空气温度上升,潜在蒸发量也不断增长。结果,即使在降水量增长的地区,高蒸发率也会减少径流量,这意味着可再生水资源的减少。降水量的增加会导致年径流量的增长,这一现象很可能发生在高纬度地区。相反,由于蒸发量不断增加且降水量不断减少,一些低纬度盆地的径流量会大幅度下降,水资源短缺现象更加严重。而由于总降雨量的减少,干旱期的加长以及蒸发量的不断增长,一些地区的干旱频率和程度也同样可能增加。洪水频率在很多地区都有可能增加,但是其增加量对于任何给定气候情景来说都是不确定的,而且增加量对盆地产生的影响也各不相同。

当某地流量较少,难以处理自然和人类带来的污染物时,水质问题便会增加。水温的增长将改变生物地球化学过程(降解与清洁)的操作率并降低溶于水的氧气浓度。同样,高径流量的增长将会增加污染物负荷以及污水四溢。此外,洪水频率不断增长,处理过或未处理的污水下水道系统溢出,严重影响了生物的生命周期,极易引发水源性疾病(例如隐孢子虫的存在)。由于富营养化过程的高发频率,湖泊的水质问题可能会更加敏感(Hellmuth and Kabat, 2002)。^①

除了对雨水基本设施(如地下水渠、大堤、泵站等)毁坏的风险明显加大外,上述影响主要是由较高的洪峰流量导致的。还有一些其他的影响,当前我们只能对其进行猜测,例如由于干燥的土壤条件,管道故障和崩溃的风险将会增加。

气候变化以不同的方式影响着不同的城市,有些正经历着频繁的干旱以及水资源短缺问题,而有的面临严重的暴雨侵袭,以及随之而来的洪水问题。因此,需要灵活适应的解决方案来减少这些变化给城市带来的影响。

^① Hellmuth, M. and Kabat, P. 2002. Impacts. In: Appleton, B. (Ed.), *Climate changes the water rules: How water managers can cope with today's climate variability and tomorrow's climate change*. Dialogue on Water and Climate, Delft.

人口增长和城市化

人口增长和城市化将是未来几十年里世界上最重要的挑战之一。《联合国人口前景报告》(2006)^①指出了发展中国家城市地区较高的人口增长率。在欠发达地区,城市人口数量将从2000年的19亿增长到2030年的39亿,平均每年人口增长2.3%。另一方面,在发达国家,城市人口数量预计将从2000年的9亿增长到2030年的10亿,整体增长率为1%(Brockerhoff, 2000)。^②

在大多数发展中国家,城市的数量和大小由于较高的城市化比率而日益增长。1950年,纽约和东京是仅有的两个人口超过1000万的城市。到2015年,预计将会有23个人口超过千万的城市。其中19个城市都将属于发展中国家。2000年,有22个城市的人口数量在500~1000万;有402个城市的人口数量在100~500万;还有433个城市的人口数量处在50~100万的行列。

每天大约有18万人口加入到世界城市人口的行列。据估计世界上大约有10亿人口处于贫困状态,其中7.5亿人口生活在城市地区,没有足够的住所,也得不到基本服务(UN, 2006)。^③ 人口增长以及城市化进程的加快将导致水资源的严重紧缺,对自然环境产生巨大影响。为了满足未来的供水需求,城市需要从市区以外合适的水源处开辟新的供水之路。此外,建筑区数量的快速增加也减少了自然渗透的机会(因为好的土地都被封锁,用于道路或是停车场等),扰乱了当地的水文循环与环境,使雨水流量快速达到峰值。

发展中国家城市已经面临着巨大的住房、基础设施和服务问题,正如他们正承受着的供水不足、卫生条件恶化以及环境污染问题。人口数量的增加也加大了对供水量的需求,同时却减弱了生态系统定期提供清洁水资源的能力。

在21世纪的世界中,城市化发展成为了主流,保持健康的环境对人类居住、发展和管理都是重大挑战。仍然需要灵活和创新的解决方案来应对突如其来的大幅度变化,这主要涉及人们对供水的需求以及相关的经济活动。

基础设施系统的恶化

为了使城市水循环更有效的发挥作用,需要处于良好工作状态的基础设施的支持。对用于处理和运送水源的基础设施(包括水源、污水处理厂以及分配系统)进行保护,这是保证饮用水安全的重要步骤。然而,在世界上大多数城市中,对水资源的储存、处理以及分配系统的维护已经被常年忽视。供水系统缺乏维护往往是因为资金不足以及管理不善。水利设施的不断恶化影响着所有供水服务的质量和可靠性。

① Available at: <http://www.un.org/esa/population/unpop.htm> (Accessed: 25 May 2010).

② Brockerhoff, M. P. 2000. An Urbanizing World. Population Bulletin, A Publication of Population Reference Bureau, Vol. 55, No. 3, pp. 1~45.

③ Available at: <http://www.un.org/esa/population/unpop.htm> (Accessed: 25 May 2010).

特别需要注意的是,对地下基础设施的管理和维护很少或者几乎没有。这类基础设施很大一部分都有超过百年的历史了,由于恶化,加大了渗漏、堵塞和故障的风险。例如,在美国,每年总水管都会在成百上千个地方破裂,用户得不到供水,或是给用户提供没有经过特殊处理(例如煮沸或加氯消毒)的非安全用水。

水和污水处理系统的恶化不断加剧,这严重威胁了我们为当代和后代人提供安全饮用水以及必要的卫生服务的能力。由于管道的崩裂和泄漏,很多城市都面临着昂贵的水和污水处理问题。这些问题拖得时间越长,就会越严重,重要的公众资产面临进一步退化的危险,人类健康和环境也承担着不可承受的风险,公共和私人财产遭到了破坏,国家和地方经济受到了影响。

由于水利基础设施系统的恶化不断加速,全世界对其进行整治的费用也在大幅增加。欧洲城市每年投入 50 亿英镑用于污水网整治。英国有超过 70 万千米的主供水管以及下水管道,每月对这些管道进行超过 3.5 万次维修工作。费用减少 5% 将会节省 2000 万英镑(Vahala, 2004)。^① 同样,加拿大和美国的很多基础设施系统价值上万亿美元,它们过早地出现故障,需要昂贵的维修费用。据估计,修复主要城市水源和污水处理管道的费用超过 7000 亿美元,这些管道位于美国 50 个最大的城市中,使用了超过 50 年之久(Yan & Vairavamoothy, 2003)。^② 由于基础设施老化,城市化进程以及气候变化的综合影响,未来的几十年维修费用将会急剧增长,因而会给下一代人口带来沉重的负担。

由于系统老化、建筑粗劣、缺乏维护和修复行为、操作负荷过重等原因,这些恶化的过程在发展中国家变得更为严重。我们并不了解资产恶化的具体类型,不了解技术服务生活,也没有足够的数据来判断基础设施资产的价值。此外,基础设施的管理者和决策者也不具备有效的决策支持工具(Misiunas, 2005)。^③

基础设施恶化将会影响公众健康,环境和体制,包括政府。较高的漏水率意味着水资源损失较严重,水流失的可能性也较高。这将会提高饮用水污染以及水源性疾病爆发的比率。服务故障接连不断,供水服务质量和标准每况愈下,这都影响了用户支付水费的热情。

结论

当前,迫切需要有计划的行动来更有效地管理水资源。在发展中国家的城市地区,这些问题尤其值得关注,因为这些地区的大部分人都无法获得安全的供水以及基本的卫生服务。人们普遍认为,过去几次对城市用水的干涉行为(特别是在发展中国家)失败

① Vahala, R. 2004. European Vision for Water Supply and Sanitation in 2030. Water Supply and Sanitation Technology Platform.

② Yan, J. M. and Vairavamoothy, K. 2003. Fuzzy Approach for the Pipe Condition Assessment. Paper presented at the ASCE international conference on pipeline engineering and construction, July 13 ~ 16, Baltimore, Maryland, USA, 2, p. 1817.

③ Misiunas, D. 2005. Failure Monitoring and Asset condition assessment in water supply systems. PhD Thesis, Lund University, Lund, Sweden.

了,部分原因是由于这些干涉行为实施的体制前景没有得到充分的重视,而且在发展和实施这些干涉行为时缺乏利益相关者的参与。

鉴于一些变化带来的压力,如城市化,气候变化以及基础设施恶化等,充足的城市供水以及卫生服务在将来有可能变得越来越困难。应该发展适当的技术和体制策略来应对挑战,缓解压力,从根本上改变城市供水系统的管理方式。整个城市水循环必须考虑到用水的干涉行为,意识到城市供水体系的各个组成部分之间的相互作用。必须重新思考水的使用和循环使用方式,重新思考自然系统的更广泛的利用,以有效地应对新出现的污染问题。我们的目标是,务必发展城市供水系统,使其能强有力地应对并适应这些未来不确定的压力。

为了实现这一目标,必须要开发相应的工程创新和解决方案。然而,要想使这些创新和方案达到最大效果,在实践过程中还必须要加入体制发展的成分(通过能力建设活动),保证重要利益相关者的参与,尤其是工程师和消费者的参与。显然,只有将这些要素全部包括在解决方案之中,解决的过程中才能不断减轻城市的脆弱性,不断地增强应对全球变化的能力,做好应对全球变化的准备。

6.2.2 环境健康

Jameo R. Mihelac

工程项目并不总能对人们的生活产生预期的效果;世界上到处都是有故障的井以及没有使用过的厕所。事实上,据估计,发展中国家高达60%的供水系统是不可运行的(Davis and Brikké, 1995)。^① 这些项目在设计 and 构建时的预期都很好,但未将非技术因素考虑进去。通常情况下,公众的喜好和习惯总是会被忽略,而公众只是决策制定过程中的一个摆设。在其他情况下,建设的初始资金是由外部机构提供的,但是并没有现实可行的计划来支持操作与维护。此外,选取的技术或许对政治、文化、经济和地理因素来说都是不合适的。简而言之,值得争议的是这些项目更多地关注技术,而不是关注工程这个本应在很多问题中考虑的焦点。

发展过程中的工程实践不仅有一定的技术要求,还需要非技术技能,另外,还需要了解社会、经济和环境之间的互动。同时,应考虑承载能力、公平和性别这样的非传统原则。此外还要认识 and 了解这种复杂的、相互依存且动态的系统,该系统包括了支持水、卫生、废水处理以及空气质量的基础设施。这种系统也需要接受服务的社会体系给予一定的鼓励。

在发展规划中,受益者往往是穷人以及居住在欠发达地区的人们,“项目”一词也包含着比预先设计和构建的物理结构更多的东西。它还包括工程所在地的社会规划以及参与工程的操作、管理和受益的人。因此,作为一项公众资产,成功的发展项目需要人们

^① Davis, J. and Brikké, F. 1995. Making your water supply work: Operation and maintenance of small water supply systems. IRC International Water and Sanitation Centre, The Hague, Netherlands.

为了共同利益一起关注并管理(Ratner and Gutiérrez,2004)。^①

运用生命循环思维方式可以帮助实现项目可持续性的评估。在发展规划中,一项供水和卫生服务项目包含五大阶段:需求评估、概念设计和可行性、设计和行动规划、实施和运行以及维护。此外,在发展规划中,保持可持续性的五大方面包括:对社会文化的尊重、社会参与、政治凝聚力、经济可持续发展以及环境的可持续性(McConville and Mihelcic,2007)。^②

不将公共健康的改善同发展分离开来也是同样重要的(考虑到16个千年发展目标中的8个都直接和健康相关)。例如,世界上由于环境负担造成的疾病风险中,几乎一半都是因为不能正常获得饮用水和卫生服务。而另一半风险中的大部分主要是由于接触了室内和城市的污染空气中。总体来看,风险=危害物×接触。

在绿色化学中,通过使用完全良性物质或化学物可以减轻或是消除危害,进而使风险最小化,这样就没必要控制与污染物的接触了。相反,用来做饭和取暖而燃烧固体燃料会产生室内空气污染,当考虑到这种风险时,较少(或是消除)接触可能是较少(或消除)风险的最好途径,即使风险持续很高。因为在这种情况下,若从家庭的经济成本角度考虑,提升能源构成并且使用含有特殊物质的燃料资源来减轻危害在经济上是不可行的。

这种情况下,减轻风险需要通过应用一定的技术来实现,比如使用更加高效的炉灶或是改善通风,减少接触。个人行为的改变同样也可以减少接触,但或许这是最难实现的,尤其是当个人行为涉及像做饭、看孩子或是取暖这样司空见惯的事情的时候。例如,做饭时,让不做饭的人呆在厨房外似乎是减少接触最简单的方式,但是由于做饭的人和不做饭的人之间的谈话或是由于妇女照顾孩子的义务,让不做饭的人呆在厨房外也可能会变得很复杂。

在固体废弃物的管理方面,清扫人员作为非正式团体参与固体废弃物的管理活动,这在发展中国家是很常见的。清扫工作是废物处理的一种形式,类似于世界上很多地区使用的“手工和机器分离”处理过程。然而,这种情况下,工程师应该认识到有必要为清扫人员提供更好的机会获得免疫接种、卫生保健、教育和微型企业活动,要与清扫人员共同工作确保他们对社会的重要贡献(Mihelcic et al., 2008)。^③

工程解决方案同样也要考虑地理背景。例如,与农村居民相比,或许城郊居民更容易理解工程项目的迫切性,这是因为较高的人口密度导致了污染浓度增加。农村和城郊

① Ratner, B. D. and Gutiérrez, A. R. 2004. Reasserting community: The social challenge of wastewater management in Panajachel, Guatemala. *Human Organization*, Vol. 63, No. 1, pp. 47 ~ 56.

② McConville, J. R. and Mihelcic, J. R. 2007. Adapting life - cycle thinking tools to evaluate project sustainability in international water and sanitation development work. *Environmental Engineering Science*, Vol. 24, No. 7, pp. 937 ~ 948.

③ Mihelcic, J. R., L. M. Fry, E. A. Myre, L. D. Phillips and B. D. Barkdoll. 2008. *Field Guide in Environmental Engineering for Development Workers: Water, Sanitation, Indoor Air*, American Society of Civil Engineers (ASCE) Press, Reston, VA.

地区的受益者通常决定着某个直接影响他们的项目实施的必要性,决定着项目的实施进程。因此,农村和城郊受益者可能参与了大部分的工程项目。然而,在城市地区,受益者扮演着顾客的角色,向政策制定者和私营部门支付一定的费用来满足他们的需要(Ahrens and Mihelcic, 2006)。^①

当然,地理还和气候联系在一起。例如,材料采购变得更加困难,一方面是因为交通运输的不可靠以及疾病的侵袭,另一方面是由恶劣的天气、季节性的工作以及节假日的安排所致。农业遵循一个严格的时间表,因此建筑工程必须灵活安排以适应节节日历(Mihelcic and Zimmerman, 2008)。^② 水的可利用性同样也是选取特定卫生技术的重要障碍(Fry et al., 2008)。^③

最后,很多与危险因素相关的不具免疫力的疾病像肥胖以及缺乏体育活动等,都可以通过工程的可持续方法得到改善。例如,工程师向社区成员提供几个灵活的选项,以满足社区成员希望获得工作、货物、服务和教育的目的。这意味着在规划社区时,工程师的思考不应局限于个人车辆使用,还要通过骑车、步行、远距离办公或是使用共享的公共交通以及共享的个人车辆来全面考虑其流动性。

6.2.3 能源

Jorge Spitalnik, Peter Greenwood 和 Darrel Danyluk

通过提供可负担得起的能源,世界要给相当数量的人们提供更高质量的生活的同时,还需要减轻并适应气候变化。有效而可行的能源选择、能源技术以及终端用户的效率将会对应对这一挑战作出巨大贡献。

这些选择的产生形式是透明而且专业的。工程的几个分支将在过程的评估和决定时期起到关键作用。有 20 亿人负担不起清洁的能源服务,这 20 亿人甚至没有可靠的方式来获得能源服务。然而,获得能源是实现所有千年发展目标的关键。为了满足基本的人类需要,必须通过可靠且负担得起的能源服务来向所有人提供能源,尤其关注城市和农村的穷人。

气候变化被看做是全球可持续发展的一次挑战,涉及社会、经济和环境等各个方面。气候变化是由人为原因造成的——人类能源生产和消费过程中过度的温室气体排放。人们普遍承认现有的方案并不能以一种可持续的方式满足世界不断增长的能源需求。尽管能源技术发展迅速,我们仍然需要进行大量的工作和技术革新,在供热、交通运输、

① Ahrens, B. T. and Mihelcic, J. R. 2006. Making Wastewater Construction Projects Sustainable in Urban, Rural, and Peri-urban Areas. *Journal of Engineering for Sustainable Development: Energy, Environment, Health*, Vol. 1, No. 1, pp. 13 ~ 32.

② Mihelcic, J. R. and J. B. Zimmerman. 2008. *Environmental Engineering: Fundamentals, Sustainability, Design*, John Wiley & Sons, New York.

③ Fry, L. M., J. R. Mihelcic and D. W. Watkins. 2008. Water and Nonwater-related Challenges of Achieving Global Sanitation Coverage, *Environmental Science & Technology*, Vol. 42, No. 12, pp. 4298 ~ 4304.

电力以及能源效率、保护和使用上带来可持续变化。重要的是改变不可持续的消费模式,这在一些国家需要进行比较困难的文化调整。当提及工程专业时,其中一个主要的作用就是决定能源选择在技术上、经济上以及环境上的可行性。工程师们积极参与到技术的开发和实施中来,用以产生能源;事实上,工程师们设计、建造、运行、维护并且淘汰着世界的能源体系。可持续的能源政策需要遵循现实和实际的能源状况;科学合理且彻底的工程解决方案是应对能源可持续性的唯一途径。

问题

为了满足基本的人类需要,加快实现千年发展目标,必须向所有人提供能源,使其获得可靠且负担得起的能源服务,尤其关注农村和城市中的穷人。

能源是可持续发展的关键。大多数国家,需要一个复杂的能源结构,采用成熟而可行的技术。在温室气体排放方面,最大但可接受的限度必须得到管理,这就需要更大范围的国际合作。应优先考虑碳汇计划,以满足化石燃料的使用,确保核能源安全和防扩散的最高国家标准,确保可再生能源更高效率的创新,合理规划农业用地,妥善安排水电导致的人口迁移,同时还要发展应用于能源效率和保护的技术。决定使用有利于可持续能源发展的技术需要对技术和经济的可行性做出系统的分析;方案中的技术在需要的时间应该是可用的,对于大部分人口来说,提供的能源也应该是可负担得起的。

生活质量和人均消耗能源之间有所关联。事实上,人类发展指数显示,一个国家不断提高的生活质量与增加的人均能源使用量存在紧密联系。通常情况下,一种高品质的生活目前可以通过人均消耗 1000 ~ 1500 亿焦耳的能量来实现。如果一些超过此水平的国家,特别是那些处于不同发展阶段的国家能够将其能源消耗减少至该范围以内,他们的生活质量就会得到保持,全球资源也能得到更好的保护和利用。

发达国家和发展中国家存在很大的不同,能源政策肯定是根据具体背景来制定的;这些政策不会在各个国家普遍适用。没有全球通用的方法来制造可持续的能源,但是发展中国家可以借鉴发达国家的经验和教训。对于任何国家来说,优化的能源结构取决于现有的自然资源基础,人口分布,可预测的能源需求的增长以及其工程和经济能力。发达国家的能源方案对于发展中国家来说通常都是不够的,这是因为,例如,发展中国家在需求上总是存在较高的年增长率。在发达国家,需求的增长率每年约为 1% ~ 2%,与发展中国家的 4% ~ 5% 相比显得更加稳定。另外,大量的城市迁移以及能源需求现象正进一步集中在特大城市。由于缺乏能力和投资,发达国家的电网已经经历了巨大的国内和国际上的失败;甚至能源需求的“稳定”率也可能造成能源供应方面的不稳定。

发达国家和发展中国家对能源消耗的预测显示,短时期内发展中国家对主要能源的需求将会超过发达国家。这迟早会导致发达国家的供应紊乱,因为他们使用的很多发展中国家的能源将退出出口市场,来满足当地需求。

生物燃料(不同于沼气、生物量等)已在很多国家得到发展,通常被用作燃料添加剂,以提高能源安全,减少温室气体排放,刺激农村发展。然而,经济,社会以及环境问题限

制了其扩展范围,人们认为当前的生物燃料技术可以满足这些目标即可;还有一些需要担心的方面,如生物燃料是否真能减少温室气体,以及生物燃料对土地利用、生物多样性和食品价格的影响。在最高效的农业生产市场以及高油价、低原料价格的有利条件下,第一代生物燃料如乙醇和生物柴油,和化石燃料相比,在经济上极具优势。干旱土地存在潜在的新风险,其中的一个风险便是使用了不可持续的耕作方法种植生物燃料作物,进而导致水土流失和荒漠化的加速。半干旱和半湿润的土地不适合食品生产,在这样的土地上使用可持续的耕作方法种植生物燃料作物将无法和食品生产竞争,但能够帮助那些土地的恢复。第二代生物燃料转向以纤维素为基础,使用了木材和饲料作物,能更大程度上削减净排放量而且占用更少的土地,但仍需要技术上的突破。第二代生物燃料在经济、环境和社会方面都是可持续的,其潜力需要深入研究,包括现代农业工程工具。

挑战

不久的将来,世界面临的主要挑战集中在不断增长的能源需求上,特别是在发展中国家和地区,此外还有气候变化对温室气体排放的制约,需要大幅度减少温室气体排放。假设未来几十年内化石燃料在能源构成中占据主要地位,先进而清洁的化石燃料技术的发展与应用应该会有所增长。使用化石燃料以及其他能源资源的混合技术或许在很大规模上会变得更能够负担得起且更具可行性。

在改善家庭交通以及工业能源效率方面也有很大的空间。提高能源效率和经济性是减少温室气体排放的根本,而且对于金融经济来说,随着世界各地的能源成本的不断上升,能源的效率和经济性变得日益重要。然而,很多节能技术需要使用更加复杂和罕见的系统及材料,而且偿还时间较长;在对于一般人口具有可行性之前还需要有一些重要的考虑。

目前,可再生及可持续来源的能源成本要比非可再生和非可持续来源的能源成本高(尽管这一观点还具有争议)。可再生能源(如太阳能光伏、风能和水电)没有规模经济的收益,但在能源需求增长缓慢的区域或是远离高消耗的地区,可再生能源却是理想的可供使用的能源。

目前,需要工程计划来降低可再生能源发电的成本,同时寻找适合可再生能源的存



© GFDL - Wikimedia - Lycaon
海上风力涡轮机在世界
许多地区有巨大的潜力

储(如氢燃料电池)及分配(如适用于小规模可再生能源的分布式电源)的可行性技术。

在交通运输部门,需在政策指导下开展推广清洁燃料和车辆的行动,以减少个人车辆使用的整体需求,特别是要鼓励公共交通。改变不可持续的运输能源消耗模式将需要政治方面较困难的文化调整。

迫切需要规划并实施相关措施,以减缓和适应不可避免的气候变化的影响,其中包括改善基础设施来抵御极端天气事件的影响以及新项目的“气候防护”。低碳能源技术的开发、部署和扩散,连同能源效率、可再生能源以及适于能源供应的更清洁和更先进的技术都需要工程师的聪明智慧。

工业发展需要安全、可持续的能源,这一点特别适用于发展中国家的经济。能源效率被认为是促进工业发展必不可少的要素。为了应对城市空气污染以及气候变化等严重的问题,必须使用更清洁的能源技术和可再生能源。确保工业竞争力需要建立所需的基础设施,包括能源供应、交通可用性、人才和环境监管制度。还需要在能力建设方面做出特别的努力,为工程专业人员提供多样化的可持续能源发电技术的最新知识。

工程和公民社会

社会和决策制定者必须要认识到,对于任何技术和工程问题来说,能源选择的可行性与技术可用性的分析都是必要的。

我们并没有统一的解决方法来应对全球可持续的能源问题。认清与不同国家发展情况相关的技术事实才能获得现实且可持续的能源解决方案。

可持续发展的能源选项不能依据教义或意识形态来选择。科学合理和彻底的工程解决方案是应对能源可持续性的唯一方法。

工程领域正不断地产生着新知识并且适应着新挑战。工程领域每天都为这些挑战做出预测、规划和筹备。然而,通常还需要公民社会、工业界,特别是各级政府更好的参与,以应对人类面临的能源挑战。

6.2.4 交通运输

Tony Ridley

交通运输是人员和货物从多个始发地通过任意方式到达多个目的地的活动。它包括步行和骑车、船运、管道和航空以及轮式运输。但是要应对交通运输的难题,仅考虑交通技术是不够的。

人们都希望能够接触不同的人、活动以及必要的资源,从而使生活更加充实;都希望接触方式经济实惠、安全可靠而且舒适方便。另外,人们都不想受到其他交通工具带来的不利影响。运输系统可以有所改善,向更多的人提供更大的享受以及更高的生活质量,同时环境影响降低,死伤人数骤减。

Hardy Cross 是 20 世纪美国伟大的土木工程教授以及工程哲学家。Cross 教授将工

程看做是三部曲中的一部分,即纯科学、应用科学和工程(Cross,1952)。^①而该三部曲只是工程适用的三个三部曲中的一部分。第一个三部曲是纯科学、应用科学和工程,第二个三部曲是经济理论、金融和工程,第三个则是社会关系、行业关系和工程。很多工程难题与社会问题紧密联系,正如它们与纯科学紧密联系一样。学术分类的限制已是众人皆知;日常的世界不是一个学术部门或是所谓的学习领域。我们需要考虑所有的人以及他们生存和工作的整个社会。

从事工程行业的人们很有可能发现他们自己几乎和每一时期的人类活动紧密相连。工程师不仅要单纯的机械结构概况及其轮廓做出重要决定,同时还要面临人类对环境反作用的问题,不断陷入人类法学、经济学和社会学的问题中。这其中包含着交通运输的挑战和复杂性。同时,人员和货物流动频率越来越高,流动目的地越来越远,而且流动速度变得越来越快。实际上,人们对于“积碳英里数”的关注不断增加,它是来自世界各地的产品消耗而产生的。例如,1924年,我的父亲第一次乘坐煤船航行在泰晤士河上,从英格兰东北部驶至伦敦。我在14岁的时候,第一次和父母乘车来到伦敦。而当我们居住在香港时,我最小的儿子迈克尔已在他12岁那年乘飞机环游世界了两次。

因此交通运输是极其复杂的。任何时候交通运输网在价格的强烈影响下都会存在一个供需平衡。一系列的決定因素影响着需求:人口、就业、土地利用模式、财富等。随着对能力的需求不断上升,运动的流动性减缓,而且更重要的是,可靠性迅速恶化。

“交通网”是最重要的。理论学家进行复杂的数学计算来描述单一交通干线的流动性。当行驶中的车辆没有相同的行为特征而且交通干线的承载能力不是一个绝对的数字时,这种计算就会进一步复杂化。这一现象当然适用于公路,同时还对铁路和航空运输同样适用。在效率和用户满意方面,处于交通网中任何一点的满意需求都足以避免网络拥塞,确保可靠的运行,在这之间寻找平衡存在着很大的优势。即使交通流动性可以被假定为均匀,网络理论作为应用数学的一个分支,仍显示出了巨大的复杂性。当人员和货物的需求特点也被考虑进去时,加之某种弹性能力措施和复杂的价格机制,就可以想象都涉及了什么。

政府应该制定和实施交通策略,尤其是在私营公司、企业、民间筹款和公共当局可以提供交通运输服务的范围内进行指导,给出发展框架。交通策略也必须被整个大众所熟知,不管是驾驶员、行人或乘客、年幼或年长;不管是交通运输的工作人员还是开发商、承包商、金融家、交通工程师或是零售商。关键是保证每个人都能认识到妥协的必要性。流动过程中忽略环保与环保过程中忽略交通对生活质量的影響一样不能令人满意。

电子和信息技术可以改变我们使用的交通系统,以挽救生命和金钱,并且能够保护环境。可以控制车辆行驶速度来确保道路其他使用者的安全。这些控制将会对行人的

^① Cross, Hardy. 1952. *Engineers and Ivory Towers*. New York: Ayer.

安全起到很大的作用。有很多区分穷富人的说法都很有理,但是从世界范围内来说,最大的区别之一就是两者分别处于汽车内外。交通工程师需要努力制定公路安全标准,而公共交通和航空运输标准都已实现。这样一来,步行和骑车两种交通方式将会得到发展。此外,制造商投入大量的资金进行汽车生产,制造出的汽车燃料消耗大大改善,排放量也降低了,这对城市地区来说特别重要,因为近期关于发展中国家的一些难题已经受到了重视,尤其是中国的城市地区。

交通技术中现存和潜在的革新

技术可以在很大程度上增强公路的承载能力。在主要道路上,自动控制可以操纵车辆驾驶系统,以控制车速和方向。通过这些方法,我们可以大大增强公路系统的承载能力。而通过道路使用者定价的方式管理道路交通需求也变得越来越有可能,例如新加坡和伦敦已经使用了这一方法。

而今,技术可以用来告知巴士乘客的等待时间,提供电话预约系统。导航系统在货物配送系统中变得越来越常见,用于监测车辆位置,预测送货时间,并对路线选择做出指导。技术的发展使其越来越有可能引进非现金的公共交通票务系统。



© Wikimedia – Alex xleedham 上海机场磁悬浮列车是世界上最快的商业列车

交通运输最重要的技术贡献之一就是降低组件成本。因此,成本不应成为基础设施建筑过程中的限制。

材料科学发展迅速。新的材料使更轻、更强、更安全的结构变得可能。在交通方面,轻量级减少了能源消耗,进而减轻了污染物的排放。高温环境工作的材料同样得到了发展,允许电力系统转换更多的可用能源。但是材料在使用时也必须实用。仅仅发明出来是不够的。有很多技术失败的例证,认为性能提升比维护和可靠性等问题更重要。然而,还有一系列的技术发展支持着各种交通运输,不管是公路、铁路、航空还是其他形式:将光学纤维加入桥梁或其他结构的自我监测材料;自我修复材料、用来研究海豚和鲨鱼

是如何消除旋涡并且实现低阻层流的智能材料、生物可降解材料、纳米纤维、高强度的金属合金、超导材料以及可能对残疾人提供重大方便的生物工程材料。

正如前面所提到的那样,制造商投入大量的资金进行汽车生产,制造出的汽车燃料消耗大大改善,排放量也降低了。

铁路行业正努力通过减少污染保持其环境友好的声誉,而且通过使用再生制动的方式,普通制动体系下车辆运动所消耗的能量可以得到回收,进而可以节约能量。

在交通运输方面,必须理解以下问题:

- ◇ 交通运输实际上更关注于人员和货物的移动,而不是车辆;
- ◇ 如今,交通运输是一项重要的环境问题;
- ◇ 交通运输政策应该建立在社会和经济政策声明的基础上;
- ◇ 政府必须发展或是确保其他部门制订发展战略或企业计划;
- ◇ 拥挤且不和谐的交通系统正成为一种紧急状态;
- ◇ 通常来说,交通太廉价;
- ◇ 普遍的交通需求正在持续快速的生长,超过了其承载能力;
- ◇ 关于土地使用的任何重大决策都应该考虑到交通运输的影响,反之亦然;
- ◇ 城市地区提供了一个国家的大部分财富以及 GDP 增长的大部分来源;
- ◇ 良好的交通是城市发展和复兴的必要条件,但还不够;
- ◇ 充足的货运是城市地区安定生活的必要条件;
- ◇ 国家尤其是城市地区必须充分利用现有的交通基础设施;
- ◇ 这种合理的基础建设应该尽快落实到位;
- ◇ 管理效率和问责制需要小单位而不是大范围的交通服务;
- ◇ 交通运输不能单独被公共部门或是私有部门所包揽。

运输工程

运输工程具有多种特性:容量、成本、需求、规律性、可靠性、安全以及供应。其顾客也是从年龄、性别、财富、汽车保有量等方面各不相同,此外,还有各种类型的货物需要运输。工程师技能和培训中的很重要的一部分就是了解工程材料。运输工程师不得不面对或许是最困难的材料——人类。照惯例,运输会按方式的不同划分:巴士、铁路、公路、海运、空运。此外还会按照设施和设备不同划分,例如飞机、桥梁、汽车、信号、隧道以及火车。

运输不仅仅包括技术,但技术发展到底如何呢?大量的工程研究和发展关注提高运输水平,使其对环境的危害最小化,尤其是电子信息技术,材料和能源的使用。

大型船用柴油机和燃气轮机的能源效率超过了 30%。联合循环系统利用废气流中的余热给蒸汽轮机提供动力,从而实现进一步的改善。对于行驶快速的船只来说,重量成为了一种制约。减少船只阻力,提高螺旋桨的效率将会对能源消耗作出宝贵贡献。

航空燃气轮机可以达到 40% 的效率,通过使用陶瓷元件提高操作温度进而实现进



© CCBYSA – Wikimedia – Nikkul Tata Nano 使印度的汽车保有量达到百万级

一步的改善。使用带有大口径风扇的高涵道比提高推进效率还有可能改善油耗。理论上讲,消除表层紊流可以减少高达 40% 的飞机阻力。低硫燃料的使用以及燃烧室内催化剂的引入可以进一步减少燃气轮机排放的空气污染。

运输解决方案必须采取综合的办法解决未来的运输难题。单一解决方案的讨论不会对解决运输问题起到任何作用,就其本质而言,这些运输难题具有系统性,必须综合应对。例如,在许多国家有太多关于公路与铁路,或是关于需求限制与能力增长的辩论。新加坡可能在正确做法方面树立了良好的榜样:城市铁路、现代化的巴士、需求管理、有效的运输交汇处、公路建设(包括城市隧道道路)以及和运输规划有伙伴关系的土地使用规划。运输发展需要先进的科学以及政治家和实业家的充分参与。但是,最终还是由工程师推动这一发展。

6.2.5 通信

钟义信

通信工程指的是能更方便且在全球范围内实施那些支持信息共享以及信息交换的技术。信息工程关注一些支持数据和通信服务的系统,涵盖信息收集、处理、存储和利用等。

通信和信息工程的整合导致了新一代的基础设施的产生以及“信息社会”的出现。这些基础设施可以被看作是庞大而且先进的平台,用于执行智力活动所需的多种功能,如图 6-12 所示。

从图中我们可以认识到,通信和信息工程存在着很大的潜能,可以提供和人类一样聪明的技术。然而,目前,通信和信息工程的全部价值尚未被认清,在这个令人振奋的工程领域里还有着重大的开发潜能。

目前,通信和信息工程为我们提供的性能几乎涵盖了任何与社会和经济发展相关的

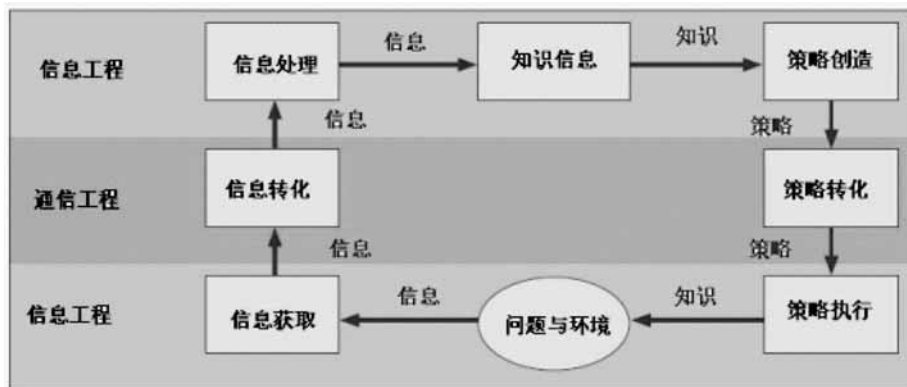


图 6-12 通信和信息工程的整合

领域,如天气预报、电子商务、电子政务、医疗卫生、环境监测和保护、灾害预警、质量控制、教育和学习、研究活动、体育锻炼、文化以及社会发展等。在传统的通信方式不可用的情况下,新的通信和信息技术将会起到特别重要的作用。一个典型的例子就是对紧急情况回应,在这种情况下通信和信息工程提供的性能减少了生命损失;在中国南部和东部地区,2008年初的特大雪灾出现时,大部分的运输形式如铁路、公路和航空不能使用,但是移动通信却仍然有效。

目前,通信和信息工程正面临着三大挑战,涉及技术、经济和道德问题:

第一,技术本身来讲还不算成熟,它所提供的应用和服务远不能达到智能化。世界各地正在进行科学研究来应对这一挑战,尤其是在人工智能和网络增强领域。

第二,任何技术都可以被看做是双刃剑。技术在向社会提供很多优良性能的同时,还引发了一些严重的问题,这是由于在使用过程中没有对技术进行区别对待造成的。互联网就是一个典型的例子,它不仅提供了快速的信息共享、交换和表达的便捷平台,还为犯罪活动和有害行为提供了方便的平台。为了成功应对这一挑战,互联网技术不仅要在实际上更安全,而且当考虑到平台周围更广泛的道德问题(例如,互联网治理论坛工作)时还必须作出努力。

第三,或许说最严重的挑战,是从经济和道德层面来讲的。通信和信息工程提供的有效能力使很多国家变成了“知识社会”,巩固了高层次的经济活动以及高标准的生活。然而,世界的其他地区仍是农业或工业社会,发展程度甚至不能赶上现有的技术水平。这种差异被称为“数字鸿沟”或者“信息鸿沟”以及“知识鸿沟”。为了应对这一挑战不能仅仅转换技术,甚至要转换这一技术所需的技能,经济和文化辅助也是必不可少的。

6.2.6 资产可靠性和维护管理

Yousef Ibrahim^①

维护和资产管理是个多学科的领域,关注技术和管理活动,旨在确保设备或基础设施保持良好的运行状态。多数大型公司和组织热衷于通过对维护管理的投资来提高性能,部分原因是可以在有限的成本范围内获得最大收益。资产管理和维护被视为创收和生产活动,而不是要承担的费用。还应该将维护看成提高生命周期性能以及设备和设施生产率的重要因素。特别需要强化的资产管理和维护措施以及文化来帮助那些最不发达国家解决设备和设施长期停用以及年久失修的问题。

传统意义上讲,就维护成本而言,维护可以被视为运营成本或是前期成本,而不是生产损失以及信誉损失的成本。维护行为有效性措施以及性能的提升对有关维护的宣传都十分有用。这就是生命周期成本和生命周期利润分析的目的。维修工艺学——来源于希腊词汇“维修的科学”,表示看管或照看——将规格、设计、生产、安装、操作以及设备维护和生命周期分析与金融和经济因素联系在一起,以便更有效地进行维护管理。

这里的重点是加强资产、可靠性以及维护管理,创造维护的文化。就经济和技术而言,维护管理的重要性将在维护工程介绍中阐明,并对“维修工艺学”领域做了历史性回顾——该学科在生命周期成本的背景下追求有形资产,而这种生命周期成本将工程、管理、经济和金融等方面联系在了一起。还应参考维护政策、计划以及行动策略,参考维修工艺学与管理,设计和会计的关系,还要参考提供维护时的成本,这是与停机时没有提供维护的成本相比较而言的。同时还讨论了可靠性分析技术的使用,全员生产维护技术和维护性能指标及其对维护实践的影响。结语讨论了在维护性能方面的基准以及最好的实践。

维护管理

自工业革命以来,维护已经经历了四个主要的演变阶段:

◇ 第一个时期:20世纪40年代以及第二次世界大战时期,那时设备较少而且不太复杂,通常设计比较保守,很容易被极少数的合格员工修复,那时停工并没有那么重要,也不太需要系统的维护以及那种“如果没破就不要修复”的方式。

◇ 第二个时期:在“第二次世界大战”期间及“第二次世界大战”以后的时期,机械化程度以及机器和设备的复杂性与成本都有所提高,设计不再保守,需要更多有素且系统的维护。停工变得更加重要,维护的成本有所增长,对预防性维护、维护计划以及控制系统更加关注以便使资产性能和寿命达到最大化。

◇ 第三个时期:始于20世纪70年代,对资产管理复杂性的认识以及对生命周期成

^① This material is abridged from the UNESCO Toolkit on Management of Maintenance by Yousef Ibrahim, Monash University, Melbourne, Australia, UNESCO, 2006, with additional input by Tony Marjoram.

本和维修工艺学的关注不断增长,包括规格,设计以及设备和设施的可靠性。

◇ 第四个时期:20世纪80年代中期,由于对设备和基础设施的质量、可靠性、寿命、有效性和安全性的期望不断增加,加上较低的环境影响,维护文化发生了改变,这也是对日益复杂的资产和资产管理的一种回应。尤其在日本(例如丰田生产系统),新技术如全员生产维护以及以可靠性为中心的维护技术在质量、成本和可靠性方面都得到了发展。

在维护管理的发展过程中,下列关注点和术语得到了快速发展(若人们读过关于设备和基础设施崩溃和灾难性故障的报告,其中一些为人们所熟知的):

- ◇ 可靠性和可维护性的定义
- ◇ 有关故障和失效模式的概念
- ◇ 原因性故障的分类
- ◇ 突发性故障的分类
- ◇ 程度性故障的分类
- ◇ 故障的产生
- ◇ 平均寿命
- ◇ 修复前平均时间
- ◇ 平均故障间隔时间

维护成本和生命周期理论

生命周期成本和维修工艺学概念支撑着现代维护管理,并在某一前提下展开,即每个产品或是每个项目从构思到完成都是相互关联的,不断变化的成本可以被实时分析,并被用作强有力的管理决策技术的一部分。除了维护和管理,生命周期成本以及维修工艺学的概念同样支持与设计、生产、组织绩效和盈利相关的管理决定。

就维护经济而言,提供维护服务的成本包括劳动力,材料或备件以及间接费用的直接成本。对于那些没有提供维护服务的间接成本,包括未使用劳动力的停工成本,贬值以及其他固定经营成本,生产损失,合同以及声誉,这些都可能会很高。公司和组织在维护管理方面面临的制约是与预算拨款和规划相关的。主要的运营成本和操作预算密切相关,但是设备和基础设施的获取和维护却通常和资金预算联系在一起。很多情况下,维护预算的优先等级比较低,尤其是在经济不景气的时候,尽管在长时期内这可能是个虚假经济。从某种程度上来说,通过使用更好的维护成本报告以及使用可以补偿年度波动的维护成本信息的“Z图标”,可能会将其抵消。

在对发展中国家一个典型的制糖加工厂(包含4个分厂)的个案研究中,据估计约有25%的成本用于与维护相关的活动,主要是劳动力成本。公司没有对糖价进行控制,因此其生存能力主要取决于运营效率以及成本控制,并随着维护成本而降低。维护活动主要依靠厂内每个员工的技术以及创造性,由于忽视了这一点,4个厂内的维护活动都受到了重创,让人回想起电影界中对老化机器以及技术的描述“油抹布的味道”。在这种情况下,缺乏管理兴趣反映在缺乏任何系统的方法以及维护记录上。4个厂的资产价值达

600 万美元,直接的维护成本每年约 1000 万美元。间接成本不仅使生产成本增加,还因为浪费使总产量减少,导致了制糖厂、蔗农、工业收入的损失,出口收入与信誉也受到了影响。有计划而系统的维护方法将以更少的成本大大减少这些损失和费用。

对维持坦桑尼亚可持续发展的文化进行了一次有趣的研究,据报道在坦桑尼亚及类似经济地区,生产和基础设施的有效维护植根于目前正在讨论的基础设施价值的广泛社会增值上。^①一些经济地区需要灌输、培育、升级、提高并且保持一系列社会和文化态度,信念及权利,它们同时具有公共和私有设备和基础设施的价值,意义和重要性,且应得到保护,在该地区中人们同样确定了发展过程中面临的巨大挑战。这被视为高效维护的关键,进而又为长期竞争和可持续发展提供了必要的条件。

可维护性与可靠性

当维护与需要使设备和基础设施保持有效运行状态的行为联系在一起时,设备和基础设施的可维护性便由其可维护能力来决定。设备和基础设施的可维护性主要是设计因素,但是还涉及维护性、可操作性和性能以及人为因素。可维护性的设计因素包括设计标准和物质。维护性因素包括所需设备维护的易用性和规律性。而人为因素包括所需技能、培训和经验。可维护性与停工时间成本和劳动力成本有关。它需要在设计、人力和系统的条件及要求的背景下进行规划。在国际发展过程中,工程面临的重要问题和挑战涉及设备和基础设施在不同气候、现有技能和维护资源的条件下的可维护性,进而涉及技术的适宜性、选择性以及技术转换模式。

可靠性涉及在规定的条件和时段下,设备和基础设施成功执行所需性能的能力和几率。设备的可靠性与质量相关,而且它是维护管理需要考虑的一个重要因素,通常优质的项目更可靠,所需的维护更少。接下来的问题则是成本和所需可靠性的平衡。除了质量以外,影响可靠性的因素还包括生产方式、操作和维护技术。可靠性可以被观察、评估、推断或是预测,它是数学分析的主题。以可靠性为中心的维护(RCM)于 20 世纪 60 年代被引入到可靠性至关重要的航空工业中来,现在已经成为了很多其他工业的标准做法。RCM 侧重于系统性能、性能故障以及故障的结果,从这些信息中确定适当的维护任务和步骤。

在可靠性分析中使用了几种技术,最常用的是故障模式、影响及危害性分析(FMECA)和故障树分析(FTA)。FMECA 是最广泛使用的技术,它是基于硬件和性能故障分析,定量与非定量的,并按照影响的严重程度对故障模式进行分类。FTA 是更基本的故障排除形式,用来确定并定位系统和设备中的故障。FTA 往往以框图的形式表现出来,让读者了解汽车以及消费者设备手册。可靠性有时也在常见的故障模式、物质与非物质故障方面表现出来。

^① Bavu, I. K., Sheya, M. S., Mlawa, H. M. and Kawambwa, S. J. 1997. Culture of Maintenance For Sustainable Development in Tanzania, Institute of Technology Management, Dares Salaam, Tanzania.



© SAICE 开普敦郊外正在建设的胡格诺隧道

提高维护管理

在经济、社会和文化条件、气候、现有技术以及维护资源方面,维护管理者和工程师的作用和活动在不同公司、组织以及国家内是有所不同的,就维护计划、组织、服务以及标准而言,应该对维护管理和工程作出何种预期呢? 全员生产维护(TPM)是一种提高并优化维护性能和效率的经营理念及方法。主要目标是消除故障,消除由设置和调整、怠速和轻微停顿、启动和关闭、减弱的速度和能力造成的质量缺陷和损失。TPM的总体目标是提高设备和基础设施的效率和效益,提高性能、产量以及可靠性,降低成本,并且增强团队精神和工作满意度。



© SAICE 迫切需要维修的混凝土桥梁

维护管理最重要的因素包括维护调度和规划以及关键性能指标的发展,用来监测、评估并促进更有效的维护。关键性能指标需要有明确的战略目标,与核心商业或

组织目标紧密关联,旨在促进成功并促成解决潜在问题的方案。正如维护那样,关键性能指标需要成为商业或组织文化的一部分。规划指标对监测维护规划有效性是有帮助的,而且与其他指标如资产、销售和劳动力成本的价值相比,或是与用小时计算花费在维护上的时间相比,“维护率”都是展示维护成本的一种有效方式。持续改进的战略应该成为维护管理的基石,而监测、评估以及基准则是此次活动中的关键要素。基准采用外部参考作为比较,以改善内部实践。关键性能指标是这一过程中极其重要的部分。重要的基准要素包括工作人员的沟通和理解、基准的作用和重要性、维护性能和生产的联系、对基准测试过程和结果及后续行动有效性的参与。显然基准应该存在于相似的设备,行业或是基础设施之间,并对差异做出一定补贴。基准测试步骤包括确定基准的对象、发展基准计划、选择要收集的数据、选择要对比的外部参考、收集数据、比较有利于改进的过程和建议,执行建议并重新校对基准。

在制定和实施改进、监测并评估结果的过程中,和其他类似活动和组织相比,基准对个人活动或组织,理解它们是如何工作的都很有帮助。效率及节约对基准和维护来说是很重要的激励因素,有利于在工作人员和管理之间植下组织和文化变化的种子。

6.2.7 发展中国家的基础设施发展

Arvind K. Poothia

那些支撑着发展中国家大量人口的基础设施的发展远远落后于城市化进程的速度。有必要把重点放在综合基础设施发展上来,这需要一种以能力为基础的方法来进行规划。需要创建现代基础设施系统,以满足发展中国家非正式城市地区的能源、供水、废物管理、卫生、排水、交通和居住地等问题,同时还要吸取发达国家的教训,从而形成一种持续且可负担得起的方式。

改造土地以满足住房需求应该建立在预期的增长模式与环境制约的基础上,并由可能的投资与技术选择来支撑。这就要求可持续发展技术的应用,通常,在管理规定中变化;基础设施建设,经济发展以及环境是相互依存的,因此,基础设施建设政策的制定需要考虑所有这些因素。此外,改善发展中国家的基础设施需要一种新的科学方法和技术经济体制方案,使之可以在资源贫瘠的国家实施。

在努力确保发展中国家适当的基础设施的发展过程中,可以考虑下列广泛的领域:

◇ **规划和决策:**综合基础设施发展的政策必须由政府来制定。需要理解环境对生态和供水的长期影响。而且还需要一个多层次计划来应对城市增长的不良影响(例如地区不平衡以及非正式居住地区的增长等)。城市的地方机构需进一步加强,有能力来刺激新的增长中心,提供足够的就业机会,并且为城市化进程做出规划。此外还需要强有力的体制机制以及完善的战略资源调动和投资。

◇ **提供农村地区的就业和服务机会:**需要在农村地区创造就业机会以消除贫苦。必须对农村地区的农业以及非农业活动进行投资,这样才能有利于解决城市和农村地区的

不平等问题。而提供的服务应优先考虑供水和卫生、公共交通、医疗中心、电信设施、优化的治理结构、学校、职业培训中心以及经济推动者如合作社、本地分布式能源发电等。

◇ **城市地区的交通**:交通是贸易的关键要求。适当的交通计划可以为整个社会提供一种高效且可负担得起的交通系统,而且可以使污染最小化并能节约能源。在很多特大城市,连同其他通往农村地区的支线运输服务,都需要开发一种综合的多式联运系统。

◇ **技术干预和知识网络**:世界正经历着快速的技术革新,而国家间需要知识的传播。对基础设施进行的国际联合观察机制将确保知识的传播,确保全世界都具有从工程中吸取教训的能力,还将提升投资基础设施的意识,从而实现相互依存的全球经济。

◇ **金融设施的发展**:为了吸引基础设施部门的国外直接投资,必须发展一种机制帮助树立对政府协议持久的信心,尤其是自国际机构领导的很多重大基础设施工程失败以后。需要创建国家资本库来支持当地机构的培训和教育、技术和财务管理,并能够解决土地使用权的棘手问题。

世界工程组织委员会工程和环境联合会(WFEO-CEE)通过对可持续的工程做法的发展、应用和理解,通过基础设施对气候变化影响的适应,还通过减轻自然灾害的风险,使全球的工程专业可以实现联合国千年发展目标。

6.2.8 基础设施报告卡

Kevin Wall 和 Sam Amod

1988年,美国改善公共工程国民议会制作的基础设施报告卡是最早的基础设施报告卡之一。10年后,美国土木工程师学会(ASCE)掌权后制作了第一份美国基础设施报告卡。自那以后,他们在2001年和2003年对报告卡进行了更新,最近一次更新是在2005年。报告卡上的信息渐渐变得更详细了,范围变得更宽了,现在报告卡都是由州来制作的,在某些情况下,是由郡来制作。

根据2005年的报告卡,ASCE于2006年制订了一项行动计划,呼吁国会支持如下行动:成立基础设施全国委员会,增加特定改造项目资金,特别是要促进那些立法者们可能正在考虑的某些法令。ASCE的倡议有充足的资金,也是游说过程不可缺少的一部分。游说是美国公众参与文化的一个非常重要的部分,正如下面节选的这段话所证明的:

拥挤的公路、四溢的下水道和腐蚀的桥梁等都不断地提醒着我们一场危机即将到来,这场危机将危及国家的繁荣兴旺和我们的基本生活条件。自2001年第一次有了新评分后,我们国家的基础设施就几乎没有再度改善,自从2001年获得一个整体D₊之后,某些领域下滑到不及格。美国土木工程师学会2005年美国基础设施报告单中对同2001年12项相同的基础设施种类进行了评估,并增加了三项新的种类。

自2000年始,英国每年都会公布国家状况报告。英国土木工程师学会(ICE)也逐步将其报告扩展到区域层面,并通过将趋势和持续性融合起来使其评分等级变得更加复杂。在2006年发布的报告中,ICE主席Gordon Masterton表示:

“我们需要开始就报告中陈述的问题做出回答。我们如何协调好资源不断减少与对水资源需求不断增加这一矛盾？我们的电力将来从哪里产生？我们如何阻止将垃圾堆积到填埋点？我们如何解决道路和铁路拥挤问题？”

要实现这次转变就需要对立法做出改变,简化土地规划程序,并联合有远见、明白基础设施长期改善的必要性和经济效益的政府。同时也需要公众意识到改善程序会扰乱他们的日常生活,也会给他们、他们的孩子以及即将到来的一代带来回报。”

澳大利亚工程师协会于1999年按三个种类即公路、铁路和水运制作了国家基础设施报告卡,2003年和2005年又将该报告卡增加到七个类别。随后,他们制作了州和地方报告卡。

在这些情况下,报告卡的意图是让工程专业人员以“专家证人”的方式就基础设施状况提出公开观点。媒体一贯认为公布的这些报告卡都是危言耸听的,公共部门的大多数人的反应经常变化,从批判再到否定。

南非

Kevin Wall 和 Sam Amod

简介

2006年末,南非土木工程学会(SAICE)公布了有史以来第一份关于南非工程基础设施状况的报告卡。这份报告卡中强调“国家‘生命保障系统’的规划、建设、运行及维护均由专业人士负责”。报告中将基础设施,包括水、卫生设施、固体垃圾、道路、机场、港口、铁路、电、医院以及诊所,从整体上分为A+到E-级。总的来说,南非基础设施被评为D₊级。

报告旨在通过强调基础设施目前的状况来告知公众基础设施在人们日常社交及经济往来中的重要性。而且,许多决策者不懂技术。该报告卡会让决策者获得更多的信息,作出更完善的决策,尤其是在维护管理及新经费计划方面。

首版南非基础设施报告卡的公布,从任何方面来说都是非常成功的,并且已经超出了各方面的期望。实际上,媒体就此报告卡作出了报道,这超出了SAICE的最高期望。另外,南非土木工程学会还受到政府部门及其他部门的邀请,共同解决报告卡中提到的问题。此次SAICE接受的媒体报道是其多年来所接受的最重大的一次报道,所有的报道都是绝对正面的。学会作为具有权威性学术团体的可信度得到了提高,实际上,学会的职责就是就广泛地评估基础设施工程。

基础设施是一项公共财产。维护得当的基础设施为人们的生活条件和经济发展打下基础。基础设施的维护和运行关系到每一个南非人的利益,且所有南非人都要承担基础设施建设和持续维护花费。若维护不当,南非社会和经济的发展将会受到阻碍,并且人的发展会由此减缓。该报告卡及其后的报告卡都是作为工具来帮助决策者在基

基础设施的发展和维护上作出更明智的决策。公布这份报告卡的目的是引起政府及公众对基础设施维护的重要性、基础设施维修状况的潜在因素比如技术和资金等的充分关注。

这份报告有意避开评论旧的基础设施,南非基础设施分布不均衡就是由此引起的。自1994年民主制建立开始,政府已经迈出巨大的步伐来纠正这种不均衡,制订并贯彻实施了一项项雄心勃勃的计划。饮用水、公共卫生、能源和交通运输工具已经受到了人们的关注,政府按照指令将继续加快向贫困地区基础设施的投资。

报告也没有强调各政府机构在将来改善基础设施的目标。几十年的衰退之后,似乎计划未来几十年发展基础设施建设及供应,因为基础设施建设形成了经济发展最快的部门。基础设施建设也产生了比其他任何经济部门都多的就业机会。重要的是我们不继续建设却允许衰退。与此相反,现存及新增的基础设施资产要求充足的预算和维护管理规划。

报告中提出的许多问题的回答既不简单也不容易。我们需要所有的市民更好地了解时必须对我们的基础设施酌情采取慎重的决定,并改变我们的行为。

土木工程专业人员及其他工程专业人员作为基础设施各个方面的创造者和监护者的角色已经被放到了中心位置。其影响就是提高了公众、家长、学者、教师以及政府对危机紧迫性的认识,例如从工程从业者教育的重要性方面看。

然而南非公共部门基础设施的状况在一段时期里却没有受到关注,如今大家都认识到SAICE首度提供了全国规模的可靠的基准,基于此基准,未来的进步(或者倒退)都可以得到衡量。学会已经就维护和拓展首个创新达成了共识,但在创新的同时不应牺牲基准测试过程的独立性。新基础设施报告卡将要求更严格的流程,咨询会更多,流程尤其是评级定义会更精细。

缺点

两个关键主题贯穿各个等级:

- ◇工程技术的极度短缺,规划、采购、设计、建设以及基础设施的维护都受到影响;
- ◇维护现存资产基础及每天投入生产的新资产基础缺乏足够的资金。

基础设施资产维护不当会产生严重的后果,人们的生活质量甚至是性命都会受到影响,因为水运隐患的出现会降低公路和铁路的安全性,造成商业活动不便,降低商业活动的效率。过去人们通常认为维护基础设施的资金分配很充足,占年资金成本的4%。但是这样的资金分配如今却是罕见的,而且完全不够,尤其是期望用这笔资金偿还维护债务时,基础设施的改善、修理或者翻新通常都会产生债务。公路维护晚一年可能会多花3~6倍的钱。

南非基础设施部门技术短缺严重。两个例子就能突出这些技术短缺的严重程度,充分说明改变这种状况的必要性。

- ◇SAICE最近的一次调查表明全部231个地方城市中1/3以上没有一个土木工程

师、技术专家或技术员。当地政府工程从业人员职位空缺超过 1000 个,这一数字现在并没有减少。



© UNESCO/D. Evans 南非晶体提取矿

虽然基础设施工程与经济发展之间的关系也许很清晰,但是其同社会保健之间的相同关系却不总是那么清晰。更洁净的饮用水、更完善的卫生设施、更舒适的住所、获得交通工具及使用电显然都提高了人们的生活质量。对上百万的南非人民来说生活质量可能就相当于生存能力。实际上,SAICE 的研究暗示,通常发展中国家的医生要比工程师多,然而在发达国家,工程师要比医生多。原因很明显:完善的基础设施防止了疾病的产生。令人担心的是南非的工程师只有医生的一半多。相比之下,澳大利亚、美国、西欧甚至中国和印度这些国家,工程师和医生的数量相当或工程师比医生多。而且,南非人口与南非工程师的比率是 3200:1,这比上述提到的一些国家少了 20 倍。此外,白人人口和白人工程师的比例接近 300:1——与美国和欧洲比率相当——然而非洲人口与非洲工程师的比率大约为 50000:1,这是非洲乃至世界最糟糕的情况。

报告卡的影响

结果出乎意料的成功。这是由可靠机构公布的第一份关于南非(或非洲)大范围的基础设施状况的综合报告,通过让技术人士、决策者以及非技术人士理解的方式宣传种种问题,引起了人们对基础设施状况以及重要性的关注。报告卡提出了需要注意的重大问题以及进一步监测的基准。然而南非公共部门基础设施的状况在一段时期里却没有受到关注,如今大家都认识到 SAICE 首度提供了全国规模的可靠的基准,基于此基准,未来的进步(或者倒退)都可以得到衡量。

通过大量的现场采访和推介、发行出版物、视听媒介报道以及组织客户和行业机构讨论的方式,让公众和决策者了解这一首要目标已经达到。对诸如财政部、公共企业部、国会交通投资委员会这样的政府部门也进行了报告。作者和单位收到了来自各级政府机构、半官方机构及业界科研院所难以数计的邀请,出席研讨会和报告会。SAICE 这次

受到的媒体报道即使不是有史以来最大的报道,也是这么多年来最大的一次报道,并且全部都是“一边倒”的正面报道。学会作为具有权威性学术团体的可信度得到了提高,实际上,学会的职责就是广泛地评估基础设施工程。在坚持和扩大首创方面,学会已经达成广泛共识,但在创新的同时不应该牺牲基准测试过程的独立性。

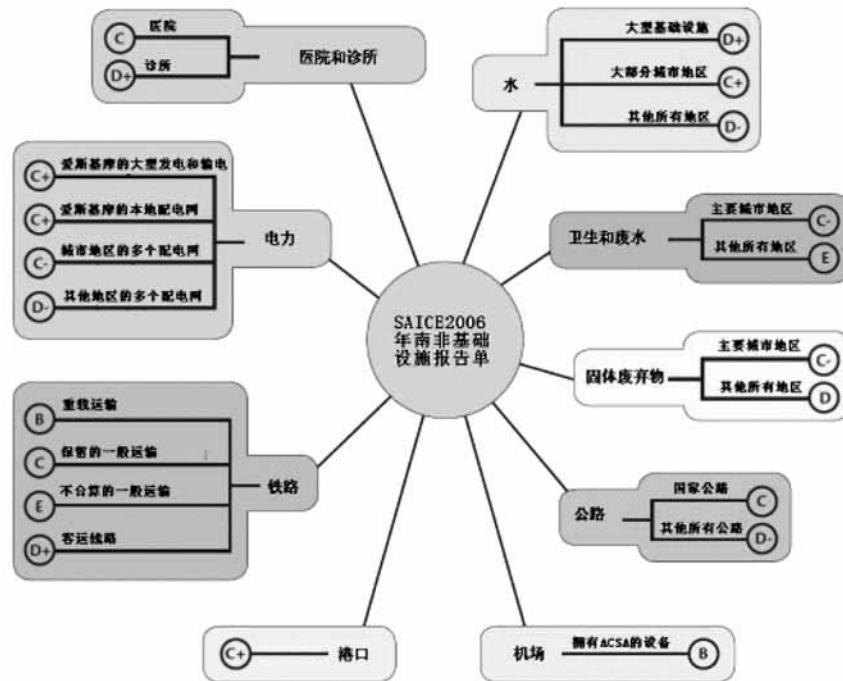


图 6-13 2006 年南非基础设施建设环境报告卡

The report itself is freely available on the SAICE website (<http://www.civils.ogr.za>)

土木工程专业人员及其他工程专业人员作为基础设施各个方面的创造者和监护者的角色已经被放到了重要位置。其影响就是提高了公众、家长、学者、教师以及政府对于危机紧迫性的认识,例如在工程从业者的教育方面。然而,在所有积极因素当中,我们还是需要对 2006 年的基础设施报告卡 (IRC2006) 及其过程的缺点进行批判性分析。这其中还包括我们对 IRC 未来在特定领域发展和进一步改进的热切期望。

未来的报告卡

对于 IRC 下一个版本中可能出现的完善和进一步改进,我们在下文作了大胆的概述。考虑到要回应 IRC2006 和人们已经形成的种种期望,将来的报告卡显然不能对 IRC2006 进行简单的更新。IRC 将规定更为严格的流程,会有更多的咨询、流程尤其是评级会更完善,这一点已经成为不争的事实。

我们正在考虑以下这些意见。它们不仅不互相排斥,反而是相辅相成的。

更新与改进:基础设施状况在一年的时间跨度里不会有太大变化。尽管如此,第一份报告卡并不是无可挑剔的,仍需微调。因此有种意见是提供一份期中报告,这份报告中包括趋势评分(自 IRC2006 以来评级的提高、下降或保持不变),也许还有一个可持续

评分(只经过常规保养的资产未来拥有良好表现的能力,亦即:一个整修/翻新指数);SAICE 还可以拓展这份 IRC 将教育、住宅、信息通信技术、公共工程项目(司法、警察等)部分或全部涵盖进去。

拓展南非基础设施报告卡:按省或地区提供详细的分析说明。编纂专注地方的基础设施报告单一直需要协助。另外,关注和评论集中在以下某一或几个方面:自治市或仅麦特洛区的铁路和港口设施。开展经济分析包括对当前地区进行更细化的分类,例如讨论待办事项和讨论是否做特定保养或投资的机会成本,以及不同选择给社会带来的益处等。

将此过程推广到所有南部非洲国家:最初是通过电脑研究创建一个样板模型,逐渐演变为该地区的一个内嵌的记分卡,该记分卡可以允许对每个国家的基础设施进行单独检查,或者就某个特定项目对该地区的聚合基础设施进行检查,如道路交通、港口、能源等还可以通过对自然或经济走廊进行检查。

很明显,这些都是很宏伟的目标,如果付诸实施,其中一些目标超出了 SAICE 获得的授权,这需要外部威信,特别是大量资金。应当注意的是所有这些做法都源自与后 IRC2006 利益相关人员的约定。

总结

南非 2006 年基础设施报告卡的影响一直以来都是非常正面的。然而南非的公共部门基础设施的状况在一段时期里却没有受到关注,如今大家都认识到 SAICE 首度提供了全国规模的可靠的基准,基于此基准,未来的进步(或者倒退)都可以得到衡量。

在坚持和扩大创新方面,学会已经达成广泛共识,但在创新的同时不应牺牲基准测试过程的独立性。

该项目未来必须也要考虑吸纳更多伙伴参与,如急救机构、法定机构等 SAICE 自身的伙伴、志愿者组织、非洲工程师论坛、世界工程师联盟、UNESCO 等。作为一个志愿者组织,SAICE 将继续通过合理的时间安排进行创新。从 SAICE 的志愿者中可以寻求意见和帮助,但是很明显这是不够的。SAICE 也会慎重考虑根据贡献来支付报酬。

美国

Alison Dickert

美国基础设施报告卡是公共教育的象征也是美国土木工程师学会的宣传手段。ASCE 及其成员致力于维护公众健康、安全及福利,同样也致力于改善国家公共基础设施。为了实现这一目标,报告卡用学术报告卡的形式描述了国家基础设施的状况和使用情况——依照物理条件和完善所需的财政投资来划分等级。登录网址 <http://www.asce.org/reportcard> 可以看到这份报告卡。

报告卡是一份简洁明晰的文件,摆出的问题常人都能理解。在媒体混杂与日俱增的世界里,像学校分级一样的通用标志将会被淡忘而留下一个长久、发人深省的印象。

自1998年以来,ASCE已公布了三份基础设施报告卡和大量的最新数据,描写了基础设施当前状况并提供潜在的改善方案。报告卡受到了媒体的普遍报道并被大量的学术研究引用。国家政府领导人也依靠报告卡获得清晰的信息,将其作为制定政策的依据。

1988年,报告卡第一次公布的时候,美国国家基础设获得了C级,代表一个平均成绩。《基础薄弱:公共工程报告》这份报告卡中证实的问题包括交通拥堵加剧、维护滞后和体制老化。报告卡的作者认为财政投资不足,不能满足当前基础设施运行成本及体系未来发展的需求,这些问题令人担心。

需要

1997年ASCE进行的公众意见调查显示,虽然普通大众对工程师怀有很高的崇敬感,但是对工程学与日常生活二者之间的关系却缺乏深刻的理解。而且他们也没有兴趣进一步了解工程学。然而调查确实表明公众对交通、纯净水、环境及其他依靠工程的生活条件问题表示出了强烈的兴趣,这同样说明工程师将成为以上这些问题最值得信赖的信息和教育来源。

为了回应公众对相关信息的迫切需求并将土木工程师定位为信息的可靠来源,ASCE决定在第一份报告卡公布十周年之际重新检查基础设施报告单。

ASCE发现自《基础薄弱》报告公布以来的十年里,基础设施的整体情况下降了,从C级降到了D级。此外,由于公立学校在饮用水、道路及水坝这样的关键领域上近乎不及格,所以国家公立学校基础设施没有获得及格分数。这个分数甚至连作者都表示吃惊,同时也引起了公众的普遍的关注。

2001年和2005年分别公布的报告卡都显示情况略有好转,基础设施整体等级从之前的D级升为D₊级。但是最能说明情况的是,1988年的报告卡关注的问题和随后的报告卡里发现的问题是同样的问题,即容量不足和维护滞后。

国家基础设施薄弱这一问题将会长期存在。正如对基础设施进行必要的改善是一项漫长、耗资巨大且劳动强度高的工作一样,说服政府领导和公众对基础设施进行必要的改善同样是一项富有挑战性的工作。ASCE计划在2009年3月公布新的基础设施报告卡。自1998年公布第一份报告卡以来,已经20年了,由于维护滞后、投资不足,基础设施薄弱并没有像预期的那样得到重大改善。

过程

为了制定基础设施报告卡,美国土木工程师学会成立了一个由全国顶级土木工程师组成的专门咨询小组。该小组分析了数百份研究、报告及其他资料,并对数千工程师进行调查以确定其所在的领域的情况。咨询小组确定了调查范围并制定了一套分级方法。

2005年的报告卡,根据基础设施的状况、容纳量及各自需要的资金进行评分,总体而言,遵循了传统的分级模式,例如,如果77%的道路状况良好或更好,那么道路等级就会

评为 C 级。然后咨询小组会审查基本等级,并会做出调整,通常调整为基本等级“+”或基本等级“-”,但有时会调整一个等级,来反映积极或者消极的趋势,否则会酿成巨大的失误。例如,桥梁和水坝的建设失误远远比固体废物排放问题带来的后果更直接、更致命。

效益

2005 年 ASCE 展开的公众观点研究显示,公众认识到了美国基础设施正面临的危机,理解了工程师和公民定义和采取解决方案的指责。这些发现是自 1997 年来公众观点的一次标志性转变。

报告卡准许土木工程师代表说出行业的一种呼声而不是单纯的商业利益。ASCE 的公正性、专注于实现战略目标和整体进步使其成为强有力的代言人。正因为得此美誉,ASCE 及其报告卡成为决策者备受推崇的顾问。

尽管在强调美国基础设施需要和推进土木工程学上取得了重大成就,但是仍有很多工作要做。报告卡成功地说服了大部分人有些事情需要做,但没有激发政治领导人作出真正的改变。随着 ASCE 开始更新 2009 年报告卡,它将特别关注让每个普通的公民都投入到这项事业中,为建立更完善的体制奋斗。

20 世纪,美国经历了前所未有的经济增长和繁荣,自此期间兴建了相应的公共基础设施。若一个国家想在全球经济中保持竞争力就必须像美国这样建立完善的基础设施。2009 年的报告卡必将是实现这一目标的催化剂。

澳大利亚

Leanne Hardwicke

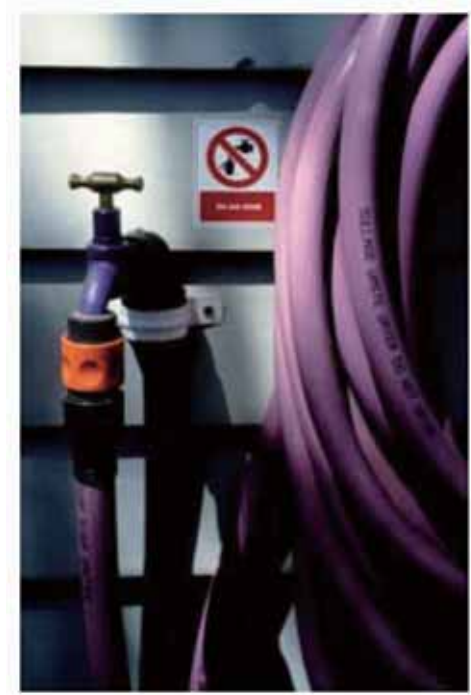
澳大利亚工程师学会(EA)承担着国家和地区层面的公众政策活动,着眼于帮助解答公众争论的直接与工程师行业相关的问题以及对工程行业产生影响的问题或是体现会员群体最大利益的问题。迄今为止,学会最成功的公众政策活动之一便是制作了一系列澳大利亚基础设施报告卡。

EA 制作报告卡的目的是提高人们对基础设施作用的认识,基础设施为公众生活质量打下了基础,基础设施落后会阻碍经济的增长和社会的发展。学会也想就满足社会需求的基础设施的质量和数量展开讨论,鼓励基于总资产管理原则、可持续发展和需求管理的最佳实践工作。

2000 年,EA 制作了一份有关澳大利亚基础设施的基本报告卡以突出问题领域。继此之后,学会于 2001 年制作了涵盖范围更广的澳大利亚基础设施报告卡,随后是一份详细的按州进行的评估。新南威尔士州和昆士兰州在 2003~2004 年公布了基础设施报告卡,其余的州会在 2005 年完成报告卡的制作。根据州和地区经济权衡这些结果,我们编纂了 2005 年澳大利亚基础设施报告卡,该报告卡提供了最新的战略概观,新的战略概观可用来评估澳大利亚特殊类别的基础设施的完善性,并可以决定维修和基本建设费用要优先考虑的事

项。该报告卡并没有涵盖所有的基础设施领域而是集中在一些重要部门:公路(国家、州和地方)、铁路、饮用水、废水、雨水、灌溉、电、气、港口和机场。评定等级从 A 级(非常好)到 F 级(贫乏)。根据州和地方报告卡的调查结果,澳大利亚基础设施报告卡也向政府提了一系列建议。其中最重要一项是基础设施的规划和供应可以让政府(包括全国政府、州、地方)、商业及社会三个领域建立真正的伙伴关系。

EA 建议成立“国家基础设施委员会”,以此为澳大利亚基础设施政策、规划和交付提供咨询。该委员会将基于 20 年滚动资产和财务计划决定对全国具有重要意义的基础设施的优先发展顺序,并决定哪些基础设施要得到最充分的资金资助,进行最好的建设、最好的维护,哪些由政府控制的企业来运作,哪些由私营企业来运作。作为一个专家机构,全国基础设施委员会预期会就基础设施的管理及税收立法的进一步改革提供咨询;完整的基础设施管理和其他资金来源。其成效的关键是计划加强公众和关键利益相关者之间的沟通,鼓励他们积极参与到基础设施建设的讨论中来。



© UNESCO/M. Borg
墨尔本的废水软管

这份报告卡非常成功地引起了人们对基础设施问题的注意。州和地区成绩报告卡都受到了重要媒体的关注,正如 2005 年的澳大利亚报告卡受到的媒体关注一样。公布这份报告卡之后,许多州政府和地区政府都制定了长期的基础设施规划,并成立了咨询机构或协调办公室。

从国家层面看,2007 年新政府任命了一名基础设施部长。2008 年,新政府组建了新的法定权力机构“澳大利亚基础设施”,该机构承担着对全国具有重要意义的基础设施项目进行规划的职责。该机构的职责密切地反映了 EA 的建议。

澳大利亚基础设施委员会是一个合法的咨询委员会,由 12 名来自工业、政府和地方政府的人员组成。澳大利亚基础设施委员会将:展开审计,从而确定在全国范围内具有重要意义的基础设施包括交通运输、水、通信和能源;发展基础设施优先带来引导亿万美元的公共和私有投资;并为政府、投资者和基础设施的拥有者就管理改革提供咨询,改革可以改善澳大利亚基础设施的利用。新政府也承诺用 200 亿澳元来建立一个“建设澳大利亚基金”,将来该基金将提供资金来建设重要的、全国范围内具有重要意义的基础设施。

澳大利亚基础设施面临的挑战

表 6-7 这份基础设施报告表为我们详细地介绍了澳大利亚基础设施的整体情况。



© Arup 悉尼歌剧院

表 6-7 基础设施报告表

基础设施	2011 年	2005 年	评价
公路	C - D	C - - C +	<ul style="list-style-type: none"> • 尽管东海岸正在进行公路改善工作,全国的公路也只是差强人意。各州的公路质量有很大的不同,交通量的增加也降低了当地公路的便利性。 • 澳大利亚货运交通和货运量有望增加,因为预计到 2020 年货运任务吨位数会翻一番。因此,必须采取行动重新检查货运线路,优化多方式换乘路线。 • 澳大利亚人口高度分散,这就意味着交通运输工业对经济的有效运转起着非常重要的作用。 • 改善各州不合格的公路段、桥梁建设比预期进展缓慢,当地政府制定的基础设施标准也很落后,主要是农村地区。
铁路	D -	C -	<ul style="list-style-type: none"> • 铁路得到了明显的改善,但是普遍仍然搁置着,没有进行及时的改进,新投资也有很多不确定因素。 • 大城市的铁路网络开始变得拥挤。需要有个统一的交通运输网络来连接各个地区活动中心,并鼓励乘公交车上下班的人选择铁路运输。 • 需要提高基础设施,保障州际间货运道路与铁路的转换,并且要拨出投资专款,让铁路通到港口。

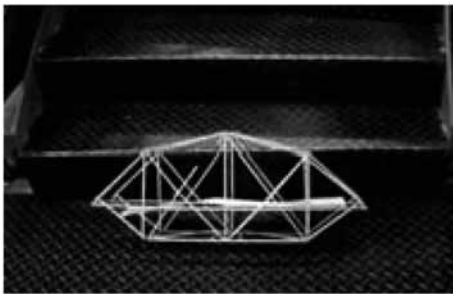
续表

基础设施	2011 年	2005 年	评价
港口	B	C +	<ul style="list-style-type: none"> • 港口主要关心的是地面和空中交通运输系统与城市交融的协同一致,这限制了港口的扩张能力。 • 一些港口需要加深航道,以便适应将来船只变大,但是要考环境因素。
机场	B	B	<ul style="list-style-type: none"> • 因为安全的缘故,机场受到了严格管制,这倾向说明机场设施状况完好。 • 考虑到乘客出行的影响,未来机场需要扩大以满足越来越多的乘客出行的需要。
饮用水	C	B -	<ul style="list-style-type: none"> • 澳大利亚幅员辽阔,许多水设施老化了。收集水的集水区有限。新的水问题得不到解决,通常不是技术原因,而是政治、环境和社会原因。 • 最新的评定结果确认,更新管道网络的投资增加了,管道使用改善了,系统泄漏造成的水流失减少了。 • 更新水设施花费没有与水设施退化的速度保持一致。过渡用水及城市里集水侵蚀仍然存在问题。 • 近些年来,有记录的旱灾已经凸显出有必要提供新的用水来源。通过大力管理,预计水利用率会大大提高,并且要求社会要有行为改变。
废水	C -	C +	<ul style="list-style-type: none"> • 修复现存的基础设施及提到对基础设施的保护,往水道里面排放污染物减少了。但是仍然还是有问题。 • 水的再使用水平令人失望。但是,当地政府实施的废水再利用计划越来越多。 • 许多废水收集系统已使用多年,年久老化,因为许多污水干管都在其容量限制内运行,并且其中的许多系统都几近过了有效使用期限。
雨水	D	C -	<ul style="list-style-type: none"> • 雨水基础设施的质量变化也普遍不同。大部分雨水基础设施老化,缺乏维护、修理及更新的资金。 • 暴风和洪水造成的损失是昂贵的,洪水平均每年造成超过 3000 万澳元的损失。 • 关于资产条件相关方面的知识缺乏。

来源:澳大利亚工程师协会。完整的报告卡见 <http://www.engineersaustralia.org.au>

7 工程能力:教育、培训与流动

工程界所面临的最严重的内部问题和挑战之一,就是世界上许多国家的年轻人,尤其是女性,对工程的兴趣下滑,工程专业入学人数下降。这将对发展中国家的工程能力:减少贫困、可持续发展以及其他千年发展目标(MDGs)产生严重影响。鉴于工程能力在发展中的重要性以及对足够数量的工程师的能力和建设的需要,这是整个工程界乃至全世界的关注重点和挑战。第七章,也是最重要的一章,重点关注工程能力、教育、培训和流动。本章开头部分是关于工程能力的讨论,包括介绍需求和数量——工程师的供



© SAICE 工程教育始于
基本原理和动手实践

与求,探讨技术能力建设和世界工程组织联合会(WFEO)的作用。接下来是非洲的两个案例研究,一个是有关可持续能力的建设,另一个是有关南非土木工程需求与数量的探讨,素材来源于 Allyson Lawless 和南非土木工程师学会(SAICE)所做的开创性工作。这部分之后接着探讨澳大利亚的工程专业招生和工程能力、工程教育和职业发展,本节结尾部分重点探讨工程师人才流失、引进、循环和散居。下一节重点探讨工程教育改革——能够使工程教育成为

更与时俱进、更易理解、更吸引年轻人的必要过程。本节介绍了工程教育在澳大利亚的实践,包括基于问题的学习(PBL)、可持续性和工程课程,快速课程更新、工程中的环境教育以及工程教育的研究。最后一节是关于工程教育促进发展的内容,包括在澳大利亚、博茨瓦纳和加纳等国家中基于大学而建立的、以促进工程与技术发展为目标的研究中心的案例分析。本章最后讨论了工程教育认证、工程师的标准和流动性,其中特别提到了《华盛顿协议》、工程师流动问题论坛、“亚太工程师”以及欧洲对“欧洲工程师(Eur Ing)”和《博洛尼亚协定》的观点。

7.1 教育中的工程师

Włodzimierz Miszałski

概述

通常来说,从事教育工作的工程师的责任包括:

- 传播技术知识;
- 向社会提供能够应对当前及未来的工程与技术挑战的工程行业人员;
- 拓展公众对技术理解的广度与深度;
- 提高公众对技术进步的优势与劣势的认识。

当前,这一宗旨正是世界各地数以万计的工程师,通过不同的工程教育方式和课程,从小学、中学到职业技术学院、专科学校,再到理工学院、科技学院、科技大学和非科技大学以及专业的工程技术团体的教育和培训项目中所从事的工作。更重要的是,我们要认可工程师为任授数学、物理、经济学、化学等其他学科知识,以及为社会大众普及教育与知识所做出的巨大贡献。

图7-1为20世纪末以理工科为第一学位的学生数量增长曲线。最新预测显示了亚洲工程学科毕业生的增长趋势,如中国每年有51.7万毕业生,印度每年有45万毕业生。2007年,中国的毕业生中有46%的学生获得工学学位,而美国和欧洲的数字分别为5%和15%。

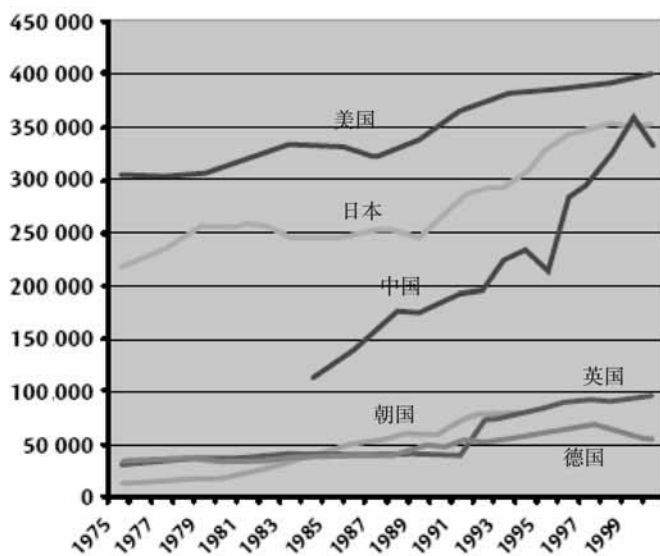


图7-1 理工科为第一学位的毕业生总数

来源:James J. Duderstadt, Engineering for a Changing World, The Millennium Project, University of Michigan

工程教育改革的需要

尽管工程与技术的总体教育潜力最初看似能够满足世界范围内的技术进步与技术传播,然而工程师在全球的分配是极不均衡的。这就意味着我们没有足够的应对可持续发展、全球安全、减少贫困、环境恶化、灾害监测、灾难应急等带来的困难和挑战。当前,工程教育所开设的课程、工程教育认证的国际标准和工程专业学生、毕业生和教师在各国间的活动也都不是均衡的——而且这种不均衡还在扩大。图7-2概括了这一问题。

进入21世纪,工业和其他领域对于那些能够在世界各地工作并参与全球工程项目

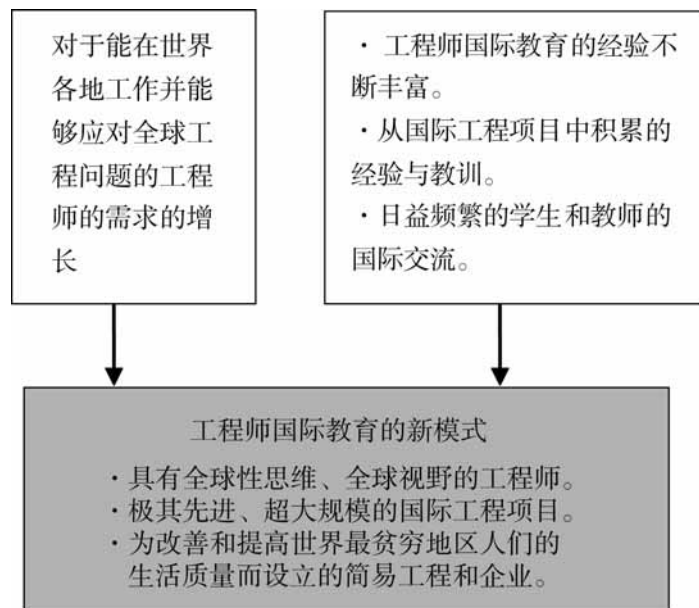


图 7-2 工程师国际教育的需求

和问题攻关的工程师的需求不断上升。另外,从国际角度看,教育潜力也要求我们开始思考工程教育的新模式。教育的潜力体现在:具有工程和工程教育国际经验的学术机构和大学的数量;从国际工程项目中积累的知识与经验的总量;促进国际教育的技术;培养国际师生交流的经验。这一新型模式将不仅满足跨国公司和国际工程项目的要求,还能够满足对能够参与旨在减少贫困或减缓气候变化及国际工程的工程师的需求。这两种需求的满足都需要具有全球思维或全球视野的工程师。

因此,近几年从事工程教育的工程师又面临新的挑战。因为要想进步,就必须加强在先进技术,尤其是流动能力、创新精神、减少贫困、完善管理和伦理道德领域的国际合作。这些工程实践中对急需改革的内容需要进行更为根本的、艰难的,包括对师资队伍、机构组织结构、教育计划的改革。

工程教育的关键问题

在与未来工程师个人和专业属性相关的任何讨论中,有关他们的教育问题都会被提出,包括:

- 工程师教育培训包括哪些连续性的阶段?
- 哪些机构(如大学、工学院;公立和私立学校;国家工程协会;国际工程联盟;公司与企业及其的培训或专业发展体制;军队;慈善和非政府组织)应该参与?
- 一般知识和专业技术知识的比例应该各占多少?
- 对于现代工程师而言,技术知识和非技术知识(包括经济学、管理学、伦理学、人文科学)的比例应该各占多少?
- 普通和专业技术知识应各占多大比例?
- 应该开设技术科学的哪些领域和学科?达到什么水平(例如,职业技术教育、学士

学位、硕士学位、博士学位、研究生教育、毕业生培训;远程教育;自学)?

- 如何将教育的总时间(如 4000 ~ 4200 小时)分配到工程师必需掌握的一般领域(如数学、物理、建筑和社会实践)?

- 工程师“传统的”活动领域(如机械、电气、土木和结构工程)该如何适用于对现代工程师的需求,尤其是有关工程专业的组织和教育认证的传统方式?

- “新的”领域(如系统、原子能、航空、计算机、信息、环境、医药、机电一体化、机器人、声学、海洋学、能源、物流、安全、管理及其他)应该如何教授和展示?

WFEO - CET

世界工程组织联合会(WFEO)自成立以来就将工程教育列为其首要工作之一。世界工程组织联合会教育与培训工作委员会(WFEO - CET)于 1970 年成立,教育与培训常务委员会于 1969 年的第二次大会上成立。

WFEO - CET 的工作涉及工程教育的各方面,如工程认证研究、专业认证与实践、远程教育、管理知识与技巧、发展中国家的需求、工程教育的未来方向、工程师继续教育、工程师流动能力和创新工程教育等。这些都在 WFEO - CET 的会刊《IDEA》里有所体现,会刊试图重点反映工程教育、专业实践和认证最为关键的问题。自 1998 年,WFEO - CET 每 3 年举办一次工程教育国际会议。大会代表多在其他国际组织中也发挥着积极作用。

网址:www.wfeo.org

7.2 工程能力

7.2.1 需求与数量——对更多数量的需求

Tony Marjoram

一个国家需要多少工程师? 一个国家需要培养多少工程师才能满足这一需求? 如果一个国家培养更多的工程师,会促进发展吗? 一个国家需要培养什么类型的工程师,以及什么层次的工程师? 与迅速发展的中国和印度相比,美国、欧洲等发达国家培养的工程师是不是不够? 其他发展中国家和最不发达国家拥有足够的工程师吗? 它们是否在培养足够的工程师,或大量人才外流导致无法发展、无法减贫、无法应对缓解和适应气候变化的主要问题? 这些问题会对全球发展造成怎样的后果? 会对教育政策、高等工程教育和中小学科学教育带来怎样的影响? 工程师、决策者、规划者、援助国、国际机构和 UNESCO 等国际组织该做些什么?

由于不同的背景原因,越来越多的国家、越来越多的人急切地问这些问题。但事实上,这些问题的答案非常复杂,没有简单明了的答案。部分原因可能很令人吃惊,那就是缺乏国家和国际层面的统计数据 and 指标,而这些数据和指标恰好可以回答上述问题,从

而把发达国家与发展中国家的答案进行比较。多数这样问题的答案都是基于媒体广泛报道的估测,例如,美国每年只有7万名工程师毕业,而印度有35万,中国有60万。这也是为什么现在和将来考虑工程师短缺问题时,要参考大学、业内和专业工程师组织量化的、定性的和逸事一样的证据来解释。这些问题都在美国国家科学院2007年发表的报告《在聚集的风暴中崛起:为美国美好的经济未来加油》,及随后的争论中有所体现(有趣的是,“聚集的风暴”也暗指丘吉尔诺贝尔文学奖巨著《第二次世界大战回忆录》第一卷)。

现实背景

上述问题之所以复杂,不仅仅是因为有不同领域、类型和水平的工程师(例如,本科、硕士和博士水平的土木工程、机械工程、电气工程,技术人员及技术专家,学术、咨询和专业工程师),还因为随着技术和产业的兴衰,对于不同部门、领域、类型和水平的工程师在不同时间、地点的不同需求(包括国家和地区)。随着时间的推移,对于工程师也有不同需求。例如,计算机辅助设计(CAD)软件的使用让土木和结构工程师的工作更富有成效,从而导致对助理员工需求的减小。工程与技术是促进社会与工程发生激进式或断裂式变革的动力,而且随着时间的推移,对于工程的认知、决策和规划都要遵循这样横向和纵向的变化规律。

由于对工程师的定义与理解不同,上述问题变得更加复杂。例如,在德国大概有50种工程师的定义。在许多国家,“工程师”是一个非常普遍的词,而在媒体报道中,(非工程师的人)几乎会把任何一个从事与技术相关的人称为工程师,而这些人可能在一些国家被称作技师和技术人员,而在其他国家可能被定义为工程师。这一点在官方统计中也不例外,例如,不同学制的学位(3年或4年)可能会得到相同程度的认证。在一些国家,计算机科学与信息技术学位并不列入工程学位。这就意味着,美国的工程师数量并没有远落后于印度和中国,在人均意义上却比印度和中国培养了更多的工程师。另一方面,如果发达国家大量的留学生也被考虑在内,这个问题就需要进一步的说明;在OECD的许多成员国中,大学教育已经成为重要的商业行为。

这些说法背后的原因可能包括,有些国家希望夸大工程师的数量,以提高国家的地位和声誉,吸引投资;而另一些国家则低估了工程师的数量,从而能够呼吁政府对工程教育和研究给予更多的重视,或者调整工程服务的外包和相关海外投资。

结构变化与真正的差别

尽管如此,所有正在发生的变化是结构性的变化,而非周期性的变化。美国和其他发达国家的政府研发资金正在实质性减少;精简研发机构、外包给和离岸到更便宜的地方——研究论文的发表量减少正体现了这一点。这些变化可能不利于增强年轻人对工程的兴趣并吸引他们进入工程行业,也可能是造成认为发达国家缺乏工程师的原因之一。结构性调整正在发生,从业者再培训取代了较低水平的技能,尽管许多发达国家受教育年轻

人的广泛性抵消了这一点。

然而,在高收入和低收入国家之间存在显著的差别。UNESCO 的数据表明,发达国家、工业化国家每 1 万人中就分别有 20 ~ 50 位科学家和工程师,而发展中国家平均只有 5 位科学家和工程师,一些更贫穷的非洲国家这一数字仅为 1 甚至不足 1。^① 科学家与工程师数量之少也反映出某些国家对研发的投入越是不足,研究论文发表数量越少,创新和专利水平就越低,人才外流越严重。许多非洲国家的工程、科学和技术能力自独立后正在削弱。考虑到工程、科学与技术对于促进发展的重要性,这种状况将对这些国家的发展前景造成严重后果。

举例说明

世界各地的政府和专业工程机构已确认并强调将已存在和未来的工程师紧缺列为国家和国际社会的当务之急。例如,英国工程师协会(前身英国工程与技术委员会,ETB)已在《2009 ~ 2010 年度报告》^②中强调,英国工程师紧缺,没有培养足够的工程师,预计在未来 7 年,还需要 60 万新工程师帮助建设和保持新增的和不断增长的工业。虽然目前英国工程师在大多数领域仍保持平衡,但英国工程师协会也指出,技术人员和制造工程师尤为紧缺(英国是世界上第六大制造业经济体),中长期的下降趋势不可避免,主要是大批工程师即将达到退休年龄(近年来有 30% 的工程讲师与学者都已退休),各领域都将要面临工程师日益短缺的问题,虽然接受高等教育年轻人的数量在增长,但出生率下降将是决定性的因素。英国工程师协会认为基础设施、工业和卫生部门将需要大量的机械、土木、医药和生物化工工程师,与核能、可再生能源,尤其是缓解和适应气候变化相关的(重新出现的)新兴产业即将需要大批工程师。同时强调了增加父母、职业生涯顾问以及年轻人对工程的兴趣的重要性,以及学校务实的实习项目和校外活动的作用。

另外将工程师紧缺作为国家当务之急的政府和专业工程机构还包括南非,在政府 2006 年启动的《技能培育联合倡议(JIPSA)》中,2008 年确立的目标是每年培养 2500 名工程师,以帮助解决被认为是经济增长关键制约因素的技能紧缺问题。核心计划是发展道路、电、水和住房,提高经济能力,因而需要大量的工程师。工程毕业生从 2000 年每年 1200 名增加到了 2008 年的每年 1500 名(作者 Allyson Lawless 在本报告 7.2.4 节中讨论了数目和需求问题)。为了应对工程师紧缺现状,摩洛哥于 2007 年制定了一项每年培养 1 万名工程师的计划。马来西亚工程师协会会长, Datuk Chuah Hean Teik 教授强调,2009 年该国有 6 万名工程师,到 2020 年这一数字要达到 20 万。^③

绿色工程

工程是缓解和适应气候变化极其重要的活动之一,而可持续或绿色工程则是工程需

① For UNESCO data, see the website of the UNESCO Institute of Statistics, <http://www.uis.unesco.org/>.

② Available at: http://www.engineeringuk.com/viewitem.cfm?cid_id=382740 (Accessed: 27 May 2010).

③ Prof. Datuk Chuah Hean Teik, President of the Institute of Engineers Malaysia, at the IEM 50th anniversary in 2009.

求和发展的主要领域。^① 在 2009 年哥本哈根联合国气候变化大会之前,许多国家已经出台了缓解和适应气候变化的政策与行动方案,加上第 15 届 COP 大会取得的具体成果,这成为工程界面临的巨大需求与挑战之一。首要挑战就是确保有足够的具备相应资格、丰富经验的工程师来满足这一需求,这就需要开发新课程、新的培训资料和认证体系,以培养这样的工程师。希望这些新课程能吸引年轻人的关注,并提高全民对于工程在发展中所起的作用和重要性的认识。还应当鼓励年轻人进入工程领域,因为工程界将是努力建设无碳未来的中坚力量。

根据缓解和适应气候变化的需要,技术和基础设施的投资是相当巨大的。到 2030 年,煤炭的使用量有可能翻倍,石化和化石燃料工业对于碳捕获和封存及其相关技术的需求将大幅上升。许多国家正寻求(恢复)发展核能发电,这也具有挑战性,因为核工业在过去几十年中一直处于衰退状态,这将需要大量新的工程师。可再生能源部门过去十年中一直在发展,而目前只有更进一步的发展才能满足需求。住房和交通部门也面临同一情况,对工程师的需求量将大幅增加。尽管市场需求上升有利于吸引年轻人进入工程领域,但开发课程并培养出毕业生至少需要 5 年的时间,因此,政府部门需要采取紧急行动支持新课程开发和相关的研发、创新工作。虽然目前迫切需要投资的是现有技术而非研发新技术,但接下来几十年中,新技术是必不可少的,政府现在就应该投资,来鼓励研发工作和行业朝这一方向发展,这势必将成为技术发展的新主流。同时,发达国家需要支持发展中国家的研发工作和相关产业的发展,尽量减少人才流失。人才外流或许有助于解决发达国家的人力资源需求,却使得发展中国家的处境更为艰难,因为发展中国家同样需要更多的工程师。

最佳数字需求

以上讨论的数据和事例还表明,工程的统计数据与指标亟待完善与重新界定。依照 OECD 全国科技专家指标小组(NESTI)制定的原则收集工程数据,并参照这一整体水平进行收集与分析,但很难回答上述有关工程的诸多问题。这些原则的制定主要以 OECD 成员国有关研发(《弗拉斯卡蒂手册》)、创新(《奥斯陆手册》)和人力资源(《堪培拉手册》)的状况作为参考。同时还使用了其他信息,例如,注册和毕业数据(国际教育标准分类,ISCED),劳动力调查(来自国际劳工组织,ILO)。

例如,数据未区分科学与工程,或科学与工程的不同领域,按“科学家与工程师”类别统计;未区分研究与开发部门、以及科学与工程的各自作用,统称“研发”。专利、科技出版物和创新的数据并没提及作者在科学或工程领域的身份(事实上,工程师不像科学家那样将发表论文当作事业重点),也没有提及什么构成创新、由谁做的、何处发生等问题。国际贸易中,不同工程领域的高技术产品的原产地应当更为透明,一份更加清晰的指标、属性以及进出口的原产地和目的地的数据,在分析有关技术国际收支平衡表问题时将发

^① Morton, Oliver. Wanted: Green Engineers, The World in 2010, The Economist, December 2009.

挥巨大作用。

当前,在分析促进国家和全球持续发展所需要的工程师的类型和数量时,这些指标用途不大。在某些情况下,统计数据 and 指标需要完善甚至要重新界定,从而更好地区分科学与工程,以及工程及工程就业(如工业、教育或研究)的不同领域。这将有助于更好地理解工程师在研发、专利申请、论文发表和创新中所起的作用,更好地理解工程师和工程对于国际贸易所做出的贡献,更好地理解工程在促进发展方面发挥的作用。同时,还能为决策者和规划者提供参考数据。

工程、科学技术在知识社会与经济中的重要性是不言而喻的,然而奇怪的是,它作为社会经济发展最重要的推动力却没有令人满意的数据。既然现有数据可以按性别统计,那么区分科学与工程,以及科学与工程的各领域也是可能的吗?决策者需要从数据和指标中找出答案;就像回应决策者的要求,按性别统计数据应运而生一样。

另一个解决工程需求与数量的方法是借鉴其他行业克服该问题的办法,如医生、律师和教师行业。但是全球对于律师的需求更为多变和灵活,对于教师的需求则直接取决于学校适龄人口的多少,而对于医生、医师和相关高级医疗服务专业人员的需求可能与对工程师的需求最为相似。人均医生数与人均工程师数也大致相当——平均每1万人中有13名医生,富裕国家超过20名,贫穷国家则低于5名。然而,医生与医师更为公众所熟知,因为医疗进步与医护人员的供给与短缺息息相关。人们通过建立模型来估测对医生的需求和供给,并确定潜在的短缺。通过研究对医生和医师的需求及供给的预测模型,相应地开发和应用适用于工程的类似模型,以诊治和改善国家技术和基础设施的健康情况。

7.2.2 技术能力建设与 WFEO

Daniel Clinton 和 Russell Jones

世界工程组织联合会依托其能力建设委员会,通过技术能力建设,帮助发展中国家有效地参与全球市场。

为了寻求一个更加安全、更加稳定和可持续发展的世界,发展中国家致力于提高其人才能力、机构能力和基础设施能力。为此,他们需要一批有坚实技术准备的人才作为基础,从而切实改善经济环境,提高生活质量。这样的基础将有利于争取开发援助,并且为当地企业家的商业合作和发展打下基础。UNESCO 和 WFEO 正以协调统一的思路为发展中国家的技术能力建设积极努力。

通过优质的工程教育计划,提高劳动力的技术能力,进而刺激经济发展,实际上也推动了人类发展。合格的技术劳动力可以通过以下几个途径促进经济的发展:满足地方和国家的技術需求;创办小企业和培养具备技术竞争力的企业家;创建或吸引技术型公司的投资;有效地利用外国援助资金;提供适当的基础设施,培养能够经营和维护这些基础设施的技术型人才。

能力建设可以定义为“政府或者机构通过辅导、培训、教育、实体项目、经费和其他资源的投入,更重要的是通过改善人类生活的灵感和动机,对人、机构和基础设施进行能力建设,以推动社会的经济、安全、稳定和可持续发展”。

一个简单的说法是从发展的角度看,能力建设是帮助人们获得技术能力的过程,以满足人们提高生活水平和本国繁荣的需要,进而构建一个可持续发展的社会。

如果援助国和被援助国以伙伴关系紧密合作,能力建设的尝试通常会非常成功。作为援助国,不仅要有远见和动力,而且要与中央和地方政府的主要决策者保持紧密联系。援助国能够协助被援助国锁定、优选出紧急需求人才,并提供满足需求的办法。这样援助国提供的资源一般都可以有效地被利用。

要想应对发展中世界的需求,就必须迫使各级政府、工程协会、慈善基金会,学术界和商界解放思想、突破传统观念。

在 21 世纪全球经济的背景下,工程师在国家和地区的整体经济发展中发挥着关键作用。在发达国家,工程师的作用得到很好的理解和发挥。而在许多发展中国家,已有的工程人才库低于临界值,通常的情况下,即使是至关重要且是基本需要,如清洁水供应和卫生,也无法得到满足。

因此,技术能力建设工作的目标应该是努力培养熟练的工程师队伍,以期获得以下几项成果:

- 重视联合国千年发展目标,包含扶贫、安全饮用水、卫生设施、清洁能源和运输。
- 通过外国直接投资、国际贸易、工程师流动和向具有人才成本效益的国家输送工作流,从而真正参与全球经济。
- 确保国际援助资金的有效利用,确保资金有效用于初始项目的建设、长期运营和养护以及未来事业的能力建设。
- 通过创业和企业,包括职业发展的创新,来激励和吸引未来的工程师。

受惠者的需求是推动能力建设的动力之一。有许多方式可以产生有效的成果。这包括帮助私营部门、大学和专业社团等关键机构的发展。在外部资助的基础设施项目中包含能力建设部分,明确列出培训操作员、维修人员、设计和施工阶段所需要的工程师,这是非常可取的。这样做的目的是给予当地工程界在不需要外部援助,自己就可以完全执行类似工程项目的的能力,目标是培养本地的能力,包括工程实践咨询和设计建造公司,以吸引有能力的人才的成长,培养本国的人才、机构和基础设施能力。

历史工作的回顾

通过对外援助发展中国家的成果进行详细的研究,William Easterly 在他的著作《为增长逃避探求》(麻省理工学院出版社,2002)中总结道:

此前,尽力将外国援助和投资用于购买机器,中、小学的教育,控制人口增长,并改革贷款条件和债务减免,以刺激经济增长,这将使这些国家走向自给自足。

……所有过去几十年的努力并未能带来预期的经济增长。

……这些大量的、耗资巨大的努力失败了,因为他们没有迎合人们最基本的行为需求——“人们会对激励做出反应”。

Easterly 总结了发展中国家过去刺激经济增长的努力已经失败,同时概述了他认为可以收到成效的措施。他指出有两个领域可能推动发展中国家经济得到预期的增长,进而使他们走向自给自足。这两个领域是:

1. 先进技术的利用。
2. 培养技术领域高技能的教育。

他强调必须继续保持健康和基本救济需要的同时,也存在一个打破贫困周期的迫切需要,它通过发展与世界市场相联系的强大和有竞争力的经济体系而实现。培养大批勤奋的、接受了高质量教育的科学、技术和工程人才,有助于促进经济健康地发展。

需要什么

发展中国家需要大批高质量的和经过认证的工科毕业生,并对创造工程就业机会会有重要的需求。然而,这是一个关于鸡和蛋的问题——先有鸡还是先有蛋? 只有拥有大批优秀的毕业生,去吸引外资,吸引跨国公司,吸引来自发达国家和初创企业的离岸外包业务,对工程师的需求才会增长;但是,必须存在岗位需求,以吸引人们去学习工程。因此,政府官员必须追求有效的经济发展、实行可以创造就业机会的战略,并使其在培养大批优秀的工科毕业生和吸引需要的投资并行不悖——脱离彼此将无法进行下去。

在 2004 年美国土木工程协会的会议上,韩国代表团向能力建设论坛展示了过去 30 年韩国在工科毕业生的数量和质量上的投资成果。1970 年,韩国大约有 6000 名工科毕业生,1980 年增长到 14000 名,1990 年骤增至大约 80000 名。与韩国人均 GDP 联系起来,工科毕业生的数量曲线,与韩国经济的增长曲线几乎是平行的,偏差极小。这些数据表明了一个直接的因果关系:投资培养充足的、合格的工程师可以促进经济发展。

长期以来,印度致力于提高工程毕业生的数量以及教育的质量。过去许多工程毕业生到国外寻求职位;而如今,许多工程毕业生回国,新毕业生留在印度从事软件和设计工作,他们往往到高科技城市,等待他们的是高薪职业和大量的同事。具有熟练技术和受过良好教育的专家日益增长,也源于印度具备优越的地理位置,能满足世界领先的技术公司需要的技术外包。

中国已经是一个重要的经济大国。在中国,第一学历为科学和工程学位的学生占所有本科层次学生总数的比例为 59%,而美国为 33%。

来源:2004 年度的《科学与工程学指标》,美国国家科学基金会,美国国家科学委员会

在发展中国家,工程教育应该包括对创业的介绍——如何起步,如何经营,如何使小公司成长。工科毕业生应该具备走创业之路的能力,而不仅仅是求职,前提是如果他们愿意这样去做。

发展中国家需要这样一个机制,应用本国大学和公司的科研成果创造经济价值。在发展中国家需要孵化器和为小企业发展融资的机制。

随着发展中国家基于技术的经济的增长,除了新的工科毕业生之外,一个重要的高端人才来源就是散居于各国的移民回国。一些发展较好的国家已经从先前公民回国中获益,他们看到本国新的机会,为本国带来了外国的经验和联系网络,这可以使国家受益。

7.2.3 非洲可持续能力的建设

Dawie Botha

概述

非洲大陆拥有丰富的自然和人力资源,但是由于存在以下的一些问题和挑战,这些资源大部分都没有得到开发和利用:

- 大规模文盲人口,以及由于缺乏教育和培训而导致的技能和专门科技知识的匮乏。

- 政治和社会的不稳定困扰着很多国家。

- 由于自然现象和人为干预引起的普遍的环境问题,包括自然灾害。

- 由于基础设施落后而导致的大规模疾病,以及包括疟疾和艾滋病在内的流行病。

- 由于更发达的国家经济政策的驱动而使非洲国家边缘化的一些全球性议题,以及随之而来的资源和原材料的开发。

- 由一些更发达国家和国际基金会发起的一些欠考虑的援助和捐助项目以及一些没有切实考虑到可支付性、可持续性、适当的科技、技术转让和本土能力有限等问题的项目。

- 由于有限的能力和融资渠道,无法与当地和国际上的同行在网络上建立很好的联系,进而就无法为本地分享并在本地实施最佳的方法,导致被孤立,无法跟上科技发展的步伐,进而逐渐丧失与世界市场竞争的能力(这最终会导致更加依赖进口科技和产品)。

- 尽管处在弱勢的谈判位置,但面对强制并有所暗示的经商方式,仍然致力于或试图保持高的道德水准,并坚持反腐败原则。

- 缺乏可以作为深入发展平台的基础设施建设。

- 尽管在电子方面有所进步,但是通信方面的差距日渐扩大(比如说,互联网接入和无线电话),而且这种差距由于工作的挤压和人口的日渐增多而呈现出增大的趋势。

- 全球范围内的工程和建筑技术的匮乏导致市场的不健全,这就造成了大量的人才流失,使非洲大量受过教育和培训的专业人才被外国吸引而离开祖国。事实上,这已经形成了一种恶性循环,本地工程能力的减弱最终导致需要进口项目技术,此外,几乎很少有国际项目会注重向当地转让技术。

- 一些捐助者或是融资模式实行的是限制性援助,也就是说捐助者限定专业能力、设备和材料。在很多这样的场合中,很少或者是几乎没有技术转让,而且有时候受助国还会永久性地依赖捐助国来管理和维护资产。

只有遵守可持续工程的原则,才能满足可持续发展的需要。我们可以把可持续发展定义为:在当地条件下,追求合适的、可支付的、可持续的工程服务和基础设施建设。这需要维护和发展当地的科技技能和知识,所有这些都离不开政府、私企、学术和专业组织的支持和帮助。

WFEO 能力建设常务委员会

鉴于培养一个受过良好教育和技术熟练的工程和科学毕业生,与经济和社会发展有很大的关系,发展中国家应作出建设这些能力的努力。这是 UNESCO 和世界工程师联合会(WFEO)共同得出的结论之一。为了担当其使命,WFEO 在 2003 年突尼斯举行的 WFEO 大会上成立了能力建设常务委员会。该委员会关注以下几个优先项目:

美洲的工程:该项目是与美洲国家共同组织的,重点是制订发展计划,加强整个拉美和加勒比地区的工程教育和实践。目标是提升工程教育和对教育的质量保证。

非洲项目:联合国千年发展目标所指出的许多社会、人类和经济的需要以及其他关于发展中国家情况的描述,在撒哈拉以南的非洲地区都有体现。WFEO 能力建设委员会(CCB)在其专长的领域设计了项目以满足这些需求。活动包括:工程教育研讨会、认证体系的建立、创业培训、特别是鼓励妇女的实习计划、课程的电子传递、工程师无国界子项目以及教师和学生交流。

南南合作:CCB 积极促进南南合作,包括发展中国家间的技术转让。例如,CCB 已与南非土木工程师学会合作,帮助非洲工程论坛召开会议,这个会议涉及南部非洲十几个国家的合作。新西兰职业工程师协会是 CCB 的成员之一,同样也在与一些人口很少的南太平洋岛国合作,以满足他们的需求。

那些试图处理能力建设问题的组织则面临着严峻的考验。例如,投资个体的数量过多,每一个都有自己的偏好、规则和章程,这有时候会给高效地获得资金带来困难。而且由于小的机构和非政府组织能力有限,进一步加剧了问题的严重性。

自从非洲工程师论坛形成了自己的协议并开始积极与一些世界组织(包括 WFEO、UNESCO、英国国际发展部门、非洲发展银行、世界银行等)合作后,很多问题凸显了出来,包括:

1. 发展中国家认知并体会能力建设本身及其含义存在巨大差异。
2. 发达国家认知并体会能力建设及其含义存在巨大差异。
3. 不同的地理区域认知并体会能力建设及其含义存在巨大差异。
4. 本意“良好”的捐助组织和实际存在“供应过剩”的问题。
5. 在关系到能力建设方面,严重缺乏合作。
6. 在投资实体内部和中间有明显的家长作风和保护主义作风。
7. 一旦事实变得明朗,关于能力建设问题的讨论就会停止,而夸夸其谈和仅仅谈话而已似乎就成为这些花费巨大的会议的唯一结果。
8. 创意的发起人和提供资金等资源的人往往互相不认识,而且他们之间总会有某种程度的搭配错误,因此容易发生误解,最终有很多有价值的项目和提议被束之高阁。

9. 即使能力建设能够得到相应资金,一系列繁文缛节和时而开始时而停止的做法会耽误项目的进展,有些时候,政策的变化会破坏方案的可行性和有效性。

10. 迄今为止,仅仅“授人以渔”的原则是不够的,因为基于这个原则,长期可持续发展常常得不到考虑。因此这个原则应该不仅仅局限在授人以渔,而应该教会他人如何制作自己的鱼竿,如何销售自己的鱼,如何通过研究水资源文化保证自己手中鱼的数量等。

11. 许多能力建设项目是由志愿者的贡献量来决定的,但是志愿服务是有限制的,因为这必须得到相关雇主、组织或者个人的允许。对于项目的启动、维持和运行来说,缺乏持续不断、支持能力建设的志愿者以及永久性的行政能力是一个很大的缺陷。

可持续工程的内容

为了能够对“能力”这个定义中所涉及的各种因素达成共识,非洲工程师论坛发布了 26 条协议,对其作了详细讨论和研究。

这 26 项条款可以分为四个主题:个人、制度、技术和决策。此外,还增加了两种至关重要的能力,那就是商业以及资源和供应能力。如图 7-2 所示,然而,需要注意的是,协议并没有提到这两项能力的范围,因为它们被认定是在专业团体的工作范围之外的。但是人们都一致认为这两项支柱能力是实现并保持工程可持续发展必不可少的元素。

2007 年,来自非洲工程师论坛的代表,与参加 UNESCO“国际消除贫困政策研讨会”和约翰内斯堡的“千年发展计划研讨会”的国家共同提出了一些需要关注的紧急问题和事项。根据由《非洲工程师协议》演变而来的关于可持续发展的六个部分,我们把这些紧急议题也作了分类。这个列表并不表示问题的数量是限定性的,它仅仅是为了给需要可持续发展的,或是需要关注的,或是需要能力或能力建设的地区一些指导性帮助。在有些场合,这些议题可能不仅仅出现在一个大标题里面,但是它们需要得到各个组织以及能力部门的关注。

个人

- 持续的职业发展
- 提高生产力来增强投资的国际竞争力
- 人才流失以及流动性因素

制度

- 卓越的网络条件



© UNESCO/D. Roger

佛得角的水箱支渠

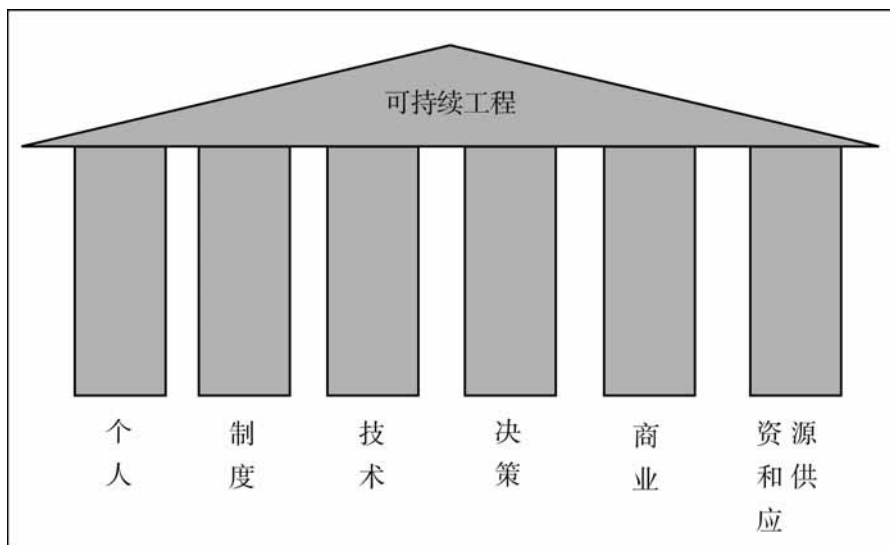


图 7-2 可持续工程能力的六大支柱

- 地区性的工程教育和培训制度
- 适合工程的课程
- 国际认证并认可的培养工程专业人才的教育及培训设备和设施
- 国际认证并认可的专业注册体系
- 研发
- 地区性的典型案例中心

技术

- 共同的工程标准

决策

- 气候变化
- 回收利用
- 能源
- 早期就业指导
- 研究生就业指导
- 数字及需求——作为决策工具的工程领域的研究
- 为决策而制定的基础设施报告卡
- 研发资金
- 为决策者翻译的工程术语
- 水立法
- 对逸事的需要
- 工程极其重要的作用
- 在中学阶段提供免费的教育
- 义务性和透明性

- 专业工程人士强制登记制度
- 可靠的数据
- 标准化的采购和运输程序
- 优先进入市场权——创建一个标准的市场环境
- 工程和艾滋病
- 卫生相关性——工程在社区卫生和安全方面的作用
- 良好的管理——政府的组织系统和职员结构
- 符合目的、可支付、合适的基础设施
- 以基准性标准作为基础辅助决策
- 劳动力基础型建筑的贡献
- 相关政府部门制定关于数学和科技教学的投资方案和政策
- 捐助人——项目的标准和审核
- 了解从工人到工程师的整个工程团队的技术需要

商业

- 动员并促进基础设施中的私营部门
- 私营部门支持和资助数学和科技教学
- 信息和交流技术

资源和供应

- 数学和科技教学——老师和学员的工具
- 原材料的成本

能力建设方案和项目的案例

以下是南非的方案和计划,这只是能力建设工具和计划的一个样本,而且对于那些亟须提高可持续工程能力的领域,这涉及了一小部分需求。在全世界还有很多其他项目,对此我们需要强调,这其中有很多几乎不需要做任何修改就可以加以借鉴和应用的



© UNESCO/D. Roger 工业——马达加斯加的扎曼扎尔制糖厂

项目。这些例子证明了一个重要的观点:很多地方存在并可以提供高效创新的能力建设项目。我们所面临的挑战就是如何在所有的发达国家和发展中国家让这些项目得到实施。此外,还有其他的例子,包括就业指导活动、采购的协调性、标准和指导方针。

- **数量和需求——南非土木工程职业的不平衡(N&N1)**

这份调查研究及其建议的干预措施被认为是世界一流的,而且是世界首创。UNESCO“消除贫困研讨会”也认为这种模式应该在世界上每一个国家得到推广,以促进与建筑环境职业相关的决策制定。

- **地方政府的数量和需求——提供服务的职业:土木工程(N&N2)**

根据 N&N1 中的一项实行干预政策项目的调查结果,我们得到了该调查研究及其相关的干预政策,对此,我们通常称为 ENERGIS。2007 年 11 月,在约翰内斯堡参加 UNESCO 研讨会的代表们也再一次认同这是对能力建设环境的又一巨大贡献。

- **ENERGIS——为技校的技术类学生传授技术并提高他们体验式培训的案例。**这个项目包括调动退休的高级工程师和学生团队,并把它们分配到地方政府中去。除了技术转让之外,团队也解决了很多“瓶颈”难题,并提高了南非地方政府的能力。

- **最佳数字——意在把工程类学生的计算能力提高到可接受水平的项目。**

- **高等教育——关于南非或者是世界上其他国家所面临挑战的案例研究。**

为了使与基础设施相关的能力建设取得高效而又成功的进展,我们需要注意很多重要而又关键的核心因素,而且要接受并执行实施以下议题,包括:

- 协商出针对所有问题的综合解决方案。
- 认识到共同的需求以及需求领域的分类。
- 针对基金会、捐助者及其要求,建立共享数据库。
- 为培训机构建立共享数据库。
- 建立培训材料和项目的共享数据库。
- 为满足能力建设需要,建立共同的行政管理体系。
- 为行动计划精心设计模板,制定综合的指导方针,明确目标、责任和截止日期。
- 建立一个可以分享观点、获得项目反馈和分享信息的网络机制。
- 设立可靠并且有能力的项目管理人。
- 找到公认的有信誉度的担保人、非货币赞助商和转让人。
- 过程和项目的配合。

除此之外,以下几方面也很重要:

- 把加强非洲工程建设的项目作为当务之急,努力解决非洲工程建设在人力和机构能力方面极度匮乏而且日渐匮乏的问题。

- 在非洲工程师论坛和国际工程项目的赞助下,设立关于人力和机构能力建设的项目。

- 在非洲工程师论坛和国际工程项目的赞助下,在一些感兴趣的地区已经形成了持

续职业发展项目(CPD)。

- 在非洲工程师论坛和国际工程项目的赞助下,开展一些关于倡议、信息和交流的活动。

结论

我们应该广泛接受 UNESCO“消除贫困研讨会”中的政策声明,这表明了发展中国家向能力建设又迈进了一步。为了解决非洲工程建设人力和机构能力极度匮乏而且日渐严重的问题,我们必须把加强非洲工程能力的项目作为当务之急。为了达到这个目的,UNESCO 必须和非洲工程师论坛以及其他参与组织合作,为非洲和其他发展中地区设立工程项目,并把这作为国际工程项目的首要任务。

7.2.4 南非对土木工程的需求和数量

Allyson Lawless

概述

“科学家发现世界;工程师创造世界”——Theodore Von Karman,航空工程师

任何国家的经济福利都取决于经济增长、资金充裕、促进健康发展的政策和能力。各国有必要不断回顾以往经济情况及其相关的发展情况,以维持或改善现状。在西方许多国家,过去的 20~30 年,依靠工程能力来支持经济增长的趋势有所下降,这势必对长期的可持续发展构成重大威胁。外包和私有化进一步消耗公共部门的工程能力,因此现在开始成立一些志愿团体,比如工程机构和协会,来研究工程专业的供求状况,以确保有充足的培训和能力建设来支持各国经济福利。

在南非,不断加速的发展正面临着工程能力的不足。本文将介绍由南非土木工程协会开展的一项综合研究计划,该协会曾高调出版了一部权威书籍,概括了重建技能基础所需要的所有干预措施。

背景

2002 年,约翰内斯堡“世界可持续发展峰会”将全世界的关注焦点集中在生活和环境的质量上。很多目标都落到了重视工程师层面。这些目标包括将无法获得安全饮用水或基本卫生设施的人口数量减半;开发并生产比当前更加环保的化学物质以及实施扶贫战略。前两个无疑属于土木工程师的领域,而第三个则恰恰落在了化学家和化学工程师的肩上。扶贫和工程之间的联系并不是那么明显。而 J. F. Kennedy 却给我们提示了线索,他说:“并不是财富使良好的道路成为可能,而是良好的道路使财富成为可能。”的确,道路——又是土木工程师的工作领域——可以连通教育、就业市场,并使贸易成为可能。创造就业机会——脱贫的途径——同样也取决于可用的能源和机器,这恰好分别是电气工程师和机械工程师的工作领域。

因此,完善的工程技能基础对任何国家的经济繁荣都是至关重要的。在 19 世纪

John McAdam、Thomas Telford、Stephenson 等人所处的开拓时代,他们为我们铺设了公路,架设了桥梁,修建了铁路、水网以及供水卫生设施,工程师在这个时代发挥了中心作用。即使到了 20 世纪早期,工程师掌握着公共部门的要职,比如城市总工程师、基础设施部门的总干事。

可悲的是,到了 20 世纪后半叶,在大部分组织机构中工程专业退出主流,让位于不断发展的管理和金融结构。工程部门不仅退出了主流,还在一些经费和许可权问题上受非技术支持部门的支配,包括制度的发展、提升甚至是对确保可持续服务至关重要的运行。结果导致基础设施建设,尤其是养护,得不到足够的重视。此外,由于工程专业已经失宠,越来越少的年轻人愿意学习工程专业。其结果是很多国家遭遇工程师短缺的困境,面临重建那些没被养护的基础设施所需的巨额且不断增长的开支。

这个世界再次认识到工程师对成功提供基础设施服务、使用和养护是十分关键的。这一时期正是发展中国家基础设施大量不足,发达国家的基础设施开始大量衰退的阶段。结果,人们越来越频繁地看到有关工程师缺乏及其需求的新闻头条,工程能力的不足被认为是制约发展的最大障碍。

1994 年后南非民主政府面临的挑战是,由于种族隔离政策造成的大量发展滞后变得更加恶化,从而导致一半以上的人口在享受基本服务时受到限制或无法享受到这些服务。因此南非现在正着手公共部门的基础设施建设,投入高达 5000 亿兰特(800 亿美元),确保预期 6% 的增长,这也是刺激就业和减轻贫困的需要。扶贫周期,如图 7-3 所示,概括了发展经济整体和经济基础建设的需求,以刺激经济增长,实现国内良性发展,来解决食品安全、教育和医疗设施问题,提高劳动力整体水平。

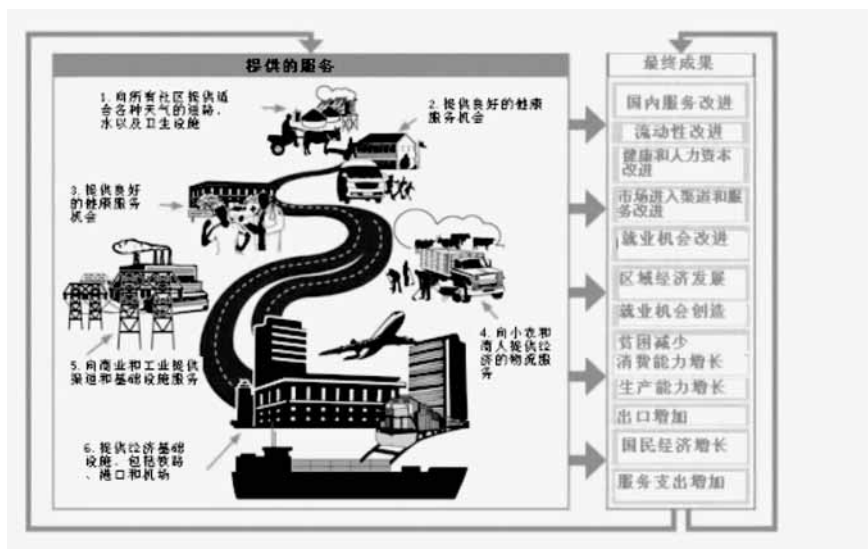


图 7-3 跳出贫困陷阱

然而,工程师不足的状况被轻易地掩盖了,因为人们没有理解它的真正含义。各国可以仅仅从别国挖来工程师吗?这仅仅是在招聘页面上放置更大、更好、更多的广告就

能解决的问题吗,或者是全球性的挑战?是否应当建立新的工程院系?或是否存在需要解决的系统性问题?若不进行详细研究,这些问题不可能轻易得到答案。

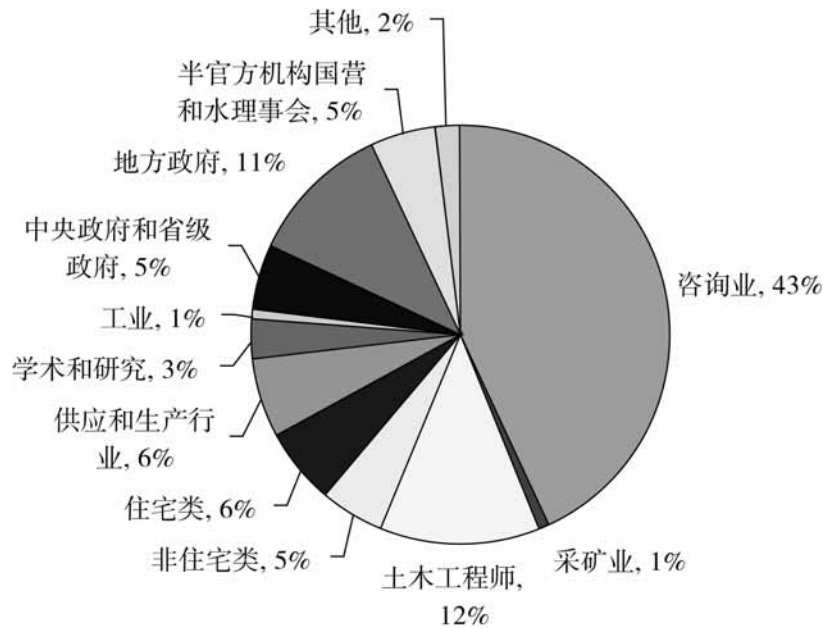


图 7-4 2005 年 4 月南非土木工程职业人员的分布

研究项目

2003 年,南非土木工程协会开展了一项综合研究。该项目统计了南非所有土木工程师、科技专家以及技术人员数量、年龄、性别和民族档案,为了理清各种制约因素,找出解决方案来克服这个令人苦恼的挑战。结果发现,国内大约有 15000 名土木工程师、科技专家和技术人员,分布在各个行业部门。

2005 年 10 月,《数量和需要:解决土木工程专业不平衡问题》^①出版了,该书明确阐述了土木工程专业从学前教育时期到退休之后存在的瓶颈问题。私营和公共部门的雇主们都采纳了这部书得出的研究结果和建议,来克服培训、招聘以及留住人才的挑战。同样,政府也采纳了相关研究结果和建议,以指导政策的制定,为教育、就业和基础设施建设制定预算。

研究结果

需求

私营和公共部门的工程师短缺情况都得到了确认。例如,1998 年曾进行过一项研究来确定未来对水泥的需求。图 7-5 显示出当时计划的高速和一般公路的建设方案。红线表示 2005 年 9 月该书开始印刷时的实际数字,表明有必要增大数字使之与先前繁荣时期的就业人数相似。建筑业 20 年来一直处于衰败期,很多为 20 世纪 70 年代和 80 年代

^① Lawless, A. 2005. Numbers and needs: addressing imbalances in the civil engineering profession. Midrand: SAICE.

早期的繁荣期培训的工程师和技术人员早已离开了这个行业,也离开了他们的国家。那些曾受过培训,且仍留在这个行业的都是生育高峰期出生的人,这些人已经开始到了退休年龄,并且在接下来的5~8年里这类人的数量会非常多。

供应

当分析供应的时候,发现了很多制约供应的因素。家庭环境、家长指导以及学校教育方面的劣势限制了很多学生进入高等院校。为了增加不同高校的入学人数,入学标准被降低,这导致高辍学率,为完成学业学生要花费比最短周期更长的时间。高等院校资金不足导致职位编制减少,在某些情况下,造成合格的、有丰富经验的授课人员不足,装备整齐的院系不足等。此外,技术人员的文凭课程结构要求学生要在完成最后一个学期学习之前要在工业部门实习一年。然而,尽管工程师这么短缺,工业部门也不愿意雇用任何工作经验少于五年的人,因此这种摆脱不了的尴尬情形妨碍了学生的正常毕业。

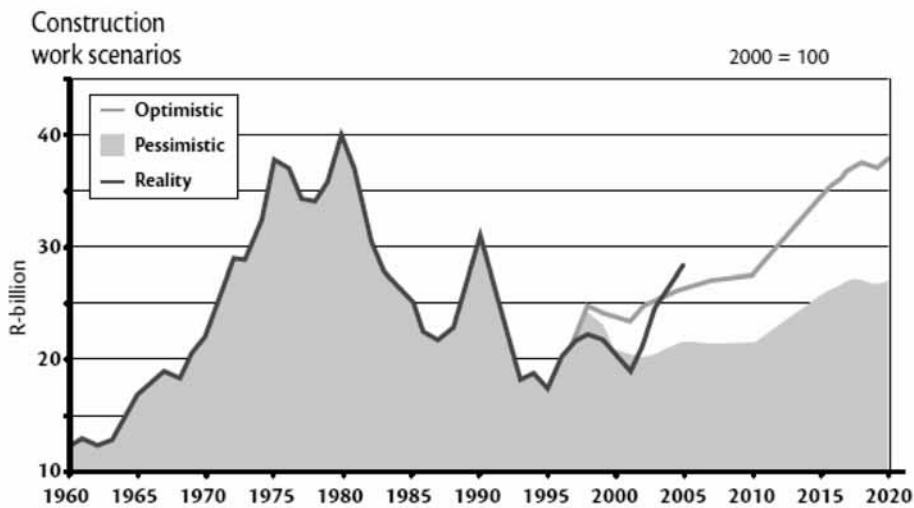


图 7-5 南非土木工程支出和预计支出

图 7-6 在土木工程师培养支出上叠加近 40 多年的毕业模式曲线。如图 7-6 所示,随着开支大幅度增加,毕业生人数相应地大幅增加。可悲的是,工作场所培训的不足、性别歧视、优先雇佣行动(现有的经验丰富群体为白人男性)、起薪较低等情况也在研究报告中提及,而这些问题的结果就是学生不愿意作为工程师毕业,也不愿意从事工程工作。

人们发现经验丰富的技术人员正在离开工业部门,原因有很多,包括失望(见下一节)、在其他领域有更好的前景,或是接受了利润丰厚的国际合同。

驱动因素和抑制因素

经济发展的驱动因素是人类发展的重要组成内容,包括:

- ◇ 增长
- ◇ 资金充裕

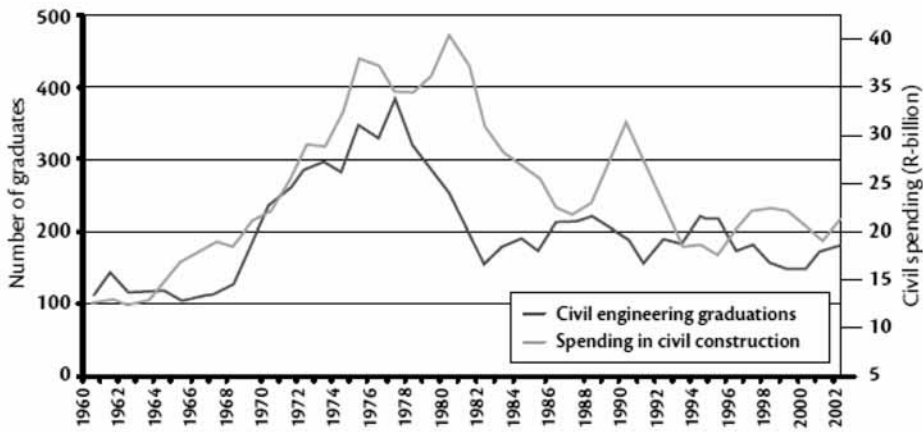


图 7-6 南非土木工程师支出与土木工程专业毕业生

- ◇ 有利于健康发展的政策
- ◇ 合适的利率、汇率和低通胀
- ◇ 制度建设能力

抑制因素显然与它们相反。只要所有这些因素都是有利的,私营部门的发展就不会受到阻碍,近年来塔式起重机不仅美化了南非的城市,也见证了私营部门的活跃度。

尽管第 1~4 条对今天南非的公共部门来说不是重大挑战,然而第 5 条以及不断变化的制度环境却有所不同。例如,设立中央支持部门(比如财政、人力资源等)来辅助技术人员。然而,这些支持部门却制定并施行了无数条规则,而不是提供技术能力。因为这些部门乐于在工程建设中发号施令,而不是提供支持,成为阻碍发展的瓶颈。工程人员的专业技能和判断不再受重视,也不再被理解,技术人员被迫接受不恰当的决议或渎职,这些都完全违反了合理的工程原则。结果就是,工程人员开始逐渐而且很稳定地从公共部门向私营部门流动。

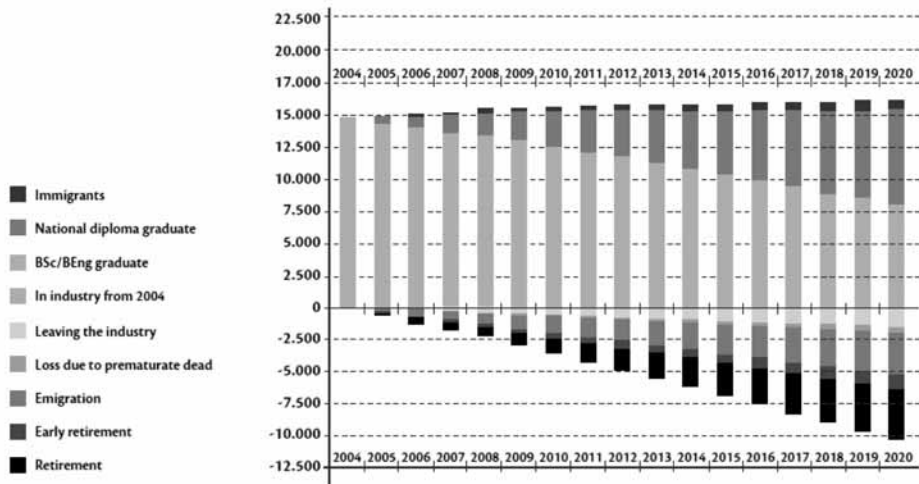


图 7-7 土木工程师人员“以静制动”获得技能发展的途径

建议

从图 7-7 来看,如果不采取行动来增加土木工程专业毕业生进入该行业的人数,到 2020 年南非实际的数字几乎不会与当前数额不足有所不同,因为来自高等院校毕业生的补充将会被行业人员流出引起的损失抵消掉;这些人离开该行业、退休或去世。显然,我们必须采取多项举措来增强该行业的工程能力。

就业指导

图 7-8 表明 2005 年毕业的土木工程专业学生的分配状况。很明显这种糟糕分配状况需要重视,因为其中有巨大的潜能等待开发,并且很少有工程师愿意去偏远的农村地区工作,除非那些地区是他们长大的地方。几个国家部门现在已决定支持偏远地区的就业指导,以缩短差距。

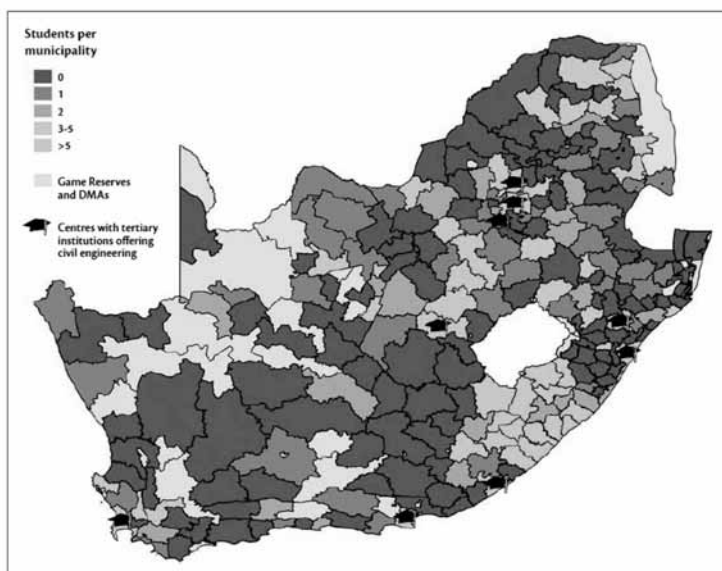


图 7-8 2005 年土木工程专业学生的籍贯

教育

尽管已经吸引学生接受高等教育,但辍学率却非常高。很明显,目前各学校的教学状况需要改革。伦敦数学学会在其文件《解决数学问题》^①中阐明:

“……最近高校数学的变化……已大大地不能胜任对那些数学水平高于学校水平的人的继续培训……当面临需要多个步骤解决的简单问题时,分析能力出现显著下降……”

他们将此归因于当前学校的系统教学方法是设定按部就班的问题,而不是教学生基本原理。经过很多努力之后,这个信息已为人所知。

^① London Mathematical Society 1995. Tackling the mathematics problem, p 42. Available at: <http://www.lms.ac.uk/policy/tackling/node2.html> (Accessed: 27 May 2010).

南非教育部引入一套新的高中数学课程,自2008年起实施,这将确保更多即将毕业的学生接受严格的数学培训,以适应工程师培训和其他大学课堂的分析性课程。这是工程教育的一个突破,但实际上这一措施的成果只能在多年以后才能体现出来。

该研究估计,重建基础技能需要的土木工程毕业生人数将有所增加,特向南非政府建议每年工科毕业生的总人数应当从1500人增加到2500人,还应当提高科技类大学的毕业生数量。令人高兴的是,这些建议已被认真采纳,大部分高等院校已经获得实质性投入(总量超过5亿兰特或8000万美元),用于规模拓展、更新并提高工程院系的人才培养水平。在过去的2~3年内,入学人数已经增加,这预示毕业生人数在实现建议的增长量上呈现好兆头。2008年期间,一项进一步的研究项目启动——作为第一个项目的延伸——用以评估是否需要更多讲师、更多学术发展职位等,希望研究结果能进一步改善学术环境和学术成果。

归国

私营和公共部门都已经积极参与国际人才竞争,比如“归国运动”,鼓励那些早期离开的人回国。好几个组织都已经证实该项目取得的成功。

返聘

要想取得最快的成功,可能通过返聘那些已经离开该行业或退休的人重返岗位来完成。前者一般可以因“价格合适”受到鼓励而回来。在该研究进行期间开展的薪资调查指出,从事土木工程的薪酬与那些从事其他工程学科,尤其是其他行业的薪酬相比存在不一致。在过去的三年里,私营部门的员工薪酬增加很快。为了挽回许多已经离开的人,公共部门目前正在研究其薪酬水平、基薪表以及是否需要向稀缺技能支付额外费用。

退休人员分类为返聘提供了最为有趣的机会,但需要特殊的方法。退休人员很少会自己主动搜索招聘专栏来寻找工作机会。很多专业人士是通过他们的协会杂志或其他媒体来跟上技术创新的步伐,并分享他们的知识。很多退休的工程师可以通过兼职或短期合同的形式进行聘用,方法很简单,就是给那些协会资料库里的退休人员发邮件,提供可以吸引他们兴趣的项目。

职业培训

研究发现年轻人很少能得到充分的职业培训,因为在生产年龄群体中土木工程人员严重不足(图7)。

造成的结果就是,已被受雇的员工很少有时间向实习生讲解、监督或检查实习生的工作。这就意味着年轻毕业生很少能够直接进入这个行业并取得进步。

由于在安定的年代里退休年龄被普遍降低,很多退休工程师退休时还比较年轻,他们适合并且也准备好接受新的挑战。因此,任何一个重点项目开始实施时,聘请已退休工程师,并给他们配2~3个学生或毕业生,能解决很多项目工程能力不足的问题。这个双赢的模式已被南非政府积极采纳并资助,这也是此项研究的目标结果。这一举措不仅

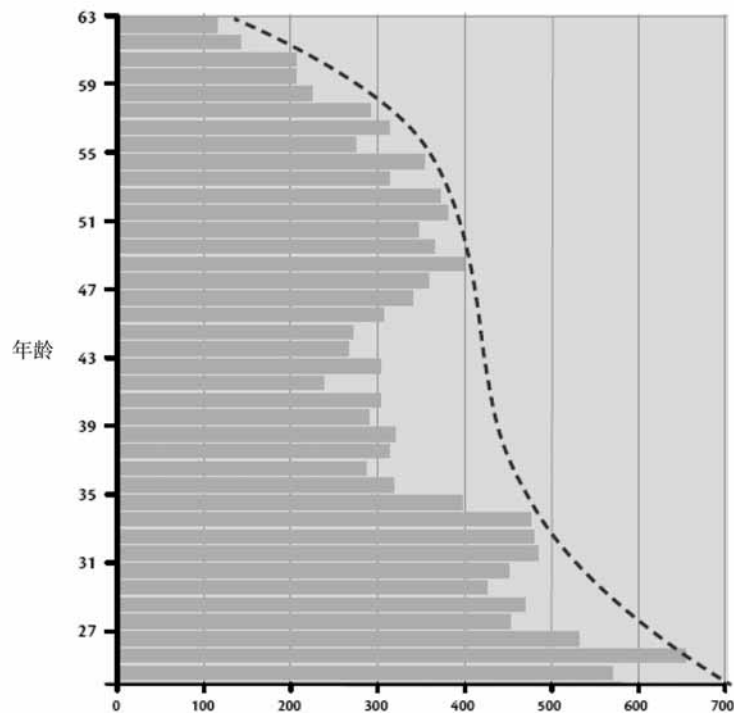


图 7-9 2005 年南非土木工程师年龄分布

能帮助促进服务供给,同时还为培养新一代工程人才作出贡献。下面的方框突出强调了采用该模式可以产生的巨大潜力。

退休的智慧

利用退休员工的能力并不是南非独有的,所有存在技术短缺问题的国家都应当考虑。通过使用退休员工来增强能力的研究发现,加拿大*人认为老年人很难放慢速度,错过贡献力量。通过采访一些南非退休人员,发现他们强烈希望能将他们在辉煌的职业生涯中积累的知识和专业技能再投入到工作中去,并与年轻人分享。下面是一张工地会议的照片,阐释了“退休的智慧”的内涵。



© A. Lawless

* Available at: www.volunteer.ca/volunteer/pdf/OlderAdults - Eng. pdf (Accessed: 27 May 2010).

研究发现结构化职业培训对于毕业生的职业注册至关重要。根据当代的底线意识培训趋势,大多数毕业生接受的培训,仅仅能够帮助他们完成特定的任务,并为公司赚取收益,并不能使毕业生理解如图 7-10 所示的整个项目周期,也不能使他们成为能够带领发展方向或独立工作的合格专业人才。就培养工程专业领军人物而言,这不仅是个问题,而且因为明显缺乏机会和看似无出路的职业,导致毕业生对该行业彻底失望。最终结果是,该行业损失了年轻人,或者过多员工不断跳槽,却学不到专业技能。当公司被问及这个问题时,他们争辩说今天的毕业生“已不再是过去那样了”,而需要花费更长时间培训。

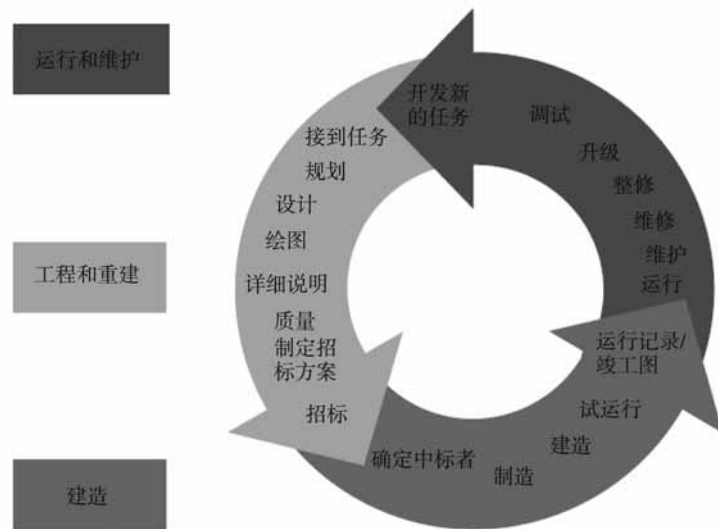


图 7-10 项目周期

针对这一问题,政府制定关于结构化职业培训指导方针,包括心理和能力测试,指导公司运用最恰当的方式,根据他或她到目前为的进步对每个毕业生做出评价。这个阶段被包装成“候选人阶段”,与之相反,税收奖励或技能征税将会付给那些雇主,鼓励他们再次开展坚实的职业培训,这开始于 20 世纪 70 年代和 80 年代早期的生育高峰时期。方框中“案例研究”介绍了首批正在接受结构化职业培训的地方政府团队之一。

案例研究

学习职业的诀窍

在职场游刃有余的唯一途径是在经验丰富的专业人士指导下获得实践经验。学习理论家 Skinner* 认为,专业技能的发展不能靠机遇,需要综合的正规讲授,最好在一对一的基础上。下面,学生和毕业生在各自导师的指导下在车间练习土木工程技能。

学生和毕业生协助解决农村供水

祖鲁兰市负责向近一百万的人口提供水和卫生设施。人们发现技术人员经验不足,不能肩负重任,需要对他们进行项目周期所有环节的专门培训。一位经验非常丰富的资深工程师每周给 13 名初级土木工程员工上一次课,给每人设定下周的任务,练习刚学到的技能。经过 18 个月的集中职业培训,他们都精通了勘察、设计、计算机辅助设计、招标程序,还能在向成千上万人供水的重大工程项目建设中进行初步尝试。这种模式为整个行业发展结构化方法奠定了基础。

* Skinner, B. F. 1953. Science and human behavior. New York: Macmillan.

外事能力

因为很多工程项目的动工日期还没有定下来,如果上述所有行动都成功,且各项目交错进行,国家将有足够的应对各种发展挑战。如果项目被提前,或项目的数量或规模大幅上升,有必要利用外国技术,无论是建立在短期的基础上还是通过专门的移民方案。

作为“优先技能加速发展联合倡议”的一部分,高级政府官员已经开始行动争取获得全球退休专业人员的技能。很多国家对这一点给予支持,报销旅费,并向这些专业人员按月支薪。从任命他们到各市公共部门任职以及到电力行业等半国营单位任职,到支持小型新兴咨询实践,这种能力的延伸将进一步促进职业培训行动的发展,对培养下一代工程专业人员至关重要。

减少损失

显然,公共部门持续的人员外流必须得到解决。工程部门在一定程度上有自治权、减少报告数量、提供更多高效的衡量绩效和收集统计数据的方法、以及高效的后勤人员,这些都对工程师处理好工程事务至关重要。薪酬评估、工作环境、奖励措施等,都是需要雇主考虑的重要议题。对服务供应商的适当管理是十分关键的,确保公共部门能够重建一批令人羡慕的公务员工程经理库。在《数目和需求》以及续集《地方政府的数目和需求》给出的许多这样的建议,(2007 年 11 月出版)目前正被公共部门采纳使用。

整体效果

图 7-11 表明很多举措在短期以及长期对土木工程专业人员数量将会产生的影响。长期能力将源自更多高等院校的优质教育以及在经验丰富的专业人员指导下进行系统的职业培训。

短期内的差额将由归国、返聘和减少损失的办法来补充,就是对那些已经拥有专业知识的人才实行积极的吸引和挽留策略。据初步估计,要迎接 2010 年发展的挑战,还需要另外 6000 名土木工程专业人才。同时研究还发现,大约 6000 人早在经济发展萧条时

期就离开了这个行业,只要就业政策和机会有助于吸引员工回来,情况在某种程度上还是乐观的,很大一部分人可以被召回工作,直到年青一代来接班。如果没有进行详细的研究,即使有变化也是极少数的。

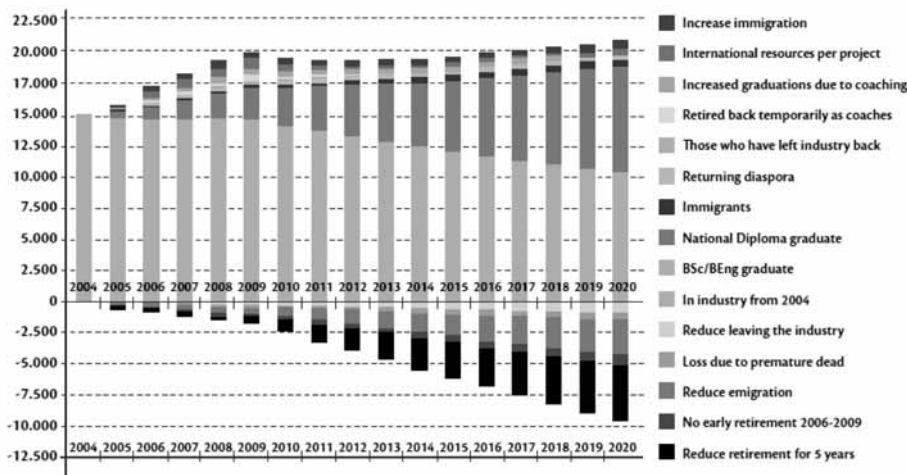


图 7-11 短期和长期的技能发展措施

结论

“除非进行测量,否则你不知道要去哪里,也不知道该如何到那里。”

——Maria Ramos

为解决一切技术困难,重要的是判断并了解供应和短缺的各个方面,制定并支持各项策略,重塑能力。南非科学技术部部长 Mosibudi Mangena 十分详细地写道:

“科学技术被认为是创造财富和提高所有人生活质量的中心……千年发展目标……可以通过促进工程部门的发展和对抗该领域的衰退来更好地实现。”

如果没有这些资料和数据,南非正在开展的技能发展活动将不能得到公共和私营部门以及国家政府决策人的支持,他们正决心重建工程技术基础。

各工程机构了解所面临的技术挑战。通过他们开展定性、定量的改革,以实现工程能力的重建。虽然这个建议听起来可能过于理想化,也许不可能实现,但 Malcolm Gladwell^① 在他的《引爆点》一书中指出,只要有三个催化剂,改革就可以启动。这三个改革的催化剂是:

- ◇ 一小组充满热情而具有影响力的人。
- ◇ 根植于人们脑海的一个重要讯息或目标。
- ◇ 一种迎接改革的环境。

工程机构充满热情,信息最为重要,因为发展、提升或扩展基础建设的需求必须与工程技能发展齐头并进,环境也准备就绪,各国正在努力实践发展计划,而没有足够的工程

^① Gladwell, M. 2006. The Tipping Point. London: Little Brown and Company.

技术能力,这些计划将成为泡影。各级工程机构,到了发挥领导作用的时候了,积极游说各阶层承担责任,支持国家重建工程技术基础。

7.2.5 澳大利亚的招生和潜力

Peter Greenwood

十多年来,澳大利亚一直苦恼于怎么使学生对数学和科学这样的科目感兴趣,怎样招到能够教这些专业的老师。政府不愿意为高校大量拨款,课程投资频出问题,学生费用不断上升,这些问题导致工程专业的入学率不断降低。雇主不愿意培训工程师,也不清楚他们需要什么样的人才。现在的状况是技能短缺现象日益突出,当它成为一个全球性问题时,过分依赖海外招聘会使技能短缺雪上加霜。目前,澳大利亚的政府、企业、教育机构和行业正迫切寻求解决方案,以避免对资源和基础设施造成负面的经济影响。

“这意味着他(新的联邦财政部长)今后工作的重点将是建设国家长期生产力……包括解决技能短缺、基础设施瓶颈……与应对气候变化的经济影响。”

Australian, 15 - 16 December 2007

学校

尽管从1980~1992年的12年间,高中学生数量翻了一番,但与科学有关的科目几乎没有增加。即使这几年间一直在努力提高高中生学习高等数学的比率,但是学生的比率在1998年约为14%,到2002年已经下降至不足12%。

这也导致了训练有素的科学教师数量的下降,学生们认为科学科目太难,只有通过一些更容易的科目才能考上大学。同时,没有一些有效的政策支持备用物资的增加,也不能满足科学与工程与技术高校的扩招。

科学和工程专业不得不分享这块日趋减少的“蛋糕”。虽然在学校开设工程课程是澳大利亚工程师协会(EA)的政策,但它可能有相反的效果,尤其在招聘老师极为困难的时候。同样,澳大利亚政府的政策在慢慢地改变,我们可以从大学每年毕业的科学家比工程师多的事实中看到一些端倪。

政府、科学家和工程专业需要携手合作创造更大的蛋糕。基于其他发达国家的状况,对科学专业和工程专业学生的需求都在增长,我们必须平衡好这两个专业毕业生的数量。实现这个目标需要鼓励合作。

联邦政府大量资助纽卡斯尔大学参与“科学与工程挑战”。2004年,政府高度重视一项高中比赛,并为比赛投资了几十万美元。在一天的校际比赛中,学生要解决桥梁建设、航行和航海等问题。2005年,政府又为澳大利亚工程师协会投资了30万澳元,进一步推广成功的EngQuest方案,使小学生对科学和工程专业感兴趣。

当前,联邦政府计划向高中提供更多的技术研究,希望那些以后想成为技术人员的

学生在离开学校时能学到一些有用的技能。高校中的有志青年也将有可能附带受益于实验室和工作间的改进。另外一个计划是在高中开设一些大学前期的科目,与本地大学的本科学分建立关系,这样有助于学生和教师人数的增长。

大学录取

开设工程学士学位

“澳大利亚工程师协会和澳大利亚技术网络签署了谅解备忘录,联合向潜在的学生进行课程改革,推广工程事业,以解决2万~3万工程师的短缺。”

Australian Financial Review, 25 January 2008

Unis 工程的技术革命

“澳大利亚技术网络为国家26%的工程专业毕业生提供工作,它将面对高中14岁左右的学生,培养国家未来的工程师,努力缓解该行业的人才短缺。”

The Australian, 30 January 2008

最近10年,澳大利亚每年约有5000名工程师从大学毕业。根据不同的预算,招聘一名工程师的花费高达30000元。在最近10年间,学生或雇主都没有充分认识工程技术和工程专业的数量。因此,工程师短缺的同时,技术人员的供应也不足。

上一届联邦政府为应对高校资金的缩减,在大学里为工程师设置了1000个职位。这样的转变似乎是认识到了工程师对经济的重要性,(基础设施项目影响主要资源出口项目。工程师的短缺对基础设施项目的确是一种冲击)。2008年报考工程专业的结果非常鼓舞人心。

“与2007年相比,2008年不同的地区报考工程专业(在某些情况下,包括硬科学)的人数高出5%到16%。整个澳大利亚申请大学的人数下降超过2%。其中一项原因是毕业生在资源性行业普遍获得高薪。”

Data from Boom in the Hard Sciences, Australian, 13 February 2008

前一届联邦政府建立了一些“超级”技术学院,这样的改革为职业教育和培训提供了支持。新联邦政府也鼓励学校提供技术培训,继续改革早期的政策(学生在选择职业道路时,首先选的是大学而不是技术学院)。现在联邦政府计划在未来4年内设立50万个技术培训职位。一些大学也正在从附近技术学院寻找合作机会。

确保政府真正理解技术工程师和专业工程师职位之间的差异是非常重要的,并且需要一些平衡办法,克服工程技术人才的短缺。

对能力的影响

澳大利亚工程师协会在最近出版物中使用了高校统计的招生数和毕业生数。但由于缺乏可用的数据,对工程师需求的估算很困难。澳大利亚统计局缺少对工程师需求的统计数据,这是一个很棘手的问题。他们只是不定期收集一些数据,而不是每年都收集。

工程师的分类使用和学科分支,以及专业和技术人员之间的分配,也给结论的准确性留下了疑问。

一个有关联的问题是,在澳大利亚人们对“工程师”和“工程”的意义缺乏认识。在澳大利亚,这些词不会像在其他国家一样受到法律的保护或定义。这意味着由于列入许多非工程师人数,数据可能有误。“工程师”有时也被归为“经理”。

另外一个障碍是收集数据的成本昂贵。只有那些了解工程人员和经济、建设和基础设施的运作、采矿、制造业和信息技术项目之间联系的人,才会认识到工程数据的价值。

技能的短缺突出了政府需要清楚理解训练有素的工程人员的概念。这种理解必须包括工程人员所做工作的真实范围及其在经济中许多领域的关键作用。行业和专业必须为过去承担一些责任。它们现在必须与政府合作,以确保我们对未来有合理的数据。

澳大利亚工程师协会已经采取临时的方法调查工程公司和工程人员,并发布了关于公司薪水的状况,工程统计手册的年度数据,还设立了一个技能短缺指数。图 7-12 的柱状图中的最新数据显示,大多数工程学科的指数存在持续下降的趋势。采矿工程的最新数据反映了它在资源型产业中的可怕位置(指数为零)。

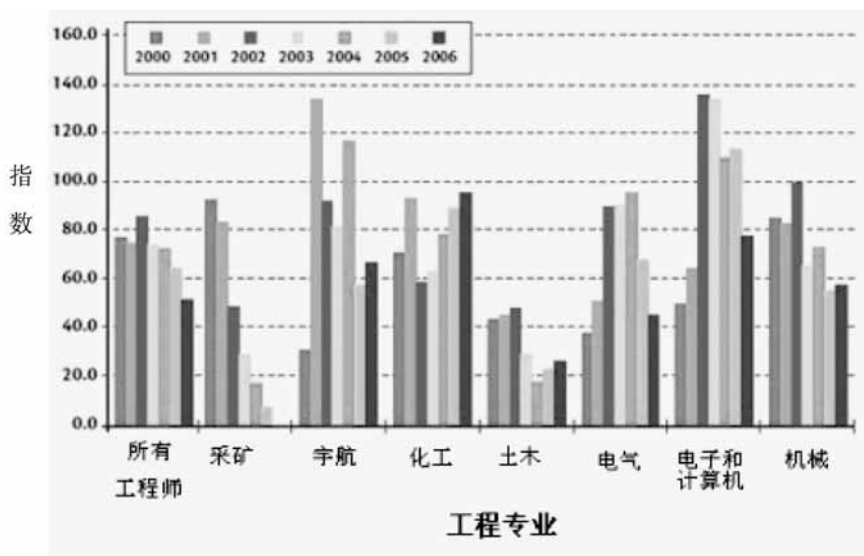


图 7-12 澳大利亚工程能力短缺指数

由于这些严重的短缺,一些关于本科生提前退学、教技术的老师离开讲堂而从事工业、学徒被说服缩短培训时间的传闻就不足为奇了。面对企业的情况,增加这些方面的劳动力就理所当然了。

但是,有人认为技能短缺还会再持续 5~10 年,他们担心工程人员中培训不够、学历不足的干部会越来越多。同样的道理,也必须考虑到对专业持续发展的压力。随着退休、女工程师的局限和兼职工作的不足,技能短缺可能会无限期的持续下去:“另外一个影响工程人员数据统计的问题是需要重新定义工程师行业。世界上关于工程学士学位

的年限有很多争论。但雇主对未来毕业生工作的要求却很少。大部分的争论似乎是偏向避免时间过长而浪费。这种方法在毕业生供不应求时得到了一些支持,但是关于高学历,中级职业培训和发展的争论却很少。”



© UNESCO/L. Spooner 澳大利亚“学习操作”

进一步发展

许多年来,工程专业毕业生的薪水与其他行业相比,毫不逊色。然而在后来的职业生涯中,工程职业的薪水却没有跟上。现在资深工程师的薪水大幅上升。一段时间以来,工程专业毕业生一直希望有一些非货币性的福利,如毕业生发展计划。为了留住员工,越来越多的雇主对员工的需求作出回应,甚至购买海外培训公司,使海外培训在机构内部进行。

学生选择快速成功之路

南澳大学和西澳大利亚的默多克大学对缩短工程学位年限的要求强烈,第一志愿报考这两个大学的人数增长了 80%。

Australian Financial Review, 18 January 2008

技能短缺表现出的另一个悖论是雇主为了留住女工程师,用各种办法吸引住她们。即使是以前被遗忘或被低估的年老和退休的工程师现在也受到了礼待。他们除了填补职位的空缺,还为找回长期被忽略的知识资本带来额外的好处。

建筑大师、澳大利亚首席经济学家 Peter Jones 在报纸上指出,建筑方面的工作在去年第四季度有所下降,该行业挣扎着应付生产能力、技能短缺和投入价格上涨等一系列问题,他说“州政府正计划为基础设施建设投入经费,还准备完成一个坚固工程管道的工作”。

不久前,卡里克高等教育学习和教学研究所发表了关于这一主题的最新报告《为新世纪解决工程毕业生的供应和质量》详见: www.carrickinstitute.edu.au

挑战

有句老话,生意兴隆时,战略规划执行地越少——虽然目前的繁荣由于缺少技术熟练的工人正在被削弱。

然而,现在仍有一些影响未来的短期战略决策被提出来。澳大利亚工程师协会(EA)严格地制定长期和短期规划。它必须努力影响其他利益相关者,使他们在全球范围内做出既着眼未来又顾全短期利益的决策。

EA 在确保工程师、科学家、科学教师、大学、雇主和政府之间的协调与合作方面发挥到了作用。

澳洲大学联盟的首席执行官 Glen Withers 说,需求的变化突出了新的规划制度的必要性,以充分预见对不断变化的专业、技术和熟练劳动力的需求。他说“这正是目前所缺乏的”。

The Australian, 13 February 2008

引导学校学生接触科学、工程和技术是一项长期的挑战。在全球性技能短缺的背景下,这个行业必须确保工程专业的学生完成学业,而且重视持续的专业发展。因此,国际上对工程学士学位课程长度的争论不应该因为技能的短缺而消失。

技术移民和澳大利亚各大学的海外毕业生加快了本国人才的外流,并影响澳大利亚各大学的课程和数量。这是一个全球性的问题,涉及道德、经济和管理方面,有必要制定一些政策。上述的讨论中,许多活动发生在其他国家。但是我们可以互相学习。WFEO 鼓励信息共享,鼓励国际利益相关者参与解决这些挑战。

7.2.6 继续工程教育和职业发展

Mervyn Jones

21 世纪所面临的许多挑战所引发的诸多问题都与工程教育问题有关。^① 在工程教育方面的现实是,由于没有足够重视工程师终身学习的需求,从而给早期工程教育带来了不当的压力。而另一种新颖的观点则对终身学习给予极大的认可,并对在继续工程教育(CEE)中扮演各种角色的人物进行了综述。鉴于不同人的不同动机,为继续工程教育制定配套的政策就变得很难,更不用说发展和实施了。因此,制定继续工程教育的质量评价指标就显得相当重要。

简介

回顾 20 世纪给人留下深刻印象的工程成就,它们改变了我们的生活方式,我们常常认为它们是理所当然的,但在 100 年前,几乎没有人预料到这些成就。取得这些成就的原因在于,那个时期的工程师熟练掌握当时的知识、理解基本原则,善于分析,勇于挑战,并且在稳固的基础上,能够进行创造性的思考。显然,迎接 21 世纪的挑战,就要把工程

^① For more information: <http://www.engineeringchallenges.org>

学(和科学)放在解决人类面临问题的核心位置。尽管只靠工程学和科学不能解决这些问题,但是——随着经济和政治因素的影响——如果没有工程师和科学家的贡献,人们不会取得如此大的进步。

工程师能够带来符合劳动力的各种技术的发展,并对许多大小企业的胜利起关键性作用。然而,人们总是抱怨拥有匹配技术的工程师数量太少。改变这一现状的办法是存在的,但一些办法需要时间才能产生效果。世界迅速的变化着,许多公司的专业工程师人员的规模正在减少。在一个公司终身任职的可能性——20世纪的一大特点——很明显已经发生了变化,这影响了公司对内部工程师长期发展的观点,因此,每个工程师肩负起更多的责任。当前,继续工程教育组织还没有及时意识到,在未来,工程师要为自己承担一切。

撰写报告的过程中,UNESCO 逐渐意识到工程、工程专业以及工程师教育对全球发展的重要性。国家工程院对20世纪取得的成功和21世纪面临的挑战进行了观察,并做出一个有趣的对比,即工程师所面临的挑战的性质正在发生变化。依据工程专业的角色和其对社会的影响,人们会在一个更加宽广的范围内来看待它,而且,工程师除了具备自身的专业工程知识外,还要具备一套更广泛的技术。

随着知识的大爆炸,工程师在自己的专业技能上不得不更加专业化,反过来,就迫使他们在初步教育期间就要做出明智的选择。唯一解决宽度和深度间矛盾的办法是第一学位只提供初步教育,而继续工程教育或继续专业发展才是重要的。同时,今日的全球竞争和职业流动,导致工程师花费更少的时间在单个员工身上,而且个人肩负着更多的职业发展责任。

由于学习工程学的学生数量不足,至少英国^①和美国^②在国家层面都表达了他们对培养的专业工程师是否能满足当前和预期需求的担忧。更多的担忧在于工程师的初步培养上,包括提高初步培养质量的种种问题。^③ 职业生涯比初级教育长,其重要性是毋庸置疑的,但对继续工程教育的关注相对较少,尽管有趣的研究报道称(Bines and Watson, 1992; Burgess, 1997)^{④⑤},各种因素共同影响着工程的发展。工作实践日新月异,当制造业逐步全球化,人口流动正在发生、发展时,工业荒废随时可发生。同时,当教育系统更加开放和多样化时,人口的教育水平通常赶不上技术随时随地的更新。

① Educating Engineers for the 21st Century. Report by The UK Royal Academy of Engineering June 2007, ISBN 1 - 903 - 496 - 35 - 7.

② Rising Above the Gathering Storm; Energizing and Employing America for a Brighter Economic Future. 2005. National Academy of Engineering Report, Washington, D. C.

③ Crawly, E., Malmqvist, J., Ostland, S and Brodeur D. 2007. Rethinking Engineering Education - The CDIO Approach. Springer, 2007. ISBN 978 - 0 - 387 - 38287 - 6.

④ Bines, H. and Watson, D. (eds). 1992. Developing Professional Education, SRHE and Open University Press, Buckingham UK. ISBN 0 - 355 - 09710 - 3.

⑤ Burgess, R. G. (Ed). 1997. Beyond the First Degree: Graduate Education, Lifelong Learning and Careers, SRHE and Open University Press, Buckingham UK. ISBN 0 - 355 19976 - 3.

我们应该首先认识到,一位获得工程学位的学生还远远不是一位成熟的专业人员。尽管他已经打下了重要的基础,但他的职业生涯才刚刚起步,在本文中,继续专业发展扮演着重要的角色。

专业工程技能的发展

工程师除了具备基本的技能,还应具备有效沟通能力、业务和管理能力、团队合作和领导能力、道德和全局意识等。某种程度上,以上这些基础能够,也应该编入教课程中,但这是很有限的,内容过多则会牺牲技能,而且在同一时间并不能使上述任何一个技能达到足够的深度。尽管我们建议工程学课程覆盖广泛的重要科目,但不应该忘记,在教育过程中首先也最反映一位工程师的关键特征,是对技术工程学科的全面理解,分析和解决问题的能力以及在学科的基础上提出创新的解决方法。

识别一位理想的专业工程师的关键特征是相当容易的。大体上可归纳为四个不同的方面——“个人”、“技术”、“专业”和“管理”,正如图 7-12 的四面体所示。虽然这四个方面引人注目,但不能同等重视,因为每个特征的重要性随着个人、职位或职业生涯而不同。然而,指明一个工程师要具备广泛的竞争力是有益的(尽管“竞争力”这一词应小心使用)^①。这些特征将在表 7-1 中继续阐述。

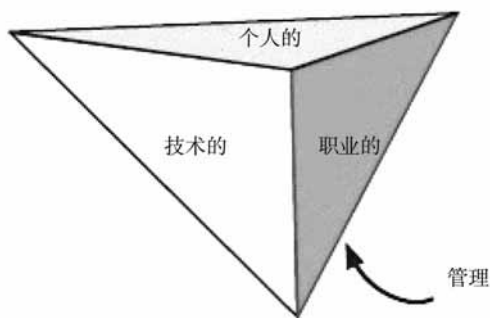


图 7-12 工程专业的特征

表 7-1 专业工程师的重要特征

技术	数学思维能力、扎实的适当基础科学的知识、良好的专业学科知识、当前知识的掌握和实践
个人	学习和主动学习的能力、有限知识的意识、良好的沟通能力、国际视野
专业	致力于高标准、个人和道德责任意识、处理不确定性的能力、有效沟通的能力
管理	团队工作能力、管理概念和问题的意识、领导和管理个人的能力、财务和技术资源

^① Barnett, R. 1994. The Limits of Competence; Knowledge, Higher Education and Society, SRHE and Open University Press, Buckingham UK. ISBN 0-355-19341-7.

人们对于这个表格可能有广泛的共识,但是,当涉及职业生涯的各个阶段,什么时候考察一个工程师应该掌握的细节,又怎么来制定,又通过何种机制来筹资,这一共识便开始瓦解。

专业工程发展的局限

高等教育机构对继续专业发展适当而有效的促进是有限的。大学不一定是这种发展最合适的地方,但我们不应该独立地看待继续专业发展,并把它与初等教育分开。在职业生涯中,总有比较合适引进或开发其他特殊技能的时刻。重要的是要认识到这一点,并着眼于整体,建构教育系统体现出这一点。在某种程度上这可能被视为一种落后的观点;如今经常听到员工的意见,新来的年轻工程师并没有足够的团队工作经验和有效地沟通能力,特别是那些不熟悉公司运作、不懂得业务如何进展的工程师。毫无疑问,这些都是工程师所必须具备的、重要的特征,但是,这必须从整体技术能力的广泛范围来看待。我们完全认同,失败有损于最佳业务的运营以及今日的竞争压力,而企业依赖于工程师,就必须寻找和招聘有能力的工程师,并对他们的工程技术表示适当的认可。^①

继续工程教育舞台上的演员*

工程师

知识的陈旧和一个保质期有限的学位经常被人们提及。虽然人们普遍赞赏知识不断增加、工程实践和技术不断发展,第一个学位对奠定基础是至关重要的。这些基础的重要性会变化,但变化的速度相对较慢。然而有一点是明确的,当工程学知识增加、工程实践变化时,初步形成的重要组成部分不仅是传授青年工程师基本原理,也要培养工程师思考、提问和表达自己的能力。在这方面初等教育应该奠定基础,然后在这个基础上进行继续工程教育,以满足更多的专业需求。不幸的是,人们并非总是从这个角度来看。在个人和公司之间总能找到满足最小共同目标的要素,因此,如果我们要提高专业教育的水平,必须保证制定并实施鼓励参与的所有机制。

员工

作为工程师的员工必须是专业的,并满足公司业务需求。对于那些业务取决于工程师的公司来说,这些工程师必须掌握最新的技术和实践,同时也是“最新的”工程师,因为这样才能维持该公司的工程竞争力。但是无论是私企还是政府组织或非政府组织,财务预算都需要有一部分分配给公司工程师的继续专业发展。根据不同部门、不同公司、不同时间,分配也有所不同。另外,由于教育基本上是一项纯支出,

^① Jones, M, E. 2003. Challenging The Education of Engineers for the Globalizing Economy, Proceedings of 31st Annual SEFI Conference, Global Engineer: Education and Training for Mobility, Porto Portugal, 7 - 10 September. A. Soeiro and C. Oliviera (eds.), ISBN 972 - 752 - 063 - 4, pp. 102 ~ 106.

如果预算紧张,需要减少一项没有直接影响的预算,这使得工程师的继续教育往往在预算周期内受到影响。与此相反,和初步教育相比,公司并没有马上意识到同样的方式下或同样的时间尺度内,支出变化所带来的影响。因此,人们可能简单地认为,一个公司要满足其培训需求和工程师的需求,要根据财务状况而定。虽然从教育的角度完全可以理解,但不幸的是,理想的继续发展和经济状况无关。可笑的是,员工的教育质量是有助于公司在经济不景气时期适应或生存下来的因素之一,但也是雇主容易忽略的因素之一。继续工程教育的另一个挑战性特征是,一个公司在迅速发展时期,可能因为人力资源迫于承诺的压力而不愿意裁员。相反,公司在困难时期,可能会因为预算的压力而不能裁员。当公司主动与学术机构联系,并深入广泛的了解该机构的活动,这对公司一定有很多帮助的。这已经被开明的公司或“蓝筹股”公司所使用,但是他们并不是工程师唯一的雇主,这些帮助更需要向小公司强烈推荐。

专业机构

大部分国家都有一个或多个代表工程师的专业机构。他们举行各种不同形式的活动,主题包括:确定专业的能力标准、会员坚持的行为准则、专业的政府代表、提高工程师的地位等。这只是除了学术、信息、出版活动之外的一个方面。很明显,确保高专业标准、并进一步改善标准以保护专业的地位正是这类专业机构的兴趣所在。其中重要的一点是,确保所代表的专业教育和专业竞争力是高水准的,并且是不断发展的。专业机构的成员通常需要具备具体的录用标准,这种情况下,该机构将以积极的态度举办不同形式的继续专业发展和继续工程教育,从鼓励保护继续专业发展的日志到记录每个成员的教育和发展活动,再到吸收成员并进行继续专业发展和继续工程教育活动。不同的国家专业机构所扮演的角色有着本质的不同,但有一点是明确的,他们对继续工程教育的发展起着重要的作用。

大学

大学是个多元化的组织,各个部分对继续工程教育有着不同的理解,并通过不同的方式来反映这一点。组织的领导可能支持继续工程教育,因为一般来讲它看起来是恰当的,也是组织的一部分使命,但是实际情况是难以理解的,因为他们的政策和战略需要关注更重要和紧迫的事情。继续工程教育专业的负责人,在各大大学推广继续工程教育活动时可能会发现,很难找到合适的、有兴趣的教师,他们的回应有的漠视有的热情,有时还带有具体的目标。此外,所有的教师对于如何有效地对专业人员施教并没有达成一致的观点,因为这同大学教学完全不同。院系领导和教务主任必须平衡员工的工作时间,学术兴趣自由和创收的要求。这些不同的观点,对活动的观点有时会产生冲突,这说明,在一个学术机构中,建立一个平衡的、客户为导向的活动是极具挑战性的。继续工程教育除了有经济优势外,还有其他一些优势,例如,它们为拓展专业联系、为研究和咨询的发展机遇提供了激励措施,否则所有这些都不会发生。然而,尽管如此,学术机构的反应并不明显。特别是在工程学领域,本科和研究生教学是当前实践的最佳反应,而继续工程教育正是成功获得

这种知识的一种方式。继续工程教育和大学教学活动的连接将有助于学术知识的整合、并能够满足专业发展的需求。

其他教育提供者

和专业工程师的初等教育及知识形成不同,大学往往是垄断机构,但在继续专业发展和继续工程教育领域,情况并非如此。还有很多定位明确的机构,例如,石油工程、电路设计和检测。另外,一些专业机构还提供一整套适合自己成员的教程。类似很多课程都是由活跃的教师或退休的专业工程师进行教学的,这些拥有专业技术的退休人员积极地将学术知识和他们自己的特定行业经验联系起来。目前,私立和公立的机构中存在着直接的竞争。

* Jones, M. E. 2008. Continuing Engineering Education, Who Needs it Proc. 11th WCCEE, Atlanta (May 2008).

在精益生产和按需生产的时代,一些相同的观点会影响到教育的思想,特别是它们为提高生产效率提供可能性时。经济形势使得这种压力更为显著,但这违背了所有活动在日益增高的水平上发挥作用的目标。相反,这导致了雇主寻找可能具有最低“延迟时间”的人来补充空缺的职位,之后才会考虑是否有助于业务盈利性的运营。在当前“知识经济”的时代,重要的是有效利用教育,但是同时,我们需要意识到教育有着广泛的内容。

关于大学工程教育的本质、内容和课程,仍然有很多的争论。在其他影响因素中,这是由知识迅速延伸、实践的变化以及对吸引学生进入专业工程领域的担忧和雇主要求的变化而引起的。不幸的是,这些讨论并没有提及一个广泛的概念,即第一个学位应该只是职业生涯中终身学习的开端。然而,继续工程教育中存在着固有的不确定性和不稳定性,这些都是极其容易被低估或忽略的。由于筹资过程的不同,工程师终身学习的过程和意义并没有被充分考虑,可能只有知识的初步形成被考虑到。初级教育中没有工程师,因此,初级教育和继续教育之间有着很大的不连续性,也就不能为行业提供良好的服务。如何确认技术缺乏、一位专业人员是如何学习的、公司又是如何支持继续教育过程的,对于这些并没有做充分的研究,但却可以透露出一些有趣的信息。^①

在欧洲,著名的“博洛尼亚进程”引起了一场关于初步教育和专业形成的争论,强调教育系统的协调发展,从而促进学士和硕士教育之间更大的流动性。在某种程度上,这一进程有助于专业工程师深入理解核心竞争力的发展。

尽管解决初等教育协调发展等问题具有挑战性,考虑到继续工程教育的必要性、形式、结构以及财政职责时,这些挑战就变得微不足道。虽然继续工程教育的现状已经逐渐有所改善,但也不可能会有任何迅速解决提供和接受的方案,以使教育的提供和接受

^① Jones, M. E. 2004. Analog Design: The Development of Essential Professional Expertise, Proc. 9th WCCEE, Tokyo (May 2004), pp. 231 ~ 236.

的办法更结构化。

提高质量

很多国家都有一个良好的质量保障监管机制,以评估大学里的初级教育,尽管对大学这个词的理解和解释经常变化。^① 虽然这些同样的机构都提供继续工程教育和继续专业发展的服务,但他们只是众多教育机构的一部分,同样的质量保障机制并不适用。考虑到这一点,欧盟和美国通过亚特兰蒂斯计划,建立了名为“工程培训和教育认证的发展(DAETE)”^②的大西洋组织。利用欧洲质量管理基金会的模型,建立了一套对机构进行评估的质量准则。这已经被国际继续工程教育协会(IACEE)采用,也希望这个方法能得到更加广泛的重视,以建立质量监控、继续工程教育机构认证的强健机制,这将有助于改善全球继续工程教育的标准。

7.2.7 人才流失、获得、流动与移居

Jacques Gaillard

全世界的工程师和科学家的迁移与工程和科学的实践同步发生。人们对国际科技迁移(ISM,包括工程)的影响持迥然不同的意见,其差异源于其多态的特点,该现象虽被广泛提及,但其成本及收益,却从未被全面评估过。该问题仍然悬而未决。

近期有几个现象又激起了人们对国际科技迁移的热论,一些国家,包括欧洲的发达国家,认为国际科技迁移是人才流失。这几个现象包括共产主义体系的解体,苏联和东欧国家的专业人才转行或迁至其他国家;大规模高素质的工程师和科学家返回东南亚,近期到中国的越来越多;受人才流失现象困扰的一些国家试图改变工程、科学与技术(EST)的散居状况,将其建成制度化的网络,以便促进人才环流及信息共享,并开展国家与海外科学社团之间的合作研究项目。然而,一些发展中国家仍是人才流失频发的典型。

其中一个主要难题是如何衡量迁移问题。一直以来,由于定义不够明确,即尽管学科及其水平具有多样化的特点,但人们还是常常把工程与科学技术合在一起,因而缺乏用于观察迁移的机制。这样所产生的数据既不稳定也不准确,有时有离开记录,却没有返回记录,这在一定程度上可以说明对人才流失过高的估计。

OECD 已创立一种用于衡量迁移现象的工具——一个基于移民与出国人员的数据库^③,构建该数据库的信息源于 30 个 OECD 成员国中的 29 个国家。^④ 该数据库可以通过出生国家或原籍国识别高素质移民或受过高等教育人员的迁出率。原籍国受过高等教

① Goodlad, S. 1995. *The Quest for Quality; Sixteen Forms of Heresy in Higher Education*, SRHE and Open University Press, Buckingham UK. ISBN0 - 355 - 19350 - 1.

② EU - US Atlantis Programme 2006 Contract 200 - 4563/004 - 001.

③ The construction of this database draws on the work of Baro and Lee (2000) and of Cohen and Soto (2001).

④ Iceland is the only country that did not participate.

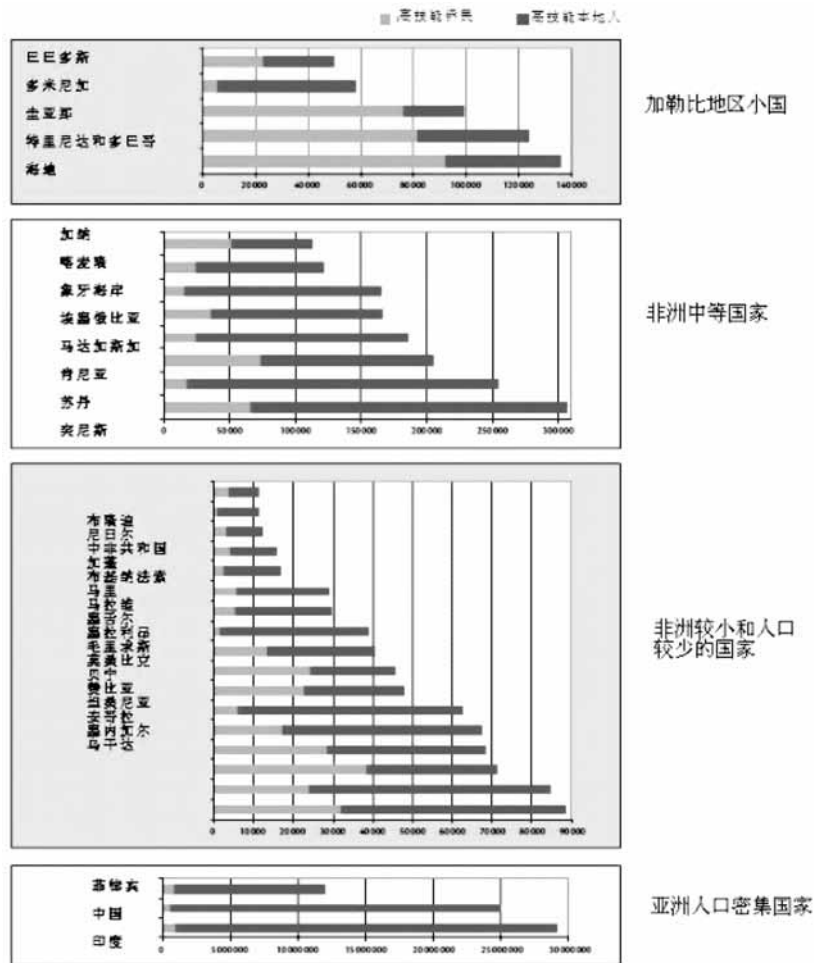


图 7-13 高技能侨民

育人员的迁出率可以通过这种方式计算出来,即通过本土出生的受过高等教育人员总人口来划分该国受过高等教育人员的移民人口。受过高等教育的人被界定为拥有大专文凭的人(所有的学科,包括工程和科学)。该数据库可以计算出高技能出国人员的总和与出生国高技能出国人员的百分比(Dumont and Lematre, 2005)。^① 结果表明加勒比海地区中小国家与非洲的高技能出国人员的百分比很高(如图 7-13 所示)。正如大家所料,在饱受内战创伤的国家(如海地、安哥拉与莫桑比克)及主要由移民组成的国家(如毛里求斯),人才外流尤为严重。黎巴嫩最近一项调查表明至少一半的黎巴嫩工程师和科学家移民国外(盖拉德, 2007)。^② 从绝对意义上来讲,亚洲、非洲及拉丁美洲国土面积较大的国家,受高技能人才外流影响较大,尽管其重要性相对较小。一份 OECD 出具的数据

① Dumont, Jean-Christophe and Lemaitre, Georges. 2005, Counting Immigrants and Expatriates in OECD Countries: A New Perspective, Conference on Competing for Global Talent, Singapore Management University, Singapore, 13 - 14 January.

② Gaillard, J. 2007. Evaluation of Scientific, Technology and Innovation Capabilities in Lebanon. Report for ESTIME/European Commission (Rigas Arvanitis Coord.), p55.

估算显示,印度有 100 多万高技能人员移居国外,但这数字还不到该国高技能总人口的 4% (3.43%)。中国高技能移居国外的人员总数达 60 万之多,但也不到高技能人员总人口的 3% (2.61%)。

工程、科学与技术散居模式能缓解人才外流吗?

在此背景下,近来的政策文件及政治谈话表明无数来自发展中国家的工程师与科学家将不再被视为危害,相反,是一种推动。此观点在许多发展中国家迅速传播,似乎获得了一致支持;工程、科学与技术散居模式会弥补国家工程与科技团体的劣势与不足。尽管该观点很有吸引力,但实施时需谨慎小心。

由于广泛的社会、技术及专业网络的发展,人们更容易获得工程信息、科技信息与专业知识,培训机会有所增加,并且出国人员与国内工程师与科学家之间的合作项目继续发展,因而,赞同散居模式的人视之为使国内的移民工程师及世界各地的科学家与科学技术人员流动的一种方式,以利于本国的发展。由于散居模式具有价格低廉、自我管理、效率高且简单易行的特点,因而受到政治家和决策者的欢迎。同时它也正吸引着海外人员,他们需要一个即使身处异国他乡,也可以为原籍国的发展做出一定贡献的机会,同时也不会因此对居住国心存内疚。在过去的十年中,越来越多的国家已主动建立工程师与科学家的数据库,把海外的科学家与国内科学团体再次联系、组织起来,并使之形成互动。然而,此方法的可持续性和有效性还有待验证。一些重要的工程、科学与技术散居模式(如哥伦比亚的红卡尔达斯与南非的南非技能留学网)的结果已经表明,实现散居模式的效果比一些人想象的要难得多,因为这些重要的制度化行为有待评估。

散居模式对非洲的工程和科技需求而言,绝不意味着价格低廉与自给自足。若要取得成功,需要大量的条件(Gaillard and Gaillard, 2003)。^① 其有效性主要取决于国内工程与科技团体的内部动力。出国人员网充其量是国内工程与科技团体的外部延伸,它不可取代。因此,首先应把主要力气放在加强国家工程与科技能力上,其主要方式是通过培训、招聘与聘请未来的科学家。否则,散居模式只不过是一个隐藏脏旧衣物的遮蔽物罢了。

7.2.8 工业能力指数

Peter Boswell

FIDIC 国家工业能力指数

要创造具有可持续性、知识型、可以创造财富的就业机会,就有必要强化私营部门的国家咨询行业。国际咨询工程师联合会(FIDIC)已认识到阻碍能力建设的主要因素是国家工业部门层面缺失有关能力、工作人员和设施方面的相关信息和透明度。这种缺失导

^① Gaillard J. and A. M. Gaillard. 2003. Can the Scientific Diaspora Save African Science SciDev Brain Drain Dossier. <http://www.scidev.net>.

致工业能力不尽如人意,也导致促进能力建设的资源配置困难重重。

强调这些需求的一种方法是为国家咨询工程行业部门设置能力基准。当然,如果不精心设计,基准可能不能准确反映客观因素。我们的挑战是要确定一套能够满足特定群体需求的有限指标。此外,这些指标必须可靠、高效、准确,所以很大程度上要取决于现有的、标准的报告惯例,而且在国家间要具有可比性。

FIDIC 认为,国家工业部门层面具有可信度的基准应该采用可以恰当组织数据和报告的系统方法。

基准立方体

FIDIC 的系统是基于一些国家协会的企业成员所拥有的数据而设置的。该系统可以用一个简单的立方体来表述。其中一条轴线代表“数据层面”,各种指标的相关数据在这条轴线上有两种形式:

企业层面的数据:国家工业部门的各大企业向国家工业部门组织提供的机密资料。

国家层面的数据:公开的资料,一般由政府收集,或摘自于政府和工业部门集团在国家层面上报的数据中。

该系统侧重于两种类型的报告,即国家工业能力和可靠的基准。因此,该立方体的第二条轴线代表“报告层面”。

第三条轴线代表各项指标,如图 7-14 所示。

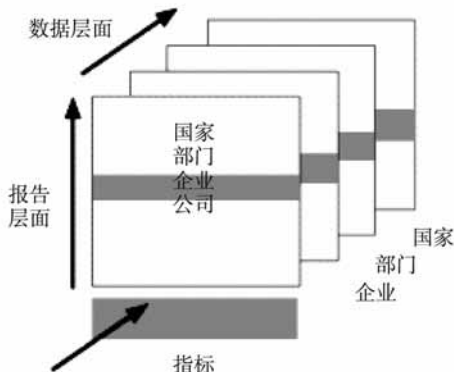


图 7-14 基准立方体

国家工业部门和各大企业通常在各项业务流程中用到多种资料,然后对其进行分析,以确定适当的指标。这些资料包括:公司报告;企业能力的注册系统;国家企业基准与工业调查;费用规模的计算。结果表明,这些指标包括平衡计分卡的四个维度:

- 财务管理
- 人力资源
- 客户关系
- 业务运作

因此,FIDIC 建议,对于国家工业部门层面的基准能力,其指标应该是:

- 均匀分布在平衡计分卡的四个方面上。
- 主要用来报告企业层面和国家工业部门层面的资料。
- 通过整合企业层面的数据和摘取国家工业部门层面报告的数据而形成。

为了确保有一套平衡的指标,每次组合“数据层面”和“报告层面”时,必须要形成一两项或多项指标。最简单的办法是,从一项指标开始进行组合,到最后总共有 16 项指标。

验证指标是否平衡

验证所提出的能力指标是否平衡的最佳办法是将其与其他侧重机构能力建设和工业符合国家商业环境能力的指标进行比较。其中最知名的是国富指数,在以下三类中有 15 项指标:

- 工业结构
- 工业组织
- 国家授权环境

可以看到,这 15 项指标在提议的平衡计分卡报告和数据层面上均匀分布。要使这一矩阵完整,所需要的指标有:

- 国家数据的人力资源,一般按国家层面报告。
- 企业数据的业务运作,一般按国家层面报告。
- 企业数据的客户关系,一般按国家层面报告。

各项工业资料表明适当的指标是:

- 人均毕业生数。
- 协会费用占会员企业收入的比例。
- 私人客户收入占总收入的比例。

现在有 17 项指标。但由于国内生产总值(GDP)没有被标准化,不予以考虑,所以有 16 项指标。

除了各项“平衡”指标均匀分布在相关方面外,这些指标必须合并超前指标和滞后指标;反映国家工业的内外结构;衡量短期和长期问题。在进入细节之前,可以发现,提出的一套指标满足了这些需求。

表 7-2 国际咨询工程师联合会(FIDIC)工业能力指数*

国家	带有数据的指标数量	指数
孟加拉	13	4.60
波兰	16	6.51
越南	13	6.79
奥地利	16	7.37
捷克	13	7.48

续表

国家	带有数据的指标数量	指数
日本	15	7.78
匈牙利	15	7.96
瑞士	14	8.04
希腊	13	8.08
中国	15	8.45
爱尔兰	14	9.36
新西兰	13	9.38
比利时	14	9.59
南非	15	9.97
澳大利亚	15	10.09
德国	12	10.27
西班牙	16	10.43
瑞典	11	10.45
丹麦	16	10.72
斯洛文尼亚	14	10.94
英国	13	11.02
加拿大	15	11.15
美国	13	11.39
芬兰	15	11.73
荷兰	16	12.44
挪威	15	12.90

注：* 欲了解详情，请登录 <http://www.fidic.org/annualsurvey> (2010年5月28日评估)

表 7-3 上报给国家层面的指标

数据层面	主要上报给国家层面的指标			
金融	客户关系	业务运营	学习和成长	
关于国家	人均 GDP	完整性指数	协会独特性	新工业毕业生占总毕业生的比例
关于企业	外汇比例	协会活动分布	协会费用占会员企业收入的比例	每个企业的员工

续表

数据层面	主要上报给国家层面的指标			
金融	客户关系	业务运营	学习和成长	
	主要上报给企业层面的指标			
有关国家	工业收入占GDP的比例	采购透明度	协会预算	企业人均员工
有关企业	会员企业占工业收入的比例	私人客户收入占总收入的比例	质量的选择方法与质量和费用的选择方法之间的比例	大小型企业的员工分配

7.3 工程教育的转型

7.3.1 基于问题的学习

Anette Kolmos、Mona Dahms 和 Xiangyun Du

需要改变吗

是否需要改变工程教育以形成更多的以学生为中心的学习方法? 是的,这可能是最普遍的回答。然而,如果我们开始计数真正改变并形成新的体制模式的机构数量,会发现只有很小一部分工程教育机构这样做。

工程教育是社会发展的基础。没有技术创新,就不会有新商品的产生,也不会有经济的发展和人类的进步。创新是市场机制的一部分,有助于拓展新市场。市场,就如同驱动器,要求快速的创新发展以及技术和科学知识。

这给工程教育带来了许多挑战:

- 知识可能在几年内就变得陈旧过时了,这就为全世界的工程教育带来了挑战。过去的移动电话知识可能因将来的通信技术发展而过时,因此,便有更多的东西需要传授给学生和教育者们。

- 研究发现,创新不再是基于个人知识,而是建立在协同知识基础上(Sawyer, 2007)。^① 这是通过分析创新过程而得出的一个结论。

- 通过创新的文献得出的另一个结论是:协同知识的构建变得越来越复杂了。这部

^① Sawyer, K. 2007. Group Genius - The Creative Power of Collaboration, Basic Books, New York.

分是由于全球化需要寻求东西方以及南北方之间劳动分配的新方法,因此需要国际合作增进对彼此文化的认识 and 了解(Friedman, 2005)。^①在一定程度上还因为这种复杂性包括跨学科的知识构建。

• 此外,为了让这种快速的科技发展更持久,仍存在着巨大的挑战,包括像环境和社会责任在内等问题。

如若工程教育不能满足这些因素,则仍需改变。

新技能

为了对工程教育进行认证,这些新的挑战被纳入美国工程和技术认证委员会(ABET)和欧洲工程教育认证委员会(EUR - ACE)的工程专业认证标准中。这两个认证机构都制订了技能要求,这些要求并不仅仅局限于技术知识。ABET 的部分标准如下:

- 在多学科团队中工作的能力。
- 识别并解决应用科学问题的能力。
- 理解职业责任和道德责任。
- 有效交流的能力。
- 必要的全面教育以理解解决方案在国际和社会背景下的影响。
- 认识到终生教育的必要性并付诸实践。
- 了解当今时事。
- 运用对专业实践必要的技术、技能和现代科技工具的能力。

尽管 EUR - ACE 更重视不同文化的部分,它将可转换的技能定义为专业技能(Kolmos, 2006)。^② 这些标准还包括对跨文化和跨学科间的复杂知识进行构建的要求以及可持续发展的问题。然而,这些并没有明确清晰的规定。对复杂知识的认识及其在这个国际化的世界里所包含的东西正在缓慢地融合。工程知识总是指系统知识,工程师在他们的设计中对黑匣子现象进行研究。新的挑战不是研究黑匣子,而是在一个不同文化间的和不同学科间的合作团队里工作。

创新方法:PBL

在过去的数十年里,由传统的讲课为主向以学生为主的学习转变的趋势导致了教学法的创新,开始采用不同的方法,如“发现学习”、“实验学习”、“基于案例学习”、“主动学习”、“探究式学习”、“基于情景学习”等。在这些创新中,基于问题学习(PBL)不断地得到承认,被认为是一种有效的教育方式,因为它不仅包括课程的改变,更重要的是,还包括从哲学高度对教与学进行基础认识。

^① Friedman, T. L. 2005. *The World is Flat - A Brief History of the Globalized World in the Twenty - First Century*, London: Allen Lane.

^② Kolmos, Anette. 2006. *Future Engineering Skills, Knowledge, and Identity. Engineering Science, Skills, and Bildung*, Aalborg: Aalborg University Press, pp. 165 ~ 185.

PBL 有很多不同的来源,都是基于教育创新的实用方法。PBL 主要是这样一种学习方法:在设计课程的过程中,把问题情节作为每项课程中学生学习的中心(Salvin - Baden 2007)。^① 在 20 世纪 60 年代末,加拿大的麦克马斯特大学和荷兰的马斯特里赫特大学采用了一种 PBL,基于学生们应以学习小组的形式对问题案例进行研究、但应当独立完成分配任务和考试这样一种想法。在早期的研究工作中,这种实践的有效性得到了很好的认可(Barrows 和 Tamblyn, 1980),^②并因此在健康科学和医药教育中得到了广泛应用。在 20 世纪 70 年代初,丹麦的两所新建立的学校(罗斯基尔德大学和奥尔堡大学(AAU))开始采用面向问题并以项目的形式进行组织的学习方法。学生们以团队形式对共同的基于项目的项目进行研究,并稍后以团队形式进行考试,这些问题是由学生和教学人员们一起制定的。

随着 PBL 的广泛应用,这一概念不断得到更广泛的定义。PBL 这一缩写可以指“基于问题学习”,“基于项目学习”或者“基于问题和项目的学习”。PBL 的实践在学校与学校、国与国之间都不同。实施的范围也有所不同,从讲座到课程的完整的一部分,或者作为一个完整的课程体系。

PBL 的效果

由于对开发工具的偏见和实用性,对 PBL 等创新环境下和传统的基于讲座的学习环境下学生的学习进行比较研究仍然很有挑战性。虽然如此,在丹麦的社会背景下,针对不同的工作场所开展了不同的评估。

PBL 的维度

基于学习理论的历史以及 20 世纪 60 年代末以来应用 PBL 的先锋机构的经验,PBL 的学习原则可以概括为以下三方面进行(Graaff and Kolmos, 2003):

作为学习方法,PBL 指的是学习是围绕问题进行组织并通过项目完成的。它是培养积极性的主要途径。学习过程由一个问题开始,学习被置于情景之中,并基于学习者的实际经验。PBL 是基于项目的事实,是指这是一项包含对更复杂和已确定的问题进行分析和解决的任务。

内容方法特别关注跨学科学习,可能横跨与传统学科相关的界限和方法。模范实践指的是学习成果对全部目标都具有示范性,并由于在分析问题和寻求解决办法的学习过程中包括运用理论知识进行分析这一事实,联系了理论与实践。

合作方法是团队式学习。团队式学习反过来将学习过程当作一种社会行为,在这一行为过程中,通过对话和交流进行学习。学生们不仅互相学习,还学习分享知识并组织合作学习的过程。社会方法还包含了以参与者为导向的学习概念,这表明了学习过程,尤其是对问题构思的集体性。

① Savin - Baden, M. 2007. Challenging Models and Perspectives of Problem - Based Learning. Management of Change: Implementation of Problem - Based and Project - Based Learning in Engineering, E. de Graaff and A. Kolmos, (eds.), SENSE Publisher, Rotterdam. pp. 9 ~ 30.

② Barrows, H. and Tamblyn, R. 1980. Problem - Based Learning: An Approach to Medical Education, Springer, New York.

2002年丹麦就业市场政府委员会的国家报告(Kandidat,2002)^①中表明,AAU的毕业生在团队工作、创新、项目管理和获取新知识方面有更好的技巧,因此比起其他工程大学的求职者,59%的私人雇主更愿意选择来自于AAU的求职者。2004年,丹麦工业界((Ingeriren,2004)^②针对500家工程公司中的125家进行了一项调查,对年轻工程师在其工作地点的工作进行了评估。结果(图1)显示:AAU的毕业生和其他传统大学的毕业生在专业知识和技巧方面并没有显著差别,然而,AAU毕业生在项目 and 人员管理、交流、创新、商业知识和生活知识方面明显表现更为出色。

在国际背景下,PBL的有效性可以从以下两点得到证明:学生学习和机构发展。Fullan(2005)^③是少数提出了教育改变理论的作者之一,他强调成果不仅能增强学生的学习能力,还能增强其组织能力。首先,PBL对学生学习的积极影响表现在以下几个方面:

- 推广学习的深层次方法,而不是浅显的方法(Biggs,2003)。^④
- 促进积极学习(de Graaff and Cowdroy,1997;Du,2006)。^{⑤⑥}
- 发展学习者的批判能力(Savin - Baden,2003)。^⑦
- 提高自主学习能力(Hmelo and Lin,2000;Du,2006)。^{⑧⑨}
- 增加对跨学科知识和技巧的考虑(Kjaersdam,1994;de Graaff and Kolmos,2003)。^⑩
- 发展管理、合作和交流技巧(Du和Kolmos,2006)。^⑪

① Kandidat - og Aftagerundersøgelsen 2002. Go to: <http://www.cand.auc.dk> or <http://www.ruc.dk/kandidat>.

② Aalborg - Kandidaters Tekniske Videregående I Top, Ingeriren, March 3, 2004.

③ Fullan, M. 2005. Leadership & sustainability: System Thinkers in Action, Thousand Oaks: Corwin Press.

④ Biggs, J. 2003. Teaching for Quality Learning at University - What the Student Does, Buckingham: Open University Press, The Society for Research into Higher Education.

⑤ Graaff, E. de, and Cowdroy, R. 1997. Theory and Practice of Educational Innovation: Introduction of Problem Based Learning in Architecture. International Journal of Engineering Education. Vol 13, No. 3, pp. 166 ~ 174.

⑥ Du, X. Y. 2006. Bringing New Values in engineering education - Gendered and Learning in PBL, PhD thesis submitted to Aalborg University, Denmark.

⑦ Savin - Baden, M. 2003. Facilitating Problem - based Learning: Illuminating Perspectives. The Society for Research into Higher Education & Open University Press, Berkshire.

⑧ Hmelo, C. and Lin, X. 2000. Becoming Self - directed Learners: Strategy Development in Problem - based Learning, Problem - based Learning - a Research Perspective on Learning Interactions, D. Evensen, and C. Hmelo, (eds.), Lawrence Erlbaum Associates Publications, London. pp. 227 ~ 250.

⑨ Du, X. Y. 2006. Bringing New Values in engineering education - Gendered and Learning in PBL, PhD thesis submitted to Aalborg University, Denmark.

⑩ Kjaersdam, F. 1994. The Aalborg Experiment - Tomorrow's Engineering Education, European Journal of Engineering Education, Vol. 19, No. 3.

⑪ Du, X. Y., and Kolmos, A. 2006. Process Competence in a Problem and Project Based Learning Environment, Proceedings of the 34th SEFI Annual Conference: Engineering Education and Active Students, July 2006, No. 34, Uppsala University.

- 发展专业认同和培养责任(Hmelo and Lin, 2002; Kolmos, 2006; Du, 2006)。^{①②③}
- 增强学习的意义(Salvin – Baden, 2002; Du, 2006)。^{④⑤}

其次,在机构层次上,向 PBL 的转变会从以下几方面对大学/机构有益:

- 减少辍学率并增加按时完成学业的比例。
- 支持教学人员和学生们发展新能力。
- 形成一个激励性的、友好的学习环境。
- 强调机构的情况(Kolmos and de Graaff, 2007)。^⑥

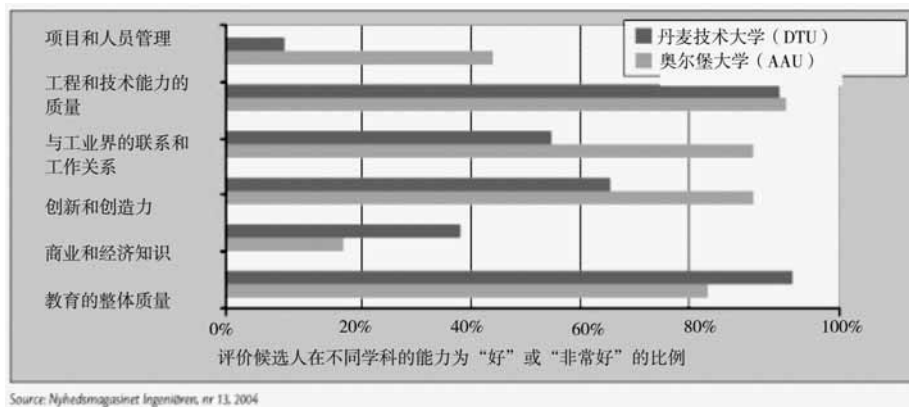


图 7-15 AAU 毕业生能力与 DTU 的比较

向 PBL 转变

尽管 PBL 被认为是满足全球社会要求的积极解决方案,却不能尽快实行。改变不是一个事件,而是一个长期的持续活动和改进的过程,应该同时包括自上而下和自下而上

- ① Hmelo, C. and Lin, X. 2000. Becoming Self – directed Learners; Strategy Development in Problem – based Learning, Problem – based Learning – a Research Perspective on Learning Interactions, D. Evensen, and C. Hmelo, (eds.), Lawrence Erlbaum Associates Publications, London. pp. 227 – 250.
- ② Kolmos, Anette. 2006. Future Engineering Skills, Knowledge, and Identity. Engineering Science, Skills, and Bildung, Aalborg: Aalborg University Press, pp. 165 ~ 185.
- ③ Du, X. Y. 2006. Bringing New Values in engineering education – Gendered and Learning in PBL, PhD thesis submitted to Aalborg University, Denmark.
- ④ Savin – Baden, M. 2000. Problem – based Learning in Higher Education; Untold Stories. The Society for Research into Higher Education & Open University Press, Berkshire.
- ⑤ Du, X. Y. 2006. Bringing New Values in engineering education – Gendered and Learning in PBL, PhD thesis submitted to Aalborg University, Denmark.
- ⑥ Kolmos, A. and Graaff, E. de. 2007. Process of Changing to PBL, Management of Change: Implementation of Problem – Based and Project – Based Learning in Engineering, E. de Graaff and A. Kolmos, (eds.), SENSE Publisher, Rotterdam. pp. 31 ~ 44.

驱动(Fullan, 2005; Scott, 2003)。^{①②} Kotter (1995)^③强调紧急情况以及创造愿景的重要性。问题可能在于,一般来说管理团队和学术人员都没有经历过紧急情况。正相反,他们对现存的教学实践充满自信并感到满意,并继续他们的教学方式。只有少数人感到有必要改变。对于机构改变来说,大多数情况下外部原因是触发点,然而,外部因素,如切断资源或对新技巧的要求,并不会产生任何紧急情况以促使机构发生改变。为了完成要求,通过增加课程内容比重新思考整个课程更容易些。但是,对新型专业技巧和处理问题技巧的要求是全球性的。自工程师的工作地点全球化以来,教育就需要解决这些新型要求,如通过教育来给学生创造一些实习经验。

PBL 是一种在全世界范围内广泛发展的教育方法。通过发展系统和机构,有可能确保 PBL 的执行,这要求合作、项目管理、交流、问题的发现和解决、确定学习目标、学习以及对这些技巧的评估。这是机构想要转向采用 PBL 的原因之一,同时还由于通过培养积极性对学习过程进行了改进以及可能提高保留率,为吸引更多学生树立机构的形象也是原因之一。

UNESCO 的 PBL 教席

为了支持全球性的向以学生为中心的教育转变,丹麦的奥尔堡大学新设立了 UNESCO 基于问题学习的教席(www.ucpbl.net)。由 UNESCO 的 PBL 教席设立的全球性网络为 PBL 不同方面的网络活动(包括通过咨询活动对经验、教育、研究和能力发展的互相交流)提供了全球性的平台。其目标在于促进全球范围的 PBL 领域更好的应用和合作。

7.3.2 将可持续发展能力纳入工程课程

Cheryl Desha 和 Charlie Hargroves

实行工程教育可持续发展的国家

高等教育机构已在工程教育的可持续发展(简称 EESD)方面取得了一些进步。尽管工程教育家们面临着“时间滞后的难题”,即传统课程的更新速度跟不上潜在的市场、管理和机制的改变。

联合国将可持续发展教育(简称 ESD)定义为“为创造一个环境完善、经济可行、当代和未来公平发展的社会而改变行为”。^④ 世界工程组织联合会(WFEO)认为,对工程来说,这是指“对保护自然资源、节俭成本、维护社会环境和自然环境的规划和建设项

① Fullan, M. 2005. *Leadership & sustainability: System Thinkers in Action*, Thousand Oaks: Corwin Press. .

② Scott, Geoff. 2003. *Effective Change Management in Higher Education*. *EDUCAUSE Review*, Vol. 38, No. 6, (November/December).

③ Kotter, J. B. 1995. *Why Transformation Efforts Fail*. *Harvard Business Review*, March - April 1995, Vol. 73, No. 2, pp. 44 ~ 56.

④ UN General Assembly. 2002. *Proclamation of the Decade of Education of Sustainable Development (2005 - 2014)* - 57th Session. Available at: <http://www.desd.org/> (Accessed: 28 May 2010).

目中起到重大作用”。^① 因此,工程教育的可持续发展是一个广泛的领域,涵盖了技术、社会和经济等各个层面。这在用知识和技能武装工程专业毕业生以应对这些 21 世纪的挑战问题上意义非凡。

2003 年,美国国家科学和环境理事会的一份报告指出,大多数国家缺失关于可持续教育和实践现状的基本信息。^② 然而,如表 7-4 所示,过去 10 年的各种调查和研究表明工程教育取得了进步。但尽管各国就工程教育的可持续发展增加了讨论交流,但在课程设置上还没有实行关于工程教育可持续发展的关键性转变。

表 7-4 关于可持续发展的工程教育的主要国际性调查和报告

年度	调研和报告的发现
1998	全球可持续发展的工程合作关系 (WFEO, FIDIC, UATI) 虽然少数的答复只提供了指示性的意见,报告的作者认为“调查并不表明对工程教育的环境和可持续发展有强烈或一致的方式,从国家的平均水平看,10% 的课程中超过 10% 的时间是专门用于这些方面的”。 ^③
2000, 2001, 2002	国际调查:英国萨里大学和澳大利亚墨尔本大学 该调查的作者得出的结论是,知识水平并不令人满意,课程中存在明显的知识空白,作者指出“不同年度的研究发现只是水平没有明显差别,表明环境和/或可持续发展的主题在工程专业中并不充分,这让人担忧”。 ^④
2006, 2008	全球可持续性联盟 (查尔姆斯理工大学,代尔夫特理工大学和加泰罗尼亚技术大学) 联盟得出的结论是:欧洲正在发生转变,但并没有显著的进展:“迄今为止,还没有欧洲大学在 EESD 方面取得足够的进展。”作者认为“如果欧洲的大学希望培养工程师可持续性的技能,满足行业的要求和需要,保持全球竞争力的,就不应该满足现状”。 ^⑤

① World Federation of Engineering Organizations' Committee on Technology. 2002. Engineers and Sustainable Development, WFEO, Germany.

② Blockstein, D. E. and Greene, J. (eds.) 2003. Recommendations for Education for a Sustainable and Secure Future, National Council for Science and the Environment (NCSE), Washington, DC.

③ UNEP, WFEO, WBCSD, ENPC. 1997. Engineering Education and Training for Sustainable Development, Report of the joint UNEP, WFEO, WBCSD, ENPC Conference, Paris, France, pp. 24 ~ 26 September 1997, Chapter 10; Appendices - IV WFEO Survey, p. 42.

④ Azapagic, A., Perdan, S., and Shallcross, D. 2005. How much do engineering students know about sustainable development The findings of an international survey and possible implications for the engineering curriculum, European Journal of engineering Education, Vol. 30 No. 1, March 2005, pp. 1 ~ 19.

⑤ The Alliance for Global Sustainability. 2006. The Observatory: Status of Engineering Education for Sustainable Development in European Higher Education, 2006, EESD - Observatory, Technical University of Catalonia, Spain, p. 4, Available at: <http://www.upc.edu/eesd-observatory/> (Accessed: 28 May 2010).

续表

年度	调研和报告的发现
2007	自然边缘项目:关于提高能源效率的工程教育的调查 作者提出,如果大学都将可持续发展嵌入到工程教育中,提高能源效率的教育是有可能被列入的,将是一个衡量 EESD 的可靠指标。作者得出结论说“澳大利亚提高能源效率的教育现状,在不同的大学和工程专业之间有很大的不同……这与欧洲高等教育调查的结果一致”。 ^①
2007	英国高等教育拨款委员会(HEFCE) 委员会提交了一份对英国高等教育可持续发展的战略总结报告,结论认为“可持续发展的活动在高等教育机构(HEI)部门中是非常不同的”。 ^②
2008	澳大利亚教学委员会 委员会提交了一份《针对新世纪工程专业毕业生的供应和质量》的报告,结论认为,在过去 10 年中许多课程和工程教育方案的内容和方法没有很大的改变。 ^③

工程教育者面临的“时间滞后难题”

虽然 EESD 一直有缓慢的进步趋势,但目前相关部门正面临着“时间滞后的难题”,即现有教学计划和课程的更新可能不符合因 21 世纪出现的新挑战而改变的管理、市场和体制需求。纵观政府、商业界和社会,人们正通过各种努力来改变诸如气候变化等威胁人类生存的环境屏障,走可持续发展的道路。有一种观点得到了越来越多的认可,即环境系统是复杂的,人们很难将发展目标与这些系统的要求统一起来。这种态度和行为上的改变正在向高等教育体系渗透,显然,一些因素正向工程学院施压,要求升级课程设置,如严格法规和条例,增加认证的要求,增加企业对毕业生关于可持续发展能力的要求,改变学生对自己的要求。^④

2009 年的一期《全球高等教育中的可持续发展》强调了这种可能性:在充满竞争的高等教育部门中,如果工程学院在 15 ~ 20 年间不实行有关工程教育可持续发展的课程

① Desha, C., Hargroves, K., Smith, M., Stasinopoulos, P., Stephens, R., and Hargroves, S. 2007. State of Education for Energy Efficiency in Australian Engineering Education – Summary of Questionnaire Results, The Natural Edge Project (TNEP), Australia.

② Policy Studies Institute, PA Consulting Group, and the University of Bath Centre for Research in Education and the Environment. 2008. HEFCE strategic review of sustainable development in higher education in England, Report to the HEFCE, January 2008, London.

③ King, R. 2008. Addressing the Supply and Quality of Engineering Graduates for the New Century, the Australian Learning and Teaching Council (formerly the Carrick Institute for Learning and Teaching in Higher Education), Sydney, pp. 24 ~ 29.

④ Hargroves, K., and Desha, C. 2009. Drivers for Change: Rationale for Rapid Curriculum Renewal to Engineering Education for Sustainable Development, International Journal of Sustainability in Higher Education, Vol. 10, Issue 1, Emerald Press.

改革,那么它将就此消亡。^①

在不断变化的管理、市场和机制环境下,关于工程教育可持续发展的课程改革的规模和速度,学院的决定将会极大地影响其风险性。正如这些压力所体现出来的,工程学院的院长们应该好好问问自己:

我们目前的教学计划还需多久才能通过认证?

在管理、市场和机制的改变出现之前,将可持续发展能力纳入工程教育,这条道路我们准备走多远?

我们希望或是能够以多快的速度推行工程教育的可持续发展改革?

图7-16总结了这个问题“时间滞后的难题”。^②从时间轴可以看出,高等教育系统首次提出改革的需求出现在近20年前。1987~2007年,少数工程教育机构以某种形式实行了向工程教育可持续发展转变的课程改革。^③2006~2007年,科学界提出了额外的号召,即在未来的20年内增加紧急生态行动,以避免生态系统的全面崩溃。^④如果科学家和他们的环境预测是正确的,并且他们有充分的证据证明这些预测有很大的可能性会发生,那么这种紧急生态行动将会导致社会对有知识和技能以应对这些挑战的毕业生的极大需求,同时也会导致没有这些技能的毕业生的失败。

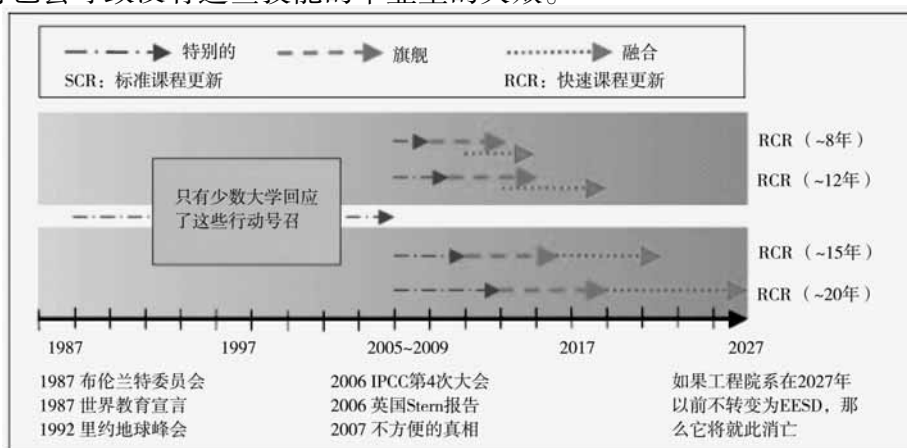


图7-16 发展可持续工程教育,更新课程的选择

来源:The Natural Edge Project

- ① Desha, C., Hargroves, K., and Smith, M. 2009. Addressing the Time Lag Dilemma in Curriculum Renewal towards Engineering Education for Sustainable Development. *International Journal of Sustainability in Higher Education*. Vol 10, No. 2, pp. 184 ~ 199. Emerald Press.
- ② Desha, C., Hargroves, K., and Smith, M. 2009. Addressing the Time Lag Dilemma in Curriculum Renewal towards Engineering Education for Sustainable Development. *International Journal of Sustainability in Higher Education*. Vol 10, No. 2, pp. 184 ~ 199. Emerald Press.
- ③ Holmberg, J., Svanström, M., Peet, D., Mulder, K., Ferrer-Balas, D. and Segalàs, J. 2008. Embedding Sustainability in Higher Education through Interaction with Lecturers: Case studies from three European Technical Universities, *European Journal of Engineering Education*, Vol. 33 No. 3, pp. 271 ~ 282.
- ④ Brown, L. 2007. Plan B 3.0: Mobilising to Save Civilization, W. W. Norton & Company, New York, Chapter 2, p27. Available at: <http://www.earth-policy.org/Books/PB3/Contents.htm> (Accessed: 29 May 2010).

在这种操作环境下,图7-16列出的文件中提出了更新行动,工程学院目前面临着一个问题,“我们希望或是能够将工程教育的可持续发展改革以多快的速度推行到何种程度?”图7-16表示的是高等教育部门的一些选择,包括:

- 标准课程改革(SCR)项目,院系可以选择继续保持目前的转变速度。这个过程可能需要15~20年,取决于学校作为一个商业单位的效率。对课程改革文献的回顾显示,一次典型的转变可能要以基于个人兴趣的特定课程改革作为开端,接下来有一个时期迎合市场需求的标志性课程发展,最后是平稳的转变,将可持续发展能力完全融合进课程,满足认证等制度要求。

快速课程改革(RCR)项目,院系可能会在8~12年内完成工程教育可持续发展的转变,这也要取决于学校作为一个商业单位的效率。在最开始实行特定课程改革仍是有利的,因为它可以积蓄动力。可持续发展能力与教学计划的每一门课程完全融合可能会与标志性课程发展重合,压缩整个过程。在快速课程改革中,学院受制于速度,而不是教职工、市场及学院推行人员的反应。

假设一些市场或学校通过媒体或EESD文献表明,他们正在实行转变,那么极有可能大部分的学校已开始了标准课程改革,正在实行一些有关EESD的特别举措。但是,选择这种15~20年课程改革的学校却面临着风险,因为市场和制度性的改变可能会在其学院完成课程改革项目之前超过它。例如,如果一项碳贸易计划刚刚启动(很多国家已完成,许多其他国家正待完成),那么做碳贸易的大公司现有的和新的职位就可能需要相关能力。如果石油价格在未来五年内大幅提高,那么社会就需要各个部门的快速创新,解决商品和服务的制造及供应。

以标准课程改革开始的学院也可以稍后转向快速课程改革。然而,这种方法是不稳定的,可能适合,也可能不适合管理、市场和制度性的转变。工作人员可能仍会感到挫败,进而转向那些正在快速推行改革的机构,或者被邀请加入其他机构。市场对具有持续性发展能力的毕业生的需求可能仍会超过培养他们的能力,学校的认证要求可能会超过它们得到答复的能力。

那些现在还没开始解决工程教育可持续发展问题的院系,同时也不重视及时完成一次标准课程改革的可能性,以应对制度性的、市场和管理的转变。对他们来说,等待是另一个选择,然后实行一次需要5~10年的快速课程改革。但是,用这种方法的话,工程院系会面临着更大的风险,一旦失败就将远远达不到已改变的认证、市场或管理的要求。这也会使各院系的工作人员被公开采取行动的其他学校挖走。

快速课程改革能帮助这些学院减轻对他们而言的潜在风险,即不能与市场、管理和制度性转变一致的风险。作为企业领导者,这些院系还可以将未来收益最大化,包括市场对自己毕业生的喜好,低风险的认证。然而,采取快速课程改革的学院要小心,不能太超前于市场预期,确保转型期间毕业生的就业和市场需求。

结论

工程教育文献资料说明,尽管人们对 EESD 展开了很多的交流讨论,但在课程设置上,仍没有实行有关 EESD 的关键性转变。面对越来越对多的市场、管理和制度性压力,每个工程院系面临着这样一个问题,“我们希望或是能够将工程教育的可持续发展改革以多快的速度推行到何种程度?”回答的时候,各院系都含蓄地说“不够多”、“不够快”,这就将自己暴露在了风险中。而那些对未来市场、管理和机制性转变有预期的机构,他们的学生则将在就业市场上占据强势地位。

7.3.3 课程快速革新

Cheryl Desha 和 Charlie Hargroves

下文所提到的工程教育文献中的很多要素,都可以被大学工程院系作为推进快速课程革新(RCR)进程的工具。2008年德里可持续发展峰会上,Jeffery Sachs 教授宣布,为了应对气候变化,“……我们需要的是集优秀的算法、精益的工程以及良好的经济在内的所有……目前我们还未实现。但在我看来,那是我们接下来两年内需要做的工作——探索出一条可行的道路”。^①会上,这位世界著名的经济学家、作家及联合国秘书长特别顾问发表的这些声明,成功地将可持续发展的工程带上了世界的中心舞台,并强调在推进工程和经济融合的进程中,我们不能再浪费任何时间了。

这些声明是非常强有力的,不仅仅表现在时间上,而且更表现在应对全球范围气候变化和可持续发展挑战的工程专业能力建设上。其紧迫程度最近已经得到了很多科技经济实体和网络的响应,它们呼吁尽快采取行动以应对气候变化的挑战,包括《斯特恩报告(Stern Review)》^②、《政府间气候变化专门委员会(IPCC)第四次评估报告》^③、《联合国环境署(UNEP)第四次全球环境展望报告》^④等。这些报告所传达的一致信息就是行业能力建设是非常重要的,且是迫切需要加强的。在高等教育中,工程专业院系面临着前文讨论的“时间滞后的困境”,他们对“我们愿意并有能力以什么速度向可持续发展工程教育的转变?还有多远?”这一问题的答案,将极大地影响他们取得成功的能力。

在可持续发展工程教育的文献和实践中,出现很多针对院系需要推进快速课程革新的必要性的要素;每个要素在实现可持续发展工程教育的快速课程革新时都起到了重要的作用,忽略一方面或多方面要素就会使转变进程减慢,而且会有损课程革新结果的质量。这些要素不必以线性的方式来实施,也不具有排他性;一个要素可能会包含其他要素中的类似活动,同时在革新过程中这些要素也会在不同阶段不断地重复和验证。下面

① Go to: http://www.rajyasabha.nic.in/rsnew/publication_electronic/climate_change_2008.pdf (Accessed: 28 May 2010).

② Go to: <http://www.sternreview.org.uk/>

③ Go to: <http://www.ipcc.ch/>

④ Go to: <http://www.unep.org/geo/geo4/media/> (Accessed: 29 May 2010).

简单介绍一下这些要素。

提高认识和建立共识

这一要素指出,首先,工程教育者需要认识到工科毕业生不断变化的教育需求,这样才能开始考虑他们在提高学生所需的知识和技能方面所起到的作用。“发展共识”并不意味着该系的所有人都必须在可持续性的概念上达成共识。相反,教师应该认清 EESD 如何影响该系以及系里的观念的。当教师达到了这一水平的认知时,管理者便可以确定在专业、筹款活动、领导以及教师感兴趣的领域内,哪种能力可以实现可持续发展。



© Allyson Lawless 能力建设

毕业生素质路线图

作为教育机构定义其专业培养的毕业生类型的一种方法,“毕业生素质”一词的使用(也被称为“专业成果”“学习成果”和“毕业生能力”)正逐渐获得国际认可。这种路线图很快发展成一种对毕业生专业目标和期望以及对计划的毕业生市场定位(地区、国家和国际)的共识;鼓励课程和方案就如何针对认证要求培养某种素质做出回应;并关注毕业生素质如何通过课程目标、学习目的、考核方法和学习活动得到提高。一旦创建素质列表,每种素质都会被追踪或是规划,以此来表示它在一个特定的学习方案中正得到发展。由此得到的“毕业生素质图”可以(通过审核过程)被用来审查培养方案。

课程审核

可持续发展工程(ESD)的审核旨在提供一个初步诊断专业内每门课程的分类,并熟悉计划内外有效的课程革新工作。每门课程可以照此评估:1)基本原则——该理论如何很好地应对当代应用以及新型的应用和挑战;2)知识——该知识如何很好地解释相关问题及背景,并让学生用对问题和过程的理解来做好准备;3)应用——该课程如何很好地展示原则间的关联和实施,以及当代和新型应用和挑战的知识。工程可持续发展审核通过下列方式被告知,如有关专业机构对可持续发展内容的认证需求、关键声明以及有关机构和学科领域内专业网络的全球承诺。

课程发展和革新

对如何有效且高效的满足一个特定专业中可持续内容的需求,仍缺乏指导。存在这样的问题:该专业是应该创建一个本科学位还是试图通过现有方案整合可持续内容呢?该专业是否应该在单独的“旗舰课程”上将可持续内容展示给学生?对于该专业来说,旗舰课程是否足够将可持续性植入培养方案中来?该专业将如何加快其课程发展进程?对于每个问题,从一开始就必须认真规划,考虑到通过旗舰或整合的方式使学位和通过学位植入的内容相对立所带来的机遇和风险,来确定对该专业来说最好的方法。

延伸和桥接

各专业可以使用最新开发或更新的课程来实现招聘和筹资活动概况。包括为企业和政府提供及时的能力培养,以协助解决当前就业(例如衔接课程);作为以可持续性为主题的专业课程的可替代授课方式,与其他高等教育机构合作共同授课;提供高中水平的衔接和合作,各专业可以和中学及当地社区潜在的学生进行互动(延伸);利用研究生课程为最后一年的学生解决潜在毕业生特质的差距,他们或许在早期错过了发展与特质相关的可持续性。

校园整合

这个整合校园的方式将课程革新过程和校园行动联系在一起。由于很多未来的领导把时间花在了高等教育的校园里,校园可持续性的努力将会带来重要的教育价值。学生可以从那些对潜在雇主有直接利益和应用的真正的项目中获取经验。在专业环境中,教师可能没有最新的行业经验,校园行动可以为其提供该领域的实际经验。

结论意见

为了快速而系统地将可持续性植入到各学科的工程课程中来,每个专业都要考虑所有这些策略的价值。这样,该过程就会直接解决认证需求,学生入学和保留,减少了专业受时间滞后的困扰。它可能是一个适合于体制、地理和文化背景的所有策略的结合。

7.3.4 工程教育中的环境教育

Cheryl Desha 和 Charlie Hargroves

工程教育逐步将环境教育纳入工程师培训中。工业革命时期,工程师最为关注的是如何将科学原理应用到工程设计中来(即应用物理学),例如,如何运用运动与燃烧力学,提高工艺的生产力。这种工程模式对“环境”有所认识,但仅限于环境给建设带来的能源、资源和客观限制,进而影响设计成果。在接下来的两百多年内,环境教育以所谓的“一代又一代”的工程教育的名义得以发展,例如:

20世纪中叶至后半期的第一代“特殊的”环境教育,源于对某些设计成果可能会给环境造成不利影响的担心(如空气和水污染),接连发生的事件如1984年的博帕尔化学灾害,1986年发生的切尔诺贝利核泄漏事故,以及开创性出版物的发行,如1961年的《寂静的春天》,^①1972年的《增长的极限》^②和1987年的《我们共同的未来》^③。随着工程教育者意识到需要在课程和方案中解决这些问题,现有的工程学位课程中包括了这些内容,但通常只是基于个别学术人员的兴趣与追求。

① Carson, R. 1962. *Silent Spring*, Houghton Mifflin, Boston.

② Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J. and Behrens, W. 1972. *Limits to Growth: A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*, Universe Books, New York.

③ World Commission on Environment and Development. 1987. *Our Common Future*, Oxford University Press, Oxford.

20世纪80年代至20世纪末,第二代“旗舰”环境教育开始将这种特殊活动常规化,工程部开始回应有关工程影响环境的方式越来越多的关注。然而,非但没有将这些知识和技能整合进全套工程课程,相反,孤立的课题只占一般工程课程的小部分,环境工程专业学科和学习方案具备最丰富的内容和技能。可以想象,将课题安排在独立的学科领域在当时的工程教育中是具有征候的。当时很难将新内容完整地融入一个想要接受和嘉奖单一学科成果(就行政、预算和研究经费而言)而非整合的系统。

目前实行的是第三代“综合式”环境教育,也是向面向可持续发展的工程教育(EE-SD)转变的一部分。全世界的工程部门都开始明白他们必须积极稳妥地将可持续发展观融入整个工程课程,解决转变中的监管、市场、机构和毕业期许。已经开始的这场转变,可能在接下来的20年内,让所有的工程师怀揣可持续发展能力毕业。这对环境工程构成了独特挑战,既要支持其他学科的能力建设,又要体现出自身价值。

“重要的是,环境工程教育者需要审视他们在这一新兴文化转变阶段所起的作用——潜在地加强对其他工程学科的服务(即可持续的批判性读写能力),以及让环境工程学生密切关注转变中出现的大量合适的机会。”^①

在高等教育体制内部,环境工程的发展主要取决于下列因素:

- 环境工程是具有独立性和可辨性的学科(而不是其他学科中碰巧与环境相关、或对环境有更为直接影响的“绿色”元素的集合);
- 与新“地球系统工程”课程相比,目前教授的环境工程课程的受欢迎程度(学生数量是增加了、变化不大还是下降了);
- 员工现有的和应具备的专业知识结构(即工程/科学培训);
- 目前教授的课程重点(例如,“末端治理”污染监测和遵守、影响评估、修复,或“前端装载”设计工艺,以及绿色化学、地球系统工程,生态系统阈值评估等先进的环境课题等)。

受情境限制影响,环境工程部的转变可能包括能鼓励和促进实质机会的战略规划:

- 在从“全工程”转变到面向可持续发展的工程教育中发挥战略作用——加入可持续发展委员会,确保现有课程方案包含基础环境知识与技能。
- 提高全部门员工对环境工程的认识——举办午餐教师研讨会和客座教授讲座讨论其他课程中有关环境的课题。
- 指出其他工程学科需要更新的课程——为目前或将来认证与行业期许提供相关的专业指导与建议。
- 为其他工程学科课程服务,靠环境课程/学科填补现有的课程方案(如关键概念、语言、遵从性需求和可持续发展的设计过程)。
- 为即将毕业的本科生提供专业化选择——学生可以专攻环境课题(即“专攻高级

^① Macoun, T. 2005. Chairman's Message, Sustainability in Engineering Education and Knowledge (SEEK), Vol. 1, February 2005.

生态修复的土木工程学士”)。

- 为研究生更新或开发专业的、尖端的环境硕士学位课程,以及具有工程学士资格的专业发展——例如,碳捕获和储存、空气质量、生成和提供饮用水、污水处理、土壤与地下水修复、地下水建模、ISO14000 和环境政策发展。

- 更新现有的学士课程来提高标准“环境工程”学士学位的深度——例如,毕业生可以在其他工程学科领域利用先进的可持续知识与技能,提供技术指导与建议(即“前端”和“末端治理”创新的最佳实践)。

事实是,工程教育在向面向可持续发展的工程教育转变的同时,大部分课程的核心内容不会有显著改变。相反,课程革新将源于不断更新的知识来阐释理论,以及理论知识在个案研究和解决问题方面的应用。就环境工程而言,澳大利亚环境工程师大学认为,学科有机会更深入地了解地球生态系统的功能与修复,以及制造和建成系统如何为生态系统再生提供基础支持,从而修复已产生的破坏并重塑地球的自然资源。考虑到这一点,环境工程教育者能很好地协助其他学科进行课程革新,包括核心环境科学和部分可持续发展的知识与技能,并与同行携手将这一新材料在具体的学科中实况化。

因此,如果其他学科在将最新的环境知识融入核心科目,并将具体课程与环境相联系时依然需要指导,或者在学科领域中需要环境专业,那么环境工程学科就可能有很大的发展机会。

《“联合国可持续发展教育十年”国际实施计划》(2005 ~ 2014)^①中提到,社会正期待整个行业的改变。其中,环境工程面临极富挑战性的转变,因为它在发展其他学科的同时也在协助它们。然而,并不是说该领域其他学科的进步会让环境工程显得多余,学科有机会发挥关键作用,并重新定位。也许如今的环境工程部或学校不会在当前的 10 ~ 15 年存在。相反,它可能为其他学科提供巨大的能力建设支持,除此之外,还提供课程方案,让人们与自然和人为系统有更为一体的理解,协调增加自然、社会和经济资源。

7.3.5 工程教育研究

Erik de Graaff 和 Anette Kolmos

简介

工程是侧重实践的一个专业。长期以来,未来工程师都是在工作场所被培训的。在 19 世纪建立工程学校后,工程学校与工程实践的连接始终处于重要地位。工程师是为专业实践而培训的,而不是为了像科学家那样的职业培训的。等到 20 世纪,这种方法都是最出色的。

“第二次世界大战”后,接受高等教育的人口比例大幅增加,学生人数也在增加,政治

^① UN General Assembly. 2002. Proclamation of the Decade of Education of Sustainable Development (2005 ~ 2014), 57th Session, UN General Assembly. Go to: www.desd.org/.

家和管理人员要求更高效的工作,学校变得越来越大。因此,高等教育的教与学自身就成为研究和创新的一个话题。欧洲西北部的国家在大学里成立了教学中心,通过研发来培训教学人员和支持教育改进。

工程教育在高等教育中的地位尤其特别。例如,在荷兰,代尔夫特高等技术学院的学术水平在1905年就得到认可,但是,到1986年才被正式命名为一所大学。在高等工程教育的范围内,可以认可两种不同类型的学校:理论为主导的大学和实践为主导的应用科学大学。在博洛尼亚进程采取的学士硕士结构中,可以根据理论型和应用型学士学位的形式对这两种学校进行区分。

欧洲高等教育研发中心的兴起

接受高等教育的学生人数在不断参加,所以就普遍要求提高课程效率。学校开展教育研究,旨在找出有助于提高效率的因素和改进的方法。为了实现这一目标,并提供必要的支持,荷兰、德国和北欧国家的大学纷纷成立了自己的研发中心(Kolmos et al., 2001)。^①下文将荷兰的历史发展作为欧洲国家发展的范例给予了阐述。

在20世纪60年代,荷兰大学为了适应大众高等教育的发展,调整了教学方法(Wiegersma' 1989)^②。创新和改进很快就成了这个领域的关键词。在科学界,为了给质量改进奠定坚实的基础,研发起着关键的作用,这是很自然的。正如一位记者在1966年荷兰召开的第一届高等教育研究全国大会上提出的一样,“……现在所需要的是在从事科学教学和教学科学的人们之间建立联系”(Vroeiijensteinj, 1981)。^③

起初,主要是校外专家或孤立的个体研究人员从事这种研究。他们从一开始就有跨学科的科学背景,主要来自社会科学、人文、科学和工程学科。荷兰的大部分高校在20世纪70年代成立了高等教育研究所(RWO)(van Kemenade, 1976)。^④20世纪80年代,高等教育的研究蓬勃发展。财政预算增加,高等教育研究所获准聘用越来越多的研究人员。各家教育中心共同努力创建了一个高等教育研究中心的非正式网络(CRWO)^⑤,形成全国性的网络,涵盖了一般大学与科技大学。

① Kolmos, A., Rump, Ingemarsson, I., Laloux, A., and Vinther, O. 2001. Organization of Staff Development - Strategies and Experiences. *European Journal of Engineering Education*, Vol. 26, No. 4. pp. 329 ~ 342.

② Wiegersma, S. 1989. *Innovatie van het hoger onderwijs [Innovation in Higher education]*. Hoger onderwijsreeks. Groningen: Wolters - Noordhoff.

③ Vroeiijensteinj, A. (red.) 1981. *Kwaliteitsverbetering Hoger Onderwijs [Improvement of quality in Higher Education]*. Proceedings of the fourth national convention Research in Higher Education, December 1 - 180 - 1981. Eindhoven: Stichting Nationaal Congres/1981.

④ Vroeiijensteinj, A. (red.) 1981. *Kwaliteitsverbetering Hoger Onderwijs [Improvement of quality in Higher Education]*. Proceedings of the fourth national convention Research in Higher Education, December 1 - 180 - 1981. Eindhoven: Stichting Nationaal Congres/1981.

⑤ For more information: <http://www.crwo.nl>.

高等教育研究中心网络继续组织研究性的会议(Bartelds et al., 1987)。^①另外,还建立了高等教育部,作为专题小组在教育研究人员的国家框架内运营。截至1981年召开的第四届高等教育研究全国大会,各高校或大部分高校都已成立了研究所。

近几年内,出现了一种现象:教育研究者、管理人员和教学人员之间的沟通往往是无效的,这种现象几乎无处不在,而且威胁到高等教育研究所的存在。

原因之一可能是因为研究人员越来越专注于自己的理论,原因之二可能是因为教师们并没有把自己专业领域所运用的合理科学的方法应用到教学任务上(Van der Vleuten, 1997)。^②因此,高等教育研究所有时增多,有时减少,周期性地反复循环着。如果事后不考虑这一过程的话,可以观察到如果高校有实力雄厚的教育研究小组(例如像马斯特里赫特大学一样的高校),那么在民意测验中总会得到很高的评价,这些民意测验主要评估人们对教育环境的满意度(De Graaff and Sjoer, 2006)。^③

工程教育:SEFI的作用

研发中心的研究人员都是社会科学家,他们将社会学、心理学和教育学的研究方法运用到高等教育领域,促进了教育科学学科的发展。然而,研究越复杂,他们离校内教师的关注越远。教师觉得有必要与同一等级的其他人分享经验,进行合作。如果在专业人士形成团体的过程中,产生这一愿望,那么工程属于这些领域中的一种。

SEFI的作用

欧洲主要的工程教育协会有“欧洲工程教育社团成员”(SEFI)和“国际工程教育协会”(IGIP)。两者都是在20世纪70年代创立的。

SEFI促进高等工科教育学校与其他科学和国际机构在工程教育研发问题方面的合作。例如,SEFI参与苏格拉底主题网络“欧洲工程教育教学与研究(TREE)”等欧洲网络工程,参与有关工程教育的政策制定,发布关于“博洛尼亚进程”问题的声明(Graaff和Borri, 2006年)*。2008年,成立了一个新的SEFI工程教育研究工作组,强调用科学研究来支持理想和声明的重要性。

SEFI与IGIP建立网络后,欧洲所有的人都可以向工作组的人学习,可以分享在会议和研讨会上得出的见解,大大促进了工程教育的研发。由于参与者大多是工程学校的工作人员,研究大多是围绕注重实践的案例研究和课程研发项目开展的。SEFI官方科学杂志《欧洲工程教育杂志》(EJEE)为涉及范围更广的稿件提供了平台。

* Gratt E. de and Bori, C., 2006. Research and Innovation of Engineering Education in Europe, the contribution of SEFI. In: Proceedings of the 2006 JSEE. Annual conference, pp. 12 - 17.

-
- ① Bartelds, J, K. Brants, W. Gerritsen van der Hoop, M. Hulshof and M. van der Weiden (eds.) 1987. Studiedag Contactgroep Research Wetenschappelijk Onderwijs [Study Conference Contact Group Research Higher Education] Nijmegen/Utrecht; IOWO/VSNV.
- ② Vleuten, C. P. M. van der. 1997. De intuïtie voorbij [Beyond intuition] Tijdschrift voor Hoger Onderwijs, 15. 1. pp. 34 ~ 46.
- ③ Graaff, E. de and Sjoer, E. 2006. Positioning Educational Consultancy and Research in Engineering Education. In: Proceedings of the 34th SEFI Annual Conference, Uppsala; Uppsala University, pp. 98 ~ 101.

欧洲工程教育研究的未来

在欧洲,高等教育是国际事务。这意味着如果所有成员国没有达成一致意见的话,欧盟在这一领域不能采取政治措施。“博洛尼亚进程”是一个成功的例子。就结构层面而言,“博洛尼亚进程”使欧洲工程教育改进了很多,根据学士、硕士、博士的年限(3年+2年+3年)调整课程,这对流动学位和国际学位来说,向前迈出了很重要的一步。

知识社会形成后,教与学的过程会发生根本性的变化。高校每年扩招学生的目标确定后,学习方式将会截然不同。电子学习技术迅猛发展,有助于有效接收大批的学生。然而,高校教师将不得不重新认识他们的职业他们不再是自己专业领域的专家,反而要学会远距离地管理学习过程,学会与其他专家协作来设计学习氛围,以激发学生自我指导的学习过程。

工程教育研究应该在这些领域的发展中起重要的作用。工程教育研究有必要达到某种程度,以使一般的教育原则和理论适用于工程师学习的环境,并支持探索用来理解新的学习模式和技术的新的理论概念。

扩展阅读:

Clark, B. R. 1995, Places of INquiring. Research and Advanced Education in Modern Universities Berkeley: University of California Press. Vroeijenstejn, A. (red.) (1981) kwaliteitsverbetering Hoger Onderwijs [Improvement of quality in Higher Education]. Proceedings of the fourth national convention Research in Higher Education, December 1 - 180 - 1981. Eindhoven: Stichting Nationaal Congres 1981.

7.4 工程教育与发展

7.4.1 澳大利亚的国际发展技术中心

Donald Mansell 和 Don Stewart

工程师和技术专家的发展研究

技术开发概念的核心

国际开展技术中心设立在墨尔本大学工程学院。1978年初,它面向“适当技术”领域。正如 UNIDO^① 的专著显示,“适当技术”这一术语开始流行。虽然如此活跃的群体使用各种方式为“好工作”作贡献,^{②③}但是每一个实例的动机都传达了以下观点:一些正在

① UNIDO. 1978. Monographs on Appropriate Industrial Technology (MAIT), Vienna.

② Schumacher, E. F. 1979. Education for Good Work, Cape, London.

③ Such groups included Intermediate Technology Development Group (ITDG) in London and in-country Technology Consultancy Centres such as those in Botswana, Ghana, the Philippines and Zimbabwe.

使用的技术,并不适宜于其用户或用户居住的环境。

技术的创造和改良需要同其所处的环境,例如气候、经济、社会和文化等保持和谐。在20世纪70年代,这并非是一个新现象。早在几十年前,圣雄甘地大力支持传统工艺技术的发展,因为他意识到了更多的工业化产品的威胁。他认为工业化威胁印度文化。或许18世纪或者19世纪英国的宪章派和他志同道合,他们预见工业化对一个世代代依靠农业的社会的巨大影响。

经济学家 E. F. Schemacher 运用其专业技术和战时期间在英国流亡的经历来思考这些问题。他认为在进行技术设计之时,必须考虑创造技术的每个工作场所的资本成本,这样才可以使开发技术的国家获得最大收益。这是对科技发展的经济和社会的约束,却无法在任何规范的工程教科书或课程上找到。

人们对“适当技术”的兴趣恰逢第二次世界大战结束,这并非偶然。殖民主义撤退,国际交流(交通运输和通信)增长。战争结束后,殖民主义力量削弱,许多发展中国家的民族主义者,勇敢地制造了奇怪的反常情况。异常源于这一事实——殖民国不可避免地成为最容易学习的榜样。这给接收过教育的民族主义精英留下了印象,但是他们面对着推动国家意志发展的任务,所以正如 Schemacher 等指出的那样——殖民地的模式并不可行。

从多方面而言,澳大利亚是发展中国家的一员,它的发展依靠英国的资本财富,其产品转而服务于英国市场。澳大利亚人在英国的经济和社会环境中接受过良好的语言和价值观教育。其有序的政治、经济和社会环境,来源于其殖民地历史。简言之,它已经发展为依赖英国经济的部分。

类似地,澳大利亚的大学也深受英国高等教育制度^①的影响,它是非常宝贵的,却具有家长式灌输的模式,被具有英国血统的资深学者引入到澳大利亚。高等教育其实只是人类发展所依赖的技术之一,它可以同环境有关或者无关,这视情况而定。

墨尔本大学的第一反应

“第二次世界大战”后的几十年中,由于英联邦奖学金和“科伦坡计划”等项目,墨尔本大学工程学院的外国留学生(包括本科生和研究生)数量快速增长。学生主体的同质性也开始被打破,教学人员面临与学生沟通和帮助他们学习的新问题。这些困难在英语语言的流畅和使用英语的设备上,表现得十分明显。这成为该学院内非正式讨论的焦点,但是他们很快地提出了对学生有权接受的教育性质的质疑。

1980年,^②它决定尝试为发展中国家的工程教育提供一个研究生教育专业,课程的

① The discussion thus far has referred repeatedly to ‘nations’; this is a convenience in writing, but in fact there are sometimes such variations within a particular nation that the development of technologies needs to be regionalized in order to be optimal for the users. Similarly, variations between nations may be insignificant so that the relevant region is multinational.

② The intellectual leadership in this concept and its development was provided by Professor A. J. Francis, a former Dean of the Faculty of Engineering, later a UNESCO consultant in Turkey and then founding Director of the new IDTC.

主要部分涉及发展问题。完成专业将被授予硕士学位。为了让这一新专业对学者有用,课程设计的想法包括:(1)最终必须有一个家乡的优势,通过本国,而不是外国的相关职位推动技术变革;(2)通过培训教育工作者,可以获得最有效的乘数效应。这一研究生课程专业已在大学的土木工程和环境工程专业提供。

这一课程包括紧密联系的三个部分。首先,学生需要一学期的初步研究。通过初步研究,他们可以适应新的学术和文化环境;与此同时,为了学术目的,使用英文进行相关研究;学习可以补充他们本科毕业后的高级课程。其次,接下来的两个学期主要致力于研究生课程,它包含两个部分:一是涉及发展问题的核心材料(几年来,其中包括高等教育实践的课程);二是学生自己选修的课程,或者是相关的课程。他们的研究背景超越了本科生的水平,所以他们毕业回国后,将可以从事本科生教学工作。最后,最后一学期致力于调查性项目或者研究性项目,项目的评估依据提交的“小论文”。最后一部分,旨在培养学生的查询、分析、综合和技术写作能力,所有学者都必须具备这些能力。

最初的几年,这项计划得到了澳大利亚政府援助机构的支持(现在叫做澳大利亚国际开发署),包括覆盖成本的费用和澳大利亚国际发展署从事外交工作的人员协助招生。报考者主要来自亚洲和非洲,但是也包括经验丰富的澳大利亚工程师。从该计划的材料中看出,他们看到了发展自己兴趣的机会,他们在学科环境中学习,毕业得到正式认可。前10年,大约有200名学生毕业生。

但这一切不可避免地发生了变化。早期,单纯的内部变化是满足学生的需求,他们的第一需要是通过先进的课程提升专业水平,而不是为学术生涯作准备。它采取研究生文凭课程的形式,通过减少研究项目,相当于减少了一个课程主题,学习时间减少到两个学期(或者两个学期的1/8)。

澳大利亚政府和大学激进的关系引发了很大的变化。国家政府不再干涉大学详细层面的管理,这曾经在“澳大利亚长期发展援助课程”等计划中存在,典型的是“墨尔本科技发展计划”。取而代之的是一个非常沉重的官僚制度,以维护政府问责制,这并不足为奇。在微观层面,一些特殊的国际科技中心计划,大学与政府的关系变化的结果是专业的推广,申请人不一定必须是学者,而是可以来自社会各个阶层。当然,入学人数增多,但是作为研究主题的教育兴趣的比重,不可避免地有所下降。

另一个变化是工程学院的内部——专业和中心的合并——选择将整个环境工程硕士专业安排在国际发展技术中心(IDTC)。后来,缩写为国际科技中心,但是保留了已取得国际通用的缩写。从一些方面而言,学生人数的增多使IDTC受益,课程和项目工作也多样化(包括得到较好开发的项目,很好地满足了那些国家对发展灌溉基础设施的极大需求),可以通过该中心得到始终如一的管理。但是,发展不再是唯一的重点(因为它涉及发展中国家)。

类似的变化是工学院将国际灌溉培训和研究中心合并到IDTC。这对环境工程专业

的合并是一个补充,因为国际灌溉培训和研究中心有一小批学生,却拥有一个得到很好开发的计划,该计划很好地满足了国家对发展灌溉基础设施的极大需求。

两个学期的课程作业鼓励学术部门开发新的研究生课程;鼓励传统的土木工程学科和环境工程、灌溉管理、能源领域的研究、设施管理和项目管理等学科的课程相结合。硕士和研究生文凭专业的选修课程的多样性围绕着发展技术的核心展开,并从澳大利亚之外的国家引进学术人才。

这种学术专业将始终面临挑战,其中大部分本质上是健康的。这些专业被认为是主流之外。它们需要任何面临资源和招生竞争的活动中必不可少的自我评价和适应性。最重要的是连续工作,以维持专业与提供学术服务的“环境”的相关性。这很容易使任何学术单位变得内省和自我满足,但是当它的理由是其主要关注远离“家乡”的地方,这种情况就尤其如此。

IDTC 的案例——与泰国的合作

随后的回应

IDTC 成立 20 年后,外部和内部的压力使大学需要一个可以接受的环境,以重新审查自己的形象和做法。第一个压力源于澳大利亚联邦政府对高等教育的拨款机制的改变,迫使学校花费更多的精力和资源,来扩大非政府拨款收入。《墨尔本大学 1997 年战略计划》上面写道:

“由于海外付费学生不到 2000 名,同澳大利亚的其他各大高校相比,墨尔本大学在这类学生的招生上明显太少。不考虑金融因素,这样低的国际生源入学水平并不符合大学的国际化过程。以留学生学费为基础的专业大幅增加,是应对新出现的资金缺口最好的即时战略。接下来的五年时间里,各个大学可能都面临资金缺口这一问题。”

这种说法使它无法否认对外国学生的态度的转变,乃是出于经济利益的考虑,但是在同一文件里,清楚地阐述了学术界的当务之急,明确指出了它的竞争因素:

“21 世纪,世界一流大学将首先是国际化的大学,这也是世界一流大学最主要的特点。这些大学将招募和留住来自世界各地的最高质量的学术人员,吸引国内外具有特殊能力的学生,促进本校与其他一流大学(不论位于世界上哪个国家)的高级学者和学生的互动,并保持国际认可的相关课程。这些大学获得的国际地位和国际认可相结合,将是大学的国际质量和竞争力的终极考验。”

这代表一个明显的转变——从促使工程学院开设一个新的研究生专业的纯粹学术问题到更好地使留学生适应外国的工程实践,但是学术工作变化的潜在方向是相同的——反思和完善为本国学生和留学生提供的教育。

这里需要提及的一个倡议是“Universitas 21”它是一个包含英国、美国、加拿大、中国、日本、中国香港、新加坡、新西兰和澳大利亚等国家的大学的联合体,墨尔本大

学积极参与其中,对它的描述如下“一个小规模、精心组织、结构合理、高效的、综合性研究型大学的联合体,它所取得的实际成果,是任何独立的成员或通过传统的双边联盟不能实现的。它为其成员提供世界各地的业务联系,它是一个松散的联合体,通过它,国际竞争对手可能会有从组织的、有针对性的合作中,取得实质性的好处”。

如果这一联合体被证明是持久的,预计将能够为学生和教师校际间的流动提供便利,为大学各个方面的工作提供更大的合作和质量控制。

改革压力的另一个来源是澳大利亚主要城市的国际化程度显著提高。墨尔本大学的工作人员和学生团体的多元文化性最为明显。多语种的学生既来自国内家庭,这反映了移民的影响,也来自海外。现在,许多班级 50% 以上为多语种学生,上面曾提到 2000 名海外自费学生,如今已经成为令人感到奇怪的历史。1977 年,曾有人担心工科专业的少数国际学生的教育质量,他们影响着各门本科课程和每个学生的深外生活。现在,扩展成对真正的国际化大学各个方面职能更为广泛的关注了。经济学院、医学院和法学院以及建筑、农业/林业和工程学院,都采取了具体步骤,开展对外合作。

IDTC 工作提出的倡议

IDTC 国际化目标的一个富有成效的有趣例子是:IDTC 主任和泰国皇家理工大学 Krissanapong Kirtikara 教授的非正式会议。在该次会议上,达成的协议是:通过安排学生交流,和泰国皇家理工大学的工程学者开展合作,以扩大已有的良好的联系网络(通过 UNESCO 的“适当技术区域网络”)。

泰国皇家理工大学更倾向为硕士研究生提供交换机会,他们中的许多人是潜在的学者。墨尔本大学学生来自各个工科院系的高年级本科生。每所大学管理对方的学生,并协助住宿。每次交换时间双方均为四周。每个交换生在乘坐飞机回国前,需要向对方大学的教师和学生,口头陈述他们的个人项目。

IDTC 泰国各个大学间良好的关系,意味着 IDTC 可以在泰国与其他泰国学术界的友人分享这一成果。IDTC 利用这个机会邀请澳大利亚的工程师指导泰国的学生。他们意识到了语言问题,但是唯一可行的解决办法是:利用在墨尔本的泰国研究生为选定的澳大利亚学生提供出行的准备和教授基本的泰语。泰国学生的英语往往很流利,足以应付。交换生在每年年中的假期出发。经过第一年的实验后,现在每年双方的交换生大约为十二人。双方也努力实现性别平衡,许多学术院系的代表性是合理的,也是可能的,与可供选择学生质量的主要依据一致。一些澳大利亚的学生利用其在泰国的研究项目,作为回到墨尔本后的最终研究项目的一个组成部分。200 多名学生分别获得这个机会,这对他们教育经历的贡献不容低估。* 随着时间的推移,更多的泰国大学参与其中,包括朱拉隆功大学、Naresuan 大学和清迈大学。

该计划的另一个显著特点是:为许多墨尔本的学生,提供到泰国北部的国王项目基地工作的机会。那些食品加工厂是为停止种植鸦片的农民而建立,为他们提供

了水果和蔬菜生产的安全市场。对这些学生而言,这是一次独特的经历,他们发现他们发现自己身处偏远的农村,但是还必须取得一个项目成果,以满足他们在墨尔本毕业设计的要求。

* 参见:Kirtikara,K. and Mansell,D. S. (1995) ‘International Cooperation in Engineering Student Work on Exchange’, Vol. 2, Fourth International Symposium on the Role of Universities in Developing Areas, incorporating the 1995 UNESCO Regional Seminar on Technology for Development, Melbourne, 11 – 14 July.

IDTC 的例子——支持国际学生

根据上述的 1997 年大学战略计划,基于 IDTC 的经验,学院决定积极主动招收更多的国际学生,并于 1998 年聘请时任 IDTC 的主任* 为院长助理。1998 年,学院成立国际学生援助办公室。它的作用是多方面的,包括以下几点:

- ◇支持留学生(包括本科生和研究生)的学术和其他方面,包括出国留学和交流;
- ◇鼓励学院的国际交流;
- ◇为学院的澳大利亚学生提供交流计划和其他形式的国际经验;
- ◇在学院及其专业中贯彻大学文化多元化政策;
- ◇为留学生提供专业经验和产业互动的机会;
- ◇支持学院的海外招聘活动;
- ◇促进学院及海外校友的联系。

这一计划有三个组成部分;

首先,学院的海外学生不仅仅有卓越的学术经验和专业经验,也应该有愉快和丰富的社会、文化经验。

其次,应鼓励澳大利亚学生培养国际视野,如果有可能的话,让他们体验不同的文化环境。值得提及的一点是:墨尔本大学澳大利亚籍工程专业的学生 70% 以上取得双学位,例如,同时获得工程与艺术学位、工程与商业学位、工程与科学学位和工程与法律学位,所以他们已经接触到不同的专业文化。这里也有可以同时与其他学位结合的现代语言学历教育,因而工程专业的学生可以完成他们的工程学士学位,与此同时掌握另外一门流利的语言。

最后,从各个方面来讲,这也是最为艰难的挑战——必须鼓励教学人员为研究和其他专业活动,发展国际联系;必须鼓励教学人员将其教授的课程国际化;尽管海外留学生与教授课程的老师文化不相同,但是他们必须把自己教授或者指导的海外留学生,作为一种宝贵而丰富的资源,因为这些学生有自己的世界观,即使与老师的价值观不同。

当然,除此之外还有其他成果,上述报告已经显示我们可以做些什么。关于国家和社会发展中跨文化经验的研究技术课程的重要性通常被低估,因此通常未得到落实。专业带头人应考虑他们提供教育方面平衡的潜在价值。如果专业实践环境的概念以这种方式扩大,就可以获得教育方面的平衡。

* D. F. Stewart 副教授

7.4.2 博茨瓦纳技术中心

Mokubung Mokubung

博茨瓦纳政府意识到需要实现联合国千年发展目标(UN,2000),^①以解决国家发展问题,特别是加快减少贫困问题,创造就业机会和实现经济多元化(财政预算案演讲词,2008)。^②在博茨瓦纳,贫穷仍然是一个挑战,因此它仍然是一个政府需要优先解决的问题(财政预算案演讲词,2009)。^③ UNESCO(2005)^④已观察到非洲大陆普遍的贫困问题,Daly(2002)^⑤指出研究体系应该找到解决方案,并为经济发展提供机会。学者建议科研院所制定研究战略,培养发现、分析和解决这些关键的具体问题所需的技能(King,2005; Hazell and Haddad,2001)。^{⑥⑦}博茨瓦纳政府期望公共研究机构参与其中,并在国家发展中产生积极的影响。博茨瓦纳技术中心(BOTEC)便是公共研究机构之一,期待其为提高博茨瓦纳人民生活水平作出贡献。

BOTEC 承担科研开发、工程和技术等任务,其项目主要是在可再生能源、土木工程和信息通信技术等领域。BOTEC 成立于1979年,任务是通过研发、技术转让、政策制定、工业支持、经济分析、信息和教育活动来促进科学和技术的发展。这些努力旨在改善博茨瓦纳公民的生活质量,并支持该国的经济发展。

其他一些研究机构专注于农业生产,以实现粮食自给自足,例如农业研究部。虽然 BOTEC 关注的其他技术不一定与食物有关,但是它促进生活水平普遍提高。以下项目涉及太阳能的可再生能源技术、土木工程和信息通信技术。

集中式光伏电站

1998年建立的集中式光伏电站(PV)是一个示范项目,以展示其在偏远的、没有接入国家电网的农村的可行性。太阳能供电站产能为5.7千瓦,为村卫生所、小学、路灯和家

-
- ① UN. 2000. UN Millennium Development Goals. United Nations. Available at: <http://www.un.org/millenniumgoals/> (Accessed: 28 May 2010).
 - ② Budget Speech, 2008, Botswana Budget Speech of 2008. Available at: <http://www.sarpn.org.za/documents/d0002982/index.php> (Accessed: 28 May 2010).
 - ③ Budget Speech, 2009, Botswana Budget Speech of 2009. Available at: <http://www.parliament.gov.bw/docs/documents/2009BudgetSpeech.pdf> (Accessed: 28 May 2010).
 - ④ UNESCO. 2005. UNESCO Science Report: Africa, authored by Jacques Gaillard, Mohamed Hassan and Roland Waast in collaboration with Daniel Schaffer. UNESCO, Paris, France. Available at: www.ioed.org/PDF/unesco_sci_report05.pdf (Accessed: 28 May 2010).
 - ⑤ Daly, John, A. 2002. Building Science and Technology Capacity in Developing Countries, Sustainable Development International, February 2002.
 - ⑥ King, K. 2005. The Commission for Africa: a changing landscape for higher education and capacity development in Africa Centre of African Studies, University of Edinburgh. Available at: www.nuffic.nl/pdf/os/em/king.pdf (Accessed: 28 May 2010).
 - ⑦ Hazell, P., and Haddad, L. 2001. Agricultural Research and Poverty Reduction, paper for the International Food Policy Research Institute, Washington, USA, August 2001. Available at: <http://EconPapers.repec.org/RePEc:fpr:2020d.p34>.

庭提供 220V AC 的电力。这个电站的工程项目涉及:运用这一技术,使光伏发电系统适应博茨瓦纳的条件,并且生产清洁的能源。



© BOTEC Internal Technical Reports 光伏电站试点项目

具体而言,PV 试点项目和电力线架到莫舍噶勒塔乌村的住宅设计的目标是:设计一个集中的光伏发电系统,它将能够充分发电(220V AC),满足当地社区以及许多家庭和设施基本的电力需求。它提供的基本的和必要的电力需求包括:

- ◇家庭和其他场所的基本照明需求。
- ◇为那些能够接入点站的收音机、冰箱和电视机等家用电器提供电力。
- ◇为企业和娱乐服务场所提供电力。
- ◇为重要的政府机构,如学校和诊所提供电力。
- ◇太平间的冷藏设施。

此外,PV 还可以:

◇在不影响提供服务质量的前提下,使用节能的家电,例如使用节能灯,展示和鼓励节约能源。

◇在电网尚未接入的区域,增强广大市民使用光伏电力系统作为一种替代能源的意识,呼吁政府和地方当局使用光伏电力系统作为一种替代能源。

◇有助于增强丰富的太阳能的利用效率,随后为国家带来环境效益和社会经济效益。

◇帮助 BOTEC 培养当地农村光伏电力系统设计领域的专业技能。

◇通过数据监测和分析过程,帮助设计团队测定光伏电站的全面性能。

通过集中电站,农村有了电力供应,成功地提高了生活条件,特别是学校和当地的诊所也得到了电力供应。由于有了电力供应,一些企业开始涌现。现在,天黑的时候,学生能够在学校学习,并且可以使用电子教具。诊所的太平间有了电力供应,不再使用昔日的柴油发电机发电。在鉴定这一工程的功效之后,博茨瓦纳政府目前正在考虑,为其他偏远农村建设类似工程提供资金支持。

卡拉哈迪沙漠建筑用砖工程

卡拉哈迪是一个半干旱热带沙漠的名称,它约占博茨瓦纳国土面积的四分之三。该沙漠由沙质土壤组成,不适合用来制造该国传统的建筑用砖。卡拉哈迪沙是一种非常狭隘分级的黏性土,单独用它不可以立即生产砖(与从干河流里得到的稀缺的沙相比)。这种沙很细,孔隙率高,因此用它来黏合和制造强度相对较大的砖很困难。制造强度大的砖这一困难,导致很多卡拉哈迪沙漠村庄的穷人只能住在非持久性的住房里。

因而,卡拉哈迪沙漠建筑用砖工程的目标是:使卡拉哈迪沙可以用于生产符合要求和节约成本的砖。这个工程的研发部分涉及以卡拉哈迪沙为主要原料的建筑工程用砖规定的强度和耐久性。其他重要的原材料是钙质结砾岩和粉煤灰。博茨瓦纳沙层下面可以找到钙质结砾岩资源,在莫普勒火电站粉煤灰也相当丰富。火电厂倾倒的粉煤灰对环境造成了危害,因此将其用于造砖,提供了急需处理粉煤灰的一个办法。最终,粉煤灰被包装起来卖给人们,与卡拉哈迪沙和钙质结砾岩混合为灰浆,从而就产生了硬度强的砖,建成了持久的房子。



© BOTEC Internal Technical Reports 使用卡拉哈迪沙的样品砖

初步测试结果显示砖硬度相对较强,符合期望的效果。由此产生的稳定的压缩砖,已成功通过固化制度的不同阶段,并完成必要的测试。该工程主要由 BOTEC 的土木工程师倡导,将进入技术转移阶段,BOTEC 决定如何将产品或生产知识传达给人们,以提高房屋单元的强度。

卡拉哈迪沙漠建筑用砖工程被认为是利用巨大的沙漠资源的研究成果。沙漠占国土面积的四分之三。该项目源于博茨瓦纳以下的社会经济情况:

- ◇促进建筑方便和满足人们对耐用房屋的需要。
- ◇最大限度地利用当地建材进行生产的需要。
- ◇减少国家的道路基础设施的压力,由于建筑材料和建筑原料的大宗运输负载较

大、运距较长(例如大部分的建筑河沙从博茨瓦纳东部地带城镇运输到西部沙漠地区)。

◇利用沙漠中的沙子,可以满足环境可持续发展的要求(《联合国千年发展目标》第7条)。

社区用户信息系统——科依特松中心

开发社区用户信息系统工程,是为了解决农村居民不能访问信息和知识资源和农村通信渠道缺乏等相关问题。该试点项目的主要目标是开发一个计算机通信系统,使博茨瓦纳的农村居民可以访问集成的电子邮件和网上信息,重点是本地资源网上传播、用户友好的相关信息和知识资源。其目的首先是降低获取和传播信息和知识资源的成本,其次节省印刷制作、邮寄、运输和交易的成本。此外,计算机网络旨在成为一个当地社区、研究中心和当地的商业实体的信息和知识交流的论坛。这也是为博茨瓦纳全面进入信息和知识时代作出了贡献,也为一个信息灵通国家的发展作出了贡献(《2016年博茨瓦纳展望》)。

后来,这一试点项目改名为科依特松中心(知识中心),通过知识把它和社会发展联系起来。它也刺激了BOTEC的信息技术研究,成为各利益相关者传播科学、工程和技术信息和社会经济问题的渠道。它努力使公民及时获取信息和知识资源,从而推动博茨瓦纳的社会经济发展。例如BOTEC认识到有必要扩展获取信息和沟通的渠道,因为这样可以大大提高人们各个方面的决策能力(因为人们更好地了解 and 获得授权),它也能够增强人们参与盈利企业生产活动的的能力。

科依特松中心建在三个村庄:胡库特斯(卡拉哈迪北部地区)、勒哈肯各(卡拉哈迪西部地区)和古麻热(西北地区)。这三个村庄比较贫困,并且人口中青年、妇女和儿童的比例较高。科依特松中心工程还涉及培训计算机用户的工作,以帮助他们操作自己的计算机。迄今为止,它已引起了社区的极大兴趣,这些居民可以较好地获得信息。由于该工程获得成功,博茨瓦纳政府拟将这一模式推广到全国各地的邮政场所,使尽可能多的人获得信息。

太阳能热检测设施

建立BOTEC的太阳能热检测设施,是为了测试太阳能水暖系统,提供世界一流的服务,它与国际标准一致,推动热能技术研究。到目前为止,它是非洲已经建成的三个太阳能光热测试设施之一。另外两个分别在埃及和南非。它的设计基于美国佛罗里达太阳能中心的一个模型。

在这个工程开始前,研究发现博茨瓦纳大部分进口和安装的太阳能热水系统不可靠、不安全,且质量差。这推动BOTEC也去设计和建造太阳能水暖系统及其他利用热能的产品的太阳能热检测设施。以这种方式,博茨瓦纳将避免安装质量低劣的技术产品,因为BOTEC将能够提高全国安装的太阳能水暖系统的质量。它的主要受惠者是:博茨瓦纳政府包括所有有关部委和部门,特别是博茨瓦纳标准局;太阳能产业和广大人民。

正在建设一个太阳能水暖系统的组成部分的系统检测工程。概括说来,它包括耐久性测试、性能测试、存储测试和全部操作测试。它被利益相关者和受惠者购买。在安装太阳能热水器之前,博茨瓦纳政府和博茨瓦纳标准局都将强制性地检测所有太阳能热水器是否符合标准。



© BOTECH Internal Technical Reports 太阳能热检测设施

结论

以上工程信息显示 BOTECH 为国家发展作出了贡献。这些工程基于工程学,需要利用高技能去生产优质的技术产品。值得称道的是,BOTECH 继续培训其研究人员,以提高他们研发的能力。然而,研究人员可以通过专业的钻研和其他形式的互动学习,以获得更多的知识。虽然 BOTECH 在继续培养研究人员,但是也应该努力留住他们,“人才外流”仍然是一个组织上的严峻挑战。像上述工程需要连续性,以便他们能在预定期间内完成。

类似于其他非洲国家,博茨瓦纳也经历了贫困问题,政府也承认这一点。消除贫困和生活条件的改善的“战斗”可以通过全球伙伴关系计划解决。联合国千年发展目标建议利用全球伙伴关系解决发展问题。这启发 BOTECH 采取国际合作研究的战略,和其他合作伙伴携手,获得推动研究所必需的知识和技能。合作研究可以创建一个吸引赞助的研究平台。通过这一平台,发展中国家的国际赞助商可以提供资金,以利用其研究成果,例如复制光伏电站的需要。赞助也可以推动旨在解决不同的发展挑战的具体研究。

BOTECH 是修改其战略方向的一个阶段,它将考虑国家研究重点和联合国千年发展目标。由于科学技术日新月异,所以对研究机构而言,研究战略的修改一直是必要的。无论研究的重点领域是什么,他们将通过科学、工程和技术研究,以解决博茨瓦纳的发展问题。

7.5.3 加纳的科技咨询中心

Peggy Oti – Boateng

基层工业革命的出现

恩克鲁玛科技大学(KNUST)创建于1954年,它响应第一位加纳总统夸梅·恩克鲁玛博士的号召,培养科学、技术和工程专业的学生,以寻求国家的工业独立。科学、农业、建筑、制药、艺术和工程许多院系的建立,满足了人力资源能力建设需求,利用加纳的自然资源来发展国家的基础设施、社会经济和工业。虽然这些院系培养了第一届毕业生,但是存在着行业、社会和大学之间的环节缺失。研究发现它没有应对国家的需求。这推动恩克鲁玛科技大学成立科技咨询中心,它作为“一站式商店”满足工业和企业家的需求。

遵照帕尔默-莫科若比委员会的建议,科技咨询中心(TCC)于1972年1月成立。1971年,大学校董会利用科技咨询中心,加强社会、产业界和大学之间的紧密联系。TCC被授权促进和转让大学开发的技术,解决本国严重的科学和技术问题。最重要的是,有一个条款是为学术人员提供咨询服务的机会。

在英国的科技发展协调会(现在叫做“实际行动”)的帮助下,TCC把研究和开发活动联系起来,包括在大学举行的活动以及加纳市民的创业愿望。作为大学内的半自治单位,它的任务是核对和传播适当的研究发现和开发新的技术,它们有助于促进加纳基层的农业和工业发展。

1972年,TCC创办之初,就很快意识到解决非正规部门和小规模产业发展的问题,比在富裕的公共和私营部门推广咨询服务更迫切。大学更有可能为加纳工业发展产生可持续的影响,这也变得更为明显,虽然促进基层工程制造基地发展,最终可以促进其他所有生产部门的经济增长。最后,只有通过积极的基层参与,才可以真正地理解背景,了解真正的问题;因此,它很快就意识到,如果不是基于这样的基层经验提供的咨询服务,其价值非常有限。

孵化中心为客户拓展业务,客户可以通过分期付款的方式,购买机器和机床,以提高生产力。通过这些方式,TCC取得了促进小型工业项目所需的丰富的知识和经验。后来,这构成了它80%的工作内容。

当时,TCC为“适当技术”和小规模工业发展作出了极大努力,协助建立和协调不同大学院系的许多生产单位的经营管理。但是,这是收费性质的咨询服务,当时为高级成员和他们的院系带来了可观的收入。

过去的36年里,TCC成功地担任了联系其他科研单位、企业家和社会各界的催化剂。TCC也研究、开发和转让了许多“适当技术”,这些技术旨在促进企业发展、创造财富和减少贫困。

其中最成功的例子是技术转让协调会(ITTU)。1978年,ITTU的理念是TCC一个重

要的里程碑。它通过一系列的干预措施,使非正规工业区的创业者,在创业初就可以在大学获得技术专长。首批两个位于库马西和塔马利的 ITTU 的成功后,加纳政府开始建设加纳区域适当技术产业服务 (GRATIS),其任务是:到 1990 年在加纳余下的八个区域首府建立 ITTU,它们得到欧盟和加拿大国际开发署资助。此后,这一思想在全国各地有效地传播,导致一个强大的非正式行业的复苏。ITTU 思想不仅来自加纳,也超出其边界吸引了许多世界各地的游客。非洲国家意识到科学和技术对非洲大陆经济发展的关键作用,正在研究如何更好地提升这一模型。



© UNESCO/Fernandez
1986 年加纳的道路建设

Suame ITTU 建在 Suame Magazine 地区,该地区是加纳最大的非正式工业区(距离恩克鲁玛科技大学校园大约 10 千米),目前这里汇集了大约 87000 名工匠,他们从事汽车修理、金属加工、金属板材加工、铸造、铁匠和木匠等工作。Suame ITTU 的目标是在工匠之间建立一个有效的联系,借此可以完善新技术,并把技术教给那些最需要的人。最终目标是促进技术水平的稳步上升,并为周围的作坊增加就业机会。随着技术推广到周围的作坊,市场的需求得到满足,ITTU 把注意力转向大学或者其他地方开发的有关新产品。

挑战

由于前所未有的政府政策,1990 年中,TCC 在国家非正式的工业革命中发挥了积极作用,也面临无数的挑战。尽管 ITTU 思想得到了传播,它并没有遵循 TCC 的原始思想,也并没有遵循位于网络中心的 Suame ITTU 的原始思想。1987 年,GRATIS 建立,它直属于工业、科学和技术部,联系学术界与

产业,GRATIS 很快独立,并与 ITTU 竞争。它占据 TCC 大部分的国内、双边和国际资金,但是它也重视人力资本。

这一可怕的情况,持续地导致 TCC 的经济状况逐渐下降,这进而导致基础设施破败,挫伤道德和导致大学的行政管理分离。资金的减少,不仅影响 TCC 在加纳的企业发展中所发挥的作用,也降低了其在科学和技术的创新,以及社会经济发展为政府建言献策的影响力。中央政府减少对大学和研究机构的拨款,也迫使 TCC 分离其行政和经济功能,因为大学研究经费急剧地降低到了前所未有的程度。

未来

随着全球化的到来,面对激烈的竞争,曾经受到 TCC 影响而发展起来的生产企业破产。TCC 已经认识到这一新的发展的重要性,接受需要不断改进的技术。生产性企业的

发展基于不断改进的技术。它面临的下一个挑战是:引导建立充满活力的基层工业基地。

TCC 提出了加纳工业可持续发展的新概念,它强调必须有条不紊地培育几个关键领域的、拥有比较优势的中、小规模企业。它希望通过相关的并行互补的干预和足够的政府支持,选定的企业可以变成国家宝贵的资产,这将推动其他经济活动的发展。

实现这一目标的手段是:TCC 计划建立技术积聚点和技术园。人们认为,几个值得工程企业家投资的政策,最终将达到临界质量,这将推动加纳的工业腾飞。

7.5 工程认证、标准和流动性

7.5.1 工程师的流动性:欧洲的经验

Jean Michel

工程师的国际流动性是一个关键问题。这很容易在研究工科院校以及工程学校的档案中所发现。过去的三四十年里,工程实践和工程教育专业的国际化得到加强。在欧洲,这一趋势显而易见,努力为工程师、工程专业的学生、学者和研究人员的流动性提供方便。最近,旨在建立欧洲高等教育区的“博洛尼亚进程”,使欧洲的高等工程教育系统进入完全重组的新的阶段,同时还推出了有关能力认可的新思路。从工程教育全球化的结果来看,我们应该采取一些措施,来适应工程课程和工程教学方法的新情况。

流动性越来越成为任何专业人员职业发展的关键因素,无论他们是任何领域的专业人员,他们都希望找到有趣的工作,拥有良好的就业条件。人力的流动性——专业能力和资源(速度较慢,但不次于金融资源的流动性的重要性)——也是任何一个公司或组织在全球性的国际市场中竞争的关键。但是流动性也能产生问题,如果不考虑文化根源或者未来可持续发展的需要,它可以对全球经济发展和人们产生反作用。

20 世纪 60 ~ 80 年代,公司经理以及在创新和人力资源开发等领域工作的专家大力宣传流动性的概念。流动性似乎是解决保守主义传统趋势的神奇方案。在那个时期,Toeffler(《未来的冲击》的作者),提出了这一思想——人们应该得到鼓励和培训,以改变他们的职业和个人生活中的一切,在新的国际环境里发挥更多有趣的可能性。在很大程度上,Toeffler 的幻想是正确的,但是未能预见到社会变革的步伐。也只是到现在(21 世纪初的几年),我们才不得不将流动性看作职业生涯的益处,还要真正将它作为一项义务。

流动性概念改变的因素

比较两个时期(过去的 1990 ~ 1995 年和目前的 2005 ~ 2010 年)——新的变化因素

影响着高等教育和工程教育,它由以下原因形成:

◇全球化被视为经济的一个新的层面,几乎所有一切(产品、原材料、资源、人力、服务和思想)的发展与国际市场、公司和现在的大学都直接受到影响。

◇信息和通信技术(互联网、电子文档、新媒体和新网络)正在渗透到许多领域,他们改变着习惯,当然,教育也很快受到影响。

◇能力问题被看做超越传统的工作和技能的定义,与过程或产出相比,教育过程的结果正变得越来越重要。真正的竞争力的评价和认可,是许多国际争论的核心。

◇可持续性和可持续发展是中心,特别是考虑到气候变化问题和不断增长的人口的需要,在工程活动和教育的发展中,可持续性意味着,以一个长远的观点,采用综合多学科的方法,以具有全球影响、相互依存和相互联系的分析去思考和行事。

重点也被放在道德、减贫、生物科学和生物技术的发展上,加强法律约束和对恐怖主义和全球安全的考虑。所有这些变化的因素,迫使工程师和工程教育以另一种视野去审视他们的职业、自己的职业生涯、他们的职业行为,甚至他们作为公民的角色。

在欧洲,许多被提及的具体问题,也导致了更多的灵活性和机动性;东欧国家参与欧盟,欧盟扩大;欧洲单一货币;各种不同的国家政策影响着全球和谐视角的发展。值得注意的是:在很长一段时间里,除了“欧洲”与国家自治权并行,“欧洲”并不存在。一切仍然复杂,因为欧洲的政策和做法的巨大多样性,显然也影响了高等教育。

更加近距离地审视工程教育,吸引学生的关键问题是一个重要的变化因素。社会是否具有满足未来需要的足够的工程师?有什么新的想法或资源,以提高工程专业学生的招生录取?

博洛尼亚进程的其他方面可以提及(能力的评价和认可;终身学习;一个欧洲研究区的发展),它确实迫使政府、主管部门、学术机构、专业团体及雇主,去重新思考和重新定义他们在高等教育中的方法。它是走向灵活和清晰的教育体系的重要一步,它增加了人员流动。欧洲努力融合和调整,以促进其他地区产生兴趣,它也正在改革高等教育政策。这些方法在博洛尼亚进程的背景下,也可以被适应和应用于其他各大洲,特别是工程教育领域。

什么是流动性

流动性往往被局限于物理的流动性,它指到国外旅行、学习和工作。当然,地域流动性是最明显的方面。然而,重要的是不要忘记其他层面的流动性:

◇**职业流动性**:工程师在他们的一生中应该换几次工作? 工程师的一生中,应该在多少家公司工作过? 工程师应该有多少项目,才可以被认为是优秀的工程师?

◇**社会流动性**:参与和负责机构的代表性活动和社会中的各种利益相关者的相互作用。

◇**文化的流动性**:与来自其他文化背景的人分享观点(或生活),为更好地了解世界,这并非基于独特的、线性的思想基础。

◇**跨学科的流动性**:工程师是否需要发展除了纯科学和技术以外的技能。

◇**方法论的流动性**:通过不同的方式、不同的方法,问题都可以得到解决。

◇**技术的流动性**:工具正在迅速发生变化,这是很明确的。如果人们在可分离的距离使用工具,它们将成为障碍。

◇**思维流动性**:流动性可与精神的灵活性相联系,因此,与创新相联系。流动性是在给定的情况下,思考一个人的行为。它容许适应背景,促进合作、协作和相互交流。

流动性的历史

1774年,路桥学校在法国成立。它拥有不同的发展和创新活跃期的档案。这些发展和创新往往伴随着长期的保守和停滞。在更激进的时期,该机构“管理人”的视野非常有趣,并且大部分的努力是针对关键问题:

◇开放、互动的学习方法(避免僵化的传统课程);

◇重视学生或年轻的工程师的工作(项目、地点实现);

◇让年轻人意识到广阔的竞争环境(从别人的经验中学习);

◇为一些学生提供到国外旅游的机会,为期至少6个月(它的发展始于18世纪90年代)并完成一些“商业智能”工作;

◇创造想法和项目的传播工具,也鼓励工程师在一些新的专业刊物上发表论文;

◇开发一个新的实验性用途的信息技术(平版印刷术、摄影术),以促进工程社区之间的知识转移;

◇加强与伙伴机构的联系,加强与科学和工程学者的联系,加强与企业的联系;

◇推广外语学习,邀请外国专家讲授课程。

这些档案体现出对“流动”的工程师的真实而强烈的观点。在相当长的时间里,什么应该被发展为“流动”的行为和能力?分析这种政策的结果(受过教育和经过培训的工程师成为什么,他们为社会做了什么),没有明显的理由去拒绝这种进步的思想。然而,甚至一些知名的科学家也反对过这种思想(例如,1820~1850年,法国一些“实证”的工程师),通常,这些保守的趋势为其法律施加一些非常严格的教育方法:

◇专业课的增多(教育“内容的方法”);

◇必修课程,对学生有效存在的控制;

◇差的评价方法(使考试容易组织);

◇不论学生的发展途径或者来源,为每位学生提供相同的项目;

◇限制学生国外学习的期限(培训时间不足);

◇创造僵化的教学材料。

1968年5月以后,出现了许多新观点。因此,在法国(也在许多欧洲国家以及美国),刺激了许多教学创新。创新的关键词是“灵活性”和“流动性”。工程师(尤其是年轻的工程师)应该为一个更加开放的职业生涯做好准备,这变得越来越明显。继续教育(终身教育)开始成为一个关键问题。积极主动的学习方法应该得到鼓励。灵活的课程在各种可能性中,提供了很多种选择。联合课程或联合计划建立,并提供给学生。一些工程学校开始推出双文凭课程和综合课程。鼓励年轻的专业人员拥有国外经验,从不同的文化视角认识学习的重要性,也变得明显。

博洛尼亚进程和它对高等教育的影响

来自不同国家的高等教育的部长,决定建立一个新的共同政策,它始于1998年的《索邦宣言》,继续发展于1999年的《博洛尼亚宣言》。这一共同政策的主要目标是为衔接作准备,在2010年建立“欧洲高等教育区”。

政治进程已经确立了目标、趋势线,将重点放在关键的一般性问题(兼容性、认可和可读性),但是没有详细定义一切。各国要作出适当的决定,以通过共同商定的计划,它取决于各种利益相关者(大学和专业团体)所建立详细的计划、流程和规则。每两年,部长们举行一次会议,以评估所取得的进展,并为下一步计划作出决定。

欧洲高等教育区的衔接,并不意味着整个地区的统一性。制度和解决方案的多样性的重要性,已经得到充分认识,不能被太规范的决定所毁。这一过程定义最低限度的共同规则标准,使不同国家的制度更为融合。

博洛尼亚进程的主要组成部分,包括建立一个独特的高等教育衔接式计划:“3-5-8”计划。大约学习三年后,获得第一个学位(学士学位);紧接着学习两年后,获得第二个学位(硕士学位);然后继续3年研究生学习后,可以获得博士学位。现在,各个国家正在努力使本国制度适应共同计划(尽管,有许多不同的方法)。对工程教育而言,除了存在两类工程师:接受过“短期”教育的工程师和接受过“长期”教育的工程师之外,没有严重的困难,

除了“3-5-8”计划之外,博洛尼亚进程关注其他两种方法:

◇“文凭补充”包含一个文件,它提供了某个国家某所学校学习的必要细节,以推动人口流动。

◇“欧洲学分转换系统”(ECTS),列出一套共同的规则,从长度和工作量方面来测量教育模块;每一个模块对应“欧洲学分转换系统”的一定学分。这一系统为促进学生在学习期间的流动,提供了解决方案。

博洛尼亚进程的另一个重要方面,包含尽力协调高等教育质量评估程序,也包含制定教育专业认证的共同规则。但是,创建一个单一的欧洲认证机构的解决方案被一致否决。过去的五年多,一直在努力解决工程教育问题,2000年创建监管系统 OESOPE,2005年创建欧洲认证项目“EUR-ACE”。

7.5.2 《华盛顿协议》、“工程师流动论坛”、“APEC 工程师”

Peter Greenwood

国际工程师联盟

工程领域从业者的能力有明显的标准。对国家政府来说,最重要的是为了保障公众安全,工程工作管理是必要的,防止服务提供商和客户知识不对称的负面影响出现。雇主和客户需要标准,以确保胜任工作,并对比服务提供商。为了个人评估、就业和法定要求,工程从业者需要证明他们的能力。

工程师越来越多地跨越国界,去国外工作。跨国公司调动工作人员的工作地点,以提供技能或资源。从业者自己流动,以积累经验和谋求职业发展空间。无论什么情况

下,特别是在工程工作被监管之时,一个从业者的专业地位更为重要,如果它得到赏识和转移。与国际专业法规、标准和认可相符变得更为重要。

国际工程师联盟(IEA)产生于《华盛顿协议》及其“教育和流动性论坛”以及亚太经合组织(APEC)工程师协调委员会的紧密合作的背景下。

认证:《华盛顿、悉尼和都柏林协议》

1989年,一些国家签订了《华盛顿协议》,它们同意建立本科工程学位(或者实质等效学位)的认证体系。2001年,另一协议——《悉尼协议》签订,以认证工程技术人员。2002年,《都柏林协定》签订,以认证工程技术人员。多年来,协议缔约方对专业的认证,已经从基于“输入”转向“输出”(例如,获得的技能,而不是课程内容)。他们也建立了一个同行互相检查认证过程的体系。

工程专业认证的目的是确保教育机构的一致性。《华盛顿协议》的互认是为了维护跨国界的一致性。

但是也出现了一些质量问题。例如,国家的工程工作可能并不需要一个获得《华盛顿、悉尼或都柏林协议》认证的毕业生。这些国家可能选择某个它们需要的认证体系,并且要与三个国际基准标准不一致将限制其毕业生的流动性这一事实。

拥有大量教育机构的国家都存在相关问题——试图以相同的标准,去认证所有机构。其中一些国家正在考虑双层系统,采用略不同于国际基准标准的标准,培养适用于国家的毕业生,其他的学生完全按照国际基准,可以在国际上工作。

流动性——跨国界的认证:“工程师流动论坛(EMF)”和“工程技术人员流动论坛(ETMF)”

“工程师流动论坛(EMF)”基于《华盛顿协议》成立于1997年。2000年初,另一个类似的论坛——“APEC工程师流动论坛”成立。“工程技术人员流动论坛(ETMF)”基于《悉尼协议》,在EMF之后成立。建立工程技术人员的一个论坛的需要正在讨论中,但是,在专业工程师和工程技术层面的国际协定运作良好之前,目前还没有足够的支持。

远程校园、外国大学和电子工程课程的传播都提出了认证问题,这导致《华盛顿协议》签署方的规则受到影响。

《华盛顿协议》签署方也在寻求解决办法,签署方可能帮助一个邻国,以某种方式建立自己的认证系统。在非成员方的要求下,签署方可能会认证非会员方的专业,在自己的认证专业列表中列出这些专业。在南非,正在开展这样一项实验。

协定和论坛形成了国际工程师联盟(IEA),它并不是唯一的此类组织。一个欧洲的认证制度也迅速出现,它包括欧盟以外的国家。类似地,美洲、亚洲和南部非洲也在筹建类似的组织。

问题

每一个协议和论坛都面临许多问题,例如:

- ◇即使在工程界面临短缺的时候,如何保持持续的职业发展。
- ◇如何鼓励制定工程师标准,促进他们的工作国际化或者获得技能和经验。
- ◇如何帮助发展中国家建立适当的标准和认证系统。
- ◇如何平衡区域和国际从业者的需要。
- ◇如何扩宽重点,包括中、后期职业评估和认证。
- ◇如何鼓励全面的职业生涯的教育、训练和认证方法。
- ◇如何调整所有协议和论坛,使其成为一个真正的国际联盟,其中的每个类别的从业人员都有单独的认证。

职业发展阶段

如图所示,工程师的职业发展阶段理论上可以分为以下几个阶段。第一阶段是教育阶段,使毕业生获得经过认证的资格。第二阶段,通过培训和经验,培养工程从业者;成功获得评估后,宣布从业者具有独立的实践能力;奠定了工程职业生涯的基础。第三阶段和第四阶段包括一个从业者其余的职业生涯(这些阶段有一些国际协议的例子,但是他们还没有被广泛采用)。

EMF 评估,认可具有《华盛顿协议》学位的工程师,他具有足够的训练,可以独立进行专业实践,这在毕业几年内即可达到。2005 年,国际专业工程师(IntPE)获得 EMF 批准,完成第二阶段。“APEC 工程师”评估认可一些区域,包括《华盛顿协议》缔约方,的学位,并要求大学毕业后具有 7 年工作经验。同时是“APEC 工程师”和 EMF 的成员的组织的组织,通常只有一个注册制度,同时满足两项协定的要求。

持续的职业发展是保持第二阶段能力的关键,但也需要促进职业变化或者为更高职位做准备;实际上,它是流动性论坛的要求。

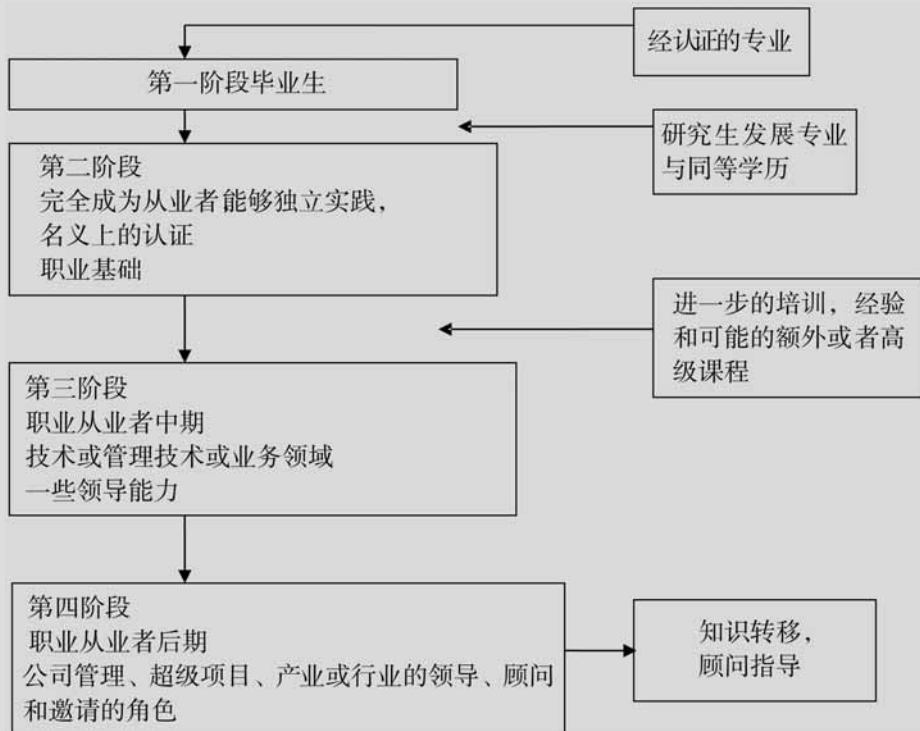


表 7-5 IEA 会员显示国家/地区何时成为工程协议缔约方

国家/地区和组织	《华盛顿协定》	《悉尼协定》	《都柏林协定》
澳大利亚—澳大利亚工程师协会	1989	2001	
加拿大—CCPE	1989		
加拿大—CCTT		2001	2002
爱尔兰—爱尔兰工程师协会	1989	2001	2002
新西兰	1989	2001	2006
英国—ECUK	1989	2001	2002
美国—ABET	1989	2007	2007
中国香港—HKIE	1995	2001	
南非—ECSA	1999	2001	2002
日本—JABEE	2005		
新加坡—IES	2006		
中国台北—IEET	2007		
韩国—ABEEK	2007		
德国—ASHIN	2003		
马来西亚—BEM	2003		
印度—AICTE	2007		
俄罗斯—RAAE	2007		
斯里兰卡—IESL	2007		

注:临时成员以斜体字显示。

来源:IEA

表 7-6 “流动论坛”成员加入时间

国家/地区和组织	EMF	ETMF	APEC
澳大利亚—澳大利亚工程师协会	1997		2000
加拿大—CCPE	1997		2000
加拿大—CCTT		2001	
中国香港—HKIE	1997	2001	2000
爱尔兰—爱尔兰工程师协会	1997	2001	
新西兰	1997	2001	2000
南非—ECSA	1997	2001	

续表

国家/地区和组织	EMF	ETMF	APEC
美国——ECUK	1997	2001	
美国——ESCIEP	1997		2001
日本——JPEJ	1999		2000
马来西亚——IEM	1999		2000
韩国——KPEA	2000		2000
新加坡——IES	2007		2005
斯里兰卡——IESL	2007		
孟加拉国	2003		
印度——IE India	2003		
印度尼西亚			2001
菲律宾			2001
泰国			2003
中国台北			2005

注:临时成员以斜体字显示

来源:IEA

7.5.3 “欧洲工程师(Eurling)”和《博洛尼亚协议》

Willi Fuchs 和 Iring Wasser

在欧洲乃至全世界,工程社会和政策制定者们都前所未有地关心工程师的学术和职业流动性问题。未来经济发展和社会繁荣很大程度上依赖其最有生产力的劳动力——21世纪的工程师——无限制的流动性,这是一个不争的事实。

欧洲的工程社会作出了反应,并于最近修订其宗旨以促进和培养欧洲大陆范围内的学术和专业的流动。其中最重要的举措是欧洲工程认证项目(EUR - ACE)。该举措的成就是一个单一的欧洲工程教育认证体系成功建立起来。2005年,该项目的合作伙伴一致同意了欧洲工程认证项目(EUR - ACE)的《工程专业认证的框架标准》。此外,达成了关于欧洲工程认证项目(EUR - ACE)认证体系未来的组织和管理的共识。2006年,欧洲工程教育认证(ENAE)网络建立。它最重要的一个合作伙伴是欧洲国家工程协会联合会(FEANI),已原则上同意接受欧洲工程认证项目(EUR - ACE)认证的结果,作为将工科毕业生纳入欧洲专业工程师注册的学术先决条件。

欧洲认证的学术和职业目的

欧洲工程教育认证具有服务社会的重要目的。在博洛尼亚进程的框架中,2010年建成欧洲高等教育区(EHEA)是一个必不可少的先决条件。EHEA致力于推动建立一个具

备高流动性、拥有优质的终身学习的机会的欧洲知识社会。具体通过以下方式实现,推行易于比较的学位、设立周期性和渗透性的学习框架,欧洲的文凭补充,欧洲的学分转换系统(ECTS)以及大力发展高等教育的欧洲维度。

欧洲共同市场的繁荣是在工人自由流动,开业权和服务自由等原则上建立的,那么现在在该共同市场的更小范围内,一个新的焦点出现了。最近,一项新的有关职业资格认证^①的欧洲指令获得通过,该指令旨在建立一个清晰、安全和快速的系统,以认证受监管职业领域的资质,并确保自由流动。人们呼吁欧盟机构及其会员国,能够通过全面考虑现有的专业认证制度,以促进就业和提供服务。在工程流动和就业的某些敏感区域,急需制定一套认证规则,来对工程专业毕业生的工程学位和职业资质进行认证。在质量保证和认证领域,跨国合作是最有希望实现这一目标和兑现《里斯本公约》的途径之一。《里斯本公约》期望将欧洲建设成为世界上最先进的知识社会。

欧洲跨国工程学位认可的阻碍

在欧洲,工程专业在校生的和毕业生的学术和专业流动性正面临多重挑战。不仅工程专业学位的学习年限、内容和高校背景存在相当大的差异,而且公众对于这些人的质量的了解也异常匮乏,更不用说跨越国界了。

学位和学历背景的多样性带来的就是各种各样的国家质量保证体系和认证制度。欧洲范围内正在采取许多举措,以促进认证结果获得跨国承认(例如,正在筹划的欧洲质量保证机构注册制度,该制度将遵循一系列良好实践以及欧洲的标准和准则),但是到现在为止,跨国认可仍需要各方面的支持。各国已经采取措施防止以欺诈方式获得学位。另外,造成这一致命问题的原因是非公立的高等教育机构大量增加和对跨国教育缺乏监管规则的现象,所以挑战的维度变得越发明显。

此外,在一些欧洲国家,学位成为进入国家就业市场的自动入场券,而其他额外的先决条件,例如一定时期的经认可的培训课程的证明,可验证的专业工程经验也应该是必需的。

在某些体制中,在获得注册工程师之前,这些能力都必须在一个单独的测试里进一步得到验证。注册工程师的会员资格延期往往需要提供持续的职业发展证明。

认识到这些问题和其他挑战(例如,在一个多语种的欧洲环境里,语言的多样性),欧洲工程界决定采取重要步骤,以保证优质的工程教育,促进工程学位的跨国认可,从而为促进建立欧洲高等教育区,提高欧洲和欧洲之外的专业流动性作出贡献。

欧洲工程认证项目(EUR - ACE)

为了解决上述问题,2004年9月,欧洲工程认证项目正式启动。在欧盟委员会的苏格拉底 - 泰姆珀斯基金会的支持下,参与机构在两年时间内成功开发和测试了一个共同

^① Directive 2005/36/EC of the European Parliament and of the Council on the recognition of professional qualifications, 2005 - 09 - 07.

的标准,来认证工程专业,具体目标如下:

◇进一步提高欧洲工程教育教学计划的质量。

◇给欧洲经过认证的教学计划贴上适当的“欧洲标签”,从而促进互认协议的签订。

◇按照欧盟指令,提高主管机关的认证意识。从一开始,以 FEANI ‘EUR - ING’ 为索引的精细化网络体系建设就被列为重点。

在为期两年的项目过程中, EUR - ACE 的合作伙伴,全面审视欧洲现有的工程学位“第一周期学士”和“第二周期硕士”的规范和标准,编制了一个彻底的背景文件,题目为《欧洲工程专业的认证程序和标准概述》。^① 由于欧洲工程教育的所有主要利益相关者的贡献,才发现一直存在并且仍继续有一个共同的欧洲式的理解:工程师应该知道能够做什么。因此, EUR - ACE 的合作伙伴能够达成关于成果标准的共识,这一标准用于认证学士和硕士学位的工程专业。它们对于工程的所有学科有效。通过六项指标(知识和理解、工程分析、工程设计、调查、工程实践和转移的技能)对欧洲第一周期和第二周期毕业生的资格和能力进行描述。^②

另外,工程专业认证的标准和质量要求被定义为欧洲范围,考虑以下内容(需求、目标和结果、教育过程、资源和伙伴关系、教育过程的评估和管理系统)。任何一个欧洲的工程认证机构,以 EUR - ACE 为标准,将这些内容作为其认证实践的基础。最后,专业认证的各方面达成共识,例如,认证团队的构成、认证的持续时间和认证的结构;报告的检查和确认;认证的决定;认证结果以统一的欧洲模板公布。

一些进一步的评论至关重要, EUR - ACE 框架专门应对工程专业的认证,明确表示不关注技师或技术员专业的认证(短期方案)。同样地,它并不涉及机构评价的任何形式。此外,它(至少到目前为止)并不区分不同分科(工程学科或专业)。

EUR - ACE 标准将认证教育专业,作为一个合适的“工程职业的门槛”。在那个背景之前, FEANI 作为代表 350 多万名工程师的机构,为这个项目作出了贡献,并且已经把 EUR - ACE 认证作为职业工程师的标志。

总体而言, EUR - ACE 标准似乎足以容纳国家和学科的差异,并为未来的发展打开大门,所以提出的认证标准将不会成为约束,而是一种激励,通过最佳实践去改善。

工程教育认证欧洲网络的建立

在 EUR - ACE 项目的框架成功合作的基础上,2006 年 2 月,该项目的合作伙伴通过创建“工程教育认证欧洲网络(ENAE)”,推动他们正式的长期合作。根据 ENAE 的章程,会员资格向以下机构开放:

◇欧洲高等教育区的工程专业认证组织;

① EUR - ACE. 2005. EUR - ACE Overview: Accreditation Procedures and Criteria for Engineering Programmes in Europe, 2005 - 05 - 18.

② EUR - ACE. 2005. EUR - ACE Framework Standards for the Accreditation of Engineering Programmes including Template for Publication of Results, 2005 - 11 - 17.

◇将发展工程教育的认证程序作为主要目标,并以培养专业工程师的兴趣为使命的所有其他组织;

◇教育及培训机构和它们的协会;

◇代表工程学生利益的组织。

ENAE 的目标是:在欧洲范围内,建立对工程学位专业认证制度的信心,促进工程教育认证实践在欧洲的实施。这也包括将 EUR - ACE 认证制度应用于没有这个制度的国家,或者没有制定出工程师认证标准的国家。

2006 年 11 月,ENAE 决定授权六个工程认证机构(它们分别在法国、德国、英国、爱尔兰、葡萄牙和俄罗斯),使用 EUR - ACE 标签和各自国家的认证标签。2007 年底,大约发放 100 个 EUR - ACE 标签,2008 年,这扩展到整个欧洲。可以预见,在几年的时间里,欧洲学士和硕士专业的 EUR - ACE 标签,将演变成一个欧洲和世界范围的质量标志。

《ENAE 章程 2006》



© Arup

未来的憧憬

未来的共同憧憬是一个世界级的欧洲工程教育认证框架,以促进欧洲高等教育区和欧洲劳动力市场的学术和职业流动。进一步期望,ENAE 和 EUR - ACE 系统将紧密同其他国际框架连接,互认协议在美洲、亚洲和非洲取得发展。通过这样的努力,我们将获得一个重要的能力,促进工程师国际性的学术和专业流动,这对全球发展至关重要。

8 附 录

8.1 UNESCO 工程的基本数据

自然科学在 UNESCO 始于 1946 年,员工总数为 12 人,到 1960 年增长到 78 人,并建立了有 10 名工作人员的技术科学部(其中 4 名专业工作人员)以及管理意义上工程在 UNESCO 的诞生,虽然此前工程被包括在应用科学里。1963 ~ 1964 年的正常计划预算为 3 万美元,技术支持经费 27 万美元,联合国支持技术研究的特别基金 335 万美元。据报道,由于针对发展中国家技术发展的“特别基金”,“最多的资源集中在”技术领域。自然科学部成立于 1965 年,工作人员几乎增加了一倍,达 150 名,还建立了两个新的部门:科学进步司和科学应用发展司(其中包括工程学习、研究和培训部,这是一个主要的职能机构,共有 10 名工作人员)。1965 ~ 1966 年,工程学习、研究和培训部用于“发展中国家技术需求评估”的正常计划预算为 22.9 万美元。



© UNESCO/N. Burke

巴黎 UNESCO 总部由 Erik Reitzel 设计的地球仪

1970 年,自然科学部共有 181 名员工,其中 71 位在(1969 年)新成立的科学教学、技术教育和研究司(这个司之后被称为“TER”并且是部门中最大的司)。这个司包括工程、科学和研究(10 名员工),工程教育(14 名工作人员)和技术人员培训(10 名员工)等部分。1975 年,该司已增加至 195 名员工,并建立了包括技术研究和高等教育在内的部门

结构,仍然是最大的司,其中工程科学研究部有 10 名员工,工程教育 12 名员工,技师和高级技师教育 10 名员工。1979~1980 年,科学和技术科学的研究和培训总预算为 325 万美元,划分给科学和技术,但对工程却存在偏见。有趣的是,当时称为计算机科学与工程 IT/信息活动在 20 世纪 70 年代之前是在基础和工程科学中发展的,1978 年信息学战略和政策政府间会议,1980 年将 IT 转为通信、信息和信息学部,1984 年建立了政府间信息学署。

1981 年自然科学部共有 204 个工作人员。其中技术研究和高等教育司有 19 个工作人员,包括工程科学、工程教育与新创建的能源信息系统和能源开发与协调等部门。1982~1983 年,技术研究和高等教育司的预算总额为 2711 万美元,1984~1985 年为 2890 万美元;研究、培训和国际技术与工程合作的常规项目预算为 560 万美元,联合国支持经费 890 万美元,其他经费 144 万美元。1984 年,美国和英国(以及新加坡)退出 UNESCO,导致预算削减 25%,四个部门缩小到三个部门,一些志愿人员退休。自然科学部门的工作人员数量在 1985 年达到高峰的 214 人,其中 24 个工作人员在科技研究和高等教育司。1986~1987 年的研究、培训和国际技术与工程合作的常规项目预算为 460 万美元,联合国支持经费 950 万美元,其他经费 154 万美元(总预算为 294 万美元),1988~1989 年下降至 410 万美元,联合国支持经费 650 万美元,其他经费 910 万美元(总预算为 1980 万美元)。

工程与科技部门创建于 1990 年。1991 年,科技部门的工作人员数量下降到 182 人,工程与技术部门更名后从 24 人下降到 13 人。同时,环境科学持续增长,特别是生态科学司和人与生物圈计划,作为一个政府间计划创建于 1971 年。这一趋势反应出几个因素:在 20 世纪 80 年代,越来越多人的关注环境、环境和生态科学的发展,20 世纪 80 年代中期成立了 UNDP 业务部,直接——而不是通过其他联合国机构——实施活动方案,导致了 UNDP 专项资金的下降乃至消失(据了解,这一变化可能是对 UNESCO 官僚约束的响应)。1990~1991 年、1992~1993 年及 1994~1995 年科学和技术发展的常规项目预算是 100 万美元左右,分为科学、工程和技术,对基础科学的偏见有所增加。

1995 年,科学部门的员工人数已下降到 147,所有司的规模都有所下降,其中工程与技术司包括 10 个工作人员(4 个专业工作人员,包括一位专业工程师)。到 2000 年,部门曾进行过重组,建立了科技政策司,部门员工人数进一步下降到 126,所有司的人员数量继续下降,只有作为 UNESCO 重点发展的水科学司例外。在这种预算和工作人员数量下降的背景下,行政上需要减少高级岗位的数量,2002 年工程技术司和基础科学司被并入基础科学和工程科学司。2005 年,科学部的工作人员总数保持在 126 人,其中基础和工程科学有 18 人(基础科学 11 人,工程科学 7 人)。1996~1997 年的预算类似于 1994~1995 年,工程预算轻微增加到 120 万美元,大约一半投入到“世界太阳能计划 1996~2005”中。支持工程的预算整体下降的趋势一直持续到 1998~1999 年和 2000~2001 年工程科学大部分预算投入到“世界太阳能计划”,40 万美元投入到工程教育中。

2002 ~ 2003 年,随着工程科学和技术合并到基础和工程科学以及“世界太阳能计划”有限的成功,工程科学和技术的预算下降到 100 万美元(而基础科学有 580 万美元),其中 60 万投入到“世界太阳能计划”,40 万用于工程能力建设,2004 ~ 2005 年的预算基本相似。

2006 ~ 2007 年和 2008 ~ 2009 年,工程科学部有 2 名工作人员和 60 万美元的预算。

8.2 撰稿者简历

Abdel Menhem Alameddine

Dr Abdel Menhem Alameddine is an electrical engineer and Professor in the Computer Engineering Department at the University of Balamand, Lebanon. He is a Vice President of the Committee of Education and Training of the World Federation of Engineering Organizations (WFEO) and former Vice President of the Federation of Lebanese Engineers.

Sam Amod

Sam (Salim) Amod Pr Eng PMP FSAICE is a civil engineer and the executive chairman of Development & Engineering Consultants (Pty) Ltd based in Johannesburg, South Africa. He was the President of the South African Institution of Civil Engineering (SAICE) in 2006 and initiated and co-authored the first infrastructure report card for South Africa.

Felix Atume

Dr Felix Atume is a civil engineer and Principal Partner of AD Team Ltd, Highways and Transportation engineers. Dr Atume is Secretary General of the Federation of African Organisations of Engineers, member of the Anti-Corruption Standing Committee of the World Federation of Engineering Organisations, Registrar of the Council for the Regulation of Engineering in Nigeria, and a Senior Lecturer in Highways Engineering and Transportation with the Federal University of Technology, Nigeria.

Margaret Austin

Margaret Austin is a biologist and science educator from New Zealand. Margaret was Minister of Research, Science and Technology, Arts and Culture, Internal Affairs and Civil Defence from 1989 ~ 1990, during the reform of science policy and funding. She was also Chancellor of Lincoln University (1999 ~ 2005) and Vice-President of the Royal Society of NZ, with responsibility for Science Education and Technology, Public and Communication.

Kamel Ayadi

Kamel Ayadi is a civil engineer and specialist in ICTs. He was President of the World Federation of Engineering Organisations (WFEO) from 1996 ~ 1997, Chairman of WFEO's Anti-Corruption Standing Committee and former President of the Tunisian Order of Engineers. He is a Member of the Tunisian Senate, former

Secretary of State in the Tunisian Government, President of the Tunisian National Authority of Telecommunications Regulation, Head of the International Co – operation Department at the Waste Water Department (ONAS) and Director of Technical Co – operation. Kamel was co – chair of the founding editorial advisory board of the UNESCO Engineering Report.

Francois – Gerard Baron

Gerard Baron is a civil engineer, specialist in engineering education, member of the International Board, Conseil National des Ingénieurs et Scientifiques de France (National Engineering Council of France) and former President of the European Council of Civil Engineers (ECCE).

Conrado E. Bauer

Conrado Bauer is a civil engineer and has worked as planner, director and constructor of civil works, and consultant (Ecotec Consultores SAC and Conintec SRL). He is a former President of WFEO and UADI (Argentine Union of Engineers), and was the founder and first President of the WFEO Standing Committee on Engineering and Environment and member of Argentina National Academy of Engineering and the Pan – American Academy of Engineering. Conrado is a former Dean of the School of Engineering at National University of La Plata (1964 ~ 1966); Public Works & Services Minister for Argentina (1982 ~ 1983). Conrado is presently working on strategic studies for development and member of the Central Executive Committee of UADI organizing the World Congress and Exhibition “Engineering 2010 – Argentina: Technology, Innovation and Production for Sustainable Development” in Buenos Aires in October 2010.

Jim Birch

Dr Jim Birch is Head of International Recognition at the Engineering Council of the UK and member of the Executive Board of FEANI. ECUK sets and maintains the internationally recognized standards of competence and ethics that govern the award and retention of the titles of Chartered Engineers (CEng), Incorporated Engineers (IEng), Engineering Technicians (EngTech) and Information and Communication Technology Technicians (ICTTech).

Peggy Oti – Boateng

Dr Peggy Oti – Boateng is Director of the Technology Consultancy Centre at the Kwam Nkrumah University of Science and Technology, Kumasi, Ghana. She is responsible for the Centre’s research, development and innovation of technologies for sustainable livelihoods, socio – economic development and business incubation. Dr Oti – Boateng works in close collaboration with African Technology Policy Studies Network (ATPS), UNESCO, EU, OECD and the World Bank on Science Technology and Innovation for poverty reduction and enterprise development. She has numerous publications and mentored young entrepreneurs in setting up their own business ventures.

Nelius Boshoff

Nelius Boshoff is a Senior Researcher at the Centre for Research on Science and Technology (CREST), Stellenbosch University, South Africa. Over the past decade he has participated in a number of national and international research programmes in S&T, aimed at mapping both the South African and African S&T landscape.

Peter Boswell

Dr Peter Boswell is the FIDIC General Manager and was born and educated in Kenya and received an MA and a PhD in materials engineering from Cambridge and MIT, respectively. He worked as a process engineer with Boeing and Ford in their development centres in Seattle and Dearborn before becoming an Australian mining industry Government Research Fellow attached to Mount Isa Mines and the University of Brisbane, Australia.

David Botha

Eng David Botha, Pr Eng, FSAICE, MIMESA, is a Civil Engineer and the Executive Director and Head of Communications and Outreach of the South African Institution of Civil Engineering (SAICE). SAICE was one of the founder members of the African Engineers Forum, established in 1995, and hosts the Secretariat with David's enthusiastic support.

John Boyd

John M Boyd, P Eng, PhD, is a graduate of the University of Toronto (B. A. Sc. , Geological Engineering, 1966 and M. A. Sc. , Structural Geology, 1967), the University of London (D. I. C. , Structural Geology and Rock Mechanics, 1970) and the Imperial College (Ph. D. , Engineering and Rock Mechanics, 1976). John has been in the consulting engineering business for 33 years with Golder Associates. Fifteen of those years were in senior management roles including Vice – President, Operations and Chair of the Steering Committee of an HRDC program to encourage young people to study engineering at university.

Damir Brdjanovic

Damir Brdjanovic is a graduate engineer and started his professional career in the water industry in 1988 in Bosnia and Herzegovina, where he was responsible for the design of drinking water treatment plants and water supply systems. After several years working in the water and wastewater industry, he pursued an academic career jointly at Delft University of Technology and UNESCO – IHE, where he received his doctoral degree in 1998. After a further five years of international work as a senior advisor for consultancy firm Royal Haskoning, Dr Brdjanovic rejoined UNESCO – IHE in 2002.

George Bugliarello

Professor George Bugliarello is an engineer and educator with a diverse background including fluid mechanics, computer languages, biomedical engineering and science policy. He has a Doctor of Science in engineering from MIT and has several honorary degrees and honours and is a former Chancellor and president (1973 ~ 1994) of Polytechnic University of New York, and in 1994 was awarded the New York City Mayor's Award for Excellence in Science and Technology. He is founder and co – editor of Technology In Society, serves on the editorial board of several journals and has authored, co – authored and edited numerous books. Currently Foreign Secretary of the National Academy of Engineering and engaged in the international program of the Academy.

Lars Bytoft

Dr Lars Bytoft is the President and Chairman of the Danish Society of Engineers and member of the Danish

Mechanical Engineering Society and is President of FEANI. He has particular interests in engineering, technology, climate change and global warming, and was active at the United Nations Climate Change Conference held in Copenhagen in December 2009 (COP15).

Jean – Claude Charpentier

Professor Dr Ing Charpentier is a chemical engineer and was the President of the European Federation of Chemical Engineers from 2002 ~ 2005. He was the Director of the Ecole National edes Industries Chimiques at Nancy (1983 ~ 1985), Scientific Director of the Department of Engineering Sciences of CNRSParis (1985 ~ 1992), and Director of the Ecole Supérieure deChimie Physique Electronique de Lyon (1992 ~ 2004).

Tan Seng Chuan

Tan Seng Chuan graduated from National University of Singapore with a Bachelor's degree in Civil Engineering, in 1983 and obtained a Master of Science degree in Building Science from NUS in 1991. He is a registered Professional Engineer in Singapore, a Chartered Professional Engineer in Australia and an ASEAN Chartered Professional Engineer. He is a Director of CH2M HILL Singapore Pte Ltd, and his experience includes environmental and sustainable development, energy conservation, siting and licensing, project and contract management, water and wastewater treatment, power, chemical and petro chemical industries, the Mass Rapid Transit System, and other infrastructure projects in the ASEAN and wider regions.

Andrew Cleland

Dr Cleland is the Chief Executive of the Institution of Professional Engineers New Zealand (IPENZ), the national professional body for engineers that is responsible for the statutory registration of chartered professional engineers. He is also honorary Professor of Food Engineering at Massey University, and has stimulated refrigeration – related research in New Zealand, with a focus on mathematical modeling of food refrigeration processes, energy use in food processing and CFC substitution in refrigeration systems. Andrew has also promoted innovation and technology transfer through short courses and the development of software for industry, and is supporting the development of the South Pacific Engineers Association (SPEA).

Regina Clewlow

Regina Clewlow has a BS in Engineering and Computer Science and MEng in Civil and Environmental Engineering, and is the Founding Executive Director of Engineers for a Sustainable World (ESW) – dedicated to infusing sustainability into engineering education and practice. Regina is currently a research assistant in the Partnership for Air Transportation Noise and Emissions Reduction (PARTNER) center at MIT, Energy Fellow at MIT Energy Initiative working on research projects that address the challenges of growing global energy consumption and climate change impacts, PhD student in the Engineering Systems Division and Treasurer of the MIT Energy Club.

Daniel D Clinton, Jr.

Dan Clinton, Jr, PE, RPLS, FNSPE, FASCE, retired in 1997 from Lockwood, Andrews and Newman, an engineering and architectural consulting firm, as Senior Vice President, Director and Corporate Secretary. Dan was President of the National Society of Professional Engineers from 2001 to 2002, and served on the U-

nited States Council for International Engineering Practice(USCIEP), the Union de Pan American Asociados de Ingenieros (UPADI) and the American Association of Engineering Societies(AAES). Currently he is North Vice President of UPADI, representing the United States, Mexico and Canada, and is President of the WFE0 Committee on Capacity Building.

Jo da Silva

Jo da Silva FREng is a civil and structural engineer and Director of the International Development team of Arup Group – the global design, technology and management consultancy, focusing on projects in sub – Saharan Africa and Asia to reduce poverty and contribute to sustainable development. She joined Arup after studying engineering at Cambridge University, and has combined a career at Arup, focused on building design, urban re – generation and sustainable development, with active involvement in humanitarian relief and international development, with particular expertise in shelter – housing, urban environments and disaster risk reduction including climate change adaptation, and is a member of RedR. She has worked on a variety of award – winning projects in the UK and overseas, including Chek Lap Kok Airport, Osaka Museum, National Portrait Gallery and the Royal Geographical Society.

Claudio Amaury Dall'Acqua

Dr Claudio Dall'Acqua is a civil engineer and former President of UPADI – the Pan American Federation of Engineering Societies(2000 ~ 2008). Mr. Dall'Acqua has more than three decades of experience in the construction industry and engineering special services, and postgraduate qualifications in Business Administration and Engineering for Safety Work in Construction. Mr. Dall'Acqua combines an extensive background in engineering jobs and leadership in the Americas engineering community as the President of UPADI – representing more than 2.5 million engineers in 27 countries. Mr. Dall'Acqua has received several awards, medals and recognition diplomas of excellence during his professional career. Currently, he is a member of the Arbitration Chamber of Instituto de Engenharia in Sao Paulo, Brazil.

Mona Dahms

Mona Dahms is an electronics engineer with a background in international development and adult education, and is also a specialist in gender issues in engineering, science and technology. She is an Associate Professor in the Department of Development and Planning at Aalborg University, Denmark, and has worked, consulted, volunteered and been an educator and trainer in several countries.

Darrel John Danyluk

Darrel J Danyluk, P. Eng, FEIC, FCSCE, MPAAE, is a civil engineer and past president of Engineers Canada and the Association of Professional Engineers, Geologists, and Geophysicists of Alberta. A corporate leader in engineering in Canada and abroad, he has spent his career working for the benefit of the profession. A Vice President of the World Federation of Engineering he chairs the Standing Committee on Engineering and the Environment and leads the initiative on adaptation of infrastructure to the impacts of a changing climate.

Irenilza de Alencar Naas

Irenilza de Alencar Naas is an agricultural engineer and Professor at the Agricultural Engineering College,

State University of Campinas, Brazil, and the first woman to be elected president of the CIGR – the International Commission of Agricultural Engineering (2007 ~2008). She received her PhD in Agricultural Engineering at Michigan State University in 1980 and is a former president of the Brazilian Society of Agricultural Engineering and president of the Latin American and Caribbean Society of Agricultural Engineering.

Erik de Graaff

Erik de Graaff a psychologist who majored in the psychology of work and organization and was first involved in the development of the problem – based curricula of medicine and health sciences. He then moved to Delft University of Technology to support the process of educational innovation at the Faculty of Architecture and then the Faculty of Technology Policy and Management. Dr de Graaf has contributed to the promotion of knowledge and understanding of higher engineering education through publications and through participation in professional organizations including SEFI and IGIP. In 2006 he was appointed as associate editor of the European Journal of Engineering Education and since January 2008 has been Editor – in – Chief of the EJEE. Dr de Graaf is also an extraordinary professor at Aalborg University.

Cheryl Desha

Cheryl Desha graduated from Griffith University’s Environmental Engineering degree program, receiving a University Medal and Environmental Engineering medal. She worked for consulting engineering firm Arup for four years; in 2003 became a lecturer in the School of Engineering at Griffith University and joined The Natural Edge Project (TNEP) in formal collaboration with Griffith University. Cheryl is the Education Director of The Natural Edge Project – a non – profit partnership on research, education and strategy for innovation for sustainable prosperity hosted by Griffith University and the Australian National University. In 2005 Cheryl was Engineers Australia Young Professional Engineer of the Year. She is currently undertaking her PhD on embedding sustainability into engineering education at Griffith.

Allison Dickert

Allison Dickert has a background in political science as a graduate of Virginia Commonwealth University and George Washington University. She is Manager of Issues Development, for the American Society of Civil Engineering, and leads the research and development for ASCE’s Report Card for America’s Infrastructure.

Christelle Didier

Christelle Didier has a Doctorate in sociology, and is a lecturer and researcher in the Department of ethics at the Catholic University of Lille. Christelle focuses on the professions and professional ethics and is the co – author of one of the few textbooks in French on ethics relating to future engineers. She is also a member of the Centre Maurice Halbwachs and collaborates with the European Journal of Engineering Education.

Gary Downey

Dr Downey is a mechanical engineer, cultural anthropologist, and scholar in interdisciplinary science and technology studies. He is Professor of Science and Technology Studies and an affiliated faculty member in the Departments of Engineering Education and Sociology at Virginia Tech. Gary is the co – founder of the International Network for Engineering Studies – the first international networks on engineering studies, and co – editor

of its journal *Engineering Studies*. His current research explores the influences of popular concepts of progress on what counts as engineers and engineering knowledge in different countries and he is also currently Boeing Company Senior Fellow in Engineering Education at the National Academy of Engineering.

Xiangyun Du

Dr Xiangyun Du is an assistant professor at the Department of Development and Planning and associated UNESCO Chair in Problem Based Learning (UCPBL Chair) at Aalborg University, Denmark. She is a specialist and researcher on engineering education in Denmark and China – where she was involved in research and teaching communication and language skills for engineering students. Her PhD is on gender and engineering education in a PBL setting in Denmark and her main research interests include gender studies, intercultural learning, development of social competencies, problem – based and project – organized learning in higher education in engineering education.

Walter Erdelen

Walter Erdelen habilitated in Biogeography at the University of the Saarland, Germany, and has taught at universities and public schools in Germany and abroad as well as published numerous papers and books in the fields of environmental sciences, conservation biology, and ecology, systematic and evolutionary biology. Apart from his academic experience, Prof. Erdelen has fulfilled a number of advisory and evaluation tasks for national and international organizations, especially in relation to ecological research and conservation programmes in developing countries. Walter was Assistant Director – General for Natural Sciences of UNESCO from 2001 to July 2010, responsible for overall formulation, planning and coordination of UNESCO's strategy and programmes in the natural sciences, and was cochair of the founding editorial advisory board of the UNESCO Engineering Report.

Wendy Faulkner

Dr Faulkner trained in biology and then science and technology policy studies, and joined the University of Edinburgh in 1988 to develop, run and teach on the University's postgraduate Programme in Science and Technology Studies. Her research interests include gender and technology and public engagement in science, with increasing interest in engineering and technology, and associated gender issues including engineering identity and the retention of women in engineering.

Monique Frize

Dr Frize is a biomedical engineer with a background in electrical engineering and expertise in medical instrumentation and decision – support systems. After extensive experience as a clinical engineer, in 1989 she was appointed as the first holder of the Women in Engineering Chair and professor of Electrical Engineering at the University of New Brunswick. In 1997 Dr Frize was appointed Professor of Systems and Computer Engineering at Carleton University and Professor in the School of Information Technology and Engineering at the University of Ottawa. She was instrumental in establishing the International Network of Women Engineers and Scientists (INWES). Prof. Frize's research is on clinical decision – support systems, infrared medical imaging, clinical engineering, ethics, and women in engineering.

Willi Fuchs

Dr – Ing Willi Fuchs studied Mechanical Engineering at the University of Siegen where he obtained his degree as Dr – Ing in 1986. He is Executive Director and Executive member of the Board of VDI, responsible for VDI publications and a member of several Supervisory Boards. From October 2005 ~ 2008 he was President of the European Federation of National Engineering Associations (FEANI) where he continues as honorary president. His keen interests include promoting the role of engineering in society and the international comparability of educational programmes in engineering, and addressing the shortage of engineers in Germany and internationally.

Jacques Gaillard

Dr Jacques Gaillard trained in agricultural engineer and has a doctorate in Science, Technology and Society (STS). He is a former Director of the Office of Policy and Coordination of the Department of Technical Cooperation at the International Atomic Agency (IAEA), and former Acting and Deputy Director of the International Foundation for Science (IFS). Jacques is at present senior researcher of the research unit “Knowledge and Development” at the French Research Institute for Development (IRD). He has published over 50 papers, five books as author and edited six books in the STS field.

Patricia Galloway

Dr Pat Galloway is a licensed professional engineer (P. E.) in 14 U. S States, in Manitoba, Canada and Australia, and a certified Project Management Professional (P. M. P.). She is the Chief Executive Officer (CEO) of Pegasus Global Holdings Inc, an international management consulting firm. She is also the Vice Chair of the National Science Board, appointed by the President in 2006 and Senate, confirmed for a 6 – year term. Pat was the first women President of the American Society of Civil Engineers in 152 years – serving as a role model to young girls and women to pave the way and shatter the glass ceiling in the engineering profession.

P. S. Goel

Dr Prem Shanker Goel is the President of the Indian National Academy of Engineering (INAE), Dr Vikram Sarabhai Distinguished Professor at the Indian Space Research Centre (ISRO) and Chairman of the Recruitment and Assessment Centre of the Defence Research & Development Organization. He has a degree in Electrical Engineering, Master of Engineering and PhD in applied electronics and servomechanisms. After his ME in 1970 he joined the Satellite Systems Division, Space Science and Technology Centre (Now Vikram Sarabhai Space Centre) to work on satellite attitude control systems for satellite. In 1972 he moved to Bangalore, as part of the Indian Scientific Satellite Project (ISSP, now ISRO) to work on spin control systems and remote sensing from spin stabilized satellites.

Barry J Grear

Barry Grear, AO, is an electrical engineer with a long experience in executive positions in state and federal government in Australia, relating particularly to transportation systems, disasters and the built environment, professional engineering requirements for graduates and practicing engineers. Barry has been active in WFEO for more than a decade and was the Vice President from 2006 ~ 2008 and President from 2007 ~ 2009. He is a for-

mer President of Engineers Australia, was the inaugural Chair of the APEC Engineer Coordinating Committee, Chair of the Australian Monitoring Committee for APEC (Asian Pacific Economic Cooperation) and the Engineers Mobility Forum (EMF). Barry was also active with the Federation of Engineering Institutions of South East Asia and the Pacific (FEISEAP, now Federation of Engineering Institutions of Asia and the Pacific – FEIAP) and treasurer of RedR Australia and secretary of RedR International (the main international engineering NGO working in disaster relief).

Philip Greenish

Philip Greenish, CBE, has been Chief Executive Officer of the Royal Academy of Engineering since 2003. He has a degree in Engineering Science from Durham University and a long career with the Royal Navy, where his final appointment was as Rear Admiral, Chief of Staff (Support) to Commander – in – Chief Fleet. He is a trustee of the Daphne Jackson Trust and since 2005 has been a council member of the Science and Technology Facilities Council and its predecessor organization, the Council for the Central Laboratory of the Research Councils, and a member of the WISE Board (Women into Science and Engineering).

Peter Greenwood

Dr Peter Greenwood is an electrical power engineer, manager and company director. He has worked in the electrical supply industry, research laboratories and universities in several countries. He is an engineering and management consultant, with interests in corporate governance, strategic planning, education and training and energy matters. Peter is a Principal of Australian Corporate Resources and a Past President of Engineers Australia.

Yvonne Issie Gueye

Issie Gueye is a Power Engineer with an MSc in Industrial and Management Engineering. She was Chargée de Mission for the Director General of the Compagnie Ivoirienne d'électricité in Cote d'Ivoire. Issie is also very active as the General Secretary of the Cercle Ivoirien des Femmes Ingénieurs et Scientifiques (CIFISATS) and Director of the International Network of Women Engineers and Scientists (INWES).

Leanne Hardwicke

Leanne Hardwicke is the Director of International and National Policy for Engineers Australia and is active in the production of policy papers on such matters as climate change, energy and manufacturing and in submissions to Government, seeks to inform public and policy debate from a professional engineering perspective. She has particular interests in engineering education, accreditation and curriculum development, and managed the production of the Engineers Australia 2005 Australian Infrastructure Report Card.

Karlson (Charlie) Hargroves

Charlie Hargroves is a graduate civil and structural engineering completing a PhD in Sustainable Industry Policy. He is one of the co-founders and a Director of The Natural Edge Project (TNEP) – an interdisciplinary project focusing on research and related cooperation in sustainable development based in Australia. Charlie and TNEP have developed a number of books on sustainable development, including “Factor Five: Transforming the Global Economy through 80% Improvements in Resource Productivity” published with Ernst Von Weizsack-

er, updating the seminal “Factor Four” of 1997, and a UNESCO toolkit of information and teaching material on Engineering Sustainable Solutions. He works closely with Hunter Lovins and Amory B. Lovins, Chairman and Chief Scientist of the Rocky Mountain Institute, and “The Natural Advantage of Nations” project, and is an Associate Member of the Club of Rome.

Rohani Hashim

Dr. Rohani Hashim is Secretary – General of the World Association of Industrial and Technological Research Organisations (WAITRO), based at the Environmental and Energy Technology Centre of the Standard and Industrial Research Institute for Malaysia (SIRIM).

Sascha Hermann

Dipl – Ing Sascha Hermann leads the Technology Centre of VDI – the Association of German Engineers, a VDI company that supports new technologies and acts as consultant and fund administration unit for the German Ministry of Education and Research. Prior to this he was responsible for the division of Profession and Society’ at VDI.

R M (Bob) Hodgson

Professor R M (Bob) Hodgson is Professor of Information Engineering and Director of the Massey University School of Engineering and Technology. He is currently the Chairman of the New Zealand Council of Engineering Deans (NZCED), a Member of the IPENZ Standards and Accreditation Board, the IEEE Region IO Executive and is the current President of the Association of Engineering Education in South and East Asia and the Pacific (AEESEAP). He has led the development of a number of engineering majors and is well known for his pioneering work in digital image processing systems.

Hans Jurgen Hoyer

Dr Hans Jurgen Hoyer is a psychologist and Director of Global Strategies for American Society for Engineering Education (ASEE) and Secretary General of International Federation of Engineering Societies (IFEES). He is responsible for the overall management of the international programs and strategy of ASEE and IFEES, and works in close collaboration with volunteer leaders throughout the world.

Yousef Ibrahim

Associate Professor Yousef Ibrahim is an electrical and electronics engineer and the Founding Director of the Gippsland Regional Automation Centre (GRACe) established in 2005 at the School of Applied Sciences and Engineering at the Gippsland Campus of Monash University in Victoria, Australia. Dr Ibrahim was the initiator and founder of the mechatronics undergraduate program and established the Graduate Certificate in Reliability Engineering and the Masters Program in Maintenance and Reliability Engineering at Monash University. His main research activities are in the area of industrial automation and robotics, life cycle and asset management.

Azni Idris

Dr Azni Idris has a PhD in Environmental Engineering from the University of Newcastle upon Tyne, UK, is a professor in Environmental Engineering and Head of the Department of Chemical and Environmental Engi-

neering at University Putra Malaysia. He has more than 60 journals and 100 conference proceeding publications, and his research interests include environmental and waste management including waste water treatment.

Yumio Ishii

Dr Yumio Ishii is a civil engineering consultant and chairman and CEO of CTI Engineering Co Ltd of Tokyo. Dr Ishii has 50 years experience as a consulting engineer in the development of water – related infrastructure, is the Chair of the Disaster Risk Management Task Force of the World Federation of Engineering Organizations and Past President of the Japan Society of Civil Engineers.

Mervyn E. Jones

Dr Mervyn Jones has degrees in Physics, Materials Science and Electrical Engineering and 25 years research experience in industry and university, working on magnetic, optoelectronic, silicon/germanium heterostructure device development. He is a Distinguished Research Fellow in the Optical and Semiconductor Devices Group in the Department of Electrical and Electronic Engineering at Imperial College, London. He was Director of the Centre for Professional Development at Imperial, and director of a university spinout company involved in natural resource evaluation software. He is a Fellow of the Institute of Physics and was President of the International Association for Continuing Engineering Education (IACEE).

Russel C. Jones

Dr Russ Jones is a consultant on international engineering education, and was founding chair of the Standing Committee on Capacity Building of the World Federation of Engineering Organizations. Dr Jones was Advisor to the Khalifa University of Science, Technology and Research in Abu Dhabi, UAE, and also previously served as founding president of the Masdar Institute of Science and Technology in the UAE. His previous career in higher education in the United States included faculty member at MIT, department chair at Ohio State University, Dean of Engineering at University of Massachusetts – Amherst, academic Vice President at Boston University and President at University of Delaware. Dr Jones primary interests are international higher education and human capacity building through engineering education.

Paul Jowitt

Professor Paul Jowitt is Professor of Civil Engineering Systems at Heriot – Watt University and Director of the Scottish Institute of Sustainable Technology – a joint venture between the international consultancy MWH and Heriot – Watt. He is President of the Institution of Civil Engineers (ICE) and was Senior Vice President of ICE with particular responsibility for International Development Policy. Paul has a strong interest in the combination of systems engineering and sustainability, has taught and worked at higher education institutions in Scotland, England and New Zealand and his research and consultancy experience encompasses water resources, risk management, sustainability strategies and applications for industry, government and other organizations. He is a former member of the Board of Scottish Water and established their Sustainable Development Advisory Group. He is a Trustee of Engineers Against Poverty and Editor – in – chief of the International Journal Civil Engineering and Environmental Systems.

Jan Kaczmarek

Professor Dr Ing Jan Kaczmarek has a long and distinguished career and was the founding father of re-

search and teaching on metals and materials processing at the University of Cracow and in Poland. He has been President of the Polish Committee on Science, Minister of Science, Higher Education and Technology, Secretary of the Polish Academy of Sciences, member of the Polish Academy of Engineering, and Rector of Cracow University of Technology.

Marlene Kanga

Dr Marlene Kanga, B Tech, MSc, FIEAust, CPEng, is a Chemical Engineer specializing in Risk Engineering, a Chartered Professional Engineer and Fellow of Engineers Australia. She is a National Vice President of Engineers Australia, Chair of the National Committee for Women in Engineering and Director of omniscient Pty Ltd – a leading developer and provider of a comprehensive suite of intelligent video – analytic software, featuring patented technology for security camera – based surveillance systems.

Anette Kolmos

Dr Anette Kolmos is Professor in Engineering Education and Problem Based Learning, and Chair holder for UNESCO Chair in Problem Based Learning in Engineering Education at Aalborg University. Dr Kolmos has a PhD in “Gender, Technology and Education” and over the last 20 years has conducted research in change to PBL curriculum, development of transferable skills and faculty development. She holds the Chair of the SEFI working group on Engineering Education Research and is President of SEFI in 2010 ~ 2011. Dr Kolmos is associate editor for European Journal of Engineering Education and has served as associate editor for Journal of Engineering Education. She has published more than 140 articles in various journals.

Sam Kundishora

Sam Kundishora is an electronics, information and communications technology engineer and co – founder and Director of Global Infrastructure Anti – Corruption Centre (GIACC) in Zimbabwe. He is President of the African Engineers Forum, Vice Chairman of the Standing Committee on Information and Communication of the World Federation of Engineering Organizations, a member of the World Council of Civil Engineer’s Executive Council, and Permanent Secretary for the Zimbabwe Ministry of Information and Communication Technology. He was Vice President of the Federation of African Organisations of Engineers and a former President of the Zimbabwe Institution of Engineers, and has worked extensively in academia and industry.

Andrew Lamb

Andrew Lamb has a degree in engineering from the University of Cambridge and became the Chief Executive of EWB – UK in December 2008 after being awarded a World of Difference grant from the Vodafone Foundation. Andrew became interested in engineering and international development following a talk in 2002 at a fledgling student club called Engineers Without Borders, and got involved in fundraising. After graduating, Andrew worked with the University of Cambridge Office for Community Affairs and co – founded the Humanitarian Centre. He worked for more than three years with disaster relief organization RedR, including working at their office in Nairobi. He is the technical editor of the UNESCO Engineering Report and a Visiting Lecturer for the Engineering and Technology Board.

Allyson Lawless

Allyson Lawless is a civil and structural engineer, Fellow of the Institute of Structural Engineering (UK)

and Managing Director, Allyson Lawless and Associates Pty Ltd. Exposed to the realities of South Africa, Allyson has made a real connection between civil engineering and the people that she serves, working hard to bridge the challenges presented by existing gaps. In 2000 she was the first woman to be appointed President of the SA Institution of Civil Engineering in the then almost 100 year history of SAICE. Since then it has been her drive to make a difference from the highest levels in government to communities in need of infrastructure. She worked at addressing imbalances in the civil engineering profession and in 2005 published the book *Numbers and Needs in local government: Civil engineering – the critical profession for service delivery – a wakeup call to address the capacity crisis in SA civil engineering* that has become a national reference guide on skills development.

Leizer Lerner

Dr Leizer Lerner is a Professor of Civil Engineering at the Federal University of Rio de Janeiro, Brazil, and Director of the Brazilian Federation of Engineers Association (FEBRAE). He is also National Member of the World Federation of Engineering Organizations, and actively involved on the WFEO Standing Committee on Education and Training,

Antje Lienert

Antje Lienert has an MA in Organisational Management and works for VDI, the Association of German Engineers. She is responsible for labour market questions in VDI section relating to engineering training and further training and the engineering profession and the labour market. Antje developed this VDI section as a competent service provider, especially with a view to figures and statistical information concerning the engineering labour market.

Simon Lovatt

Dr Simon J. Lovatt has a PhD in Biotechnology and is a professional engineer with background in food engineering research, consultancy, technology and software product development, specializing in quantitative modelling, design, strategy development, managing expert teams, innovation strategy and implementation. He is the Science Strategist with Ag Research Ltd and chair of the Society of Chemical Engineers, New Zealand.

Juan Lucena

Juan Lucena has a Bachelor of Science in Mechanical and Aeronautical Engineering from Rensselaer Polytechnic Institute (RPI), an MS and Ph. D. in Science and Technology Studies (STS) from Virginia Tech. He is an Associate Professor at the Liberal Arts and International Studies Division (LAIS) at the Colorado School of Mines (CSM). Over the last ten years he has researched how images of globalization shape engineering education, engineering practices and designs, and published a recent cultural history of policymaking for education and human resources in science and engineering in his 2005 book, *Defending the Nation: U. S. Policymaking to Create Scientists and Engineers from Sputnik to the War Against Terrorism*.

Eriabu Lugujjo

Eriabu Lugujjo is professor and Head of the Department of Electrical Engineering at Makerere University, Uganda. He is the Vice – Chairperson of the Uganda National Commission for UNESCO, and has been a member of the UNESCO Executive Board. Prof. Lugujjo has particular interests in engineering education and the ap-

plication of engineering for social and economic development. He was previously a physics teacher at Makerere College School and it is reported that in the 1980s that the popularity of his teaching and tuition at school and his home encouraged interest in engineering to the extent that several former students are now senior engineers in Uganda and owe success in their careers to him.

Takaaki Maekawa

Dr Takaaki Maekawa is an agricultural and environmental engineer, former Secretary General of the International Commission of Agricultural Engineering (CIGR) and Professor Emeritus of the University of Tsukuba Graduate School of Life and Environmental Sciences and Research Institute of Tsukuba Bio – Tech (RITB). He is a member of the Science Council of Japan and was a member of the International Commission of Agricultural Bio systems Engineering of CIGR. Prof Maekawa’s specialized field of interest is biomass conversion, and he is a specialist on the breakthrough technology to produce renewable jet and automobile fuels from algae, with support from the Japan Science and Technology Agency (JST).

Donald S. Mansell

Dr Don Mansell is a civil and structural engineer and an Honorary Professor at the University of Melbourne, Australia. He has a Master of Engineering Science and Doctorate in civil engineering from the University of Swansea, Wales, and is a Fellow of the Society of Engineers of Papua New (FSPEPNG), Member of the American Society of Civil Engineers (MASCE) and Member of the Institution of Engineers, Australia (MIEAUST). Don was one of the founders of the International Development Technologies Centre at the University of Melbourne – one of the pioneering university departments focused on the role of engineering and technology in development.

Tony Marjoram

Dr Tony Marjoram, CPEng, FIE Aust, AMI MechE, has a BSc in mechanical engineering, MSc in science and technology policy and PhD in technology and development, and has over 25 years experience in engineering, science and technology policy, planning and management for development. He has worked at the Universities of Melbourne, the South Pacific and Manchester and is responsible for the Engineering Sciences programme in the Division of Basic and Engineering Sciences at UNESCO, where he conceived and developed the award winning Daimler – UNESCO Mondialogo Engineering Award and this UNESCO Report. Dr Marjoram is a Visiting Fellow of the Manchester Institute of Innovation Research, member of the Advisory Board of the “Social, Technological and Environmental Pathways to Sustainability” Centre at the University of Sussex and was a member of the UN Millennium Project Task Force on Science, Technology and Innovation.

Petter Matthews

Petter Matthews has a BA Development Studies and Politics and an MSc Social Policy and Planning in Developing Countries. He is a senior international development specialist with over twenty year’s experience and has been the Executive Director of Engineers Against Poverty (EAP) since December 2002 and has led the development of the current programme of EAP. After working as a construction manager in the UK, Petter first became involved in international development in 1989, when he worked as a Project Manager for the Government

of Tuvalu. Since then he has worked for a number of NGOs and community based organizations in Africa and Asia on issues related to the built environment. In his last position, he was the CEO of a Community Development Trust in South Africa.

Jose Medem Sanjuan

Jose Medem Sanjuan is a Past President of the World Council of Civil Engineers, Professor Emeritus of Civil Engineering at the Polytechnic University of Madrid, President of the Foundation of Aragon for the Promotion of Infrastructure, Vice – president of the Committee of International Affairs of the Instituto dela Ingeniería de Espa, and a member of the World Federation of Engineering Organisations (WFEO) Anti – Corruption Standing Committee. He is Past President of WFEO, the European Council of Civil Engineers, the European Federation of National Engineering Associations, and the German – Spanish Engineering Association.

Jean Michel

Professor Jean Michel is an information engineer, engineering educator and proponent of women in engineering, retired from Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, and former Chairman of the World Federation of Engineering Organisations Standing Committee on Information and Communication, Vice – President of WFEO, founding Editor of the European Journal of Engineering Education and senior consultant in engineering education and in information management. Jean was instrumental in establishing EJEE as a respected journal in the international engineering community. In 2007 Prof. Michel was selected as one of the five top personalities that have marked the information management field in France in the last 20 years.

James R. Mihelcic

Dr James R. Mihelcic is a Professor of Civil and Environmental Engineering at the University of South Florida where he directs the Master’s International Program that allows students to combine their graduate engineering education and research with service in the developing world in partnership with the U.S. Peace Corps. James’ teaching and research interests include green engineering, sustainable development, reform of engineering education, and development issues related to water, sanitation and health.

Ian Miles

Professor Ian Miles graduated in psychology from the University of Manchester and is Professor of Technological Innovation and Social Change, Manchester Business School (MBS) at the University of Manchester. After working at the Science Policy Research Unit at Sussex University for eighteen years, Ian joined PREST (Policy Research in Engineering, Science and Technology) in 1990 and is a director of PREST – which has now become part of the Manchester Institute of Innovation Research within MBS. His particular interests include foresight analysis and service innovation.

Victor Miranda

Victor Miranda is an electrical engineer with work experience in both electrical and telecommunications engineering. He was President of the Association of Professional Engineers of Belize and Manager of Integrated Service and Line Plant at Belize Telemedia Limited.

Wodzimierz Miszalski

Professor Wlodzimierz Miszalski is computer and electronics engineer and Director of the Institute of Organization and Management in the Military University of Technology, Warsaw, Poland. Wlod is also a member of the State's Accreditation Committee and was the Chair of the Standing Committee of Education and Training of the World Federation of Engineering Organizations and Chairman of the Committee on Professional Development of the Polish Federation of Engineering Associations (PFEA).

Mokubung Mokubung

Dr Mokubung Mokubung has a background in economics and PhD in science and technology policy, and is a principal economist at the Botswana Technology Centre (BOTECH). BOTECH is a research and technology organization established by the Botswana Government in 1979, and supports the national development goals in the application of research, science and technology innovation, products and services for economic development and improvement of the quality of life in Botswana in line with the Vision 2016 ideals and National Development Plans.

Jacques Moulot

Dr Moulot has a PhD in electrical engineering, works for the UN Economic Commission for Africa and was formerly Senior Programme Specialist for Science and Technology in the UNESCO Regional Office for Science and Technology in Africa (ROSTA), based in Nairobi. He has nearly 20 years experience in teaching, research, project development and management and policy with the private sector, NGOs and policy makers. Before joining UNESCO he served as scientific affairs officer and energy and energy efficiency specialist at UNECA where his work involved advocacy and policy for energy, science, technology, innovation and development issues. He was the coordinator of the secretariat of UN – Energy/Africa and focal point of UN – Energy, a UN interagency cluster in energy in support of the African Union and its NEPAD programme.

Johann Mouton

Professor Johann Mouton has a BA, MA and PhD in philosophy (with a thesis on the philosophy of science), and is Director of the Centre for Research on Science and Technology and Professor in the Department of Sociology and social Anthropology at Stellenbosch University, South Africa. Johann's areas of specialization include philosophy and methodology of the social sciences; research design and programme evaluation; research management and research ethics; research evaluation and science policy.

Solomon Mwangi

Dr Solomon Mwangi is a civil engineer and specialist in appropriate building technologies (ABT). He has over 25 years experience developing, promoting and disseminating ABTs in developing countries, especially in Africa and with particular reference to post – conflict, post disaster situations. Such technologies include stabilized soil blocks, rammed earth, micro concrete roofing tiles and ferrocement technologies. ABTs are environmental friendly, create employment and are cost effective and therefore most appropriate for applications in the developing world. Solomon is also the Managing Director of Comac Ltd – a Construction Company based in Nairobi.

Douglas Oakervee

Douglas Oakervee is one of the UK's most distinguished civil engineers with broad international experience in the delivery of major projects, including overseeing construction of the new Hong Kong International Airport. Doug has been President of the Institution of Civil Engineers in the UK, and in 2008 was awarded the prestigious ICE Gold Medal in recognition of over fifty years outstanding contribution to the civil engineering profession. He is Executive Chairman of Crossrail – the new high frequency, convenient and accessible railway for London and the South East, and Chairman of Engineers Against Poverty.

Gossett Oliver

Professor Gossett Oliver has BSc, MSc and PhD degrees in mechanical engineering and is a Professor of Engineering and Vice President, School of Graduate Studies, Research and Entrepreneurship at the University of Technology, Jamaica (U Tech). He has lectured in the UK and Nigeria before returning

to Jamaica to join the University of Technology, and holds the distinction of being the first professor to be appointed from within the ranks of faculty at U Tech. Professor Oliver is a recognized scholar and researcher committed to the promotion of science and technology – based industry in Jamaica, and his innovative research on wear systems, physical and welding metallurgy and advanced manufacturing processes includes the surface hardening of mild steel using Blue Mountain coffee shells and enhancing the life of sugarcane rollers.

Dr R. K. Pachauri

Rajendra Kumar Pachauri has been the chair of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) since 2002, and has also been Director General of The Energy and Resources Institute (TERI) in New Delhi and Chancellor of TERI University, Chairman of the governing council of the National Agro Foundation, Chairman of the board of Columbia University's International Research Institute for Climate and Society and is Head of Yale University's Climate and Energy Institute (YCEI). He has a degree in Mechanical and Electrical Engineering and began his career in diesel locomotives, has an MS degree in Industrial Engineering and joint PhD in Industrial Engineering and Economics. He represented the IPCC when the IPCC was awarded a Nobel Peace Prize jointly with Al Gore in 2007.

Beverley Parkin

Beverley Parkin is a public affairs and communications specialist and the Director of Policy and Public Affairs at the Royal Academy of Engineering, which works to promote excellence and increase understanding of engineering. She was previously Director of public affairs and communications for the Royal Pharmaceutical Society.

Stuart Parkinson

Dr Stuart Parkinson has a degree in physics and electronic engineering and PhD in mathematical modeling of global climate change. Stuart was a researcher on climate and energy policy, and environmental systems analysis at the Centre for Environmental Strategy (CES) at the University of Surrey, where he became an expert reviewer for the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) and provided advice to UK negotiators to the UN climate change convention. With an interest in the ethics of science and technology, Stuart has worked

for Friends of the Earth coordinating research and policy work highlighting the link between environmental problems and social injustice, and became Executive Director of Scientists for Global Responsibility, a UK – based campaign organization, in 2003.

Waldimir Pirro e Longo

Waldimir Pirro e Longo is an engineering educator in Brazil and member of the Pan American Academy of Engineering. In honour of his dedication and his achievements in science and engineering he was awarded the Medal and Diploma of the Great Cross of the National Order of Scientific Merit from the Government of the Republic of Brazil.

Arvind K Poothia

Commander Poothia is an electronics and telecommunication engineer, with specialization in law and management, and retired Indian Naval Commander. He is presently the Secretary and Director General of the Institution of Engineers, India, involved in the areas of energy, environment and qual – of a Government of India Shipyard, Hooghly Docks and Port Engineers Ltd.

Krishnamurthy Ramanathan

Dr Krishnamurthy Ramanathan has degrees in mechanical engineering, industrial engineering and management and is the Head of the Asia and Pacific Centre for Transfer of Technology (APCTT) of the United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific (ESCAP), based in New Delhi, India. He is responsible for planning and implementing mandated technology capacity building programmes in the Asia – Pacific region. He is a Senior Member of the American Institute of Industrial Engineers and has professional interests in technology management, particularly international transfer of technology and management of innovation.

Tony Ridley

Professor Ridley, CBE, FREng, FICE, FCIT, has a PhD in transportation engineering and degrees in civil engineering and is Emeritus Professor of Transport Engineering in the Department of Civil and Environmental Engineering at Imperial College. He was a former Head of the department and Director of the University of London Centre for Transport Studies. Tony was responsible for the development of a number of urban rail systems, including board membership of London Transport, Chairman and Chief Executive of London Underground, Managing Director of the Hong Kong Mass Transit Railway Corporation, Director General of the Tyne and Wear Passenger Transport Executive and Managing Director of the Eurotunnel Project.

Badaoui Rouhban

Dr Badaoui Rouhban has degrees in disaster and civil engineering and is Director of the Section for Disaster Reduction in the Natural Sciences Sector of UNESCO. Badaoui manages and coordinates international activities related to the scientific, engineering and educational aspects of natural disaster studies and prevention, and is responsible for coordinating UNESCO's contribution to the United Nations International Strategy for Disaster Reduction. He is also the UNESCO focal point for the United Nations International Strategy for Disaster Reduction.

William C. Salmon

Dr Bill Salmon is a graduate of the Massachusetts Institute of Technology with advanced degrees in mechanical engineering, Master degree in management science and is a fellow at the MIT Sloan School of Management. Bill is the Secretary Treasurer of the International Council of Academies of Engineering & Technological Sciences (CAETS) – an international non – governmental assembly of national academies of engineering. He previously served as Executive Officer of the National Academy of Engineering and was senior advisor for science and technology to the Under Secretary for Security Assistance, Science, and Technology at the US State Department. Prior to that Bill was a practicing engineer, conducting engineering research for the Dynatech Corporation of Cambridge, Massachusetts, and the Sloan Automotive Laboratory at MIT.

Andrew Scott

Andrew Scott has a background in economics and has worked extensively in the social sciences field, focusing on concepts relating to science, technology and development, small enterprise development, the environment, sustainable development, climate change adaptation and the development impacts of modern new technologies. He is the Director of Policy at Practical Action, established in 1966 by Dr EF Schumacher and colleagues as ITDG (the Intermediate Technology Development Group) – one of the leading international NGOs committed to poverty reduction, environmental conservation and technology choice.

Luiz Scavarda do Carmo

Professor Luiz Carlos Scavarda do Carmo has an electrical engineering degree, MSc and PhD degrees in physics from the Pontifical Catholic University of Rio de Janeiro – PUC – Rio. He is Vice – President for Administrative Affairs at PUC – Rio, and was formerly the Director for Development Projects and Dean of the PUC – Rio School of Sciences and Technology. He is also Full Professor in the Physics Department of PUC – Rio, a visiting scholar of the Politecnico of Bari and the University of Roma III, and was a visiting scholar of the Russian Science Academy. He was one of the main organizers of the World Engineers' Convention, held in Brazilia in 2008.

David Singleton

David Singleton is a civil engineer, Director and Group Board member of Arup Group – the global design, technology and management consultancy, chairs the Global Infrastructure Business and leads the Corporate Social Responsibility Portfolio of Arup. He has particular experience in the strategic integration of professional resources, inception, evaluation and planning of major infrastructure projects and sustainable business development. David also has interests in climate change adaptation and mitigation, focusing on the contribution from the built environment and poverty alleviation and the role of engineering in these areas. He is a member of advisory boards related to the built environment and sustainability leadership and has previously chaired a number of industry bodies and business associations in the built environment.

Vladimir Sitsev

Dr Vladimir Sitsev is Secretary General of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations (RUSEA) and a member of the Executive Council the World Federation of Engineering Organizations (

WFEO).

Jorge Spitalnik

Jorge Spitalnik has degrees in mechanical and nuclear power engineering. He is a Vice – President of FEBRAE (the Brazilian Federation of Engineering Associations), UPADI (Pan American Union of Engineering Associations) and the World Federation of Engineering Organizations , and Chair of the WFEO Standing Committee on Energy. Jorge was formerly Deputy Manager of Nuclear Technology and Safety Co – ordination for Electro nuclear and Superintendent at Nuclear Power Plant Engineering in Brazil , Executive Director of UPADI , National Director of UNDP/Brazil Project for Manpower Qualification and Training , Director of the Nuclear Research Center Project at the University of Uruguay , Chair of the International Nuclear Societies Council and Chair of the International Nuclear Energy Academy.

Catherine Stansbury

Catherine Stansbury is a construction lawyer qualified in both England and Hong Kong , and specializes in dispute resolution , bribery and fraud. She has a Masters degree from Oxford University and practiced as a lawyer from 1980 to 2002 , and was involved in numerous major construction projects in China , Hong Kong , Singapore , Malaysia , Thailand and Sri Lanka

(including airport , road , bridge , power station , industrial , commercial and residential project s). She is a co – founder and Director of the Global Infrastructure Anti – Corruption Centre (GIACC).

Neill Stansbury

Neill Stansbury is a lawyer who has worked for over 25 years in the international infrastructure , construction and engineering sectors. Since 2002 Neil has worked full time on the development and promotion of anti – corruption measures in the sesectors. He is co – founder and director of the Global Infrastructure Anti – Corruption Centre (GIACC) , a member of the Standing Committee on Anti – corruption of the World Federation of Engineering Organization and co – founder and coordinator of the UK Anti – Corruption Forum.

Don Stewart

Professor Don Stewart is Principal Fellow in the Department of Civil and Environmental Engineering at the University of Melbourne. Previously he held the posts of Assistant Dean of the Faculty of Engineering and Director of the International Development Technologies Centre of the University of Melbourne , and was Head of the International House at the University. Don was one of the founders of the International Development Technologies Centre at the University of Melbourne – one of the pioneering university departments focused on the role of engineering and technology in development.

Mario Telichevsky

Mario Telichevsky is a civil engineer and is the President of UADI , the Argentine Union of Associations of Engineers. He is also the President of the Central Executive Committee of the World Engineering Congress and Exhibition “ Engineering 2010 – Argentina ” in Buenos Aires in October 2010.

Susan Thomas

Susan Thomas is an Associate Director of Arup in the UK , and is the lead researcher on urbanization for

the Arup Drivers of Change research – based publication. This was developed as a planning tool to help Arup and its clients identify and explore leading factors that will affect our world. The publication consists of a series of cards based on themes including energy, waste, climate change, water, demographics, urbanization and poverty.

Leiatua Tom Tinai

Leiatua Tom Tinai has a degree from the University of New South Wales and over 30 experience in civil and structural engineering. He is the Vice – President of the Institute of Professional Engineers in Samoa (IPES), a member of Engineers Australia, is the CEO and co – owns Gordon and Associates – a civil and structural engineering consulting company in Samoa. Tom was also elected the inaugural President of the newly formed South Pacific Engineers Association or SPEA – established in March 2010 with membership from Tonga, Fiji, Vanuatu, Cook Islands, Papua New Guinea and Samoa, and strong support from New Zealand and Australia.

Kalanithy Vairavamoorthy

Professor Vairavamoorthy has a PhD in Environmental and Water Resources Engineering, an MSc in Environmental Engineering and degree in Civil Engineering, and is a Chartered Engineer and Fellow of the Institution of Civil Engineers (UK). Prof. Vairavamoorthy holds the Chair of Water Engineering at the University of Birmingham in the UK, a Chair appointment at UNESCO – IHE (20%) and at the Technical University of Delft (zero – appointment) in the Water Management Group. Prof. Vairavamoorthy is the Scientific Director of SWITCH, an EU Integrated Project for Sustainable Urban Water Management, worth 25 million. SWITCH is one of the largest EU research projects in the area of water.

Charles Vest

Charles “Chuck” Vest has BS, MS and PhD degrees in mechanical engineering. He is the President of the National Academy of Engineering and was President of MIT from 1990 to 2004. Prior to his ascension to the MIT presidency; he served as the provost and professor of mechanical engineering at the University of Michigan. His interests include science, technology and innovation policy, building partnerships between universities, government and industry, and championing the importance of open communication and cooperation in science and engineering – the MIT Open Course Ware initiative was launched during his tenure, and he co – founded the Alliance for Global Sustainability.

Kevin Wall

Dr Kevin Wall is a registered civil engineer and town planner, and is the manager of Urban Management and Infrastructure of the Council for Scientific and Industrial Research (CSIR) Built Environment in South Africa. Kevin was the Assistant City Engineer responsible for the development of low – cost housing areas for the City of Cape Town, and CEO of a non – profit housing development company. He is a member of South African Planning Institute and Past President of the South African Institution of Civil Engineering. Much of his recent work has been on policy and strategy formulation and implementation, support of service delivery by national government, and on effectiveness of government spending on infrastructure.

Iring Wasser

Dr Iring Wasser is the Managing Director of the Accreditation Agency for Degree Programs in Engineering, Informatics/Computer Science, the Natural Sciences and Mathematics (ASIIN) in Germany, CEO of ASIIN Consult, Vice President of the European Network for the Accreditation for Engineering Education (ENAE), Vice President of the European Network for the Accreditation of Informatics Education (EQANIE) and Chairman of the 'EUR – ACE' – label committee of ENAE.

Ron Watermeyer

Ron Watermeyer is a civil and structural engineer and director of Soderlund and Schutte, consulting civil and structural engineers. Ron has been at the forefront of many development initiatives in South Africa since the early 1990s including building regulations, the classification of sites, changing construction methods, technologies and practices to facilitate socio – economic development and the implementation of a construction procurement system. He has developed many South African National Standards and is currently developing ISO standards for construction procurement. In 2009 he was awarded a Doctor of Engineering from the University of the Witwatersrand for his contributions over time to the delivery of infrastructure. He is an associate of the Construction Industry Development Board, a trustee of Engineers Against Poverty and a past president of the South African Institution of Civil Engineering.

Philippe Wauters

Philippe Wauters has BSc and MSc degrees in Electrical Engineering and had a career with Siemens in various functions in Belgium and Germany. He has been the Secretary General of the European Federation of National Engineering Associations (FEANI) since 2000.

Andrew West

Dr Andrew West has a PhD in Microbial Ecology and has a career as a researcher and in science management, policy development and strategic planning in New Zealand. He played a major role in the Government's science reforms, including the design and establishment of the Ministry of Research, Science and Technology and Foundation for Research, Science and Technology, Crown Research Institutes and the Crown Company Monitoring Advisory Unit. He is Chief Executive of Ag Research Ltd, former Convenor of the Ministerial Task Group on Crown Research Institutes (1991) and former fulltime Chair of the Tertiary Education Commission.

Gunnar Westholm

Gunnar Westholm graduated from the Stockholm School of Economics in business administration and economics and worked for more than 20 years for the OECD in the Economic Analysis and Statistics Division – EASD (and its predecessors), Directorate for Science, Technology and Industry (DSTI), involved in most aspects of the development of internationally comparable R&D and S&T statistics and indicators and corresponding data collection, analysis, diffusion and policy reviews, conferences and training. After early retirement from the OECD, Gunnar maintained close contact with OECD S &T indicators services and national experts and consulted to national authorities around the world, including Brunei, Swaziland and Lesotho, in the preparation of STI plans, and contributed to major UNESCO reports and conferences, including he preparation of an annex for the

OECD Frascati Manual on the measurement of R&D in developing countries.

John P Woodcock

Prof John P Woodcock has an MSc and MPhil in physics and mathematics, and a PhD on the physics of the circulation from Guy's Hospital Medical School. Prof. Woodcock's research interests are in medical imaging and physics and the analysis of ultrasound Doppler shift data in normal and diseased arteries and veins, and data from malignant tumours. John's major contribution is to the study of the peripheral circulation using ultrasound Doppler – shift flow meters and ultrasound imaging, authoring the standard work on blood flow measurement and co – authoring the first monograph on Doppler ultrasound. He was Professor of Bioengineering at the Welsh National School of Medicine, researches at the Institute of Medical Engineering and Medical Physics of Cardiff School of Engineering and is Clinical Director of the Department of Medical Physics and Bioengineering at the University Hospital of Wales.

Vladimir Yackovlev

Professor Vladimir Yackovlev has BSc, MSc and PhD degrees in civil engineering and is the Vice President of the National Academy of Engineering in Venezuela. Dr Yackovlev is a former President of the Pan American Academy of Engineering, Coordinator of the Petroleos de Venezuela Educational Programs for Corporate Executives, head of the OAS Science and Technology Division and Professor of Civil Engineering at the Central University, Caracas, Venezuela.

Miguel Angel Yadarola

Professor Miguel Yadarola graduated as a civil engineer at the National University of Cordoba, Argentina, and was Chair and Professor Department of Physics (UNC) for forty years, retiring as Consulting Professor of the University. He was also Plenary Professor University of Belgrano, Buenos Aires, member of the National Academy of Education and the Academy of Engineering Buenos Aires, President of the Pan American Academy of Engineering, Vice President of UPADI and Advisor to the Ministry of Education (Argentina) for Engineering Accreditation Standards, and has received several national and international awards. He was a member and chair of the WFEO Committee on Education and Training, and twice National Member of the WFEO Executive Committee.

Yixin Zhong

Dr Yixin Zhong is Professor in Information Engineering and Academic Committee Chairman of Beijing University of Posts and Telecommunications (BUPT) in Beijing, China. He also serves as President of Chinese Association for Artificial Intelligence

(CAAI), Chairman of CAST – UN Consultative Committee on IT (CCIT), Vice – President of World Federation of Engineering Organizations (WFEO), Chairman of WFEO Committee on Information and Communication. He was Vice President of BUPT (1992 ~ 2001), President of Asia – Pacific Neural Network Assembly (2001 ~ 2002), Associate Editor for IEEE Transactions on Neural Networks (1993 ~ 2005). He has made many contributions to Information Engineering and received a number of awards from government and the engineering profession.

8.3 缩略语索引

- A&E Architecture and Engineering 建筑和工程
- AAAE Asian Association for Agricultural Engineering 亚洲农业工程协会
- AAEE American Academy of Environmental Engineers 美国环境工程院
- AAESE Association of Agricultural Engineering of South Eastern Europe 东南欧农业工程协会
- ABET Accreditation Board for Engineering and Technology (USA) 美国工程与技术认证委员会
- ABENGE Brazilian Association for the Teaching of Engineering 巴西工程教学协会
- ACEA Association of Consulting Engineers Australia 澳大利亚咨询工程师协会
- ACEC Association of Canadian Engineering Companies 加拿大工程公司协会
- AC Alternating Current 交流电
- ACP African, Caribbean and Pacific Group of States 非洲、加勒比和太平洋国家
- AESEAP Association for Engineering Education in Southeast and the Pacific 东南亚及太平洋地区工程教育协会
- AEEESP Association of Environmental Engineering and Science Professors 环境工程和科学教授协会
- AEF African Engineers Forum 非洲工程师论坛
- ALIA Latin American and Caribbean Association of Agricultural Engineering 拉丁美洲和加勒比地区农业工程协会
- AMCOST African Ministerial Council on Science and Technology 非洲科学和技术部长理事会
- ANIH National Academy of Engineering and the Habitat (Venezuela) 委内瑞拉国家工程院
- ANSTI African Network of Scientific and Technological Institutions 非洲科学和技术学院网络
- AOAD Arab Organization for Agricultural Development 阿拉伯农业发展组织
- APCTT Asian and Pacific Centre for Transfer of Technology 亚太技术转化中心
- APEC Asia Pacific Economic Cooperation 亚太经济合作组织
- APESMA Association of Professional Engineers, Scientists and Managers, Australia 澳大利亚职业工程师、科学家和经理协会
- API Pan - American Academy of Engineering 泛美工程院

ASABE American Society of Agricultural and Biological Engineers 美国农业和生物工程师学会

ASCE American Society of Civil Engineers 美国土木工程师学会

ASEAN Association of South East Asian Nations 东南亚国家协会

ASEE American Society for Engineering Education 美国工程教育学会

ASIBEI Ibero – American Association of Institutes of Engineering Education 伊比利亚美洲工程教育机构协会

AT Appropriate Technology 适用技术

ATDA Appropriate Technology Development Association 适用技术发展协会

ATPS African Technology Policy Studies Network 非洲技术政策研究网络

AU African Union 非洲联盟

AUBES African Union of Biomedical Engineering and Sciences 非洲生物医学工程和科学联盟

BEST Board of European Students of Technology 欧洲学生技术委员会

BLS Bureau of Labour Statistic (USA) 美国劳工统计局

BOTEC Botswana Technology Centre 博茨瓦纳技术中心

CACEE Chinese Association for Continuing Engineering Education 中国继续工程教育协会

CAE Canadian Academy of Engineering 加拿大工程院

CAE Chinese Academy of Engineering 中国工程院

CAETS International Council of Academies of Engineering and Technological Sciences 国际工程与技术科学院理事会

Cariscience Network of Research and Development and Postgraduate Programmes in the Basic Sciences in the Caribbean 加勒比地区基础科学研究与研究生专业网络

CAST Chinese Association of Science and Technology 中国科学与技术协会

CAST Conference on the Application of Science and Technology 应用科学与技术大会

CCMAU Crown Company Monitoring and Advisory Unit 皇冠公司检测和咨询部

CCT Centre for Communication and Transport (Laos) 老挝通讯与交通中心

CDH Career of Doctorate Holders 博士学位获得者的职业

CEC Commonwealth Engineers Council 英联邦工程师理事会

CFC Consumption of Fixed Capital 固定资本消耗

CFES Canadian Federation of Engineering Students 加拿大工程学生联合会

CIGR International Commission of Agricultural Engineering 农业工程国际理事会

CIV College of Engineers Venezuela 委内瑞拉工程师学院

CNEE Cartagena Network of Engineering Education 卡塔赫纳工程教育网络

CNISF National Council of Engineers and Scientists of France 法国工程师和科学家委员会

CONDEFI Council of Deans of Engineering Faculties of Chile 智利工程学院院长委员会

CONFEDI Federal Council of Engineering Deans 工程学院院长联邦委员会

COP15 Fifteenth Conference of the Parties to the United Nations Framework Convention on Climate Change 《联合国气候变化框架公约》十五次缔约方会议

CORE Corporate Responsibility Coalition 企业社会责任联盟

CREW Career Review of Engineering Women 女性工程师职业研究

CRI's Crown Research Institute 皇冠研究所

CSEE Chinese Society for Engineering Education 中国工程教育学会

CSR Corporate Social Responsibility 社会责任联盟

CST Construction Sector Transparency 建筑业透明行动

CWTS Centre for Science and Technologies Studies (The Netherlands) 荷兰科学和技术研究中心

DSIR Department of Scientific and Industrial Research (New Zealand) 新西兰科学和工业研究部

DST Department of Science and Technology (South Africa) 南非科学和技术部

DVT German Association of Technical and Scientific Associations 德国技术和科学学会

E4SD Education for Sustainable Development 可持续发展教育

EA Engineers Australia 澳大利亚工程师学会

EAAAE Euro – Asian Association of Agricultural Engineers 亚欧农业工程师协会

EAAP European Association for Animal Production 欧洲动物生产协会

EAP Engineers Against Poverty 反贫穷工程师

EATPS Eastern Africa and Southern Africa Technology Policy Studies Network 东南非洲技术研究网络

EBOPS Extended Balance of Payments Services 扩展国际收支服务

ECOSOC Economic and Social Council 经济和社会理事会

ECSA Engineering Council of South Africa 南非工程理事会

EESD Engineering Education for Sustainable Development 可持续发展工程教育

EIC Engineering Institute of Canada 加拿大工程院

EIT Engineering Institute of Thailand 泰国工程院

EPAs Economic Partnership Agreements 经济合作协议

ESPF Economic and Social Performance Framework 经济和社会绩效框架

ESW Engineers for a Sustainable World 可持续发展世界的工程师

ETB Engineering and Technology Board (UK) – now Engineering UK 英国工程和技术

委员会,现为英国工程协会

Eur AgEng European Society of Agricultural Engineers 欧洲社会农业工程师学会

Euro – CASE European Council of Applied Sciences, Technologies and Engineering 欧洲应用科学、技术和工程理事会

EWB Engineers Without Borders 无国界工程师

FAO Food and Agriculture Organization of the United Nations 联合国粮食和农业组织

FATS Foreign Affiliates Trade in Services 外国分支机构服务贸易

FCF Fixed Capital Formation 固定资本形成

FDI Foreign Direct Investment 外商直接投资

FEANI European Federation of National Engineering Associations 欧洲国家工程协会联合会

FEBRAE Brazilian Federation of Engineering Associations 巴西工程协会联合会

FEIAP Federation of Engineering Institutions of Asia and the Pacific 亚太工程组织联合会

FEISEAP Federation of Engineering Institutions of Southeast Asia and the Pacific 东南亚和太平洋地区工程组织联合会

FEPAC Federation of Pan American Engineering Consultants 泛美工程咨询师联合会

FIACI Federation of Engineering Organizations 工程组织联合会

FIDIC International Federation of Consulting Engineers 国际咨询工程师联合会

FIE Fiji Institution of Engineers 斐济工程师学会

FMECA Failure Mode, Effects and Criticality Analysis 故障模式、影响和危害性分析

FRST Foundation of Research in Science and Technology 科学和技术研究基金会

FTA Fault Tree Analysis 故障树分析

FTA Free Trade Agreements 自由贸易协议

G8 Group of 8 countries 八国集团

G77 Group of 77 countries 77 国集团

GATS General Agreement on Trade in Services 服务贸易总协定

GDP Gross Domestic Product 国内生产总值

GEDC Global Engineering Deans Council 全球工程学院院长理事会

GERD Gross Expenditure on Research and Development 研发开支总额

GFCF Gross Fixed Capital Formation 固定资本形成总额

GHG Greenhouse Gas 温室气体

GNP Gross National Product 国民生产总值

GRI Government Research Institution 政府研究机构

HEMIS Higher Education Management Information System (South Africa) 南非高等教育

管理信息系统

HIPS Heavily Indebted Poor Countries 重债穷国

HRST Human Resources in Science and Technology 科学和技术人力资源

IAAMRH International Association of Agricultural Medicine and Rural Health 国际农业医学和农村卫生协会

IACET International Association for Continuing Education and Training 国际继续教育和培训协会

ICC International Chamber of Commerce 国际商会

ICE Institution of Civil Engineers (UK) 英国土木工程师协会

ICID International Commission on Irrigation and Drainage 国际灌溉排水委员会

ICSU International Council of Scientific Unions 国际科学会理事会

ICT Information and Communication Technology 信息和通讯技术

IDP Internally Displaced Person/People 国内流亡难民

IDS Institute of Development Studies (University of Sussex, UK) 英国苏塞克斯大学发展研究所

IEA International Engineering Agreements 国际工程协议

IEAus Institute of Engineers Australia (“Engineers Australia”) 澳大利亚工程师协会

IFEES International Federation of Engineering Education Societies 国际工程教育学会联合会

IFMBE International Federation for Medical and Biological Engineering Sciences in Medicine 国际医学和生物医学工程科学联合会

IFTDA International Fund for the Technological Development of Africa 非洲技术发展国际基金

IGF Internet Governance Forum 互联网治理论坛

IGIP International Society for Engineering Education 国际工程教育协会

IHL Institution of Higher Learning 高等学校

IIT Indian Institute of Technology 印度理工学院

ILO International Labour Organization 国际劳工组织

IME Institution of Mechanical Engineers 机械工程师学会

IMF International Monetary Fund 国际货币基金组织

INES International Network of Engineers and Scientists for Global Responsibility 国际工程师和科学家全球责任网络

INES International Network of Engineering Studies 国际工程研究网络

INWES International Network for Women Engineers and Scientists 国际女星工程师和科学家网络

- IP Intellectual Property 知识产权
- IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change 政府间气候变化专门委员会
- IPEJ Institution of Professional Engineers Japan 日本职业工程师协会
- IPENZ Institution of Professional Engineers New Zealand 新西兰职业工程师协会
- IPES Institution of Professional Engineers Samoa 萨摩亚职业工程师协会
- ISCED International Standard Classification of Education 国际教育标准分类
- ISCO International Standard Classification of Occupation 国际职业标准分类
- ISDR International Strategy for Disaster Relief 国际赈灾战略
- ISEL Ibero – American Science and Technology Education Consortium 伊比利亚美洲科学和技术教育协会
- ISES International Solar Energy Society 国际太阳能学会
- ISHS International Society for Horticultural Science 国际园艺科学协会
- ISIC International Standard Classification of Industrial Activities 国际工业活动标准分类
- ISM International Scientific Migration 国际科学迁移
- ISO International Organization for Standardization 国际标准化组织
- ISTRO International Soil Tillage Research Organization 国际土壤耕作研究组织
- IT Information Technology 信息技术
- IUFRO International Union of Forest Research Organizations 国际林业研究组织联盟
- JABEE Japan Accreditation Board for Engineering Education 日本工程教育认证委员会
- JEA Jordan Engineers Association 约旦工程师协会
- JIPSA Joint Initiative for Priority Skills Acquisition 重要技能获得联合倡议
- JSCE Japan Society of Civil Engineers 日本土木工程师学会
- JSEE Japan Society for Engineering Education 日本工程教育学会
- KPIs Key Performance Indicators 关键绩效指标
- KSEE Korean Society of Engineering Education 韩国工程教育学会
- KazSEE Kazakhstan Society of Engineering Education 哈萨克斯坦工程教育学会
- LACCEI Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions 拉丁美洲和加勒比海工程院校协会
- LCA Life Cycle Analysis 生命周期分析
- LCC Life Cycle Cost 生命周期成本
- LCF Life Cycle Profit 生命周期收益
- LED Light – Emitting Diode 发光二极管
- MAF Ministry of Agriculture and Fisheries (New Zealand) 新西兰农业和渔业部
- MEXT Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (Japan) 日本教育、文化、体育、科学和技术部

MINESPOLs Conference of Ministers of European Member States responsible for Science Policy 欧盟成员国负责科学政策的部长会议

MOSTI Ministry of Science and Technology and Innovation (Malaysia) 马来西亚科学技术与创新部

MSMEs Micro, Small and Medium Scale Enterprises 微型、中小型企业

NAE National Academy of Engineering (USA) 美国工程院

NACE Statistical Classification of Economic Activities in the European Community 欧共同体经济活动统计分类

NAICS American Industry Classification System 美国工业分类体系

NEPAD New Partnership for Africa's Development 非洲发展新伙伴关系

NESTI National Experts on Science and Technology Indicators 国家科学和技术指标专家

NGO Non – Governmental Organization 非政府组织

NIBE Nigerian Institute for Biomedical Engineering 尼日利亚生物医学工程院

NIT National Institute of Technology (India) 印度国家技术学院

NSF National Science Foundation (USA) 美国国家科学基金会

NSOF Non – Specific Output Funding 非特定输出资金

OECD Organisation for Economic Co – operation and Development 经济合作与发展组织

OPS Open Pan Sulphitation 敞口盘式亚硫酸处理

PFEA Polish Federation of Engineering Associations 波兰工程协会联合会

PII Institution of Engineers Indonesia 印度尼西亚工程师协会

PLA Participatory Learning and Action 参与式学习与行动

PPP Purchasing Power Parity 购买力平价

PRA Participatory Rural Appraisal 参与式农村评估

PRSPs Poverty Reduction Strategy Papers 减贫战略文件

PTD Participatory Technology Development 参与式技术发展

PV Photovoltaic 光伏

R&D Research and Development 研究和开发

RAE Royal Academy of Engineering (UK) 英国皇家工程院

RAEE Russian Association for Engineering Education 俄罗斯工程教育协会

RCM Reliability Centred Maintenance 以可靠性为中心的维护

RCTT Regional Centre for Technology Transfer (Belarus) 白俄罗斯技术转让区域中心

Red – Ciencia Network of Research and Development for Postgraduates in Science in Central America 中美洲理科研究生研发网络

Red – POP Network for the Popularization of Science and Technology in Latin American and the Caribbean 拉丁美洲和加勒比地区科学技术推广网络

- RedR Register of Engineers For Disaster Relief 工程师救灾注册
- RIA Russian Engineering Academy 俄罗斯工程院
- RRA Rapid Rural Appraisal 农村快速平价
- RS&T Research in Science and Technology 科学和技术研究
- RTS Russian Technical Society 俄罗斯技术学会
- S&T Science and Technology 科学和技术
- SADC Southern African Development Community 南部非洲发展共同体
- SAICE South African Institution of Civil Engineering 南非土木工程协会
- SAPs Structural Adjustment Programmes 结构调整方案
- SCJ Science Council of Japan 日本科学委员会
- SEASAE South and East African Society of Agricultural Engineering 东南非农业工程学会
- SEFI European Society for Engineering Education 欧洲工程教育学会
- SET Science, Engineering and Technology 科学、工程和技术
- SIC Standard Industrial Classification 标准工业分类
- SIDBI Small Industries Development Bank of India 印度小产业发展银行
- SMEs Small and Medium Enterprises 中小型企业
- SNA System of National Accounts 国民核算体系
- SOE's State Owned Enterprises 国有企业
- SPEA South Pacific Engineers Association 南太平洋工程师协会
- SPEED Student Platform for Engineering Education Development 工程教育发展学生平台
- SPRU Science Policy Research Unit (University of Sussex, UK) 英国苏塞克斯大学科学政策研究所
- STAC Science and Technology Advisory Committee 科学和技术指导委员会
- STEM Science, Technology, Engineering, Mathematics 科学、技术、工程和数学
- STEMARN Science and Technology Management Arab Regional Network 阿拉伯地区科学和技术管理网络
- STEP Science & Technology Expert Panel 科学和技术专家委员会
- STEPAN Science and Technology Policy Asian Network 亚洲科学和技术政策网络
- TBSE Technology Bureau for Small Enterprises 中小企业技术局
- TEDC Turkish Engineering Deans Council 土耳其工程学院院长委员会
- TF10 Task Force Number Ten: Science, Technology and Innovation (UN Millennium Project) 联合国千年项目第十特别工作组:科学、技术和创新
- TI Transparency International 透明国际
- TPM Total Productive Maintenance 全员生产维护

- UADI Argentine Union of Associations of Engineers 阿根廷工程师协会联盟
- UIPE Uganda Institute of Professional Property 乌干达职业产权研究所
- MDG Millennium Development Goal 千年发展目标
- UATI Union of International Technical Associations 国际技术协会联合会
- UN United Nations 联合国
- UN – CSD United Nations Commission of Sustainable Development 联合国可持续发展委员会
- UNCSTD United Nations Conference on Science and Technology for Development 联合国科学和技术发展会议
- UNCTAD United Nations Conference on Trade and Development 联合国贸易与发展会议
- UNDP United Nations Development Programme 联合国开发计划署
- UNEP United Nations Environmental Programme 联合国环境计划署
- UNESCAP United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific 联合国亚太地区经济和社会委员会
- UNESCO United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization UNESCO
- UNIDO United Nations Industrial Development Organization 联合国工业发展组织
- UNISIST United Nations Information System for Science and Technology 联合国科学和技术信息系统
- UNISPAR University – Industry – Science Partnership 大学 – 企业 – 科学伙伴关系
- UN – SNA United Nations Systems of National Accounts 联合国国民经济核算体系
- UPADI Pan American Union of Engineering Organizations 泛美工程组织联盟
- USEA International Union of Scientific and Engineering Public Associations 国际科学与工程公共组织联盟
- VDE Association of Electrical, Electronic and Information Technologies 电气、电子和信息技术协会
- VDI Association of German Engineers 德国工程师协会
- VITA Volunteers in Technical Assistance 技术援助志愿者
- VSNTO All Union Council of Scientific Engineering and Technical Societies (Russia) 俄罗斯科学与工程与技术协会联盟理事会
- WAITRO World Association of Industrial and Technological Research Organizations 世界工业和技术研究组织协会
- WATPS Western Africa Technology Policy Studies Network 西部非洲技术政策研究网络
- WCCE World Council of Civil Engineers 世界土木工程师理事会
- WFEO World Federation of Engineering Organizations 世界工程组织联合会
- WFEO – CAC World Federation of Engineering Organizations Committee on Anti – Cor-

ruption 世界工程组织联合会反腐败委员会

WFEO – CCB World Federation of Engineering Organizations Committee on Capacity Building 世界工程组织联合会能力建设委员会

WFEO – CE World Federation of Engineering Organizations Committee on Energy 世界工程组织联合会能源委员会

WFEO – CEE World Federation of Engineering Organizations Committee on Engineering and the Environment 世界工程组织联合会工程和环境委员会

WFEO – CET World Federation of Engineering Organizations Committee on Education and Training 世界工程组织联合会教育和培训委员会

WFEO – CIC World Federation of Engineering Organizations Committee on Information and Communication 世界工程组织联合会信息和通讯委员会

WFEO – CT World Federation of Engineering Organizations Committee on Technology 世界工程组织联合会技术委员会

WFEO – CWE World Federation of Engineering Organizations Committee on Women in Engineering 世界工程组织联合会女性工程师委员会

WHO World Health Organization 世界卫生组织

WMO World Meteorological Organization 世界气象组织

WOIP World Organization for Intellectual Property 世界知识产权组织

WSSD World Summit for Sustainable Development 可持续发展全球峰会

WTO World Trade Organization 世界贸易组织

8.4 索引

认证 2, 8, 12, 13, 17, 130, 133, 134, 141, 147, 148, 161, 162, 163, 164, 165, 169, 219, 224, 231, 244, 245, 247, 262, 263, 265, 268, 269, 275, 277, 280, 282, 285, 287, 299, 302, 304, 325, 396, 397, 399, 400, 402, 405, 407, 409, 433, 440, 446, 447, 448, 450, 451, 452, 469, 472, 473, 474, 476, 477, 478, 479, 505, 510

非洲 16, 17, 26, 33, 59, 64, 80, 86, 93, 100, 107, 114, 120, 145, 149, 150, 151, 167, 168, 169, 170, 178, 182, 186, 200, 201, 203, 212, 213, 214, 243, 246, 247, 248, 249, 253, 254, 258, 259, 260, 261, 280, 296, 297, 322, 338, 352, 354, 357, 361, 362, 388, 390, 396, 401, 406, 407, 408, 411, 412, 434, 435, 458, 462, 465, 466, 468, 473, 479, 505, 506, 507, 509, 511, 512, 513

农业工程 3, 47, 142, 143, 176, 247, 253, 254, 287, 373, 505, 506, 507, 508, 512

替代技术 185, 352

美洲和加勒比海地区的工程

反腐败 64,131,151,186,189,190,215,226,227,228,229,230,231,406,514

APEC 工程师 472,473,474,

适用技术 173,178,179,185,506

澳大利亚工程案例研究

博洛尼亚协议 14,476

博茨瓦纳工程案例研究

人才流失 65,245,257,268,269,396,402,406,408,433

建筑技术 310,314,353,354,356,357,358,359,406

商业融合

CAETS 57,58,64,148,149,151,153,154,299,500,506,518

堪培拉手册 65,70,71,72,73,77,202,402

能力建设 15,16,17,19,26,80,151,153,166,167,168,169,170,198,203,244,245,
246,254,310,321,322,325,328,333,336,349,369,374,396,403,404,
405,407,408,410,411,412,435,436,437,449,450,452,453,467,482,
514,518,521

化学工程 3,5,79,137,138,139,140,141,214,248,249,260,286,287,302,412

土木工程 1,2,3,7,10,14,16,22,24,36,62,68,79,129,130,131,132,133,141,
154,156,180,184,185,190,215,248,253,254,260,272,273,274,275,
282,284,287,288,321,347,374,385,386,387,389,390,391,392,396,
400,405,407,411,412,414,415,417,418,420,421,453,458,459,462,
464,506,509,510,512,513

气候变化 6,10,13,16,17,19,20,22,24,25,28,31,33,35,37,38,41,42,43,46,50,
53,54,55,58,59,65,133,162,163,178,185,186,191,202,203,244,245,
250,274,276,277,284,299,310,313,319,321,323,324,325,326,327,
328,336,337,338,339,340,341,343,344,348,353,365,366,368,369,
371,373,374,385,398,399,401,402,409,423,446,449,470,507,510,
518,519,521

法规和标准

通信 4,14,26,27,28,39,47,48,49,57,60,65,68,70,71,133,134,135,136,137,
143,145,146,151,159,161,164,168,171,178,180,185,186,245,253,264,
270,275,276,277,278,285,286,290,292,294,295,300,307,310,313,314,
316,319,320,327,335,347,347,348,353,378,379,390,393,406,439,457,
462,465,470,481,519

咨询工程 64,149,154,155,156,157,158,159,160,230,273,277,285,310,435,

436,437,505,508,518

继续工程教育 427,428,430,431,432,433,506

合作,见国际合作

合作社会责任

继续职业发展(CPD) 244

课程 13,14,17,19,27,36,57,130,133,134,135,136,141,143,145,148,163,164,
164,170,171,172,177,185,191,196,218,220,233,234,236,246,257,262,
263,267,285,286,290,296,297,303,304,313,314,315,324,325,326,327,
349,350,396,397,402,407,409,415,418,423,424,427,429,432,440,441,
444,445,446,447,448,449,450,451,452,453,454,455,456,457,458,459,
460,461,469,471,473,477,520,521

课程体系 133,170,441

灾难 21,29,48,50,51,55,134,184,310,314,319,321,323,328,331,339,343,344,
345,346,348,349,351,381,397

经济危机 22,39,245,273,276,324,344,352

经济发展 8,10,13,22,27,34,49,132,139,140,149,150,157,163,171,188,195,
198,200,202,203,243,251,254,258,261,262,263,270,272,276,282,
283,293,307,310,319,321,333,335,336,342,352,378,384,386,387,
388,403,404,405,415,421,457,462,465,468,469,476,518,519,520

教育 2,8,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,23,24,27,28,34,36,42,44,45,46,
51,55,58,63,64,65,66,67,68,69,69,70,71,72,73,74,75,77,78,79,80,87,
94,101,108,115,131,133,140,141,143,145,146,147,148,149,151,153,
160,161,162,163,164,165,168,169,170,171,172,180,182,185,186,187,
188,190,191,192,193,195,197,198,199,200,203,204,206,207,210,214,
234,235,237,244,245,246,247,250,252,254,255,256,257,260,261,262,
263,264,265,266,267,268,269,269,270,272,273,275,277,280,282,284,
285,286,290,291,293,294,295,296,297,299,301,302,303,304,313,314,
315,319,321,325,326,327,330,343,344,346,347,349,353,370,371,379,
385,387,389,390,391,396,397,398,399,400,401,402,403,404,405,406,
407,409,411,412,413,414,415,417,418,421,423,424,426,427,428,429,
430,431,432,433,434,439,440,441,442,444,445,446,447,448,449,450,
451,452,453,454,455,456,457,458,459,460,461,462,469,470,471,472,
473,474,476,477,478,479,480,481,505,506,507,508,509,510,511,512,
514,515,518,519,520,521,522

电子工程 1,3,4,72,133,134,135,136,249,347,473

- 紧急情况 21,245,266,351,379,444
- 工程师流动论坛 148,277,472,473
- 就业数据
- 能源 3,8,14,15,16,17,21,22,24,25,29,31,32,35,37,39,42,46,47,48,49,52,
53,55,58,62,65,68,79,134,135,139,142,151,152,154,155,166,180,191,
198,201,204,205,223,226,244,245,248,250,253,268,269,275,276,277,
283,287,293,294,295,296,297,300,303,310,313,319,320,324,328,329,
331,341,342,344,352,353,370,371,372,373,373,374,376,377,384,385,
387,390,393,399,401,402,404,409,412,446,451,459,462,463,481,
514,519
- 工程应用 10,19,134,310,325
- 工程道德 218,223
- 工程、科学和技术政策 64
- 工程研究 17,55,64,192,193,195,197,199,212,215,216,236,246,247,262,270,
272,293,294,296,299,304,377,509,521
- 反贫困工程师 16,134,149,188
- 可持续世界的工程师 64,190
- 政府中的工程师
- 工程师流动 13,148,277,396,399,404,472,473,515
- 无国界工程师 16,64,134,149,179,180,181,185,186,187,188,277,321,326,327,
353,508
- 招生 65,69,78,79,80,87,94,101,122,125,326,396,423,424,458,459,470
- 环境工程 4,33,140,141,143,162,223,248,288,452,453,458,459,505,519
- 道德 2,7,13,37,39,43,44,50,51,60,129,152,162,169,171,204,205,215,216,
217,218,219,220,221,222,223,224,225,226,229,230,231,275,297,299,
305,316,325,327,379,398,406,427,429,440,468,470,515
- 欧洲工程师(Eur Ing) 396
- 欧洲的工程 160,476,478
- 欧盟统计局指标
- FIDIC 64,149,151,154,228,230,231,277,280,310,312,435,436,437,438,445,
476,478,484,508,518
- 预测 2,33,37,42,53,55,63,141,221,224,297,306,316,321,337,338,339,345,
351,362,372,374,376,382,397,403,447
- 预见 2,47,50,322,427,457,469,479
- 弗拉斯卡蒂手册(OECD)

- 工程中的性别问题 17
- 加纳的工程案例研究
- 工程的历史 10,13,193
- 人类发展 2,10,11,50,194,263,307,372,403,415,457,518
- 信息和通信技术 68,71,133,151,168,270,285,307,316,470
- 指标,见数据与指标
- 基础设施 2,3,5,9,10,13,14,22,23,24,25,26,27,29,32,33,34,35,39,40,47,48,
49,51,58,61,65,131,145,146,149,150,151,152,154,156,169,170,
171,182,188,189,190,193,198,203,205,206,226,227,228,229,238,
244,245,253,259,260,261,268,272,273,274,276,277,278,279,280,
284,296,297,300,301,302,306,307,310,311,312,313,315,316,317,
318,319,320,321,322,323,328,330,331,333,334,344,346,347,348,
349,353,354,355,361,362,364,365,367,368,369,374,376,377,378,
380,381,382,383,384,385,386,387,388,389,390,391,392,393,394,
395,401,402,403,404,406,407,409,410,411,413,414,423,424,425,
426,458,459,464,467,468,518,519,521
- 基础设施报告卡 385,386,387,389,390,391,392,393,409
- 创新 1,2,8,10,11,12,13,14,15,16,17,22,23,25,27,31,35,39,40,41,43,44,46,
51,53,56,57,58,59,61,63,65,70,71,74,77,129,133,138,139,143,146,
149,150,152,154,162,166,167,170,171,172,176,179,186,188,189,190,
191,199,201,202,203,204,206,209,212,244,245,251,252,254,255,257,
258,259,263,264,265,267,268,271,272,277,283,284,290,291,292,293,
294,295,296,297,301,303,304,305,307,319,320,321,322,324,325,326,
327,329,333,342,345,353,355,363,367,369,372,387,389,390,398,399,
401,402,403,404,411,418,429,439,440,441,442,448,453,454,468,469,
471,511,512,518,519,520,521,522
- 国际合作 19,20,134,142,149,182,200,213,245,325,326,372,398,440,466,515
- 机械工程 5,132,133,134,136,141,184,185,214,248,260,281,287,289,302,303,
347,400,412,509
- 医学工程 5,64,136,141,144,145,288,506,509,511
- 千年发展目标 13,16,17,20,22,23,26,27,30,38,41,42,149,152,182,186,202,
220,243,244,245,310,312,313,315,316,317,319,322,323,325,
328,332,335,336,364,370,371,372,385,396,404,407,422,462,
465,466,513,521
- 工程师的流动性 160,299,469

新西兰工程案例研究

OECD 13, 31, 39, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 73, 74, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 87, 88, 94, 95, 101, 102, 108, 109, 115, 116, 122, 123, 125, 126, 127, 128, 156, 171, 199, 202, 211, 231, 250, 252, 331, 400, 402, 433, 434, 483, 503, 511, 516

奥斯陆手册 71, 77, 202, 402

太平洋岛国的工程

减贫 13, 14, 17, 184, 190, 194, 198, 202, 203, 310, 315, 318, 319, 321, 322, 323, 325, 325, 331, 399, 470, 511, 521

实际行动 64, 172, 177, 178, 179, 352, 467

以问题为基础的学习 13, 14

改革 13, 14, 25, 36, 54, 145, 185, 204, 209, 212, 214, 215, 254, 262, 263, 267, 296, 321, 326, 327, 342, 393, 396, 397, 398, 404, 417, 422, 424, 446, 447, 448, 449, 460, 470

再生能源 8, 14, 15, 17, 31, 32, 52, 53, 58, 65, 134, 198, 244, 250, 269, 300, 324, 331, 342, 372, 373, 374, 401, 402, 462

研究 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 13, 14, 16, 17, 19, 21, 25, 29, 31, 34, 36, 42, 43, 46, 49, 50, 52, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 77, 78, 79, 130, 134, 135, 136, 137, 139, 142, 145, 147, 149, 157, 159, 161, 163, 166, 167, 168, 170, 172, 174, 175, 176, 177, 179, 191, 192, 193, 194, 195, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 215, 216, 218, 219, 222, 223, 226, 232, 233, 234, 236, 237, 238, 241, 244, 245, 246, 247, 248, 250, 251, 252, 256, 258, 262, 264, 266, 267, 270, 271, 272, 275, 277, 282, 286, 288, 291, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 301, 302, 303, 304, 305, 307, 310, 312, 313, 315, 319, 321, 322, 325, 326, 329, 333, 336, 338, 345, 347, 350, 352, 354, 361, 373, 376, 377, 379, 381, 382, 388, 390, 391, 392, 396, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 408, 409, 411, 412, 414, 415, 418, 419, 420, 421, 422, 423, 426, 428, 431, 432, 433, 439, 440, 441, 444, 445, 451, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470, 472, 480, 481, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 515, 516, 519, 521, 522

工程的研究 135, 522

工程教育的研究 396

科学和技术政策 64, 65, 72, 261, 512, 515

科学政策 18, 198, 198, 199, 200, 201, 511, 512

科学、技术和创新政策

社会发展 161, 162, 170, 187, 189, 203, 207, 253, 259, 260, 264, 274, 319, 321, 379,

407,439,461,465

工程师的社会责任

社会 1,2,10,11,14,15,18,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,49,50,53,55,56,57,58,59,60,61,62,63,64,65,67,68,69,70,72,75,129,130,131,132,134,135,139,140,142,143,144,146,147,148,150,151,152,153,154,157,160,161,162,165,167,168,170,171,172,174,175,179,182,183,184,186,187,188,189,191,192,193,194,195,196,199,200,203,205,207,208,209,210,212,215,216,217,218,219,220,222,223,225,226,227,230,235,238,243,244,245,249,251,253,256,257,258,259,260,261,262,263,264,266,267,269,272,273,274,275,280,283,286,287,290,292,293,295,297,299,301,302,303,304,305,306,307,307,310,313,314,315,316,317,318,319,321,322,326,327,329,330,332,333,334,335,337,340,343,344,345,346,347,349,351,369,370,371,372,373,374,375,377,378,379,382,383,385,386,388,390,392,393,395,397,399,400,401,403,404,406,407,428,435,439,440,441,443,444,445,446,447,448,453,454,455,456,457,458,461,463,464,465,467,468,469,470,471,476,477,507,508,513,515,518,519,520,521

标准 7,8,9,16,17,20,28,33,35,36,39,43,44,48,49,58,60,66,67,68,70,71,72,74,77,78,130,131,142,145,146,150,151,153,155,157,161,163,169,170,175,176,194,202,205,208,213,216,220,222,224,230,231,237,244,245,253,256,258,262,263,279,280,282,288,292,294,299,306,307,310,319,322,323,325,328,330,331,332,333,335,336,337,343,344,348,349,357,361,368,372,376,379,382,383,394,396,397,402,409,410,411,415,429,431,433,436,437,440,448,453,465,466,469,472,473,474,476,477,478,479,510,512,515

数据和指标 64,65,66,246,399,403,518,520,520,521

可持续发展 8,10,13,16,17,19,20,22,27,32,34,35,36,42,46,47,48,50,54,63,65,129,133,139,140,143,149,151,152,162,168,169,171,179,180,185,188,190,191,192,194,197,202,205,218,222,223,226,230,243,245,246,253,275,277,294,300,301,310,316,317,318,322,323,324,325,326,327,328,330,330,331,332,333,335,347,353,364,370,371,372,374,382,384,392,396,397,403,404,407,408,412,440,444,445,446,447,448,449,450,452,453,465,469,470,507,513,514,518,519,521

技术能力建设 16,19,254,403,404

技术专家 7,8,9,134,196,200,212,244,387,400,456,512

技术员 7,8,9,14,68,72,165,239,388,478

电信 11,79,136,208,253,385

华盛顿协议 12,134,148,163,165,269,275,277,280,304,396,472,473,474

供水和环境卫生

WFEO 17,64,148,149,150,151,152,154,162,163,168,221,277,282,325,385,
396,399,403,407,427,444,445,482,483,486,489,494,496,500,501,504,
513,514,518

工程中的女性和性别问题 232

后 记

从工程在社会、经济和人类发展中的作用、范围和重要性以及工程和技术推动了全球化的事实来看,这才是第一份关于工程的国际性报告,这多少令人有些惊讶。或许正如这份报告所体现出来的,“工程”这个主题的大小可能是之前没有此类报告产生的一个原因,或许是因为工程的普遍性,人们没有意识到此类报告的必要性,或许是因为工程领域和类型的多样性的确令人困惑。或许也是因为工程往往被看做一个国家层面的问题和活动,除了一些较大的工程公司和组织的工程师,大多数工程师只是在地区级的地方工作,关于工程的报告大多关注国家层面或者专业领域的问题。而科学通常被认为更加国际化。上面的看法可能使人产生误解,但是正如报告显示,工程知识、企业、组织、会议和期刊都证明工程像科学一样国际化。

报告的起源

这个报告的想法源于2005年世界工程组织联合会(WFEO)、国际工程与技术科学院理事会(CAETS)和国际咨询工程师联合会(FIDIC)代表的非正式讨论。讨论中表现出大家对这样一份报告的兴趣和热情。2006年,出版这一报告的构想和方案完成,并于同年10月得到时任UNESCO总干事Koichiro Matsuura的批准,之后成立了编辑顾问委员会。编委们认为该报告应尽可能全面,重点关注工程问题、挑战和发展机遇,尽管可用的人力资源和资金都非常有限。对报告感兴趣的问题包括对贫困和可持续发展的持续关注新的挑战,例如减缓气候变化和适应气候变化,在这些问题中,工程——一个源自“Ingenuity(独创性)”的术语——将是所有解决方案中的一个重要组成部分。编委会起草并确定了内容,同时也列出了潜在贡献者的名单。鉴于有限的资源,报告将不会收集任何新的国际统计数据 and 指标(这将是今后工作的重点),而主要尝试使用已经存在的统计数据和指标。超过120位来自不同背景的个人,为报告作出了贡献。他们提供了许多视角以及丰富而深入的方法,使报告的诞生成为可能。

报告回顾了工程在人类、社会和经济中的作用,涵盖了当前的、新兴的和未来的问题和机遇,包括扶贫、可持续发展、减缓和适应气候变化。报告展现了工程的多个领域,介绍了世界各地的工程现状,包括区域和国家视角。它还讨论了更普遍的工程问题、应用和创新、基础设施、能力建设、工程教育和培训。

全球的工程挑战

报告是一个更好地了解世界各地工程和工程师角色和责任的平台。这些责任包括工程师工作区域的多样性——建设和建筑业、交通运输、通信、能源、资源利用和供应以及工程师可能会面临比其他职业更高的个人责任。正如报告中所说:医生和内科医生一般只是对个别病人负责,而工程师可能是对数十人、数百人、数千人的健康和安全的负责。报告发现,发达国家人均工程师比医生更多,而在发展中国家工程师数量比本身就有限的医生人数更少。虽然这是一个复杂的比较,它强调了基础设施对人类、社会和经济发展的的重要性。

报告中强调的问题包括公众对工程的认识和理解不足、青年人对工程的兴趣减少,工学专业入学率下降。这些问题的出现在很大程度上是基于以下观念:工程和工程专业枯燥以及工作条件艰苦,工程领域的岗位所获得的报酬与其责任不匹配,工程是导致环境退化和气候变化问题的部分原因,而不是解决方案的一部分。这些并不是新问题,这说明需要努力提高公众的意识以及对工程的认识和了解,使工程教育具有吸引力,强调工程是减缓和适应气候变化的核心。新的问题是:通过这份国际报告,这些都可以被看做是决策者和工程师本身所面对的全球性挑战。这个报告凝聚了来自世界各地对社会该如何响应的看法。

例如,报告明确指出 these 问题是相互关联的,当年轻人看到工程发挥了重要作用,就会关注可持续发展和气候变化,会被吸引到工程领域。如同政府间气候变化专门委员会指出和建议的那样,如果全世界想解决全球变暖问题,控制和减少温室气体排放和限制温度上升 2.0°C,减缓和适应气候变化将必须包括对绿色、可持续发展和环境工程投资的大幅增加。当然,有关教育、培训、研究和开发、应用和创新技术的投资也将大幅增加。

至于工程职业不能获得很好报酬的观念,考虑到教育和培训的要求与责任,与其他行业相比,绿色技术和发展的投资与基础设施投资增长相关,是世界各地经济刺激一揽子计划的一部分,所以应促进工程和工程职业对青少年的吸引力,使工程师与其他职业相比有更好的薪金和工资结构。这包括吸引许多年轻的工程师所在的银行、金融等部门,现在面临着工资和奖金下调的压力。

关于公众对工程的理解,工程与科学一样,包括多种多样的领域,人们使用复杂的术语、数字和公式。所以工程难以被理解和沟通并不奇怪,特别是对记者和媒体而言,他们更偏好单一的声音和情景。工程师需要成为更好的传播者,传播媒介需要对工程、科学和技术更了解的记者。这要求获得更好的信息,并为工程师和记者提供培训。报告显示社会已经认识到如何实现这一目标。

报告也显示,通过活动和基于问题的学习,工程教育可以更具吸引力、更有效,这反映了工程基于问题和解决问题的性质。工程理论需要结合工程实践,同时传授给学生,使学生可以实践刚学到的知识——这种做法彻底改变了生产工程,需要应用于工程师的



© Arup 伦敦纪念园

教育、培训和“生产”中。理论和实践相结合也是冯·洪堡所提倡的,而不是理论先于实践(例如,很常见的是工程专业第一年都是数学和微分方程,这是年轻人认为工程学枯燥和工作辛苦的主要原因)。世界各地的工程教育都需要新的投资,新的办法要求在课程更新和工程教育者的专业发展上快速的投资。报告显示,这是教育、人力和经济发展的当务之急,需要工程和政策层面的回应。基于问题学习模式的成功,以及大家对它的兴趣,证明了这种做法的相关性和重要性。有趣的是,医学院校虽然不像工程专业一样面临学生短缺的问题,也采用了基于病人的学习方法,以应对大家批评医生往往过于看重技术,与病人和他们的需求脱节的情况。如果医学可以做出这种变化,工程学当然也可以。

需要更好的统计数据 and 指标

认识到工程、科学和技术对知识社会和经济的重要性,我们很惊讶地发现,工程作为对社会和经济发展最重要的驱动因素,却并没有更好的数据。国际惯例建议收集有助于理解和回答工程领域的重要问题的统计数据 and 指标。收集的数据有“科学家和工程师”、研发、专利、创新、高科技产品的国际贸易以及科技论文的发表,这些数据并没有区分科学和工程,也没有区分科学和工程的各个领域。这些指标需要被重新定义,以更好地区分科学与工程以及工程的各个领域,使人们更好地理解工程对创新和发展的作用,并更好地去分析我们需要的工程师的种类和数量。这将极大地增加提供给决策者和规划者的信息。它还将提高公众和对工程职业感兴趣的年轻人的意识。统计人员收集所需的数据,工程师、决策者、规划者和公众应提出更多关于工程有用的数据和指标的需求。

需求和活动,所需的行动和成果

工程的意识、信息、教育、应用和创新,代表这个报告的五项内容和建议。主要的问题和挑战包括促进工程教育的转变、人力和机构能力建设(特别是在发展中国家)以及实现联合国千年发展目标——特别是扶贫、可持续发展、减缓和适应气候变化——的应用和创新,并加大这些领域的投入。这需要相关的统计数据 and 指标。此外,人们应更加重视有关工程的政策,将其作为经济复苏和再生的一部分,发展低碳经济和必要的基础设施,为可持续的“绿色”增长提供长期的解决方案。

还应该强调工程在制定政策、规划和相关文件中的作用和重要性,例如《减贫战略(PRSPs)》、《联合国共同国家评估(CCAAs)》和《发展援助框架(UNDAFs)》。这些文件里几乎没有提到工程,而将工程、技术和创新纳入这些文件的议程中,对成功至关重要。这应该与学校和大学层面的工程研究发展的需要相联系,以使人们更好地理解工程在社会中的作用。

解决这些问题和挑战的活动包括:

- ◇信息和指标的开发、生产和共享;
- ◇带有规划和咨询服务的政策倡议;
- ◇应对未来全球挑战的学习材料和教材出版;
- ◇课程和教学法的发展和转型;
- ◇加强在继续教育、远程学习和虚拟学习上的投入。

需要通过国际网络、合作和伙伴关系,更有效地推动知识的开发、转化、交换、应用和创新。这正是工程部门缺乏的资源。此外,具体到工程在扶贫、可持续发展、减缓和适应气候变化的作用,在这些背景下,也需要强调性别平等,赋予妇女权利和加强发展全球伙伴关系。

工程的问题、挑战和机遇反映在《国际工程计划》(2009年10月在UNESCO执行委员会和大会上提出并得到批准)的建议里。这是对呼吁加强世界各地工程的响应,UNESCO支持这项活动。该建议由南非提出,得到31个会员国的支持。除此之外,其他主要活动还包括UNESCO这份关于工程的报告的编写和一个相关的“国际工程奖”。

作为第一份国际工程报告,以这样大的一个题目,提出工程发展的许多问题、挑战和机遇。随着对更绿色的工程和技术的需求日益增加,如果我们要应对气候变化,工程对经济复苏和再生的重要性与日俱增,人们希望这些问题、挑战和机遇成为UNESCO关注的一部分,并体现在《国际工程计划》和未来UNESCO有关工程的报告中。

然后,我们将能够更好地解决这些问题,迎接挑战,更好地利用机遇,以帮助工程师创造一个更加美好的世界。

译后记

翻译联合国教科文组织的报告《工程：发展的问题、挑战和机遇》是一件很有意义的工作，这是一本非常全面地介绍工程领域的现状以及工程在发展中所起到的特殊作用的著作。联合国教科文组织投入了大量的心血完成这部庞大著作的编辑工作，让全世界的读者有机会更好地了解工程。

工程在中国的发展中所扮演的角色尤其突出。中国是世界上最大的发展国家，处在工业化进程的关键时期，在 21 世纪初提出了“走中国特色自主创新之路、建设创新型国家”的战略目标。要实现这一目标，根本在于提高工程科技的发展水平，提高自主创新能力，转变经济增长方式，推进产业结构的优化升级，走新型工业化道路。这部报告对工程、工程学科、工程行业、工程教育等问题都有深入的探讨，有丰富的数据和生动的案例，我们认为它对我国的工程发展和关于工程的研究有很好的借鉴意义。我们将它翻译成中文，方便国内读者的阅读和参考。

自 2011 年初开始，翻译、校对和后期的编辑工作持续了近两年的时间。除了因为这部报告的篇幅很长，译文达 40 多万字；还因为报告所涉及的内容非常广泛，对译者来说是一个很大的考验，我们也在不断学习和研究相关的内容，以向读者呈现更完美的译本。

本报告的翻译出版是中国工程院、教育部课题“院校工程教育工程性与创新性问题的研究成果之一。清华大学教育研究院、清华大学工程教育中心对报告的翻译给予了大力支持。中央编译出版社和中联华文社科图书中心对报告的编辑出版工作提供了很大的帮助，在此一并表示感谢。

译者
2012 年 10 月

责任编辑：董 魏
封面设计：中联学林

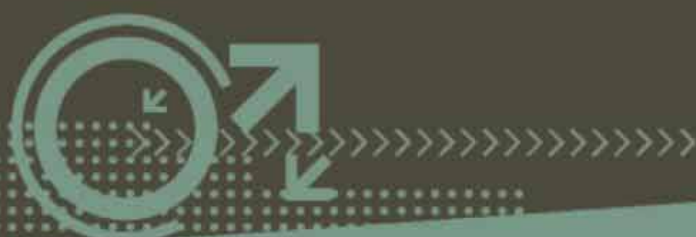
● 拓展公众和政策对于工程的认识及理解，强调其作为创新和社会经济发展动力的作用；

● 推广工程的知识，特别是当前迫切需要关于工程的统计数据 and 指标（比如一个国家究竟需要并且已经拥有的工程师的类型及数量——这已经超出了本报告的研究范围）；

● 改革工程教育及其课程和教学方法，强调课程和教学方法与工程学科的相关性，培养学生解决问题的能力；

● 更为有效的创新，并将工程和技术应用于全球性的问题和挑战，例如减少贫困，可持续发展与气候变化——特别是目前急需的绿色工程和低碳技术。

● 这份报告指出，很多针对这些问题、机遇和挑战的可能性解决方案是相通的。例如，一个显著的发现表明，当年轻人、大众和政策制定者看到相关信息和指标显示工程、创新与技术是解决全球性问题方案的一部分的时候，他们对工程的注意力及兴趣就有显著提升。我们迫切需要工程界与大众和私人机构合作，提升工程的影响力，这不仅是为了工程本身，也是为了全世界。这份报告就是国际社会对这种需要的回应。



定价:95.00元