



政府需要扶持科技型初创企业，开拓印度创新文化。

苏尼尔·玛尼

大多数药物专利属于印度的公司，而在印度创办的外国公司拥有计算机软件方面的大多数专利。

照片来源：©A 和 N 摄影 /Shutterstock.com

第 22 章 印 度

苏尼尔·玛尼

引言

失业率增长：新兴问题

2005—2007 年印度经济平均年增长达 9%，实属史上首次。自那以来，国内生产总值以 5% 的速度缓慢增长，这主要是 2008 年全球金融危机所带来的必然结果，尽管在 2009 年和 2011 年之间有轻微反弹（见表 22.1）。

近几年印度的情况可谓喜忧参半。好的方面包括：贫困率显著减少，促进经济增长的宏观经济基本面有所改善；外国直接投资流入及流出量显著增加；自 2005 年印度成为世界计算机和信息服务出口大国；印度演变成为一个“节约式创新者”的中心，部分“节约式创新者”还出口至西方国家。不好的方面包括：有证据表明随着经济的增长，出现了收入分配严重不均衡、高通货膨胀率及财政赤字现象，也出现了被委婉称作“失业性增长”的就业市场低迷等现象。正如我们所看到的，公共政策试图在减少正面影响的情况下，减少负面影响。

在印度制造！

2014 年 5 月，印度人民党在大选中赢得绝对多数席位（52%），从而不必寻找盟友组建联合政府，

这是 30 年来印度首次有单一政党取得如此胜利。从现在开始至 2019 年下次大选，纳伦德拉·莫迪总理能够自由地执行他的计划。

莫迪总理在 2014 年 8 月 14 日独立日发表的讲话中提出建立出口导向制造业的新经济模式。他鼓励国内外公司在印度制造出口商品，并多次提及“在印度制造”。如今印度经济主要由服务业主导，占国内生产总值的 57%，而工业占 25%，其中一半来自制造业^①（2013 年占国内生产总值的 13%）。

东亚发展模式重点在于制造业和大型基础设施的发展^②，而新一届政府转向该模型依然是被人口趋势驱动：每年有 1 000 万印度年轻人加入就业市场，同时许多农村人口迁移到城市。近几年服务行业发展迅速，但并未带来大量就业：只有四分之一的印

① 《国家制造业政策（2011）》提出到 2022 年将制造业占国内生产总值的比重从 15% 提高至 25%。该政策还提出到 2022 年将成品中高科技产品（航空航天、医药、化工、电子和电信）的比重从 1% 提升至 5%，同时增加制成品出口中高科技产品的现有比重（7%）。

② 东亚发展模式意味着国家在提高国内整体投资率尤其是制造业方面占据重要地位。

表 22.1 2006—2013 年印度社会经济表现的积极面和消极面

	2006年	2008年	2010年	2012年	2013年
实际国内生产总值增长率（%）	9.3	3.9	10.3	4.7	4.7
储蓄率（占国内生产总值的%）	33.5	36.8	33.7	31.3	30.1
投资率（占国内生产总值的%）	34.7	38.1	36.5	35.5	34.8
贫困线以下人口（%）	37.20 ⁻¹	—	—	21.9	—
未获取改善卫生设施的人口（%）	—	—	—	64.9 ⁻¹	—
未接通电的人口（%）	—	—	—	24.7 ⁻¹	—
外国直接投资净流入（10亿美元为单位）	8.90	34.72	33.11	32.96	30.76 ⁺¹
外国直接投资净流出（10亿美元为单位）	5.87	18.84	15.14	11.10	9.20 ⁺¹
印度计算机服务出口全球份额（%）	15.4	17.1	17.5	18.1	—
通货膨胀，消费者价格（%）	6.15	8.35	11.99	9.31	10.91
收入不平等（基尼系数）	33.4	—	35.7	—	—
失业率增长（组织部门员工增长率）	0.20	0.12	0.22	—	—

-n/+n= 基准年之前或之后 n 年的数据。

来源：印度中央统计局；印度储备银行；联合国开发计划署（2014 年）；世界水资源评估计划（2014 年）世界水资源发展报告。

联合国教科文组织科学报告：迈向 2030 年

度人在该领域工作^①。本届政府面临的挑战是建立更加商业友好型的财政和监管环境。如果印度打算效仿东亚模型而获得成功，其固定投资比例需远高于现有的 30%（Sanyal, 2014）。

演讲中，莫迪还宣布解散国家的计划委员会。这是自《联合国教科文组织科学报告 2010》发布以来，印度最重要的政策变化之一。在过去 65 年间。印度一直追求计划形式的发展，带来了一系列的具有明确目标的中期发展计划，而该决定正式终结了这种状态。2015 年 1 月 1 日，政府宣布由改造后的印度国家研究院（NITI Ayog）取代计划委员会。新智囊团在发展问题上的主要作用是，就战略问题写报告供国家发展委员会讨论，并且所有部长都需要参加。不同于以往的做法，相比以前的计划委员会，研究院在政策制定和执行方面会给 29 个地区更大的权利。新智囊团也将积极参与由中央政府扶持的方案实施。

尽管有这样的发展计划，第 12 个“五年计划”（2012—2017 年）仍然会照常进行。至今为止，计划委员会已经和印度的大部分机构协调合作，支持科技变化，目标是完成这些五年计划。这些机构包括：总理科学咨询委员会、国家创新委员会和科技部。以后，新智囊团将接管这项工作。

2014 年新政府就科学方面提出两项建议。第一个是印度将采取统一的专利政策。第二个是政府实验室的高级研究员将作为学校、学院和大学的科学教师，从而提高科学教育质量。随后让专家委员会起草专利政策。然而 2014 年 12 月委员会提交的报告草案并没有对现有政策进行彻底改革。换句话说，该政策鼓励在正式和非正式经济领域中对潜在发明家们普及专利文化。还建议印度应采用实用型专利制度，以刺激中小型企业更具创新性。

始终如一的外交政策

莫迪政府外交政策不太可能偏离历届政府所秉持的原则，用印度第一任总理贾瓦哈拉尔·尼赫鲁

的话来说就是“最终，外交政策的结果源自经济政策”。2012—2013 年，印度三大出口国分别为阿拉伯联合酋长国、美国和中国。然而值得一提的是纳伦德拉·莫迪是首位能邀请南亚区域合作联盟（南盟）^② 所有政府首脑在 2014 年 5 月 26 日参加他就职典礼的总理。各政府首脑都接受了邀请。而且在 2014 年 11 月南盟首脑会议上，莫迪总理呼吁南盟其他各国在其国内给予印度公司更大的投资机会，以便使印度更好地进入大型消费市场（见第 569 页）。

谈及创新，西方国家毫无疑问仍然是印度的主要贸易伙伴，即便是印度跟其他金砖国家（巴西、俄罗斯、中国和南非）也有合作——在 2014 年 7 月签署协议建立新发展银行（或金砖国家发展银行），主要用于基础设施项目贷款^③。

印度对西方科学和技术的持续依赖主要因为以下三因素：第一是越来越多西方跨国公司进驻印度各行各业；第二是大量印度公司在海外收购公司，这往往是在发达市场经济体中才能看到的；第三是近几年西方大学录取的科学和工程专业的印度学生翻了几番，因此印度和西方国家之间的学术交流也不断增加。

经济增长带动研发动态输出

在过去 5 年间，研发输出的各项指标都在快速发展，包括国内外授予的专利、印度高科技产品出口占总出口比重或是科学出版物的数量（见图 22.1）。在高科技领域，如空间技术、制药、计算机和信息技术（IT）服务等，印度也在不断提高自身的水平和能力。

最近两项成就表明了近年来印度取得的发展，即：自 2005 年以来成为计算机和信息服务出口大国以及在 2014 年 9 月完成火星首航。这些将节俭创新带向新高度：印度开发曼加里安探测器^④ 仅花费 7 400 万美元，仅为美国国家航空航天局开发 MAVEN 探

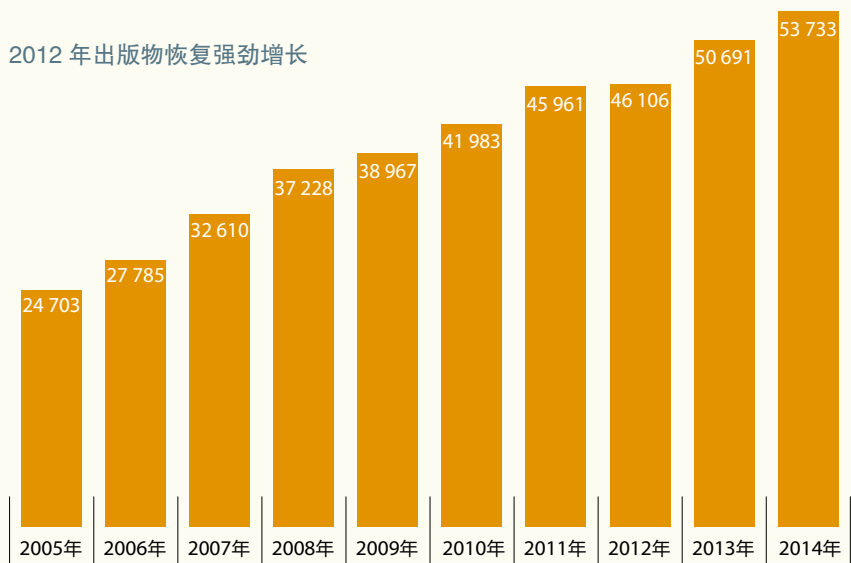
^② 南亚大学详情见专栏 21.1，南盟项目之一。

^③ 金砖五国占该银行财政比例相同，起始资金均为 1 000 亿美元。银行总部设于中国上海，印度担任主席国，管理南非区域事务。

^④ 曼加里安探测器在印度东海岸的斯里赫里戈达岛航天发射场发射，研究火星大气层，并希望检测甲烷的存在以证明潜在的生命迹象。在飞船燃料耗尽之前会一直将数据传回地球。

^① 就业创造水平低可能是因为服务业主要由零售和批发主导（23%），其次是房地产、公共管理和国防（各约 12%）和建筑业（11%）。见普拉纳布·慕克吉（Pranab Mukherjee, 2013）。

2012 年出版物恢复强劲增长



0.76

2009—2012年印度科学出版物平均引用率0.76；二十国集团平均1.02

6.4%

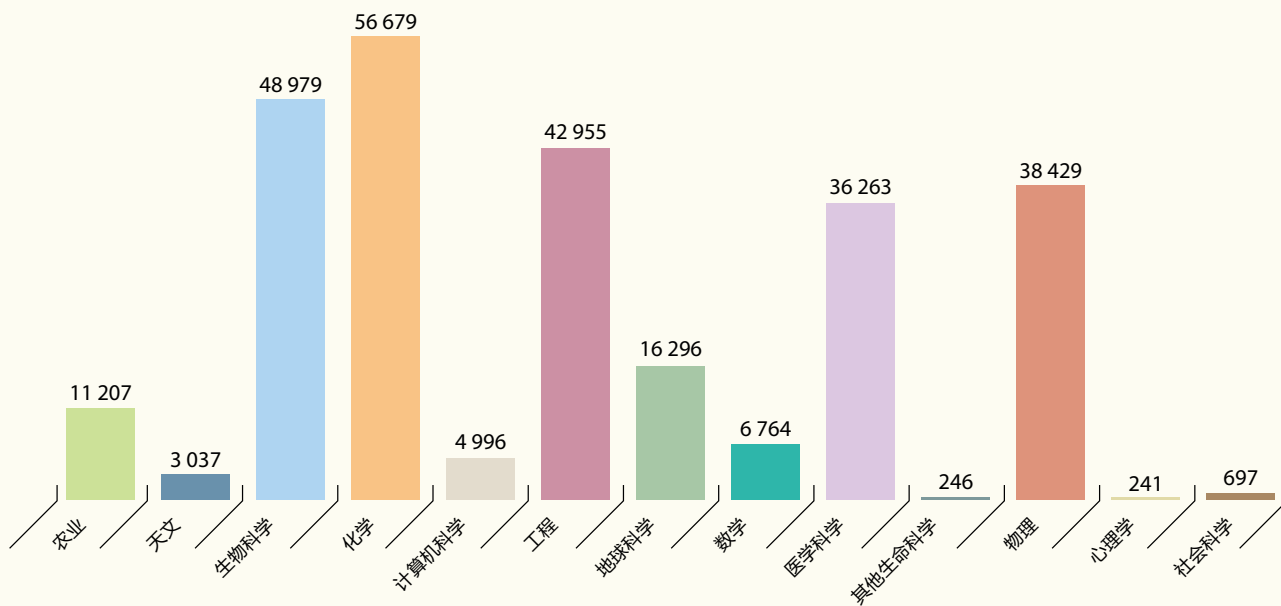
2009—2012年10%最常引用的论文中印度论文占6.4%；二十国集团平均10.2%

21.3%

2008—2014年有外国合著者的印度论文占21.3%；二十国集团平均24.6%

印度科学成果相当多元化

2008—2014年各领域累计发表量



美国依然是印度在科学领域的主要合作伙伴

2008—2014年主要外国合作伙伴（论文数量）

	第一合作者	第二合作者	第三合作者	第四合作者	第五合作者
印度	美国 (21 684)	德国 (8 540)	英国 (7 847)	韩国 (6 477)	法国 (5 859)

图 22.1 2005—2014 年印度科学出版物发展趋势

来源：汤森路透社科学引文索引数据库、科学引文索引扩展版，数据处理 Science-Metrix。

联合国教科文组织科学报告：迈向 2030 年

测器（比曼加里安探测器提前三天到达火星轨道）所用成本 6.71 亿美元的零头。此前，只有欧洲空间局、美国和苏联发送探测器抵达至火星；之前 41 次尝试中失败了 23 次，其中就包括中国和日本的失败发射。

印度还与世界上最先进的科学项目合作。印度原子能委员会参与建设了世界上最大的粒子加速器——大型强子对撞机（LHC），该加速器于 2009 年在瑞士欧洲核子研究中心（CERN）^①投入生产；数家印度机构参与了多年的大型强子对撞机实验。印度现正在参与建设在德国的另一台粒子加速器，反质子与离子研究装置（FAIR）。为此，将从 2018 年起召集来自大约 50 个国家的科学家。印度还参与建设了将于 2018 年在法国完工的国际热核实验堆项目。

印度科学仍然有起伏，历史上该国对科学的重视程度比技术大。因此，印度公司在生产需要工程技术的产品上取得的成就比以科学为基础制药等行业少。

近年来，企业越发活跃。我们首先需要分析这个正在快速重塑印度国貌的趋势。三大产业——制药、汽车和计算机软件，都以商业为主。即便是节俭型创新也倾向于以产品和服务为主。在政府机构中，主要是国防工业引领研发，但直到现在，很少技术转移到了文明社会。这需要做出改变了。

为了保持印度的高科技能力，政府正在投资新的领域，如飞机设计、纳米科技和绿色能源。同时也利用印度在信息通信技术领域的优势缩小城乡差距，建立高级农业科学中心，以解决主要粮食作物产量下降这个令人担忧的问题。

正如《联合国教科文组织科学报告 2010》所说，近几年，工业技术人员的严重短缺。大学研究水平也在下降。如今，大学研究仅占印度总研发比重的 4%。在过去 10 年中，政府实施了各种方案来

^① 2014 年 11 月，欧洲核子研究中心（CERN）授权马德拉斯印度技术学院成为紧凑渺子螺管（CMS）实验的正式成员，因为学院在 2013 年发现了希格斯玻色子。孟买塔塔基础研究院、巴巴原子能研究中心、德里大学和旁遮普大学在数年前就已经是 CMS 的正式成员了。

改变纠正这种失衡状态。文章的后半部分将着重分析这些计划起到的作用。

工业研发趋势

商业研发不断增长，但总体研发力度不足

近年来，印度唯一停滞不前的关键数据是研发相关数据。稳定的经济增长推动了国内研发支出总额的增长。2005 年至 2011 年，支出额（以标准购买力平价 PPP 计算）从 270 亿美元增至 480 亿美元。但年均 8% 的增长只能将该国内研发支出总额占国内生产总值比例维持到与 2011 年相同的水平，即国内生产总值的 0.81%。

《印度科学与技术政策（2003）》因此未能实现在 2017 年将国内研发总支出占国内生产总值的比例增至 2% 的目标。这就迫使政府在最新的科学、技术和创新政策（2013）中将目标日期设置至 2018 年。而中国有望实现自己的目标，即将国内研发总支出占国内生产总值的比例从 2006 年的 1.39% 提升至预设到 2020 年的 2.50%。截至 2013 年，中国的国内研发总支出占国内生产总值的比例为 2.08%。

2003 年和 2013 年^②的科学和技术政策均强调了民间投资对发展印度科技能力的重要性。政府用税收优惠政策鼓励国内企业将更多资源投入于研发。该政策随着时间不断演变，现已成为全世界在研发方面有最丰厚的奖励体制的政策：2012 年，印度四分之一的工业研究均享受补贴（Mani, 2014）。但问题是：企业部门是否有将这些补贴投入于研发中。

相比以前，公共和私营企业的作用更大了；2011 年他们做出的成果占研发的比例接近 36%，而 2005 年，这一比例为 29%。2013 年授予印度发明家（不包括个人）约 80% 的国内外专利都流向私营企业。该趋势最终会让研究委员会在产业研发中的作用比减少。

^② 如果私营部门能将研发投入从现在的 1:3 提高到与公共部门的研发投入相等，那么在五年内实现国内研发支出总额占国内生产总值的 2.0% 是很可能的。这也是可行的，因为在 2005 年到 2010 年间，工业研发投入增长了 250%，销售额增长了 200%……在维持公共研发投入现有增长率的同时，也要创造促进私营部门研发投入的有利环境（DST, 2013）。

创新仅由 9 大产业主导

超过一半的企业研发支出仅分布在 3 个产业：医药、汽车和信息科技（见图 22.3）（DST, 2013）。这表明补贴并没有真正帮助将创新文化传播到制造业更广的范围内^①。这些补贴仅仅使得医药等研发密集型企业比以前在研发中投入更多资源。政府将应该认真研究这些税收优惠的实效。也应该设想为企业部门提供资金以鼓励他们开发特殊技术。

6 大产业占据了 85% 的研发。医药继续主导，其次是汽车产业和信息科技（也就是计算机软件）。有趣的是计算机软件在研发绩效方面占据了重要位置。领头公司已经采取了明确政策，即利用研发来确保他们在科技发展道路上不断前进，以保持竞争力同时获取新的专利。

在 6 大产业中，研发主要集中在大公司。例如，在制药产业五大公司占研发的 80% 之多：雷迪博士（Dr Reddy's），鲁宾（Lupin），兰伯西（Ranbaxy），

^① 联合国教科文组织科学报告 2010（p. 366）发起的商讨并没有带来国家创新行为的增加，因为草案从未提供给国会。

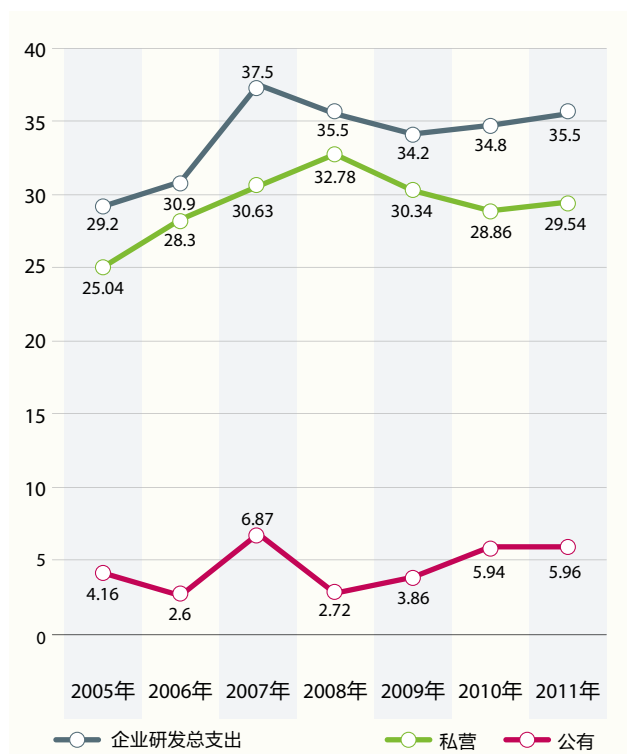


图 22.2 2005—2011 年印度私营和公有企业研发趋势 (%)
来源：联合国教科文组织统计研究所；科学技术部（2013 年）。

克地拉 (Cadila) 和矩阵 (Matrix) 实验室。汽车产业由两大公司领衔：塔塔汽车 (Tata Motors) 和马亨德拉 (Mahindra)。信息技术产业由 3 大公司领先：印孚瑟斯 (Infosys)，塔塔咨询服务 (Tata Consultancy Services) 和威普罗 (Wipro)。

政府需要支持以科技为主的初创公司，以扩大在印度的创新文化的传播。技术进步减少了阻碍中小型企业获取技术的传统壁垒。中小型企业需要的是风险投资。为了促进风险投资的增长，联邦政府在 2014—2015 年预算中提议设立 1 000 亿卢比（约 13 亿美元）的基金，用来吸引可以为初创企业提供股权、准股权、软贷款和其他风险资本的私人投资。

创新仅集中在 6 大区

我们已经知道创新集中于 9 大产业。制造业和创新也集中于不同地区。印度 28 个邦中，有其中 6 个邦占了研发的一半、专利的五分之四和外国直接投资的四分之三。此外，尽管在过去几十年中一个蓬勃发展的区域发展政策促使印度在 1991 年采取了经济自由化政策，即便是在每个邦，也只是一到两个城市是研究中心（见表 22.2）。

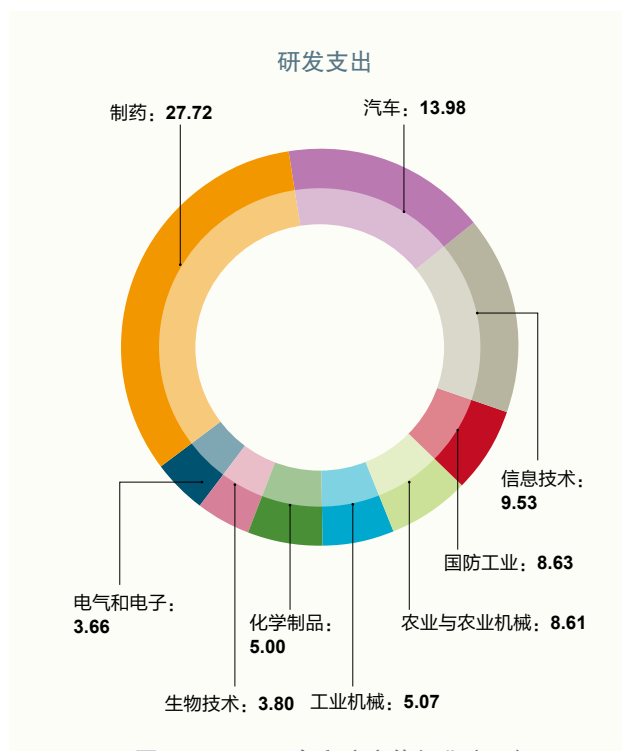


图 22.3 2010 年印度主体行业 (%)

注：所有分数相加可能不等于 100。
来源：科学技术部（2013 年）。

联合国教科文组织科学报告：迈向 2030 年

表 22.2 2010 年印度创新活动和制造业分布情况

地区	主要城市	研发支出 (总数的 %)	授权专利 (总数的 %)	附加值 (总数的 %)	外商直接 投资(总 数的%)
马哈拉施特拉邦	孟买, 浦那	11	31	20	39
古吉拉特邦	艾哈迈达巴德, 瓦 多达拉, 苏拉特	12	5	13	2
泰米尔纳德邦	金奈, 哥拜拜陀, 马杜赖	7	13	10	13
安得拉邦*	海得拉巴, 维杰 亚瓦达, 维沙卡 帕特南	7	9	8	5
卡纳塔克邦	班加罗尔, 迈索尔	9	11	6	5
德里	德里	—	11	1	14
总计		46	80	58	78

注：2014 年 6 月 2 日安得拉邦被划分为两个区，泰伦加纳和安得拉邦。海得拉巴位于泰伦加纳境内，过去十多年间一直作为两地区的共同首府。

来源：印度中央统计局；科学技术部（2013 年）；印度工业政策和促进部。

制药公司是本土企业，信息技术公司是外资企业

当我们以美国专利商标局（USPTO）授予印度人专利的数目和类型来分析公司的产出时，一个有趣的画面出现了。数据反映出印度发明家的总专利申请和高科技专利数量都在急剧增加。技术专业也有了明显改变，因制药的重要性的下降而出现的空当被 IT 相关的专利填补（见图 22.4）。

重点是这些专利是属于国内还是国外企业。印度发明家获得的美国专利商标局（USPTO）授予的所有专利的确属于印度国内制药公司。正如《联合国教科文组织科学报告 2010》所指出的那样，即使是关于贸易知识产权的国际协定在 2005 被编纂进印度法律之后，国内制药公司仍然增加了他们的专利组合。事实上，创新行为的每个单一指标^①，印度制药公司都做得非常好（Mani 和 Nelson, 2013）。然而，计算机软件或信息科技相关的专利却大相径庭。正如图 22.4 所示，几乎所有这些专利都属于跨国公司，而这些公司已经在印度建立了专门的研发中心，这样可以充分利用软件工程和应用市场中熟练且低

^① 这里的指标指：出口、净贸易余额、研发支出、在印度内外授予的专利或是美国食品和药物管理局批准的简略新药申请数量（主要指仿制药的技术能力）。

廉的劳动力。与软件相关的专利在所有专利中不断增长，表明印度专利的海外所有权在显著增加。这是朝着创新全球化趋势发展，在该潮流中，印度以及中国已成为重要成员。接下来我们将详细讨论这一重要趋势。

国内知识资产创造的激增并没有减少印度对国外知识资产的依赖。最好的例子就是观察印度的技术贸易：印度会收取和支付技术交易费用。技术收支的不同保持了技术贸易平衡（见图 22.5）。

印度正在乘全球化浪潮开展创新

在过去 5 年时间里，由于制造业和研发领域外国直接投资的激增，印度国外跨国企业在创新和专利方面起到的作用日益加强。2013 年，从美国专利商标局（USPTO）获取的国内专利中，外国企业占总数的 81.7%；而 1915 年，这些公司仅占 22.7%（Mani, 2014）。

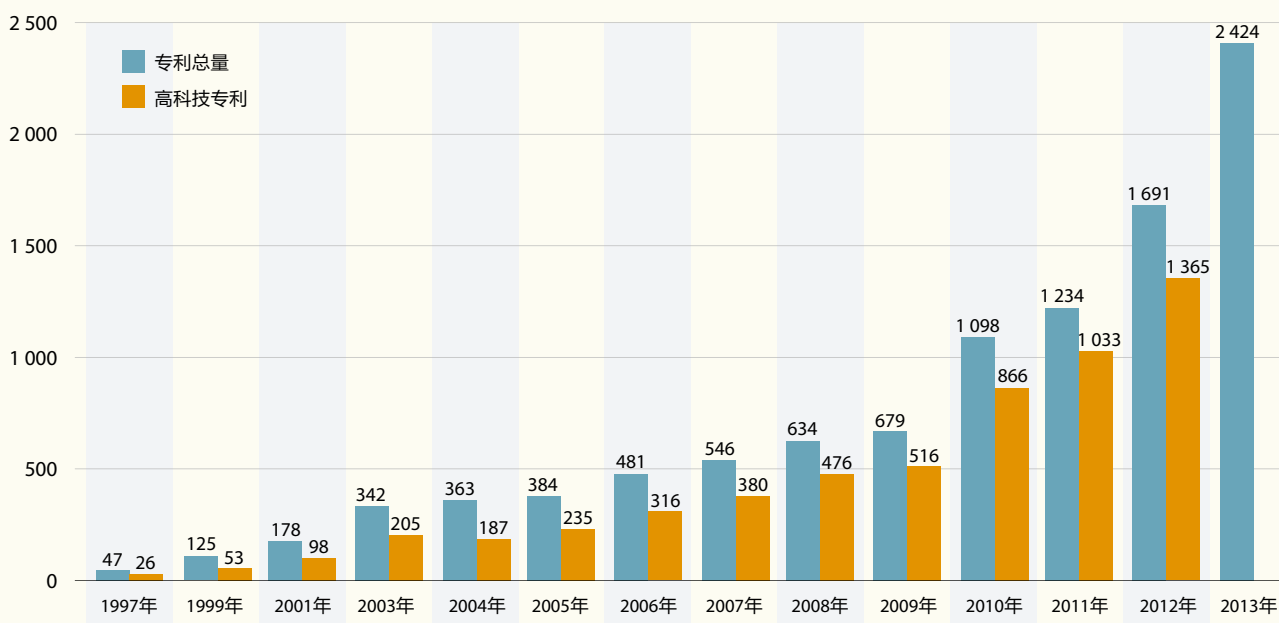
主要的政策变化会让这些外资企业对本土经济产生正面影响。但这些变化既没有被《科学、技术和创新政策（2013）》，也没有被当前的外国直接投资作为因素计入等式中去。

与此同时，印度公司通过跨境并购浪潮从国外获取知识资产。在第一波浪潮中，2007 年塔塔钢铁（Tata）收购了英荷康力斯钢铁公司（Corus Group Plc）（如今的塔塔钢铁欧洲公司），让塔塔公司成功获取汽车钢铁技术。接着在 2009 年 12 月苏司兰能源公司（Suzlon Energy Ltd）收购了德国风力涡轮制造公司 Senvion（以前的 REpower Systems）。近期完成的还有：

- 格伦马克制药公司（Glenmark Pharmaceuticals）2014 年 6 月在瑞士拉绍德封新开了一家单克隆抗体制造工厂，帮助提升格伦马克现有的内部发现和研究开发能力，并为临床实验提供材料。
- 2014 年，西普拉制药公司（Cipla）宣布这一年内公司的第五个全球并购交易——用 2 100 万美元在也门收购了一家药品生产和销售公司 51% 的股份。
- 2014 年，马泽迅萨米系统有限公司花费 657 万美元收购了俄亥俄石通瑞吉公司的线束业务。
- 2014 年 10 月，马恒达两轮车公司出价 2 800 万

授权印度投资者的大部分专利都来自高科技领域

美国专利商标局授权的实用专利



来源：美国专利商标局；国家统计局（2014年）。

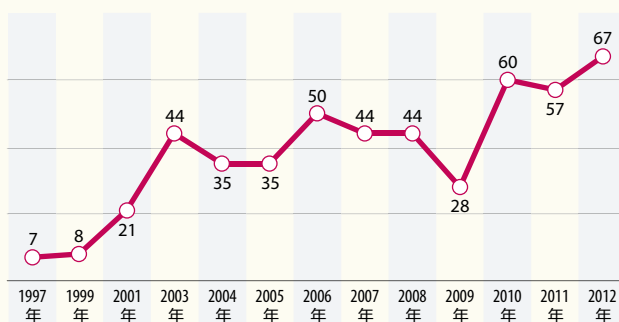
印度 IT 公司大多是外资企业

	IT相关专利（数量）			份额（%）	
	国内	跨国企业	总计	国内	跨国企业
2008年	17	97	114	14.91	85.09
2009年	21	129	150	14.00	86.00
2010年	51	245	296	17.23	82.77
2011年	38	352	390	9.74	90.26
2012年	54	461	515	10.49	89.51
2013年	100	1268	1368	7.30	92.71

来源：计算自美国专利商标局，2014年。

生物科技专利数量在过去 10 年翻了一番

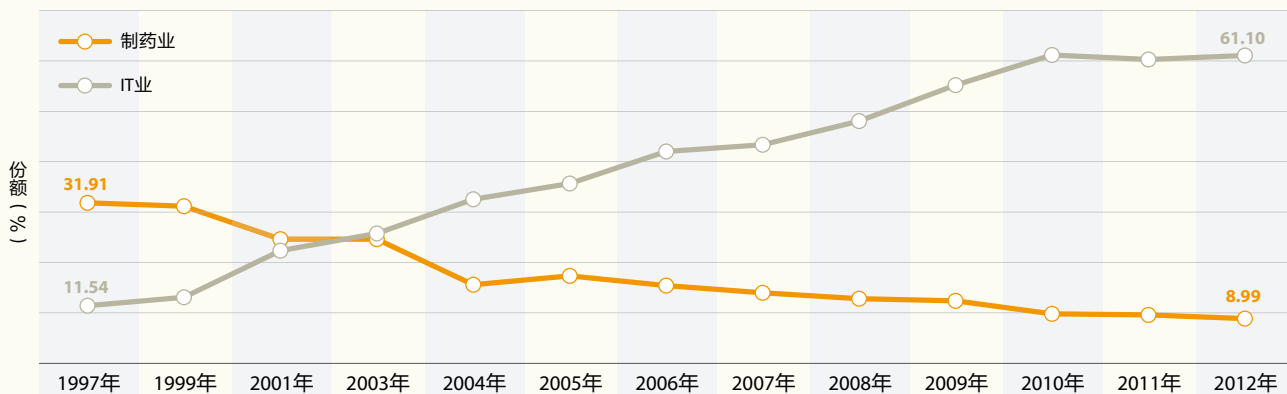
1997—2012年美国专利商标局授权的实用专利



来源：基于国家统计局（2014年）附表6-48提供的的数据。

60% 的专利来自 IT 行业，10% 来自制药行业

美国专利商标局授权的实用专利（%）



来源：计算自美国专利商标局，2014年。

图 22.4 1997—2013 年印度专利趋势

联合国教科文组织科学报告：迈向 2030 年

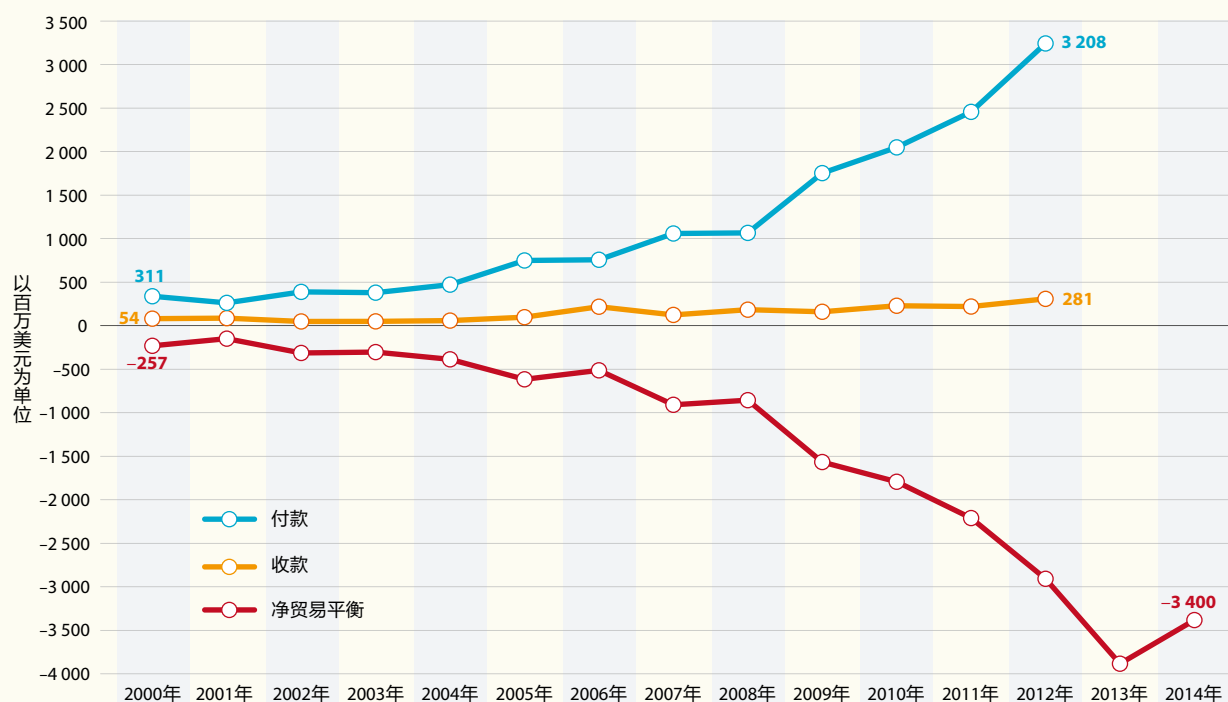


图 22.5 2000—2014 年印度运用知识产权的收款、付款和净贸易平衡

来源：计算自印度储备银行（各种问题）。

欧元（约 217 亿卢比）从法国汽车制造商标致雪铁龙集团 (Peugeot S.A.) 购买世界上两轮车最古老的制造商——标致摩托车 51% 的股份。

这一趋势在制造业非常明显，比如钢铁、制药、汽车、航空航天和风力涡轮机等。在服务业也显而易见，比如计算机软件开发和管理咨询。事实上，这些并购能使新建公司在一夜之间获取知识资产。政府鼓励公司抓住机会，充分利用在研发领域国外直接投资的自由政策、政府对国外直接投资外流限制的解除以及对研发的税收优惠。印度创新的不断全球化营造了一个好机会——它把印度变为了外资跨国企业开展研发最重要的地方（见图 22.6）。事实上，印度已经成为研发和测试的主要出口国，其测试服务的服务对象是全世界最大的市场之一——美国（见表 22.3）。

印度已成节俭型创新的中心

与此同时，印度已成为节俭型创新的中心枢纽。这些产品和生产过程的特点和功能与其他原创产品大抵相同，但生产成本显著降低。这在健康行业比较普遍，主要以医疗器械为主。节俭型创新或工程以非常低的成本为大众创造高价值产品，如客车或 CAT 扫描仪。各种类型和规模的公司都采用这种节俭创新方法：

初创公司，已经成立的印度公司，甚至跨国公司。一些跨国公司甚至在印度建立了外国研发中心，以便将节俭型创新纳入其商业模式。印度不仅成为节俭创新的枢纽，也将其编纂成典然后出口西方。

表 22.3 2006—2011 年中印两国出口美国的研发和测试服务

	出口（以百万美元为单位）			国家出口比（%）	
	印度出口美国	中国出口美国	中印出口美国总量	印度	中国
2006年	427	92	9 276	4.60	0.99
2007年	923	473	13 032	7.08	3.63
2008年	1 494	585	16 322	9.15	3.58
2009年	1 356	765	16 641	8.15	4.60
2010年	1 625	955	18 927	8.59	5.05
2011年	2 109	1 287	22 360	9.43	5.76

注：本表只列举了美国跨国公司的子公司从中印向其美国母公司出口的研发服务。

来源：国家科学委员会（2014 年）。

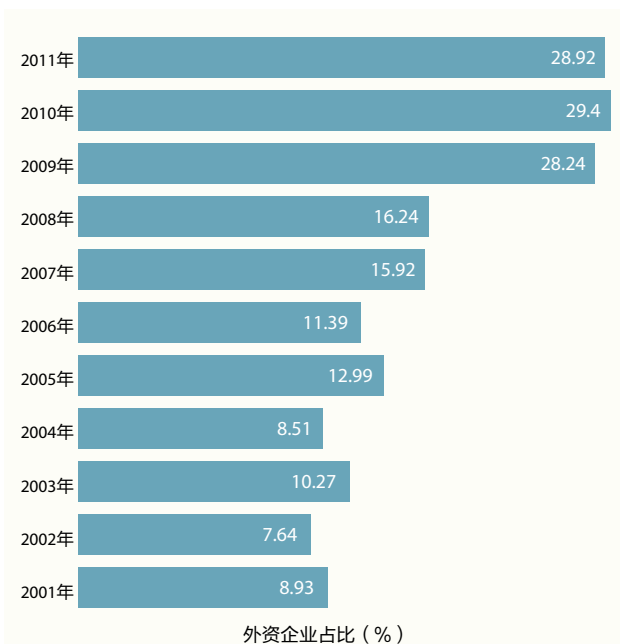


图 22.6 2001—2011 年印度外资企业研发占比 (%)

来源：马里（2014 年）。

尽管节俭创新已经广泛普及，印度的创新政策没有明确鼓励节俭创新的应用。监管机构需要就这一现象提供解决方案。这种现象也没有被充分记录。拉德友等（2012 年）仍然设法确定一系列符合节俭创新的商品和服务。这些在专栏 22.1 和表 22.4 中做了概述。节俭创新有 7 个特点：

■ 大多数产品和服务都由有组织的大型制造业和服

务业公司提供，这些公司里有些是跨国公司。

- 制造物品往往涉及大规模正式研发。
- 虽然很难得到相关数据，但它们的扩散速率变化很大；一些最成功的节俭创新案例包括塔塔的微型汽车，纳米型汽车似乎没有被市场接受。
- 当节俭工程意味着移除关键特征时，它不可能成功；这是纳米汽车的销售不佳的原因；最新的一款纳米汽车 Nano Twist 配备了一些造价更高的系统，如电动助力转向系统。
- 节俭服务往往不涉及任何研发，或所涉及的研发没有复杂的性质，也没有任何新的投资或技术；他们可能只是一个以组织供应链为方式的创新。
- 服务或过程可能仅在特定位置，因此不能在别处复制；例如，知名的 *Mumbai Dabbawalas* 服务（孟买的午餐盒送货服务）从没有在印度其他城市出现，尽管其被认为是管理供应链的有效过程。
- 已知从印度转移到西方的产品中，最受关注的是医疗器械。

政府研究趋势

政府部门是科学家的主要雇主

如果印度有 100 名研究人员，46 人将为政府工作，39 人为工业工作，11 人为学术界工作，4 人为私营非营利部门工作。也就是说，政府成为研究人员的主要雇主。政府部门还将预算的大部分（60%）用于研发，35% 用于工业，只有 4% 用于大学。

专栏 22.1 印度节俭型创新

在印度，商品制造业和服务逐步减少早已成为不可避免的现实。有句谚语道“需要是创造发明之母”。即兴，印度语中变通方法的意思，则是他们一贯的作风。

尽管印度贫困率有所下降，但仍有五分之一的印度人生活在贫困线以下（见表 22.1）。印度依然是拥有贫困人口最多的国家，2012 年超过了 2.7 亿人。

为了能满足位于金字塔底

部的广大消费者，印度政府需确保他们能买得起优质的商品和服务。这就引发了印度对节俭创新或节俭工程的大力追求。

尽管节俭型创新遍布于制造业和服务业，但主要都以医疗设备为主。由美国斯坦福大学参与的斯坦福—印度生物设计项目（SIBDP）引发了该现象。该项目发起于 2007 年，已经培育了一大批企业家，他们公司的创新医疗器械生产成本

都较低，被称为节俭型创新。成立 8 年间，斯坦福—印度生物设计项目在印度建立了 4 家生产医疗设备的初创公司。现已开发出一套新生儿心肺复苏新方案、一种检查新生儿听力障碍的无创型安全器械、一套处理交通事故受伤的低成本肢体制动工具以及紧急医疗情况下静脉注射困难的替代品。

来源：由作者编辑。

联合国教科文组织科学报告：迈向 2030 年

表 22.4 印度节俭型创新案例

创新	从事开发的公司	功能
产品		
微型车—印度塔塔纳米汽车 该产品已在其利基市场实现垄断。原版纳米车成本约为 2 000 美元。	印度塔塔汽车公司	从不断下滑的销售额可看出该款汽车受欢迎程度很低。该款车从 2009 年开始销售。2011—2012 年销售量最高达 74 521 辆。而 2012—2013 年销售量跌至 53 847 辆，到 2013—2014 年已跌至 21 130 辆。
移动通信基站太阳能发电 该系统能帮助农村地区的民众用上手机。移动通信全球系统（WorldGSM™）是首家独立于电网的商业性 GSM 系统。它只需通过太阳能发电运行，不需要柴油发电机备份。当地未经训练的工人也能轻松使用和配送电力。	VNL 公司	无使用数据。
便携式心电监测仪 该监测仪（GE MAC 400）成本约为 1 500 美元，重约 1.3 千克，而一般的心电监测仪成本约为 10 000 美元，重约 6.8 千克。	通用电气医疗集团	无使用数据。但该产品广受大众欢迎，通用电气集团已将该技术出口给美国的母公司。
便携式冰箱 该冰箱容量为 35 升，靠电池运行，售价约为 70 美元。可用于在乡村储存水果、蔬菜和牛奶等。被称为微凉冰箱（ChotuKool）。	印度高德瑞治集团	为了宣传该技术，高德瑞治已与印度邮政达成合作。据未经证实的报道，该产品在最开始生产的两年已卖出 100 000 件。
低能耗自动取款机 该机器由太阳能供电，名为 Gramateller。	印度 Vortex 公司和印度理工学院	马德拉斯几大领头银行均已采用 Vortex 公司设计和制造的自动取款机服务农村用户，包括印度国家银行、印度住房开发金融公司和埃塞克斯银行等。
家用可替代烹饪燃料和炉灶 Oorja 能将微型气化炉与生物质颗粒燃料相结合。	印度 First Energy 公司	公司网站信息表明其客户大约有 5 000 家。
服务		
低价高质眼部手术。	Aravind 眼科护理系统	2012—2013 年该医院总共进行了 371 893 台手术。
低成本妇产科医院 这些医院以市场价的 30%~40% 为孕产妇提供高质量保健服务。	生命泉公司	生命泉公司目前在海得拉巴市经营有 12 家医院，并计划向其他城市拓展。
低成本金融服务 Eko 公司利用现有的零售商店、电信连接器和银行基础设施将无网点银行服务拓展至普通民众。Eko 还与相关机构合作提供支付、现金收款和付款等服务。客户可前往 Eko 任何柜台（零售店）办理以下业务：开立储蓄账户、账户存取款、跨国汇款、跨国收款、购买手机通话时间或手机支付等。将移动电话作为交易工具对于零售商和客户都是一项低成本投入。	创业公司 Eko	无 Eko 开放及使用柜台的具体数目。

来源：作者编辑。

政府通过组织 12 个科学机构和部门共同进行研发。自 1991 年以来，这些研发支出占国内研发总支出大约一半，但它们的大部分产出与公共或私营部门的商业企业几乎没有联系。政府部门的四分之一的研究用于基础研究（2010 年为 23.9%）。

国防研究与发展组织（DRDO）独占国内研发总支出的 17%，刚好不超过政府 2010 年支出的 32%，所占比例是未来最大的机构—原子能部的两倍。虽然原子能部所占份额从 2006 年的 11% 增

长至 2010 年的 14%，但却是以国防研究与发展组织和空间部作为代价的。政府以印度农业研究委员会（2006 年为 11.4%）为代价，略微提高了科学和工业研究委员会（CSIR）的资助水平（2006 年为 9.3%）。饼状图中的最小部分代表新能源和可再生能源部（见图 22.7）。

起初：国防技术用于民用

然而几乎所有的国防研发产出都是用于发展新形式的武器（如导弹）。很少有记录说国防研究成

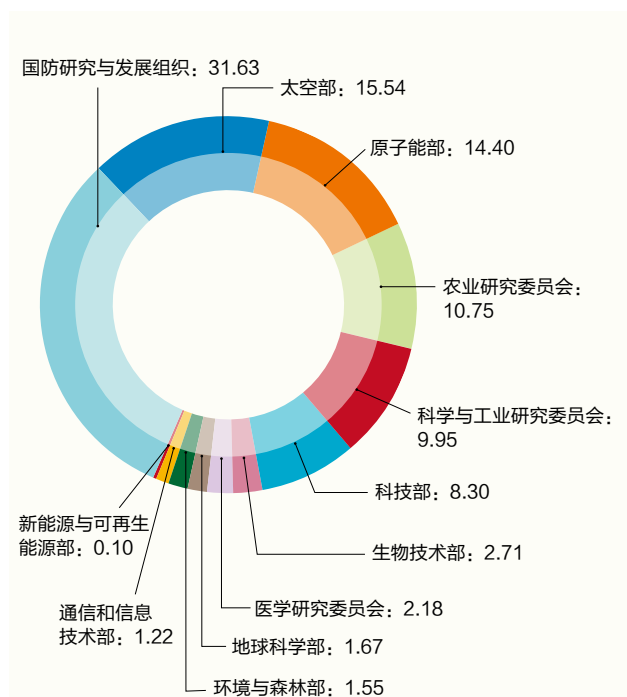


图 22.7 2010 年印度主要科学机构占政府支出的比例 (%)

来源：科学技术部（2013 年）。

果被转移到民用工业，当然，美国是个传奇般的例外。这种浪费的技术能力的一个例子是印度航空工业的损失，大量的科技技术用于军用飞机，却没有任何向民用飞机的技术转移。

国防研究与发展组织和印度工商联合会（FICCI），为加速技术评估和商业化，于 2013 年发起了一项联合计划^①。随着这项联合计划的开展，这种情况会发生改变。主要目的是创建一个商业渠道，用于将国防研究与发展组织开发的技术用于国内和国际商业市场。这是国防研究与发展组织此类项目中的第一个计划。2014 年，印度多达 26 个国防研究与发展组织旗下的实验室参与了该计划，同时印度工商联合会评估了包括电子、机器人、高级计算和仿真、航空电子、光电子、精密工程、特殊材料、工程系统、仪器仪表、声学技术、生命科学、灾害管理技术和信息系统等超过 200 项技术。

^① 该计划是由印度工商联合会于 2006 年设立的技术商业化中心执行的四项计划之一。参见网址 <https://thecenterforinnovation.org/techcomm-goes-global>。

新科学和创新研究院

科学和工业研究委员会拥有 37 个国家实验室，研究领域广泛，包括广播和空间物理学、海洋学、药物、基因组学、生物技术、纳米技术、环境工程和科技领域开展前沿研究。科学和工业研究委员会的 4 200 名科学家（占全国的 3.5%）能力很强，他们使科学引文索引中的印度文章的引用率达 9.4%。来自科学和工业研究委员会实验室的专利商业化率也高于 9%，而全球平均值为 3%~4%^②。尽管如此，根据主计长兼审计长提供的信息，科学和工业研究委员会的科学家与行业的互动很少。

为了改善其形象，自 2010 年以来，科学和工业研究委员会已经制定了 3 个广泛战略。第一个是结合实验室特长，以创建执行特定项目的实验研究网络。第二个是建立一系列创新综合体，以促进与微型企业和中小企业的互动。到目前为止，在钦奈、加尔各答和孟买已经建立了 3 个创新综合体。第三个是在高度专业领域提供研究生和博士学位，这些教育和培训在传统大学中很难获得。从而在 2010 年建立了科学和创新研究院，最近该院颁发了第一个硕士学位以及科学和工程专业的博士学位。

印度的科学委员会可以寻求国家研究和发展公司（NRDC）的帮助。它作为科学组织和行业之间的纽带，目的是将内生研发成果转移到工业。国家研究和发展公司拥有一些知识产权和技术促进中心，以及分布在印度主要城市的校园里的大学创新促进中心。国家研究和发展公司自从 1953 年成立以来已经转让了大约 2 500 种技术和大约 4 800 个许可协议。由国家研究和发展公司许可的技术数量从第十一个五年计划期间（2002—2007 年）的 172 个增加到 2012 年的 283 个。虽然有技术转让的很多成功案例，国家研究和发展公司通常并不被认为已经成功地将科学和工业研究委员会系统产生的技术商业化。

资金不是粮食作物产量下降的原因

21 世纪以来，小麦产量下降，水稻产量停滞（见图 22.8）。这种令人担忧的趋势似乎并不是因为投入资金的减少。相反，无论从名义和实际角度来看，农业资金总额、人均条件和工业研究的公共资

^② 这些数据来自印度议会上议院对第 988 个问题的回答（印度联邦院，2014 年 7 月 17 日）。

联合国教科文组织科学报告：迈向 2030 年

金都有所增加。即使在国内农业生产总值中，农业研究的百分比份额也随时间增加^①。所以资金本身似乎不是一个问题。这种产量下降的另一种原因可能是因为印度农业科学家数量的下降，而且农业研究生入学率较低。这种情况促使政府在 2014—2015 年工会预算中提出了两项关于农业科学家和工程师培训的关键措施：

- 在印度农业研究所的基础上建立了另外两个英才中心，一个在阿萨姆邦，另一个在恰尔肯德邦，2014—2015 年的初步预算为 100 亿卢比（约合 1 600 万美元）；为建立农业技术基础设施基金会预留了额外的 100 亿卢比。
- 在安得拉邦和拉贾斯坦邦建立了两所农业大学，在特兰加纳邦和哈里亚纳邦又建立了两所园艺大学；初始的分配金额是 200 亿卢比。

农业研发增加私人投资

另一个有趣的方面是私人研发在农业中的份额

^① 此项声明由保尔和拜尔利（2006 年）及吉氏努（2014 年）证实。

不断增加，主要在种子，农业机械和农药方面。这与公共部门对农业研发的投资不同，因为私人研发产生的产品很可能受到知识产权管理的各种机制的保护，这对农民来说增加了成本。

由于环境和森林部遗传工程评估委员会提出的健康和安全问题，转基因生物（GMOs）在粮食作物中的传播受到限制。在印度批准的唯一转基因作物是 2002 年授权的抗虫棉。到 2013 年，种植抗虫棉地区达到饱和（见图 22.8）。印度已成为世界上最大的棉花出口国及其第二大生产国；棉花是一种需水的作物，然而，水在印度却很匮乏。此外，尽管棉花的平均产量增加，但从一年到下一年，棉花的产量有大幅波动。2002 年以来，化肥的使用和杂交种子的传播也可能促进了产量的上升。最近，印度农业研究委员会开发了一种比孟山抗虫棉更便宜的抗虫棉品种，此种抗虫棉的种子可重复使用。

将转基因生物延伸到粮食作物如茄子的提议遇到了来自非政府组织的强烈抵制，并在 2012 年遭到了农业委员会的警告。印度自己的转基因研究一直集中于粮食作物，尤对蔬菜加以强调：马铃薯、番

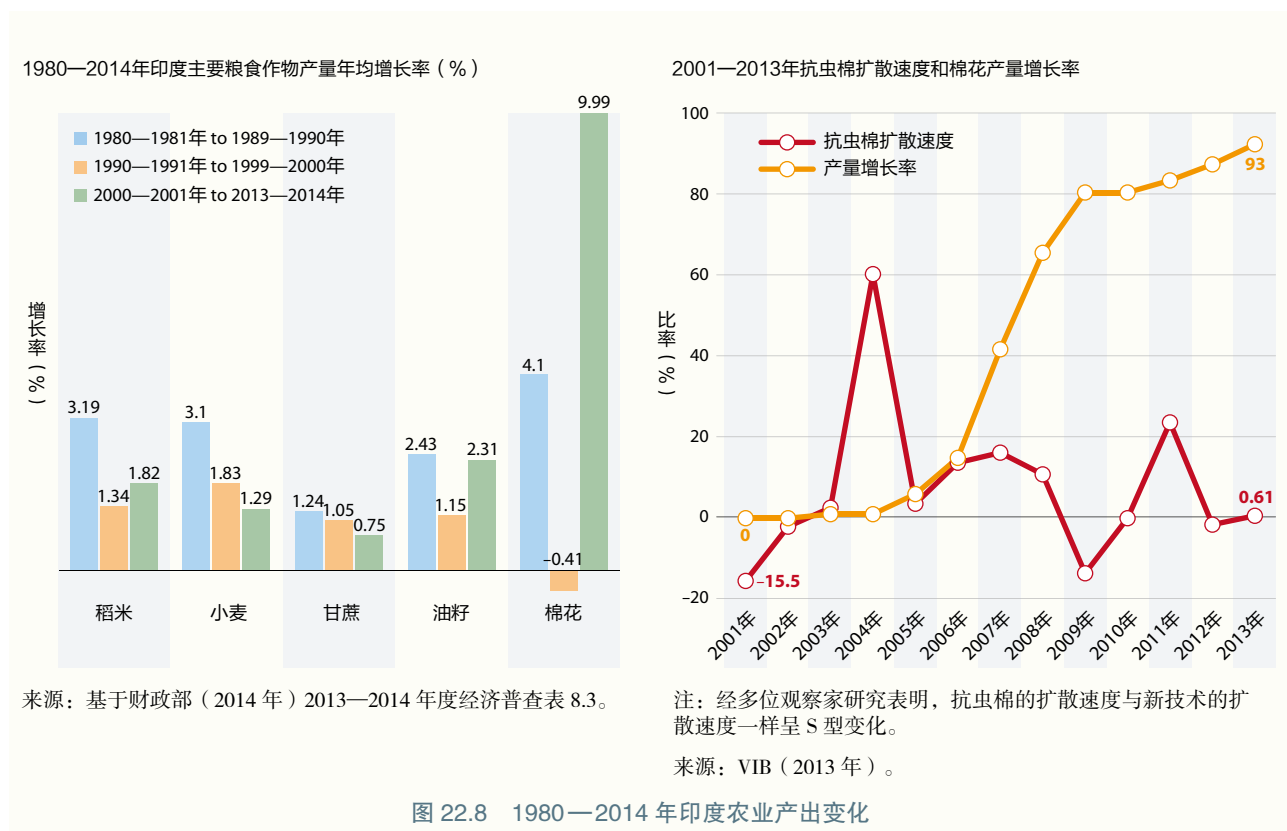


图 22.8 1980—2014 年印度农业产出变化

茄、木瓜、西瓜、蓖麻、高粱、甘蔗、花生、芥菜和水稻等。截至2015年年初，监管机构没有决定转基因粮食作物研究的新目标作物。

可持续农业方法挑战现代技术

可持续农业模式来自印度的偏远地区。世界上最高产水稻农户甚至来自印度东北部的比哈尔邦。这位农民通过采用称为“大米增强系统”的非政府组织倡导的可持续方法而不是现代科学技术，打破了世界纪录。尽管这是一个壮举，但这种方法的传播非常有限（见专栏22.2）。

生物技术战略开始得到回报

生物技术排在印度9大高科技产业中的第八位（见图22.3），并获得政府对12家科学机构的支出的2.7%（见图22.7）。在过去20年里，一贯的政策支持使印度能够开展复杂的研发和具备与之匹配的生产力。生物技术部的战略有3个方面：提高生物技术人力资源的数量和质量；建立实验室网和研究中

心，以开展相关研发项目；创建企业和集群以生产生物技术产品和服务。除了中央政府外，一些州政府在这个方面有明确的发展政策。这使生物技术相关出版物和专利的数量激增（见图22.4）。

生物技术行业有5个分部门：生物制药（2013—2014年收入占总收入的63%），生物服务（19%），农业生物技术（13%），工业生物技术（3%）和生物信息学（1%）。2003年至2014年间，生物技术行业年均增长率为22%，虽然同比增长率呈下降趋势（见图22.9）^①。大约50%的产出是出口的。生物技术部正在首都郊区的法里达巴德建立一个生物技术科学集群。该集群包括转译健康科学技术研究所和区域生物技术中心，这是南亚首例。区域生物技

^① 这些比率是使用印度卢比来计算销售收入并按当前价格计算的。然而，如果将这些转换为美元并重新计算增长率，该行业自2010年以来几乎停滞不前。然而，没有关于印度生物技术行业规模的官方调查或数据。

专栏22.2 世界上稻谷单产量最高的印度农民

苏曼特·库尔马，一位来自比哈尔邦达维斯普拉村目不识丁的青年农民，被认为是世界上稻谷单产量最高的农民。通过采用水稻强化栽培系统（SRI），他成功实现了每公顷稻米产量22吨，而世界平均水平仅为4吨。此前19吨的记录由一位中国农民保持。

水稻强化栽培系统能实现少量多产。换句话说，它是节俭创新的例子之一。与常规方法相比该系统具有以下五种特性：

- 使用单一幼苗而不是簇群。
- 15天以内移植幼苗。
- 方形种植间距更大。
- 旋转式除草。
- 使用更多有机肥。

运用这5大特性能带来诸

多好处，例如：产量增加同时降低了对种子和水的要求。

因此水稻强化栽培系统非常适合印度这种民众很穷水资源又极其匮乏的国家。

水稻强化栽培系统起源于20世纪80年代早期，当时一位法国神父和农学家亨瑞·德·劳拉尼（Henri de Laulani é）在观察马达加斯加丘陵地区的农民如何种植水稻后，发明了该方法。

帕拉尼桑尼等人（2013）对印度13个主要水稻种植区进行调研后得出，采用水稻强化栽培系统的试验田平均产量比没有采用的高。

在水稻强化栽培系统常用的四种核心成分中，41%的农民采用了一种，39%采用两种，只有20%全部采用

了。完全采用者产量增加最大（3%），但所有采用者产量都比传统农民高。相比未使用水稻强化栽培系统的农田，采用者的毛利润更高且生产成本更低。

作者认为尽管在水稻强化栽培系统及其改良后系统的帮助下印度水稻产量明显增加，但仍有许多问题需要克服，比如：种植关键期缺乏有经验的农民、稻田水质不过关及土壤不适宜等。此外农民们还认为交易（管理）成本尽管很低，但仍限制了水稻强化栽培系统的充分使用。因此政府有必要采取措施克服这些问题。

来源：水稻强化栽培系统国际网络资源中心（美国）；帕拉尼桑尼等（2013）；www.agriculturesnetwork.org。

联合国教科文组织科学报告：迈向 2030 年

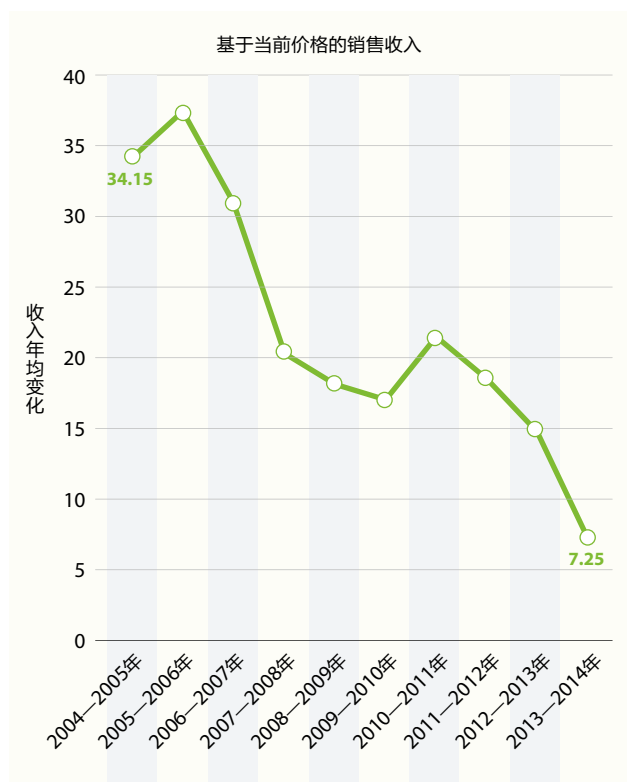


图 22.9 2004—2014 年印度生物科技产业增长率

来源：计算自 ABLE 企业《生物谱》调查，根据当前价格收入会有波动。

术中心由教科文组织赞助，在“新的机会领域”提供专门的培训和研究项目，如细胞和组织工程、纳米生物技术和生物信息学。重点是跨学科性，未来的医生参加生物医学工程、纳米技术和生物创业的课程学习。

印度正在进军飞机制造业

高技术制成品出口正在增加，目前占制成品出口的 7%（世界银行，2014）。制药和飞机零件占总数的近三分之二（见图 22.10）。印度在制药领域的技术能力是众所周知的，但她最近进军飞机零件制造领域，这是向未知领域迈出了一步。

最近的国防采购政策^①和抵消政策似乎鼓励了当地制造业的发展。例如，印度正在通过一种任务模式的国家民用航空器发展项目，来开发一种区域运输飞机。尽管该项目主要由公共部门发起，但也

^① 印度约 70% 的设备是从国外购买的。政府在 2013 年采取了国防采购政策，优先考虑购买印度公司或合资企业制造的本土产品。

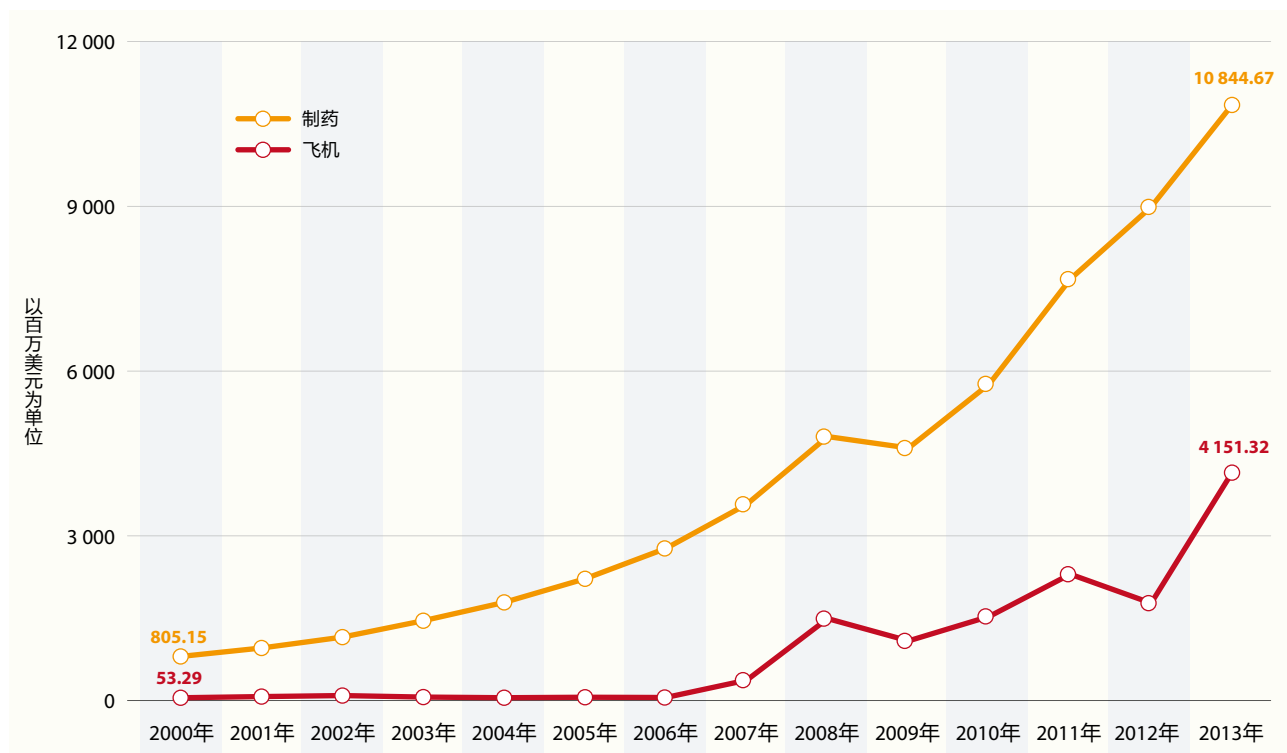


图 22.10 2000—2013 年印度高科技成品出口情况

来源：联合国商品贸易统计数据库和世界银行世界发展指标。

希望国内私营部门企业参与其中。

印度也在继续提高其在卫星设计^①，制造和发射方面的能力，并且有计划派人到月球和火星探索。

印度正在部署更多高科技服务

在太空航行领域，甚至在科技行业的航空部门，都已经取得了相当大的进步。利用通信技术和遥感能力，印度在扩大远程教育和公共卫生干预方面进步很大。多年来，印度空间研究组织的远程医疗网络已扩大到可以连通 45 个偏远农村医院和 15 个高等专业医院。远程 / 农村节点包括：安达曼和尼科巴和拉克沙群岛的离岸岛屿；查谟和克什米尔山区和丘陵地区，包括格尔吉尔和列城；奥里萨邦的医学院的附属医院和大陆州的一些农村 / 地区医院。

电信服务也取得了巨大进步，尤其在农村地区。具体事例就是，在农村地区扩散电信的最佳方式是促进电信服务商之间的竞争，通常他们都会降低其电费。最终的结果是，远程通信得到显著改善，也包括农村地区。农村与城市间电信公司的比率上升很好地印证了这一点，2010—2014 年，比率从 0.20 增加到 0.30。

计划到 2017 年成为纳米技术中心

近年来，印度政府越来越重视纳米技术^②。“十一五”计划（2007—2012 年）在印度发起了一个纳米任务计划，并将科学技术部作为节点机构。在第一个五年期间，为提高纳米技术的研发能力和基础设施的配备，政府提供了 1 000 亿卢比的支持。

“十二五”计划（2012—2017 年）旨在继续推动这一举措，使印度成为纳米技术的“全球知识中心”。为此，正在建立一个专门的纳米科学和技术研究所，并将在全国 16 所大学和研究机构开设研究生课程。纳米任务计划^③还资助一些以个别科学家为中心的基础研究项目：2013—2014 年，约 23 个

① 有关印度空间计划的更多信息，详见《教科文组织科学报告 2010》中第 367 页的“太空漫游”一文。

② 详见（拉马尼等人，2014）对印度纳米技术开发的调查。

③ 迄今为止，纳米研究团在 SCI 期刊上发表了由约 800 名博士、546 名科技研究者和 92 名硕士所写的 4 476 篇论文（DST，2014 年，第 211 页）。详见 <http://nanomission.gov.in>。2014 年印度发表的关于纳米的文章数量排在世界前 30（见表 15.5）。

此类项目被认可，并在 3 年内有效；这使自纳米任务计划确立以来资助的项目总数达到约 240 个。

消费品库存组织维护了基于纳米技术的和市场上可获得的消费产品的现场注册（2014 年新兴纳米技术项目）。清单仅列出了两种在印度注册的个人护理产品，而开发这些产品的公司是外国跨国公司。然而，同一数据库在全世界范围内共列出了 1 628 个产品，其中 59 个来自中国。

2014 年，政府在现有中央制造技术研究所的框架内，又设立了纳米制造技术中心。在 2014—2015 年的工会预算中，政府宣布打算通过公私合作伙伴关系加强中心的活动。

简言之，印度的纳米技术发展目前更倾向于建设人的能力和物质基础设施，而不是现在依然很少的产品的商业化。截至 2013 年，印度的每百万居民中纳米物品的数量在全球排名第 65 位（见图 15.5）。

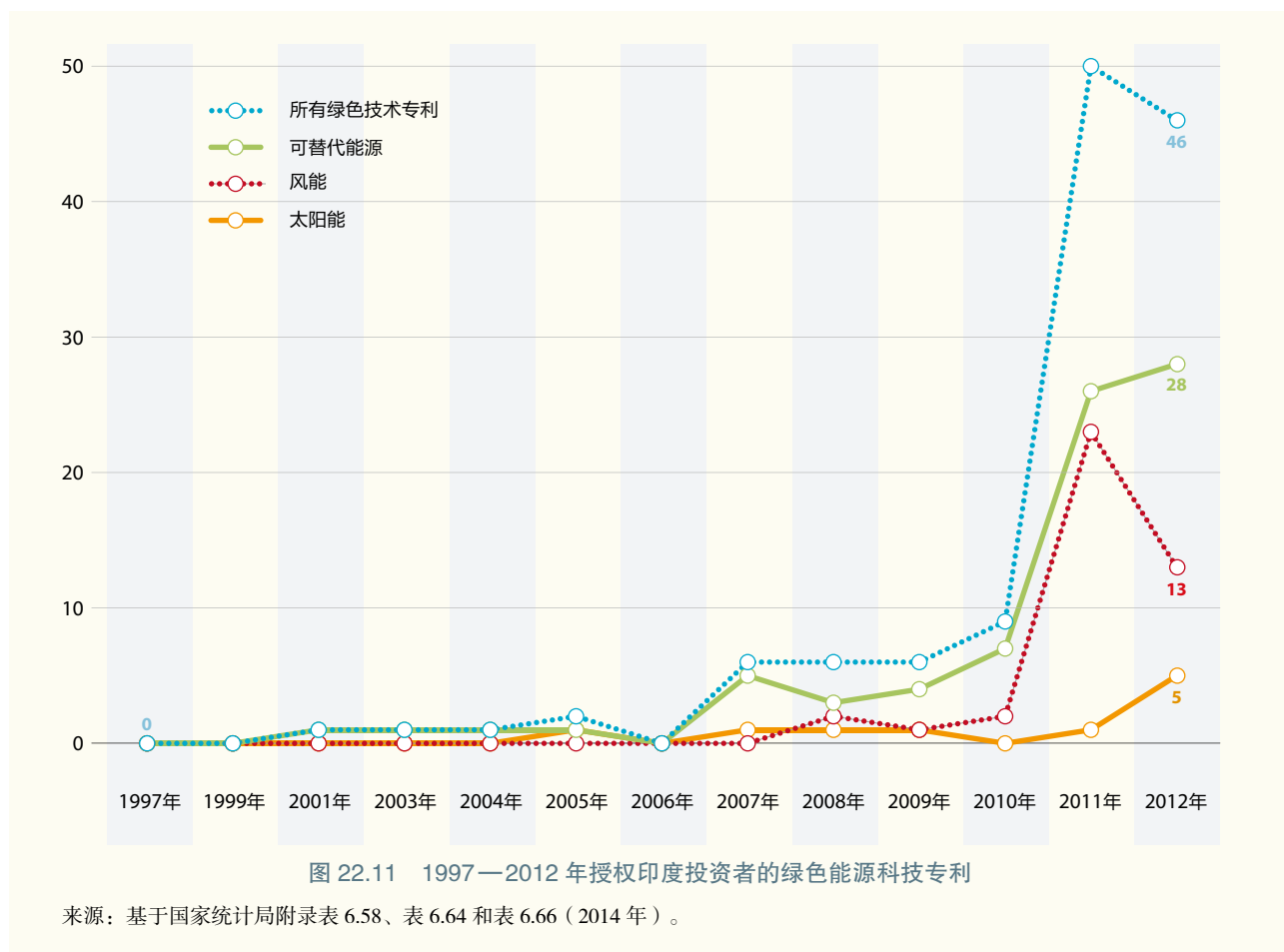
28 个邦中有 8 个邦有明确的绿色能源政策

印度的创新政策似乎独立于其他重要的经济发展战略，如《国家气候变化行动计划（2008 年）》。绿色能源的公共投资水平不高，新能源和可再生能源部的预算仅占 2010 年政府总支出的 0.1%（见图 22.7）。但是，政府通过各种可再生能源项目来鼓励发电，项目包括风能，生物能，太阳能和小水电站。政府还制定了财政和金融混合激励措施以及其他政策 / 监管措施，以吸引私人投资。然而，这一切局限于中央政府这一层面；在 28 个邦中只有 8 个地区^④有明确的绿色能源政策。

一些印度企业在风力涡轮机的设计和制造方面有相当大的技术能力，这是迄今为止最重要的并网绿色技术的来源（76%）。印度是世界第五大风能生产国，其装机容量为 18 500 兆瓦，并拥有很多研究和制造能力。在 2013 年，印度四分之三的装置采用风力发电技术，其余的装置的电力由小水电站和生物发电（各占 10%）以及太阳能（4%）提供。自 2010 年以来，绿色技术方面的专利数量大幅增加（见图 22.11）。

④ 八个地区是：安德拉邦、恰蒂斯加尔邦、古吉拉特邦、卡纳塔克、中央邦、拉贾斯坦邦、泰米尔纳德邦和北方邦。

联合国教科文组织科学报告：迈向 2030 年



第一个绿色债券以丰富国内能源结构

2014 年 2 月，印度可再生能源发展署（IREDA）^① 发行了第一个“绿色债券”，期限分别为 10 年、15 年和 20 年，而且利率刚好超过 8%。免税债券对公众和私人投资者开放。莫迪行政机构目标是投资 1 000 亿美元，以帮助实现至 2022 年在印度安装 100 兆瓦太阳能的目标。它机构还宣布为新的太阳能项目计划培养 5 万名员工。此外，2014 年还宣布了一个新的任务——国家风能任务，其可能效仿 2010 年以来印度可再生能源发展署实施的国家太阳能任务（Heller 等，2015）。

人力资源的趋势

私营部门正在招聘更多的研究人员

印度的研发人员^②数量在 2005 年至 2010 年间

每年增长 2.43%，这完全是由于为私营公司工作的研发人员每年增加 7.83%。同期，尽管政府仍然是研发人员的最大雇主（见图 22.12），但参与研发的政府雇员的数量实际上下降了。这一趋势进一步证实了印度的国家创新体系越来越面向商业。这意味着每万个劳动力中，研发人员数量从 2005 年的 8.42 人增加到 2010 年的 9.46 人。也就是说印度想要达到发达国家和中国实现的密度，仍有很长的路要走。

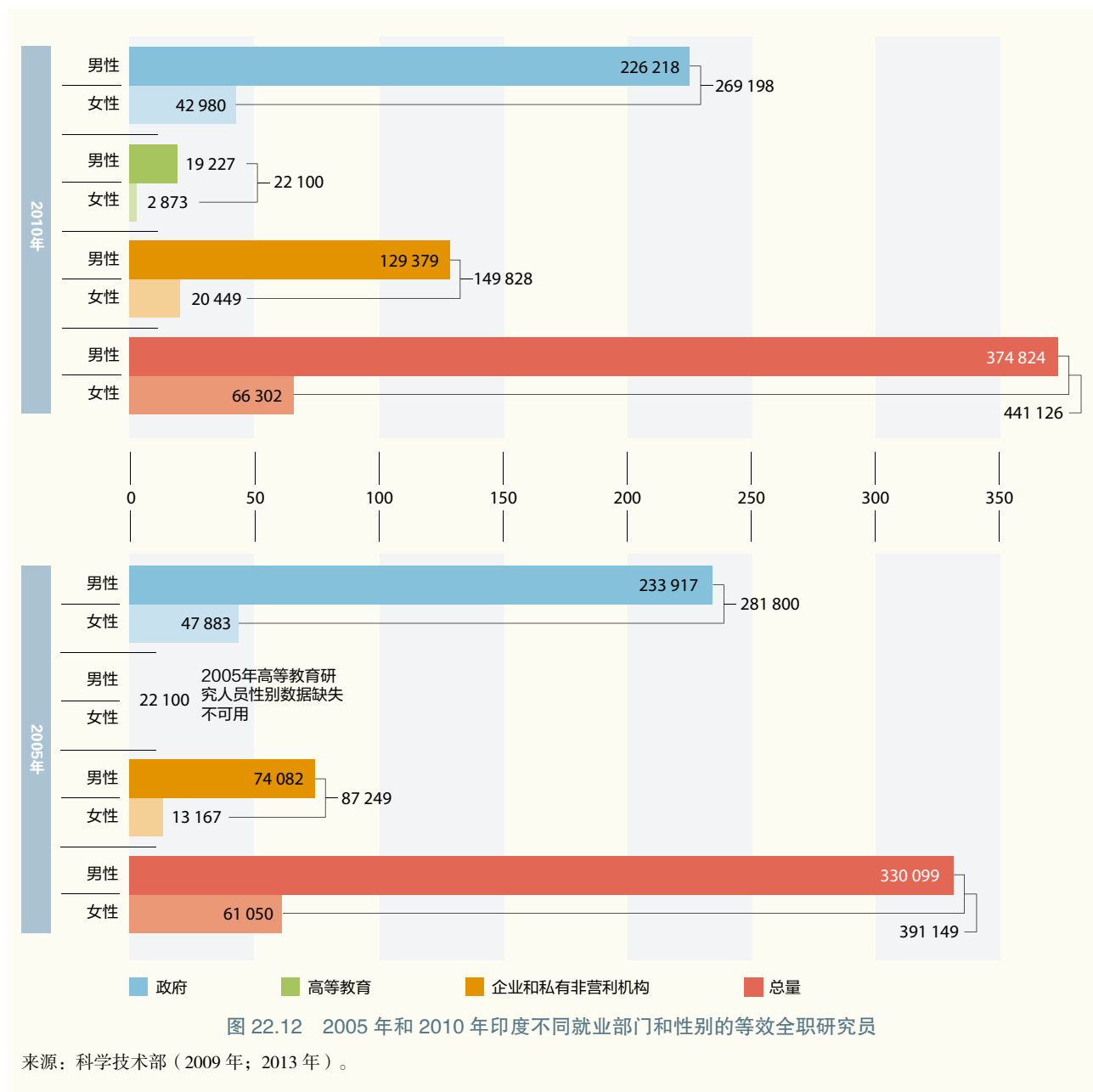
工程学科学生人数惊人增长

研发人员的短缺可能阻止印度在追求技术进步的道路上前进的脚步。政策制定者充分认识到这个问题，并且已经制定了一系列政策^③，以提高大学学生在科学和工程项目中的重要性。其中一个计划，名为启发，侧重于培养年轻人将科学作为职业的意愿。

^① 印度可再生能源发展署成立于 1987 年，是由新能源和可再生能源部管理的政府企业。详见 www.ireda.gov.in。

^② 研发人员一词包括研究人员，技术人员和支持人员。

^③ 2013 年，科技创新政策的两个关键要素是：增强来自所有社会阶层的年轻人的科学应用技能；并在科学、研究和创新职业培养有吸引力的有才华的智慧人才。



从历史的角度上看，印度倾向于为每个工程师配备 8 名科学家。部分原因是不同地区的工程学院分布不均，这种情况促使政府将印度技术学院的数量翻了一番，并建立了 5 所印度科学教育研究所^①。2006 年，每个工程师配有 1.94 名科学家，到 2013 年，这一比例下降到 1.20。

^① 总的来说，印度在 2010 年 3 月至 2013 年 3 月期间建立了 172 所大学，使大学总数达到 665 所（DHE, 2012; 2014）。尽管政府有意设立 14 所“创新大学”，但没有明确指定。详见《联合国教科文组织科学报告 2010》，第 369 页。

2012 年，在科学，工程和技术方面有 137 万名毕业生（见图 22.13）。男生占总数的 58%。女学生往往更多集中在科学领域，2012 年，该领域中的女生人数甚至超过了男生。工程和技术类毕业生在毕业生总数中已经占有相当大的份额，但国家如果希望在制造方面取得突破，就必须提高这些领域的毕业生数量。

为雇主提供他们想要的技术

科学家和工程师的就业能力是政策制定者多年

联合国教科文组织科学报告：迈向 2030 年

来一直担心的问题，事实上，这也是未来雇主所担心的问题。政府已经采取了一些补救措施来提高高等教育的质量（见专栏 22.3）。这些措施包括更严格地控制大学，定期审查课程和设施与教师进修计划。2010 年科学与工程研究委员会的成立进一步推动了公共科学系统中研究资助的可获得性。

政府还在试验促进大学与产业关系的方法。例如，2012 年，政府与印度工业联合会合作，鼓励博士生与工业合作并完成博士论文。只要该项目被他们的工业合作伙伴启动，这些成功的申请者将获得两倍于其他博士研究生的论文写作奖金。

专栏 22.3 印度高等教育普及计划

印度的大学在全球排名中并未占据顶尖位置。印度民众也普遍认为高等教育体系质量还有待提高。未来雇主最近也总抱怨当地高校毕业生质量太差。此外印度高校研发仅占 4%。过去 10 年间，政府已采取多项措施提升高校教学和科研质量。例如：

人力资源发展部在 2013 年 10 月发起“全国高等教育普及计划”（RUSA）。该计划旨在确保公立高校符合规定的准则和标准，以及拥有权威的质量认证体系。接受高等教育普及计划资助的前提条件是有一定的学术、行政和治理改革措施。高等教育普及计划下拨的所有资金都有标准限制和结果参照。

作为第十一个五年计划（2007—2012 年）的延伸，大学教育资助委员会（UGC）在本科生阶段引进了学期制和选修学分制，一是为学生提供必修课以外的其他选择，二是为学生提供实习和职业培训以提前接触实际工作环境，三是能帮助将学分换至另一所大学。

2010 年大学教育资助委员会发布了高校教师和行政人员任职最低要求管理条例以及高等教育标准维护措施。2012 年发布了高等教育机构权威评估和

认证管理条例。

大学教育资助委员会实施了高校卓越计划，源自第九个五年计划。2014 年已有 15 所大学获得该计划的资助金，大学教育资助委员会强烈呼吁给其他 10 多所有希望的高校提供机会，包括私立大学。

大学教育资助委员会建立了教师科研推广计划以振兴大学领域的基础研究，包括医学和工程科学领域。该项目提供 3 种类型的支持：为初级和中级教师提供研究补助金，以及为即将退休的高级教师提供奖金，前提是他们的记录良好且积极指导年轻教师工作。

科学技术部通过“促进大学研究与科学发展计划”（PURSE）承担研究成本、人力成本和设备采购等。根据出版记录，该计划在过去 10 年中已为 44 所大学提供科研经费。

科技部负责管理“促进高等教育机构科技基础设施建设基金”（FIST），设立于 2001 年且已在 2010 年至 2013 年间扶持了 1 800 个部门和机构。

自 2009 年以来，通过加强大学创新研究计划，科技部已经改善了 6 所印度女性大学的科研基础设施。该计划第二阶段已于 2012 年启动。

为了吸引科研人才，科技部在 2009 年启动了名为“激励追求科学研究创新”的科研计划。该计划组织科学营，并为 10~15 岁年龄段的学生提供奖学金和为 16~17 岁年龄段提供实习机会。截至 2013 年，该计划已为科学领域的本科生提供了 28 000 元的奖学金、为博士生提供 3 300 元的奖金和为 32 岁以下的研究员提供 378 的教师奖，其中 30% 的人员移民回印度参与科研。

科学技术部在第六个五年计划中提出“强化优先级领域研究计划”（IRHPA）。该计划在科学和工程的前沿和新兴领域设立核心组、卓越中心和国家设施中心等，比如生物学、固体化学、纳米材料、材料科学、表面科学、等离子体物理学或大分子晶体学等。

受生物技术部和科技部资助的机构应该为自己员工写的文章建立机构知识库；与此同时科技部也已着手建立中央机构汇总各个机构知识库。

来源：印度联邦议会下院（人民院），人力资源发展部在 2014 年 7 月 7 日对第 159 号问题的答复；科学技术部（2014）；政府网站。

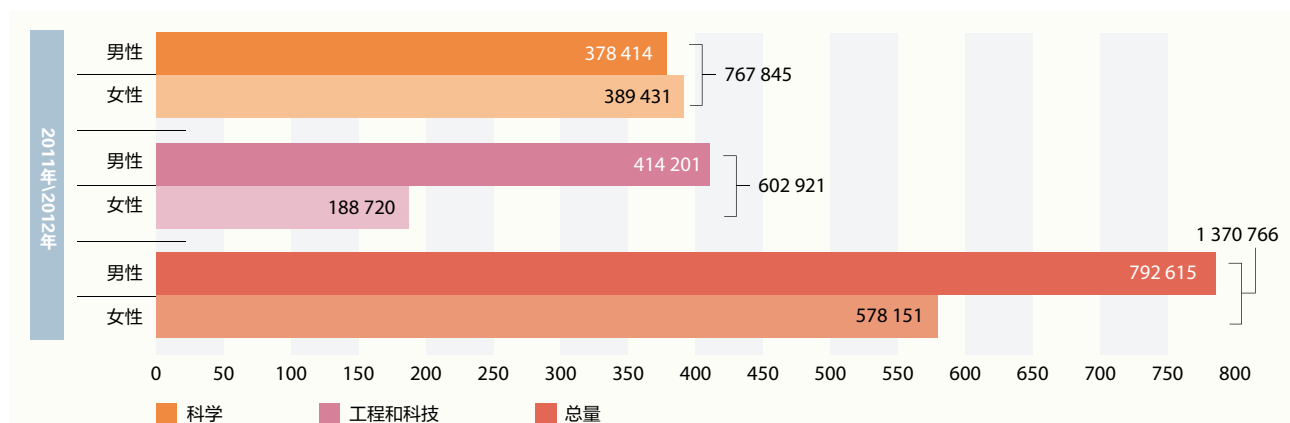


图 22.13 2011 年/2012 年印度科学、工程和科技领域毕业生

注：毕业生包括本科生、硕士研究生、研究型硕士生和博士生。

来源：印度高等教育部（2012 年）2011/2012 年高等教育普查表 36 和表 37。

为了发展基于技术的项目而争取侨民的帮助

另一个长期关注的问题来自高技术工人移民。虽然自从印度在 20 世纪 40 年代独立以来，这种现象一直存在，但全球化在过去二十多年来这种趋势愈演愈烈。马尼（2012）表明，虽然高技能工人移民可能减少科学家和工程师的供应量，但确实产生了相当数量的汇款。事实上，印度已成为世界上最大的汇款接收国。印度生活在国外的技术工人也帮助印度的高科技产业增长，特别是其计算机软服务。已经制订了一些计划来鼓励他们参与技术项目。其中最长久存在的是 2006 年成立有关生物技术的 Ramalingaswami 回归奖金。2013 年，印度机构为 50 名印度侨民研究人员提供了工作，这也是这个计划的一部分。

结论

激励未能创造广泛的创新文化。从上文可以看出，印度的国家创新体系面临着一些挑战。特别需要做的是：

- 在政府和企业部门之间分散责任，实现到 2018 年实现国内研发总支出 / 国内生产总值的比率为 2%。政府应该利用这个机会通过更多地投资于大学研究，将国内研发总支出 / 国内生产总值的比率提升大约 1%，而目前大学研究仅占研究总量的 4%。这样以使大学能够更好地讲授新知识并提供更优质的教育。
- 提高从事研发的科学家和工程师的培训和人数密

度。近年来，政府已经增加了高等教育机构的数量，并开发了大量项目来提高学术研究的质量。这已经取得了回报，但是仍需要做更多的工作，以使得课程能够满足市场的需要，并在大学创造一种研究文化。例如，尽管在“十一五”规划（2007—2012 年）中打算建立 14 所这样的大学，但自 2010 年以来建立的新大学都不是被指定的“创新大学”。

- 对研发税收激励措施的有效性进行政府评估。尽管印度是世界上研发税最低的国家之一，但这并没有使创新文化在企业 and 工业间传播。
- 将更大份额的政府研究资助金用于商业部门。目前，大多数的资助主要针对的是与制造业脱离关系的公共研究系统。除了制药业外，没有针对商业企业部门开展特定技术大型研究资助。例如，技术开发委员会已经发放了比资助金更多的补贴贷款。这方面，2010 年成立的科学与工程研究委员会为扩大科学系统提供研究补助金是朝着正确方向迈出的一步，在高优先级领域加强研究同样也是朝着正确方向迈出的一步。
- 支持基于技术的企业出现，使这种类型的中小企业更多地获得风险投资的机会；虽然自 20 世纪 80 年代后期以来在印度有一个风险投资行业，但其仍只局限于提供私募股权。在这方面，工会政府很有可能在 2014—2015 年的预算中设置一个 1 000 亿卢比（约 13 亿美元）的基金，促进初创企业的私人股权、准股权、软贷款和其他风险投资方面的发展。
- 将制药和卫星方面的技术能力与为普通印度公民

联合国教科文组织科学报告：迈向 2030 年

提供卫生和教育服务相结合。到目前为止，对被忽视的热带疾病几乎没有进行研究，而且使用卫星技术向偏远地区提供教育服务有些不成熟。

印度的决策者面临的巨大挑战将是在合理的时间内解决上述各项挑战。

参考文献

Brinton, T. J. *et al.* (2013) Outcomes from a postgraduate biomedical technology innovation training program: the first 12 years of Stanford Bio Design. *Annals of Biomedical Engineering*, 41(9): pp. 1 803–1 810.

Committee on Agriculture (2012) *Cultivation of Genetically Modified Food Crops: Prospects and Effects*. Lok Sabha Secretariat: New Delhi.

DHE (2014) *Annual Report 2013–2014*. Department of Higher Education, Ministry of Human Resources Development: New Delhi.

DHE (2012) *Annual Report 2011–2012*. Department of Higher Education, Ministry of Human Resources Development: New Delhi.

DST (2014) *Annual Report 2013–2014*. Department of Science and Technology: New Delhi.

DST (2013) *Research and Development Statistics 2011–2012*. National Science and Technology Information Management System. Department of Science and Technology: New Delhi.

DST (2009) *Research and Development Statistics 2007–2008*. National Science and Technology Information Management System. Department of Science and Technology: New Delhi.

Gruere, G. and Y. Sun (2012) *Measuring the Contribution of Bt Cotton Adoption to India's Cotton Yields Leap*. International Food Policy Research Institute Discussion Paper 01170.

Heller, K. Emont, J. and L. Swamy (2015) India's green bond: a bright example of innovative clean energy financing. US Natural Resources Defense Council. *Switchboard*, staff blog of Ansali Jaiswal, 8 January.

Jishnu, M. J. (2014) Agricultural research in India: an analysis of its performance. Unpublished MA project report. Centre

印度的主要目标

- 到 2018 年将研发支出的总量从国内生产总值的 0.8% 提升至 2.0%，一半的经费来自私人企业。
- 到 2017 年将印度建成全球纳米技术中心。
- 到 2022 年将制造份额从国内生产总值的 15% (2011 年) 提升至 25%。
- 到 2022 年将制造业产品中的高科技份额 (航天飞机、医药品、化学制剂、电子产品和通信产品) 从 1% 提升到至少 5%。
- 到 2022 年提升制造业出口中的高科技产品的份额 (目前 7%)。
- 到 2022 年在全印度将安装 100 个总量为 10 亿瓦特的太阳能系统。

for Development Studies: Trivandrum.

Mani, S. (2014) Innovation: the world's most generous tax regime. In: B. Jalan and P. Balakrishnan (eds) *Politics Trumps Economics: the Interface of Economics and Politics in Contemporary India*. Rupa: New Delhi, pp. 155–169.

Mani, S. (2002) *Government, Innovation and Technology Policy, an International Comparative Analysis*. Edward Elgar: Cheltenham (UK) and Northampton, Mass. (USA).

Mani, S. (2012) High skilled migration and remittances: India's experience since economic liberalization. In: K. Pushpangadan and V. N. Balasubramanyam (eds) *Growth, Development and Diversity, India's Record since liberalization*. Oxford University Press: New Delhi, pp. 181–209.

Mani, S. and R. R. Nelson (eds) (2013) *TRIPS compliance, National Patent Regimes and Innovation, Evidence and Experience from Developing Countries*. Edward Elgar: Cheltenham (UK) and Northampton, Mass. (USA).

Mukherjee, A. (2013) *The Service Sector in India*. Asian Development Bank Economic Working Paper Series no. 352.

NSB (2014) *Science and Engineering Indicators 2014*. National Science Board, National Science Foundation (NSB 14-01): Arlington Virginia, USA.

Pal, S. and D. Byerlee (2006) The funding and organization of agricultural research in India: evolution and emerging policy issues. In: P.G. Pardey, J.M. Alston and R.R. Piggott

(eds) *Agricultural R&D Policy in the Developing World*. International Food Policy Research Institute: Washington, DC, USA, pp. 155–193.

Palanisami, K. *et al.* (2013) Doing different things or doing it differently? Rice intensification practices in 13 states of India. *Economic and Political Weekly*, 46(8): pp. 51–58.

Project on Emerging Nanotechnologies (2014) *Consumer Products Inventory*: www.nanotechproject.org/cpi.

Radjou, N.; Jaideep, P. and S. Ahuja (2012) *Jugaad Innovation: Think Frugal, Be Flexible, Generate Breakthrough Growth*. Jossey-Bass: London.

Ramani, S. V.; Chowdhury, N.; Coronini, R. and S. E. Reid (2014) On India's plunge into nanotechnology: what are good ways to catch-up? In: S. V. Ramani (ed) *Nanotechnology and Development: What's in it for Emerging Countries?* Cambridge University Press: New Delhi.

Sanyal, S. (2014) *A New Beginning for India's Economy*. Blog of 20 August. World Economic Forum.

Science Advisory Council to the Prime Minister (2013) *Science*

in India, a decade of Achievements and Rising Aspirations. Department of Science and Technology: New Delhi.

UNDP (2014) *Humanity Divided, Confronting Inequality in Developing Countries*. United Nations Development Programme.

VIB (2013) *Bt Cotton in India: a Success Story for the Environment and Local Welfare*. Flemish Institute for Biotechnology (VIB): Belgium.

苏尼尔·玛尼 (Sunil Mani), 1959 年出生于印度, 经济学博士。他担任喀拉拉邦特里凡得琅市发展研究中心计划发展委员会专职教授。玛尼博士正在做的一些项目与创新政策工具和新指标有关。多年来, 玛尼博士一直在亚洲和欧洲一些国家大学里担任客座教授, 如日本、意大利、芬兰、法国、荷兰、葡萄牙、斯洛维尼亚、英国。