

印度科技创新实力及科研优势领域概述

毕亮亮

(中国科学技术发展战略研究院, 北京 100038)

摘要:近年来,印度的全球经济排名和科学研究实力快速增长,在生物制药、材料化学等关键领域取得重要进展。通过对印度科研投入、科研人员数量、学术论文数量和质量、专利申请数量和质量等反映国家可持续增长力和影响力的指标数据进行分析,对印度的创新实力和优势进行了研究。印度科研工作及优势呈多样化特征,科研专注度较广泛;科研产出的优势领域为化学、药理学与病毒学、农业科学及材料学,科研影响力的优势领域则为工程学、物理学和计算机;制药业既是科研产出优势领域也是专利优势领域。然而,印度研发总投入不足 GDP 的 1%,专利申请数量相对较低。印度的科技创新实力与我国有一定互补性,因此,对印度在科研领域的比较优势,我们应予以关注和借鉴。

关键词:印度;科技创新实力;科研优势领域

中图分类号: G323.51 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2014.09.005

近年来,印度在全球经济和科学研究版图中的影响力快速增长,在生物制药、材料化学等关键领域取得重要进展并在全球相关领域占有一席之地。本文以印度的科研投入、科研人员数量、学术论文数量和质量、专利申请数量和质量等反映国家可持续增长力和影响力的指标数据为基础,通过数据和相关分析,对印度的研究状况、科技创新实力和科研优势领域进行概述。

1 科研投入力度——财政研发支出及配置

1.1 财政研发占 GDP 比例不足 1%

作为金砖国家之一,印度 R&D 投入在 10 年间翻了 6 番,从 2001 年度的 1 704 亿卢比增加到 2011 年度的 7 262 亿卢比(约 151 亿美元),占 GDP 比重从 0.78% 提高到 0.88%^[1](见图 1 所示)。欧盟委员会认为:对于一个成熟的经济体,



图 1 2001—2011 年印度 R&D 支出及其占 GDP 比例^[1]

作者简介: 毕亮亮(1981—),女,副研究员,主要研究方向为区域创新、科技政策。

收稿日期: 2014-03-18

其科研投入占国民生产总值（即 R&D 占 GDP）的恰当比例应在 2% 左右。尽管印度该数值缓慢提升，但远低于欧盟倡议的标准值。同时，印度 R&D 的增幅预计 2015 年度低于 2001—2011 年度 GDP 高达 7.5% 的年均增幅。近年来，印度领导人在“十二五”（2012—2017 年）规划和《2013 年科学、技术和创新政策》中多次提出，要大幅提升科技研发投入，实现 2020 年 R&D 投入要占 GDP 2% 的目标^[2]。然而，与其他金砖国家相比，印度 R&G 投入占 GDP 的比例明显偏低。2009 年，中国该比例为 1.70%，俄罗斯为 1.25%，巴西为 1.17%，南非为 0.93%，而印度仅为 0.87%。分析认为，印度如若突破 1%，尚需

时日。

1.2 政府研发投入占近 60%

在研发支出的构成上，印度是以政府投入为主，企业投入为辅，其 2001—2011 年印度政府和企业研发投入情况见图 2 所示。印度企业（产业）研发投入比例从 2001 年的 23.8% 提升到 2011 年的 35.6%。具体而言，印度 55.4% 的研发经费来自中央政府财政，私营部门投入占 28.9%，邦政府（相当于我国省一级）投入占 7.3%，公共部门（以 PPP 方式）投入占 5.3%，高等院校投入占 4.1%。此外，印度平均每个企业将其销售额的 0.61% 用于研发，国有企业的研发占销售额的比例为 0.27%，私营企业的该比例为 0.82%。

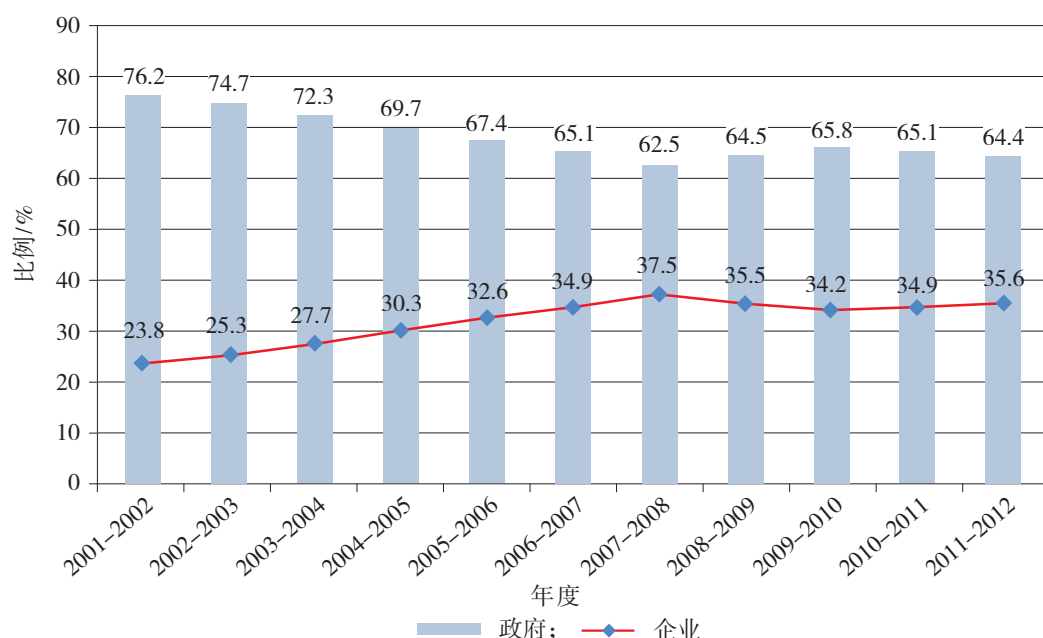


图 2 2001—2011 年度印度政府和企业研发投入比例^[3]

1.3 制药、运输和 IT 业为研发投入前三甲

从印度各行业 R&D 投入看，前 10 位分别为制药业、运输业、IT 业、国防工业、燃料、化学（不包括化肥）、生物技术、电子电动产业、冶金业和电信业（见图 3 所示）。其中，政府研发投入在总研发投入占比由高到低分别为：国防工业（基本全部为政府投资）、燃料（约占 80%）、冶金业（约占 60%）、电信业（约占 15%）、电子电动产业（约占 10%）。而总研发投入最高的制药业，以及生物技术产业，基本全部为私人投资；化学（不包括化肥）、运输业、和 IT 业的绝大部分研发投

入也均来自私人投资。

1.4 科技部等部委对系统外研发机构的科研投入占 R&D 总额 2.6%

印度科技部、通信和信息技术部等部委，除对本系统进行科研投入，也对系统外的机构和单位进行科研投入，总额从 2000 年的 29 亿卢比增加到 2009 年的 136 亿卢比。2009 年，印度科技部等部要对系统外研发机构科研经费支出情况见图 4 所示。其中，科技部（DST）、生物技术部（DBT，隶属于科技部）、通信和信息技术部的科研投入，分别占此部分支出总额的 33%、16% 和 13%。同

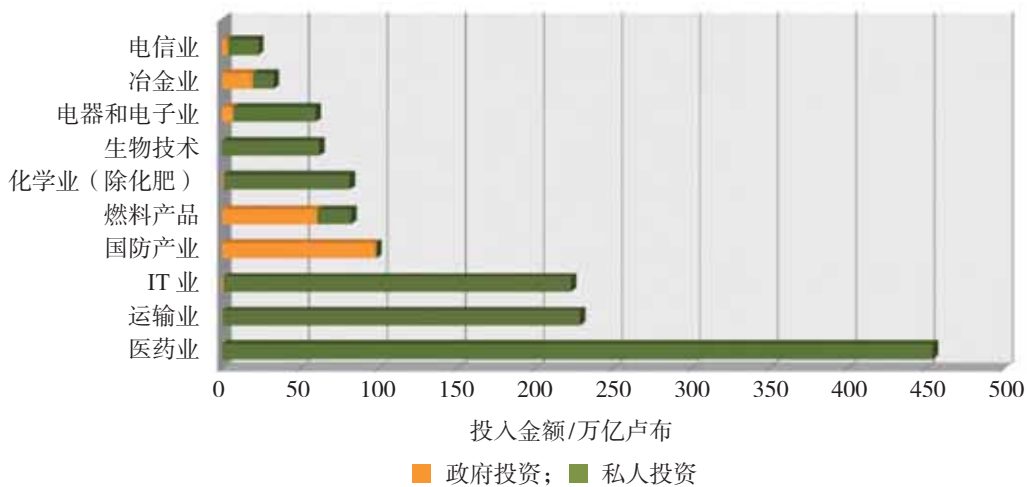


图3 2009年印度各行业R&D投入情况^[3]

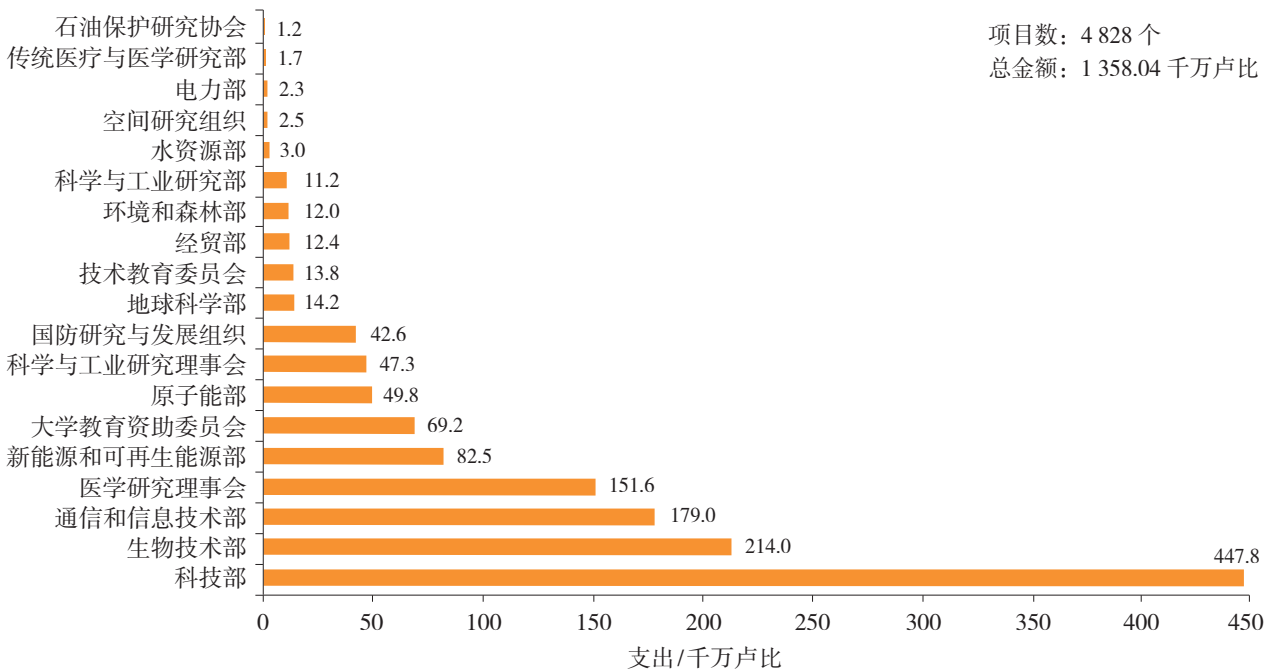


图4 2009年印度科技部等部委对系统外研发机构科研经费支出情况^[3]

时，印度医学研究理事会（ICMR）、新能源和可再生能源部（MNRE）、大学教育资助委员会（UGC）、原子能部（DAE）、科学与工业研究理事会（CSIR）、国防研究与发展组织（DRDO）对科研的支出也高达4亿~8亿卢比。

2 人力资源水平——科研人员数量及人才资源

人力资源是一个国家科研体系和科研竞争力持续发展的最重要因素，也是国家研究体系输出的最重要的产品。印度科技部年报统计表明，印度共有

近20万研发人员（中国2009年为318.4万人），每百万人的研发人员数从2000年的110人增加到2009年的164人，但比起中国的863人，还是相差较大。截至2010年4月，印度全国共有44万人受聘于科研机构（包括公共和私营部门），其中，研发（R&D）人员19.3万人（占43.7%），还有12.4万人（占28.2%）从事辅助、行政等非技术支持类工作，并且研发（R&D）人员中的14.3%为女性。2010年，印度共有16 093人获得博士学位，其中，8 302人（占51.6%）获得科学类学位。

印度人才流失严重。据印度政府估计,印度的海外移民约 3 000 万人,250 万人在美国,且其流失的高端人才中的 80% 在美国。在美国的成年印裔人士中,74.1% 具有学士以上学位,40% 有硕士、博士或者其他专业头衔;这些人中的 68.9% 拥有较理想的工作,进入了管理岗位或利用专业技能开展研究,他们在几乎所有的重要领域都创造了良好的业绩,诸如,学术研究、工业、金融、科技、医疗卫生、经营管理等。在美国硅谷 2 000 多家新崛起的移民高科技企业中,有 40% 由印度人创办。美国国土安全部及移民局等部门统计表明,在美国持有高级专业技术人员工作签证(H-1B Visa)的外国人中,有 46.9% 出生于印度。2010 年,获得 H-1B 签证的印裔人士高达 9.8 万人,而华裔只有 1.47 万人。

3 科研实体——研究机构数量及分布

统计数据表明,2011 年,印度全国共有 4 568 家科研机构,其中,中央部门所属占 14%,邦政府所属占 20%,大学和高校拥有 12%,其他公共部门拥有 4%,50% 的研究机构来自私营部门。

4 科研产出能力——学术论文数量及优势领域

论文发表数量体现了一个国家持续性科研战略投资的产出和成果。印度科研论文数量在过去 10 年间得到飞速发展,论文数量在 SCI 数据库中的占比从 2000 年的 2.2% 提高到 2010 年的 3.5%,在金砖国家中仅次于中国。根据 SCOPUS 数据库统计,印度发表的科研类文章从 2005 年的 35 419 篇增加到 2010 年的 65 487 篇,5 年增加了 85%。SCI 数据库表明,印度发表的科研文章从 2005 年的 26 093 篇增加到 2010 年的 40 711 篇,增幅达 56%。2000—2012 年,印度研究类文章数量变化情况见图 5 所示。2006—2010 年,印度科研论文的发表增长率在 SCOPUS 和 SCI 数据库分别为 12% 和 10%,明显高于世界其他国家 4% 的平均水平。在《UNESCO 科学报告 2010》中,印度科学论文数量在全世界排名第 9,并依据目前论文量的增速,有望在 2020 年赶上欧洲科研强国。

从学术论文数量的分布领域看,2010 年,印

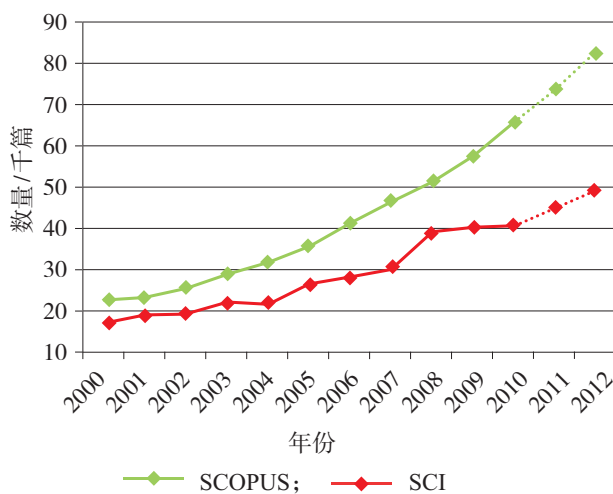


图 5 2000—2012 年印度科研类文章数量变化情况^[4]

度在全球论文发表数量在各领域中的比重从高到低分别为:化学(6.5%)、材料科学(6.4%)、农业科学(6.2%)、药理学和病毒学(6.1%)、微生物学(4.9%)、物理学(4.6%)、工程学(4.2%)。另外,根据汤森路透 Web of Knowledge 平台数据库、Essential Science Indicators(基本科学指标,简称 ESI)数据库的 22 个大学科领域分析指标、以及采用不同学科领域中论文的相对百分比,对印度科研论文、引文、引文影响力、以及每年具体科研领域中的高被引用论文比例等信息进行分析(数据结果与总数分布略有不同),印度在以下 10 个学科领域的论文表现突出(超过本国论文发表在国际上的平均分额),由高到低分别为:化学、药理学与病毒学、农业科学、材料科学、微生物学、物理学、工程学、植物和动物科学、地球科学、生物学和生物化学。其中,前 5 个领域中包括 3 个生命科学领域的学科。

5 科研影响力——学术论文质量及优势领域

论文数量的增长不能立即转化为科研成果和科研实力,故使用“论文引用情况”——反映科研水平的高低和科研影响力的大小的指标,对论文质量加以衡量。通过对上述数据库中论文被引频次(论文发表后被引用次数,作为判断论文对后续科研工作影响力的指标)进行数据测算,若全球引文影响力平均值为 1%,2011 年,印度的高被引论文数 235 篇,占全国科技论文产出的 0.52%(中国为 1 131

篇，比例为 0.72%，居金砖国家之首；英国的该比例则为 1.4%）。

印度高被引论文的十大科研领域为：工程学、物理学、计算机、材料科学、社会科学、数学、空间科学、环境与生态学、化学、精神病学和心理学。其中，工程学、物理学和计算机等 3 个领域的论文影响力超过了世界平均水平。上述领域也是印度今后科研发展的方向，是未来最有前景的领域。

6 创新能力——专利数量及领域分布

对欧美的数据研究表明，研发总支出与专利数量之间存在正相关，因此，通过分析个人、机构或国家的专利数量，基本上可以合理地把握国家潜

在的创新能力。

2010—2010 年度，印度共受理 39 400 件专利申请，其中，8 312 件（21.1%）的申请者为印度人，其余均来自外国申请者，有 60% 的专利申请主要来自 3 个国家：美国（33.5%）、日本（13.2%）和德国（11.8%）。从专利申请的领域分布看，主要集中在计算机/电子、机械和化工 3 个领域。从获得批准的专利数量及来源看，该年度，共有近 8 000 件专利获得批准，但源于印度本国的获批专利数仅占 17% 左右；且近 10 年来，印度本国的获批专利数占获批总数的比例越来越低。2000—2010 年度，印度获批专利数及来自印度本国的获批数量占比情况见图 6 所示。

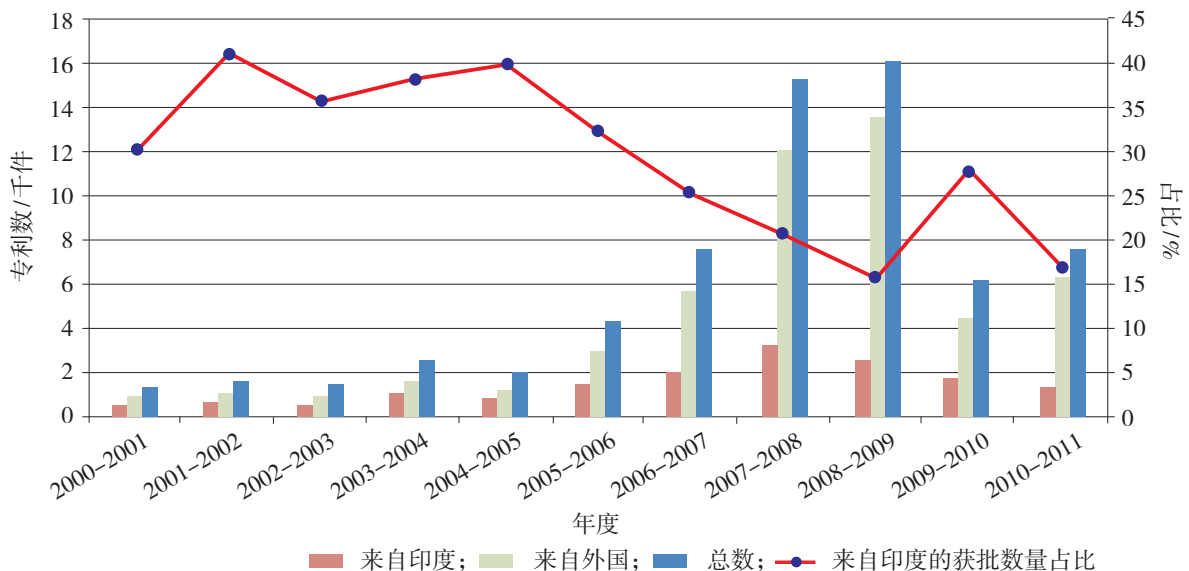


图 6 2000—2010 年度印度获批专利数及来自印度的获批专利数占比情况^[6]

从专利申请增长趋势看，印度的数据表现良好，以每年大约 16.6% 的增长速度渐进式发展，有望成为金砖国家中位列中国和俄罗斯之后的第 3 位。相比之下，中国的专利申请数量在过去 10 年间增长了约 6 倍。2006—2010 年，印度及其他国家专利申请数量变化情况见图 7 所示。

在专利申请领域上，基于对世界知识产权组织（WIPO）定义的 35 个技术领域中专 利 申 请 份 额 的 数 据 分 析，印度在制药和有机精细化

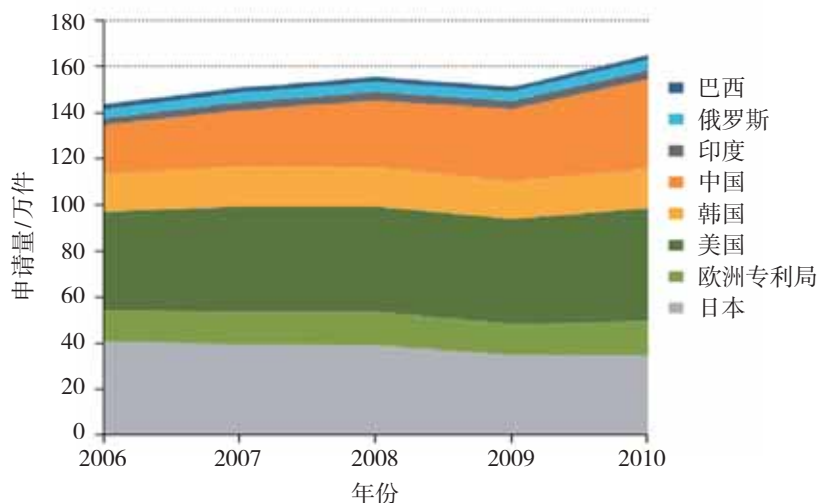


图 7 2006—2010 年印度及其他国家专利申请数量增长情况^[6]

学领域份额较多。而中国在电力机械、装置与能源、数字交换和计算机技术方面等专利申请领域表现突出。

在与全球各领域的专利申请活动进行整体比较上,印度在制药、农业化学品、食品洗涤剂、水处理和生物技术、一般化学品领域的表现优于机械和电子技术领域^[7]。这与印度拥有许多大型且优质的制药和化学公司有直接关系。而中国在此方面没有任何相对比较突出的技术领域。

7 印度科技创新实力及优势领域特点分析及其与中国的比较

7.1 科研工作及优势多元,科研专注度广泛

印度在科研产出方面表现相对均衡,科能能力(学术论文)优势分布在化学、药理学与病毒学、农业科学、材料科学、微生物学、物理学、工程学、植物和动物科学、地球科学、生物学和生物化学等领域,表现出科研工作及优势的多样化特征,科研专注度较广泛。

相比而言,中国的学术论文优势领域前10位为材料科学、化学、物理学、数学、工程学、计算机科学、地球科学、药理学与病毒学、环境与生态、生物学和生物化学。

7.2 科研产出优势领域与经济影响力优势领域不匹配

印度的科研优势领域与经济影响力优势领域有所差别,除制药业既是科研产出优势领域也是专利优势领域外,印度的专利申请数量主要集中在计算机/电子、机械和化工3个领域,但与全球各领域的专利申请进行整体比较,印度的制药和有机精细化学领域占全球同领域比重较大,且表现明显优于计算机/电子和机械领域。

相比而言,中国的科研产出优势领域(材料科学、化学、物理学、数学、工程学、计算机科学、地球科学等)与经济影响力优势领域(电力机械、装置与能源、数字交互和计算机技术等)基本匹配。

7.3 科研影响力优势领域与科研高产领域不匹配

印度科研产出(学术论文数量)的优势领域为化学、药理学与病毒学、农业科学、材料学,而科研影响力(学术论文质量)的优势领域则为工程学、物理学、计算机,两者不相匹配。该差异也反

映出印度政府在依靠科研投入来引导经济和社会发展方向的能力较弱。

相比而言,中国的科研产出(学术论文数量)的优势领域和科研影响力(学术论文质量)的优势领域集中在材料科学、数学、工程学、计算机等学科,科研产出和科研影响力基本匹配。

7.4 低水平研发投入导致低水平专利申请量

印度研发投入的前5名行业为制药、运输、IT业、国防工业和燃料,但研发总投入不足GDP的1%,专利申请数量也相对较低。从专利申请数量看,印度在创新方面远远落后于中国(2010年中国专利申请数量39.12万件,居全球第二,仅次于美国;2011年中国发明专利申请数量526412件,超过了美国的503582件),符合欧美国家“低水平研发投入带来低水平专利申请”的经验研究结果。《全球创新百强机构》报告表明^[8],尽管中国有卓越的专利数量、实现了较高的科研投资收益,但因专利质量不足导致在全球创新百强机构评比中严重缺位。因此,对中国而言,提高专利质量是当务之急。

7.5 科研产出能力优于专利申请增长水平

印度在专利申请数量与学术论文数量间存在趋势上的差距。尽管印度的论文数量与专利申请数量都在增长,但专利增长速度较慢的现象,一定程度上也说明其将科研成果转化为生产力的工作效率较低。印度专利局的工作表现证实了这一点,其待审查专利数量从2011年3月至2012年4月增长了47.3%,多达123255件。

相比而言,中国在专利申请活动与论文产出数据的表现较为一致。

7.6 经济影响力优势领域与工业发展优势领域基本匹配

印度在全球的专利优势领域为制药、农业化学品、食品洗涤剂、水处理和生物技术、一般化学品领域,这与印度对其支柱产业—制药业进行大力度的研发投入密切相关。

相比而言,中国的发明专利优势在全球同领域的比较中,特色不够鲜明,一方面表明中国在各领域的发明活动具有一定均衡性,另一方面说明中国应加强发明专利对当前工业发展的支持度、提高科研发明与产业技术应用的关联性。

8 结语

印度的科技创新实力与我国有一定互补性，尤其是制药、化学等与工业技术应用相关的学科，在全球的发明专利排名中名列前茅。因此，针对印度在科研领域的比较优势，我们应予以关注和借鉴。■

参考文献：

- [1] DST. Annual Report 2012–2013[R]. New Delhi: DST, 2013.
- [2] DST. The Science Technology and Innovation Policy 2013 [R]. New Delhi: DST, 2011.
- [3] DST. Research & Development Statistics at a Glance[R]. New Delhi: DST, 2013.
- [4] NISTADS. DST Commissioned Study (SCI Database)[R]. New Delhi: NISTADS, 2013.
- [5] Controller General of Patents Design and Trade Marks. Annual Reports 2012–2013[R]. New Delhi: Department of Industrial Policy and Promotion, 2013.
- [6] Thomson Reuters. Derwent World Patents Index[R]. New York: Thomson Reuters (website), 2013.
- [7] Thomson Reuters. OECD and Network for S&T Indicators (RICYT)[R]. New York: Thomson Reuters (website), 2013.
- [8] Thomson Reuters. Top 100 Innovators[R]. New York: Thomson Reuters, 2013.

Overview of S&T Innovation Capability and Advantage Areas of India

BI Liang-liang

(Chinese Academy of Science and Technology for Development, Beijing 100038)

Abstract: The capability of S&T research and the ranking of global economy of India have made rapid growth in recent years, especially in key areas like bio-pharmaceuticals and materials chemistry. This article summarize India's R&D situation, innovation capability and advantage areas by analyzing the quality and quantity R&D investment, R&D personnel, S&T publications, patents sealed of India. India's scientific work and the advantages had expanded to diversified fields and extensive research focuses. The advantages fields of scientific research output are chemistry, pharmacology and virology, agricultural science and materials science. The advantages fields of scientific research with influential are engineering, physics and computers. Meanwhile, pharmaceutical industry crosses the two advantages above. However, the total R&D input of India accounts for less than 1% of its GDP, and the quantity of patent applications is still very low in India. India's technological innovation capacity is complementary to ours, therefore, it's necessary to concern and learn the comparative advantage in some fields of scientific research from India.

Key words: India; S&T innovation capability; S&T advantage area