

《规划纲要》实施前后中国科技创新水平研究

高芳, 李梦薇, 赵志耘*, 贾晓峰, 侯慧敏

中国科学技术信息研究所, 北京 100038

摘要 从研发经费、研发人员、论文、专利、知识密集型产业、创新型企业 and 机构等6个维度, 分析了《国家中长期科学与技术发展规划纲要(2006—2020年)》实施前后中国与主要创新型国家的科技创新水平。总结了我国近15年来取得的长足进步: 中国成为全球第二研发投入大国, 高被引学者数量跃居世界第2位, 高被引论文、专利申请和授权总量等科技产出快速攀升至全球首位, 知识密集型产业规模及其出口保持快速增长。揭示了我国在研发经费投入结构、顶尖人才、技术竞争力等方面的差距和不足: 研发投入强度尚未跨越主要创新型国家2.5%的临界点, 基础研究投入占比仍明显偏低; R&D研究人员数量不仅基数低而且增长非常缓慢, 企业研发人员占比不升反降; 专利授权率长期偏低, 与美、日、德、韩差距明显; 创新活动仍局限于少数企业, 创新型龙头企业匮乏。提出了多元化投入、人才培养和集聚、关键核心技术供给、数量和质量指标并重等方面的建议。

关键词 中长期科技规划纲要; 科技创新水平; 创新型国家

21世纪前20年, 是中国科技创新发展的重大战略机遇期, 也是中国实施《国家中长期科学与技术发展规划纲要(2006—2020年)》(以下简称《规划纲要》)的重要时期。《规划纲要》中提出以自主创新为核心的“自主创新, 重点跨越, 支撑发展, 引领未来”16字方针, 将增强自主创新能力作为发展科学技术的战略基点, 设立了到2020年把中国建成创新型国家的宏伟目标。《规划纲要》的颁布, 标志

着我国科技发展理念从“科教兴国”到“建设创新型国家”的重大转变与战略性演进, 是国家适应世界经济科技发展新趋势以及中国经济社会建设新需求, 逐步摆脱资源依赖性和技术依附性发展模式, 探索创新型国家发展道路的重要开端。自《规划纲要》实施以来, 我国科技创新投入与产出总量快速增长, 主要创新指标进入世界前列, 科技创新的系统能力显著提升, 我国在全球创新版图中的位置越

收稿日期: 2020-04-30; 修回日期: 2020-08-05

基金项目: 科学技术部科技创新战略研究专项(ZLY201907)

作者简介: 高芳, 副研究员, 研究方向为科技政策与战略、科技信息, 电子信箱: gaof@istic.ac.cn; 赵志耘(通信作者), 研究员, 研究方向为科技战略、宏观经济理论与政策, 电子信箱: zhanlueistic@aliyun.com

引用格式: 高芳, 李梦薇, 赵志耘, 等. 《规划纲要》实施前后中国科技创新水平研究[J]. 科技导报, 2020, 38(19): 46-57; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2020.19.014

来越突出。当前,《规划纲要》实施即将收官,中国新一轮中长期科技发展规划已进入研究编制阶段^[1],对上一轮《规划纲要》实施前后中国科技创新水平的变化进行研究,探讨中国和主要创新型国家创新位势变化,对于新一轮规划的研究编制具有重要意义。

本研究以事实数据为依据,评估《规划纲要》的实施效果,对中国与主要创新型国家的科技创新水平进行对比,从历史发展的维度探讨实施过程中的长板与不足,重点探讨中国与主要国家仍然存在的差距,并从中得到几点启示。

1 比较方法与数据来源

衡量一国科技创新水平或能力的指标很多,要进行综合评价是一个复杂的系统性工程。目前,世界上公认的基于指标的科技创新综合评价研究,主要有3大类。其中,第1类研究是综合测算各国的创新绩效和能力并得出总分排名,比较有代表性的主要有世界知识产权组织与欧洲工商管理学院以及康奈尔大学联合发布的《全球创新指数》^[2](The Global Innovation Index, GII)和欧盟发布的《欧洲创新记分牌》^[3](European Innovation Scoreboard, EIS)。第2类研究是将国家创新能力作为国家整体竞争力的一个重要方面进行测度,对各国综合竞争力进行排名,与科技创新相关的指标通常出现在评价指标体系中的二级指标。比较有代表性的主要有瑞士洛桑国际管理发展学院的《世界竞争力年度报告》(World Competitiveness Yearbook)^[4]和世界经济论坛的《全球竞争力报告》(The Global Competitiveness Report)^[5]。第3类研究选定关键指标对主要国家科技创新活动的若干个方面进行测度,但通常不制定综合评价指数、不给出各国综合排序,分析的维度和选定的指标往往具有较强的问题导向性,特别在某些关键指标中给出各国和经济体横向对比的数据,从而引发政策制定者的思考等。比较有代表性的主要有经济合作与发展组织(Organization for Economic Co-operation and Development,

OECD)的《科学、技术与产业记分牌》(Science, Technology and Industry Scoreboard)^[6],美国国家科学基金会的《科学与工程指标》(Science & Engineering Indicators)^[7]。

本研究以事实数据为依据,更侧重于在若干关键且可数量测度的方面进行对比分析,从而有重点地挖掘中国科技创新仍然存在的不足和差距。因此,在充分吸收借鉴前述评价视角的基础上,选择从研发经费、研发人员、论文产出、专利产出、知识密集型产业、创新型企业 and 机构等6大维度进行对比分析。选取美国、日本、韩国、丹麦、瑞典、德国、荷兰、英国、芬兰、法国、以色列共11个创新型国家作为主要对比国,所有被比较国在同一个量化标准和体系中获取相关数据,并确保数据的可获取性与实时性等。基于上述目标和原则,本文在数据来源方面,研发投入主要来自经合组织数据库,论文数据主要来自Web of Science,并部分引用美国科学与工程指标中的统计数据,专利数据主要来自世界知识产权组织数据库(World Intellectual Property Organization, WIPO)数据库,高被引科学家数据来自科睿唯安高被引科学家名单,创新型企业 and 机构的数据来自科睿唯安全球百强创新机构报告。

2 中国科技创新水平变动情况

2.1 研发经费

2.1.1 总量与强度

中国的研发经费投入总量增速位列被比较国首位,绝对值仅次于美国,研发投入强度稳定慢速提升。2005—2017年,中国研发经费投入总量从955.56亿美元增长至4427.21亿美元,年平均增速13.63%,这一增速超过处在第2位的韩国(8.32%)5个百分点,且远高于美国(2.47%)、英国(1.88%)、德国(3.48%)和欧盟28国(2.67%)。如图1所示,12年间中国研发投入占全球总量的比例从9.3%增长至25.8%,同时只有中国和韩国的全球份额占比呈现增长态势。如图2所示,2017年中国的研发投入强度达到2.13%,较2005年的1.31%提升了0.82

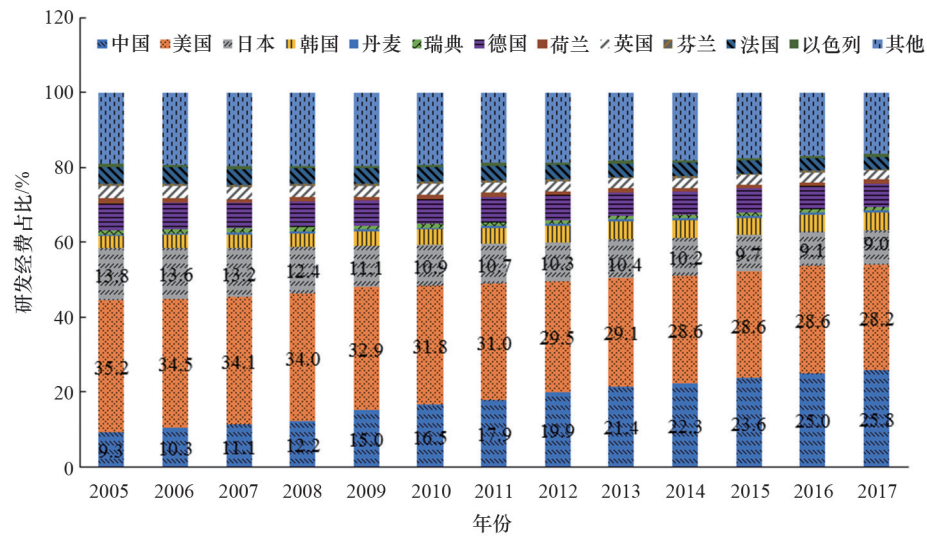


图1 各国研发经费占全球研发经费份额逐年变化情况

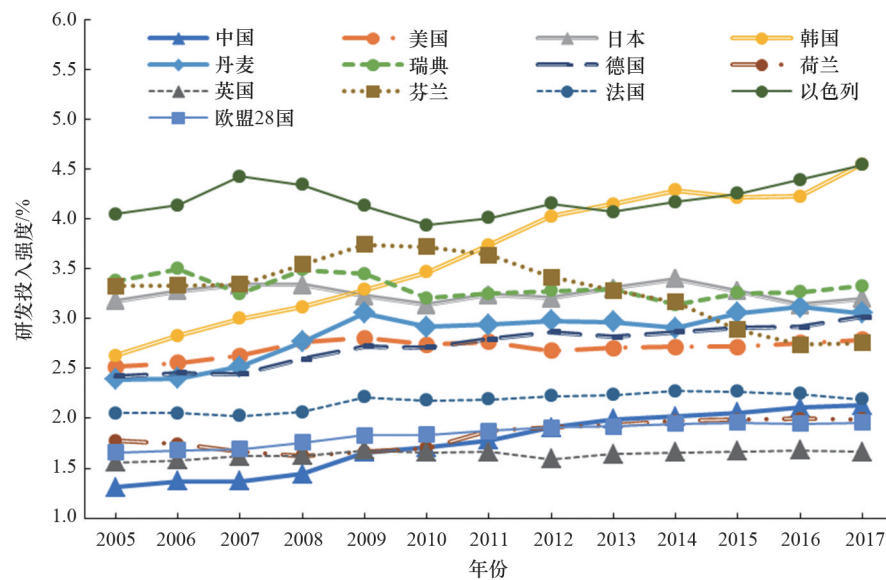


图2 各国研发投入强度逐年变化情况

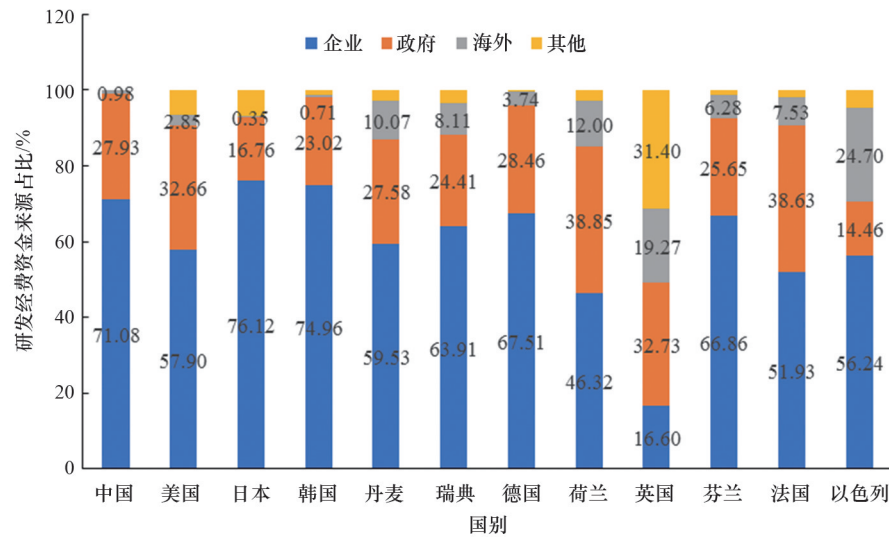
个百分点。美国这一指标基本保持在2.5%~2.8%之间，以色列研发经费投入强度始终稳居全球首位，基本保持在4%以上，韩国则从2.63%快速增长至4.55%。

《规划纲要》实施以来，中国研发经费投入年均增速13.63%，不仅超过任何一个被比较国，也高于中国同期GDP年均增速11.03%，研发投入强度年均增速为4.14%。从主要创新型国家研发投入强度变化规律来看，1%和2.5%是2个重要拐点，在达到1%之前和2.5%之后增长会比较缓慢，过了1%

之后则进入较快的增长阶段^[8-9]。研发投入强度从1%增长至2.5%，美国、德国、法国、日本和韩国分别用了15、20、32、24和20年。按照当前中国研发投入强度年均增速，预计在2021年将有可能首次达到2.5%，即从1%到2.5%将用至少19年（1%拐点出现在2002年），与前面几个国家比较来看，这个周期基本处在正常水平。

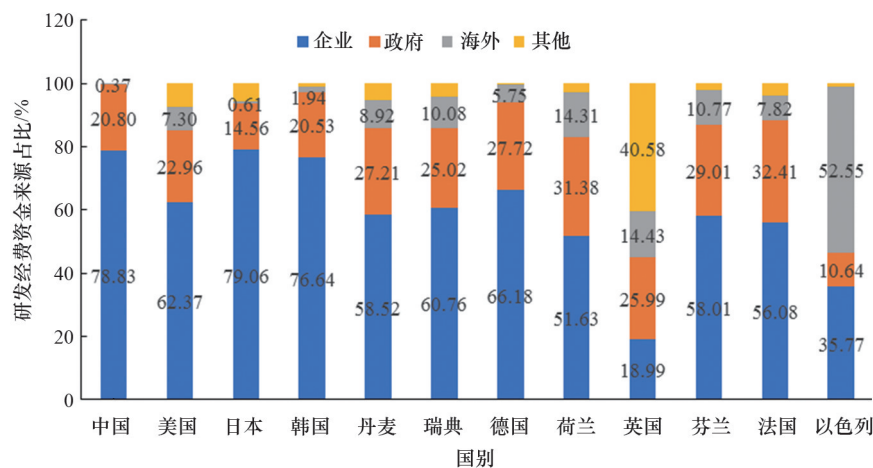
2.1.2 来源结构和执行结构

从研发经费来源来看（图3），2005年中国研发投入中来自企业、政府以及海外部分的比例分别为



注:美国2005—2008年数据部分缺失,使用2009年数据;中国私人和非盈利机构、高等教育部门数据缺失。

(a) 2005年各国研发经费资金来源结构



注:中、美、日、韩4国为2018年数据,其他国家2018年数据缺失,采用2017年数据。

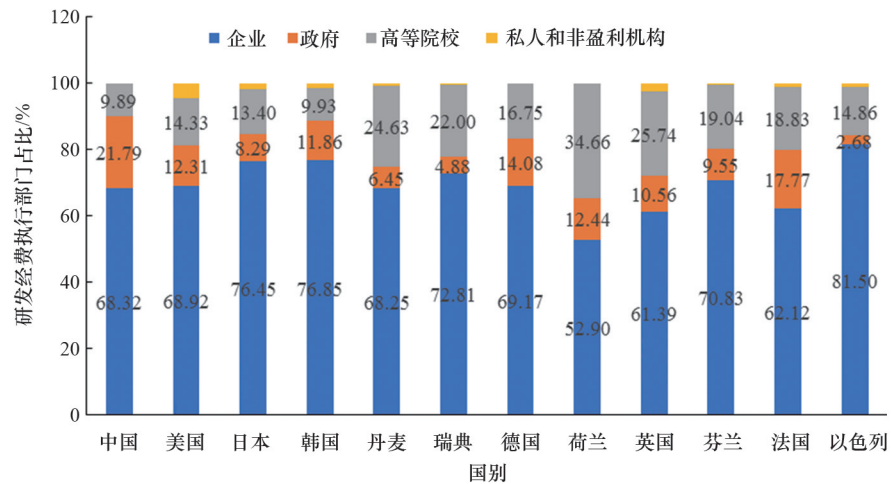
(b) 2018年各国研发经费资金来源结构

图3 2005及2018年各国研发经费资金来源结构

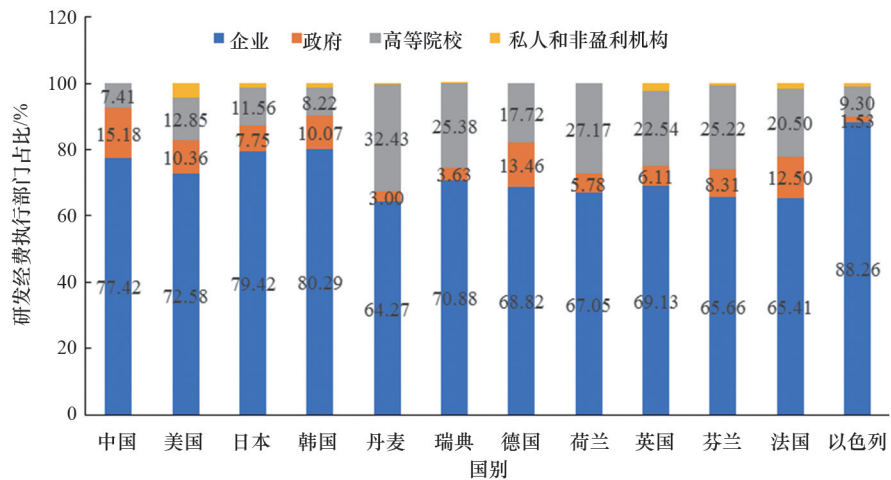
71.08%、27.93%和0.98%,到2018年分别变为78.83%、20.80%和0.37%。13年间,中国企业投入占比增长了近8个百分点,在被比较国中以接近80%的数值位居第二,仅次于日本(79.06%)。企业占比同样呈现增长态势的国家还有美国、日本、韩国、英国、荷兰和法国,日本和韩国接近80%,美国、德国和瑞典也超过了60%。中国政府投入占比下降了7个百分点,下降幅度超过大部分被比较国,对应数值在所有被比较国中仅高于日本和以色列。中国来自海外部分的投入占比从0.98%下降至

0.37%,明显低于所有被比较国。

从研发经费执行主体来看(图4),2005年中国企业、政府、高等院校三方所占比例分别为68.32%、21.79%和9.89%,到2018年分别变化为77.42%、15.18%和7.41%。13年间中国企业执行占比除2015年、2018年略有下降外,始终保持上升态势,这一比例及其增长幅度在比较国中最为突出。同时,几乎所有国家的政府执行占比都有所下降,其中中国下降6.61个百分点,下降幅度居第2位,仅次于荷兰(下降6.66个百分点)。中国、美国、



(a) 2005年各国研发经费执行部门结构



(b) 2018年各国研发经费执行部门结构

图4 2005和2018年各国研发经费执行部门结构

日本、韩国、荷兰、以色列等国高等院校执行占比呈现下降趋势。

从研发投入活动类型来看(表1),2005年中国开展基础研究、应用研究和试验发展3类活动投入的比例为5.36%、17.70%和76.95%,到2017年分别变化为5.54%、10.50%和83.96%。12年来,中国基础研究经费占比基本维持在5%的水平,应用研究占比有所下降,2005年试验发展活动占比仅次于以色列,到2017年这一比例已超过所有国家。明显地,主要创新型国家基础研究占比均超过10%,且美国、英国、法国、日本、丹麦等国的这一指标仍有上升态势。除了中国和日本外,所有国家应用研

究占比均有所上升。

《规划纲要》实施之后,中国已经成为全球研发投入增长的重要增长极和研发活动最密集的地区,其中企业研发投入和执行的主体地位都得到进一步巩固。然而,与主要创新型国家相比,中国研发经费来源和研发活动分布依然存在结构性差异,企业投入占比过高,政府占比明显偏低,海外投入增长乏力,私人非营利机构、慈善组织、行业协会等投入力量非常薄弱。基础研究投入占比长期处于较低水平,与美、英、法、日等国持续增长态势形成鲜明对比,例如2017年中国基础研究投入总量不到美国的30%。

表1 各国研发投入活动类型投入占比比较

国别	2005年投入占比/%				2017年投入占比/%			
	基础研究	应用研究	试验发展	其他	基础研究	应用研究	试验发展	其他
中国	5.36	17.70	76.95	0.00	5.54	10.50	83.96	0.00
美国	15.32	17.49	48.94	18.24	16.98	20.31	62.52	0.19
日本	12.00	21.03	61.80	5.17	13.11	18.67	63.89	4.33
韩国	15.35	20.84	63.81	0.00	14.46	21.98	63.56	0.00
丹麦	17.41	26.13	49.52	6.94	19.14	31.02	46.64	3.20
荷兰	29.71	40.28	30.02	0.00	26.50	43.74	29.77	0.00
英国	15.75	41.28	42.97	0.00	17.51	42.50	40.00	0.00
法国	22.80	36.74	35.67	4.79	23.63	38.93	35.34	2.09
以色列	16.00	3.71	80.29	0.00	11.33	10.99	77.68	0.00

注:荷兰与法国2017年数据有缺失,用2016年数据代替;丹麦其他类型数据缺失严重,取2007年的数据代替2017年其他类型的数据。

2.2 研发人员

从科学研究与试验发展(R&D)人员总量,按全时当量(full time equivalent, FTE)计算来看,中国从2005年的136.49万人年增长至2017年的403.40万人年,远超日本(第2位,89.07万人年)、德国(第3位,68.63万人年)和韩国(第4位,47.12万人年),2005—2017年R&D人员的年均增长率为9.45%,在所研究的国家中居首位(美国和以色列数据缺失)。从R&D人员在不同机构分布来看(表2),中国企业R&D人员在R&D人员总量中的占比超过60%,12年间变化不大,从2005年的62.25%下降至2017年的60.66%,总体下降1.59个百分点,同期以色列、韩国、日本、美国和瑞典等国的这一指标均超过70%,且仍然呈现增长态势。中国R&D研究人员FTE在2010年超过美国居首位,2017年达到174.04万人年。如表2所示,中国每1000人就业人员中,R&D研究人员从2005年的1.50人/10³人上升至2017年的2.24人/10³人,不论是起始年还是终止年指标数值都明显低于被比较国。

《规划纲要》实施之后,中国R&D人员总量持续快速增长,在研究人员总量上,中国与美国始终处在第一阵营,按照当前发展态势,相对于美国的总量优势也会越来越明显。然而与主要创新型国家相比,中国企业R&D人员总体增长趋势缓慢,R&D研究人员密度仍相对偏低,每1000人就业人员中R&D研究人员不仅基数低而且增长缓慢,与其他国

表2 各国企业R&D人员和每1000人就业人员

国别	R&D研究人员占比情况			
	企业R&D人员		每1000人就业人员中R&D	
	占比/%		研究人员占比/%	
	2005年	2017年	2005年	2017年
中国	62.25	60.66	1.50	2.24
美国	69.83	70.96	7.65	8.93
日本	70.74	73.75	10.39	10.01
韩国	76.58	81.33	7.87	14.43
丹麦	62.54	60.73	10.12	15.48
瑞典	66.72	70.89	12.65	14.62
德国	61.32	60.24	6.92	9.48
荷兰	47.85	62.74	5.74	9.38
英国	37.70	37.92	8.62	9.04
芬兰	55.50	55.45	16.42	14.55
法国	52.76	60.25	7.68	10.35

注:以色列数据缺失严重,故剔除;美国部分数据缺失,企业R&D人员占比使用2008年数据代替2005年数据,每1000人就业人员中R&D研究人员占比使用2016年数据代替2017年数据。

家相比差距极为明显。2016年,中国这一指标值尚不足美国、日本和德国的1/4,不足韩国的1/6。

近5年来,中国高被引科学家数量呈现快速增长态势,2015年仅有144人次入选,到2019年已增长至735人次(包含港澳台地区,表3)。同期,美国、英国和德国相对突出,美国最为瞩目,5年来其入选人次基本是排在第2位英国入选人次的5倍左

表3 2015—2019年全球高被引科学家主要国家分布情况

国家	高被引科学家/人次				
	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年
美国	1548	1529	1566	2639	2737
英国	309	323	327	546	516
中国	144	185	219*	482*	636*
德国	175	187	185	356	327
澳大利亚	103	117	116	245	271
荷兰	83	98	100	189	164
加拿大	86	102	99	166	183
法国	72	97	83	157	156
瑞士	72	78	82	133	155
日本	71	75	75	90	98

注:数据来源科睿唯安——高引用研究者(highly cited researchers),其中*表示不含中国港澳台地区。

右,2019年入选达到2737人次,这一数字超过了2019年排在第2位到第10位国家(2019年第10位为西班牙,第11位为日本)拥有的高被引科学家数量之和。同时,在Web of Science数据库中检索2005—2015年各国每万篇论文对应的高被引科学家数量,美国每万篇论文的平均高被引科学家数量为2.8人,英国为2.6人,中国是1.2人。

2.3 科技论文产出

中国SCI论文总量从2005年的7.54万篇快速增至2019年的51.3万篇,自2008年超过德国后一直稳居世界第2位,年均增速14.68%,超过所有被比较国。中国SCI论文全球占比也从2005年的6.07%上升至2019年的22.74%。在SCI高被引论文方面,中国SCI高被引论文总量同样呈快速追赶之势,从2009年的1062篇增至2019年的6779篇,10年间翻了超过两番,年均增速20.37%,并先后超越德国、英国,从2009年的第4位上升到2019年与美国(6702篇)比肩。同期,中国SCI高被引论文全球占比从9.58%上升至38.14%。

《规划纲要》实施以来,中国SCI论文增长幅度明显,2019年与美国仍有6.13万篇的差距,按照目前中美两国SCI论文的年均增速,预计2022年中国将超过美国成为SCI论文产出第一大国。同时,如图5所示,与主要创新型国家相比,中国在论文产出的国际合作方面仍有较大潜力空间,国际合作论文占比从2006年的12.0%增长至2018年的21.8%,10年间有了明显提升,但这一水平刚刚达到日本在2006年的水平,且低于2018年的世界平均水平23.0%。同期,法国、德国、英国的国际合作比例仍然快速增长,均超过了50%,英国已达到62.1%。

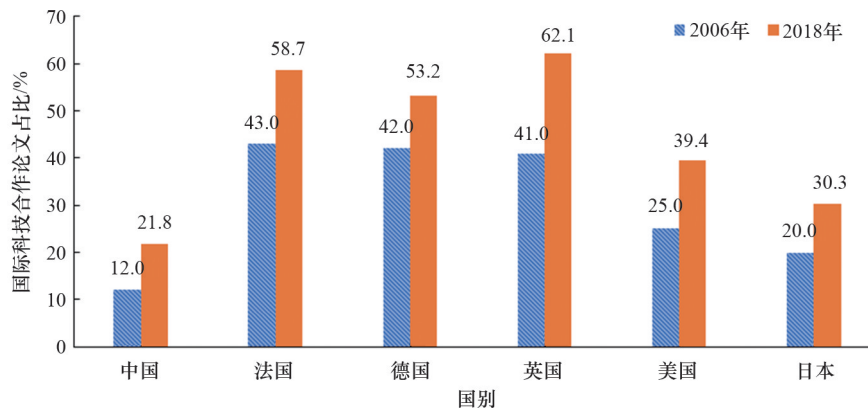


图5 2006年与2018年主要国家国际科技合作论文占比

2.4 专利产出

从专利申请总量来看,中国、美国、日本、韩国、德国这5个国家申请量突出,2005年以来历年专利申请总量基本保持在15万件以上(其中中国从

2007年开始超过15万件,2005年为9.9万件,2006年为13.1万件),因此后续主要对比分析这5个国家情况。中国专利产出保持快速增长态势,专利数量及其增速均位居第一。2005—2017年,专利申

请总量从9.91万件上升至130.86万件(表4),年均增长率达24.09%,在2012年(56.14万件)超过长期位居榜首的日本(49.03万件)。同期,中国的专利申请在全球总量的占比从5.8%上升至2017年的40.3%,授权量占比从3.4%上升至24.2%,美国和日本专利申请占比分别由22.5%、31%下降至16.2%、14.2%,专利授权占比分别从21.8%、29.4%下降至19.56%、19.58%。从反映专利质量的指标来看,12年间中国的专利授权率基本保持在

20.5%~28.4%,同时其他4个国家则基本保持在40%~60%。从反映专利价值的指标来看,中国有效专利全球占比保持稳步上升态势,在2005年仅为1.37%,到2017年已经上升至14.55%。同期美国、日本的有效专利全球占比则出现下降趋势,分别从27.82%、36.3%下降至22.68%、26.95%,德国和韩国则分别从7.9%、6.37%上升至9.43%和6.47%,下降和上升的幅度都不大。

表4 2005—2017年各国专利情况比较

国别	专利申请总量/万件				专利授权总量/万件				年均授权率(%)	有效专利总量/万件			
	2005年	2009年	2013年	2017年	2005年	2009年	2013年	2017年		2005年	2009年	2013年	2017年
中国	9.91	24.28	73.59	130.86	2.20	6.90	15.53	35.38	24.66	6.11	19.25	62.73	152.73
美国	38.34	39.80	50.11	52.55	13.94	15.81	24.42	28.58	44.43	124.34	145.56	182.14	238.04
日本	53.00	46.36	47.31	46.08	18.79	25.55	34.02	28.60	57.10	162.26	195.51	254.57	282.93
韩国	16.27	17.02	22.35	22.66	6.40	6.38	12.38	13.16	50.64	35.32	54.73	75.65	99.03
德国	15.37	16.24	18.45	17.64	6.38	6.49	8.13	9.90	44.81	28.46	34.99	42.25	67.89

《规划纲要》实施以来,中国的专利申请和授权总量呈现基数小、增速快的特点,二者都迅速增至首位,在全球总量的占比总体也呈现稳步上升态势。然而与主要创新型国家相比,中国的专利授权率长期偏低,12年间授权率均值仅为24.66%,几乎只到其他4国的1/2,比授权率均值高达57.1%的日本低32.44个百分点。在有效专利这一表征专利长期价值的指标上,长期来看,中国与4大产出大国的差距正逐年缩小,但与美国、日本的差距十分明显,2017年也仅仅接近日本的1/2。

2.5 知识密集型产业

本节数据主要源自美国《科学与工程指标2020年》^[7],该指标按照OECD2016年研发密集型产业划分标准^[10],再次调整了知识密集型产业划分与统计范畴,主要包括高研发密集型产业和中高研发密集型产业。其中,高研发密集型产业主要包括飞机制造业,药品,计算机、电子和光学产品,计算机软件和科学研发;中高研发密集型产业则包括研发强度稍低但仍可观的行业,主要有武器和弹药,机动车辆、拖车及半拖车,医疗和牙科器械,机械和工

具,化学品(不包括药品)和化工产品,电子设备,运输设备(不包括飞机)及信息技术服务。

2005年,中国的知识密集型产业增加值规模为3452亿美元,略低于德国的4089亿美元,不到美国的1/3,约为日本的1/2。2005—2018年,中国知识密集型产业增加值保持15.25%的年均增长率,这一增速几乎是美国(4.54%)和韩国(5.67%)的3倍。2007、2009年中国增加值分别超过德国和日本,2018年达到2.1844万亿美元,与美国的差距缩小至1120亿美元。其中,中国高研发密集型产业增加值从2005年的1232亿美元增至2018年的6694亿美元(图6),中高研发密集型产业增加值在2012年超越美国,随后稳居比较国首位,年均增长率15.9%。在出口贸易方面,中国知识密集型产业出口增加值占世界总额的比例,2005年为8.28%,到2018年提高至15.66%。其中,高研发密集型和中高研发密集型产业出口占比分别从14.76%、5.17%提高至23.13%和12.04%。

《规划纲要》实施以来,中国知识密集型产业一直保持较快增长速度,按照当前年均增速,中国知

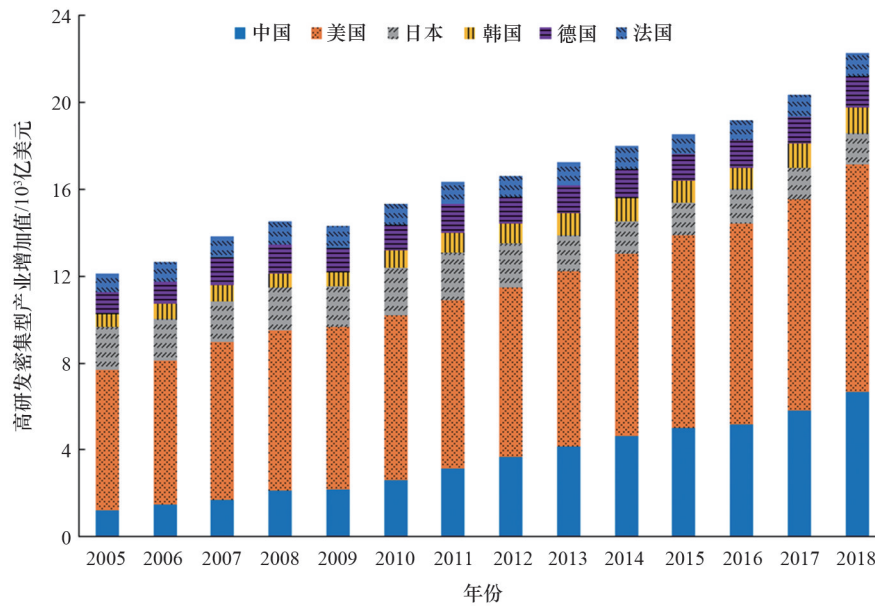


图6 高研发密集型产业增加值(以当前美元计)

识密集型产业总规模有望在2020年达到与美国相当的水平。同时,高研发密集型产业与美国仍有非常大的差距,在规模总量上,2018年中国增加值与美国相差近4000亿美元,不到美国的2/3,在增长速度上,13年间的年均增速保持在13.9%,低于知识密集型产业总体增速15.9%,按照当前这一增速,要达到与美国相同的水平至少还需要5年。如表5所示,2018年韩国、德国知识密集型产业占本国GDP的比重最高,超过14%;美国、日本也超过了11%,中国为8.61%,13年间中国知识密集型产业占GDP的比重上升了3.41个百分点。

表5 主要国家知识密集型产业占GDP百分比

国别	占GDP百分比		增幅/百分点
	2005年	2018年	
中国	5.20	8.61	3.41
美国	9.89	11.20	1.31
日本	17.05	12.80	-4.26
韩国	12.33	14.04	1.71
德国	15.51	14.01	-1.50
法国	9.70	7.73	-1.97

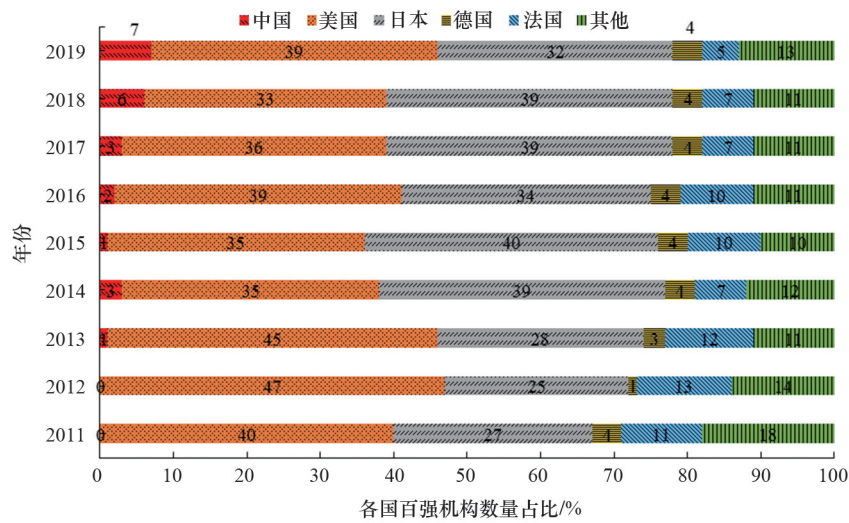
2.6 创新企业和机构

本节进行对比分析的数据主要源自科睿唯安报告。从2011—2019年的年度变化来看(图7),美

国和日本始终处于全球绝对领先地位,且日本创新企业和机构数量逐年增长,并在2014、2017和2018年超过美国。目前进入过该榜单的中国大陆企业仅有华为、小米、比亚迪和腾讯4家。同时,其他被比较国进入过该榜单的企业数分别为美国47家、日本40家、法国13家、德国4家。

3 结论

分析了《国家中长期科学与技术发展规划纲要(2006—2020年)》实施前后,中国与主要创新型国家的科技创新水平。《规划纲要》实施以来,中国科技创新投入、产出及产业发展等方面都实现了数量规模的快速增长,诸多科技创新指标的国际排名大幅提升,标志着中国科技创新水平整体稳步上升,初步具备了以跟踪、并行为主向并行、领跑为主转变的基础与条件。在投入方面,中国研发经费和人员总量的规模优势逐步显现,研发经费总量增速已明显超过了主要国家,成为全球第2大研发投入国,高被引学者数量跃居世界第2位。在如此大体量的投入下,中国知识创造总量大幅增加,科技论文和专利产出都有突出表现,在SCI论文总量快速增长的基础上,高被引论文数量已位列全球第1



注:数据来自科睿唯安2012—2020年历年全球百强创新机构报告(2015年及以前为汤森路透集团发布),其中中国数据采用报告中中国大陆和台湾地区数据的加和。

图7 2011—2019年全球百强创新机构数量变化

位,专利申请和授权总量快速攀升至全球首位。中国基于“高技术+大市场”的独特优势,大力促进科技成果转移转化,着力推动重点产业提质增效,加快形成以科技创新为引领支撑的经济体系和发展模式。中国知识密集型产业增速几乎是美国和韩国的3倍,总量规模有望在2020年与美国同处第一方阵,中高研发密集型产业增加值已居世界第1位,创新型企业数量在实现零的突破后,也在近2年实现了稳步增长(表6)。

然而,与主要创新型国家相比,中国在科技创新投入结构与人均水平、科技产出质量等方面仍有明显差距,主要表现如下。

1) 研发投入结构性问题尚未得到根本性扭转。中国研发强度尚未跨越主要创新型国家2.5%的研发强度临界点。基础研究投入占R&D经费的比例仍明显偏低,《规划纲要》实施期内长期维持在5%左右,这一长期趋势一直可以追溯至1995年以来,同期主要创新型国家则大都保持在15%以上。

表6 中国科技创新水平总览

特征	R&D投入		R&D产出		产业发展	
	经费	人员	论文	专利	知识密集型产业	创新型企业
进步	①总量快速增长,增速居世界首位。 ②全球总量占比仅次于美国。 ③研发投入强度居世界前列	①研发人员总量居世界首位。 ②高被引学者数居世界第2位	①SCI论文总量居世界第2位。 ②高被引论文数居世界首位	①专利总量增速居世界首位。 ②专利申请和授权总量已跃居世界首位	①产业增加值保持高速增长。 ②出口增加值占世界总额比例持续升高。 ③中高研发密集型产业增加值居世界首位	企业数量在2013年实现零的突破,到2019年增长至7家
不足	①基础研究经费占比长期偏低。 ②政府投入占比有下降趋势	①企业研发人员占比偏低。 ②研发人员总量增速缓慢。 ③R&D研究人员密度偏低	SCI论文国际合作比例偏低	①专利授权率偏低。 ②有效专利总量偏低	①产业占GDP比例仍然低于美、日、德、法。 ②高研发密集型产业增加值不足美国的2/3(2018年)	企业数量远低于美、日、德、法

注:研发人员总量,在所研究的国家中美国和以色列2国数据缺失。

研发投入来源和执行不均衡,企业所占份额过多,政府资金所占份额偏低,海外投资、慈善基金等明显匮乏。虽然企业在研发总投入中的占比已经达到80%左右,但其中仅有0.1%用于基础研究。作为更加侧重于基础性、公益类和国家战略性领域研究的高等院校和科研院所,它们的科研经费执行占比相对较低。

2) 科技人才投入仍有大幅提升空间。虽然中国已经拥有大体量的研发人员队伍,但每1000人就业人员中R&D研究人员的数量不仅基数低,而且增长非常缓慢,同时顶尖的研发人员与团队仍然匮乏,高被引科学家人次偏少,仅为美国的约1/4。企业研发人员占比总体呈现小幅下降趋势,这种变化态势与美国、日本和韩国等国的增长态势形成鲜明对比。

3) 技术创新水平及其国际市场竞争力仍显不足。虽然中国在专利申请量上已具备绝对优势,但在专利质量和价值方面与美日德韩仍有明显差距,专利授权率长期偏低,基本维持在25%的水平。虽然中国知识密集型产业规模全球占比已增长到21%,但实际上高技术制造业仍严重依赖于最终装配等低附加值活动,处于全球产业链的中低端。创新活动仍局限于少数企业,创新型龙头企业匮乏。

4 建议

《规划纲要》实施以来,中国科技创新水平总体进入从量变到质变的拐点时期,但要越过这一拐点顺利进入质变阶段,确保到2030年跻身创新型国家前列,还需要加快破解一些瓶颈问题。同时,更要深刻地认识到,与上一轮规划纲要实施最为明显的不同在于,中国当前的科技创新发展正面临前所未有的外部环境挑战,地缘政治博弈和技术进步的联系越来越紧密,中美贸易战、新冠肺炎疫情等不可预测的风险接踵而至,从根本上进一步坚定了坚持走自主创新道路、形成自主发展能力的决心。综合前述对比分析,对新一轮中长期科技规划纲要编制实施建议如下。

1) 持续加大研发经费投入力度,完善多元化

投入机制。确保财政研发投入的长期稳定性,进一步完善税收、金融等方面政策措施,激励企业大幅度增加研发投入,促进非营利私营机构和慈善基金等组织的发展,鼓励其支持研发活动,使其成为研发投入的重要来源之一。持续加强对基础研究的支持力度,建立稳定支持和竞争性支持相协调的投入机制,避免财政科技计划对基础研究类项目支持的短期性、分散性等问题,提高基础性公益性科研院所的稳定支持经费比例,引导有条件的企业、特别是大中型企业加强基础研究投入。

2) 更加重视科技人才和创新团队的培养和集聚。适应科技和产业新变革对多元化人才的需求,培养新兴产业及重点领域亟需和紧缺的科研顶尖人才、战略科技人才以及科研管理、科技服务等各类高技能人才,促进各类人才在知识、经验和创意观点等方面的交流融合。完善科技人才的资助方式,在科研项目经费中切实加大对人员的支持和激励力度,加大对富有创造力的青年群体的支持。充分发挥市场在全球人才引进中的作用,促进外国专业人才的流入。调动民间资本的力量,鼓励和支持企业和社会组织建立人才发展基金等。

3) 着力加强关键核心技术供给,培育更多的全球创新型企业。加强对通用型、使能型技术创新的支持,对有望产生变革性、颠覆性技术的前沿和交叉研究领域,着力加强技术预测和超前部署,争取率先取得突破。对“卡脖子”关键技术领域,突出问题导向,形成实现短期和中长期目标的战略性安排。突出企业在技术创新体系建设中的主体地位,加快形成以企业为主体、市场为导向、产学研用融通创新的关键核心技术攻关模式。

4) 注重调整目标导向,实现数量规模和质量价值的并重。在目标设置上,除了延续研发投入强度、科技论文和专利授权等数量指标外,更要充分提高对原创性、核心类成果评价的关注度,进一步提高对外技术依存度、高科技产品进出口、全球价值链位势等质量指标的重视。避免过度看重论文被引次数,探索论文科学价值评价的新方法,探索综合国际专利授权、有效专利、知识产权进出口等的专利质量测度体系。

参考文献 (References)

- [1] 王志刚. 新时代建设科技强国的战略路径[J]. 中国科学院院刊, 2019, 34(10): 1112-1116.
- [2] 孙云杰, 玄兆辉. 从《全球创新指数 2018》看中国创新能力[J]. 评价与管理, 2018, 16(4): 23-26.
- [3] 刘辉锋. 《欧洲创新记分牌 2018》评价结果及对我国的启示[J]. 科技中国, 2019(6): 36-38.
- [4] 巩玥, 罗彧, 曹学伟. 世界经济论坛发布《2018年度全球竞争力报告》——国家和地区分析(III)[J]. 今日科苑, 2019(7): 16-23.
- [5] 邢超, 石玲. 《2016—2017年全球竞争力报告》与中国表现的比较分析[J]. 全球科技经济瞭望, 2017, 32(1): 60-72.
- [6] Organization for Economic Co-operation and Development. OECD Science, Technology and industry scoreboard 2017: The digital transformation[R]. Paris: Organization for Economic Co-operation and Development, 2017.
- [7] National Science Board. The state of U.S. science & engineering[R]. Washington: National Science Board, 2020.
- [8] 刘建生, 玄兆辉, 吕永波. 创新型国家研发经费投入模式及其启示[J]. 中国科技论坛, 2015(3): 5-11.
- [9] 曾国屏, 谭文华. 国际研发和基础研究强度的发展轨迹及其启示[J]. 科学学研究, 2003(2): 43-45.
- [10] Galindo-Rueda F, Verger F. OECD taxonomy of economic activities based on R&D intensity[R]. Paris: Organization for Economic Co-operation and Development, 2016.

Research on China's science and technology innovation level before and after launching the National Medium-and Long-Term R&T Program

GAO Fang, LI Mengwei, ZHAO Zhiyun*, JIA Xiaofeng, HOU Huimin

China Institute of Scientific and Technical Information, Beijing 100038, China

Abstract Focusing on the implementation of the National Medium- and Long-Term Program for the Development of Science and Technology (2006-2020), a comparative analysis of the science, technology and innovation levels of China and major innovative countries is conducted from six dimensions including R&D funding, R&D personnel, papers, patents, knowledge-intensive industries, and innovators. The great progress that China has made for the past 15 years is summarized. China has become the world's second largest R&D investment country, the number of highly cited scholars has jumped to the second place in the world. The numbers of highly cited papers, applied and granted patents have grown rapidly to the top in the world, the scale of knowledge-intensive industries and their exports have maintained rapid growth. On the other hand gaps and deficiencies in China's R&D investment structure, top talents, technological competitiveness, etc are revealed. The R&D intensity has not exceeded the critical point of 2.5% and the proportion of basic research investment is still significantly low. The number of R&D researchers is small and the growth is very slow. The proportion of corporate R&D personnel has generally shown a slight-downward trend. In terms of patent quality, there is still a significant gap between China and the United States, Japan, Germany and South Korea. Innovation activities are still limited to a few companies and innovative leading companies are scarce. Several suggestions are proposed in terms of diversified investment, talent training and gathering, effective supply of core technologies, and equal attention on quantity and quality indicators.

Keywords National Medium-and Long-Term R&T Program; science and technology innovation level; innovative country ●



(责任编辑 王志敏)