

世界主要国家近十年科技研发投入产出对比分析

原帅^{1,2}, 何洁¹, 贺飞^{1*}

1. 北京大学学科建设办公室, 北京 100871

2. 北京大学理学部办公室, 北京 100871

摘要 以美国、中国、英国、德国、法国、日本、韩国这7个全球研发投入规模最大的国家为对象,分析了7个国家近10年来研发投入总量、投入强度、投入结构、经费来源和使用方向、研究人员数量等投入指标,对比7个国家论文数量、高被引论文数、学科规范化引文影响力、专利、知识技术密集型产业等有代表性的产出指标,以判断全球科技发展态势,找准中国科技发展方向。提出了进一步优化研发投入结构、提高基础研究投入、提升科技产出影响力、加大科技人才队伍建设力度等政策建议。

关键词 R&D;科技投入产出;科技计量

科学技术是第一生产力,是国家经济社会发展 and 赢得国际竞争的决定性力量。随着全球科技竞争愈演愈烈,世界许多国家都把强化科技创新作为国家战略,把科技投资作为战略性投资,出台系列科技创新政策。如美国于2009、2011、2015年连续出台《美国国家创新战略》;欧盟于2014年起正式实施“地平线2020”科研规划;日本近年出台了《第五期科学技术基本计划(2016—2020)》《科学技术

创新综合战略2017》等重要文件。重视科技投入、积极引进海外科技人才、大力推进国际科技合作以及高度重视官产学研结合,已经成为世界主要科技强国的共同战略取向。

近10年,中国科技创新变化巨大。国家先后发布《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》《国家中长期科技人才发展规划(2010—2020年)》《关于深化科技体制改革加快国家创

收稿日期:2020-05-11;修回日期:2020-07-11

基金项目:教育部2020年度“一流大学与一流学科建设绩效评价研究”课题

作者简介:原帅,助理研究员,研究方向为高校学科建设,电子信箱:yuanshuai@pku.edu.cn;贺飞(通信作者),研究员,研究方向为高等教育管理、科研政策和文献计量学,电子信箱:hefei@pku.edu.cn

引用格式:原帅,何洁,贺飞.世界主要国家近十年科技研发投入产出对比分析[J].科技导报,2020,38(19):58-67;doi:10.3981/j.issn.1000-7857.2020.19.015

新体系建设的意见》《国家创新驱动发展战略纲要》《国务院关于全面加强基础科学研究的若干意见》等重要文件,全面实施科教兴国战略、创新驱动发展战略,天宫、蛟龙、天眼、悟空、墨子、大飞机等重大科技成果相继问世。中国的科技创新已由过去的跟跑为主,逐步转向在更多领域中实现并跑、领跑。2020年是全面建成小康社会的收官之年,也是实现第一个百年奋斗目标,为“十四五”良好开局打下更好基础的关键之年。科技创新是全面建成小康社会的重要支撑力量,严峻的国际竞争新形势需要科技发挥顶梁柱作用。在这样的背景下,深入研究世界发达国家科技研发投入和产出的趋势,准确研判中国科技研发投入和产出工作特点,对夯实建设世界科技强国根基、全面推进国家科技创新体系建设具有重要的意义。

科学研究与试验发展(research and development, R&D)投入是衡量一个国家科技活动规模及科技投入强度的重要指标,能够从不同角度反映国家科技创新活动的组织运行情况。从目前已有的文献回顾来看,有研究者通过研发经费投入总额及其占比、投入结构对国家间的科技研发进行比较分析,大多偏重于数量的研究^[1-3];也有研究者通过数据包络分析方法对研发活动投入产出效率进行了研究^[4-5],但缺少从国际视角进行国家活动的分析比较。本研究以2018年度国内研发总经费投入全球规模最大的美国、中国、英国、德国、法国、日本、韩国7个国家为研究对象,一方面系统地分析这些国家近10年来研发投入总量、投入强度、投入结构、执行特征等;另一方面选取论文数量、高被引论文数、学科规范化引文影响力、专利、知识技术密集型产业等有代表性的产出指标,比较这些国家近10年来的产出情况。与前述研究相比,本研究同时关注研发投入与研发产出,通过数量与质量这两类指标统计,利于更全面地反映世界主要国家科技研发的速度、结构、动力,从而为中国科技研发事业发展提出政策建议。需要说明的是,国家的研发投入和产出是多层面的,根据数据的可获得性、国际研究共识及文章需要,本文仅选取部分指标进行研究,高铁技术、探月工程等国家科技成果在这里并

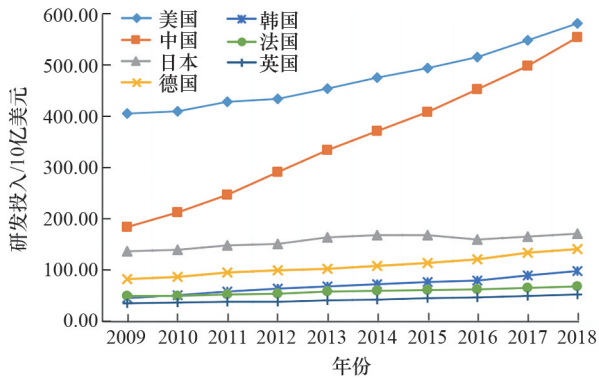
没有完全体现。其中,经费、专利等研究数据来源于经济合作与发展组织(OECD)主要科学与技术指标、美国国家科学委员会科学与工程指标,文献计量学数据来自Incites学科绩效分析平台,数据时间段范围为2009—2018年(或最近)10年间(目前,OECD所更新的大部分最新数据为2018年,部分数据如专利、经费来源划分等只更新至2017年。NSB数据更新至2016年。因此,本研究主要数据时间段为2009—2018年,根据数据更新时间不同,部分数据采用最近年数据,并在图中标出)。

1 世界主要国家研发投入总体概况

研发投入国际比较可以清楚地看到不同国家的研发活动趋势、研发经费来源和研发活动特征等,是制定一国宏观科技政策的重要依据。近10年来,世界科学研究格局正发生重要转变,全球研发总投入持续快速增长,由2009年的1.2万亿美元增长到2018年2.1万亿美元,增幅75%。尽管美国仍然是世界范围内科学和技术创新的领袖,韩国、中国等亚洲国家正在成为全球研发投入增长的重要引擎。考虑到用货币表示研发投入数据时会受到不同国家、不同时期货币值差异的影响,因此,OECD官方研发统计中普遍采用购买力平价作为首选国际标准。本部分将选取衡量研发投入的研发总投入、研发强度、经费来源构成、经费使用方向、研发人员数量等指标,采用购买力平价方法消除通货膨胀和国别差异影响,从而展现研究对象国的研发投入整体状况。

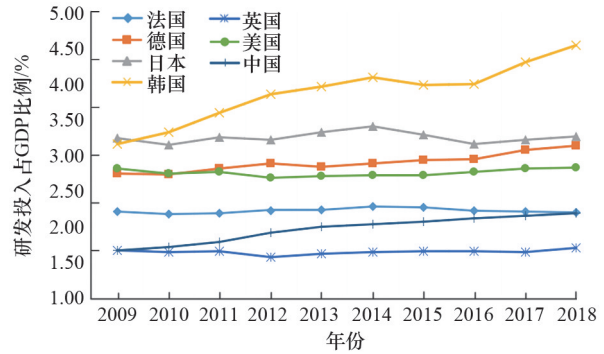
1.1 国内研发总投入及研发强度

在研究所选取的7个国家中,美国研发总投入遥遥领先,且保持稳定的增长趋势;中国近年来研发投入保持最强劲的增长态势,增长速度全球最快,2018年研发总投入已经逼近美国总量。美国和中国加在一起,占据全球2018年研发投入的55%。日本、德国紧随其后,分别占全球研发总投入的8%、7%。法国、韩国、英国研发总投入体量相当,2009年法国略高于韩国、英国,但2010年起,韩国逐渐发力,已跃居全球研发总投入第5位(图1)。



数据来源:OECD Science and Technology Indicators。

图1 世界主要国家近10年国内研发总投入



数据来源:OECD Science and Technology Indicators

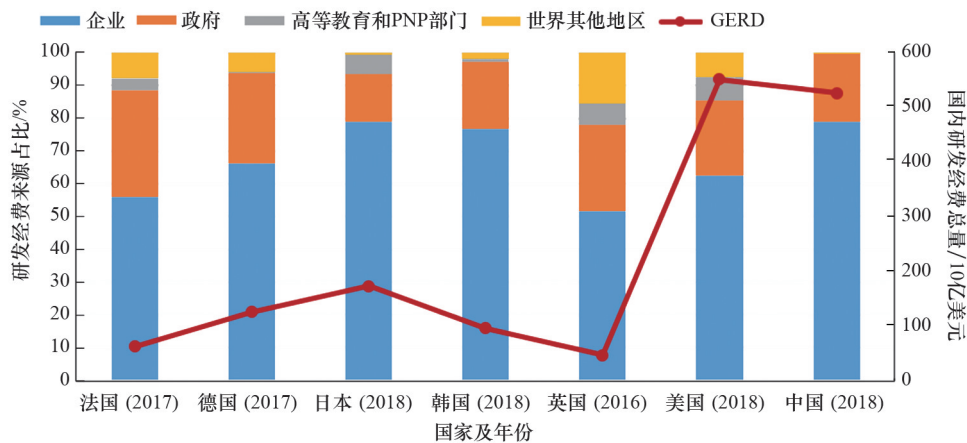
图2 世界主要国家近10年国内研发总投入占GDP比例

研发投入占经济规模的比例常被用于衡量一国创新能力。从世界主要国家国内研发总投入占GDP的比例来看,自2010年起,韩国研发投入强度跃居所选研究对象国榜首,且与其他国家差距逐渐增大,2018年,韩国研发投入占GDP比例已经达到4.53%;日本、德国紧随其后,研发强度3.2%左右;美国尽管研发投入总量超过任何一个工业化国家,但其研发投入占GDP之比并不算高,且过去10年研发强度均在相对很小的范围内波动;中国研发强度小幅攀升,从2009年的1.66%提升至2018年的2.19%,已超过英国,接近法国(图2)。

1.2 研发活动主体的经费构成

从研发经费来源部门来看,研究所选取的7个

国家中,企业部门均为最大的研发经费来源部门。其中,日本、韩国、中国等亚洲国家企业经费占比最高,分别为79.06%、76.64%、76.63%;其次是德国,企业经费占比66.18%;美国来自企业的经费占比62.37;法国、英国相对较低,分别为56.08%、51.77%。7个国家的政府都是第二大研发经费来源,法国最高,政府经费占比32.41%;其次是德国、英国、美国,分别为27.72%、26.26%、22.96%;日本(14.56%)、中国(20.22%)、韩国(20.53%)政府来源经费占比要低于美国。7个国家中,英国来自国外的经费最为引人注目,2016年英国有15.62%的研发经费来自国外;法国、美国也比较高,接近8%。其余国家国外经费则很低(图3)。

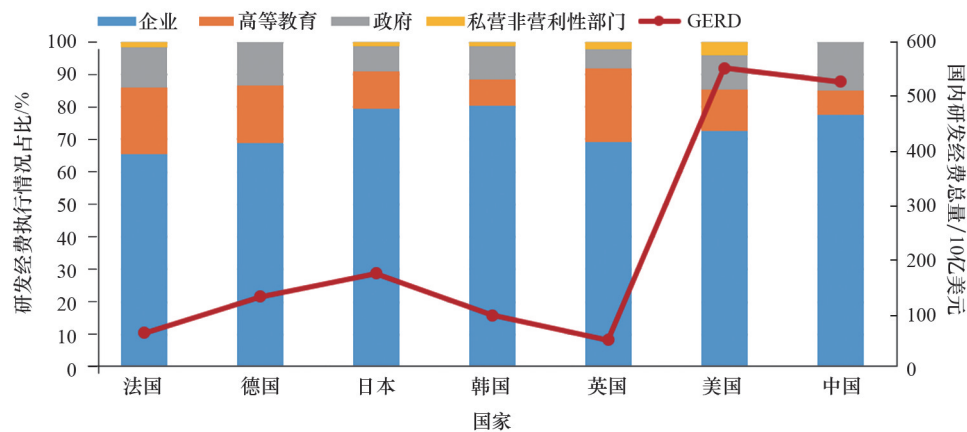


数据来源:OECD Science and Technology Indicators,GERD:国内研发总经费(Gross Domestic Expenditure on R&D)。

图3 世界主要国家2018年(或最近年)研发经费来源部门占比

从经费执行部门来看,研究所选取的7个国家中企业部门研发执行总量几乎都占绝对优势,2018年数据显示,韩国、日本、中国等亚洲国家企业部门执行经费占国内研发经费比例接近80%,分别为80.29%、79.42%、77.42%;美国企业部门执行经费占国内研发经费比例72.58%;其他国家稍低一点,但是企业部门执行经费占比也超过65%。在政府部门执行的研发经费方面,7个国家占比在6%~

15%之间,其中英国政府执行经费占比最低,为6.1%;中国政府执行经费占比最高,为15.18%。7个国家中高校执行的研发经费占其研发经费总量的范围在7%~23%之间,其中英国高校研发经费执行占比最高,为22.54%;法国高校经费占比20.5%;美国、日本高校研发经费占比稍低,为12.85%、11.56%;中国高校研发经费占比最低,仅为7.41%(图4)。



数据来源:OECD Science and Technology Indicators,GERD:国内研发总经费(Gross Domestic Expenditure on R&D)。

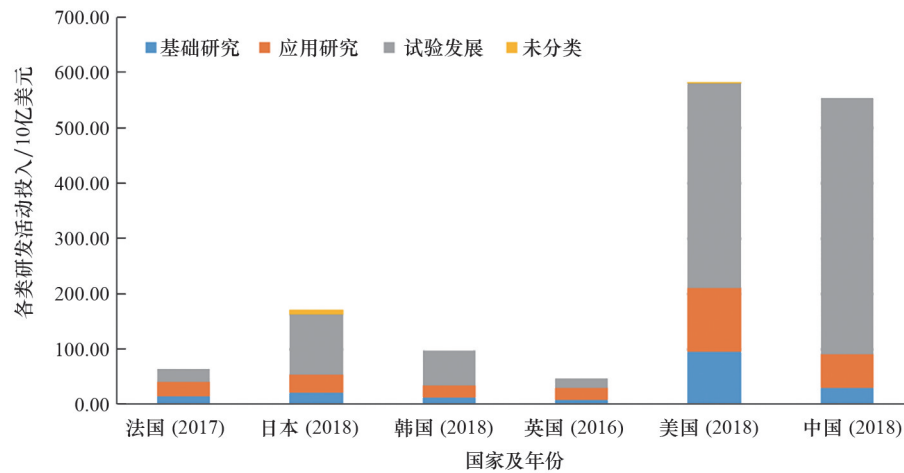
图4 世界主要国家2018年研发经费执行情况占比

1.3 研发经费使用方向

从研发活动类型来看,各国关注基础研究、应用研究和试验发展的程度也不一样。英国、美国等5个国家(德国数据缺失)用于基础研究的经费占其国内研发总投入的12%~23%。其中,法国2017年度基础研究经费占总研发经费比例最高,达到22.74%;其次是英国,基础研究经费占比18.1%;美国、韩国、日本基础研究经费分别占比16.59%、14.21%、12.57%,其中美国基础研究经费总量达到960亿美元;中国基础研究经费占比最低,2018年中国基础研究经费300亿美元,占国内研发总投入比例仅为5.54%。从应用研究经费来看,中国研究经费占比最低,为11.13%,总量约610亿美元;英国、法国应用研究经费占比最高,超过40%,但是经费总量不高,约200亿美元左右;从总量来看,美国应用经费远远领先于其他国家,总量约1140亿美元,占比国内研发总投入19.77%。从试验发展经费来看,中国经费占比最高,2018年试验发展经费占比83.33%,总量约4610亿美元;美国用于试验发

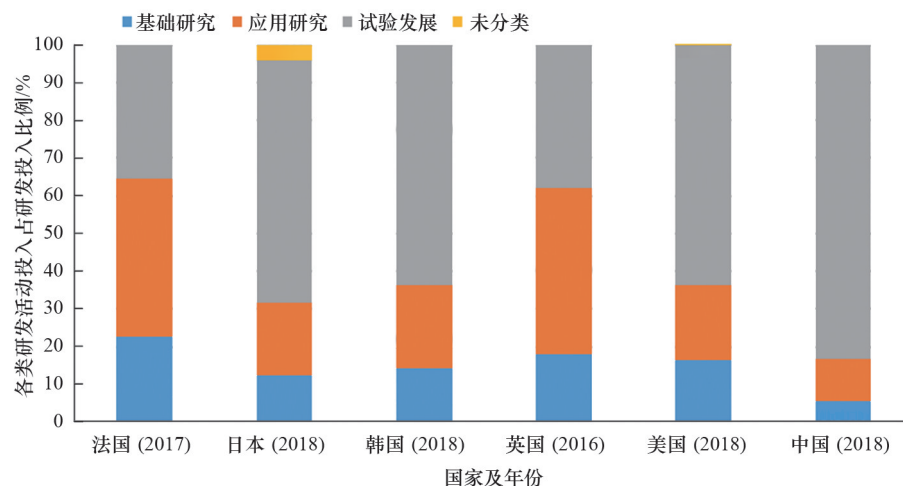
展的经费占比也很高,达63.37%,经费总量约3680亿美元;日本、韩国试验发展经费占比也超过了60%,但是总量远低于中国、美国(图5、图6)。

进一步聚焦政府研发经费使用方向可以看到,世界主要国家不同战略重点领域不同(中国经费项目缺失)。其中,美国在健康和环境方向政府投入占政府研发经费的56.81%,非定向研究占比16.26%,经济发展项目和空间研究项目占比相当约13%左右。英国健康和环境方向政府投入占比31.70%,经济发展项目和大学基金项目占比分别为22.77%、24.73%。韩国、日本在经济发展项目方面投入的政府研发经费最多,分别占比49.35%、34.35%,其次是非定向研究和健康环境方向项目。德国在大学基金项目方面投入政府研发经费最多,占比40.77%。此外,在教育和社会项目方面,韩国投入占比约10%,远远高出其他国家。在空间研究项目方面,法国占比13.89%、美国占比12.84%,经费占比遥遥领先(图7)。



数据来源:OECD Research and Development Statistics。

图5 世界主要国家2018年(或最近年)各类研发活动投入情况



数据来源:OECD Research and Development Statistics。

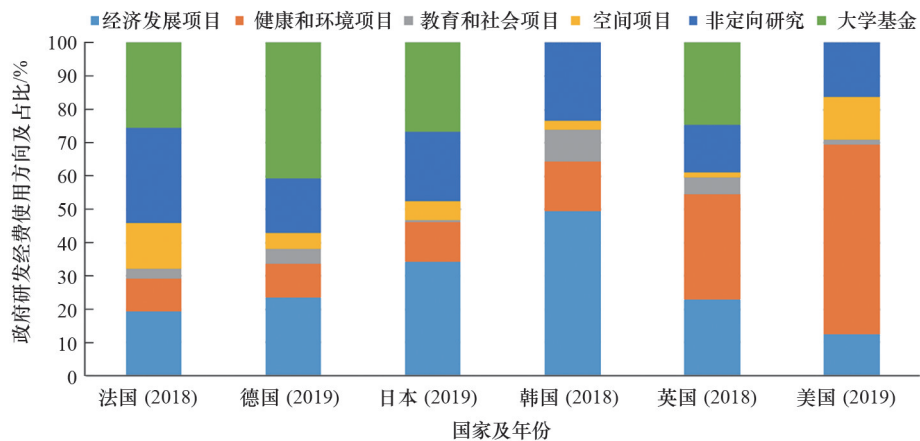
图6 世界主要国家2018年(或最近年)各类研发活动投入占研发总投入比例

1.4 研发人员数量及占比

近10年,全球从事研究的人员数量快速增长。其中,中国研发人员增长速度最快,并在10年中始终保持显著增长趋势,2009年中国研发人员总计约115万人,2018年研发人员总计约186万人,增幅61.9%。美国、法国、德国等以较低速度稳步增长,分别增长了14.5%、22.7%、36.5%。从图8来看,英国、法国研发人员总量基本相当,两条曲线近乎重合。

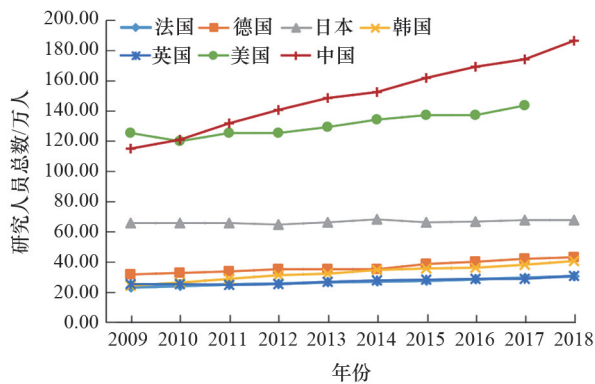
研究人员占就业人口之比也是测度国家研发竞争力的重要指标。近10年,世界大部分国家这

一指标均持续增长,其中最为突出的是韩国,自2009年起,研发人员占就业人口之比超过1%,并逐年攀升,2018年占比达到1.5%,远远超过其他国家;法国研发人员占就业人口之比从0.87%升至1.09%,从2015年起超过英国、美国、日本、德国等,成为研发人员占比第2高的国家;与其他国家态势不同,日本近年研发人员占就业人口之比有所下降。中国虽然有大量的研究人员数量,但是研发人员相对于就业人口比例则很低,只有不到0.2%,远远低于其他国家(图9)。



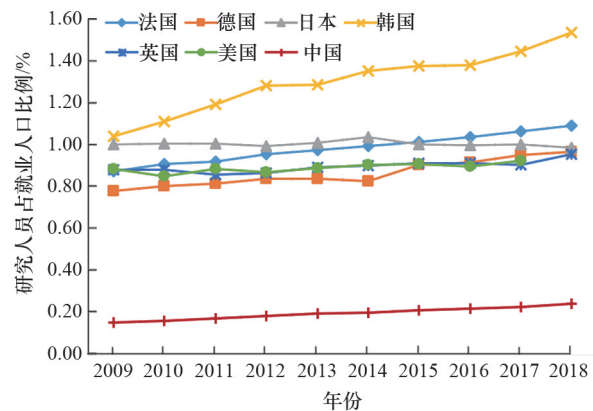
数据来源:OECD Research and Development Statistics。

图7 世界主要国家2019年(或最近年)政府研发经费使用方向及占比



数据来源:OECD Science and Technology Indicators。

图8 世界主要国家研究人员总量



数据来源:OECD Science and Technology Indicators。

图9 世界主要国家研究人员占其就业人口比例

2 世界主要国家研发产出情况

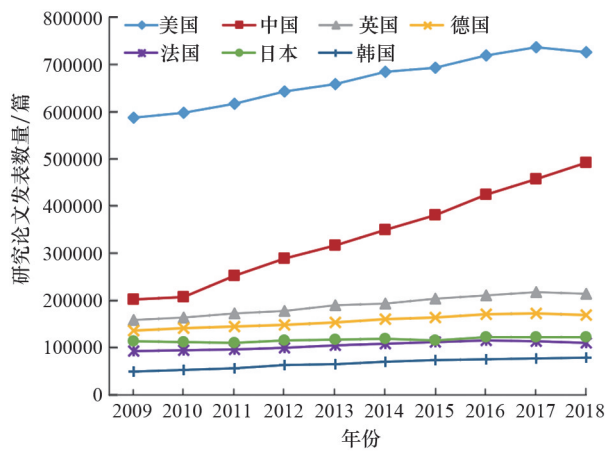
研发产出是个非常宽泛且复杂的概念,包含非常丰富的成果形式。如在基础研究产出方面,科学论文的数量与质量是非常重要的指标;在应用研究产出方面,运用基础研究成果和有关知识创造新产品、新方法、新技术、新材料都属于其重要成果形式。在试验发展方面,专利设计、图纸、论证报告、技术专有、试产品等常被用来评价研发成果。研发产出与研发投入密切相关,没有研发投入,就不可能有相应产出;研发产出也会反过来影响科技政策,进而影响投入。近10年来,世界主要国家科技研发取得了令人瞩目的进步,科研规模不断扩

大,专利总数不断增加,知识和技术密集型产业生产总量不断提升。本部分重点选择论文、专利、KTI(knowledge and technology intensive)产业3个指标作为代表,以期管窥研究对象国的基础研究、应用研究、试验发展等研发产出情况。

2.1 论文产出能力与影响力

基础研究是科学之本、技术之源,具有长期性、风险性,需要持续不断地科研投入。科学论文是反映各国基础研究产出状况的重要指标。从各国基础研究的产出数量与影响力,不仅可以看出中国基础研究所处位置,也可反思中国研发投入结构与比例。从基础研究论文产出情况来看,2009—2018年间,美国研究论文数量遥遥领先,保持全

球论文总量占比27%左右;中国研究论文数量保持着强劲增长势头,论文总数从2009年的20.4万篇(占全球9.37%)增长到2018年的49万篇(占全球18.61%),成为仅次于美国的世界第二大研究论文产出国。紧随其后的是英国、德国,全球研究论文份额占比分别为8.1%、6.5%。法国、韩国、日本论文产出量稍低,年均10万篇左右,增长较为平缓(图10)。

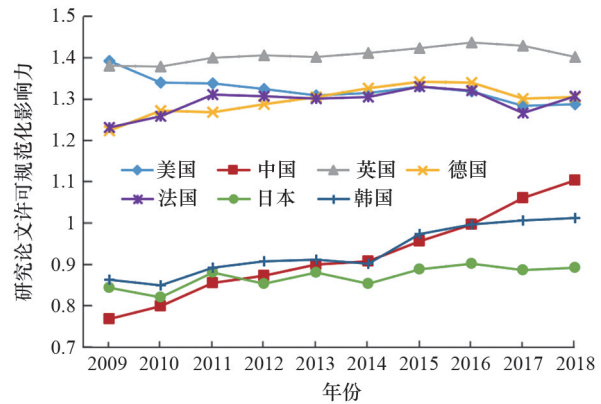


数据来源:Incites database。

图10 世界主要国家近10年研究论文发表数量

学科规范化引文影响力(category normalized citation impact, CNCI)是排除了出版年、学科领域与文献类型作用的无偏影响力指标,可以进行不同规模、不同学科混合的论文集比较。从研究所选择的7个国家近10年学科规范化引文影响力来看,英国、美国、德国、法国等欧美经济强国遥遥领先,普遍在1.2以上,其中英国自2010年起超过美国,成为研究对象中引文影响力最高的国家,且领先幅度不断增大;美国、德国、法国影响力绝对值和变化趋势非常相近。中国、韩国、日本等亚洲国家引文影响力普遍在1以下,但保持着非常稳定的上升趋势,其中,中国学科规范化引文影响力从2009年的0.77上升至2018年的1.10,韩国学科规范化引文影响力从2009年的0.86上升至2018年的1.01,日本学科规范化引文影响力在0.8~0.9区间波动,总体比较稳定(图11)。

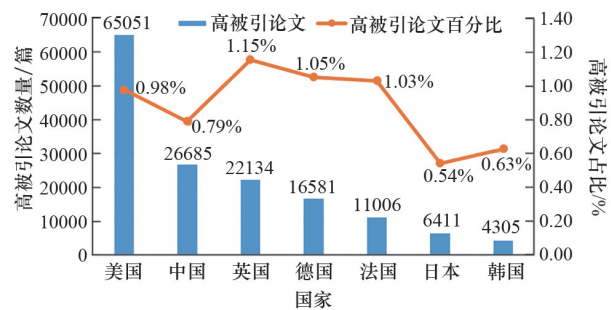
高被引论文代表在科学研究中所发表的质量高、影响力大的顶尖论文,反映了区域或机构的科研水平、学术带头人是否具有较强的世界竞争力。



数据来源:Incites database。

图11 世界主要国家近10年研究论文学科规范化引文影响力

从近10年各国高被引论文发表情况来看,美国以6.5万篇高被引论文的绝对数量优势高居榜首,但是其高被引论文占比约0.98%,低于英国等欧洲国家;英国、德国、法国虽然高被引论文与美国、中国有较大差距,但是高被引论文占比非常高,分别为1.15%、1.05%、1.03%,说明其高质量研究成果较为密集;亚洲国家在研究质量上与欧美国家差距较大,中国虽然有将近2.7万的高被引论文,但是占比只有0.79%,日本、韩国则无论数量还是占比都很少(图12)。



数据来源:Incites database。

图12 世界主要国家近10年高被引论文及占比

2.2 专利总量与三方专利

专利和其他知识产权活动也是知识流的一个通道,尽管许多专利并不能产业化或导致实际创新,但专利授权和应用目前仍是一个测度应用研究、试验发展的重要指标。从美国专利和商标局批准的专利数来看(目前数据更新至2015年),美国发明者的专利数量最多,约占60%左右;其次是日

本、韩国;德国专利数2014、2015年呈减少趋势;中国专利数逐年增多,从2008年的5000件增加至2015年的9500余件,增幅90%,但是在全球专利数量占比依然很低,只有6.6%左右(图13)。

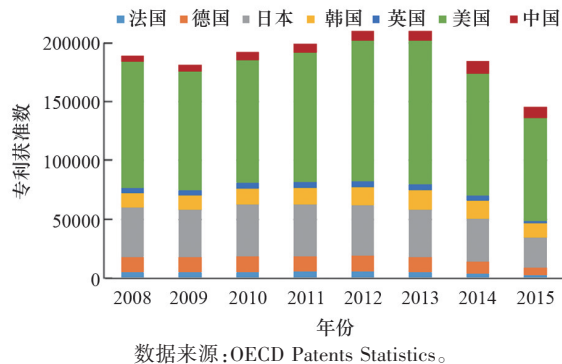


图13 世界主要国家近年在美国专利和商标局获准专利 (按发明者所在地)

国际上常用三方专利统计数据来测度专利质量。所谓三方专利,是指发明者同时寻求全球3个最大的市场(美国、欧洲和日本)专利保护的专利,由于这3个专利机构的专利申请和维护成本较高,如果发明者同时在这3个市场寻求专利保护,并愿意支付高成本的专利申请和维护费,一般认为这些专利背后的发明可能有较高价值的。从2009年到2017年间,全球三方专利总数从约5万件增加至5.3万件。其中,日本三方专利数最高,每年1.7万件左右;其次是美国,每年1.35万件左右,2013年达到最高1.48万件;德国稳居第3位,三方专利数每年5000件左右,近年有小幅下降趋势;中国虽然三方专利数量较小,但近10年上升速度最快,由2007年的828件上升至2017年的4100件,已经超过韩国、法国、英国,跃居第4名(图14)。

2.3 知识和技术密集型产业

全球KTI产业也是研发产出的一个重要组成部分,其范围涵盖航空航天器、计算机设备、通信和半导体、制药以及科学工具等制造业部门,以及教育、健康、企业、金融和信息服务等服务业部门。从近年来全球KTI产业发展来看,美国KTI产业附加值占GDP比例始终领先;日本KTI产业附加值波动较大,2012年占比接近美国,此后逐年下降,但依然位居世界前列;法国KTI产业附加值占比较为稳

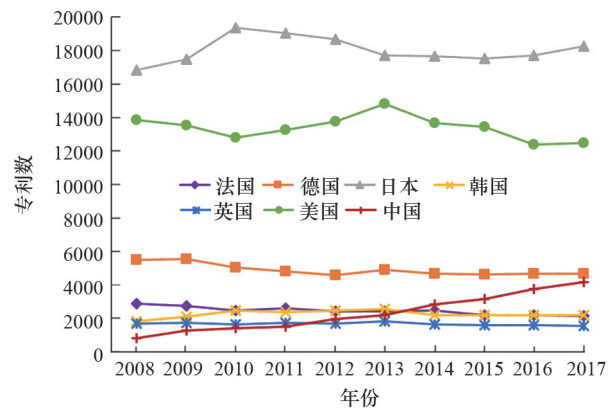


图14 世界主要国家近10年三方专利数

定,近年波动不大;中国KTI产业迅速发展,附加值占比一直持续稳定增长,从29.5%提升至35.2%。此外,各国所集中的活动类型也并不相同,如美国主要关注航空和航天器及科学仪器;而中国则是最大的半导体和信息服务生产商,占全球份额的31%、40%,其次是制药业,占全球份额的22%(图15)。

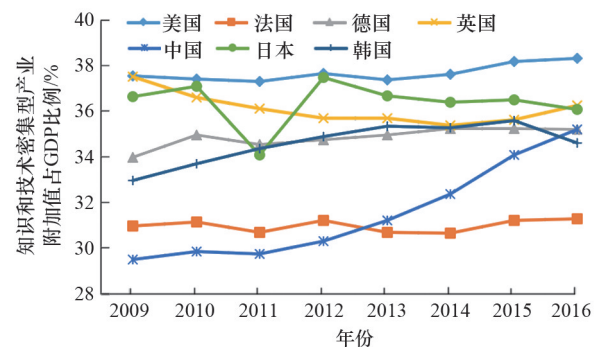


图15 世界主要国家近年知识和技术密集型产业附加值占GDP比例

3 结果与讨论

从科教兴国到人才强国,再到创新驱动发展战略,近10年来,国家创新体系建设积极推进,科技投入持续快速增长,整体科技实力和科技竞争力明显提升,取得了瞩目的成就。

一是不断深化科技体制改革,科技研发投入规模稳步上升,形成良好的科技创新发展局面和氛

围。近10年,国家科技创新政策不断发展、完善,研发投入增长态势强劲,2018年研发总投入已经逼近美国总量,跃居全球第2位;国家研发强度小幅攀升,从2009年的1.66%提升至2018年的2.19%,这说明国家科技创新能力在不断前进;国家尊重基础研究、技术创新、成果转化和产业化各个环节的创新活动规律,基础研究经费占比小幅攀升,试验发展经费占比较高;研发人员数量在近10年中始终保持显著增长趋势,2018年研发人员总计约186万人,已经成为全球首位科技研发人员数量大国。可以说,中国创新驱动发展已具备发力加速的基础和环境。

二是面向世界科技前沿,加强基础研究、应用研究和技术创新的系统部署,产生了一批重大研究成果。当前,中国基础科学研究论文总产出已占比全球18.61%,成为仅次于美国的世界第二大研究论文产出国;高质量基础科研论文、高价值专利数量、知识和技术密集型产业正在不断增长。可以说,经过长期积累,中国基础研究实现了跨越式发展,正处于从跟踪追赶到并行发展的重要转型期。此外,国家基础研究和前沿技术进步显著,在载人航天、探月工程、北斗导航、量子通信、深海探测等领域取得一批重大成果^[9]。

但也应看到,与发达国家相比,中国研发投入强度与美国、韩国、日本、德国等国家还有较大差距,研发投入占GDP之比不足韩国的1/2;研究人员占就业人口之比不到0.2%,远远低于其他国家;研发投入结构不尽合理,基础研究、应用研究投入相对较低,其中基础研究投入强度仅为5.54%;三方专利数量虽然上升速度较快,但是总量与老牌科技强国相比,依然有所差距;基础科学研究论文产出质量与数量之间存在鸿沟,高被引论文数量较低,学科影响力有待进一步提高;航空航天技术、生物医学工程等方面的知识和技术密集型产业还较少。为进一步推进国家科技事业发展,研究提出以下政策建议。

首先,要进一步优化平衡基础研究、应用研究和试验开发投入结构,提高基础研究投入。基础研究是整个科学体系的源头,是所有技术问题的总机

关。当前,新一轮科技革命和产业变革蓬勃兴起,学科交叉融合更加紧密,科学研究范式不断重构,全球科技竞争不断向基础研究前移。经济社会进步与发展需要高水平基础研究的供给,关键核心技术突破需要高质量基础研究的支撑。美国在基础研究的巨大投入,奠定了它在世界科技领域的超级领先地位。从前述数据分析来看,虽然世界主要发达国家将大部分资金投向了试验发展,但是基础研究投入比例始终保持稳定比例并不断增加。基础研究具有长期性、无计划性和研究成果的不可预见性,基础研究的重大突破和向未来产业的演化需要长期、稳定支持^[7]。下一步,中国应处理好与研发活动之间的关系,调整好研发投入比例,着力加大对基础研发领域的直接支持力度。一是要充分发挥政府引导作用,引导社会各界加大对研发的投入力度,鼓励北京、上海、广东、江苏等经济基础雄厚的省市加大对基础研究的资助力度,逐步提升基础研究投入占比;二是充分发挥企业和高校作用,建立企业主导产业技术研发创新的体制机制,进一步发挥高校在基础研究中的优势和生力军作用;三是要完善稳定支持和竞争性支持相协调的机制。

其次,要面向国家战略,进一步强化研发统筹部署和协同创新,全面提升国家科技产出影响力。科技是国之利器,科技创新必须把国家重大战略需求放在首位。当前,新冠肺炎疫情依然严峻,民族主义、大国对抗、战略脱钩等在不断加强,世界格局正在不断发生变化,中国关键领域核心技术受制于人的格局并没有从根本上改变。因此,必须要面向长远,面向国家重大需求,加强对关键领域超前部署,努力实现关键核心技术自主可控。一是加强面向国家战略需求的基础前沿和高技术研究,加大对空间、海洋、网络、核材料、能源、信息、生命等领域重大基础研究和战略高技术的攻关力度,提升中国科学发现、技术发明和产业创新的整体水平。二是要引导战略性新兴产业发展,刺激知识和技术密集型产业进步,推动航空航天器、半导体元器件、高端装备制造、新能源、新材料等产业快速发展,突破技术瓶颈,掌握核心关键技术。三是完善学科布局,大力加强生命科学领域研究,加强对量子科学、脑

科学、合成生物学、空间科学、深海科学等重大科学问题的超前部署,推动学科交叉融合和均衡发展。

第三,要加大科技人才队伍建设力度。科技人才是国家人才资源的重要组成部分,是推动国家科技创新的关键因素,大力培养和吸引科技人才,已成为世界各国赢得国际竞争优势的战略性选择。科技研发关键在于不仅要通过研究开发生产出一批高质量的科技成果,而且还要通过研究开发培养出一批高素质的科技人才^[8]。未来,中国要继续以高端人才为引领,统筹推进各类科技人才队伍的建设,在国家重点发展和战略性新兴产业领域优先培养造就一批世界水平的科学家、科技领军人才和优秀创新团队,培养大批企业技术研发、工艺创新、工程实践等方面的优秀技术人员。要不断改进完善科技人才管理体制,建立有利于创新人才成长和发展的体制机制。

参考文献 (References)

- [1] 陈实, 章文娟. 中国 R&D 投入强度国际比较与分析[J]. 科学学研究, 2013, 31(7): 1022-1031.
- [2] 杨白冰, 李陶亚. OECD 国家 R&D 投入机制及其对我国的启示[J]. 全球化, 2019, 9: 60-73, 135.
- [3] 胡丽娜. 中国 R&D 经费投入规模、结构与经费来源的国际比较研究[J]. 前沿, 2019, 5: 30-35.
- [4] 钟华, 汪凌勇. DEA 方法在 R&D 绩效评估中的应用研究[J]. 科技管理研究, 2008, 3: 86-88, 93.
- [5] 谢敏. 基于数据包络方法的安徽省 16 市 R&D 效率研究[J]. 安徽科技, 2014, 9: 35-37.
- [6] 王志刚. 改革驱动创新 以创新驱动发展——写在“科学的春天”四十周年之际[EB/OL]. [2020-05-30]. http://www.most.gov.cn/kjbgz/201805/t20180520_139535.htm.
- [7] 朱迎春. 创新型国家基础研究经费配置模式及其启示[J]. 中国科技论坛, 2018, 2: 15-22.
- [8] 周程. 政府扩大高等学校的研发经费占比势在必行[J]. 科技导报, 2020, 38(7): 6-11.

An international comparison of R&D input and output in major countries in the past decade

YUAN Shuai^{1,2}, HE Jie¹, HE Fei^{1*}

1. Office of Academic Development, Peking University, Beijing 100871, China

2. Office of Faculty of Science, Peking University, Beijing 100871, China

Abstract Science and technology are the primary productive forces and the decisive factors in our economic and social development and in winning international competition. With the increasingly fierce global competition in science and technology, increasing and optimizing national investment in science and technology research and development has become the common strategic orientation of the world's major powers. China's science and technology industry has developed rapidly, but compared with the requirements of building the world's science and technology power, shortcomings are still outstanding. Therefore it is of great significance to the construction of China's national science and technology innovation system to make an in-depth study of the trends of input and output of R&D in developed countries and to accurately judge the characteristics of China's science and technology R&D. This paper focuses on 7 countries with the largest R&D investment in the world and analyzes R&D amount, intensity and structure, sources of funding and directions of use, researcher numbers in these countries during the past 10 years, as well as the number of papers, number of highly cited papers, Category Normalized Citation Impact, patent, knowledge-technology-intensive industry and other representative output indicators. The purpose of the research is to judge the trend of global science and technology development and to find out the direction of China's science and technology development. Finally, the study proposes to optimize the structure of research and development investment, increase the investment in basic research, enhance the influence of output, and increase the strength of scientific and technological talent team building.

Keywords research and development; science and technology input and output; scientific-technological measurement



(责任编辑 祝叶华)