

中美研发经费投入对比研究^{*}

程如烟^{*,1} 许 诺² 蔡 凯¹

(1. 中国科学技术信息研究所, 北京 100038; 2. 科技部科技评估中心, 北京 100081)

摘 要:本文对中美两国的研发经费的总量、强度、来源结构、执行结构等进行对比分析, 得出以下结论: 一是中国的研发经费累计投入较美国低很多, 研发强度较长一段时间内难以追上美国; 二是中国研发经费来源结构不如美国多元和均衡; 三是中国基础研究经费投入有很大的提升空间; 四是中国研发经费中人力成本所占比例偏低。

关键词:研发经费; 研发强度; 研发结构; 中国; 美国

中图分类号: G322; G323

文献标识码: A

doi: 10. 16507/j. issn. 1006 – 6055. 2018.

11. 003

A Comparative Analysis of R&D Expenditure Input between China and USA^{*}

CHENG Ruyan^{*,1} XU Nuo² CAI Kai¹

(1. Institute of Scientific and Technical Information of China, Beijing 100038, China;
2. National Center for Science & Technology Evaluation, Beijing 100081, China)

Abstract: R&D expenditure between China and USA is analyzed in this paper, including the total amount, R&D intensity, the source of funding and the performance. The following conclusions are summarized: 1) China's cumulative R&D expenditure is much lower than that of USA, and it is difficult for China to catch up with USA in terms of R&D intensity for a long period of time; 2) The structure of R&D funding source in China is not as diverse and balanced as that in USA; 3) There is much room for improvement in the expenditure of basic research in China; 4) The proportion of human costs is too low in China's R&D expenditure.

Key words: R&D expenditure; R&D intensity; R&D structure; China; USA

1 引言

研发经费是科技发展的重要保证, 一个国家的研发经费总量、强度、结构等可以反映这个国家对科技的重视程度、重点投资方向及资助偏好。中美两国作为世界最大的两大经济体, 其研发经

费投入受到世界各国学者的高度关注。近年来, 随着中国经济的快速发展以及对科技创新重视程度的日益提高, 中国全社会的研发经费快速增加, 与美国的差距也快速缩小, 很多智库和媒体热炒中国研发投入正在日益逼近美国, 甚至预测未来几年将超过美国^[1-4]。实际上, 中国研发经费远

2018-07-26 收稿, 2018-10-17 接受, 2018-10-25 网络发表

^{*} 科技创新战略研究专项 (ZLY201721) 资助

^{**} 通讯作者, E-mail: chengry@istic.ac.cn

非西方媒体和智库所热炒的那么高,研发累计投入总量和美国有很大的差距,同时,中国在研发强度、来源结构、支出结构等方面也存在一些问题。为此,本文对中国和美国的研发经费进行了系统对比,以分析两国的优劣势以及中国存在的问题,从而为完善和改进中国的研发经费投入政策提供有针对性的建议。

2 中美研发经费总体情况分析

2.1 研发经费总额

在对中美研发经费总额进行对比时,需要把人民币换算成美元。当前,国际上把人民币换算成美元主要采用两种方法,一种是利用货币汇率进行换算,另一种是利用购买力平价(PPP)进行换算。货币汇率是指两种货币之间的兑换率,反映一国货币在国际市场的购买力;PPP 是根据各国不同的价格水平计算出来的货币间等值系数,反映一国货币在本国的购买力。二者有很大的差距,2017 年间人民币与美元的平均汇率为 1 美元=6.64 元人民币,而 PPP 汇率为 1 美元=3.47 元人民币。在此背景下,我们分别基于购买力平价

和汇率对中美两国的研发经费进行了对比,力图更客观地反映全球化时代背景下中国研发经费的实际情况。

按照 PPP 换算,2016 年中国(由于数据获取方面的原因,本文中中国研发经费仅涉及中国大陆地区,不涉及香港、澳门和台湾地区)研发经费为 4510 亿美元,是美国(5111 亿美元)的 88%;过去 10 年间(2007—2016 年)中国研发累计经费投入为 2.77 万亿美元,为美国(4.41 万亿)的 63%;过去 20 多年(1991—2016 年)间,中国研发累计经费投入为 3.35 万亿美元,为美国(8.25 万亿)的 41%。

如果按照汇率换算,2016 中国研发经费为 2359 亿美元,是美国的 46%;过去 10 年间(2007—2016 年)中国研发累计经费投入为 1.47 万亿美元,为美国的 33%;过去 20 多年(1991—2016 年)间,中国研发累计经费投入为 1.66 万亿美元,为美国的 20%(图 1)。从图 1 可以看出,中国的研发经费在 2000 年以前一直很少,但进入 21 世纪之后开始快速提升。这一方面与经济的快速增长密切相关,另一方面与全社会对科技创

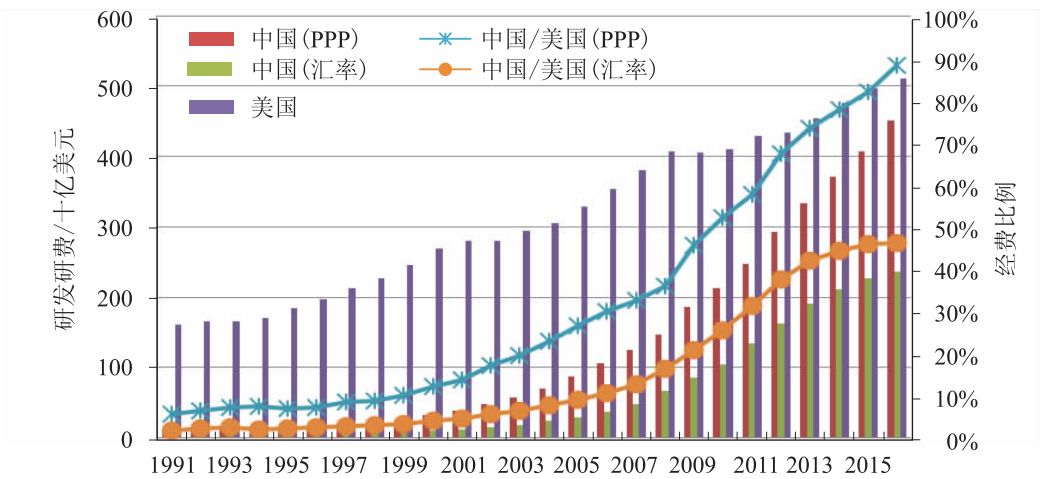


图 1 1991—2016 年基于 PPP 和汇率的中美研发经费对比^[5]

Fig. 1 Comparison of R&D expenditure between China and United States based on exchange rate and PPP, 1991 - 2016^[5]

新的重视也有很大关系,尤其是 2006 年中国发布了《中长期科技发展规划纲要(2006—2012)》之后,社会各界的科技创新热情高涨,投入的研发经费也大大提高。

从过去 20 多年(1991—2016)的累计研发经费投入来看,中国与美国还有相当大的差距,按照 PPP 换算,为美国的 41%,按照汇率计算则只有美国的 20%。值得注意的是,中国研发经费中尽管大部分用于国内支出(这部分经费支出用 PPP 汇率换算较为合适),但也有相当一部分用于购买国外仪器设备、国外数据资料以及出国差旅(这部分经费支出用汇率换算较为合适)。因此,1991—2016 年间中国研发经费与美国研发经费的实际比例在 20% ~ 41% 之间。

需要说明的是,由于中国的研发经费统计工作开始于 1991 年,因此我们最长只能对 1991—2016 年间中美的研发经费进行对比。实际上,美国的研发统计工作早在 1953 年就开始了,1953—1990 年间,美国累计投入的研发经费数额高达 1.82 万亿美元,如果考虑通胀因素,这段时间的研发经费数额将远远高于此数值,这些经费助力美国产生了互联网、晶体管、集成电路、激光等一系列引领世界科技的重要发明,为美国屹立科技

前沿之巅提供了重要的资金保障。

2.2 研发强度

研发强度是指研发经费占 GDP 的份额,该数值表示一个国家愿意把多少资源用于研发工作,反映了整个国家和社会对科技的重视程度。研发强度超出经济增长负担能力的过高投入会导致研发活动不可维系,不能支撑经济发展;而过低的研发投入则会制约国家竞争力的提高^[6]。

随着中国政府 and 全社会对研发工作的日益重视,中国的研发强度快速日益增加,2000 年不足 1%,2016 年已经增至 2.1%。而美国的研发强度 2000—2016 年间一直稳定保持在 2.5% 以上(2000 年为 2.62%,2016 年为 2.74%) (图 2)。

从未来的发展走势看,随着中国经济进入新常态(经济增长速度降至 6% ~ 7%),中国的研发强度将改变以往迅猛提高的走势,转变为缓慢上升的趋势。2000—2013 年间,研发强度从 0.89% 增加至 1.99%,年均增长 0.085%;而在 2013—2016 年间,研发强度仅从 1.99% 增加至 2.11%,年均增长 0.03%,增长速度较之前大幅下降。可以预计,中国研发强度在 2020 年要达到既定的 2.5% 的目标有相当大的难度,而要追上美国当前的研发强度(2.74%)则需要相当长的时间。

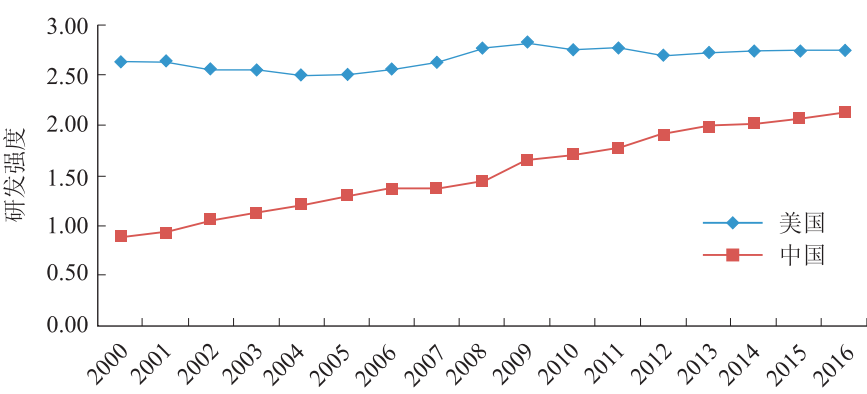


图 2 2000—2016 年中国和美国的研发强度对比^[5]

Fig. 2 Comparison of R&D intensity between China and United States, 2000 – 2016^[5]

3 中美研发经费的来源和执行

3.1 研发经费的来源分析

研发经费主要来源于政府、企业、民间其他组织和个人,以及国外。一般来说,工业化早期的研发经费主要由政府筹集,随着企业逐渐成为技术创新主体,研发经费来源中的政府占比不断减小。从来自政府的资金看,过去十多年间(2000—2016 年),中国研发经费中来自政府的资金所占比例整体呈现下降趋势,从 33.4% 降至 20%,美国则相对稳定,2000—2009 年间保持在 26% ~ 32% 之间,2009 年开始下降,到 2016 年降至 25.1%;从来自企业的资金看,中国研发经费中来自企业的资金所占比例不断提升,从 57.6% 升至 76.1%,美国的此数据则稳中有降,从 69% 降至 62%(2009 年间由于金融危机降至 57.9%,之后又缓慢升至 62%);从来自其他渠道的资金看,中国研发经费中来自国内其他渠道的资金所占份额不断下降,从 6.4% 降至 3.2%,美国的该数据则保持上升的势头,从 5.8% 提高至 6.4%;中国研发经费中来自国外的资金所占比例呈下

降趋势,而美国呈上升趋势。

2016 年,中国研发经费中来自政府的资金占 20%,来自企业的占 76%,来自国内其他的占 3.3%,来自国外的占 0.7%;美国研发经费中来自政府的资金占 25.1%,来自企业的占 62.3%,来自国内其他的占 7.4%,来自国外的资金占 5.2%(图 3、图 4)。从数据可以看出,美国研发资金的来源更为多元化和均衡,形成了以企业为主体、政府发挥引导作用、国内其他来源和国外资金有效补充的局面。相较而言,中国研发资金的来源则不够均衡,来自企业的资金所占份额过多,来自政府的资金所占份额偏低,慈善基金、信托基金以及个人捐款缺乏。当然,由于统计口径、财务报告制度以及企业研发经费落实不到位等原因,中国企业投入的研发资金存在被高估的可能性,但是,即便刨除这部分高估的资金,中国企业投入的资金在当前的发展阶段(企业的科技创新能力不足)仍然显得有些过高。

政府研发资金主要用于基础性、公益性和国家战略性领域的研发工作,在企业创新能力较弱或者缺乏资金的阶段,各国政府往往会加大研发

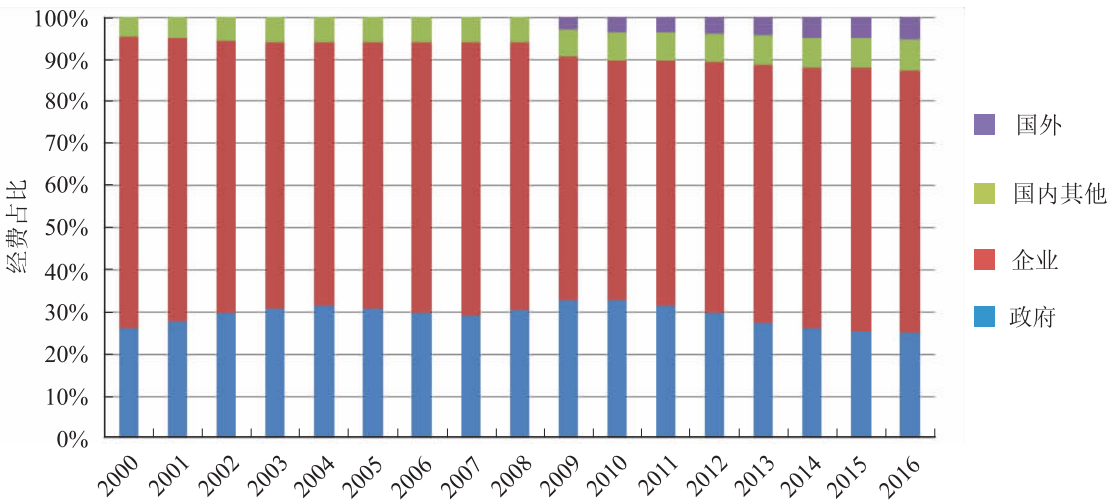


图 3 美国研发经费的来源结构^[5]

Fig. 3 Source of fund for R&D in the United States^[5]

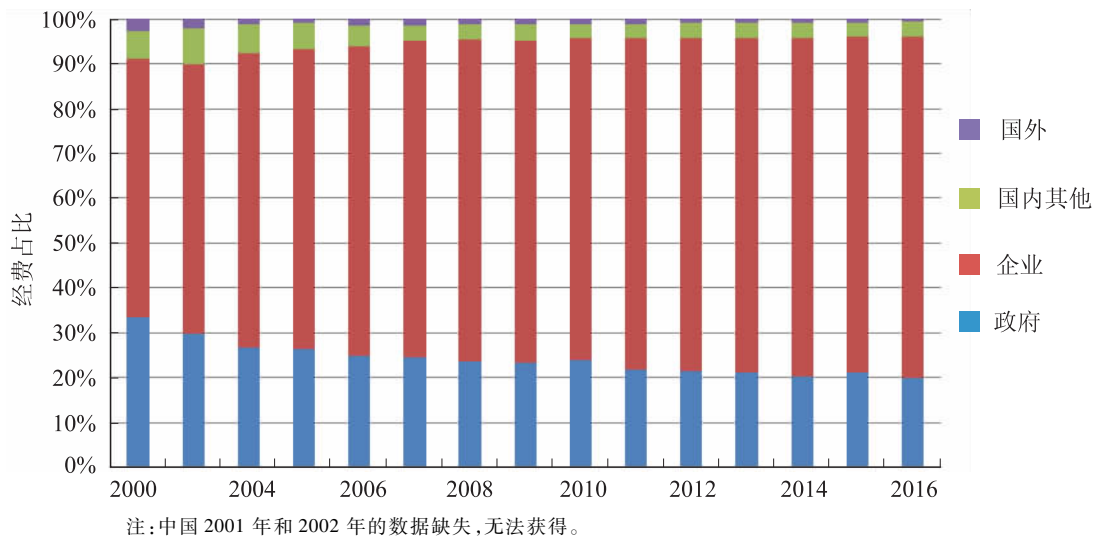


图 4 中国研发经费的来源结构^[5]

Fig. 4 Source of fund for R&D in China^[5]

投入。1981 年(当时企业创新能力相对较弱,投资研发的意愿也不高),美国、英国和法国的政府研发资金占全国研发经费的份额均达到了近 50%;此外,在 2008 年发生全球金融危机企业遭受重创后,经合组织国家等大都增加了财政研发投入^[7]。当前,中国企业的科技创新能力较美国企业要低,中国研发经费中来自政府渠道的资金所占份额应高于美国的此数值,而实际情况是中国比美国低 5%。因此,中国政府应增加财政拨款中研发拨款的比例。

私营非营利机构、慈善基金、信托基金等随着社会的发展已经成为研发经费的来源渠道之一。美国由于制定了优厚的税收优惠政策,很多企业和个人愿意把巨大的资金投入慈善和信托基金,从而使其成为研发资金的重要来源。当前,我国私营非营利机构和慈善组织的力量还比较薄弱,其投入的研发资金占全国研发经费的份额仅为 3.3%,不足美国(7.4%)的一半。为此,我国应该制定和完善税收优惠等相关措施,促进非营利私营机构和慈善基金等组织的发展,使其成为研发投资的重要来源之一。

3.2 研发经费的执行分析

研发经费的主要执行单位包括企业、政府科研机构、高校等研发活动主体。从企业执行主体看,2000—2016 年间,中国企业执行的研发经费在全社会研发经费中所占份额呈现增加的趋势,从 60% 增加至 77%,美国则从 74% 缓慢降至 71%;从政府研发机构执行主体看,中国从 31% 降至 16%,美国则稳定在 11%~12% 之间;从高校执行主体看,中国在 7%~10% 之间,美国在 11%~14% 之间;从私营非营利机构执行主体看,中国的此数据几乎为 0,而美国的此数据则稳定在 4% 左右(图 5、图 6)。在此期间,中国的一些科研机构转制为企业,这导致企业执行研发经费所占份额的增加和政府研发机构执行经费所占份额的减少。

2016 年,美国企业执行的研发经费所占份额为 71.2%,政府科研机构为 11.6%,高校为 13.2%,私营非营利机构为 4%;中国企业执行的研发经费所占份额为 77.5%,政府科研机构为 15.7%,高校为 6.8%。从数据可以看出,中国政府科研机构执行的研发经费高于美国政府科研

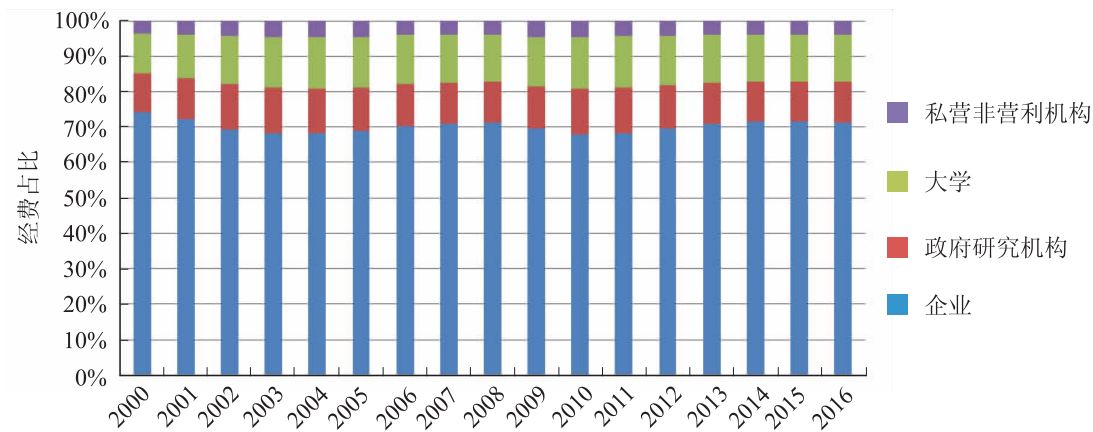


图 5 美国研发经费的执行结构^[5]

Fig. 5 Performance of R&D expenditure in United States^[5]

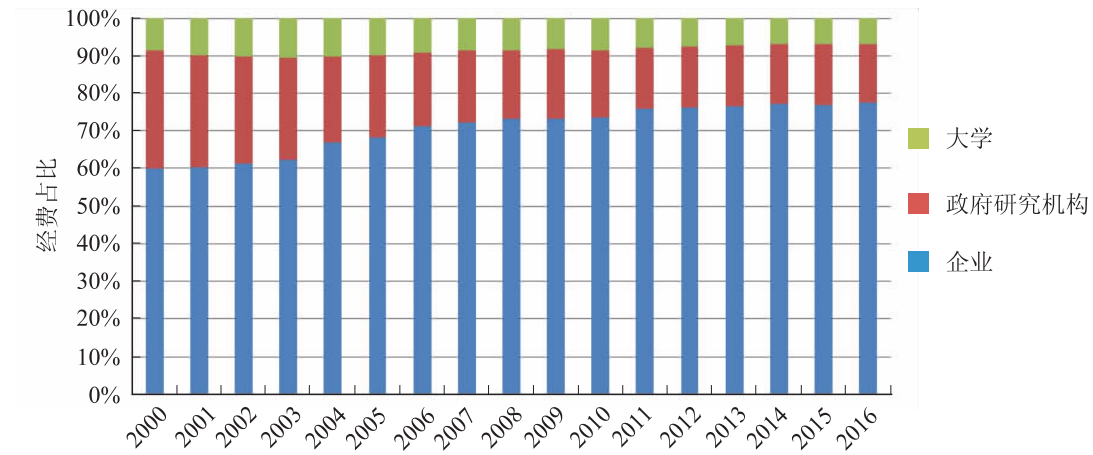


图 6 中国研发经费的执行结构^[5]

Fig. 6 Performance of R&D expenditure in China^[5]

机构,这可能是由于中国科学院执行的研发经费被归为政府科研机构所致。此外,由于中国私营非营利机构的力量非常薄弱,因此,其执行的研发经费为零。实际上,美国私营非营利机构的发展与美国的政策设计有关,美国政府规定,个人以及“企事业单位”向特定类型的非营利机构捐款,可免缴该部分款项的所得税,该政策无形之中促进了美国私营非营利部门的发展,从而促使其成为美国研发工作的一支重要力量。

从企业执行研发的主要领域来看,美国主要集中于服务业,以及制药业,计算机、电子和光学等高技术产业,2015 年其所占的份额分别为

32%、16% 和 20%,而中国这几个产业所占的份额分别为 6% (2012 年)、4%、16% (表 1)。从数据可以看出,除了计算机、电子和光学产业外,中国的服务业和制药业与美国存在较大的差距,这在一定程度上说明了中国服务业和制药业的研发投入强度较低。近年来,国际上企业研发投入增长最快的产业逐渐由早前的传统行业石油与天然气(2006—2008)、银行(2009—2011)、建筑与材料(2013)变为了当今的计算机、制药等新兴产业和服务业^[8],而中国的企业研发除了信息通信产业外,仍主要集中于这些石油与化工、汽车与零配件、建筑与材料等传统行业,说明中国在

高技术产业和服务业的科技含量不高,仍处于较低的发展水平。

表 1 中美两国企业执行研发经费的领域所占百分比^[5](%)

Tab. 1 Percentage of business expenditure of R&D performed in different fields ^[5](%)

	服务业		计算机、电子和光学		制药	
	美国	中国	美国	中国	美国	中国
2008	28.85	6.31	20.80	17.04	16.56	3.04
2009	29.81	7.68	19.98	15.90	15.91	3.17
2010	28.04	6.27	21.46	16.07	17.71	3.21
2011	30.21	6.42	21.32	16.14	15.62	3.21
2012	29.75	6.34	21.53	15.15	15.93	3.61
2013	29.92	-	20.84	15.45	16.25	3.83
2014	30.14	-	21.69	15.52	16.62	3.88
2015	32.23	-	20.27	16.47	16.49	4.06
2016	-	-	-	16.44	-	4.02

4 中美研发经费的结构分析

4.1 研发经费在不同研发活动类型的分配情况

研发工作分为基础研究、应用研究和试验发展三种活动类型。2015 年,美国基础研究、应用研究和试验发展占研发经费的份额分别为 16.9%、19.6% 和 63.5%,中国的相应数据为

5.1%、10.8% 和 84.2%。

基础研究是是人类认识自然规律的基本途径,是科技创新的源泉,事关一个国家科技的长远和未来^[9]。一个国家的科技竞争力越强,对基础研究的重视程度越高,投入的基础研究经费也越多。近年来,美国基础研究占研发经费的份额一直稳定在 15% 以上,2016 年为 16.9%;中国的该数值则一直保持在 5% 这一较低水平,仅为美国的三分之一左右(图 7)。中国要实现对发达国家的追赶,不能只关注研发活动的规模,更要注重基础研究、应用研究和试验发展之间的比例协调,尤其要加大基础研究投入,提高原始创新能力。

当然,中国基础研究经费也存在被低估的可能。中国高校是基础研究的主要承担者,研发经费统计工作一般由科研管理部门负责,其对科研项目以外的经费使用情况不是十分了解,导致部分高校对间接用于研发活动的管理费、服务费等未按比例分摊到研发经费中。此外,中国“985 工程”、“211 工程”等相关专项经费未列入研发经

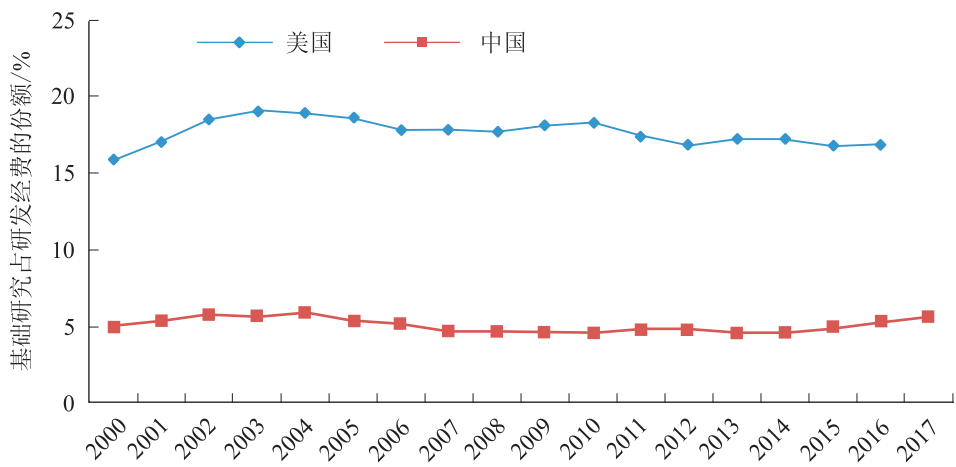


图 7 中美两国基础研究占研发经费的份额(%)^[5,10]

Fig. 7 Basic research as a percentage of R&D expenditure in China and United States(%)^[5,10]

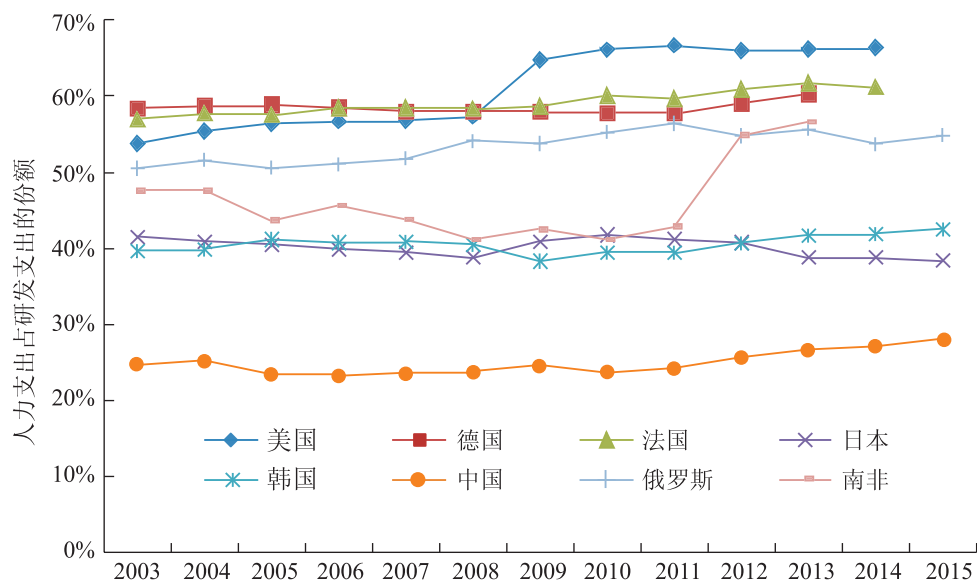


图 8 主要国家人力支出占研发支出的份额对比图^[5]

Fig. 8 Labor costs as a percentage of R&D expenditure in main countries^[5]

费,因为这些专项经费早期用于研发活动的并不多,主要用于高校基本条件和基本设施的建设,但近几年用于研发的经费越来越多,包括研究平台和基地建设以及相关的科研课题。因此,中国高校研发经费总量被低估,这也导致中国基础研究经费被低估^[11]。然而,中国即使加上被低估的部分,基础研究占研发经费的份额也要比美国低很多。

4.2 研发经费中的人力成本

研发经费主要用于人力、会议、差旅、仪器设备、实验室等相关费用,其中人力支出在研发经费中所占份额的高低反映了一个国家对于科研人员的重视程度。近年来,随着中国劳动力成本的不断提高,中国研发人员支出占研发经费的比例也在随之增加,从 2003 年的 25% 提高到 2015 年的 28%。但即使如此,中国研发人员支出占研发经费的比例较美国差距很大,美国人力支出在研发经费中所占份额 2015 年为 66%。这说明中国研发经费更多地用于除人力资源以外的其他地方,反映了整个国家对于科研人员的重视不

足。值得关注的是,中国人力支出在研发经费中所占份额不仅远低于美国、法国(61%)、德国(60%)、日本(38%)、韩国(43%)等发达国家,也远低于俄罗斯(55%)和南非(57%)等发展中国家(图 8)。

5 结论

通过对比中美两国的研发经费可以看出,美国不仅研发经费累计总量和强度高于中国,而且在资金来源结构、经费支出结构以及投入研发活动类型结构等方面都优于中国。

5.1 中国的研发经费累计投入较美国有较大的差距

从过去 20 多年的累计研发经费投入来看,中国仅为美国的 20% ~ 41%,如果再加上 1991 年之前的投入,则中美研发投入差距更大。同时,尽管中国研发强度近年来快速提升,2017 年已经提高到 2.12%,但随着中国经济进入新常态,增长速度放缓,研发经费的增长速度也会有所降低,因此,中国研发强度要追上美国还需要较长

一段时间。与固定资产投资不同,对科学技术的投入具有很强的循环累积效应,现有的科技成果是以往多年科技投入的结果。为此,中国的科技实力和水平要追上美国还需要长期的努力和奋斗。

5.2 中国研发经费的资金来源不够均衡

由于历史、制度、文化等方面的原因,美国研发经费的来源更为多元化和均衡(来自政府的资金占 25.1%,企业占 62.3%,国内其他占 7.4%,国外占 5.2%),而中国则是来自企业的资金所占份额过多,来自政府的资金所占份额偏低,慈善基金、信托基金以及个人捐款缺乏。为此,我国一方面要增加财政研发拨款,另一方面,要通过制定和完善税收措施等相关方式,促进非营利私营机构和慈善基金等组织的发展,使其成为研发投资的重要来源之一。

5.3 中国基础研究经费所占份额偏低

当前,我国基础研究在研发经费中所占的份额仅为 5%,只有美国的三分之一。固然,中美科技所处的阶段不同,很多领域都处于世界前沿的美国会在基础研究上投入更多的资金,而很多领域处于跟随阶段的我国则把更多的资金投入开发阶段。然而,随着我国科技创新能力日益提高,一些领域已经处于国际领先水平,为此,我国也需要增加基础研究的经费,从而更好地探索科技前沿,提升原始创新能力。为此,我们需要动员各方力量加大对基础研究的投入。在政府层面,我国财政科技预算中用于基础研究的比例为 19%,与美国的数据(22%~24%)相差不大,继续提升财政科技预算中基础研究比例的空间不大。在企业层面,我国企业研发资金中只有 0.1%用于基础研究,较美国的 6%有较大差距。为此,建议我国政府通过制定和完善税收、金融、

产业等方面的政策措施,引导有条件的企业特别是大中型企业加强基础研究投入。

5.4 中国研发经费中人力成本所占比例偏低

中国人力支出在研发经费中所占份额不仅远低于美国等发达国家,也远低于俄罗斯等发展中国家。这主要是由于中国科研人员的薪酬较低所致。在美国,科研人员的平均工资为全国平均水平的 2 倍左右,而中国科研人员的平均工资仅为全国平均水平的 1.45 倍。当前,我国制订了“到 2050 年建成科技强国”的目标,目标的实现关键是要提升科技人员的能力和其积极性。在此背景下,建议我国政府制定相应政策,切实提高科技人员的薪酬和收入,形成全社会尊重科研人员的氛围,充分调动科研人员的积极性,从而让我国早日进入科技强国的行列。

参考文献

[1] National Science Board. Science and Engineering Indicators 2018 [EB/OL]. 2018-02-01. <https://www.nsf.gov/statistics/indicators/>.

[2] R&D Magazine. 2018 Global R&D Funding Forecast. [EB/OL]. 2018-02-10. <https://www.rdmag.com>.

[3] International Monetary Fund. World Economic Outlook, April 2018. Cyclical Upswing, Structural Change [EB/OL]. 2018-06-05. <http://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2018/03/20/world-economic-outlook-april-2018#Chapter%204>.

[4] GEBELHOFF R. China's on Track to Surpass Our investment in Science [EB/OL]. 2017-06-20. <https://www.washingtonpost.com/news/in-theory/wp/2017/06/20/chinas-on-track-to-surpass-our->

- investment-in-science/? utm_term=.0adb7477a5f0.
- [5] 经合组织. 科学技术与研发统计数据库 [EB/OL]. 2018-07-10. https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/data/oecd-science-technology-and-r-d-statistics_strd-data-en. OECD. Science, Technology and R&D Statistics Database [EB/OL]. 2018-07-10. https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/data/oecd-science-technology-and-r-d-statistics_strd-data-en.
- [6] 刘建生, 玄兆辉, 吕永波, 等. 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.
- LIU Jianshen, XUAN Zhaozhui, LY Yongbo, etc et al. R&D Funds Model and Its Enlightenment of Innovation-oriented Countries [J]. Forum on Science and Technology in China, 2015 (3): 5-11.
- [7] 黄卫. 国际科学技术发展报告 2012 [M]. 北京: 科技文献出版社, 2012.
- HUANG Wei. Report of International Science and Technology Development 2012 [M]. Beijing: Scientific and Technical Documentation Press, 2012.
- [8] 姜桂兴, 许婧. 世界主要国家近 10 年科学与创新投入态势分析 [J]. 世界科技研究与发展, 2017, 39 (10): 412-418.
- JIANG Guixing, XU Jing. Analysis of Science and Innovation Investment of World Main Countries in Recent Ten Years [J]. World SCI-TECH R&D, 2017, 39 (10): 412-418.
- [9] 张先恩, 刘云, 周程, 等. 基础研究内涵及投入统计的国际比较 [J]. 中国软科学, 2017 (5): 131-138.
- ZHANG Xian-en, LIU Yun, ZHOU Cheng, et al. International Comparison on Connotation of Basic Research and Its Expenditure Statistics [J]. China Soft Science. 2017 (5): 131-138.
- [10] 中国统计局, 科技部, 财政部. 2017 年全国科技经费投入统计公报 [EB/OL]. (2018-10-09) [2018-10-16]. http://www.stats.gov.cn/tjsj/zxfb/201810/t20181009_1626716.html.
- National Bureau of Statistics of China, Ministry of Science and Technology of China, Ministry of Finance of China. 2017 National Science and Technology Expenditure Statistics Bulletin [EB/OL]. (2018-10-09) [2018-10-16]. http://www.stats.gov.cn/tjsj/zxfb/201810/t20181009_1626716.html.
- [11] 王海燕, 梁洪力, 周元. 关于中国基础研究经费强度的几点思考 [J]. 中国科技论坛, 2017 (3): 5-11.
- WANG Haiyan, LIANG Hongli, ZHOU Yuan. Discussions on Basic Research Expenditure Intensity of China [J]. Forum on Science and Technology in China, 2017 (3): 5-11.