

美国联邦政府基础研究经费配置及对我国的启示

朱迎春

(中国科学技术发展战略研究院, 北京 100038)

摘要: 一直以来,美国联邦政府高度重视基础研究。正是联邦政府对基础研究的持续稳定投入,为其科技发展长期处于世界领先地位奠定了重要基础。本文基于最新数据,分析研究美国联邦政府对基础研究的资助规模、资助对象以及资助领域等,为在建设创新型国家和世界科技强国大背景下,进一步完善我国基础研究资助体系提供参考和借鉴。

关键词: 美国联邦政府; 基础研究; 基础研究经费配置

中图分类号: G327.712 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2017.08.005

基础研究以深刻认识自然现象、揭示自然规律,获取新知识、新原理、新方法和培养高素质创新人才等为基本使命,是提升国家竞争力、实现国家可持续发展的重要保障。第二次世界大战以后,美国科学研究发展局局长范内瓦·布什(Vannevar Bush)在1945年发表了题为《科学——无止境的前沿》的报告。该报告提出了基础研究的概念和内涵界定,并阐明了政府对基础研究进行资助的理由。美国以此为政策蓝本,确立了投资教育和基础研究的基本国策,奠定了美国科技强国的基础。

我国2016年发布的《国家创新驱动发展战略纲要》重申了2020年进入创新型国家行列的发展目标,并提出2030年进入创新型国家前列、2050年建成世界科技强国的奋斗目标。在新的历史起点,加强基础研究是增强原始创新能力、强化自主创新成果源头供给的根本途径,同时也是实施创新驱动发展战略、加快推进创新型国家和世界科技强国建设进程的重要保障。本文拟对美国联邦政府基础研究投入体系、投入规模、资金流向以及资助领域等进行分析研究,为进一步完善我国基础研究资助体系提供参考和借鉴。

1 美国联邦政府基础研究经费配置分析

1.1 美国联邦政府基础研究管理体系

美国联邦政府不设对科技发展行使全面管理职能的部门,对全国的科技事业也不实行统一领导、全面规划与管理,而是采取“分散管理、集中协调”的模式,其中“分散管理”是指美国联邦政府各有关部门和机构根据其特定的使命行使对研发活动的资助和管理职能,“集中协调”主要是通过联邦政府的科技发展计划和预算的决策过程来实现^[1]。1950年,美国国家科学基金会(NSF)成立。1958年,美国国会通过《国家航空航天法》并成立了国家航空航天局(NASA)。1959年,美国设立了联邦科学技术委员会(FCST)。1962年,肯尼迪总统将科学顾问(科技特别助理)及其办公室划归总统办公厅,设立了科技政策办公室(OSTP)。上述机构几经变迁后,与总统科学顾问及其领导的白宫科技政策办公室和总统科技顾问委员会(PCAST),以及总统直接领导的国家科学技术委员(NSTC)一起,共同形成了美国联邦政府统一协调下的多元分散

作者简介: 朱迎春(1981—),女,博士,副研究员,主要研究方向为科技统计和科技指标。

项目来源: 国家科技统计专项课题“中国科学技术指标研究”(NSTS-2016-06);科技创新战略研究专项资助“世界科技强国的内涵及指标体系研究”(ZLY201602)。

收稿日期: 2017-08-14

的科技管理体制^[2]。在美国基础研究管理方面，主要由联邦政府和国会发挥各自的作用，其中，卫生与人类服务部（HHS）、国家科学基金会、能源部（DOE）、国家航空航天局、国防部（DOD）、

农业部（USDA）构成了美国基础研究的管理体系，上述6个部门（机构）每年的基础研究预算总和均占到联邦政府基础研究预算总额的95%以上（见图1）^[3]。

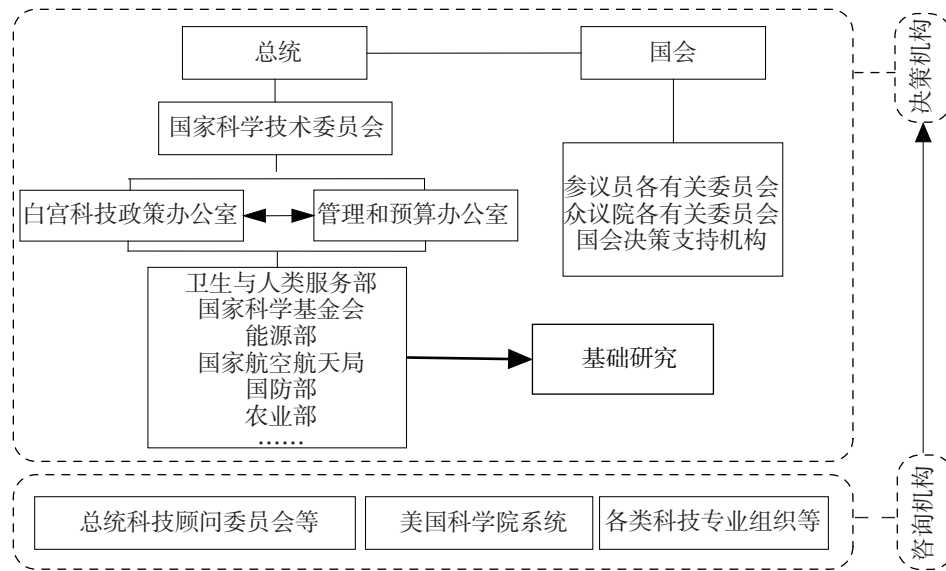


图1 美国联邦政府科技管理体系结构

1.2 美国联邦政府基础研究经费投入规模分析

基础研究具有长期性、目标模糊性等特点，这决定了基础研究经费需要由政府来承担。美国联邦政府一直是基础研究经费的主要提供者。联邦政府基础研究投入占整个国家基础研究投入的比例基本保持在50%以上，1967年达到峰值72.0%。进入20世纪80年代后，企业创新能力不断提升，对基础研究的投入力度持续加大，联邦政府基础研究投入有所下降。2015年联邦政府、企业、高等学校、非营利部门及州政府对基础研究投入比例分别为44.0%、28.2%、12.3%、12.7%和2.8%（见图2）^[4]。

美国联邦政府高度重视基础研究，基础研究经费占其R&D经费的比例长期稳定在23%左右。特朗普总统上台后，对R&D活动（特别是试验发展活动）进行了重新界定，2018财年联邦政府R&D经费与基础研究经费预算均有所缩减，但基础研究经费占R&D经费的比例不降反升。白宫管理和预算办公室的数据显示，2018财年，联邦政府R&D总经费预计投入1177亿美元，其中，基础研究经

费投入289.4亿美元，比上年减少43.2亿美元，基础研究经费占联邦政府R&D总经费的比例为24.6%，为2010年以来最高水平（见图3）^[5]。

长期以来，美国联邦政府形成了多部门相互协调的基础研究投入格局。就支持份额而言，联邦政府机构中基础研究的最大投资者为卫生与人类服务部，其后依次为国家科学基金会、能源部、国家航空航天局、国防部和农业部。2018财年，卫生与人类服务部和国家科学基金会分别计划投入基础研究经费128.2亿美元、42.8亿美元，比2017财年缩减30.7亿美元、6.2亿美元，分别占到美国基础研究经费总预算的44.3%和14.8%。就资助的学科范围而言，国家科学基金会最为广泛，支持科学、数学和工程科学所有领域的基础研究，2018财年国家科学基金会计划投入的基础研究经费占其R&D经费的比例为79.7%，在美国联邦政府各机构中居首位（见表1）^[5]。

1.3 美国联邦政府基础研究经费流向分析

高等学校是联邦政府基础研究经费的主要资助对象。联邦政府投入到高等学校的基础研

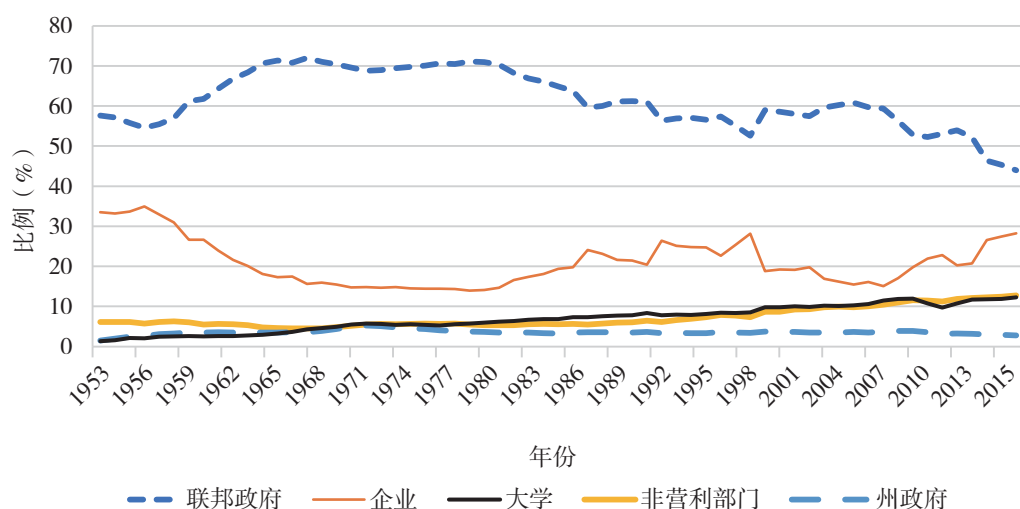


图2 美国基础研究经费来源分布 (1953—2015年)

数据来源：美国国家科学基金会网站。

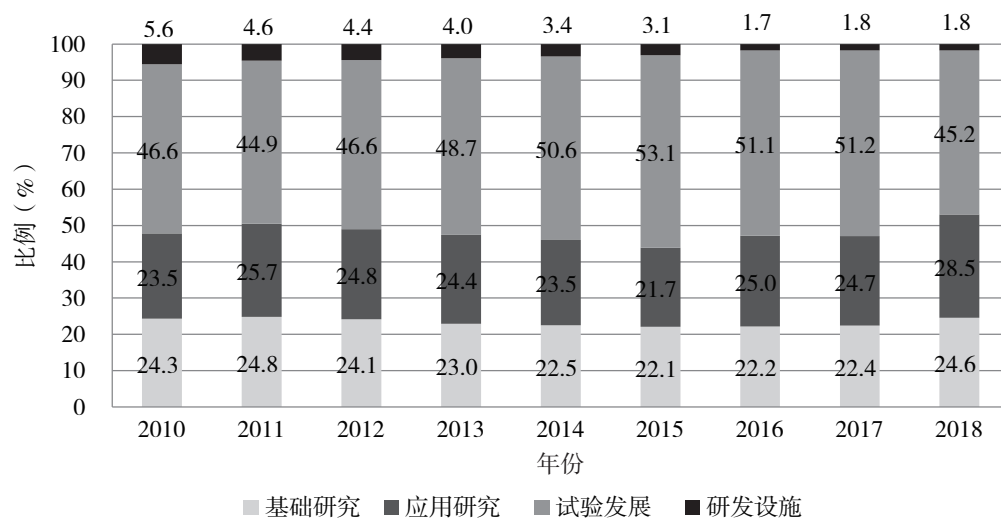


图3 美国联邦政府 R&D 经费支出分布 (2010—2018 财年)

注：2018 财年为预算数。

数据来源：2010—2015 财年数据来自美国国家科学基金会网站，2016—2018 财年数据来自美国白宫预算管理办公室 (OMB)。

究经费占其基础研究经费总量的比例长期保持在 50% 左右。2015 财年，联邦政府基础研究经费支出为 315.3 亿美元，其中，投入高等学校的比例为 48.5%，投入联邦政府内部机构的比例为 18.4%，投入联邦资助研发中心 (FFRDCs) 的比例为 14.7%，非营利机构和企业占比分别为 9.5% 和 8.0%，还有极少量经费投入到地方政府和国外，所占比例分别为 0.2% 和 0.7% (见图 4)^[6]。

各主要资助机构根据其发展需求和职能定位，

支持对象各有侧重。卫生与人类服务部的主要资助对象是高校及其内部机构。2015 财年，卫生与人类服务部基础研究经费为 150.8 亿美元，占到联邦政府基础研究总支出的 47.8%，其中投入高校和内部机构的比例分别为 56.9% 和 21.3%，其次为其他非营利机构，占比为 14.5%。国家科学基金会则将绝大部分经费投向高校。2015 财年，国家科学基金会基础研究经费支出为 49.7 亿美元，占到联邦政府基础研究总支出的 15.8%，其中投入高等学校

表 1 2018 财年美国 6 大联邦政府机构基础研究经费和 R&D 经费预算情况

部门（机构）	基础研究经费（亿美元）	R&D 总经费（亿美元）	基础研究经费占比（%）
卫生与人类服务部	128.16	261.44	49.0
国家科学基金会	42.80	53.71	79.7
能源部	39.78	134.08	29.7
国家航空航天局	37.17	103.27	36.0
国防部	22.38	533.96	4.2
农业部	9.52	19.91	47.8
其他	9.55	70.60	13.5
总计	289.36	1 176.97	24.6

数据来源：美国白宫预算管理办公室。

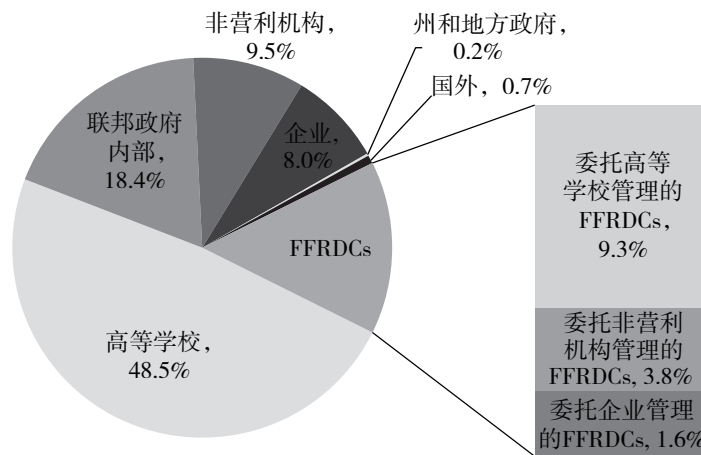


图 4 美国联邦政府基础研究经费流向（2015 财年）

数据来源：美国国家科学基金会网站。

的比例高达 81.2%。能源部的主要资助对象是联邦资助研发中心，经费投入比例占到 71.1%。国家航空航天局则将企业和高等学校管理的联邦资助研发中心作为主要资助对象，投入比例均为 30% 左右（见图 5）^[6]。

1.4 美国联邦政府基础研究经费资助的主要学科领域

美国在基础研究投入领域方面采取了点面结合的模式。一方面，为保护科学家单纯进行科学研究的积极性，将大量经费投向以自然科学基金为代表的自主类基础研究项目，在投入领域方面几乎涵盖所有自然科学领域。另一方面，围绕国家科技发展战略和科技竞争战略重点，同时将大量经费投向仅涵盖符合国家发展战略需求的少数领域。例如，

20 世纪 60 年代，美国为与苏联开展太空竞赛，以发展航天技术为主；70 年代，为应对当时的全球性能源危机，以发展能源技术为重点；80 年代提出星球大战计划，美国在太空领域的基础研究投入大幅增加；90 年代，美国高度重视纳米技术和信息技术发展，随即制定了《国家纳米技术计划》（NNI）、《网络与信息技术研发计划》（NITRD）等^[3]。

进入 21 世纪以来，生命科学领域成为美国基础研究关注的重点。根据国家科学基金会最新公布的数据，2015 财年美国联邦政府将约一半的基础研究经费投入到了生命科学领域（48.2%），其次主要投入到自然科学（14.7%）、工程（11.7%）、环境科学（8.7%）等。对于生命科学领域，重点

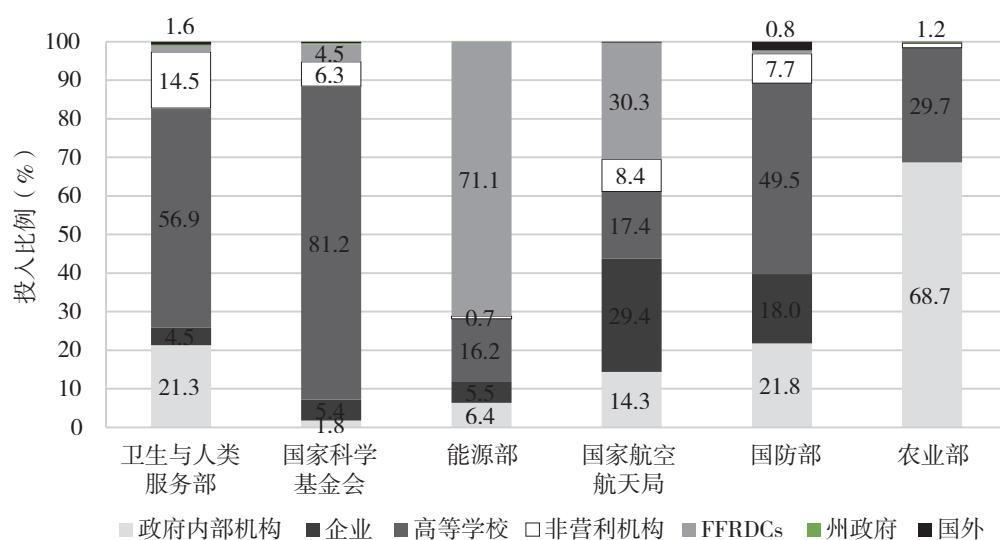


图5 美国基础研究主要资助机构经费流向 (2015 财年)

资助的学科是生物学和医学，分别占到生命科学领域经费总量的 51.0% 和 36.7%。对于自然科学领域，则以资助物理学和天文学为重点，分别占到自然科学领域经费总量的 55.6% 和 23.2%^[6]。

各主要联邦政府机构基础研究经费投入的学科分布主要依据其使命不同而呈现不同特点（见表 2）。国家科学基金会是美国政府支持基础研究的主要单位，支持科学、数学和工程科学所有领域的基础研究。在医学和生物学领域，国家科学基金会和卫生与人类服务部有较默契的分工：除植物基因组计划外，国家科学基金会主要支持宏观生物学研究，卫生与人类服务部则涉及几乎所有剩下的现代生物学领域，特别是与疾病治疗有关的生物学基础研究。其他部门则支持与其特定任务密切相关的基础研究，例如能源部侧重于物理学和化学以及冶金与材料工程，国防部侧重于计算机科学和数学，以及电子、机械、材料等工程领域研究，农业部则侧重于农业科学和环境生物学^[6]。

2 我国中央财政对基础研究资助情况分析

2.1 中央财政科技支出是我国基础研究经费的主要来源

相对于美国基础研究经费投入主体的多元化，我国基础研究经费来源单一，高度依靠中央财政投入。中央财政科技支出是基础研究经费的主要来源，并主要集中在自然科学基金委、科技部、中国科学

院和教育部 4 个部门。根据全国政府财政支出决算与基础研究经费统计数据测算，我国基础研究总经费中，中央财政占到 90% 以上。2017 年，中央财政科技支出“基础研究”科目预算为 516.8 亿元，其中自然科学基金委为 267.3 亿元、中国科学院为 179.4 亿元、教育部为 31.9 亿元、科技部为 23.1 亿元，分别占到中央财政基础研究预算的 51.7%、34.7%、6.2% 和 4.5%，合计占 97.1%^[7]。根据中央本级财政科技支出科目估算，中央财政“基础研究”科目占“基础研究”“应用研究”和“技术研究与开发”三科目之和（类似于 R&D 科目）的比例从 2012 年的 20.5% 提高到 2017 年的 26.6%，高于美国联邦政府基础研究经费占其 R&D 预算的比例（见表 3）^[8]。中央财政科技计划、专项管理改革后，在中央财政科技支出中设立了国家重点研发计划。该计划安排了“变革性技术关键科学问题”重点专项支持原创性研究和前沿交叉研究，并在其他 40 多个重点专项中，按照“全链条设计、一体化实施”的原则，适当安排了基础研究项目。因此，综合考虑“基础研究”科目与国家重点研发计划用于基础研究的部分，中央财政用于基础研究的比例更高。

2.2 中央财政基础研究经费主要投入政府研究机构和高等学校

新中国成立以后，我国沿袭了苏联的科技管理体制，政府研究机构在我国科研体系中占据重要地位。20 世纪 90 年代初，政府研究机构曾是我国开

表2 2015财年美国主要联邦部门基础研究经费按科学与工程领域分布(%)

部门	计算机科学和数学	工程	环境科学	生命科学	自然科学	心理学	社会科学	其他学科
卫生与人类服务部	0.5	5.1	1.3	83.8	0.4	6.1	0.4	2.5
国家科学基金会	18.1	14.6	23.9	14.1	18.2	0.7	3.7	6.7
能源部	12.0	21.7	6.6	8.3	41.3	0.0	0.0	10.1
国家航空航天局	1.0	18.5	28.4	4.4	39.4	0.2	0.0	8.1
国防部	20.0	27.0	4.5	10.9	13.5	1.4	0.7	21.9
农业部	0.1	2.3	0.7	88.2	4.8	0.0	3.9	0.0
所有部门	6.3	11.7	8.7	48.2	14.7	3.2	1.1	6.1

数据来源：美国国家科学基金会网站。

表3 中央本级财政支出中基础研究科目支出决算数(2011—2017年)

年份	科学技术支出(亿元)	基础研究(亿元)	应用研究(亿元)	技术与开发(亿元)	基础研究科目占“R&D科目”比重(%)
2011	1 942.10	294.26	979.88	—	—
2012	2 210.43	328.13	1 168.35	103.14	20.51
2013	2 368.99	362.91	1 322.63	107.04	20.25
2014	2 436.66	428.84	1 344.97	109.57	22.77
2015	2 478.39	500.45	1 394.19	110.34	24.96
2016	2 686.11	518.13	1 424.96	60.80	25.86
2017	2 841.87	516.80	1 378.76	44.27	26.64

注：2011—2016为决算数据，2017年为预算数据。

数据来源：财政部网站。

展基础研究的核心力量。随着“985工程”“211工程”“协同创新工程”的加快实施，高等学校研究实力迅速提升。相应地，基础研究的执行主体也由政府研究机构一支独秀逐步过渡为政府研究机构和高等学校双峰并峙。根据中央本级财政支出决算以及自然科学基金委、中国科学院、教育部和科技部年度决算数据测算，中央财政对政府研究机构和高等学校基础研究的资助力度相当，基础研究经费中有约50%流向政府研究机构，约47%流向高等学校。其中，重点基础研究计划^①和自然科学基金均将高等学校作为资助重点，分别将约60%和75%的经费投入高等学校。

2.3 基础研究相关计划和专项资助重点各有侧重

目前，我国已形成以自然科学基金、重大科学

研究计划、战略性先导科技专项、变革性技术关键科学问题重点专项等为保障，以国家重点实验室等一批高水平实验研究基地为支撑的基础研究体系。各类计划和专项资助重点各有侧重。比如，自然科学基金注重自由探索和学科交叉，在数理科学、化学科学、生命科学、地球科学、工程与材料科学等8大学科进行布局，其中医学科学、工程与材料科学以及生命科学为支持重点，2016年上述学科基础研究经费所占比例分别为21.4%、17.1%和16.2%（见图6）^[9]；重点基础研究计划围绕国家重大战略需求，在农业、能源、信息以及资源环境等9个技术领域进行前瞻部署，对各领域资助力度差别不大，重大科学前沿、健康和综合交叉领域基础研究经费占比相对较高，2015年分别为14.6%、

^① 中央财政科技计划、专项管理改革后，原重点基础研究计划整合到国家重点研发计划。由于国家重点研发计划分年度拨款，部分“十二五”时期立项的项目，在2016年、2017年仍有拨款。

13.6%和12.4%（见图7）；国家重大科学研究计划在蛋白质研究、量子调控研究、纳米研究、发育与生殖研究、干细胞研究和全球变化研究6个重大科学研究方向进行了战略部署，其中对纳米研究的支持力度最大，其次为蛋白质研究和量子调控研究，2015年上述各项研究基础研究经费占比分别为25.9%、18.9%和16.2%^[10]。

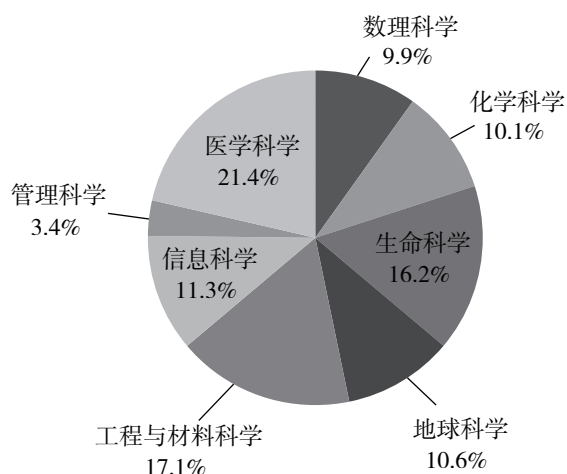


图6 自然科学基金按学科分布（2016年）

数据来源：国家自然科学基金资助项目统计资料2016。

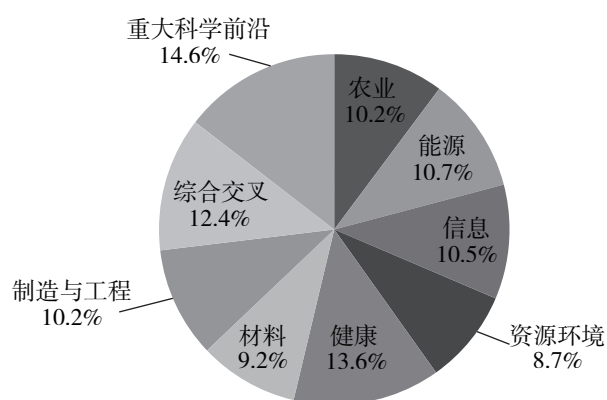


图7 重点基础研究计划按技术领域分布（2015年）

数据来源：中国科技统计年鉴2016。

3 启示与建议

3.1 构建多元化基础研究投入机制

美国联邦政府虽是美国基础研究的投入主体，但企业、高校和非营利机构都对基础研究投入发挥了极为重要的作用。正是这种联邦政府主导、各类机构共同投入的多元化投入体系，为美国基础研究长期保持世界领先奠定了雄厚的财力基础。与美国相

比，我国基础研究经费总量不足，且来源于单一。2016年，党中央做出了建设世界科技强国的重大决策，基础研究站在了新的历史起点。加强基础研究，增强创新源头供给，必须多措并举，构建多元化的投入机制。首先，中央财政对基础研究的支持力度不能减弱。目前中央财政对基础研究的投入已处于较高水平，大幅提升的空间有限。在中央财政收入收紧的背景下，中央财政在支持基础研究方面仍应发挥主体作用，支持力度不能减弱。其次，引导科技财力比较雄厚的省市重视基础研究。尽管投资基础研究是中央财政的主要职责，但鉴于我国地方财政在国家财政中占有举足轻重的地位，且基础研究在区域创新发展中具有重要战略意义，建议率先引导北京、上海、江苏、浙江等财力雄厚的地区加大对基础研究的资助力度。再次，引导企业加大基础研究投入力度。通过加强知识产权保护、企业研发加计扣除等政策措施，鼓励企业重视基础研究，率先引导行业领先企业和建有国家重点实验室的企业加大基础研究资助力度，加强行业共性问题的基础研究。

3.2 形成分工合理的基础研究体系

总体来看，高等学校是美国联邦政府的主要资助对象。联邦政府各部门根据自身的职能定位，充分发挥高等学校、研究机构的特色与优势，资助对象各有侧重。比如，美国国家科学基金会将80%的经费投入到高等学校，而美国农业部则将68%以上的经费投入到其内部研究机构。政府研究机构和高等学校是我国基础研究的执行主体，在过去的很长一段时间，国家自然科学基金和重点基础研究计划都曾将高等学校作为主要资助对象，这在一定程度上反映出政府研究机构与高等学校在基础研究体系中存在定位不清、功能交叉重复等问题。为此，建议进一步厘清政府研究机构与高等学校功能定位，明确研究分工。政府研究机构是国家整体科技布局的基础，应定位于为国家社会经济发展和国家安全的战略目标服务，其基础研究活动应聚焦重大需求，体现国家发展战略目标与导向。高等学校学科门类齐全、学术思想活跃、学术氛围浓郁，拥有大批学术造诣深厚的教授专家和富有创造精神的学生，应定位于主要从事自由探索基础研究。

3.3 资助重点向弱势学科领域倾斜

随着相关计划、专项的稳步实施，我国基础研

究繁荣发展，国际影响力显著提升。国际科技论文数量连续多年居世界第二位，总被引用次数升至世界第二位，材料科学、化学、物理学和数学等学科论文数量以及被引用次数已位居世界前列。但需要注意的是，我国各学科发展不均衡问题比较突出，很多学科和领域还处于跟踪水平。数据显示，我国分子生物学与遗传学、神经科学与行为学、微生物学、免疫学等生命科学领域与世界平均水平差距较大，篇均被引用次数仅为世界平均水平的50%左右。从资助学科领域来看，生命科学是当前美国联邦政府资助的重点，其基础研究经费大幅超过自然科学、工程等领域。相比较而言，我国基础研究相关计划和专项按学科领域布局相对均衡，学科间差异不大，对生命科学等弱势学科的支持力度远远低于美国。为此，建议进一步加强国家科技计划体系的系统性部署，强化对国际科学前沿重点领域和方向的谋划布局，加大对生命起源、脑科学、微生物学、免疫学等生命科学领域的支持力度，补足我国基础研究的短板。■

参考文献：

- [1] 刘云. 中美基础研究比较[A]. 科学技术部国际合作司. 中美科技政策研讨会论文集[C]. 北京：科学技术文献出版社，2010：185-199.
- [2] 李红林，孙喜杰，曾国屏. 典型国家基础研究投入及其协调机制研究[J]. 科学学研究，2008（12）：1174-

- 1179.
- [3] 刘云，安菁，陈文君，等. 美国基础研究管理体系、经费投入与配置模式及对我国的启示[J]. 中国基础科学，2013（13）：43-52.
- [4] NSF. National patterns of R&D resources: 2014-15 data update[EB/OL]. [2017-06-20]. <https://www.nsf.gov/statistics/2017/nsf17311/#chp2>.
- [5] Office of Management and Budget. A new foundation for American greatness—president's budget FY2018 [EB/OL]. [2017-05-31]. <https://www.whitehouse.gov/sites/whitehouse.gov/files/omb/budget/fy2018/budget>.
- [6] NSF. Survey of federal funds for research and development Fiscal years 2015-17[EB/OL]. [2017-06-30]. <https://ncesdata.nsf.gov/fedfunds/2015/>.
- [7] 财政部预算司. 2017年中央本级支出预算表[EB/OL]. [2017-07-30]. http://yss.mof.gov.cn/2017zyys/201703/t20170324_2565759.html.
- [8] 财政部预算司. 2011—2016中央本级支出决算[EB/OL]. [2017-07-30]. <http://yss.mof.gov.cn/>.
- [9] 国家自然科学基金委员会. 国家自然科学基金资助项目统计资料2016年度[EB/OL]. [2017-06-25]. <http://www.nsf.gov.cn/publish/portal0/tab104/>.
- [10] 国家统计局社会科技和文化产业统计司，科技部创新发展司. 中国科技统计年鉴2016[M]. 北京：中国统计出版社，2016：169-170.

Analysis and Enlightenment of the Basic Research Expenditure Allocation of US Federal Government

ZHU Ying-chun

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

Abstract: The US federal government has always attached great importance to basic research. With the sustained and stable investment in basic research, the US keeps its leading role in science and technology development in the world. Based on the latest data, this paper analyzes the funding scale, funding targets and funding areas of the US, and provides reference for further improvement of China's basic research funding system, under the background of building an innovative country and a science and technology giant.

Key words: federal government of the United States; basic research; basic research expenditure allocation