

· 管理纵横 ·

兼顾追求卓越与包容性的美国科学基金会：从资助战略到资助区域分布

张祚¹ 王文泽^{2*} 魏芹³

(1. 华中师范大学 公共管理学院, 湖北 武汉 430079; 2. 国家自然科学基金委员会 人事局, 北京 100085; 3. 国家自然科学基金委员会 科研诚信建设办公室, 北京 100085)

[摘要] 成立科学基金资助机构是世界范围内支持本国基础研究发展普遍采用的途径。美国国家科学基金会不但对美国科学发展影响深远,也是各国科学基金发展的学习典范。基于基础研究特征与科学基金形成的必然性,从“核心使命”、“愿景”和“战略目标”三个层面对美国 NSF 的发展战略进行梳理;分析了 NSF 核心价值、资助战略中追求卓越与兼顾包容性的特点,并进一步基于统计数据分析了 NSF 不同项目类型的区域分布特点,以期为中国国家自然科学基金委员会科学制定发展战略、统筹区域发展提供借鉴。

[关键词] 美国国家科学基金会;资助战略;区域分布;卓越;包容性

作为创新驱动发展的根基,基础研究相比应用研究、产业发展,更具先导性。而随着国家对科学基金投入的持续增长和影响力的不断扩大,国家自然科学基金委员会作为国家重要的战略资源,已成为政府支持基础性、战略性、前沿性科学研究的主渠道。国家自然科学基金不但在学科分布上涉及到基础研究的各个领域^[1],在区域分布上也分布广泛。受资助的各类从事基础研究的科研单位覆盖了中国 31 个省(市、区)中 190 余城市中 1 200 余家从事基础研究的各类科研单位^[2]。

美国国家科学基金会(National Science Foundation, NSF)作为支持美国基础研究的政府“代理人”,是美国第二次世界大战以后积极探索战后新形势,积极探索新形势下的国家发展战略与政策取得的重要成果。NSF 不但对美国科学发展起到深远的影响,也成为世界范围内各国通过发展科学基金资助本国基础研究的学习典范^[3]。随着中国基础研究和科学基金的快速发展,大量研究从不同角度介绍了美国 NSF 及其成功经验,如: NSF 的政策设计与执行^[4]、科学数据共享管理^[5]、同行评议制度^[6]、绩效管理与评估^[7]、审计监督^[8]、对学术不端

的约束^[9]、对交叉学科的资助管理^[10]、对变革性研究的资助管理^[11, 12]、学科资助战略^[13]等等。但已有文献对于从顶层设计层面,系统梳理美国 NSF 资助战略,以及 NSF 资助项目在美国的区域分布相对不足,而这正是本研究的切入点。

基于对基础研究特征的回顾,以及以科学基金资助基础研究必然性的分析,本文按照“核心使命—愿景—战略目标”的逻辑对美国 NSF 的发展战略进行梳理;从追求卓越和包容性两个层面分析 NSF 的核心价值;进一步基于统计分析 NSF 不同项目类型的区域分布特点;最后,总结和探讨了对于中国国家自然科学基金委员会科学制定发展战略、统筹区域发展提供借鉴。

1 基础研究与科学基金资助

1.1 基础研究及其主要特征

研究与发展(R&D)活动具体可以划分为基础研究、应用研究、试验发展^[14]。大多数观点普遍认为,作为无国家边界、由好奇心驱动和不受资助资金、应用前景等现实状况所干扰的科学研究领域^[15],基础研究不需要有特定的应用目的,而对所

从事的研究内容开展更广泛、更深入的理解^[16]。联合国教科文组织也同样认为进行基础研究的主要目的在于获得新知识,而没有任何具体预期的应用或使用目标^[17]。Stokes通过“是否追求基本认识”和“是否追求应用考虑”两个维度,提出了著名的“巴斯德象限”、“波尔象限”和“爱迪生象限”,并将研究划分为应用驱动的基础研究、纯基础研究和纯应用研究^[18]。OECD科技政策委员会将基础研究划分为由心中无特别用途的纯好奇心驱使的基础研究和商业用途激发的基础研究,其中前者可以理解为是纯学术研究,而后者是以应用为导向的基础研究^[19]。由于各个国家具体国情和研究水平的差异,对于基础研究理解也会有不同侧重,如:美国国家科学基金会(NSF)认为“基础研究是为了发展不具有特定商业目的的科学知识的研究,尽管这类研究的领域可能与公司的现实或潜在利益有关”;日本政府提到“不论有无应用目的,只要为形成某种假说和理论,或是为获得关于现象及事实的新知识进行的研究”;而英国科学技术局认为基础研究是“好奇心驱动的研究”或“没有特定期望结果的研究”^[17]。

1960年代,中国就有关于“基础研究”和“应用研究”等区分和说法,直到1980年代为了在统计上与国际接轨,才将国际上关于R&D的分类引入到国内。2006年颁布的《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020年)》明确指出:“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,是高新技术发展的重要源泉,是培育创新人才的摇篮,是建设先进文化的基础,是未来科学和技术发展的内在动力”。

1.2 资助基础研究的依据与形式

由于基础研究与应用研究性质的不同,如何为基础研究提供必要的资源和资金保障,是推动基础研究的发展首要解决的问题之一。一方面,由于基础研究具有明显的公共物品属性,并且具有知识溢出效应^[20];另一方面,由于研发活动的高风险和竞争性企业的逐利本性,带有“满足好奇心”特征的基础研究很难从企业(或市场)获得充分的研发投入^[21]。因此,为了推动科技创新,通过政府手段调配资源或提供科学基金资金来支持基础研究有其必然性。第二次世界大战以后,布什最先论证了这种合理性,并提出由基础研究推动应用研究,进而推动技术创新的逻辑,为美国由政府出资支持的基础研究提供了理论根据^[22],并直接推动了美国国

会于1950年4月27日通过《国家科学基金法案》,决定成立一个新的联邦政府机构,负责通过科学基金资助美国的科学与工程各领域的研究与教育事业,即NSF。美国NSF的成立,开创了政府通过提供科学基金支持本国基础研究的先河。而在世界范围内,类似代表政府提供科学基金资助基础研究的机构陆续成立,其中有代表性的包括:英国研究理事会(Research Councils UK, RCUK)、日本学术振兴会(Japan Society for the Promotion of Science, 缩写为JSPS)、德国德意志研究联合会(German Research Foundation, DFG)、澳大利亚研究理事会(Australia Research Council, ARC)与国家卫生与医学研究理事会(National Health and Medical Research Council, NHMRC)、俄罗斯基础研究基金会(Russian Foundation for Basic Research, RFBR)、韩国国家研究基金会(National Research Foundation of Korea, NRF)以及中国国家自然科学基金委员会(National Natural Science Foundation of China, NSFC)等。

2 NSF的核心价值与资助战略

2.1 机构使命与发展战略

第二次世界大战期间,由于战争的需要及刺激,美国联邦政府开始向大学提供大量科研资助。二战以后,作为承担联邦政府官方资助代理人角色的美国NSF成立,且组织机构和运行模式逐步形成。NSF代表美国联邦政府机构全面资助各学科领域基础研究,与美国科学技术政策办公室(OSTP)、美国国家卫生研究院(NIH)、美国国家科学院(NAS)等一起组成了美国国家创新体系(图1)^[23]。

NSF拥有制定预算和拨款的自主权,它的资金来源于美国政府的财政拨款。随着美国对科技发展重视程度的不断加深,对基础研究的投入也逐年上升。截止至2016年,NSF的年度预算已经达到73.44亿美元^[24],占比超过美国联邦政府资助学术机构总数的20%。相比1950年机构成立之初时的350万美元,年度资助经费增长了2000多倍。NSF的财政经费中的60%用于资助基础研究^[25]。此外,在经费支出结构中,以2014财年为例,81%的经费用于研究及其相关的活动、12%用于教育与人力资源开支、3%用于重要项目设备与设施建设、4%用于机构运作和资助管理,另外各有1%分别用于监察办公室(Office of Inspector General)和美国国家科学委员会(National Science Board)^[25]。



图 1 NSF 在美国国家创新体系中的“角色”

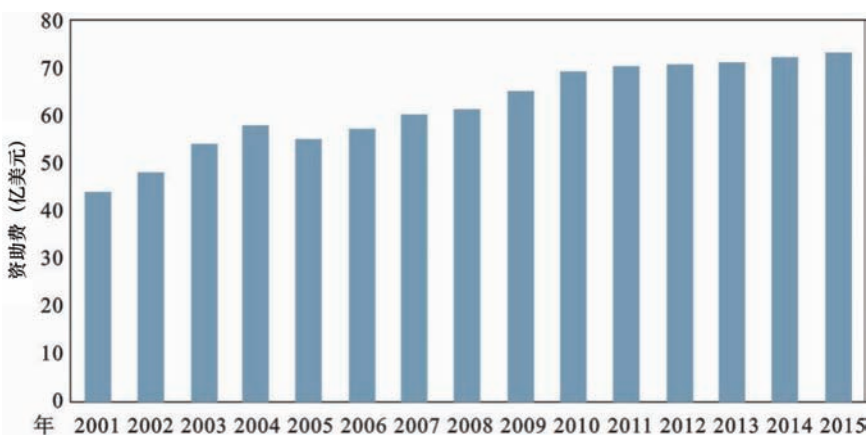


图 2 2001—2015 财年 NSF 资助经费总额变化

资料来源: 根据 2001—2015 财年 NSF 财务报告整理得到。

1950 年出台的 NSF 法案规定了 NSF 不变的使命任务是“促进科学的进步, 提高国民健康水平, 使国家繁荣昌盛, 保障国家安全”。60 多年来, NSF 始终围绕这一使命来作为政府“代理人”资助美国自然科学基础研究。NSF 不同时期制定的战略规划在该使命任务的目标下做出的具体安排。这些具体规划包括:《处于世界变化中的美国国家科学基金会战略规划》^[26]、《国家科学基金会 2001—2006 财年 GPRA 战略规划》^[27]、《投资美国未来: 美国国家科学基金会 2006—2011 财年战略规划》^[28]、《以发现与创新提升国家实力: 美国国家科学基金会 2011—2016 财年战略规划》^[29]、《投资美国未来的科学、工程与教育战略规划 (2014—2018)》^[30]。通过对这些不同时期战略规划的梳理, 归纳如表 1 所示。

2.2 兼顾追求卓越与包容性

从 NSF 核心使命与同时期的发展战略的梳理与对比中可以看出, NSF 除了始终围绕着“科学前沿”、“资助一流研究”等核心目标开展工作以外, 还承担着“平衡科研资源, 服务社会”的使命。NSF 认为由于科学发展太快, 任何试图用一成不变的名称来界定和描述科学发展都是不可能的; 过分地强调学科往往也容易产生学科壁垒而限制科学发展, 特别是交叉科学、新兴科学的发展。因此, NSF 并不强调学科, 而是将“永远追求科学的前沿”作为工作理念, 并称其为“科学的核心或核心科学”, 而对其投资称之为“核心投资”^[29]。此外, 早在 1992 年, 时任 NSF 主任的 Walter Massey 提出 NSF 的双重任务: “一是通过识别和确定最好的研究人员, 在知识前沿的各个点上支持一流的研究; 二是平衡战略研究领

表1 NSF基本使命与不同时段战略规划目标对比

核心使命		促进科学的进步,提高国民健康水平,使国家繁荣昌盛,保障国家安全				
基期年		1995	2001	2006	2011	2011
不同阶段具体规划目标	目标年	2001	2006	2011	2018	2018
	愿景	为国家的科学、数学和工程的发展培育人才,让科学为社会服务	通过探索发现、教育学习和创新,创造美国未来	促进探索发现、创新和教育,拓展现代知识疆域,助力未来科学和工程的发展	通过科学与工程的新观念促进美国发展、引领世界科研与教育	
	战略目标	<ul style="list-style-type: none"> • 引领世界科学 • 加强与其他机构的合作 	<ul style="list-style-type: none"> • 思想 • 人才 • 工具 • 组织先进性 	<ul style="list-style-type: none"> • 探索发现 • 教育学习 • 研究基础设施 • 科研队伍 	<ul style="list-style-type: none"> • 变革科学与工程前沿 • 为社会的发展而创新 • 成为卓越的科学机构 	

资料来源:根据对应的报告整理得到。注:2011年发布的《以发现与创新提升国家实力:美国国家科学基金会2011—2016财年战略规划》将战略目标年定为2016年;而2014年颁布的《国家科学基金会:为美国的未来投资科学、工程与教育(2014—2018战略规划)》维持了这一战略目标,但将目标年定为2018年。

域的资源分配,对符合国家目标的科学机遇做出反应”^[28]。究其兼顾包容性的原因,一方面基础研究高度依赖智力资源,而创新的复杂性内涵和过程的不确定性^[31]决定了只有更加包容才能支持基础研究人才队伍多样性和发展可持续性。另一方面,基于基础研究的公共物品属性,作为以公共财政支出执行科学资助的“代理人”,有必要兼顾科学资助在地域、人群、学科领域等方面的均衡性。

从遴选资助对象的方式上来看,为了资助“一流的研究”,NSF所在用的同行评议体系是目前国际上公认的遴选科学与工程学研究的黄金标准(gold standard)^[32]。虽然,同行评议也被诟病存在偏于保守、不利于评价创新性研究、涉及利益冲突等问题,但目前NSF仍将其视为甄别“一流研究”并进行资助最有效的标准尺度。而NSF在对于资助项目评审标准的把握上,要求评审专家同时从学术价值(intellectual merit)和影响广度(broader impacts)两方面来对资助申请进行判断^[33]。

无论是从战略层面,还是具体的制度、规定,NSF在追求卓越、尊重“黄金标准”的同时,注重资助的包容性和平衡性。除了是否促进学科发展、是否有创新性、申请人能力与可行性等考虑因素,是否有利于弱势群体(女性、少数族裔、残疾人、偏远地区等)的参与、是否有利于提升申请所在地研发条件(如设备、仪器、网络和协作关系等)、是否能够更广泛地提升大众对科学和技术的理解能力及服务社会等方面也同样纳入资助考虑范围。例如:2014年NSF对于自身5大核心价值的解构中,第3条提到:“追寻和接受来自于各个方面,包括弱势群体、不同

区域和机构等在内的贡献”^[29];此外,早在1980年NSF授权支持推动女性和少数族裔参与科学与工程学领域的活动^[34]。2015年,NSF发布了专门针对女性、少数民族和残障人士在科学研究中的贡献报告^[35]。在资助实践中,2012财年女性的申请数远少于男性,但资助率略高于男性,少数族裔的资助率略低于所有项目负责人的平均水平;资助率较高的为白人(26%)和黑人或非裔美国人(23%),而资助率较低为亚裔(18%)、西班牙裔或拉丁裔(21%)^[36]。

3 NSF资助的区域分布

3.1 总体资助分布概况

根据NSF对2005—2012财年美国全国获资助的单位类型、获资助金额和排名数据^[37],统计发现:在约1900个获得NSF资助的单位中,获得资助金额排名前10的单位获资助金额总额占全国的13%—16%;获得资助金额排名前50的单位获资助金额总额占全国的50%—55%;获得资助金额排名前100的单位获资助金额总额占全国的73%—76%;而其他所有单位获资助金额总额占美国全国的24%—27%(图3)。由此可见,NSF项目大部分资助集中在排名靠前的单位或机构中。如果将获得NSF资助的单位划分为学术机构、非盈利组织、盈利组织、联邦机构和实验室4类,2005—2012财年获得NSF资助单位类别中比例最大的是学术机构,平均超过76%,其中2012财年这一比例更是达到了80%;其次是非盈利组织,比例在12%—15%之间(图3)。

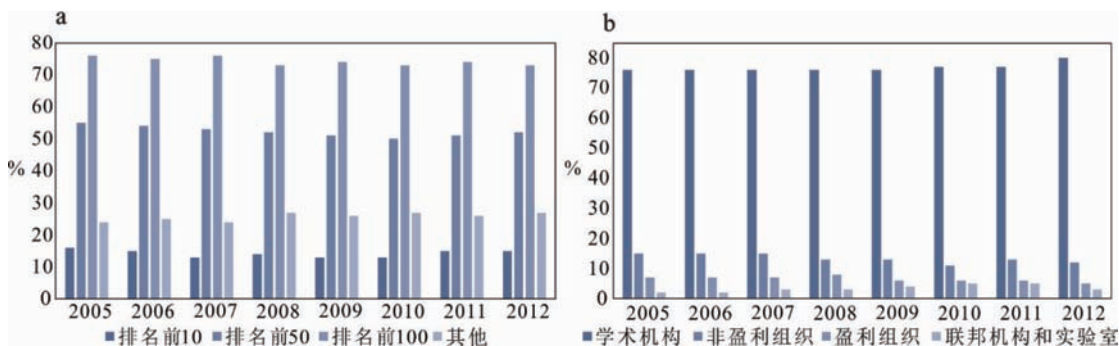


图 3 2005—2012 财年各单位获得 NSF 资助金额所占比例: 不同排名 (a) 与不同单位类型 (b)

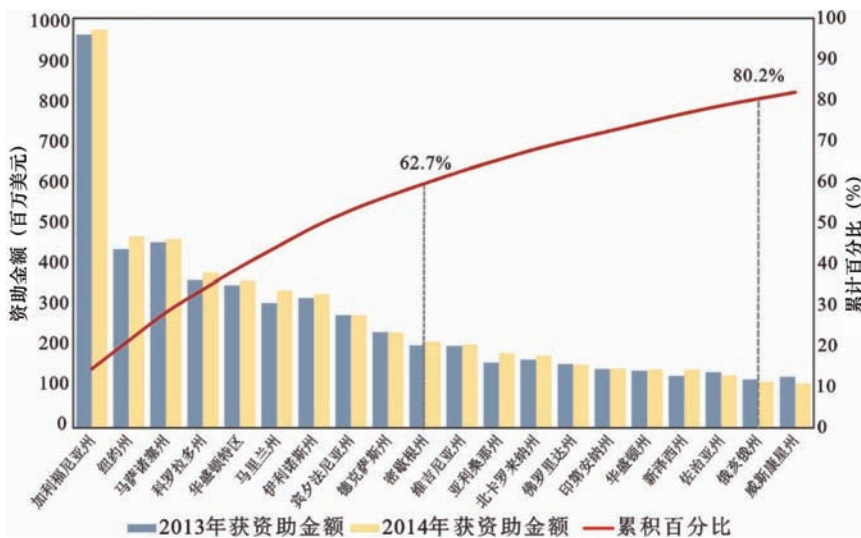


图 4 美国不同区域 2013 年、2014 年获得 NSF 资助 (排名前 20) 金额对比

资料来源: 根据 NSF 公布的 2013 财年和 2014 财年数据 (具体见: <http://dellweb.bfa.nsf.gov/AwdLst2/bottom.asp>) 整理得到; 注: 图中累积百分依据 2014 年获资助金额计算得到。

根据 NSF 公布的 2013 财年和 2014 财年不同州获得 NSF 资助的统计数据整理分析, NSF 的资助项目覆盖到美国 54 个行政区域 (包括 50 个州以及华盛顿特区、波多黎、关岛和维尔克群岛)。这 54 个区域 2014 年获得资助金额相对于上年平均上升了 13%, 除了 18 个州有不同程度的下降, 其他都有不同程度的上升。其中南达科他州、内华达州、俄勒冈州、波多黎各增长幅度较大, 超过 40%。不同地区获得资助金额的水平差异明显。获资助金额最多的是加利福尼亚州, 所获金额占到了美国全境的 14.4%。此外, 获得资助的区域聚集性也较为显著, 获得资助金额排名前十的 10 个州 (加利福尼亚州、纽约州、马萨诸塞州、科罗拉多州、华盛顿特区、马里兰州、伊利诺斯州、宾夕法尼亚州、德克萨斯州、密歇根州) 所获资助金额总数占到美国全国的 62.7% (见图 4); 而获得资助金额排名前 19 的州获资助金额总数占到美国全国的 80.2% (见图 4)。

3.2 不同项目类型的区域分布

从 2014 财年美国各州获得 NSF 资助的空间分布特征来看 (见图 5), 无论是获得 NSF 资助的金额总量还是资助项目数量, 最高的是东北部和西部沿海的州; 其次是中西部 and 东南部沿海的州; 而中、西部内陆地区, 除了科罗拉多州, 大部分处于相对较低水平。NSF 的资助项目主要可以划分为研究型、教育与人才型和重大研究设备型三类。其中各州研究型项目获资助金额平均所占比例最大, 达到 83.2%; 其次是教育与人才型项目, 达到 13.8% (见图 6b)。研究型项目获资助金额最高的罗得岛州、堪萨斯州、马里兰州、西弗吉尼亚州, 占比超过 92%; 而教育与人才型项目获资助金额最高的阿拉巴马州、南达科他州、北达科他州、蒙大拿州, 占比超过 30%。其中阿拉巴马州教育与人才型项目获资助金额占比更达到了 45.2%。除了科罗拉多州、华盛顿特区、亚利桑那州、加利福尼亚州和马里兰州, 其他绝大部分州没有获得重大研究设备型项目资助 (见图 6a)。

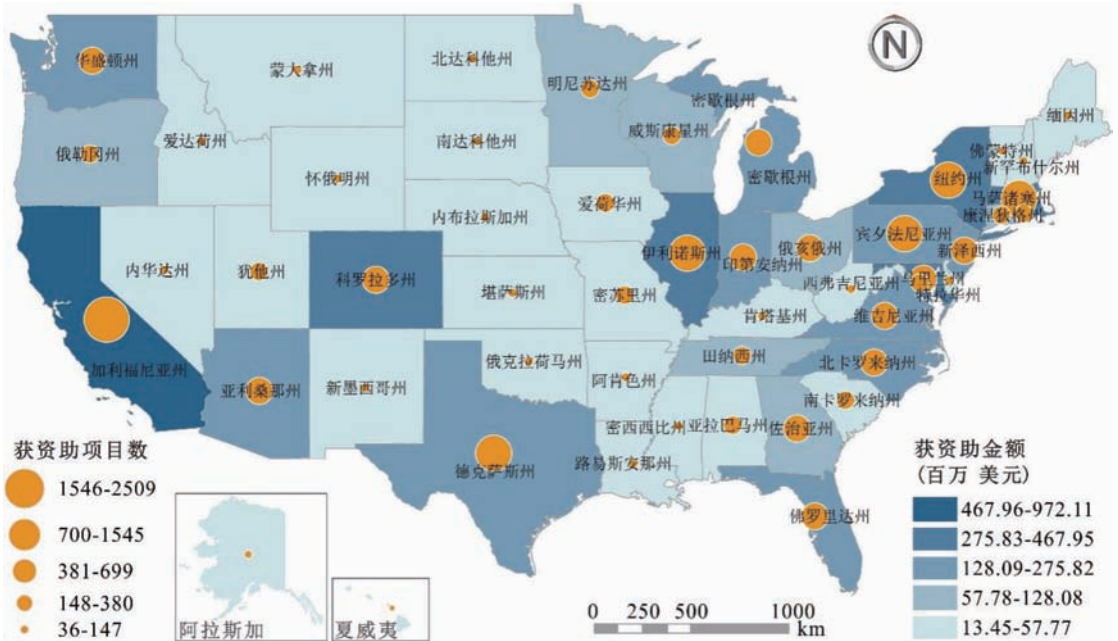


图5 2014财年美国各州获得NSF资助的空间分布

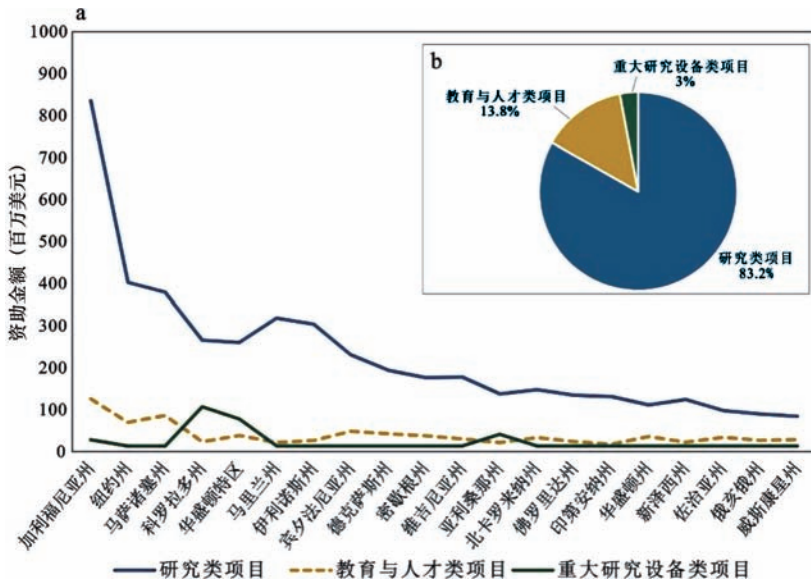


图6 2014财年美国NSF不同类型项目资助金额结构对比

注:图a是各州获得不同类型项目资助(排名前20)金额结构对比;图b是不同类型项目累计资助金额占比。

4 讨论与思考

4.1 讨论与小结

美国国家科学基金会(NSF)作为一个支持美国知识前沿领域的基础研究、科学与工程各领域跨学科和科学与工程教育的独立联邦机构,不但年资助经费占到全美基础研究资助总金额的四分之一,还逐渐形成有科学、合理的资助管理体系。通过NSF资助战略与资助区域分布梳理与分析,得到以下结论和讨论:

(1) 具有科学合理的发展战略体系。经过了60多年的发展,美国NSF形成了由“核心使命—愿景—战略目标”组成的多层次发展战略体系,以此作为资助美国基础研究开展、培养科学人才、提升科研环境以及推动NSF机构组织发展的导向。其中“核心使命”在1950年通过的《国家科学基金法案》确立后始终保持不变,而具体的远景和战略目标在“核心使命”的框架下通过战略规划定期修订,以适应时代和自身的发展变化。

(2) 资助战略兼顾追求卓越与包容性。为了资

助“一流的研究”,NSF作为世界上最早大规模采用同行评议来支持科学活动的政府资助机构之一,将竞争性的同行价值评议视为“黄金标准”,并将其作为对各大学进行经费资助、作为科学资源配置的主要方式。另外一方面,NSF在资助管理的过程中也非常注重对于资助包容性和平衡性的兼顾,不但支持推动女性和少数族裔参与科学与工程学领域的活动,注重人才队伍的多样性和可持续性,同时也谋求在地域、人群、学科领域等方面的均衡发展。

(3) 资助区域兼具“聚集性”与“广泛性”特征。从统计数据来看,美国各地区获得 NSF 资助金额的水平有明显的空间异质性和空间聚集性。获资助金额最多的是加利福尼亚州,所获金额占到了美国全境的 14.4%;而获得资助的区域聚集性也较为明显,获得资助金额排名前十的 10 个州所获资助金额总数占到美国全国的 62.7%。另外一方面,获 NSF 资助区域覆盖面广,涵盖了美国本土的全部州以及海外属地,其中一些科研相对落后的地区,如:南达科他州、内华达州、俄勒冈州近年获资助增长幅度超过 40%。因此,从美国 NSF 资助区域分布特点也印证了美国 NSF 追求卓越、强调“一流的研究”,同时兼顾“包容”、“均衡”的资助战略核心价值。

4.2 几点思考

(1) 中国国家自然科学基金委员会(以下简称“自然科学基金委”)是中国支持基础研究的主渠道之一,也是世界范围内自然科学基金体系中的重要组成部分。自 1986 年成立即提出“依靠专家,发扬民主,择优支持,公正合理”的评审原则,通过采取自主选题、自由申请制度,实行依托单位申请人负责制,以及引入同行评议等实现了通过科学共同体自主决策,并以项目为载体分配科研经费。这不但取代计划体制下的拨款模式,也打破了此前行政过度干预科学研究的局面。随着科学基金的发展,科学基金的权威性、公正性和合理性逐渐受到广泛的认可。而这种在科学共同体内受到不同区域不同群体感知的类似程度即科学基金资助的“一致性”标准,也是科学基金培育高新技术的重要源头、构筑卓越科学持续保障的重要基石。

(2) 中国经济、社会发展和基础研究队伍的分布的地区差异性的客观存在,决定了基础研究发展水平存在较大的地区差异。自然科学基金委作为国家面向全国基础研究发展和人才培养进行资助的

“代理人”,在促进国家科技全面进步等方面负有重要责任和使命。随着国家对科学基金投入的不断增长,科学基金资助在着眼推进科学前沿、加强前瞻部署、响应国家重大区域发展战略的同时,科学制定“均衡性”战略,合理推动中国区域科技发展不平衡的现状的改善,一方面也让边远、少数民族区域基础研究发展受益,促进地区特色学科发展、为区域经济社会发展服务;另一方面促进欠发达地区科研人才的稳定与关注基础研究后备人才队伍的培育,稳定基础研究人才队伍。

(3) 自然科学基金委不但应针对科学基金区域“一致性”与“均衡性”制定相应的发展战略和资助政策,同时还需要协调好两者的关系。而处理好两者关系也不是一成不变的模式,而是一个动态的过程:当“均衡性”战略和相应的资助政策更为突出的时候,应该相应加大“包容性”、“倾斜性”、“特色性”、“稳定人才队伍”等相关资助的力度;当“一致性”战略和相应的资助政策更为突出的时候,应该进一步突出“强调创新效率”、“强调优势集成创新”、“重大攻关或应急”、“高风险创新”资助的力度;当“一致性”战略和“均衡性”战略能较好协调时,应采取兼顾型或混合型战略。此外,国家自然科学基金区域资助战略可以考虑与国家重点的区域发展战略更及时有效地实现对接。

参 考 文 献

- [1] 张祚,吴善超,韩宇. 国家自然科学基金资助项目区位基尼系数与多样性分析. 中国科学基金, 2011, 25(5): 286—292.
- [2] 张祚,吴善超,李江风,等. 基于 GIS 的国家自然科学基金资助项目空间分布研究. 世界地理研究, 2012, 21(4): 163—175.
- [3] 朱建红. 美国国家科学基金会成立背景述评. 自然科学史研究, 2003, 22(2): 173—184.
- [4] 李宁,赵兰香. 从《科学:无止境的前沿》到美国科学基金会——美国科技政策过程的一个经典案例. 科学学研究, 2017, 35(6): 824—833.
- [5] 汪俊. 美国科学数据共享的经验借鉴及其对我国科学基金启示:以 NSF 和 NIH 为例. 中国科学基金, 2016, 30(01): 69—75.
- [6] 龚旭. 美国国家科学基金会的同行评议. 中国基础科学, 2004, 6(5): 33—37.
- [7] 陈建俞. 美国科学基金绩效评估中的若干关键问题. 中国科学基金, 2016, 30(4): 379—384.

- [8] 沈煜, 佟仁城. 美国国家科学基金会审计监督制度对我国的启示. 科研管理, 2009, 30(4): 138—143.
- [9] 韩宇, 王国骞, 李安. 美国国家科学基金会对学术不端行为的法律规制. 中国基础科学, 2009, 11(6): 68—72.
- [10] 沈新尹. 美国国家科学基金会对跨学科和学科交叉研究领域的支持及启示. 中国科学基金, 1997, 11(1): 68—71.
- [11] 郑永和, 陈淮. 美国国家科学基金会加强支持变革性研究考察. 中国基础科学, 2008, 10(4): 39—42.
- [12] 龚旭. 科学基金与创新性研究——美国国家科学基金会支持变革性研究的相关政策. 中国科学基金, 2011, 25(2): 105—110.
- [13] 张灿影, 高峰, 郭琳, 等. 美国 NSF 海洋科学学科资助战略分析. 地球科学进展, 2016, 31(4): 435—442.
- [14] POPADIUK S, CHOO C W. Innovation and knowledge creation: How are these concepts related?. International journal of information management, 2006, 26(4): 302—312.
- [15] [美]珍妮·卡尔维特, 冯艳飞译. 告别蓝色天空?. 武汉理工大学出版社, 2007.
- [16] National Science Board (US). Science & Engineering Indicators. Washington DC: National Science Foundation, 2016.
- [17] 唐先明, 张宗益, 刘胤. 国家自然科学基金地区科学基金政策效果研究. 管理科学学报, 2010, 13(12): 91—96.
- [18] Stokes D E. Pasteur's quadrant: Basic science and technological innovation. Washington DC: Brookings Institution Press, 1997.
- [19] 柳卸林, 何郁冰. 基础研究是中国产业核心技术创新的源泉. 中国软科学, 2011, 244(4): 104—117.
- [20] Nelson R R. The Simple Economics of Basic Scientific Research. Journal of Political Economy, 1959, 67(3): 297—306.
- [21] Beise M, Stahl H. Public research and industrial innovations in Germany. Research policy, 1999, 28(4): 397—422.
- [22] [美]万尼瓦尔·布什, 范岱年译. 科学: 没有止境的前沿. 北京: 商务印书馆, 2004.
- [23] Emily M. Hunter, Sara Jansen Perry, Steven C. Currall. Inside multi-disciplinary science and engineering research centers: The impact of organizational climate on invention disclosures and patents. Research Policy, 2011, 40(9): 1226—1239.
- [24] FY 2015 Performance and Financial Highlights. (2016-5-24) <http://www.nsf.gov/pubs/2016/nsf15004/nsf15004.pdf>. [2017-3-8]
- [25] 王珏, 郑永和, 汪寿阳. 国际科学基金资助战略研究. 北京: 科学出版社, 2012.
- [26] National Science Foundation, Washington, DC. NSF in a Changing World: The National Science Foundation's Strategic Plan. ERIC Clearinghouse, 1995.
- [27] National Science Foundation. NSF GPRA Strategic Plan FY 2001—2006. (2007-5-11) <https://www.nsf.gov/pubs/2001/nsf0104/nsf0104.htm#report>. [2017-5-12]
- [28] National Science Foundation. Investing in Science, Engineering, and Education for the Nation's Future, Strategic Plan for 2014—2018. (2015-9-23) http://www.nsf.gov/about/performance/strategic_plan.jsp. [2017-4-3]
- [29] National Science Foundation. Empowering The Nation Through Discovery and Innovation: NSF Strategic Plan for FY 2011—2016. (2012-7-16) https://www.nsf.gov/news/strategicplan/nsfstrategicplan_2011_2016.pdf. [2017-5-12]
- [30] National Science Foundation. Investing in Science, Engineering, and Education for the Nation's Future; NSF Strategic Plan for 2014—2018. (2015-8-17) <https://www.nsf.gov/pubs/2014/nsf14043/nsf14043.pdf>. [2017-3-8]
- [31] SALTER A J, MARTIN B R. The economic benefits of publicly funded basic research: a critical review. Research policy, 2001, 30(3): 509—532.
- [32] 张济洲. 美国高校科研经费分配的同行评议: 本质、局限与改进——以美国国家科学基金会(NSF)资助为例. 中国高教研究, 2011, (10): 40—42.
- [33] 吴建南, 郑焯, 梅红, 等. 美国国家科学基金会(NSF)信息公开及对中国的启示——以《开放政府指令计划(OGDP)》为研究对象. 科技进步与对策, 2014, 31(7): 94—99.
- [34] 龚旭. 科学政策与同行评议: 中美科学制度与政策比较研究. 杭州: 浙江大学出版社, 2009.
- [35] National Science Foundation. Women, Minorities, and Persons with Disabilities in Science and Engineering. (2015-11-6) <https://www.nsf.gov/statistics/wmpd/archives/wmpd-2015.zip>. [2017-5-12]
- [36] 龚旭. 美国国家科学基金会 2012 财年价值评议. 中国基础科学, 2013, 03: 57—64.
- [37] National Science Foundation. Report to the National Science Board on the National Science Foundation's Merit Review Process Fiscal Year 2012. https://nsf.gov/nsb/documents/2013/2012_merit_review.pdf

Towards excellence and inclusiveness in US National Science Foundation: From funding strategies to regional distribution

Zhang Zuo¹ Wang Wenzhe² Wei Qin³

(1. College of Public Administration, Central China Normal University, Wuhan 430079;

2. Personnel Bureau, National Natural Science Foundation of China, Beijing 100085;

3. Office of Research Integrity, National Natural Science Foundation of China, Beijing 100085)

Abstract Establishing an institution of science foundation to support the national basic research development is a worldwide approach in the country. The National Science Foundation (NSF) in United States not only has a far-reaching impact on American scientific development, but also was regarded as a successful model for developing national science funds around the world. Based on the analysis of the characteristics of basic research and the inevitability of the national science foundation, we firstly make a review of development strategy of NSF from a hierarchy with three levels—"core mission", "vision" and "strategic goal", and analyze the core merits—excellence and inclusiveness—of NSF. Then, based on NSF-funded statistics, we analyze the regional characteristics of funding in different regions of the United States. We hope our results can provide some inspirations for National Natural Science Foundation of China to make scientific strategies and to coordinate regional balance.

Key words NSF; funding strategy; regional distribution; excellence; inclusiveness

· 资料信息 ·

中国学者在晶体材料超声速螺位错研究中取得重要进展

在国家自然科学基金(项目批准号:11425211,11790291)等资助下,中国科学院力学研究所魏宇杰团队和上海交通大学金朝晖教授、浙江大学杨卫院士合作,利用分子尺度计算和理论分析,首次发现晶体材料中超声速运动的螺位错。研究成果以“Supersonic Screw Dislocation Gliding at the Shear Wave Speed”(螺位错的超声速运动)为题,于2019年1月29日在 *Physical Review Letters* (《物理评论快报》)上发表(论文链接:<https://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.122.045501>)。

位错是晶体材料中的典型线缺陷,材料的强度和韧性很大程度上取决于材料内部位错的运动性质。按照几何特征,这些位错又分为螺位错和刃位错,前者在材料的强度和变形能力中扮演着主导作用。然而到目前为止,位错在应力作用下的速度极限仍然存在争议,且确切的速度—应力关系尚不明确:传统的固体力学理论认为位错超声速运动时所需能量具有奇异性。尽管后续的理论 and 模拟研究都表明位错可以超声速运动,但这些研究集中于刃位错。该团队利用分子尺度计算和理论分析,发现铜晶体中的螺型全位错和螺型孪晶界不全位错都能稳定地以声速滑移,并都能超声速运动(超过三个各向异性剪切波速,如下图中的三个马赫锥所示)。由于螺位错运动过程存在结构不稳定性,可在声速运动且能达到超声速的螺位错还是首次在模拟系统中被清晰证实。该团队的工作同时发现位错的运动还与非施密特应力有关。这项研究推翻了传统连续介质力学中对超声速位错的认知,确认了超声速螺位错的存在,并进一步修正了传统意义上的施密特原理。该研究成果为晶体材料的动态力学行为,以及孪晶界面的位错运动提供了更深入的理解。

(供稿:数理科学部 雷天刚 白坤朝 张攀峰)