

· 资料信息 ·

美国 NSF “构建未来：投资发现和创新战略规划 2018—2022”

王保成^{1,2} 任真^{1,2} 胡智慧^{1,2*}

(1. 中国科学院文献情报中心, 北京 100190; 2. 中国科学院大学图书情报与档案管理系, 北京 100190)

[编者注] 美国国家科学基金会(NSF)自成立以来, 不仅重视支持基础研究, 而且在整个国家的教育和研究的基础设施建设一直扮演着重要的角色。2018年2月, NSF发布了题为“构建未来: 投资发现和创新战略规划(2018—2022)”, 对上一轮科学基金战略规划(2014—2018)进行更新。新的战略规划设定了NSF未来五年的方向。重新界定和调整了NSF的使命、愿景与核心价值, 确立了三大战略目标, 每一个战略目标都通过一系列的具体目标和绩效目标来更充分地描述机构的运作及业务计划, 并强化了卓越管理的理念, 为我国科学基金战略规划的制定提供借鉴和参考。(本文系国家自然科学基金委员会“决策参考”(批准号L1724010)项目研究成果之一。)本文根据NSF“Building The Future: Investing In Discovery And Innovation”报告编译, 原文参见: <https://www.nsf.gov/pubs/2018/nsf18045/nsf18045.pdf>。

美国国家科学基金会(NSF)是独立的联邦机构, 支持科学、工程和教育等几乎所有领域的基础研究。NSF资助的科学和工程研究项目涉及物理学、生物学、工程科学和人类系统等领域。NSF定位于应对挑战并寻求多学科交叉的机会。除基础科学的进步之外, 这些研究挑战在战略上也要求促进融合各领域的思想、方法、工具和技术, 加速创新和发现。NSF资助计划用于培育和发展高新技术, 培养进行科学、技术、工程和数学(STEM)研究的劳动力, 训练本科生、研究生和博士后的研究能力。NSF资助先进的基础研究设施, 包括船舶、飞机和自主研发平台、天文观测站、地震观测研究站、南极研究站、网络基础设施和大规模调查项目等。NSF支持科研诚信和科研道德行为方面的培训, 支持研究成果的宣传, 支持研究数据的开放。同时也资助小企业创新, 以及学术界、工业界、国家实验室、非营利非学术性研究组织之间的合作关系, 并为科学共同体提供创业培训。

1 NSF的使命、愿景与核心价值

2017年NSF的年度预算为75亿美元, 每年资助美国的学院和大学进行基础研究的经费约占联邦

政府对基础研究所有资助的24%; 资助了50个州、哥伦比亚特区和3个美国海外地区的近1800所学院、大学和其他机构, 资助科研人员、教师、博士后和研究生达35万名, 其中约10万名是资深研究人员。220余位诺贝尔奖获得者曾经得到过NSF的资助。每年NSF接到约5万份项目的竞争性基金申请, 资助约1.1—1.2万份新的申请。为确保以公平、竞争、透明和深度的方式进行评审项目申请, NSF开发了严格的价值评议程序, 这一程序被广泛认为是评价“黄金标准”。NSF的价值评议使用两个标准来评估项目申请: 一是“学术价值”, 指推动知识进步的潜力; 二是“广泛影响力”, 包括造福社会的潜力和有助于实现特定的、预想的社会产出。NSF一直致力于资助变革性的、好奇心驱动的创意, 颠覆传统思维, 揭示未知原理, 推动前沿的发现和发现, 并确保美国能继续从基础研究成果中受益。

1.1 NSF的使命

NSF的使命由1950年国会授权的《国家科学基金会法案》(P. L. 81—507)所确定。其使命是: 推动科学进步, 促进国民健康、国家繁荣和公众福祉, 保障国防安全, 并为实现其他目标提供支持。

NSF通过资助研究以扩展科学、工程和教育方

面的知识,通过资助活动以增强国家的科学、技术、教育和数学研究能力,进而促进科学发展,支持更有效的教学和实验方法的研究与测试。

NSF 通过所资助的研究为国家的福祉作出贡献、促进国民的健康、国家繁荣和公众福利。NSF 的研究已经使许多先进技术成为可能,这些技术促进了医药、通信、运输、制造等行业的发展,促进了自然资源的利用。

NSF 对巩固国防的贡献包括密码学研究、网络安全、新材料、海量数据分析的新方法,以及帮助军队与冲突地区人员进行交流的研究。

NSF 通过资助基础研究,以及培育科学发现转化为新产品、新服务的项目来推动创新。NSF 的学生培训项目和涉及大学、产业、高技术企业和小企业的研究伙伴计划,主要支持未来技术开发和加快推进新思想从实验室走向市场。

1.2 NSF 的愿景

NSF 的愿景是:成为研究和创新的全球领导者。

NSF 支持的研究不仅要包括对包括社会和行为科学研究所激发的设计等技术创新作出贡献,也要探索“人类—技术”相关的工作生态系统。在不断演变的复杂社会进程中,NSF 将扮演更多的重要角色。

NSF 对从幼儿园到大学的学习以及在整个生命周期中人们如何学习的基础研究进行资助,对美国教育的发展起到了重要作用,确保美国在快速变化的 21 世纪中蓬勃发展。

1.3 NSF 的核心价值观

NSF 通过其核心机制影响本机构所有人员,并为我们履行使命提供基础而持久的信条,其核心价值观可以总结为“ExPLICIT”。

卓越(Excellence):NSF 在价值评议、财务管理和奖项实施方面保持最高标准。NSF 开展严格的专家评审,确保只有最好的创新想法得到资助,同时保障国家利益。

公共服务(Public Service):NSF 自豪于作为公务员角色所发挥的重要作用,能够促使研究界为拓展知识和应对社会挑战开辟新的道路。

学习(Learning):NSF 抓住机会提高员工技能,并为所有员工提供发展机会;质疑自己的假设;评估自己的活动;了解哪些是有效的,哪些可以改进。

包容(Inclusion):NSF 努力维护每一个代表更广泛国家不同群体的工作人员。NSF 致力于支持来自全国各地、各类组织和各种人群的优秀研究人员和创新思想家。

协作(Collaboration):NSF 是一个十分注重团队合作的机构。NSF 重视团队成员的观点和价值

观,认识到集合大家的知识能够提出更好的解决方案;NSF 承认每个人对共同成功的贡献;NSF 热衷于倾听、有效沟通和协作。

诚信(Integrity):NSF 员工以及受资助者都遵守最高的道德行为标准。NSF 努力促进负责任的研究来确保资助研究成果的可靠性。

透明(Transparency):NSF 运作透明并保持开放态度。

2 在动态环境中制定战略规划

NSF 制定战略规划的环境是不断变化的,以下将具体描述形成 NSF 目标和战略的主要因素和机会。

2.1 重要因素

(1) 全球竞争。全世界都已认识到基础研究成果对于社会发展具有重要价值。许多发展中国家和发达国家正在加大对基础研究的投资。各国需要培养具有技能的劳动力,以抓住科技进步带来的机遇。NSF 资助广泛参与的科学研究,例如 NSF INCLUDES 计划,有效地将所有美国人,包括农村和城市、女性和男性、少数族裔和多数人都纳入到 STEM 职业发展中。

(2) 新的使能技术。NSF 在为美国提供具有独特能力的先进研究基础设施方面扮演着多重角色。NSF 支持能够使新技术设计成为可能的基础研究;资助和发展能够为科学创造新机会的基础研究设施,这往往是长达数十年的过程;为研究人员提供先进仪器,使他们能研究以前所不能探索的前沿领域,从而寻求科学突破的机会。

(3) 数据密集型科学。数字技术——电脑,快速、高密度存储、大容量、低延迟的通信网络,基于数字的新传感系统以及大量的人际互动向数字化转变,已经产生了自然和人类世界前所未有的大量数据,并拥有了对大数据进行分析的强大新技术。数据密集型科学能够开辟许多领域,这是 NSF 未来几年投入的新兴方向。

(4) 复杂系统的角色。社会越来越依赖于人类智慧复杂系统的产物。例如:拥有数百万行代码的软件、全球分布式互联网基础设施、下一代配电网络、全球经济和金融系统、现代化城市、飞机和智能建筑等等。理解和预测这些系统的行为与理解自然界一样具有挑战性。随着社会对复杂系统的依赖与日俱增,了解其稳定性和强化其功能正变得越来越重要。

(5) 融合研究。我们周围的世界是一个复杂系统,对我们的生活质量有着巨大的影响,其中有许多相互作用的部分和过程,理解和预测各部分之间的

非线性关系非常困难。全球经济的波动、水资源的变化以及农业和人类病原体的出现和传播,足以说明理解自然界和人类社会所形成的复杂系统是多么重要。社会面临许多挑战性的研究难题可以从科学和工程不同领域的观点和专业知识融合中受益,其范围涵盖了从如何发展新的健康技术到理解食品、能源和水之间可用性与分布的相互影响。

2.2 战略机遇

NSF将继续对有创意的创新方法保持开放并加以利用。NSF将继续在严格的价值评议中运用外部专家的意见和内部员工的知识,以识别那些大胆有前景的新想法。对于原创思想,NSF不害怕冒险,而是要培养新一代研究人员的想象力和冒险精神。NSF将继续投资先进的基础研究设施以及继续创新本科和研究生的教育。

(1) 量子跃迁:引领下一次量子革命。20世纪初量子力学的发展打破了我们世界的理解。今天我们正处于另一场量子革命之中,量子力学产生的新技术将改变科学和社会。通过研究和利用叠加、纠缠和压缩等量子现象,为量子计算机、量子传感器、量子通信、量子模拟器以及其他量子工业发展奠定基础。

(2) 探索新北极圈。北极发生的急剧变暖从根本上改变了我们尚未了解的全球气候、天气和生态系统,将会对世界经济和安全以及土著居民和其他北极居民产生深远影响。发展最先进的泛北极观测系统是一个潜在的高影响力研究项目,将为北极系统变化及其带来的全球性影响提供预测能力。NSF支持从科学到工程的系统性北极研究,包括新型传感器、无线技术、卫星通信以及新的研究方法。

(3) 人类技术前沿工作的未来。NSF支持的研究可以帮助我们理解不断发展的人类进化技术,工作场所的生态系统并提供工具帮助社会更好地管理这一转变,减轻消极后果,增强积极成果。这样的研究将加强美国经济,提高工人的工作表现和工作满意度,并促进终身学习新技能。NSF在探索这个复杂而不断变化的环境方面发挥着关键作用,能为提高所有美国人的生活质量作出贡献。

(4) 理解生命的法则:预测表型。遗传学领域几十年的资助使我们可以精确地读取和编辑基因组,合成全新的复杂基因组,并开始了解基因如何促成复杂的表型,包括行为模式。该领域的突破有利于国家经济增长以及个人、社会和环境健康发展。实现这一突破需重点阐明表型形成的原理和基因环境之间相互作用的规则。最近的发现,如表观遗传机制和微生物组的作用、新型传感器和高通量测序

技术、大数据分析和计算能力、测量和修改神经活动的新技术,以及合成生物学能力的提高等,改变了我们对表型的理解。这一进展促成了科学、计算和技术方法的融合。

(5) 宇宙之窗:多信使天体物理学时代。电磁辐射、高能天体物理粒子和引力波,提供了观察宇宙的不同视角,就好像通过不同的窗口看宇宙一样,揭示了其他窗口下隐藏的宇宙外貌。几个方面一起组成了一幅详细的宇宙全景。通过观察这些不同窗口下的宇宙,人类将以全新的方式理解物质、能量和宇宙。通过这些“宇宙之窗”将使研究人员能够解决诸如宇宙是如何开始的等意义深远的问题。

(6) 驾驭数据革命。随着数据量、种类和速度的快速增长,现在可以解决新的和基于数据驱动的研究问题。同时,专家预计运用新的数据分析方法来增进理解和决策,从而弥补个人能力的不足。因此,未来一代科学家和工程师必须接受培训,才能充分发挥数据驱动科学和工程的潜力,因为组织和管理数据对于研究效果和公众获取成果的可信度至关重要。

3 战略目标

3.1 拓展科学、工程和学习领域的知识

NSF使命的第一部分是“推动科学进步”。NSF资助的研究人员通过扩大并探索人类的知识前沿,提高国家应对所面临挑战的能力,在竞争激烈的世界保持美国的科学、技术和经济的领导地位。

NSF通过支持所有基础科学和工程研究来体现这一理念,但是不包括研究具体疾病的相关目标。NSF受理来自个人和团体的原创性研究申请,以及关于先进仪器、数据分析、计算和新设施等新工具的研究申请。

对具有竞争力的项目进行资助,进而扩大了激发创新所需的知识基础。NSF的特殊作用是鼓励广泛领域的创造性合作,这些领域的合作可能不符合特定使命机构的特定领域范畴。

研究项目申请须经学科相关专家进行学术价值和更广泛影响力方面的竞争性评议。NSF致力于培养研究人员和学生的探索精神。NSF鼓励评审专家寻找那些不太寻常的、具有潜在高回报的风险项目。

NSF通过资助前沿科学、传统领域及其交叉领域,以及加强美国研究人员与国外一流同行之间的互动,保持美国在全球研究不断演化过程中的领导力。NSF通过支持研讨会和对探索性研究的新资助机制,催生并培育研究的新领域,寻找颠覆传统认识的新见解。具体目标有以下两点:

(1) 知识。通过资助思想、人才和基础设施来

增进知识。NSF 的核心目标是提高对宇宙的全面理解。为了达到这个目标，NSF 资助那些充满好奇心、勇敢和善于合作的人。NSF 寻求资助最好的研究思想，包括增进和颠覆当前理解的思想。支持融合研究等新兴模式，为美国研究人员提供世界一流的科研设施。支持开发和购置研究平台和工具，例如先进的仪器和网络基础设施。

(2) 实践。推进研究实践。通过鼓励冒险培养包容型研究文化，采用融合研究等方法以及支持新的研究实践模式，以此来提高美国的研究技艺。NSF 一直坚持多元化的机制，支持从小型团队到多机构联合中心的协作和学科交叉研究。对于跨学科高风险、具有潜在变革性的项目申请可通过“科学与工程研究推进计划”进行提交并接受评审。鼓励“跳出框框”和加强协同来应对紧迫的研究挑战。如果评审专家意识到这种前沿的学科交叉研究项目风险太大，NSF 将继续执行针对学科交叉研究量身定制的评审程序，通过招募具有跨领域研究经验的专家来开展评审工作。

NSF 与科学共同体一道通过使用最佳实践来确保研究的可重复性，包括强调支持研究结果、数据的开放和可用。NSF 将营造具有广泛包容性的研究文化，建设前沿基础设施，以及在全球范围内加强思想交流和国际合作。NSF 将通过国际交流和行业合作伙伴关系，增加美国研究生和早期研究人员培训的机会。

3.2 增强国家应对当前和未来挑战的能力

通过研讨会、目标引导和核心项目，帮助研究界将注意力集中在应对国家挑战的优先领域。支持研究人员凝练关键问题并开辟新途径来解决这些关键问题。提供资助以更好地理解社会面临的具体挑战。促使协作团队能够应用融合研究的方法，以促进影响力驱动的应用导向型研究。支持科学、工程研究和教育的研发及技术和经济竞争力相关主题的创新。通过创新团体计划(I-Corps)，鼓励机构、科学家、工程师和企业家确定并探索研究的创新潜力和商业潜力以建立国家创新生态系统。

NSF 通过探索新的机制来培养学生和教师的企业家精神并促进发展学术界和行业之间的联系，以期提高从发现到创新的转化速度。支持下一代的研究人员、学者和知识工作者，并为未来的研究领导者和 STEM 员工提供最新的知识和应对社会当前和未来挑战所需的经验。通过 NSF ADVANCE 和 NSF INCLUDES 及其后续的相关计划，NSF 致力于促进研究机构内部的体制转型，以便国家能够利用全国民众的各种才能和思想。NSF 的激励竞争

性研究试验计划(EPSCoR)旨在提高传统上获得相对较少比例研究预算地区的研究能力。具体目标有以下两点：

(1) 社会影响。支持研究及促进加快创新合作关系，提供应对社会重大需求的能力。为促进国家繁荣，我们必须持续投资于以下基础研究：① 将新知识与推动国家竞争力的创新联系起来，从而促进国家经济增长；② 解决当前和新兴的社会需求。NSF 将继续开发新见解与全球性挑战之间的连接。NSF 通过与其他政府机构、学术界、民间和国际资助机构建立合作伙伴关系，提高效率和避免重复工作，并有助于确保基础研究成果转化为社会福利。继续推动其资助研究成果的快速和广泛传播，取消或最大程度降低出版物禁令限制。鼓励利用传播新知识的新手段。努力扩大并确保引用的数据支持已发表的研究成果，能被其他研究人员随时获得。

(2) STEM 劳动力。促进更有能力和多样化的研究人员队伍成长，提高国家的科学和创新技能。NSF 将继续推进 STEM 劳动力队伍的计划，资助研究未来的劳动力需求，并改进方法为 STEM 劳动力提供必要的技能和多样性。通过研究项目、研究中心和研究奖学金等计划资助博士后、研究生和本科生在国内外的研究和培训。为加强大学前教育与知识前沿之间的联系，也支持教育工作者的研究。美国的高等教育机构在教育多元化的 STEM 劳动力方面发挥着重要作用，而不仅仅是为学生从事研究职业作准备。NSF 投资研究如何改善研究生和本科教育，为学生准备参加国家科技工作队作好准备。通过定制的能力建设计划，提高了专业机构将不同社区吸引到研究和 STEM 劳动力队伍中的能力，还可以帮助国家快速培训劳动力以应对新研究成果领域的需求，如网络安全。

3.3 加强 NSF 在其使命中的表现

NSF 将为其工作人员提供执行该机构活动所必需的资源。其中的一个管理目标是通过持续强调效率和绩效来实现组织卓越。员工努力确保所有项目是有效的、负责任的，价值评估过程是高质量和诚实的，财务管理和授予受到严格监督没有不必要的行政负担。

NSF 的核心优势是其人员，该机构致力于招聘、保留和深化全体员工的专业知识和能力，并拥有包容性、多元化和不断变化的员工队伍，对机构业务的创新管理充分利用了信息技术与培训方面的进步和员工的创造力。在致力于不断改进其计划、流程和系统的同时也为所有利益相关者提供稳定的、高质量的服务和支持。努力使运营计划、预算和管理

实践与机构目标和优先事项保持一致。通过这种方式,NSF 创建了贯穿其许多功能的共同愿景,并提高了个人和内部组织的绩效。

3.3.1 人力资本

吸引和留住人才,为人才和多样化劳动力赋予才能。NSF 致力于帮助培养具有全球竞争力的 STEM 领域人才和具备 STEM 素质的公民。培养了一支适应能力日益增强、技术娴熟和工作热情的员工队伍,他们需要利用不同的视角和创造力达到高效率和有效性,这将确保该机构的员工队伍符合当前和未来的需求。要成为一个有效的组织,需不断培育自身能力,使其能够在一个不断变化的科技环境中保持灵活和创新。从招聘、培训到保持管理人员、科学家和工程师的专业性,NSF 致力于提高专职人员的灵活性,使员工适应工作。

NSF 使用各种雇佣机制来创建一支长期、轮换和均衡,并将致力于维护一支在基金会各级和所有单位都具有包容性的员工队伍。通过内部培训、强化招聘和晋升过程的方式来缓解潜意识的偏见;通过加强领导力培训、辅导和任务训练,发展培养内部管理人才以补充外部招聘;通过学术界和其他地方委员会的轮岗,长期职员积极参与专业学会会议和研究社区研讨会,以及通过其独立研究和开发计划,与科学、工程和教育前沿研究保持密切的联系。

NSF 为工作人员提供了一系列不断学习的机会,以加强基金会的能力。除了提供外部培训的机会之外,NSF 还拥有强大的内部资源——NSF 学院,其通过开发和传播前沿信息以增强机构的人力资本。为了实现成为高绩效组织的愿望,NSF 为员工提供了如何使工作更有效和更具创造性的学习机会,进一步提高他们在协作、沟通和其他方面的技能,使他们能够在团队中高效工作。NSF 通过各种员工认可计划奖励示范表现。为其管理人员提供必要的工具包,以便进行有效管理,并提供学习和培训的机会以适应新的或者经验丰富的管理需求。员工通过为整个组织的发展作出贡献的方式学习和成长,使 NSF 成为联邦机构的典范。NSF 促进强有力的内部和外部沟通,确保员工和利益相关者都参与并了解组织变革。

3.3.2 过程和业务

持续改进机构的业务。NSF 采用数据驱动型决策。通过内部评估、评估能力和通过使用诸如战略评估等工具,将扩大其能力,以评估其业务流程和计划的绩效和影响。

(1) 利用信息技术(IT)为我们工作。为了继续资助尖端的科学、工程和教育研究,NSF 将开发先进的信息技术方案以能轻松、快速地满足需求。扩

展分析能力和知识管理能力是 NSF 继续保持活力的机会。这不仅需要评估内部运营绩效和流程,还需要跟踪和预测研究趋势,监测和监督主要设施的建设进展。NSF 项目官员和评审人需要高质量的信息系统,以实现突出 NSF 具有全球声誉的价值评审过程。维持安全可靠的物理和网络环境至关重要。NSF 非常依赖 IT 参与流程管理,IT 也是与研究界利益相关者沟通和互动的门户。随着移动员工队伍和远程工作的趋势发展,IT 对于维护高效和优秀的组织来说只会变得更加重要和关键。

(2) 精简和标准化相关程序和流程。NSF 致力于通过精简、标准化相关程序和流程来提高成效。这包括与 NSF 计划相关的内部运营、行政管理和法规要求。这一承诺与政府强调减轻联邦机构的负担相一致。NSF 将在内部管理与预算办公室以及其他科学机构寻找减轻行政负担的机会。

(3) 扩大公私合作伙伴关系。NSF 将探讨有助于扩大和改进机构间和公私间伙伴关系的相关流程,并与利益相关方合作消除障碍。NSF 将确定与私营部门和其他合作伙伴联合资助的重要科学和工程领域,努力在这些领域建立新的合作伙伴关系。

(4) 管理风险。NSF 采用企业风险管理,并在 NSF 授予资助的整个生命周期、重大仪器建设、物理和网络安全以及其他运营流程的管理中都得到运用。NSF 将鼓励整个基金会采用有条不紊的风险分析,包括:识别、排名、分析、跟踪、控制和缓解风险;发展相关的应急管理计划;规划和实施有效管理和减轻风险因素的战略计划。监察长发现的管理挑战将被纳入这一风险管理框架。NSF 将继续开展专家咨询,让利益相关方及早参与和贯穿整个风险管理流程。

4 机构优先目标

本战略规划已制定 2019 财年的绩效计划。其优先目标包括:扩大公私间的合作伙伴关系,以提高 NSF 的资助影响力并为美国的经济竞争力和安全作出贡献。

到 2019 年 9 月 30 日,NSF 与其他联邦机构、私营企业和基金会或慈善机构合作伙伴关系和(或)授予行动的数量将比 2017 年度增长 5%,为美国科学、工程研究和教育企业提供基础设施、专业知识和财务资源。与私营企业、基金会、国际组织和其他联邦机构建立伙伴关系是 NSF 最大限度地提高其投资科学、经济和社会影响力的重要手段。为了实现这一目标,NSF 将通过与行业 and 私人基金会以及其他具有共同目标的机构加强合作,提高其投资效率,以优化发展科学和工程知识并将其传送到经济发展中。