

【比较与借鉴】

21 世纪以来美国科技政策演变 特点及启示

曹玲静 张志强

【摘要】21 世纪以来,新一轮世界科技革命和产业变革加速演进,特别是 2008 年国际金融危机后各国强化科技战略布局和研发投入,科技强国大国间科技竞争日益激烈,科技政策成为决定科技竞争成败的关键因素。美国意识到其全球科技领导地位受到挑战,遂利用各种手段打压主要科技竞争对手国家。分析近 20 年来美国政府发布的科技规划、战略方针、研究报告等政策文件和联邦政府长时间序列的研发投入数据的历史演变,以期系统揭示美国科技政策的发展脉络和演变特点,寻找美国科技领导地位相对下降的定量解释依据。研究表明,21 世纪以来,美国科技全球领导地位和国家科技竞争实力的相对走弱趋势,与其科技政策惯性及相对平稳发展、重大科技计划或科技工程的战略性引领性趋弱、政府研究与试验发展(R&D)投入强度逐年下降,以及基础研究重视程度下降等密切相关。美国科技政策发展的历史经验对我国具有重要启示意义:科技发展不仅是长期战略性事业,也是高度竞争性事业,科技竞争力的提升是国家长期科技战略导向布局、稳定增长的研发投入力度和重大科技创新突破积累的结果。

【关键词】科技政策学;美国;科技政策;研究与试验发展投入;科技竞争;新科技变革

【作者简介】曹玲静,郑州大学信息管理学院讲师,主要研究领域:科技政策与政策信息学、情报学理论与方法与应用等,caolingjing@zzu.edu.cn(郑州 450001);张志强(通讯作者),中国科学院成都文献情报中心研究员(成都 610299);中国科学院大学经济与管理学院信息资源管理系(北京 100190),四川省省委省政府决策咨询委员会委员,四川省学术技术带头人,主要研究领域:科技战略与规划、科技政策与管理、情报学理论与方法与应用、生态经济学与可持续发展等,zhangzq@clas.ac.cn。

【原文出处】《中国科学院院刊》(京),2024.2.282~297

【基金项目】四川省软科学项目(23RKX0302)。

当今世界正经历百年未有之大变局,而科学技术之变(即新一轮科技革命与产业变革)是世界大变局的“加速器”和主要变量^[1]。21 世纪以来,全球科技创新进入加速发展时代,科技发达国家充分发挥其科技基础优势和科技政策导向作用,全面强化其国家科技发展战略及前沿领域布局,力争在新科技革命及竞争中占据战略主动。在科技事业发展国家建制化的当今时代,科技政策制定对任一国家都意义重大,能够直接影响未来科技发展路径和国际科技竞争力。美国自二战后,形成了以《科学:

无尽的前沿》^[2]报告思想为轴心的科技政策体系,该报告明确指出政府应当制定全面的科技政策资助科学研究。冷战结束时,美国科技政策体系已经成熟化和系统化,这为美国的科技发展奠定了良好的政策和制度基础,使 21 世纪初美国的综合科技水平在全球处于一国独大独强的显赫地位^[3]。

21 世纪以来,随着经济全球化、科技多极化深入发展,特别是新兴经济体国家科技迅速崛起,美国的全球科技领先地位受到明显挑战。近几年来,中国快速发展、崛起及其世界性影响力的提升被美

国视为“步步紧逼的威胁”(pacing threat)^[4]。美国为保持其世界领先地位,不惜对我国发动“贸易战”“科技战”等,以科技竞争为核心的中美竞争更加激烈,被称为“新冷战”^[5]。美国不断调整和强化科技政策作用,科技政策研究中更是将应对中国竞争视为是保持其科技领先地位的首要因素。例如:2019年9月,美国外交关系协会发布《创新与国家安全:确保我们的优势》报告^[6],认为“中国作为世界第二大经济体,既是美国的经济伙伴,又是战略竞争对手”。2020年11月,美国民主、共和两党合作的中美科技关系工作小组发布《迎接中国挑战:美国科技竞争新战略》报告^[7],为应对中国挑战、提升美国竞争力和保护国家安全提供了16条政策建议。2021年1月,新美国安全中心发布《掌舵:迎接中国挑战的国家技术战略》报告^[8],认为“崛起的中国对美国及其盟友构成了直接挑战,美国有必要制定国家技术战略,以保持其在创新和技术领域的领导地位”。

在此背景下,研究美国近20年来科技政策的演变特点,有助于深入理解美国科技政策发展的内在逻辑和美国科技战略规划的发展趋势及走向,观察科技政策效能与科技创新竞争力之间的内在关联关系。这对于我国优化科技政策制定、前瞻科技战略布局和加快推进科技强国建设具有重要现实借鉴意义。因此,本文聚焦于21世纪以来美国科技政策,①按照美国总统任期总结各阶段科技政策重点,梳理和归纳美国科技政策发展的基本脉络,以便对美国科技政策发展全貌有一个系统的认识;②将科技政策落脚至美国联邦政府研发投入方面,系统分析研究与试验发展(R&D)经费投入的历史演变,从侧面线性反映美国科技政策的作用效果;③通过以上分析,将相对全面地反映美国近20年来整体科技政策发展走向及战略布局重点,为我国科技战略发展和科技政策布局提出若干启示思考。

1 美国21世纪以来科技政策发展历程

科技政策往往能反映科技治理的国家意志、科技发展的战略方针及资源配置的顶层设计,对于一个国家的科技发展有重要影响^[3]。按照21世纪以来美国总统的任期划分阶段,以小布什政府时期为起点,广泛搜集各时期的战略方针、科技规划、研究

报告及批准的法案等政策文件,重点分析科研投入强度、前沿领域布局、人才培养和对华态度等科技政策问题,但不涉及科技政策的具体操作和实施细节。

1.1 小布什政府的科技政策(2001-2008年)

克林顿政府时期为小布什政府的科技、经济、社会发展打下了良好的基础。小布什政府的科技政策相对平稳,主要呈现出3个特点:①提升美国全球竞争力成为重点关切。2004年,美国竞争力委员会发布《创新美国:在挑战和变革的世界中达至繁荣》报告^[9],制定了提高美国创新能力的行动议程。2005年,美国国家科学院(NAS)发布《站在风暴之上:为了更辉煌的经济未来而激活并调动美国》(以下简称《站在风暴之上》)报告^[10],指出迫切需要全面协调的联邦努力以增强美国竞争力。2006年,小布什签署的《美国竞争力倡议:在创新中领导世界》^[11],这直接促进了2007年《美国竞争力法案》的生效。②推行教育改革,扩大教育投入。小布什政府上台初就提出“不让一个孩子掉队”的教育改革方案,并于2002年形成法律,旨在提高美国中小学教育质量。2007年8月,《美国竞争力法案》要求把国家科学基金重点用于奖学金支持计划、STEM(科学、技术、工程和数学)师资培训和大学层面的STEM研究计划。2007年10月,美国国家科学委员会(NSB)发布《国家行动计划:应对美国科学、技术、工程和数学教育系统的紧急需要》^[12]报告,指出美国亟需建设一个强大的、协调一致的STEM教育体系。③重视能源技术和纳米技术发展。小布什政府在保持信息技术先进地位的同时,将能源技术、纳米技术作为优先发展领域。例如,在纳米技术领域,2000年2月,白宫发布《国家纳米技术计划:引领下一次工业革命》^[13],标志着美国进入全面推进纳米科技发展的新阶段。2003年,小布什签署《21世纪纳米技术研究开发法案》,随后美国不断定期发布《国家纳米技术战略规划》(迄今已发布6份)^[14],使其纳米技术长期保持世界领先地位。

1.2 奥巴马政府的科技政策(2009-2016年)

奥巴马政府时期充分发挥联邦政府科技政策导向作用,先后3次发布国家层面的创新战略,从

而构成了奥巴马政府时期的科技政策框架。主要包括:①重视对基础研究、STEM 教育等基本创新要素投入。2009 年 2 月《美国复苏与再投资法案》(以下简称《ARRA 法案》),致力于通过积极的财政政策刺激美国经济复苏,这使当年美国研发经费增幅达历史新高。基于该法案,2009 年美国联邦政府发布《美国国家创新战略》^[15],要求加大政府在基础科学、教育和新兴产业技术领域的投资,以增加就业机会、恢复美国经济。同时,奥巴马政府时期将 STEM 教育提升至国家战略层面,注重 STEM 教育者素质的提升,同时实行宽松的移民政策,大力吸收国际高级技术人才,2013 年发布《联邦政府 STEM 教育五年战略计划》,2015 年通过《STEM 教育法案》。②注重对先进制造、清洁能源等科技前沿创新布局。2011 年《美国国家创新战略》^[16]关注创新为民生服务,重点转向激发创新活力以促进经济持续增长和繁荣。美国在科技政策中强化前沿技术攻关,先后发布了“先进制造业战略计划”“国家机器人技术计划”“材料基因组计划”“脑计划——推进创新神经技术脑研究计划”“精准医疗计划”“清洁能源计划”等。其中,先进制造是美国重点布局领域,围绕其发展先后出台了一系列相关法律和战略报告等^[17-19]。③强调政府在科技创新中的重要作用。2012 年 1 月,美国商务部发布《美国竞争力和创新能力》报告^[20],明确指出科技创新是美国 21 世纪经济增长和维持竞争力领先地位的关键。2015 年《美国国家创新战略》^[21]强调政府是创新主要服务者,提出了包括建设创新基础设施、推动私营部门创新和催生国家重点领域优先突破等具体措施以提升政府服务创新的能力。

1.3 特朗普政府的科技政策(2017-2020 年)

通过特朗普政府各财年的研发预算优先事项和美国科技政策办公室发布的各项战略、文件等,结合 2020 年联邦政府总结发布的《提升美国在全球科技领域的领导地位——特朗普政府亮点:2017-2020 年》^[22],可以洞察特朗普政府时期的科技政策布局。主要有:①高度关注国家安全,实施“美国优先”政策。特朗普奉行“单边主义”保护政策,退出《跨太平洋伙伴关系协定》(TPP)和《巴黎协定》等一系列国际协议,同时收紧竞争对手国家留学生

签证;在新兴科技领域强调美国利益优先,以实现“美国再次伟大”的战略目标。2017 年 12 月,美国联邦政府发布《美国国家安全战略》^[23],为恢复美国在世界的领先地位明确了战略方向。②科研投入持续增长,激励企业创新。特朗普政府在各财年研发预算提案中都主张削减基础研究等非国防研发支出,大幅增加国防研发预算。但由于美国科研经费控制权在国会,而不在政府^[24],最终联邦财政科研总投入仍呈增长态势。为激励企业创新和增加就业机会,2017 年 12 月,美国联邦政府推出《减税与就业法案》。③重视新兴技术研发,促进未来产业发展。2020 年 10 月,美国白宫发布《关键与新兴技术国家战略》^[25],明确列出了先进制造、人工智能和量子信息科学等 20 项“关键与新兴技术”清单,围绕这些关键与新兴技术领域,联邦政府相继发布战略规划、研究报告和法案等^[26-28]。

1.4 拜登政府的科技政策(2021 年至今)

拜登政府的科技政策发展走向可从白宫网站的行政命令、声明文件及 2022、2023 财年研发预算中进行研判。主要有:①积极应对新冠疫情和气候变化问题。2022 年 4 月,白宫发布《关于应对 COVID-19 长期影响备忘录》,以促进公民健康和国民经济尽快从疫情中恢复。此外,拜登政府表示要高度重视气候变化和可持续发展,开展绿色经济,重返《巴黎协定》。②加大科技研发投入,掌握科技创新主动权。拜登政府 2021 年呼吁投资 1800 亿美元用于研发和未来的技术^[29],明确指出在人工智能、半导体芯片、5G 通信技术、生物技术、量子计算等与国家战略生存与发展密切相关领域,要牢牢把握科技创新主动权。2022 年,美国国家科学技术委员会(NSTC)发布《关键和新兴技术清单》^[30]目录更新版,被视为是支持美国国家技术安全、保护敏感技术和争夺国际人才的重要参考,并推动《2022 科学与芯片法》正式立法实施。③加大力度吸纳全球优秀人才,实行“友岸合作”的多边主义政策,强化科技军事联盟。拜登政府提出了新的吸引人才政策^[31],例如,新增 22 个 STEM 教育专业,延长 STEM 相关专业 J-1 签证(交流访问学者签证)期限,以及简化 STEM 专业人才的绿卡申请流程等。拜登政府强调联合盟友国共同应对外来威胁。

2021 年 3 月白宫发布《临时国家安全战略指南》^[32],2022 年发布新版《国家安全战略》,明确将中国视为美国的头号竞争对手,要求重振美国在世界各地的联盟和伙伴关系,共同应对气候变化危机及其他共同威胁。

2 美国联邦政府研发投入的历史演变分析

研发投入政策是国家科技政策重要组成部分之一,也是科技政策作用效果最为直接的反映和体现^[33]。美国联邦政府 R&D 投入作为国家科技投入核心战略性资源和代表,分析其长时间序列下的历史演变有助于深入理解和感知美国 21 世纪以来科技政策演变规律,观察科技政策对科技创新能力的影响效果。

2.1 美国总体研发投入强度

二战以来,美国 R&D 经费投入持续增长(图 1)。按照科技政策的发展历程来看,美国 R&D 经费投入变化趋势与其国家科技政策演变高度一致:1953—1964 年,美国认识到科学技术在二战中的重要作用,并受苏联成功发射卫星的影响,大力支持科学研究。该时期,美国 R&D 投入强度急速增长。20 世纪 60 年代末—70 年代,由于科学发展带来的负面影响,社会公众对科学产生了质疑,进而导致 R&D 投入强度下降。20 世纪 80 年代,美国积极鼓励和支持产业界研发以应对日本经济挑战,美国 R&D 经费投入增加并扩大了其使用范围。20 世纪

90 年代以来,美国赢得了与苏联的冷战及与日本的经济竞争,美国 R&D 投入强度开始平稳发展,逐渐保持在其 GDP 2.5%—3.0% 的水平。2017 年之后,面对不断加剧的国际竞争环境和中国等新兴经济体的迅速崛起,美国认为其科技地位再次受到挑战,又增加了 R&D 经费投入,在 2019 年首次突破了 3%,达到了 3.12%。

具体来看,美国 R&D 经费主要来源于联邦政府和企业。20 世纪 80 年代之前,美国 R&D 投入强度与联邦 R&D 投入强度变化曲线高度一致,之后与企业 R&D 投入强度变化一致。这说明,美国 R&D 投入开始以联邦政府投入为主导,随着企业 R&D 投入的快速增加,其在国家研发体系中作用越来越大,逐渐成为 R&D 投入主要影响因素。需要特别注意的是,2000 年之前,美国联邦政府 R&D 投入强度整体上一直在下降(已经下降到 0.6% 左右),21 世纪头 10 年趋于平稳(2009 年美国《ARRA 法案》为研发提供的一次性增量资金,使美国联邦政府 R&D 投入强度有一个小幅的增长),2010 年之后又出现了较大的缩水,这也是 21 世纪以来美国科技政策一直在强调增加联邦政府 R&D 投入的原因之一。

2.2 美国联邦政府研发活动布局

美国联邦政府研发活动主要包括基础研究、应用研究和试验发展 3 种,其分布如图 2 所示。21 世纪之前,美国联邦政府基本 50% 以上的研发资金都

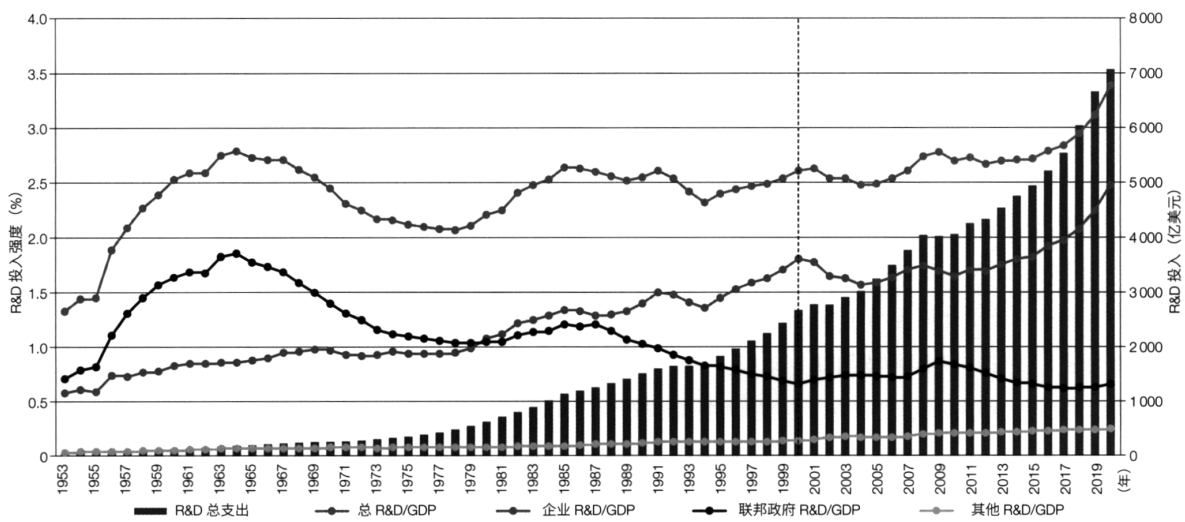


图 1 1953—2020 年美国 R&D 经费投入总额及按不同资金来源的 R&D 投入强度

数据来源:国家科学基金会(NSF)《2022 科学和工程指标》^[34],2020 年数据是估计值。

用于实验发展活动,但随着 20 世纪 80 年代美国企业科技创新能力和研发投资不断增加,承担了大部分的试验发展活动,美国联邦政府研发重点逐渐从试验发展向基础研究倾斜,基础研究投入份额显著增长。但需注意的是,21 世纪以来基础研究投入呈现平稳甚至下降的趋势,科学界开始呼吁要加大联邦政府 R&D 投入力度,尤其是基础研究。例如,2014 年 9 月,美国艺术与科学院(AAAS)在《恢复基础:研究在维护美国梦中的重要作用》^[36] 报告中指出:如果国家不迅速采取行动来支持科学事业,尤其是基础研究,美国长期以来作为创新引擎、产生新发现和刺激就业增长的优势就会被削减。2020 年 9 月,AAAS 发布更新版《自满的危险:美国处于科学与工程临界点》报告^[37],重点指出受全球新冠疫情、人才流动限制和研究经费削减等政策影响,美国在科学和工程方面的领先优势正在迅速缩小,中国在许多重要指标上都超过了美国;因此,美国急需增加研发预算,高度重视基础研究,加强美国 STEM 教育提升劳动力。虽然不能预见某项基础研究会在何时何地引领新的经济增长,但从历史的角度看,美国 21 世纪初在科技领域取得的世界领先地位,与其历届联邦政府对基础研究持续的投入增长不无关系。

2.3 美国联邦政府核心部门研发投入布局

美国联邦政府科技研发核心部门主要有国防部(DOD)、能源部(DOE)、国家航空航天局(NASA)、国家科学基金会(NSF)和国立卫生研究院(NIH),这些机构均是具有明显领域特征的功能

型政府机构,观察其 R&D 投入演变趋势(图 3)也能从侧面反映相应领域的政策变迁。美国高度重视国防领域研发活动,DOD 长期以来 R&D 投入份额达 40% 以上;但伴随国家战略转向科技和经济发展,美国开始缩减军事经费,R&D 投入呈现下降趋势。与此同时,为应对传染病、癌症等人类生命健康威胁,NIH 启动“脑科学计划”“精准医疗计划”等,R&D 投入份额呈现上升趋势,21 世纪以来始终维持在 20% 以上。近年来,国际上气候变化、生态环境等问题日益突出,DOE 研发资金在 2015 年之后稳步提升。NASA 的 R&D 投入随着与苏联太空竞争及“星球大战计划”的结束而下降,21 世纪以来稳定在 6%—10%。NSF 作为美国国家基础研究资助的核心部门,R&D 投入始终维持在 2.5%—5.0%。可见,美国联邦政府对核心部门的 R&D 投入布局与国家领域战略发展倾向相一致。

2.4 美国国防和非国防研发布局

美国联邦政府国防和非国防 R&D 投入演变如图 4 所示,与图 3 相关政府部门的 R&D 投入趋势保持一致。20 世纪 50 年代末为应对苏联太空竞争及 21 世纪初为应对恐怖主义,美国均优先发展军事,重视国防领域研发活动;20 世纪 60 年代末—70 年代,由于能源危机,非国防研发有了一定的增长,符合公众福祉的健康领域迎来了发展契机;20 世纪 80 年代,里根政府提出“战略防御”计划,重新增加了国防研发支出;20 世纪 90 年代,随着冷战的结束,美国开始提倡军转民或军民两用技术的发展,国防 R&D 投入开始下降并逐渐趋于平稳;2008 年

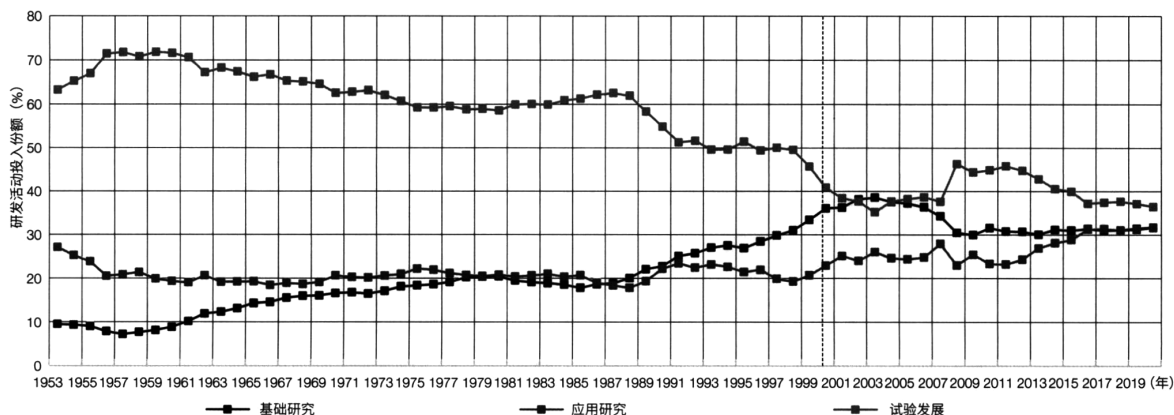


图 2 1953—2020 年美国联邦政府对不同研发活动的经费投入份额

数据来源:美国国家科学与工程统计中心(NCSES)的《国家研发资源布局:2019—2020 年》^[35],2020 年数据是估计值。

经济危机之后,美国战略重点转向促进经济增长,国防 R&D 投入下滑,2017 年后美国挑起“科技战”,美国国防 R&D 投入份额更是低于 50%。非国防指的是除 DOD 和国家核安全局(NNSA)之外所有研究资助者的资助类别,按照功能主要包括健康、空间、能源、一般科学、自然资源和其他。总体来看,美国在非国防领域采取了点面结合的科研资助模式^[40]:一方面,为保护生态环境、增进民生福祉、鼓励科学家非功利性开展科学研究,美国联邦政府在投入领域方面涵盖健康、一般科学和自然资源等相关所有科学领域。另一方面,围绕国家科技战略导向和科技竞争核心领域,美国联邦政府大力支持相关领域科技研发。例如,20 世纪 60 年代,美国处于

与苏联的太空竞争中,空间 R&D 经费投入直线上升;20 世纪 70 年代,为缓解全球性能源危机,能源 R&D 经费投入迎来一段上升期。

2.5 美国联邦政府研发投入的学科布局

美国联邦政府 R&D 投入的学科分类统计口径主要包括生命科学、心理学、物理学、环境科学、数学和计算机科学、工程科学、社会科学及其他学科 8 类(图 5)。其学科领域 R&D 投入的变化与国际竞争环境、科技战略布局等密切相关。从投入占比来看,生命科学领域是美国联邦政府 R&D 投资组合的重要组成部分,占联邦政府研发总额的一半以上,其中 NIH 承担了大部分的生命科学研究,该领域主要包括生物学、生物医学和健康科学。第二大

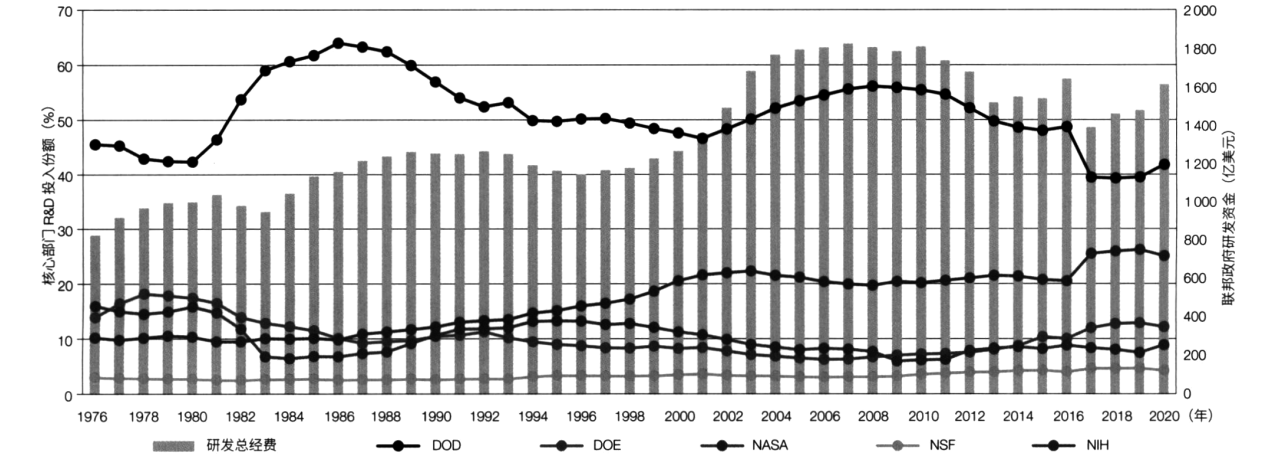


图3 1976-2020年美国联邦政府核心部门研发活动的经费投入份额

数据来源:美国科学促进会“联邦研发预算仪表盘”^[38],更新到2020财年,2020财年数据不包含 COVID-19 紧急研发支出。

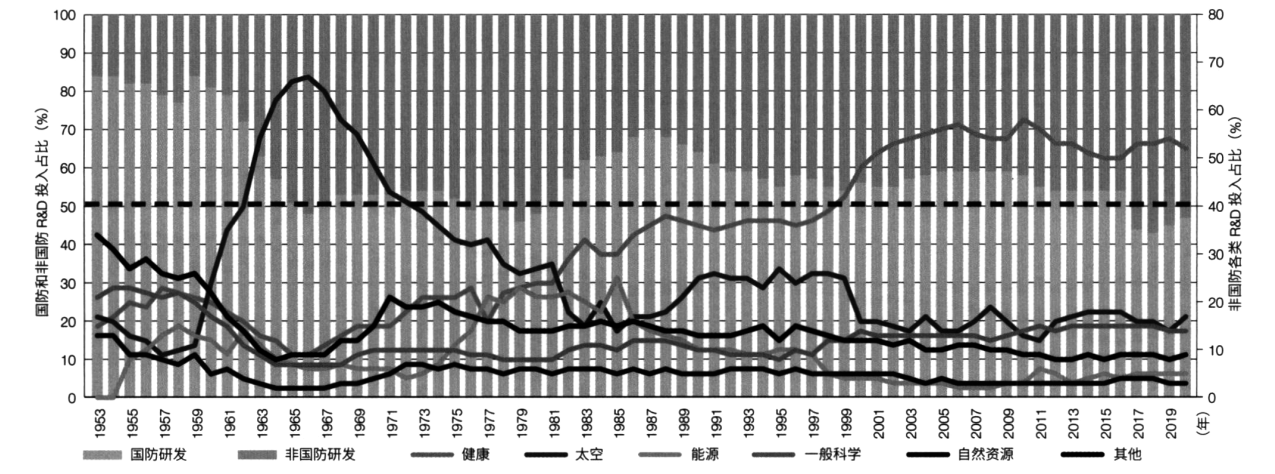


图4 1953-2020年美国联邦政府国防和非国防研发支出份额

数据来源:美国科学促进会“研发预算和政策项目”^[39],更新到2020财年。

学科领域是工程科学,包括航空、航天、化工、电气、机械和材料等学科。20 世纪 90 年代之前由于美苏争霸,使得该领域 R&D 投入处于较高水平,但随着冷战的结束而下降。近年来,中美芯片竞争愈演愈烈,材料科学逐渐成为工程科学的重点关注,使得该领域 R&D 投入又呈上升趋势。第三大学科领域物理科学的 R&D 投入随着冷战的结束显著下降。R&D 投入明显增长的学科领域有生命科学、数学和计算机科学。值得一提的是,美国数学和计算机科学 R&D 投入自 20 世纪 90 年代以来显著增长,这主要得益于 1993 年克林顿政府提出“信息高速公路”战略——计算机科学 R&D 投入迅猛增加。2017 年计算机科学 R&D 投入几乎是数学的 3 倍,使得美国信息经济走在世界前列。

通过以上对美国联邦政府 R&D 投入的多维分析可以发现,美国联邦政府 R&D 投入比例往往与其国家科技战略发展重点密切相关,而美国联邦政府在核心部门、非国防领域和不同学科的 R&D 投入份额的显著波动均出现在 21 世纪之前,21 世纪

以来则相对平稳。这或可从侧面说明,近 20 多年来美国科技政策只是惯性发展和惯性起作用,政府没有出台突破性或变革性的科技战略政策。

3 美国科技政策演变逻辑及特点

从科技政策和 R&D 投入的演变来看,美国科技政策发展有一个潜在的方向指引(内在逻辑)——保持全球领导地位、提升国家科技实力,战胜竞争对手。美国认为其历史上曾数次面临竞争危机:1957 年,苏联发射第一颗人造卫星斯普特尼克,美国科技政策和研发投入布局迅速做出重大变革,动员一切力量投身于与苏联的太空竞争。20 世纪 80 年代,面临与日本的经济竞争,美国积极拓展联邦资金的使用范围,制定一系列措施鼓励联邦机构、大学和私人企业之间合作以促进技术转移转化。20 世纪 90 年代,冷战以美国的胜利而告终,同时美国凭借“信息高速公路”为首的信息产业的科技引领实现了美国历史上和平时期最长的一次经济高速增长。21 世纪头 10 年,美国科技政策惯性起作用。2008 年以来,尤其是 2018 年之后,面对国际

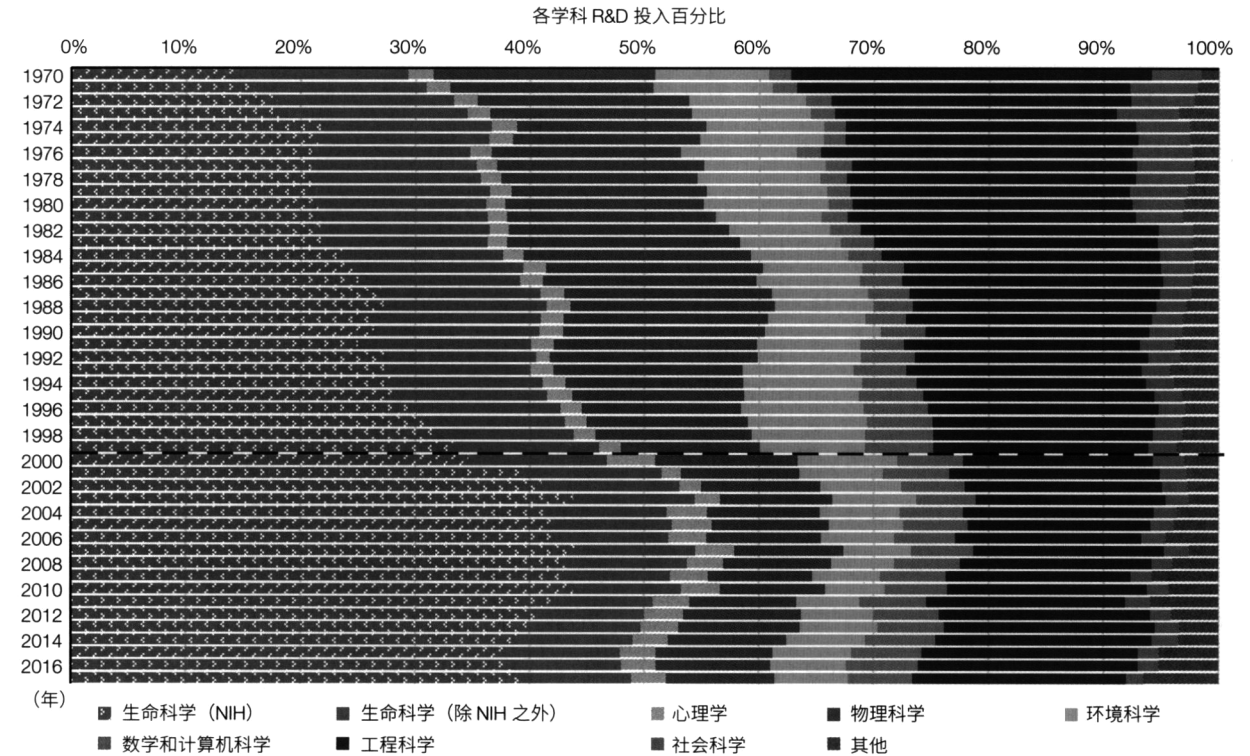


图 5 1970-2017 年美国联邦政府 R&D 投入的学科布局

数据来源:美国科学促进会“研发预算和政策项目——按学科划分的联邦研究经费”^[41],R&D 投入只包括基础研究和应用研究,试验发展目前不按学科领域分类。

竞争不断加剧和中国等新兴经济体的迅速崛起,美国认为其科技地位再次受到挑战,又一次迎来了改变其科技政策走向的历史性时刻,并将之称为“中国的斯普尼克时刻”^[42]。近年来,美国为维持全球领导地位和提升国家竞争力,科技政策主要从以下4个方面做出了重大调整。

3.1 改革国家创新体系和加强创新制度建设重塑

进入21世纪,自2005年美国国家科学院发布《站在风暴之上》报告之后,美国科学界和政策界普遍认识到国家科技创新能力下降和科学技术领导地位受到威胁,美国联邦政府、科技智库等各类科技政策机构就美国科技发展和国家创新体系进行反思。例如,美国信息技术与创新基金会(ITIF)2020年发布《认识美国国家创新体系》报告^[43],指出面对中国发展及美国政府R&D投入的下降,国家创新体系正处于危机之中,需要重建国家创新体系。美国竞争力委员会2020年发布《在下一个经济体中竞争:创新时代》^[44]报告,指出美国作为世界创新领导者的历史地位已受到威胁,并提出50条具体建议为国家创新提供了路线图。从奥巴马政府3次发布《美国国家创新战略》起,美国不断强调科技创新的重要性,国家层面相应出台了很多领域创新战略计划、竞争力法案等。近年来,美国联邦政府开始强调国家创新主体间的体系不同合作,以一种“全政府模式”动员全社会力量促进科技创新,主要包括多政府部门合作、军民融合、公私合作等多个方面。

3.2 加大研发经费和科技人才投入以巩固创新根基

美国科技政策的变革还体现在政府在财力和人力上的投入加大。在财政资源方面,加大联邦政府R&D投入力度,尤其是基础研究投入强度,成为美国政策文件中关注重点。例如,拜登政府高度重视科技发展,一上台就不断强调大力增加联邦政府R&D投入,在《2022芯片与科学法》中,政府对科技的投入就占有相当大的比重。在人才培养方面,美国对STEM教育的重视程度已经上升到了国家战略高度。21世纪以来,美国颁布了一系列STEM教

育的科技政策(图6),形成了较为完善的STEM教育体系。特朗普政府时期严格限制了STEM专业留学生的签证和移民条件。美国战略与国际问题研究中心(CSIS)指出^[45],如果美国STEM移民政策不进行重大改革,美国将在未来的人才竞争中被中国超越。2022年,拜登政府颁布新政放宽了STEM专业人才在美国就业和移民的要求,以重新恢复美国对优秀人才的吸引力。

3.3 实施国家产业政策以控制高科技领域产业链

美国一直主张自由市场经济,政府不干预产业的形成和发展。但实际上,自2008年金融危机后,美国联邦政府开始强调政府在科技发展中的重要作用,通过隐形的产业政策介入以实现高质量就业和经济复苏目标,形成了以“先进制造业”为核心的现代产业政策框架^[46]。特朗普政府时期提出未来产业的概念,2020年6月美国总统科学技术顾问委员会(PCAST)发布《关于加强美国未来产业领导地位的建议》^[47],2021年1月又发布《未来产业研究所:美国科学与技术领导力的新模式》报告^[48],以促进先进制造、人工智能和量子信息等产业的发展。ITIF于2022年1月发布《计算机芯片与薯片:美国战略产业政策的案例》报告^[49],认为美国只有制定战略性产业政策,确定国家安全和经济发展所需的关键产业和技术,才能持续掌控美国的创新和生产能力。近几年,美国正在打破传统的市场经济理念,加强政府在促进科技产业中的作用,采取“产业政策”振兴美国关键科技产业,在关键技术和核心领域上体现国家干预。以先进半导体产业为例,美国《2022芯片与科学法案》于2022年8月9日签署成法,旨在激励美国先进半导体生产和控制先进半导体产业链,支持美国的尖端应用科学研究。

3.4 遏制中国科技发展以保持其全球科技领导地位

随着中国在5G通信技术、人工智能、量子信息等科技领域的崛起,以及中国与美国在专利数量^[50]、高被引出版物^[51]、全球创新指数^[52]和R&D投入总量^[53]等方面差距迅速缩小,美国各界充满了“即将被中国全面超越”的焦虑,并将中国视为重要

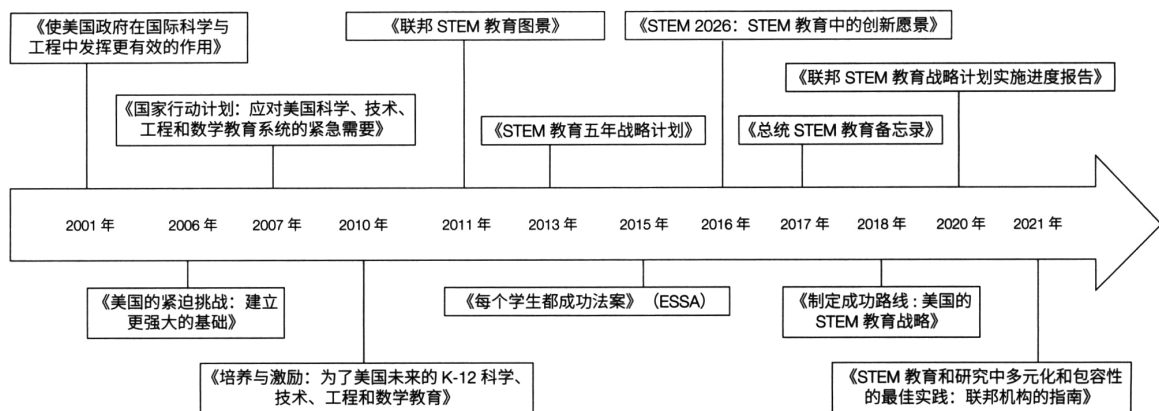


图6 21世纪以来美国代表性STEM教育科技政策

竞争对手。2022年美国《国家安全战略》^[54]中指出“未来10年是中美竞争的决胜性10年”，中美围绕高技术领域呈现持久博弈的明显趋势。近年来，美国加大了对中国科技发展的遏制力度，实施严格且精准的出口管制。以美国商务部工业与安全局《实体清单》（Entity List）为例进行说明：特朗普时期试图通过科技“脱钩”遏制中国半导体、人工智能等关键领域的科技发展，2018年后《实体清单》中的中国实体数量开始显著增长^[55]。拜登政府上台后，延续了特朗普政府对中国科技遏制倾向，不断升级对中国高技术出口管制的限度。2022年10月，美国商务部工业与安全局发布《对向中国出口的先进计算和半导体制造物项实施新的出口管制》^[56]，旨在进一步限制中国购买和制造高端芯片的能力。可见，美国对中国打压态度非常明确，遏制中国科技发展愈发成为其科技政策变革的重要因素。

4 主要结论和政策启示

4.1 主要结论

21世纪以来新一轮科技革命和产业变革加速演进，新兴国家科技快速发展，科技创新版图显示出多极化发展态势，美国的全球科技领导地位和科技竞争实力就显得相对走弱。刨除科技创新全球化因素之外，这与其近几届政府科技政策缺乏有效创新改革，以及政府R&D投入不断下降等有着密切联系。近20年来，美国科技政策的发展情况可分为2个阶段。

(1)21世纪初，美国联邦政府没有出台突破性或变革性的科技战略，只是“惯性”起作用。冷战结

束后，美国丧失了同量级的竞争对手，20世纪末成为世界头号科技强国，其科技政策变革不大而只是“惯性”起作用。具体表现在：①科技治理体系基本维持现状。20世纪90年代苏联解体后，美国逐渐失去了危机感，国家创新政策体系变化不大，科技政策惯性地起作用推动科技发展。进入21世纪以来，政界和学术界意识到竞争危机，小布什和奥巴马政府都不同程度地制定战略计划和法案应对挑战，但都不是根本上的改进与变革。②美国联邦政府R&D投入不断下降。自2000年以来，美国联邦政府的R&D投入强度下降明显。联邦政府R&D投入比例与国家科技战略发展重点相辅相成，21世纪以来，各部门、各领域及各学科的R&D投入份额并没有显著的波动，这进一步印证21世纪以来科技政策战略平稳惯性发展。③科技计划战略性、引领性减弱。21世纪以来，美国虽然制定了“纳米计划”“先进制造计划”“人工智能和量子倡议”等一系列战略计划，但其影响力相对平常，尚未形成像“曼哈顿工程”“阿波罗登月计划”“信息高速公路”等具有长远战略性和世界科技引领性的重大科技工程或科技计划。

(2)2018年来，美国的危机感和竞争意识明显增强，科技政策的调整加快、竞争性明显增强。随着全球科技竞争的日益激烈及中国等新兴经济体的崛起，重新激起了美国的科技竞争意识。近年来，美国科技政策又逐步强化。具体表现在：①科技创新政策一体化发展。美国政界意识到高效的“创新体制”是保持全球领导地位、提升科技竞争

力、抵御经济和疫情等全球性危机的关键,因而不
断推动国家创新体系改革。例如,奥巴马时期就高
度强调科技创新的重要作用,接连3次发布《美国
国家创新战略》。②科技产业政策日渐“显性化”。
美国历来崇尚的“市场机制”中逐渐显现出政府的
作用,政府加强了对产业科技的支持力度,在关键
科技领域的前瞻布局,明确了前沿技术领域发展优
先级,发布了一系列战略规划、科技报告等。例如,
历时3年,《2022 芯片与科学法》正式立法。③明确
将中国视为重要竞争对手。自特朗普政府发动“科
技战”以来,美国已经将中国视为其头号竞争对手,
与中国开展战略竞争是美国科技政策发展的主题
和大势。同时,美国积极拓展多边科技外交关系,
注重与相同意识形态和利益国家结交同盟,全方位
遏制和打压中国科技发展。

4.2 政策启示

从美国的科技政策和科研投入的历史演变来
看,科技强国不是一蹴而就的,是经过国家长期科
技战略导向布局、稳定增长的研发投入力度和重大
科技创新突破积累的结果。这样的历史经验对我
国科技政策制定、科技战略布局和科技强国建设具
有重要的启示意义。

(1)科技发展是长期战略性的事业,需要稳定
高效的科技治理体系和长远战略性科技政策指引。
二战以后,美国70多年持续不懈大力发展科技,才
奠定世界科技第一强国的战略地位。而21世纪以
来,美国科技政策平稳惯性发展、政府R&D投入的
不断下降及新兴国家的崛起,美国全球科技领导地
位受到挑战。为此,我国在建设科技强国的进程
中,应形成持续稳定支持科技发展的科研投入机
制、以长远的眼光系统部署国家战略科技力量,以
及不断地深化国家科技治理体系改革。①持续稳
定加大R&D投入,长期重视前沿基础研究和STEM
教育,为科技发展提供源动力;②从国家战略高度
制定引领性科技产业政策,鼓励企业开展关键核
心技术攻关,提升企业科技创新能力;③不断加强科
技发展的顶层设计和宏观统筹协调能力,提高国家
创新体系的工作效率和风险抵抗力。

(2)科技发展是高度竞争性的事业,显著的科

技政策竞争实力有助于支持形成科技的竞争优势。
美国的科技发展水平在与苏联、日本的竞争中不断
提高,使21世纪初美国的综合科技水平在全球处
于一国独大独强的超强地位。随着新一轮科技革
命和产业变革加速演进,国际科技竞争空前激烈,
科技发展国家化和企业化特征日益明显^[57]。为此,
我国在注重科技实力和国际地位快速提升的同时,
应时刻保持竞争意识和忧患意识,前瞻谋划科技政
策战略布局。①协调国际科技竞争与合作关系,明
确科学技术的国家利益导向,将高质量科技自立自
强与高质量开放创新相结合;②聚焦战略性高科技
领域,发展重要战略性和前瞻引领性的国家级科技
计划或科技工程,提升国家核心科技竞争力;③关
注高质量科技人才竞争,优化教育资源配置,加大
对战略性新兴产业和重点领域紧缺世界
顶尖人才的培养和吸引力度。

参考文献:

- [1] 张志强. 坚持科技发展正确理念实现科技自立自强. 世界科技研究与发展, 2021, 43(1): 1-7.
- [2] Bush V. Science: The Endless Frontier. New York: ARNO Press, 1945.
- [3] Lubell M S. Navigating the Maze: How Science and Technology Policies Shape America and the World. London: Academic Press, 2019.
- [4] Jake H, Riley M. The Case for Cooperation: The Future of the U. S. - UK Intelligence Alliance. Washington: CSIS, 2022: 1-13.
- [5] Atkinson R D. Time for a new national innovation system for security and prosperity. PRISM, 2021, 9(2): 58-75.
- [6] Manyika J, William H M, Adam S. Innovation and National Security: Keeping Our Edge. New York: Council on Foreign Relations, 2019.
- [7] Working Group on Science and Technology in U. S. - China Relations. Meeting the China Challenge: A New American Strategy for Technology Competition. New York: U. S. - China Relations, 2020.
- [8] Center for a New American Security. Taking the helm: A national technology strategy to meet the China challenge. [2022-02-23]. <https://www.cnas.org/publications/reports/taking-the-helm-a-national-technology-strategy-to-meet-thechina->

challenge.

[9] Council on Competitiveness. Innovate America; Thriving in a world of challenge and change. [2021-10-23]. <https://competeorg.wpengine.com/wp-content/uploads/ncf-reports/nii-innovate-america-2005.pdf>.

[10] National Academy of Sciences. Rising above the Gathering Storm; Energizing and Employing America for a Brighter Economic Future. Washington DC: National Academies Press, 2007.

[11] White House. American competitiveness initiative; Leading the world in innovation. [2022-03-23]. <https://georgewbushwhitehouse.archives.gov/stateoftheunion/2006/aci/index.html>.

[12] National Science Board. National action plan for addressing the critical needs of the U. S. science, technology, engineering, and mathematics education system. [2022-05-23]. <https://www.nsf.gov/pubs/2007/nsb07114/nsb07114.pdf>.

[13] White House. National nanotechnology initiative; Leading to the next industrial revolution. [2022-03-23]. <https://clintonwhitehouse4.archives.gov/media/pdf/nni.pdf>.

[14] NNI. National nanotechnology initiative strategic plan. [2022-03-23]. <https://www.nano.gov/NNIBudgetSupplementandStrategicPlans>.

[15] National Economic Council and Office of Science and Technology Policy. A Strategy for American Innovation; Driving towards Sustainable Growth and Quality Jobs (2009). Washington DC; Executive Office of the President, 2009.

[16] Council of Economic Advisers and Office of Science and Technology Policy. A Strategy for American Innovation; Securing Our Economic Growth and Prosperity (2011). Washington DC; National Economic Council, 2011.

[17] Advanced Manufacturing National Program Office. Report to the President on Ensuring American Leadership in Advanced Manufacturing. [2022-03-23]. <https://www.manufacturing.gov/sites/default/files/2018-01/pcast-advanced-manufacturing-june2011.pdf>.

[18] Advanced Manufacturing National Program Office. A National Strategic Plan for Advanced Manufacturing. [2022-03-23]. https://www.manufacturing.gov/sites/default/files/2018-01/nste_feb2012.pdf.

[19] Advanced Manufacturing National Program Office. Accelerating U. S. Advanced Manufacturing. [2022-03-23]. https://www.manufacturing.gov/sites/default/files/2018-01/amp20_report_final.pdf.

[20] U. S. Department of Commerce. The Competitiveness and Innovative Capacity of the United States. [2022-02-23]. <https://www.commerce.gov/data-and-reports/reports/2012/01/competitiveness-and-innovative-capacity-united-states>.

[21] White House. A Strategy for American Innovation (2015). Washington DC; National Economic Council and Office of Science and Technology Policy, 2015.

[22] OSTP. Advancing America's Global Leadership in Science and Technology; Trump Administration Highlights; 2017-2020. [2022-02-23]. <https://trumpwhitehouse.archives.gov/wp-content/uploads/2020/10/Trump-Administration-STHighlights-2017-2020.pdf>.

[23] White House. National Security Strategy of the United States of America. [2022-04-23]. <http://nssarchive.us/nationalalsecurity-strategy-2017/>.

[24] 樊春良. 变动时期美国科技政策发展的逻辑和走向——从特朗普到拜登. 中国科技论坛, 2021, (5): 1-13.

[25] White House. National Strategy for Critical and Emerging Technology. [2022-04-23]. <https://trumpwhitehouse.archives.gov/wp-content/uploads/2020/10/National-Strategy-for-CET.pdf>.

[26] Maintaining American Leadership in Artificial Intelligence. A Presidential Document by the Executive Office of the President. (2019-02-14) [2022-02-19]. <https://www.federalregister.gov/documents/2019/02/14/2019-02544/maintaining-americanleadership-in-artificial-intelligence>.

[27] NSTC. National AI R&D Strategic Plan; 2019 Update. [2022-02-19]. <https://www.nitrd.gov/pubs/National-AI-RD-Strategy-2019.pdf>.

[28] NQCO. A Strategic Vision for America's Quantum Networks. [2021-02-19]. <https://www.quantum.gov/wpcontent/uploads/2021/01/A-Strategic-Vision-for-Americas-Quantum-Networks-Feb-2020.pdf>.

[29] White House. FACT SHEET; The American Jobs Plan. [2022-03-19]. <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2021/03/31/fact-sheet-the-american-job-splan/>.

[30] NSTC. Critical and Emerging Technologies List Update. [2022-03-19]. <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2022/02/02-2022-Critical-and-Emerging-Technologies-List-Update.pdf>.

[31] White House. FACT SHEET; Biden - Harris Administration Actions to Attract STEM Talent and Strengthen our Economy and Competitiveness. [2022-04-10]. <https://www.>

whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2022/01/21/fact-sheet-biden-harris-administration-actions-to-attract-stem-talent-and-strengthen-our-economy-and-competitiveness/.

[32] White House. Interim National Security Strategic Guidance. [2022-03-19]. <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2021/03/NSC-1v2.pdf>.

[33] 赵路, 程瑜, 张琦. 发挥财政职能作用支持科技创新发展——财政科技事业10年回顾与展望. 中国科学院院刊, 2022, 37(5): 596-602.

[34] NSF. 2022 Science & Engineering Indicators. [2022-04-20]. <https://ncses.nsf.gov/indicators>.

[35] NCSES. National Patterns of R&D Resources: 2019-20 Data Update. [2022-05-19]. <https://ncses.nsf.gov/pubs/nsf22320/assets/nsf22320.pdf>.

[36] American Academy of Arts and Sciences. Restoring the Foundation; The Vital Role of Research in Preserving the American Dream. [2022-02-23]. <https://www.amacad.org/project/new-models-us-science-and-technology-policy>.

[37] American Academy of Arts and Sciences. The Perils of Complacency: America at a Tipping Point in Science and Engineering. [2022-02-23]. <https://www.amacad.org/publication/perils-of-complacency>.

[38] American Association for the Advancement of Science. Historical Trends in Federal R&D. [2022-05-19]. <https://www.aaas.org/programs/r-d-budget-and-policy/interactivedashboards-0>.

[39] American Association for the Advancement of Science. Federal R&D Budget. [2022-05-19]. <https://www.aaas.org/programs/r-d-budget-and-policy/federal-rd-budgetdashboard>.

[40] 程如炯. 从联邦研发资金投入看美国政府科技布局. 世界科技研究与发展, 2022, 44(6): 846-856.

[41] American Association for the Advancement of Science. Research by Science and Engineering Discipline. [2022-03-19]. <https://www.aaas.org/programs/r-d-budget-and-policy/research-science-and-engineering-discipline>.

[42] 刘露馨. 美国科技战略的变革及前景. 现代国际关系, 2021, (10): 37-45.

[43] Atkinson R D. Understanding the U. S. National Innovation System. (2020-11-02) [2022-03-19]. <https://itif.org/sites/default/files/2020-us-innovation-system.pdf>.

[44] Council on Competitiveness. Competing in the Next Economy: The New Age of Innovation. [2022-02-23]. https://competeorg.wpengine.com/wp-content/uploads/nationalcommission-reports/coc_commission_nextecon_121620_final.pdf.

[45] CSIS. Winning the Tech Talent Competition: Without STEM Immigration Reforms, the United States Will Not Stay ahead of China. [2022-03-19]. <https://www.csis.org/analysis/winning-tech-talent-competition>.

[46] 沈梓鑫, 江飞涛. 美国产业政策的真相: 历史透视、理论探讨与现实追踪. 经济社会体制比较, 2019, (6): 92-103.

[47] PCAST. Recommendations for Strengthening American Leadership in Industries of the Future. [2022-05-19]. https://science.osti.gov/-/media/_/pdf/about/pcast/202006/PCAST_June_2020_Report.pdf.

[48] PCAST. Industries of the Future Institutes: A New Model for American Science and Technology Leadership. [2022-05-19]. <http://www.ittc.ku.edu/~sdblunt/papers/PCAST-IOTFIFI-NAL-Report.pdf>.

[49] Robert D A. Computer Chips vs. Potato Chips: The Case for a U. S. Strategic-Industry Policy. Washington DC: ITIF, 2022.

[50] Carol R. Science and Engineering Indicators: Invention, Knowledge Transfer, and Innovation. (2022-03-08) [2022-10-23]. <https://ncses.nsf.gov/pubs/nsb20224>.

[51] Karen W. Science and Engineering Indicators: 2020 Publications output; U. S. Trends and International Comparisons. (2019-12-17) [2022-10-23]. <https://ncses.nsf.gov/pubs/nsb20206/>.

[52] WIPO. Global Innovation Index. [2022-02-23]. https://www.wipo.int/global_innovation_index/en/.

[53] OECD. Gross Domestic Spending on R&D (indicator). [2022-02-23]. <https://data.oecd.org/rd/gross-domestic-spending-on-r-d.htm#indicator-chart>.

[54] White House. National Security Strategy. (2022-10-12) [2023-10-23]. <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2022/10/Biden-Harris-Administrations-National-Security-Strategy-10.2022.pdf?ref=hir.harvard.edu>.

[55] 贺德方, 李广建, 汤富强, 等. 国外技术出口管制演进分析与应对策略研究. 中国科学院院刊, 2024, 39(1): 79-94.

[56] Bureau of Industry and Security. Implementation of Additional Export Controls: Certain Advanced Computing and Semiconductor Manufacturing Items; Supercomputer and Semiconductor End Use; Entity List Modification. (2022-10-13) [2023-10-23]. <https://www.federalregister.gov/documents/2022/10/13/2022-21658/implementation-of-additional-export-controls-certain-advanced-computing-and-semiconductor>.

[57] 张志强. 让历史昭示未来迈向科技强国建设新征程. 中国西部, 2022, (1): 6-11.