

【比较与借鉴】

二战后美国联邦政府对 科技创新生态系统的优化策略

刘国柱

【摘要】自19世纪80年代以来,美国在科技创新领域一直处在世界领先地位,良好的科技创新生态系统是缔造美国科技优势地位的最关键因素。无论是面对复杂的国内经济形势还是激烈的国际竞争,美国总是能通过联邦政府的政策调整、立法改革为本国科技创新创造良好的政策环境和制度环境。不断优化的科技创新生态系统使得美国将危机变为转机,牢牢抓住科技革命的机遇,在二战后长期保持世界科技领域的领先地位。

【关键词】创新生态系统;创新政策与治理;技术转让法律体系;人才吸引战略

【作者简介】刘国柱,浙江大学历史学院美国研究中心主任,教授,博导,浙江大学非传统安全与和平发展研究中心资深研究员,研究方向为国际关系、美国对外政策、非传统安全。

【原文出处】《学术前沿》(京),2024.12.56~71

【基金项目】本文系国家社会科学基金中国历史研究院重大历史问题研究专项重大招标项目“战后美国科技创新体系形成、走势及启示研究”(项目批准号:23VLS030)和浙江大学重点国家和区域研究重点课题“战后美国科技创新体系研究”的阶段性研究成果。

科技创新生态系统是一个术语,用于描绘对科技创新至关重要的各种参与者,包括各种政府机构、科技创新者、初创公司、利益相关者、资助者和风险投资商等,上述成员之间的活动和相互作用,将创意转化为产品,从而在市场上增加价值。科技创新生态系统至关重要,一个国家在科技创新领域的成功,基本上取决于这个国家创新生态系统的有效和协同工作。

二战结束以来,美国发展出了世界上最有效的科技创新生态系统,这个系统是美国政府通过一系列政策逐渐建立并完善起来的,具有浓厚的“国家主义”色彩。美国科技创新生态系统由整体多层框架组成:第一层是创新战略与政策体系,包括国家创新政策;第二层是创新治理体系,即在国家层面管理和促进创新的治理结构,主要体现在美国联邦政府制定的一系列围绕科技创新的立法、包括总统的行政命令等;第三层是创新推动因素,包括支持性政治体系和监管体系、教育与人力资本体系等。

限于篇幅,本文仅从美国政府直接推动科技创新政策、营造科技创新的制度环境、创新人力资源培养与获取机制等方面,探究联邦政府优化美国科技创新生态系统的举措。

联邦政府作为“看得见的手”直接推动美国的科技创新

二战后的几十年里,美国政府被认为长期推行“国家主义”,联邦政府利用国家政权这只“看得见的手”在培育国家创新生态系统方面发挥着至关重要的作用。联邦政府的职能主要体现在:首先,主导建立了二战后的美国科技创新管理体系;其次,成为美国科技创新最大的支持者和最主要的赞助者;再次,成为美国小型科技企业度过“死亡大峡谷”的最重要护佑者;最后,以维护美国技术霸权和国家安全使命为主导的政府采购制度,推动着变革性或革命性的技术创新。

联邦政府主导建立了二战后美国科技创新管理体系。尽管美国政府很早就开始介入科技发展

事业,但在二战前,联邦政府对美国科技发展的参与力度比较小,参与重点主要是在农业和卫生领域。罗斯福新政以及二战期间,联邦政府开始深度介入美国科技创新与发展。新政时期,随着《社会保障法》(Social Security Act of 1935)的实施,联邦政府对公共卫生服务的研发资助增加,卫生领域的研究不断深入,对二战后美国科技创新体系影响较大的是1931年成立的美国国立卫生研究院(NIH)。二战爆发后,美国政府认识到,科学技术的发展水平对军事优势和战争结局具有至关重要的作用。1941年6月,美国成立了由万内瓦尔·布什(Van-
nervar Bush)任主任的科学研究发展办公室(OSRD),这个机构成为二战期间美国国家科学研究的中枢机构,布什指挥着全美的科学家服务于美国的军事科技和军事医学,成功开展了合成橡胶、批量生产的青霉素、雷达、无线电引信和原子弹的研究工作。

战争临近尾声时,罗斯福总统要求布什思考在战争结束之后,科学和技术如何更好地造福国家的健康、经济繁荣和安全问题。布什的回应是推出了对战后美国科技创新体系形成具有巨大影响力的研究报告——《科学:没有止境的边疆》,布什在报告中强调了美国历史上的边疆传统和边疆精神:自独立以来,美国的基本政策就是不断开拓新的边疆,在土地和海洋等美国发展的物理空间边疆消失或不断缩小的情况下,科学作为“没有止境的边疆”将持续存在,并成为未来美国经济繁荣、公民高品质生活和国家安全的基础。布什建议,科学“应该被推到舞台的中央——因为科学蕴藏着我们对未来的大部分希望……我们正在进入科学需要并且应该得到更多公共资金支持的时期。”^①布什的报告引发了美国政界关于科技研发政策的大辩论,最终,布什关于联邦政府支持科学研究的思想赢得了最后的胜利。美国政府不仅承担起了科学研究与技术研发主要资助者的责任,而且逐渐建立并完善了美国科技创新管理体系。

二战后,美国联邦政府逐渐建立起系统的科技创新管理体系。总统科技顾问、白宫科技政策办公室(OSTP)、国家科学技术委员会(NSTC)、总统科技顾问委员会(PCAST)是美国科技政策管理体系的重要机构。其中,白宫科技政策办公室由总统科技顾问领导,在其成立后的大部分时间里只负责提

供科技政策发展建议,协调机构间研发预算。拜登就任总统后,将白宫科技政策办公室主任提升至政府内阁成员的级别,这一调整意味着美国政府中将出现一个有能力协调各政府部门工作、将科技创新整合到各种决策中的官员。同时,拜登还在国家安全委员会中设置了一个专门负责网络安全和新兴技术的副国家安全顾问,负责从国家安全的角度协调美国的科技政策。总统科技顾问委员会和国家科学技术委员会则是筹划创新相关问题并提供建议的专家机构。同样在白宫内,行政管理和预算局(OMB)对机构项目进行年度预算审查和绩效评估。

白宫领导的行政部门则是从不同的领域和角度在美国科技创新体系中发挥不同作用。例如,商务部工业与安全局(BIS)、美国专利商标局(USPTO)、国家标准技术研究院(NIST)等机构,在美国技术及技术产品出口管制、技术专利保护与转移、技术标准制定等领域发挥着领导作用。国家科学基金会(NSF)负责支持基础科学和工程学(医学除外)的研究。美国国防部高级研究计划局(DARPA)、国家航空航天局(NASA)、国立卫生研究院等20多个政府机构参与到科学研究与技术创新活动中,这些部门负责人在制定美国科技创新战略与政策方面发挥着非常重要的作用。

美国国会负责提出与创新相关的立法,授权和拨款预算,就科技创新相关问题举行听证会、听取利益相关者的证词,并进行监督。美国国会两院在科技创新立法领域重要的委员会包括众议院小企业创业委员会(U. S. Senate Committee on Small Business & Entrepreneurship),科学、空间和技术委员会(House Science, Space, and Technology Committee),参议院商业、科学和交通委员会(The U. S. Senate Committee on Commerce, Science, and Transportation)。三权分立体系中的司法机构负责解决法律和监管纠纷,司法系统在解决与创新相关的问题如知识产权纠纷方面显得尤为重要。1982年建立的美国联邦巡回上诉法院(U. S. Court of Appeals for the Federal Circuit)对与专利、商标、国际贸易和政府合同有关的上诉案件具有全国管辖权。

通过分权制衡制度的运作,联邦政府行政、立法和司法三大机构在美国科技创新管理体系中发挥着不同的作用,共享法律、政策和资金等权力,从而形成了系统的科技创新管理体系,这个体系是美

国科技创新生态系统的基础。美国不同创新主体,包括政府机构、国家实验室、大学、私营企业、公共资金、民间风险投资、创新产业集群等,在美国政府由“看得见的手”和“看不见的手”共同操作的生态系统中从事着科技创新活动。

联邦政府成为美国科技创新最大的支持者和最主要的赞助者。二战后,美国科技创新体系转型的最核心特征就是联邦政府对科技研发支持力度的大幅增加,这种支持既包括宏观经济政策支持和国家大科学计划推动,也包括联邦政府提供的财政支持。

第一,宏观经济政策。宏观经济政策可以为创新提供全面的支持性政策。尽管美国的宏观经济政策更主要是依赖于货币政策(而非财政政策)来调整周期性增长率。但美国政府也经常性地通过特定的财政补贴政策如《芯片与科学法案》(CHIPS and Science Act)和《通货膨胀削减法案》(Inflation Reduction Act of 2022),以支持特定技术行业发展的方式带动相关领域技术的创新。上述两个法案体现了拜登政府对美国半导体技术和产业、新能源相关的技术与产业所提供的巨大财政支持。

第二,联邦政府推动的大型科技计划。美国是较早组织大型科技计划、推动国家科技整体发展的国家。二战时期的“曼哈顿计划”让美国率先研发出原子弹,不仅确保了战争中美国的技术优势,也让美国在战后初期的美苏竞争中占得了先机。为加强苏联在太空领域竞争中的优势,肯尼迪政府推出了大科学计划——“阿波罗计划”。美国政府为“阿波罗计划”提供的经费高达400亿美元,动员了多达上万家企业、120多所高等院校、42万名科学家和工程师参与这一空间计划。^②此后,美国还先后推出了“航天飞机计划”“星球大战计划”“人类基因组计划”“信息高速公路计划”“国家纳米计划”等。上述大型科技计划,为美国在核能、航空航天、卫生医药、信息科学、材料科学等领域的基础与应用研究、核心技术突破、人才团队建设、新兴产业发展等方面奠定了良好的基础,不仅确保了美国在相关技术领域的领先地位,也吸引了世界各地的优秀人才。

第三,联邦政府成为科学研究与技术创新最主要的资助者。自1957年开始,美国政府对研发费用的投资已经超过了美国国民生产总值的2%,

1966年达到最高的2.8%,1956到1979年,联邦政府是美国研发经费的最主要提供者。在不同时期,联邦政府在研发领域资助的重点不同。二战结束到20世纪50年代末,由于美苏冷战的需要,美国国防部和原子能委员会占据了联邦研发支出的最大份额。公共资金整体投资的庞大规模意味着,政府与国防相关的研发同样也支持了物理学领域各学科的学术研究。同期,生物医学领域的联邦研发资金也出现大幅增长。20世纪60年代,随着太空计划的开启,资助重点发生了变化。国家航空航天局成为仅次于国防部的第二大研发资助机构,总的研发资金在1964年达到顶峰,占联邦预算可自由支配部分的35%。20世纪70年代,由于联邦政府在三个领域采取的政策行动,研发资金再次增加:首先,20世纪70年代的石油禁运刺激了能源部门研发支出的大幅增加;其次,1971年联邦政府发动针对癌症的行动,加大了在生物医药研发方面的投入;最后,卡特政府开始大力加强国家的防御能力,国防部的研发支出开始迅速增长。^③

与国家安全领域相关的研发支出在二战后美国联邦开支中一直占较大比例,同时,国家安全领域的研发会产生很多“衍生品”,这些“衍生品”已经广泛应用于民用领域,甚至成为美国经济转型的巨大动力。例如,核技术的发展带来的民用核电技术推广,“阿波罗计划”更是诞生了一批如CAT扫描仪和MRI技术(计算机辅助断层扫描和磁共振成像)、可编程起搏器、太阳能电池板等民用技术。^④美国国防部的局域网技术后来更是成为转向民用的军民两用技术,美国信息高速公路建设、数字技术和微软、亚马逊等大批数字企业的蓬勃发展,皆受益于原限于军事领域的局域网技术。

联邦政府专门推出了帮助小型科技企业度过“死亡大峡谷”的资助计划。在美国创新体系中,小型科技企业发挥着至关重要的作用。它们不仅构成了美国科技创新体系的基础,一些企业还成为各自行业的“小巨人”,甚至发展壮大成为美国乃至世界级的行业巨头。然而,部分科技企业在创业初期面临着融资困难,缺乏资金支持,这导致部分企业难以长期发展。据统计,由于缺少资金等原因,有四分之一的企业会在创业第一年失败,接近半数的企业会在创业第四年失败,这一时期被称作小企业

发展的“死亡大峡谷”。因此,小型科技企业初创阶段尤其需要政府的扶持。美国国家科学基金会于1977年开始推行小企业创新研究(SBIR)计划,其良好的效果引起了小企业管理局(Small Business Administration)的注意,1979年小企业管理局提出有外部研发投入的政府机构都应实施SBIR计划。1982年美国颁布了《小企业创新发展法》,SBIR计划开始正式实行,法案规定外部研发预算超过1亿美元的联邦机构应拿出其研发经费的1.25%用于支持小企业的研发活动。

小企业创新研究计划分三个阶段实施:第一阶段为期6个月至1年,相关部门会对申请研发经费的企业项目进行可行性和商业潜力的研究,通过审核的小企业会获得至少5万美元;第二阶段在第一阶段的基础上进行,企业需在第一阶段取得一定的成果,并向相关部门论证其第二阶段研发计划的潜力,审核通过后即可获得50万美元的资金;第三阶段是商业化阶段,这一阶段将不会再有资金投入,相关政府部门将会通过政府采购、引导私营部门投资等方式,帮助小企业将创新成果推向市场。

为了促进小企业与科研界的合作,1992年国会批准了小企业技术转让计划(STTR)以实现小企业创新项目效益最大化。作为小企业创新计划的姊妹项目,两者的理念和架构基本相同。法案规定,拥有超过10亿美元的外部研发预算的联邦机构,每年需要将其外部研发预算的至少0.05%用于该计划。小企业技术转让计划也分三个阶段进行,不同之处是需要由一家企业和一家研究机构联合开展研发工作,其中小企业须完成至少40%的工作,研究机构则至少承担30%的工作。^⑤SBIR计划与STTR计划齐头并进,并称为“美国种子基金”(America's Seed Fund)。

自1963年以来,《研发》(R&D)杂志每年都评选100项优秀商业产品发明,即D100奖,这一奖项在研发公司专业人士群体中具有相当大的声望。SBIR培育的公司一直占美国所有研发公司D100奖获奖者的四分之一左右,这有力表明SBIR项目已经成为美国创新经济的关键力量。^⑥

联邦政府主导推行了政府技术采购制度。技术采购制度指的是“获取尚不存在或在部署之前需要进一步开发和测试的技术、产品、服务或系统”。这些技术产品需要经过企业的“研发、技术变革或

尖端创新才能最终纳入可销售的成果”。^⑦自二战以来,技术采购一直是美国占据高科技领先地位的关键手段。技术采购起源于战争期间的军事承包,并很快发展成为推动美国公司技术创新的一种手段。采购系统不再是国防密集型供应商与专门负责安全的采购商互动的领域,而是逐渐演变成一系列混合系统。在这一系统中,公共与私人、安全与商业、军事与民用之间的界限相互交织在一起。技术采购等同于政府承诺从私营部门购买新开发的商品和服务,而私营部门主要通过研发合同进行补贴。可以把它看作是“需求拉动”的有力杠杆,因为政府既为产品创造了市场,又为其发展提供了资金。

美国联邦政府的技术采购大部分与国防有直接或间接的关系。在20世纪50年代的大部分时间里,与国防相关的研发支出占联邦研发总支出的80%以上,并且在二战后其他财政年度很少低于联邦研发总支出的50%。^⑧联邦政府与国防相关的研发投资的重要性是显而易见的。首先,二战后经济与技术的许多研发基础设施,包括工业、政府或学术界的大型研究设施,都是由与国防相关的研发项目资助建造的。其次,在国防技术开发中出现了一批技术“衍生产品”,即为国防相关应用开发的技术在民用经济中找到了巨大的市场。这种衍生产品在航空航天和信息技术领域尤为重要。再次,通过联邦政府的技术采购,与国防有关的新技术支出推动了民用技术应用,有助于利用技术衍生产品。二战后与国防相关的研发计划通常由大量购买新技术来补充。二战后美国国防相关研发支出的技术衍生产品包括喷气发动机和后掠翼机身,它们改变了战后美国商用飞机工业。最后,计算机网络和计算机内存技术的重大进步,在民用和军事项目中得到了快速应用,也可以追溯到国防支持的研发项目。与国防有关的采购在二战后的美国信息产业中尤为重要。正因为如此,许多技术分析家认为,美国技术采购比“基本研发”支出发挥了更重要的作用。^⑨

自冷战结束以来,国家安全机构的采购方式随着联邦系统中公私互动新形式的兴起而发生了变化。从以安全为中心的工具演变为具有安全回报的商业密集型工具。特别是,随着美国国家安全系统努力跟上新的和快速变化的信息密集型技术,它越来越重视所谓“两用”技术——具有商业相关性

的军事技术和具有安全相关性的商业技术。

由于联邦政府技术采购以维护美国技术霸权的国家安全使命为主导,这为美国的采购注入了另一个独特的元素,即寻求变革性或革命性的创新。这使得美国的政府采购方式具有鲜明的以创新为主导的特征,从而促进了革命性技术的发展,为二战后的高科技产业发展奠定了基础。

联邦政府这只“看得见的手”,通过一系列的政策驱动,为美国科技创新创造了有利的政策环境和充裕的资金支持,同时也丰富了美国科技创新的土壤、强化了美国科技创新的根基。

美国政府为科技创新积极营造良好的制度环境

如果说在发挥政府“看得见的手”作用方面,美国行政部门发挥着主要作用,那么在为美国科技创新营造制度环境方面,美国立法机构则发挥着更为关键的作用。国会制定保护知识产权的专利制度,推动技术市场化的转让制度,实行税收抵免制度和反垄断立法等,相当于联邦政府“看不见的手”,为美国科技创新营造了良好的制度环境。

专利制度。专利制度的核心是对知识产权的保护,保护知识产权就是保护创新,这一理念在美国制宪会议时期就已经深入人心。1787年美国宪法明确了联邦政府对知识产权的保护:“为了促进科学和实用艺术的进步,国会有权……通过在有限的时间内确保作者和发明人对其各自的著作和发现享有专有权。”^⑩根据宪法原则,美国国会于1890年4月颁布了第一部专利法,将专利定义为“任何有用的技术、制造、发动机、机器或设备,或对以前未知或使用过的技术、制造、发动机、机器或设备的任何改进”。它授予申请人“制造、建造、使用 and 出售给他人使用的唯一和排他性权利和自由”。^⑪到二战前,美国国会先后对专利法进行了三次修订和完善,并在美国国务院建立了专利局,1849年,专利局的职责由国务院转移到内政部。

美国现行的专利法律架构是1952年国会通过的第五部专利法,即《美国法典》第35篇。1952年专利法对美国历史上与专利相关的法律进行了全面的整理和简化,删减了部分内容,进行了部分实质性的修改,并编纂了“非显而易见性”的要求和共同侵权的司法原则。另外,根据1952年专利法,建立了由商务部领导的美国专利商标局(USPTO)。

专利商标局的使命是通过以下方式促进“美国的工业和技术进步并加强国民经济”:管理与专利和商标有关的法律;就专利、商标和版权保护向商务部长、美国总统和行政部门提供建议;就与贸易有关的知识产权问题提供咨询。^⑫自1952年以来,美国专利法一直在不断修订,并通过司法判决不断完善。1982年,美国联邦巡回上诉法院成立,该法院对美国专利商标局和联邦地区法院的所有专利上诉拥有专属管辖权,它的建立在美国专利保护方面具有里程碑式的意义。联邦巡回上诉法院的裁决(特别是关于专利案件的裁决)只能被最高法院的裁决或适用的法律变更所取代。

美国专利法最近一次较大幅度修改是在奥巴马政府时期,即《莱希—史密斯美国发明法案》(Leahy Smith America Invents Act)。其中最显著的变化是将美国的专利权从之前的“先发明”制度转变为“第一发明人申请”制度,即将专利授予首先提交专利申请的发明人。这一新制度的运作方式不同于美国之前实施的“先发明”制度和世界其他地区的各种“先申请”制度。在这三种不同的制度下,可能会产生不同的结果,这取决于两个不同的发明人是否以及如何和何时公布或提交专利申请。总体而言,与时俱进的美国专利制度发挥着保护科技创新的重要作用。

技术转让法律体系。二战后,联邦政府对美国先进技术研发和基础研究的支持力度持续加大。由于政府无法在公共设施中完成所有的工作,因此需要寻找合格的私营公司、大学和非营利组织,通过合同安排来执行许多项目,在每一种安排中都存在专利所有权问题。当时,大学和其他非营利组织很少参与研究成果的专利申请和技术转让活动。政府本身并未为所有机构制定统一的专利政策来处理这些机构支持的研究过程中所产生的知识产权问题。在《拜杜法案》(Bayh-Dole Act)生效之前,由联邦资助的发明(占大学研究经费的70%或更多)归政府所有,政府认为任何一家公司都不应从公共资助的研究中获益,因此只会授予专利非排他性许可。这样的做法意味着,第一家获得学术发明专利许可、并承担证明该技术有效的所有财务风险的公司,将无奈地看着其他公司以相同的条款获得专利许可而不必承担类似的财务风险。显然,这是一个缺乏吸引力的解决方案。到1978年,政府

以这种方式获得了 28000 项专利,其中只有不到 4% 的专利获得许可,进入商业用途的比例则更小。^⑬另一个问题是政府与发明人没有关系,技术发明总是需要发明人的积极参与,才能成功地将学术技术转移到商业企业中。但政府却无法向潜在的被许可人保证,发明人会批准他们作为被许可人,以及与他们合作开发技术。另外,专利制度的创建是为了激励发明、开发和利用新技术,以促进科学和实用技术造福公众。当政府在发明应向所有人免费提供的政策下拥有许多发明的所有权时,专利制度就难以按照其预期的方式运作。为解决上述问题,自 20 世纪 80 年代以来,美国国会制定并通过了一系列法案,以帮助更好地推动研究成果商业化。

1980 年 12 月 12 日,美国参议院通过了由参议员伯奇·贝赫(Birch Bayh)和鲍勃·多尔(Bob Dole)提出的《大学和小企业专利程序法》(The University and Small Business Patent Procedures Act),即著名的《拜杜法案》。这一法案是多年来寻求在政府内部建立统一专利政策的许多立法的共同结晶,是具有里程碑意义的立法。该法案最重要的特点是,它改变了小企业、大学和其他非营利实体通过全部或部分使用政府资金而产生的任何发明的所有权推定。《拜杜法案》是政府与大学之间建立新关系的第一步,它预示着美国大学将与工业界建立新的、更密切的关系。《拜杜法案》规定,大学对利用政府资金进行的发明拥有确定的所有权,这刺激了机构专利协议下的技术转让,为新的和不断深化的大学与企业关系提供了动力。《经济学家》(The Economist)杂志给予《拜杜法案》极高的评价,认为这是美国国会半个世纪以来“颁布的最具启发性的立法”,这项立法再加上 1984 年的修正案和 1986 年的扩充,“解锁了在纳税人的钱的帮助下在美国各地实验室中取得的所有发明和发现。最重要的是,这项单一的政策措施有助于扭转美国在工业领域急剧下滑的局面”^⑭。

时任美国总统卡特还于 1980 年 10 月 21 日签署了《史蒂文森—怀德勒技术创新法案》(The Stevenson Wydler Technology Innovation Act of 1980)。该法案旨在建立合作研究中心以鼓励大学与企业合作,要求联邦实验室建立研究和技术应用办公室以促进技术转让,由国会对联邦实验室联盟给予认

可。为解决联邦政府拥有和运营的实验室技术商业化问题,美国国会于 1986 年 10 月 20 日通过了《1986 年联邦技术转让法案》(Federal Technology Transfer Act of 1986),该法案建立了联邦实验室联盟,使联邦实验室能够签订“合作研究与开发协议”(CRADAS),并就实验室创造的专利发明进行谈判。

20 世纪八九十年代,美国还通过国会立法和总统行政命令等方式,持续对技术转让制度进行完善(见表 1)。

联邦技术转让法律体系的建立及不断完善,对美国创新与竞争力的影响是巨大的。以《拜杜法案》为例,据估计,自 1980 年实施以来,该法案直接促进了超过 1.3 万亿美元的美国经济增长、创造了超过 420 万个工作岗位以及超过 11000 家来自美国大学的新创业公司。^⑮

税收抵免制度。联邦研究与实验(R&E)税收抵免(通常称为研发税收抵免)是刺激私营部门研发的主要财政工具。联邦研究与实验(R&E)税收抵免最初于 1981 年在《1981 年经济复苏税法》(Economic Recovery Tax Act of 1981)中设立,这项法律的推出主要有以下两方面原因。第一,美国企业界对 1954 年《国内税收法》(Internal Revenue Act of 1954)中关于企业研发支出的规定不满。《国内税收法》规定,允许企业在产生支出当年全额扣除研究和实验支出,但用于研究的设备和建筑物成本必须资本化并通过适当的折旧收回,这在一定程度上挫伤了企业从事研发的积极性,导致研究支出呈不断下降趋势。第二,20 世纪 70 年代后期美国经济的实际增长率放缓,美国战略界普遍认为,这一现象很大程度上是美国技术和创新不足造成的。国会得出的结论是,需要制定一项多年期大幅减税计划,以确保未来几年的经济增长。特别是需要对增量研究和实验支出提供大量税收抵免制度,以克服许多正在运营的公司不愿承担人员和用品以及某些设备费用的巨额成本,如计算机费用(这是在贸易或企业中启动或扩展研究计划所必须产生的费用)。《经济复苏税法》包括 25% 的边际税收抵免,即对超过前三个纳税年度平均支出或本年度支出(称为 R&E 基数)50% 的合格 R&E 支出,提供 25% 的税收抵免,前提是此类费用超过纳税人在特定期限内的平均费用金额。此类抵免同样适用于外包给高等院校和为免税科研院所的基础研究,但不包

表 1 20 世纪 80 年代 ~ 90 年代美国主要技术转让立法

立法时间	法案名称	主要内容
1980	《拜杜法案》(Public Law 96-517)	允许大学和小型企业获得联邦政府资助的发明的所有权,以许可发明
1980	《史蒂文森-怀德勒技术创新法案》(Public Law 96-480)	要求联邦实验室建立技术转让办公室,并为技术转让预留资金
1986	《联邦技术转让法案》(Public Law 99-502)	授权国家实验室签订合作研发协议(CRADA)和谈判许可协议
1987	1987 年第 12591 和 1218 行政命令 (Executive Orders 12591 and 1218)	促进联邦技术的商业化
1988	《综合贸易竞争法》(Omnibus Trade and Competitiveness Act of 1988, Public Law 100-418)	将国家标准局更名为国家标准和技术研究院,并扩大其职责范畴;建立制造技术转移中心
1989	《国家竞争力技术转让法》(National Competitiveness Technology Transfer Act of 1989, Public Law 101-189)	将 CRADA 权限扩展到所有联邦实验室,包括武器实验室
1991	《美国技术卓越法案》(American Technology Preeminence Act, Public Law 102-245)	扩大 CRADA 参与者之间的知识产权交流
1993	《国防授权法》(Defense Authorization Act, Public Law 103-160)	重命名国防高级研究项目管理局,并授权用于工业应用的两用技术计划
1995	《国家技术转让改进法案》(National Technology Transfer Improvements Act, Public Law 104-113)	通过提供有利的知识产权促进 CRADA 的商业化

来源: B. Bozeman, "Technology Transfer and Public Policy: A Review of Research and Theory," Research Policy, 2000, 29(4-5).

括在美国境外进行的此类信用研究、社会科学或人文学科的研究,以及由任何其他个人或政府实体资助的研究。^⑥美国联邦 R&E 税收抵免的主要问题是它不是永久性的,之后历经多次修改和完善,其基本结构规定了四种类型的税收抵免:常规研究抵免、替代增量研究抵免、基础研究抵免和能源研究抵免。经过多年的临时规定后,2015 年,美国第 114 届国会通过了《2015 年保护美国人免受加税法案》(Protecting Americans from Tax Hikes Act of 2015),从 2015 纳税年度开始永久延长了抵免额,这一法案还解决了抵免提出的另外两个问题,允许合格的小企业将研究税收抵免用于他们可能欠的任何替代最低税,以及雇主欠每个雇员的社会保障税的份额。

R&E 税收抵免降低了企业参与合格 R&E 和研发费用的边际成本,刺激了以美元为基础的企业增加研发投入。诚然,目前美国国内对 R&E 税收抵免制度依然存在一定的争议,但这些争论的焦点不是 R&E 税收抵免制度本身的价值,而是是否应该

永久提供更可靠、更大力度的刺激。

联邦反垄断政策。19 世纪末 20 世纪初,美国国会先后制定了《谢尔曼反托拉斯法》(The Sherman Anti-Trust Act)、《克莱顿反托拉斯法》(Clayton Antitrust Act of 1914)和《联邦贸易委员会法》(Federal Trade Commission Act),并以这三部法律和最高法院的司法判决为基础,在美国营造了比较严格的反垄断环境。从美国反垄断的历史来看,推动创新只是反垄断政策的众多目标之一,而且不一定是最重要的目标。但不可否认,反垄断政策有利于创造充满活力的竞争环境,而有效的竞争会刺激企业推出新的创新产品,企业总是在寻求从竞争对手那里夺取更大的市场份额,并保护现有的市场份额免受未来挑战者的侵占。从根本上讲,竞争促进创新。

在二战期间及二战后的初期,司法部反垄断机构负责人瑟曼·阿诺德(Thurman Arnold)和温德尔·伯格(Wendell Berge)以大公司利用其法律和市场力量抑制技术创新、阻碍经济增长为由,对当

时美国一些知名的高科技公司,包括杜邦公司、通用电气和美国铝业公司等提起诉讼。他们特别关注其中一些公司持有的专利,试图赋予联邦政府强制专利许可的权力。他们认为,通过强制许可,机构或法院将有能力引导商业实践走向更低的价格、更高的产量和更快的创新,从而促进经济增长并满足消费者需求。20世纪40年代末,反垄断攻势在一系列重要的专利判决中达到顶峰。最高法院在1945年“哈特福德帝国公司诉美国案”(Hartford-Empire Co. v. United States)和1947年“美国诉国家牵头公司案”(United States v. National Lead Co.)的判决中确立了强制许可原则。根据参议院司法委员会1960年的一项研究,强制许可被认为是“信托案件中最常见的救济形式之一”。^①新政实施以来联邦政府反垄断政策的转变对商业实践产生了广泛的影响,大公司发现二战前收购小型竞争对手的做法在更严格的反垄断环境中不再可行。大企业想发展只能依靠投资内部研发,许多大公司纷纷建立或扩大实验室,加大对技术研发的投资力度。

共和党重返执政后,美国司法系统的反垄断目标日益倾向于促进新技术的传播和技术与市场创新。1956年针对贝尔系统的同意令,是美国历史上最重要的反垄断裁决之一。该法令迫使贝尔将其所有现有专利免版税许可给所有美国公司。1956年共有7820项专利(占有未过期美国专利的1.3%)免费开放。这些专利涵盖了大部分贝尔系统研究子公司贝尔实验室开发的技术。该项同意令对美国二战后的创新激增具有决定性作用,英特尔联合创始人戈登·摩尔(Gordon Moore)认为:商业半导体行业最重要的发展之一是针对贝尔系统提起的反垄断诉讼,这使得商业半导体行业在美国“真正起步”。^②贝尔实验室的自由许可政策促使戈登·蒂尔(Gordon Teal)离开贝尔实验室创办德州仪器(Texas Instruments),威廉·肖克利(William Shockley)在贝克曼仪器(Beckman Instruments)的支持下创建了肖克利半导体公司(Shockley Semiconductor),后者是硅谷发展的开始。

在世纪之交,美国联邦反垄断执法机构面临着一个新问题:反垄断法如何适用于美国蓬勃兴起的高科技产业。美国反垄断执法机构联邦贸易委员会和司法部反垄断部门通过官方讲话、发布行业指南以及律师庭审辩论等方式,阐释了反垄断的指导

思想:首要目标是促进竞争和限制滥用垄断权力;其次是鼓励技术和市场创新。在1999年美国律师协会的一次演讲中,联邦贸易委员会主席罗伯特·皮托夫斯基(Robert Pitofsky)谈到了高科技行业的反垄断问题,建议反垄断执法机构在拆分或强制访问现有网络时应谨慎行事,反垄断应该集中在其传统作用上,“即确保公司通过合法的竞争行为实现网络垄断,并且它们只能通过卓越的技能、远见和行业来维持网络主导地位,而非通过不必要的排他性行为。当网络涉及知识产权时尤其如此,知识产权这一概念传统上影响着反托拉斯政策,该政策承认鼓励创新是明智的。”^③联邦机构基于创新的反垄断执法典型案例发生在2020年10月,美国司法部和11个州总检察长在针对谷歌的反垄断投诉的起诉书中声称,通过偏好搜索广告和自己的产品,谷歌将第三方排除在外,因为这“提高了他们的成本,降低了他们的竞争力,并限制了他们投资于可能对用户有吸引力的创新的动力和能力”。针对谷歌的投诉表达了对该公司“反竞争行为损害竞争和消费者权益的担忧,降低了创新型公司开发、竞争和约束谷歌行为的能力”。^④

加州大学伯克利分校教授卡尔·夏皮罗(Carl Shapiro)总结了反垄断执法政策对国家创新政策的重要性:“竞争政策对创新的影响在以下方面更为明显:使新的科学和技术商业化,在整个经济中更广泛地传播创新成果(无论它们是否基于新的科学和技术),以及扩展或建立现有发明。正是在这些过程中,许可、交叉许可、专利池、合资企业、联盟和合并都发挥了作用。这些是维护知识产权的过程,可以极大地影响研发的回报和采用新技术的实际模式。”^⑤美国反垄断执法日益强调技术创新,这是一个与保护竞争性经济环境的传统目标完美契合的经济目标。此外,美国反垄断法规设计的灵活性,使得19世纪工业化时代制定的反垄断法规同样可以适用于21世纪高科技时代的美国经济与社会运行。

联邦政府创新人力资源的培养与引进机制的优化

人力资源是国家创新生态系统中的一项基本资源。美国在二战前就已经建立了比较完善的教育体系,美国教育体系呈现比较分散的特征:各州和地方政府负责小学和中学(K-12)教育,公立学

院和大学主要由国家一级资助,具有自主权,而私立大学则是独立特许的。此外,联邦和地方政府也开办职业技术学院。总体而言,联邦政府和创新人力资源的发展方面具有很强的影响力,尤其是通过为 K-12 教育提供额外资金、刺激课程改革和国家测试、学生贷款计划以及赞助大学研究来培养人才、培训技能。同时,作为一个移民国家,来自世界各地的科学家、工程师和管理人员在美国的研发、创新和创业及高科技公司的发展中发挥着重要作用,联邦政府的移民和签证政策在吸引国际科技人才方面具有举足轻重的影响。

联邦政府对基础教育体系的优化。二战后以来,针对国际形势的变化以及美国教育系统出现的问题,联邦政府采取了一系列举措,逐渐加大对基础教育的政策支持和财政支持,同时也在推动基础教育的持续改革。20 世纪 60 年代,二战后“婴儿潮”一代导致美国基础教育压力激增,教育资金极度紧张,而美国国会一再拒绝增加对公立学校的联邦资助。在 1964 年大选压倒性胜利的鼓舞下,作为“向贫困开战”(War on Poverty)内容的一部分,第 89 届美国国会通过了《中小学教育法》(Elementary and Secondary Education Act),这是美国国会通过对教育影响最深远的立法之一。该法案要求为中小学教育提供联邦资金,用于专业发展、教学材料采购、获得支持教育计划的资源以及促进家长参与。该法案强调人人享有平等接受教育的机会,旨在通过提供联邦资金来支持有贫困家庭儿童的学校,缩小就读于城市或农村学校系统的低收入家庭儿童与就读于郊区学校系统的中产阶级儿童之间在阅读、写作和数学方面的技能差距。法案每三年重新授权一次,并进一步强调如何分配资金。在重新授权的过程中,法案要求制定严格的联邦规则和条例,以保证资金将仅分配给有需要的学生,特别是有资格根据社会经济地位和学业成绩获得服务的学生。但在实施过程中,美国并未实现该法案为学生提供全面教育机会的目标。在里根政府执政期间,国会于 1981 年通过了《教育巩固和改进法案》(Education Consolidation and Improvement Act),该法案将教育资源控制权归还给州和地方政府,而非控制在联邦层面。1994 年 10 月,美国国会通过了《改善美国学校法案》(Improving America's Schools Act of 1994),这是克林顿政府教育改革内

容的重要组成部分,该法案将联邦资源和政策与州及地方层面的努力相协调,以改善所有学生的教学质量。与之前的法案相比,该法案增加了数学和阅读/语言艺术标准,用于评估学生的进步并提供问责制。

冷战结束后,联合国教科文组织(UNESCO)、经济合作与发展组织(OECD)等国际组织将注意力投向了全球教育发展。这些组织越来越注重学习成果和评估程序,包括根据既定的绩效标准评估教育系统,这种倾向也影响到美国。公众舆论和共和党在 1996 年总统大选中的失败导致国会共和党人积极推动联邦教育改革,强调标准化考试和其他问责措施。2001 年,美国国会制定了《不让一个孩子掉队法案》(No Child Left Behind Act of 2001)。该法案要求进行基于标准的教育改革,前提是设定高标准和建立可衡量的目标以改善教育成果。为了获得联邦的资助,各州必须为所有学生提供“高素质”教师。同样,各州还要为学生设定“一个高的、具有挑战性的标准”。课程标准必须适用于所有学生,而非对不同城市或该州其他地区的学生有不同的标准。法案旨在加强学校对学生教育成果的问责制,为实现这一目标,法案要求所有接受联邦资助的公立学校每年对特定年级的学生进行全国性的年度标准化考试。这些年度标准化考试是确定学校是否达到规定标准的主要手段。^②尽管问责制加强了联邦政府对公立教育的监督作用,但不可否认,问责制带来的标准化测试消耗了太多的教学时间,并给教育工作者和学生带来了不必要的压力。在美国学生家长和教育工作者的呼吁下,美国国会于 2015 年 12 月通过了《每个学生成功法案》(Every Student Succeeds Act),赋予各州广泛的自由裁量权来设计和实施评估系统。美国教师联合会(American Federation of Teachers)主席兰迪·温加滕(Randi Weingarten)表示,这项法律标志着“公立教育的新一天”,将带来“二十年来最全面、最积极的变化”。^③针对美国基础教育系统出现的问题和国际教育发展的新趋势,美国联邦政府不断推出新的改革举措,积极调整基础教育的发展方向和教育培养方针,使得美国的基础教育体系不断优化,以适应美国科技创新体系对人才发展的要求。

联邦政府不断优化与科技创新密切相关的科学、技术、工程和数学(STEM)教育。美国政府支持

STEM 教育的具体政策至少可以追溯到 1862 年《莫里尔法案》(Morrill Act),该法案旨在建立学院和大学来研究农业和机械艺术,同时也支持科学和工程项目,这间接催生了美国的大学研究体系。二战后联邦政府再次将目光投向 STEM 教育的表现是 1958 年《国防教育法案》(National Defense Education Act),该法案是艾森豪威尔政府应对苏联在科技领域对美国挑战的重大举措,旨在刺激和加强美国的教育改革。法案指出联邦政府将在 4 年内提供 10 亿美元,设立 40000 项贷款、40000 项奖学金和 1500 项研究生奖学金。该法案的大部分资金是针对那些有学术能力但没有经济能力攻读本科或研究生学位的学生(特别是在 STEM 领域)。法案还为各州提供配套资金,以提高数学、科学和外语教学质量,其中包括更好的设备和材料,以及教师的专业发展。^④总体而言,《国防教育法案》通过更严格的科学和数学课程以及更多探索 STEM 职业的机会,以“STEM 教育总体上升趋势”逐渐影响着美国教育的整体格局。

进入 21 世纪,面对全球化和知识经济的机遇和挑战,科技创新变得越来越重要。美国政策制定者、商界领袖、高等教育官员、教育工作者以及国防和安全机构发出了越来越强烈的呼吁,要求努力改革国家 STEM 学科的教学,以使得美国继续在全球知识经济中保持竞争力。为此,美国国家科学委员会在充分调研和听证的基础上,推出了《解决美国科学、技术、工程和数学教育系统关键需求的国家行动计划》,该行动计划有两大重点。第一,确保国家 STEM 教育体系的一致性。为满足国家对计算能力、技术和科学素养劳动力的需求,美国需要一个全国一致的 STEM 教育体系。STEM 教育的一致性意味着对 STEM 科目的教学内容、时间和对象进行协调——既包括各州之间的横向协调,也包括从学前班到大学或职业学校一年级的纵向跨年级协调。第二,确保学生由准备充分且工作高效的 STEM 教师授课,增加此类教师的数量并提高其准备质量的策略包括:制定以市场价格补偿 STEM 教师的策略;为未来 STEM 教师的培养提供资源;通过制定国家 STEM 教师认定标准加强 STEM 教师在地区之间的流动;让 STEM 教师做好有效教授 STEM 内容的准备。^⑤

特朗普担任总统后,美国拉开了大国竞争的帷

幕,科技创新能力被视为决定大国竞争结局的最关键要素。特朗普政府为此制定了未来五年联邦政府的 STEM 教育战略——《规划成功的路线:美国 STEM 教育战略》。该战略认为:“美国的经济繁荣和国家安全越来越依赖于持续的科技创新能力。美国的国家创新基础比以往任何时候都更加依赖于围绕共同的 STEM 教育兴趣和目标的强大跨部门合作。”该战略的愿景是为所有美国人终身提供高质量的 STEM 教育,确保美国成为 STEM 素养、创新和教育领域的全球领导者。这一愿景通过追求三个理想目标来实现:一是确保每个美国人都有机会掌握基本的 STEM 概念(包括计算思维)并具备数字素养,为 STEM 素养奠定坚实的基础;二是增加 STEM 教育的多样性、公平性和包容性,为所有美国人提供终身接受高质量 STEM 教育的机会;三是通过创造真实的学习体验鼓励学习者并为他们从事 STEM 职业做好准备。为实现上述目标,特朗普政府制定了为该计划奠定基础的行动路线图:重新组建国家科学技术委员会(NSTC)下的 STEM 教育委员会,作为联邦政府实现该计划的领导机构;指示各机构在 2020 财年预算请求中优先考虑 STEM 劳动力教育和培训;成立美国工人总统全国委员会(the President's National Council for the American Worker),该委员会将提高人们对 STEM 技能差距的认识,在更大范围内推行学徒制,并鼓励对工人教育的投资;增加中学和高等教育阶段的学生获得高质量技术教育和资格认证的机会;指示教育部增加 K-12 学生接受高质量 STEM 和计算机科学教育的机会等。^⑥

拜登政府上台后,不仅积极推进特朗普政府时期制定的 STEM 教育战略,而且还通过《芯片与科学法案》对从 K-12 到社区学院、本科和研究生的 STEM 教育与培训增大了投资力度。更为重要的是,拜登政府的 STEM 教育战略重点放在构建“公平卓越”的 STEM 生态系统上,即“为那些历史上得不到充分服务、被边缘化、受到贫困和不平等不利影响的人们谋求公平,并利用这一机会为更加公正和包容的科技生态系统提供动力”。^⑦拜登政府拟举全政府之力,同步五个核心行动领域的跨部门合作,其主要内容包括:确保学生、教师、工人、社区和其他人获得足够的支持,使他们一生都能参与科学技术并为之作出贡献;通过投资强大而多元化的教

师资队伍,解决 STEM 教师短缺问题;弥补资金缺口,支持那些一直以来无法获得关键资源的研究人员和社区;制定宏伟的解决方案,根除课堂、实验室和工作场所中的偏见、歧视和骚扰;推行整个科技生态系统的问责制,运用关键基准衡量 STEM 教育的成功;具体且可测定、符合学生的文化背景、可扩展且可复制。

联邦政府通过移民和签证政策改革引进了大量国际人才。美国比大多数国家都依赖高技能移民支持其创新体系。被誉为“美国工业革命之父”的塞缪尔·斯莱特(Samuel Slater)就是一位来自英国的移民。二战期间,大批受到纳粹迫害的欧洲科学家选择逃离欧洲,包括爱因斯坦(Albert Einstein)在内的德国理论物理学界大批科学家选择前往美国。意大利物理学家、“原子弹设计师”恩里克·费米(Enrico Fermi)、“氢弹之父”匈牙利人爱德华·泰勒(Edward Teller)、德国诺贝尔奖获得者汉斯·贝特(Hans Bethe)都在这一时期来到美国。这些移民科学家在科技领域的贡献、加之美国的资源和设施,帮助美国在二战期间发展成为无与伦比的科技巨头。二战结束之际,美国战略情报局(OSS),推出了“回形针行动”(Operation Paperclip),将参与纳粹火箭计划、航空、化学等领域的 1600 多名科学家带到美国。火箭技术领域的顶尖科学家沃纳·冯·布劳恩(Wernher von Braun)团队来到美国后,先是参与了美国空军的洲际弹道导弹计划,后又被调到美国航空航天局并任命为“阿波罗计划”的技术总监。这批科学家对二战后美国科技进步作出了巨大贡献。

二战后,联邦政府的移民政策开始明显向技术移民倾斜。1952 年美国国会通过的《移民与国籍法》(Immigration and Nationality Act of 1952)重构了美国移民政策体系,建立了几种不同类型的签证,包括 H-1 签证,适用于“具有杰出的优点和能力但无意放弃自己国籍的外国人,短暂来美国提供需要这种优点和能力的特殊性质的短暂服务”^②。为解决美国对技术人才的需求,参议员泰德·肯尼迪(Ted Kennedy)发起的《1990 年移民法》(Immigration Act of 1990)将 H-1 签证分解为两种不同的签证。其中 H-1A 签证为护士设立,而 H-1B 签证是为从事“专业职业”的人员设立。《1990 年移民法》将专业职业的最低标准界定为“需要具有高

度专业化知识体系的理论和实践应用能力,并获得特定专业的学士或更高学位”。该法案还为 H-1B 签证设置了每年 65000 个的配额上限。^③为应对信息技术革命和满足美国对信息技术人才的巨大需求,克林顿政府执政时期,美国国会先后通过了《美国竞争力和劳动力改善法案》(American Competitiveness and Workforce Improvement Act)和《21 世纪美国竞争力法案》(American Competitiveness in the 21st Century Act),将 H-1B 签证的配额从 1999 财年的 65000 个增加到 2000 财年的 115000 个,又增加到 2001 财年至 2003 财年的每年 195000 个。在小布什政府时期,美国国会制定的《2004 年美国 H-1 签证改革法案》(H-1B Visa Reform Act of 2004)虽然将 H-1B 配额恢复到每年 65000 个,但该法律为拥有美国研究生院硕士学位或博士学位的 J-1 身份申请人增加了 20000 个签证配额,且政府实体可免于 H-1B 签证配额。^④H-1B 签证有效期为 3 年,可续签一次。虽然在申请时的期望是工作人员将在签证到期后离开美国,但 H-1B 也具有“双重意图”特征。这允许担保公司代表工作人员申请绿卡,最终确保工作人员获得合法的永久居留权。尽管 H-1B 有年度上限,但这个上限只适用于受上限约束的公司首次就业的申请,不适用于延长个人居留期限、改变就业条件或为已经在美国的 H-1B 就业人员申请新工作的申请。

不可否认,H-1B 签证毕竟有配额上限存在,对于那些未能获得 H-1B 签证但仍希望留在美国的高技术人才而言,可选实践培训(OPT)计划提供了另外一种选择。OPT 计划允许持有 F1(学生)签证的个人在与其学习的主要领域直接相关的行业就业。符合条件的学生可以在完成学业之前或之后获得长达 12 个月的 OPT 就业授权。截至 2008 年,获得 STEM 领域学位的学生有资格获得 24 个月的延期,合计 3 年。每年可以签发的 OPT 授权数量没有上限。学生必须由其所在学术机构推荐参加 OPT,并且不需要工作机会。OPT 人员不会获得新签证,而是保持他们的 F1 身份,直到他们通过就业或家庭途径转移到另一个签证或返回本国。

就世界范围看,美国目前依然是吸引国际高技术人才最成功的国家,来自世界各地的高技术人才为美国的科技研发作出了巨大的贡献。首先,根据美国国家政策基金会(NFAP)和美国创业中心

(CAE)最近的研究,移民在创立和培育创新型初创企业方面发挥了至关重要的作用。国家政策基金会分析了所有87家价值10亿美元或以上规模的美国初创公司,发现44家(51%)是由移民创办的,其中20家的创办者是作为国际学生进入美国的。此外,这些初创公司中有71%至少有一名移民担任关键领导职位,如首席执行官(CEO)或首席技术官(CTO)。^③美国创业中心发现,2017年《财富》500强企业中有43%是由第一代或第二代移民创立或共同创立的,占《财富》500强企业前25名的52%,2017年其全球收入为5.3万亿美元。^④这些由移民创立的公司总部设在33个州,有力地支持了当地经济并创造就业机会。

其次,移民是美国科技发明的重要贡献者。根据美国国家经济研究局(NBER)2022年的一份工作文件,移民对美国的专利和市场份额作出了重大贡献。尽管移民发明人仅占美国所有发明人的16%,但移民发明人申请了约23%的专利,占前10%专利的25%,占专利总市场价值的25%以上。该研究还发现,自1990年以来,移民占美国创新总产出的36%,成为推动美国创新和经济增长的重要力量。^⑤

最后,来自世界各地的国际学生源源不断地为美国科技队伍输送着后备人才。某些领域的外国出生的学位获得者比例非常高,例如,在工程领域,国际学生占博士学位获得者的60%;在数学和计算机科学方面,这一比例也接近53%。^⑥

二战后美国强大的经济基础、稳定的研究环境和联邦政府推出的吸引国际人才的移民和签证政策,将世界各地的高技术人才吸引到美国的科技创新体系中。可以说,美国科技生态系统是二战后美国相较于其他科技强国最大的优势。

结语

二战后美国科技创新生态系统的形成与优化,是在联邦政府主导下进行的,是自罗斯福新政以来联邦权力扩张在科技领域的反映,具有强烈的国家主义色彩。它所体现的是二战后“大科学体系”发展对政府职能要求的不断提高,国家政权必须使用“看得见的手”,运用国家政权的力量,为美国科技创新创造更好的政策环境和制度环境,让美国科技界和企业界的科技创新车轮能够更加顺畅地运转。

二战后美国科技创新生态系统的优化是一个

动态过程,即通过不断的政策更新和立法改革,包括对专利与知识产权、技术转让、移民和签证等制度的接续性改革来实现的。尤其是面对世界科技发展的新趋势、国际形势的新变化、美国社会出现的新问题和美国科技创新面临的新挑战,正是由于联邦政府的前瞻性布局以及美国国会的立法调整,让美国在战后科技发展过程中从未错失机遇,奠定了美国在二战后在科技领域长期领先的地位。

注释:

① V. Bush, Science; The Endless Frontier, A Report to the President by Vannevar Bush, 1945, https://www.nsf.gov/about/history/EndlessFrontier_w.pdf.

② 刘绪贻、杨生茂主编:《美国通史》第6卷,北京:人民出版社,2002年,第235页。

③ 上述数据见 R. Rowberg, Federal R&D Funding: A Concise History, 1998, https://www.everycrsreport.com/files/19980814_95-1209_5099a81054a63d58f79d6d18b_4572fe7270f5a2e.pdf.

④ NASA Facts, "Benefits from Apollo; Giant Leaps in Technology," 2004, <https://ghostarchive.org/archive/miYEu;E.A.O'Rangers>, "NASA Spin-offs; Bringing Space Down to Earth," 2005, <https://www.space.com/731-nasa-spin-offs-bringing-space-earth.html>.

⑤ SBA Office of Technology, Small Business Technology Transfer Program Annual Report-FY 1997, U. S. Small Business Administration, 1998, https://www.sbir.gov/sites/default/files/STTR_1997.pdf.

⑥ F. Block and M. Keller, "Where Do Innovations Come from? Transformations in the U. S. National Innovation System, 1970 - 2006," 2008, https://www2.itif.org/Where_do_innovations_come_from.pdf.

⑦ L. Weiss, America Inc.?: Innovation and Enterprise in the National Security State, Ithaca: Cornell University Press, 2014, p. 77.

⑧ D. Mowery, "Technological Change and the Evolution of the U. S. 'National Innovation System', 1880 - 1990," in C. R. Carlson, Innovation: Perspectives for the 21st Century, BBVA, 2011, pp. 134-136.

⑨ L. Weiss, "US Technology Procurement in the National Security Innovation System," in V. Lember, R. Kattel and T. Kalvet Editors, Public Procurement, Innovation and Policy, Berlin: Springer, 2014, p. 267.

⑩ O. Handlin, Readings in American History: From Settlement

to Reconstruction, Vol. 1, New York: H. Wolff Book Mfg. Co., 1957, p. 223.

⑪ An Act to Promote the Progress of Useful Arts, 1790, <https://govtrackus.s3.amazonaws.com/legislink/pdf/stat/1/STATUTE-1-Pg109.pdf>.

⑫ Title 35, United States Code, 1952, <https://www.govinfo.gov/content/pkg/STATUTE-66/pdf/STATUTE-66-Pg792.pdf#page=1>.

⑬ V. Loise and A. J. Stevens, "The Bayh-Dole Act Turns 30," *Science Translational Medicine*, 2010, 2(52).

⑭ Opinion, "Innovation's Golden Goose," *The Economist*, 14 December 2002.

⑮ W. Copan, "Reflections on the Impacts of the Bayh-Dole Act for U. S. Innovation, on the Occasion of the 40th Anniversary of This Landmark Legislation," 2020, <https://www.ipwatchdog.com/2020/11/02/reflections-on-the-impacts-of-the-bayh-dole-act-for-u-s-innovation-on-the-occasion-of-the-40thanniversary-of-this-landmark-legislation/id=126980>.

⑯ 97th Congress (1981-1982), H. R. 4242-Economic Recovery Tax Act of 1981 (Public Law 97-34), 1981, <https://www.congress.gov/97/statute/STATUTE-95/STATUTE-95-Pg172.pdf>.

⑰ D. M. Hart, *Forged Consensus: Science, Technology, and Economic Policy in the United States, 1921-1953*, New Jersey: Princeton University Press, 1998, p. 95.

⑱ A. Arora et al., "The Changing Structure of American Innovation: Some Cautionary Remarks for Economic Growth," *Innovation Policy and the Economy*, 2020, Vol. 20, p. 82.

⑲ R. Pitofsky, "Antitrust Analysis in High-Tech Industries: A 19th Century Discipline Addresses 21st Century Problems," 1999, <https://www.ftc.gov/newsevents/news/speeches/antitrust-analysis-high-techindustries-19th-century-discipline-addresses-21stcentury-problems>.

⑳ P. Release, "Justice Department Sues Monopolist Google for Violating Antitrust Laws," 2020, <https://www.justice.gov/opa/pr/justice-departmentsues-monopolist-google-violating-antitrust-laws>.

㉑ C. Shapiro, "Competition Policy and Innovation," *OCED Socience, Technology and Industry Working Papers*, 2002, <https://www.oecdilibrary.org/docserver/037574528284.pdf?expires=1715765832&id=id&accname=guest&checksum=0E379C18313AAF3980F4E05A04B2861E>.

㉒ Public Law 107-110, No Child Left behind Act of 2001, 2002, <https://www.govinfo.gov/content/pkg/PLAW-107publ110/pdf/PLAW-107publ110.pdf>.

㉓ J. H. Davis, "President Obama Signs into Law a Rewrite of

No Child Left behind," 2015, https://www.nytimes.com/2015/12/11/us/politics/presidentobama-signs-into-law-a-rewrite-of-no-child-leftbehind.html?_r=0.

㉔ Public Law 85-864, National Defense Education Act of 1958, 1958, <https://www.govinfo.gov/content/pkg/STATUTE-72/pdf/STATUTE-72-Pg1580.pdf>.

㉕ National Science Board, *National Action Plan for Addressing the Critical Needs of the U. S. Science, Technology, Engineering, and Mathematics Education System*, 2007, <https://www.nsf.gov/pubs/2007/nsb07114/nsb07114.pdf>.

㉖ White House, *Charting A Course for Success: America's Strategy for STEM Education*, 2018, <https://trumpwhitehouse.archives.gov/wpcontent/uploads/2018/12/STEM-Education-Strategic-Plan-2018.pdf>.

㉗ White House, "Equity and Excellence: A Vision to Transform and Enhance the U. S. STEM Ecosystem," 2022, <https://www.whitehouse.gov/ostp/newsupdates/2022/12/12/equity-and-excellence-a-vision-to-transform-and-enhance-the-u-s-stemm-ecosystem/>.

㉘ Public Law 414, Immigration and Nationality Act, 1952, <https://www.govinfo.gov/content/pkg/STATUTE-66/pdf/STATUTE-66-Pg163.pdf>.

㉙ Public Law 101-649, Immigration Act of 1990, 1990, <https://www.govinfo.gov/content/pkg/STATUTE-104/pdf/STATUTE-104-Pg4978.pdf#page=1>.

㉚ American Competitiveness and Workforce Improvement Act of 1998, 1998, <http://www.oalj.dol.gov/PUBLIC/INA/REFERENCES/STATUTES/ACWIA.HTM>; Public Law 106-313, American Competitiveness in the Twenty first Century Act of 2000, 2000, <https://www.govinfo.gov/content/pkg/PLAW-106publ313/pdf/PLAW-106publ313.pdf>; Public Law 108-447, Consolidated Appropriations Act, 2005, <https://www.govinfo.gov/content/pkg/PLAW-108publ447/pdf/PLAW-108publ447.pdf>.

㉛ S. Anderson, *Immigrants and Billion Dollar Startups*, NFAP Policy Brief, 2016, <https://nfap.com/wp-content/uploads/2016/03/Immigrants-and-Billion-Dollar-Startups.NFAP-Policy-Brief.March-2016.pdf>.

㉜ Center for American Entrepreneurship, *Immigrant Founders of the 2017 Fortune 500*, 2017, <https://startupsusa.org/fortune500/>.

㉝ S. Bernstein et al., "The Contribution of High-Skilled Immigrants to Innovation in the United States," *NBER Working Paper No. 30797*, 2022, https://www.nber.org/system/files/working_papers/w30797/w30797.pdf.

㉞ J. Mervis, "Top Ph. D. Feeder Schools Are Now Chinese," *Science*, 2008, 321(5886).