

通往“无尽边疆”之路

——冷战背景下美国计算机硬件产业发展历程研究

The Road to the Endless Frontier:

A Study of the Development of the U.S. Computer Hardware Industry in the Context of the Cold War

李俊霖 /LI Junlin

(大连大学历史学院, 辽宁大连, 116622)
(School of History, Dalian University, Dalian, Liaoning, 116622)

摘要: 美国的计算机硬件产业自诞生之初就与政府的行政、科研工作以及国家安全紧密相连。冷战期间, 计算机硬件产业为美国的科研事业提供了坚实的算力保障, 并因此获得了联邦政府长期、稳定的资助和支持, 从而完成技术和资本积累, 并成为二战后美国科创经济发展的范本。冷战结束后, 美国政府仍旧延续了以产业政策规划、引导产业发展的路径, 继续为计算机硬件所代表的科创及高技术产业发展提供扶持。由此可见, 即便是在市场经济环境下, 以政府资助、采购的方式为新兴战略性产业降低经营风险和试错成本, 也是十分必要的。

关键词: 美国政府 计算机硬件 产业政策

Abstract: The computer hardware industry in the U.S. has historically enjoyed a symbiotic relationship with government administration, scientific research and national security. During the Cold War this industry provided vital support for scientific research and was a model for the development of the U.S. science and innovation-driven economy. Evidently, in a market economy, it is imperative to mitigate the business risks and financial costs associated with emerging strategic industries by utilising government funding and procurement.

Key Words: U.S. federal government; Computer hardware; Industrial policy

中图分类号: N09; F224-39B08 DOI: 10.15994/j.1000-0763.2026.07.009 CSTR: 32281.14.jdn.2026.07.009

引 论

“产业政策”的思想源头可上溯至18世纪, 代表人有汉密尔顿(Alexander Hamilton)和李斯特(Friedrich List), 其定义可以分为广义和狭义两种。广义的产业政策是指政府旨在调整行业间资源配置, 促进产业结构优化升级的所有政策的总和; 狭义的产业政策则是指针

对特定行业实施的引导和干预政策。二者的共同点是以政府“有形之手”弥补市场“无形之手”的不足, 从而推动国民经济发展。第二次世界大战末期, 美国科学研究与发展局局长布什(Vannevar Bush)向罗斯福(Franklin D. Roosevelt)总统递交了“布什报告”, 阐述了科学技术之于国防安全、经济发展及社会进步的价值。其中, 计算机作为服务其他基础和应用研究的工具, 其技术发展堪称通往“无尽边

基金项目: 2026年辽宁省经济社会发展研究课题“‘十五五’时期辽宁信息产业转型升级问题研究”(项目编号: 2026lslqmw-zzkt-044)。

收稿日期: 2025年3月2日

作者简介: 李俊霖(1991-)男, 河北张家口人, 大连大学历史学院讲师, 研究方向为美国科技史。Email: 917150422@qq.com

疆”之路^①。至冷战结束时,美国的计算机硬件产业在联邦政府长期资金、技术和政策扶持下,平安度过了投入产出比高昂的初创阶段,并作为重要的信息基础设施,为“互联网革命”和数字经济时代的到来奠定了技术基础。

国内外与本文相关的研究集中在冷战期间美国政府科技政策的内涵、^{[1]-[3]}效用^{[4]-[8]}以及美国计算机产业的发展历程^{[9]-[15]}等方面,主要探讨美国政府科技政策的内在逻辑和执行情况,抑或是针对个案撰写头部计算机企业的商业史,而在阐述产业政策与产业发展之间的关系方面,仍留有一定空间。因此,本文旨在以冷战期间美国的计算机硬件产业为例,揭示“美式科创经济”背后政府指导与市场机制的互动及启示。

一、从制表机到ENIAC: 美国计算机硬件产业的萌芽

美国的计算机硬件产业始自19世纪末。依据宪法,美国政府需每十年更新一次人口普查数据。1790至1890年,美国在籍人口数由390余万增至6290余万。([16], p.8)而联邦人口普查局员工数与普查花费,也分别由1860年的200人和6.3美分每人/次,增至1900年的3500人和15.5美分每人/次。^[17]为节省统计成本,霍尔瑞斯(Herman Hollerith)设计了一套利用“闭合电路压力器”(circuit-closing press)读取“穿孔卡”(punched-cards)编码信息的“制表机”(tabulator)系统,极大提升了美国政府1890年人口普查工作的效率。1896年,霍尔瑞斯创办了制表机公司(Tabulating Machine Co.),是为美国计算机硬件产业的开端。

1911年,素有“信托之父”之称的弗林特

(Charles R. Flint)将制表机公司与美国计算公司(Computing Scale Company of America)、国际计时公司(International Time Recording Co.)和邦迪制造公司(Bundy Manufacturing Co.)合并为“计算制表计时公司”(Computing-Tabulating-Recording Co.)。此后,随着国内外业务的不断拓展,计算制表计时公司于1924年更名为“国际商业机器公司”(International Business Machines Corporation, IBM)。1935年,美国政府颁布了《社会保障法》,IBM通过承接其中的数据统计、分析工作,迅速摆脱“大萧条”的阴霾,步入高速发展轨道。此后经过近30年的发展,IBM成为全美乃至全球最重要的制表机制造商之一(表1)。([10], p.323)

表1 1914至1940年,IBM年收入、利润以及雇员人数抽样统计(营业额及利润单位为百万美元)

年代	营业额	利润	全球范围内雇员数
1914	4	1	1346
1918	9	1	3127
1923	11	2	3161
1928	15	5	5102
1933	17	6	8202
1938	34	9	11046
1940	45	9	12656

除IBM外,20世纪初美国计算机硬件产业的主要供应商还包括巴勒斯加法机公司(Burroughs Adding Machine Co.)、马尔尚计算机机械公司(Marchant Calculating Machine Co.)、门罗计算机机械公司(Monroe Calculating Machine Co.)等。从产品功能上看,这一时期的美国计算机公司主要生产各类特定功能的机械计算机。到了20世纪30年代,为进行更复杂的科学演算,美国的计算机公司开始与哈佛

①关于“布什报告”(Science: the Endless Frontier)的中文译名,国内有过多个版本,如2004年商务印书馆出版的范岱年译本译为《科学:没有止境的前沿》;2021年中信出版集团出版的崔传刚译本译为《科学:无尽的前沿》;樊春良教授的文章将该报告译为《科学:没有止境的边疆》(《科技中国》,2004(07));蔡仲教授的文章将该报告译为《科学:无疆的前沿》(《苏州大学学报(哲学社会科学版)》,2021(04))。其中,“Frontier”一词有“前沿”“边境”“边疆”的含义。笔者参考了学界对于美国历史学家特纳(Frederick J. Turner)“Frontier Thesis”的通行译法,即“边疆学说”“边疆假说”“边疆说”,以及对于美国肯尼迪政府时期(1961年1月至1963年11月)包含经济、社会、科技等领域改革措施的“New Frontier”计划的通行译法,即“新边疆”,同时为行文简洁流畅,在题目和正文中将“Endless Frontier”译为“无尽边疆”,或称作“布什报告”。当然,如果涉及引文,本文还是采用原版本/出处译名。

大学、哥伦比亚大学、麻省理工学院等科研机构合作研发更高效、能适应更多应用场景的“通用计算机”。

二战爆发后，美国计算机硬件产业迎来了新的发展机遇。以IBM为例，其在利用已有技术为军方生产各类装备之余，积极参与国防科研项目。二战期间，IBM生产的制表机超过85%由美国军方采购。^[18]同时，IBM还开发出便携式电子会计机以及加密通信和解码设备，为美军的军政管理、战场通信和情报破译提供了极大帮助。1942至1945年，位于俄亥俄州代顿市的美国陆军航空队司令部，平均每天需要处理超过30万条军事信息。如果缺少了IBM提供的各型计算设备，仅凭人力是无法完成这项工作的。（[10]，p.94）通过深度介入战时科研和军工生产，美国计算机硬件产业在1939至1945年发展势头良好（表2）。^[19]在此过程中，美国计算机硬件产业与国家安全和宏观战略的关联渐趋紧密，这为其在冷战中获得美国政府的长期、稳定投资和扶持埋下了伏笔。

二、科创与军工： 美国计算机硬件产业发展与演进的基石

二战结束后，美国和苏联主导下的“冷战”不仅影响着国际政治走向，也为其国内经济社会发展留下了鲜明的烙印。在美国的决策层看来，“冷战”虽然避免了两个超级大国之间的直接军事冲突，但其内在逻辑仍是“以军事手段实现国家安全目标的零和游戏”。^[20]加之核武器为代表的军事科技的战略价值被广泛认

可，美国政府开始认识到，“科学技术是维护国家安全的首要条件”。（[21]，p.127）因此，即便在二战已结束的1947年，军事科研支出仍占当年美国政府科研经费总额的约77%。^[22]

除“布什报告”外，彼时美国国内还有不少关于联邦科研政策的探讨。1945年，国会议员基尔戈尔（Harley M. Kilgore）向参议院提交了题为《政府战时科研发展状况研究（1940-1944）》（The Government's Wartime Research and development, 1940-44）报告，建议组建“国家科技委员会”（The National Science Board），统筹资助和管理全国科研事务，并且“委员会资助下的科研产出应归联邦政府所有”。^[23]相较于“布什报告”以科学家为中心构建的科研政策体系，基尔戈尔的报告更强调美国政府对科研活动的领导和掌控。对此，“布什报告”的支持者们表示质疑，认为“该计划一旦付诸实施，将在事实上破坏美国的专利制度”。^[24]1945年9月6日，杜鲁门总统在其国会演说中提到，“科学研究的进步是国家未来福祉和安全不可或缺的条件”。^[25]其幕僚斯蒂尔曼（John R. Steelman）进一步解释了在政府和科研机构之间搭建顺畅的沟通渠道对于提高科研效率的必要性。^[26]随着科技对于国家发展具有重要战略意义成为美国朝野的共识，由联邦政府出资支持科技研发和培育相关产业就成为了冷战时期美国科技政策的核心内容之一。

计算机作为重要的科研工具和基础设施，其技术迭代和产业发展亦获得了美国政府的重点扶持。自“曼哈顿计划”开始，计算机就与其他生产核裂变物质的相关装置一同被列为管

表2 1939至1945年美国主要商用计算机公司经营状况抽样统计
（销售额、利润和净资产计价单位为百万美元）

年份 公司名	1939年	1945年	1939年	1945年	1939年	1945年
	销售额		利润		净资产	
巴勒斯公司	32.5	37.6	3.0	2.3	36.6	46.0
IBM	39.5	141.7	9.1	10.9	79.0	134.1
NCR	37.1	68.4	1.8	2.2	56.9	57.4
雷明顿兰德公司	43.3	132.6	2.1	5.3	43.2	75.4
安德伍德公司 (Underwood)	24.2	29.0	1.9	2.2	17.9	29.6

制物品,其制造、运输和使用须获得美国联邦政府的许可。到1953年,美国国家科学基金的年度报告中,计算机已作为地质科研设备列入附录。此时的美国计算机硬件产业正经历着一次技术升级浪潮,其标志是“真空管”和“铁氧体磁芯存储器”(magnetic ferrite core memory)的大规模使用,以及“冯诺依曼构架”^①的提出。因此,从产业化的角度看,美国是数字电子计算机的故乡。1951年,雷明顿兰德公司(Remington Rand)推出了美国第一款商用计算机UNIVAC I,随即收到了来自美国联邦人口普查局、美国空军以及美国陆军测绘局的订单,其销量最终达到了46台。^[27]UNIVAC I的问世标志着美国计算机硬件产业对商业市场的关注度逐步回升,其销售额也迎来了增长(表3)。([13], p.82)

1955至1965年,美国政府对科技事业的投资达到了冷战以来的第一个高峰,二者的关系堪称“蜜月”。当时的美国刚经历了朝鲜战争,将与苏联博弈的重点放在了科技领域。以“阿波罗计划”为代表的科研项目对于计算机性能提出了更高要求,这促使美国政府继续增加对计算机硬件产业发展的投入。1955年,为提升全美计算机科研和教育水平,美国国家科

学基金决定出资为各大学购置、开发计算机。1956年,美国国家安全局启动了“闪电计划”(Project Lighting),旨在5年内制造出运算速度超过现有设备1000倍的超级计算机,参与该计划的企业和科研机构包括,佩里兰德公司((Sperry Rand)),美国无线电公司(RCA),飞歌公司(Philco Company),以及麻省理工学院、堪萨斯大学和俄亥俄州立大学等,计划的年均预算为2500万美元。^[28]诸如此类的科研计划推动美国计算机硬件产能和技术水平不断取得突破。截至1958年1月,美国企业共生产了价值超10亿美元的数字计算机硬件。^[29]而在整个20世纪50年代,美国政府一直是计算机硬件产业最主要的资助者(表4)。^[30]仅1959年,联邦政府就为整个美国计算机硬件产业提供了85%的硬件研发费用。^[31]

得益于美国政府的持续资助和采购,以“晶体管”与“集成电路”为代表的新一轮技术革命使计算机的体积和生产成本大幅下降。20世纪50年代末至70年代末,美国计算机硬件产业的生产成本以年均20%的速度递减(表5),([12], p.25)这为美国计算机硬件产业走出“政策温室”,逐步形成自我造血能力提供了前提。1953年,联邦政府各部门购买了美国市场上

表3 1954年美国主要数字计算机生产商营收情况统计

公司名称	总销售额(百万美元)	应用场景
Bendix Aviation	608	科研
巴勒斯加法机公司	169	商业&科研
Electrodata	1	商业&科研
IBM	461	商业&科研
马尔尚计算机械公司	21	商业
Minneapolis-Honeywell	229	商业&科研
门罗计算机械公司	30	商业
NCR	259	商业&科研
美国无线电公司	941	商业
雷神公司(Raytheon Manufacturing)	182	商业&科研
佩里兰德公司	696	商业&科研
安德伍德公司	76	商业

^①也被称作“冯诺依曼模型”(von Neumann model)或“普林斯顿架构”(Princeton architecture),指以二进制代码储存数据和指令,并以串行顺序进行处理的计算机工作模式。

54%的通用计算机。如果将国防承包商的购买量计算在内的话，则这一比重升至70%。1955年，联邦政府及其相关机构的采购量占美国计算机生产总量的比重已变为40%。至于1959年和1966年，该比重继续降为21%和10%。^[32]上述变化表明，政府扶持对于像计算机这类孵化周期长且研发成本高昂的产业而言至关重要。（[13]，p.3）

20世纪60年代上半叶，经济滞胀使美国政府继续维持对计算机技术研发和产业的高额资助面临越来越大的财政压力。1961年，美国国防部启动了“弹道研究实验室电子科学计算机”（Ballistic Research Laboratories Electronic Scientific Computer）项目，共花费300万美元。^[33]此后，美国政府开始寻求以市场化的方式维系计算机硬件产业的存续和发展。比如，美国国会制定的《1965年国家技术服务法》（State Technical Services Act of 1965）就坦言，“联邦

政府必须加快向企业和市场移交科研资助职能及获得的成果……一些州通过与大学、社区和企业的合作，可以建立起更有效的科技研发和应用机制，从而更好地服务经济和社会发展”。^[34]

三、通向“无尽边疆”：联邦政府计划指导下的美国计算机硬件产业

自20世纪60年代下半叶起，美国计算机硬件产业开始逐渐摆脱对政府“供养”的片面依赖，一方面继续承接联邦政府的科研订单；另一方面利用成熟技术研发个人计算机，开辟民用市场的新财源。

进入冷战中后期，科技竞赛仍旧是美苏博弈的“主战场”。对美国而言，获得科技领先地位是将其经济实力转化为对苏联竞争优势的重要手段。因此，美国政府始终关注和支持战略性科技领域的研究进程，计算机技术就是其

表4 1949至1959财年部分计算机企业接受政府和私人研发资金的情况统计

公司名称	来自政府的资金 (百万美元)	来自民间的资金 (百万美元)	政府投资在总投资中的占比(%)
通用电气公司	1500	1370	52
佩里兰德公司	854	133	87
贝尔电话与西部电气公司 (Bell Telephone and Western Electric)	760	832	48
IBM	397	184	68
雷神公司	325	38	90
美国无线电公司	275	324	46
计算机控制公司 (Computer Control Corp.)	2.1	0.4	84
总计	4113.1	2881.4	59

表5 1957至1978年计算机硬件成本下降幅度统计表

系统组件	质量成本修正后的实际年均成本下降比例(%)
中央处理器	32
内存	37
磁盘存储器	28
磁带存储器	28
打印机	16
读卡器和打孔机	12
电脑整机	28

中的代表。以国防预算为例,其总额自1970年后整体呈下降趋势,但计算机技术研发经费却不减反增。到1985年前后,计算机技术研发支出在美国国防预算中的比重约为40%至50%。这一时期美国国防部资助的计算机科学重大项目包括:

- “分时操作系统”,即允许多个用户共用一台电脑的算力资源,从而降低计算机的使用成本。

- “互联网”,本质是对分时操作系统的扩展。随着互联网的出现,计算机使用过程中产生的信息传递费用快速下降,由1962年时的每百万比特十美元,变为1976年时的每百万比特一美分。

- “人工智能”,即实现自然语言与计算机程序语言之间的相互转换。该项目的代表是1971年启动的“语音识别”(speech understanding and recognition)计划,旨在设计出一个包含1000个单词语料库的语音识别程序,并且识别正确率要超过90%。

- “先进计算机”,即通过串联多个中央处理器以提升计算性能,其代表产物为伊利诺伊大学设计制造的Illiac IV。该型计算机虽未达到预期设计指标,但推动了集成电路和多核处理器技术的进步。

- “图形设计与生产力技术”,该项目推动了软件设计业的发展,其代表产物有工程设计领域的CAD和ICES系统、电子电路设计领域的CIRCAL系统、代数计算领域的MACSYMA

系统等。

- “先进微电子学”,其代表产物是20世纪80年代的砷化镓芯片与有机聚合物薄膜芯片。

- “战略计算计划”,旨在应对日本计算机产业的崛起和技术追赶,开发新一代高性能计算机。

上述研究计划中,“先进计算机”“先进微电子学”和“战略计算计划”主要侧重于计算机硬件技术开发。其中,“先进计算机”项目,1983至1985年的研究经费总额就达到了约6.99亿美元。([35], p.678)“战略计算计划”则是在1983至1993年花费了10亿美元。([14], p.1)需要说明的是,国防部并非唯一资助计算机硬件技术开发的美国联邦机构,美国国家航空航天局、美国国家安全局、美国国家能源总署等亦为与本部门业务相关的计算机硬件研发提供了数量不等的资助。如1984年,围绕“先进多处理器架构设计”(advanced multiprocessor architecture),美国联邦政府各部门就先后资助了38个项目,资助金额约为2340万美元(表6)。([35], p.682)这些研发投入不仅帮助美国政府解决了军工研发、航天探索、情报搜集以及能源勘探与应用方面的科研难题,而且在计算机软硬件技术创新、专业人才培养和商业拓展方面产生了深远影响。

为加快计算机技术产业化,美国政府对专利和税收制度进行了一系列改革。在专利制度方面,《1980年史蒂文森-韦德勒技术创新法》(Stevenson-Wydler Technology Innovation

表6 1984财年美国联邦政府对先进多处理器架构设计研究的投入情况统计

部门	粗粒度设计 (Coarse-Grain Designs)		细粒度设计 (Fine-Grain Designs)	
	项目数	项目金额 (百万美元)	项目数	项目金额 (百万美元)
美国国防部高级研究计划局	5	5.3	4	4.5
美国空军	2	0.4		
美国海军	4	3.5	1	0.4
美国国家安全局	17	4.4	3	0.4
美国能源总署	9	2.6		
美国国家航空航天局	7	0.9	1	1.0
总计	30	17.1	8	6.3

Act of 1980) 规定, 从联邦政府商务部到各联邦实验室均需建立服务于地方政府和企业的技术应用管理和推广部门。^[36] 同年颁布的《专利和商标法修正案》(Patent and Trademark Law Amendments Act) 规定, 企业可以保留在联邦政府资助下取得的发明专利权。^[37] 此前, 联邦政府有权出于公共利益目的限制企业和个人利用联邦财政资助下取得的科研成果谋利。《1986年联邦技术转让法》(Federal Technology Transfer Act of 1986) 则是组建了“联邦实验室技术转让联盟”(Federal Laboratory Consortium For Technology Transfer), 允许联邦实验室与商业组织签订合作研发协议, 并授权前者转让研发过程中取得的专利。^[38] 此外, 美国联邦政府还于1984年颁布了一项针对计算机硬件产业的专利法规, 即《半导体芯片保护法》(Semiconductor Chip Protection Act of 1984), 将集成电路设计方案认定为企业独家“商标”, 予以保护。^[39]

在税收制度方面, 20世纪60年代中期至80年代, 美国政府针对计算机产业的边际有效税率始终维持在较低水平。同时, 为进一步引导商业资本投资科技研发, 美国政府出台了《1981年经济复苏税法》(Economic Recovery Tax Act of 1981), 通过增加针对研发投资的税收抵扣力度, 鼓励企业支持科研活动。^[40] 以上

税收政策改革显著提升了美国计算机硬件生产商的利润率。由此形成“增加研发投入”与“企业利润增长”之间的正反馈机制, 最终推动了美国计算机硬件产业整体技术水平和综合竞争力持续提升。([13], p.4)

1989年, 参议员戈尔 (Albert Gore) 在美国国会听证会上指出, 投资计算机产业可以带动上下游数百个行业的技术进步和革新, 其算力除了可以应用于传统军工科研外, 还能够助力建筑、生物科技与服务业的发展, 从而有效提升美国的综合国力。^[41] 其后, 在戈尔的运作下, 1991年, 美国国会颁布了《高性能计算法》(High Performance Computing Act of 1991), 将推广计算机网络, 资助计算机软硬件开发, 以及推进科教机构与企业在该领域的合作作为美国政府的一项长期战略。^[42]

从商业的角度看, 个人计算机的出现帮助美国计算机硬件产业实现了依靠市场自给自足, 也埋下了美国乃至全球数字经济兴起的种子。个人计算机的诞生得益于硬件技术迭代带来的成本下降, 这让计算机不再是专属于政府、科研机构或大企业的昂贵设备, 而是中小企业和个人也能购买的生产力工具。自1977年, 世界上首批取得商业成功的个人计算机 Commodore PET、Apple II 和 TRS-80 Model I 上市起, 个人计算机逐渐普及为大众消费品,

表 7 1982 至 1987 年美国计算机销售收入统计 (统计单位为百万美元)

产品分类 \ 价格	单价	销售额					
		1982	1983	1984	1985	1986	1987
大型计算机	≥1.5	7000	8000	8800	8700	8800	9600
超级微型计算机	0.25~1.5	3000	3300	3700	3900	4400	4900
部门计算机 (departmental computers)	0.025~0.25	5700	7000	8100	9100	10100	9100
多用户计算机 (multiuser microcomputers)	≤0.025	2000	2800	3700	4000	4000	4500
工程和科研系统 (engineering and technical systems)			100	400	800	1200	1500
个人计算机	≤0.01	3900	8600	14300	16200	16300	20400
局域网设备		62.5	150	326	593	913	1535
总计		21600	29800	39000	42700	44800	50000

从而带动了计算机硬件市场规模不断扩大。1967至1982年,美国计算机硬件产业总产值由40.48亿美元增至347.5亿美元。^[43]1984年,美国基础教育阶段学生个人计算机普及率为34.5%;大学生的个人计算机普及率则达到了44.4%。([44], p.141、151)到1987年,美国市场的个人计算机销售额达到204亿美元,占计算机产品销售总额的近40%(表7)。([44], p.743)

正当美国的计算机硬件生产商们享受着个人计算机的商业成功红利时,其竞争对手,如日本和韩国的计算机硬件厂商,也在经济全球化背景下的产业和技术转移浪潮中悄然崛起。20世纪80年代末至90年代初,虽然美国的计算机硬件产业仍旧在全球市场中占据超过60%的份额(表8),([45], pp.2-5)但以日本为代表的竞争对手追赶势头正劲。若以企业为单位观察,日本对美国计算机硬件产业的追赶势头则更为明显,特别是在个人计算机领域,日本电器、富士、松下和东芝的全球市场占有率几乎与美国计算机硬件领域的头部企业不相上下(表9)。([45], pp.2-7)

四、冷战时期美国计算机硬件产业发展的启示

受新自由主义话语体系影响,人们习惯于将二战后美国科创经济成功归因于其繁荣的资本市场、宽松的营商环境、完善的法制体系以及对全球人才的虹吸能力。然而就计算机硬件产业而言,美国政府的研发引导、资助和采购,为其持续技术迭代直至具备市场竞争力提

供了坚实保障。换言之,20世纪末美国计算机硬件产业的繁荣是政府产业政策驱动科创经济发展的典型案例,其意义和影响亦是多维的。

首先,美国计算机硬件产业的演进历程是验证联邦产业政策效用的样本。至20世纪60年代末,美国政府一直是其国内计算机硬件产业的最大消费者,主导了后者产品研发和生产的方向。从总体技术水平、产能、收益及其发展趋势等相对宏观的层面看,美国计算机硬件产业在联邦政府的指导下,基本遵循了由基础理论到工程技术的研发路径,其产能和收益也随着技术迭代累积而呈现出相对稳定的正增长趋势,基本符合“布什报告”中提出的以基础研究带动应用研究和技术创新,继而推动经济社会发展的线性模型。特别是在联邦政府采购作为保障的情况下,处于起步期的美国计算机硬件产业获得了一个供需平衡的稳定国内市场,从而免于经营风险,集中精力于技术攻关。与之相比,从特定技术或工艺这类相对微观的层面评估美国政府产业政策对计算机硬件产业的影响,则较为困难。这主要是因为计算机硬件不论是从科学原理还是工程技术的角度,都是一个庞大的复杂系统,依靠单一技术突破难以在短时期内带动整个系统实现质变程度的进化,进而贡献肉眼可见的技术或经济收益。这也进一步说明长期、稳定产业政策对于计算机硬件为代表的战略性新兴产业发展的意义,即承担科研探索的试错成本,而此类政策对科学研究、宏观经济乃至社会整体进步的潜在影响,是难以用短期经济效益衡量的。

其次,美国计算机硬件产业为数字经济时代奠定了技术基础。随着个人计算机的普及,

表8 1988至1992年美国、日本与欧洲企业在全全球计算机硬件市场中的占比

国别 (地区)	项目	1988年		1992年	
		销售额 (单位:亿美元)	全球市场占比	销售额 (单位:亿美元)	全球市场占比
美国		617.4	63%	695.4	61%
日本		254.8	26%	342	30%
欧洲		98	10%	91.2	8%
其它		9.8	1%	11.4	1%
总计		980	100%	1140	100%

美国社会也步入了数字网络化的前夜。1989年，MCI通信公司和CompuServe信息服务公司开始为个人用户提供电子邮件和公共访问服务。两年后，冷战结束，压在美国朝野肩头的国家

安全重担猝然一松，但这并不意味着其计算机产业政策就此偃旗息鼓。继《高性能计算法》之后，美国政府提出了“国家信息基础设施”(National Information Infrastructure)计划，旨在“构建

表9 1992年全球主要计算机硬件生产商市场占比抽样统计

公司名称及所属国家(地区)	类别	个人计算机 100%=460亿美元	工作站 (workstation) 100%=100亿美元	大型及微型计算机 (mainframe and minicomputer) 100%=560亿美元	超级计算机 (supercomputer) 100%=20亿美元
美国	IBM	11.7%	9.9%	33.9%	14.4%
	苹果	11.0%			
	康柏计算机 (Compaq)	7.4%			
	戴尔	3.4%			
	惠普	2.6%	18.1%	13.1%	
	网关 (Gateway)	2.2%			
	虹志计算机 (AST Research)	2.2%			
	太阳微系统 (Sun Microsystems)		32.9%		
	数字设备(DEC)		9.9%	5.6%	
	硅谷图形 (Silicon Graphics)		8.6%		
	优利系统公司 (Unisys)			4.0%	
	克雷研究 (Cary Research)				35.5%
	英特尔				5.1%
	思维机器 (Thinking Machines)				4.8%
日韩	日本电器	11.5%			7.3%
	富士	4.6%		13.1%	14.3%
	松下	4.0%			
	东芝	3.1%			
	日立			7.2%	2.5%
	康柏斯 (Convex)				8.9%
欧洲	奥利维蒂 (Olivetti)	2.2%		1.0%	
	鹰图 (Intergraph)		6.0%		
	西门子			3.4%	
	公牛集团 (Groupe Bull)			2.7%	
其它		34.1%	14.6%	21.8%	7.2%

一个通信网络、计算机、数据库和消费电子产品组成的网络,使用户可以实现便携、无缝的信息检索”。^[46]就内容而言,该计划力求将冷战以来美国政府的计算机硬件产业发展政策推向新高度。至1997年,美国家庭拥有个人计算机的比例达到了36.6%。([47], p.48) 2000年,美国证券市场中的计算机软硬件概念股票的合计市值已达6222亿美元。([47], p.85) 由此可见,美国政府的计算机硬件产业政策确乎履行了引导科技和经济发展的双重职责。

最后,美国计算机硬件产业的演进历程揭示了技术与社会之间的互动关系。作为美苏科技竞赛的重要内容,冷战时期的美国计算机硬件产业,既深受联邦政府国家安全战略的影响,又充当了平衡苏联战略压力的砝码。在此视角下,计算机硬件技术“既是社会变迁的产物,又推动了新的社会变迁”。^[48]但技术与所处时空及社会之间的相互作用又是有限的。譬如,计算机硬件技术的研发周期不会因为政治家的意志而缩短,而仅凭某项计算机硬件技术进步,也难以从根本上改变美苏之间的博弈态势。相比于科技竞赛,军工复合体则是为揭示冷战期间美国产业政策与社会的互动提供了一个更直观的切入点。军工复合体是第二次世界大战以来美国政治中日趋活跃的利益集团,其中的通用电器公司、雷神公司、麻省理工学院、耶鲁大学等都是美国计算机硬件产业的深度参与者。凭借与联邦政府的亲密联系,军工复合体能够获取计算机硬件技术研发所需的充裕预算,而联邦军事机构也得到了更先进的武器装备。在此过程中,军工复合体对美国政府政策的影响力不断强化,具体到计算机硬件产业而言,就是研发更先进的超级计算机以及相关元器件,成为美国政府科技战略和产业政策的项目。([6], p.2) 对此,美国总统艾森豪威尔也不禁呼吁美国人警惕军工复合体权势膨胀对民主的潜在威胁。^[49]

结 语

计算机硬件产业是冷战以来美国科创经济

发展的范本,其取得的技术和商业成就是政府产业政策与市场机制共同作用的产物,其发展历程作为经验验证成功的路径,在近几年的美国政府决策中得以延续。除了《无尽边疆法》,布什政府的《2007年美国竞争法》(The America COMPETES Act of 2007),奥巴马政府的“制造业回流”战略,特朗普政府的《国家先进制造业战略》(National Strategic Plan for Advanced Manufacturing)(2018)以及拜登政府的《2022年芯片与科学法》(CHIPS and Science Act of 2022)均将制定产业政策、发放补贴和减税作为重振美国科创产业的抓手。这种近乎“历史重演”的现象,既折射出美国政府再次感受到了某种战略层面的压力,又反映了政府的引导、干预和扶持对于发展科创经济的价值和意义。

[参考文献]

- [1] 范内瓦·布什、拉什·D. 霍尔特. 科学:没有止境的前沿[M]. 范岱年、解道华等译,北京:商务印书馆,2004, 64.
- [2] 丹尼尔·S. 格林伯格. 纯科学的政治[M]. 李兆栋、刘健译,上海:上海科学技术出版社,2020.
- [3] 蔡仲.“布什模式”、科技遏制与冷战思维[J]. 苏州大学学报(哲学社会科学版),2021,42(4):1-8.
- [4] Pursell, C., Swain, D. C., Penick, J. L., et al. *The Politics of American Science, 1939 to the Present, Revised Edition*[M]. Cambridge: The MIT Press, 1972.
- [5] Dickson, D. *The New Politics of Science*[M]. New York: Pantheon Books, 1984.
- [6] Leslie, S. W. *The Cold War and American Science: The Military-Industrial-Academic Complex at MIT and Stanford*[M]. New York: Columbia University Press, 1993.
- [7] Smith, B. L. R. *American Science Policy Since World War II*[M]. Washington, DC: Brookings Institution Press, 2011.
- [8] Beck, J., Bishop, R. *Art, Technology, and the Military-Industrial Avant-Garde*[M]. Durham: Duke University Press, 2020.
- [9] Bashe, C. J., Pugh, E. W., Palmer, J. H., et al. *IBM's Early Computers*[M]. Cambridge: The MIT Press, 1986.
- [10] Pugh, E. W. *Building IBM: Shaping an Industry and Its Technology*[M]. Cambridge: The MIT Press, 1995.
- [11] Cortada, J. W. *IBM: the Rise and Fall and Reinvention of a Global Icon*[M]. Cambridge: The MIT Press, 2019.

- [12] Flamm, K. *Targeting the Computer: Government Support and International Competition* [M]. Washington, D.C.: The Brookings Institution, 1987.
- [13] Flamm, K. *Creating the Computer: Government, Industry, and High Technology* [M]. Washington, D.C.: The Brookings Institution, 1988.
- [14] Roland, A., Shiman, P. *Strategic Computing: DARPA and the Quest for Machine Intelligence, 1983-1993* [M]. Cambridge: The MIT Press, 2002.
- [15] Freeman, P. A., Adrion, W. R. *Computing and the National Science Foundation, 1950-2016: Building a Foundation for Modern Computing* [M]. New York: Association for Computing Machinery, 2019.
- [16] U.S. Bureau of the Census. *Historical Statistics of the United States: Colonial Times to 1970* [M]. Washington, DC: U.S. Government Printing Office, 1975.
- [17] Anderson, M. J. *The American Census: A Social History, Second Edition* [M]. New Haven: Yale University Press, 2015, 87.
- [18] Maney, K. *The Maverick and His Machine: Thomas Watson, Sr. and the Making of IBM* [M]. Hoboken: John Wiley and Sons, 2003, 310–311.
- [19] Sobel, R. *IBM: Colossus in Transition* [M]. New York: Times Books, 1981, 105.
- [20] Capie, D., Evans, P. *The Asia-Pacific Security Lexicon* [M]. Singapore: Institute of Southeast Asian Studies, 2002, 45.
- [21] Sherry, M. S. *Preparing For the Next War American Plans For Postwar Defense, 1941-1945* [M]. New Haven: Yale University Press, 1977.
- [22] The President's Scientific Research Board. *Science and Public Policy, Vol. 1: A Program for the Nation* [M]. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1947, 11-12.
- [23] U.S. Congress. 'Senate Subcommittee Report No.5, Part 2, 79th Cong., 1st Sess.' [Z]. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1945, 28.
- [24] U.S. Congress. 'Hearings Before a Subcommittee of the Committee on Military Affairs United States Senate (S. 1297 and Related Bills), 79th Cong., 1st Sess.' [Z]. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1945, 982.
- [25] Truman, H. S. *Public Papers of the Presidents of the United States* [M]. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1961, 292.
- [26] Steelman, J. R. 'Science and Public Policy: A Report by the President's Scientific Research Board' [J]. *Bulletin of the Atomic Scientists*, 1948, 15(2): 144–163.
- [27] Sammett, J. E. 'Answers to Self-Study Questions' [J]. *Annals of the History of Computing*, 1984, 6: 405–407.
- [28] Snyder, S. S. 'Computer Advances Pioneered by Cryptologic Organizations' [J]. *Annals of the History of Computing*, 2007, 2(1): 60–70.
- [29] Nisenoff, N. 'Hardware for Information Processing Systems: Today and in the Future' [J]. *Proceedings of the IEEE*, 1966, 54(12): 1820–1835.
- [30] U.S. Senate. 'Patent practices of the Department of Defense: Preliminary Report of the Subcommittee on Patents, Trademarks, and Copyrights of the Committee on the Judiciary, 87th Cong. 1st Sess. Pursuant to S. Res. 55.' [Z]. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1961, 96, 100, 108, 117–18, 121, 127.
- [31] U.S. Congress. 'Coordination of Information on Current Federal Research and Development Projects in the Field of Electronics, 87th Cong. 1st Sess. Pursuant to S. Res. 26.' [Z]. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1961, 130.
- [32] Wells, J. V. 'The Origins of the Computer Industry: A Case Study in Radical Technological Change' [D]. New Haven: Yale University, 1978, 199.
- [33] Weik, M. H. 'A Fourth Survey of Domestic Electronic Digital Computing Systems' [R]. Aberdeen Proving Ground: Ballistic Research Laboratories, 1964, 36–39.
- [34] U.S. Congress. 'An Act to Promote Commerce and Encourage Economic Growth by Supporting State and Interstate Programs to Place the Findings of Science Usefully in the Hands of American Enterprise (Sep. 14, 1965) in Statutes at Large, Vol.79. 89th Cong., 1st Sess.' [Z]. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1965, 679.
- [35] U.S. Congress. 'Hearing Before the Subcommittee on Energy Development and Applications and the Subcommittee on Science, Research and Technology of the Committee on Science and Technology House of Representatives, No. 44, 99th Cong., 1st Sess.' [Z]. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1985.
- [36] U.S. Congress. 'An Act to Promote United States Technological Innovation for the Achievement of National Economic, Environmental, and Social Goals, and for other Purposes (Oct. 21, 1980) in Statutes at Large, Vol.94. 96th Cong., 2nd Sess.' [Z]. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1980, 2312.
- [37] U.S. Congress. 'An Act to Amend the Patent and

- Trademark Laws(Dec. 12, 1980)in Statutes at Large, Vol.94. 96th Cong., 2nd Sess.'[Z]. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1980, 3020.
- [38] U.S. Congress. 'An Act to Amend the Stevenson-Wydler Technology Innovation Act of 1980 to Promote Technology Transfer by Authorizing Government-operated Laboratories to Enter into Cooperative Research Agreements and by Establishing a Federal Laboratory Consortium for Technology Transfer within the National Bureau of Standards, and for other Purposes (Oct. 20, 1986)in Statutes at Large Vol.100. 99th Cong., 2nd Sess.'[Z]. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1986, 1785-1789.
- [39] U.S. Congress. 'An Act to Amend Title 28. United States Code, with Respect to the Places Where Court Shall Be Held in Certain Judicial Districts, and for other Purposes(Nov. 8, 1984)in Statutes at Large, Vol.98. 98th Cong., 2nd Sess.'[Z]. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1984, 3348-3349.
- [40] Collins, E. L. 'An Early Assessment of Three R&D Tax Incentives Provided by the Economic Recovery Tax Act of 1981, PRA Report 83016'[R]. National Science Foundation, 1983, 2-5.
- [41] U.S. Congress. 'Hearing Before the Subcommittee on Science, Research and Technology of the Committee on Science, Space, and Technology U.S. House of Representatives, No. 45, 101st Cong., 1st Sess.'[Z]. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1989, 11.
- [42] U.S. Congress. 'An Act to Provide for a Coordinated Federal Program to Ensure Continued United States Leadership in High-performance Computing (Dec. 9, 1991)in Statutes at Large, Vol.105. 102nd Cong., 1st Sess.'[Z]. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1991, 1594-1595.
- [43] U.S. Bureau of the Census. *1982 Census of Manufacturers, Industry Series: Office, Computing, and Accounting Machines*[M]. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1985, 35F21-35F22.
- [44] U.S. Bureau of Census. *Statistical Abstract of the United States: 1989, 109th Edition*[M]. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1989.
- [45] Newquist, D. E., et al. 'Global Competitiveness of U.S. Advanced-Technology Industries: Computers, Investigation No.332-339'[R]. Washington, D.C.: U.S. International Trade Commission, 1993.
- [46] U.S. 'National Telecommunications and Information Administration. The National Information Infrastructure: Agenda for Action'[Z]. Springfield, Va.: U.S. Dept. of Commerce, National Technical Information Service, 1993, Tab A.
- [47] Greenstein, S. 'Innovation and the Evolution of Market Structure for Internet Access in the United States'[A], Aspray, W., Ceruzzi, P. E., (Eds.) *The Internet and American Business*[C], Cambridge: The MIT Press, 2008, 47-104.
- [48] Hughes, T. P. *Networks of Power: Electrification in Western Society, 1880-1930*[M]. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1993, 2.
- [49] Eisenhower, D. D. *Public Papers of the Presidents of the United States, Containing the Public Messages, Speeches and Statements of the President, 1960-1961*[M]. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1961, 1038-1039.

[责任编辑 王大明 柯遵科]