

创新经济转型中政府与市场的动态关系： 以半导体产业的创新融资为例

姜子莹¹, 封凯栋², 陈俊廷²

(1. 厦门大学公共事务学院, 福建 厦门 361005; 2. 北京大学政府管理学院, 北京 100871)

摘要:我国政府强调要实施创新驱动发展战略,通过健全新型举国体制来解决半导体产业等战略性高科技产业所面临的关键技术“卡脖子”问题、实现产业链的自主可控。那么,在创新经济中,政府和市场的边界在哪里? 关键核心技术攻关新型举国体制怎样才能避免政府对市场的过度干预? 本文通过研究美国半导体产业创新融资体系的变迁历程来讨论这一议题。研究发现,在产业孕育阶段或既有创新生态遭遇竞争力危机而亟待转型时,美国政府往往依靠国家战略性投资来逐步引导市场预期,并以此塑造新的创新生态和融资体系;当创新生态日趋成熟后,政府则对市场发挥作用创造更大空间,让市场成为资源配置的主要机制。把人们对创新经济转型中政府与市场关系的理解从静态分工下的固定角色变为共同演化中的动态角色,揭示了政府角色随着产业发展从“创造市场”到“修补市场”的动态变化逻辑,为我国进一步理顺战略性新兴产业背景下的政府与市场关系提供启示。

关键词:政府与市场关系;共同演化;创新融资体系;产业创新转型;半导体产业

中图分类号:F426;F424.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1005-0566(2023)07-0066-10

Dynamic relationship between the government and the market in the transformation of innovation economy: Financing the major innovation transformation in the semiconductor industry

JIANG Ziying¹, FENG Kaidong², CHEN Juntong²

(1. School of Public Affairs, XMU, Xiamen 361005, China; 2. School of Government, PKU, Beijing 100871, China)

Abstract: The Chinese government has stressed implementing innovation-driven development strategy and improving a new system for mobilizing the resources nationwide to achieve breakthroughs in core technologies in key fields. However, where is the boundary between the government and the market in the innovation economy? How can this new system work well and get rid of excessive government intervention? In response to these questions, this article investigates the evolution of the financing system in America's innovative semiconductor industry. When the industry was in its infancy or faced with the urgent crisis which called for structural transformation, the American government leveraged the state's strategic investment to lead the expectation of the market, in order to create a new innovation ecosystem and an adaptive

收稿日期:2023-03-14 修回日期:2023-06-15

基金项目:福建省社科研究基地国家治理能力建设研究中心重大项目“高质量创新中的政企互动机制研究”(FJ2022MJDZ001);北京大学公共治理研究所学术团队建设重点支持项目“工业行政与产业政策研究”(TDXM202103)。

作者简介:姜子莹(1993—),女,云南昆明人,厦门大学公共事务学院、福建省社科研究基地厦门大学国家治理能力建设研究中心助理教授,北京大学政府管理学院管理学博士,研究方向为政治经济学、国家理论、科技政策。通信作者:封凯栋。

financing system. When the innovation ecology became more mature and competitive, the state gradually gave its way to the market and left more space for the latter to play a more fundamental role. This article regards the relationship between the government and the market in the innovation economy as dynamic and co-evolving, rather than static and fixed. This article reveals the dynamic change logic of government role from “market creating” to “market fixing” with the development of industry, which sheds light on dealing with government-market relationship of developing strategic innovation.

Key words: the relationship between the government and the market; co-evolution; a financing system for industrial innovation; the transformation of industrial innovation; semiconductor industry

党的二十大报告强调,要加快实施创新驱动发展战略,坚决打赢关键核心技术攻坚战。在当前国际局势下,半导体产业等技术密集型产业无疑是关键核心技术攻坚的重要阵地。当前,美国通过技术禁运、贸易制裁、阻碍国际人才流动等方式遏制中国技术密集型产业的发展。在半导体产业领域,拜登政府接连推出“芯片四方联盟”(Chip 4)、《芯片和科学法案》、对华半导体制裁新规等举措。我国半导体产业的发展任务由此发生重大转变:融入以西方国家为主的全球产业链愈发困难,“世界工厂”模式难以持续;中国急需将本土半导体产业链从外向依赖转变为内向整合,立足于本土创新的产业共同体来突破关键核心技术,尽快安全稳定地供应国内市场所需芯片,实现产业链自主可控。实现重大技术突破首先需要解决巨额资金的筹措与分配问题。为此,中国以美国产业创新生态成熟阶段所发展起来的融资体系为蓝本,提出“有为政府”与“有效市场”相结合的主张,强调了政府与市场在创新经济中静态的分工协作关系,并在实践中形成了“政府支持市场”的复合性产业融资体系,包括国家重大科技专项(“核高基”专项和集成电路制造专项)、“国家集成电路产业投资基金”(下文简称“半导体大基金”)、地方集成电路基金等政策性融资机制,以及私人风险投资机构、银行和科创板股票市场等市场性融资机制。然而,这套体系目前尚未能有效解决“卡脖子”问题。因此,人们需要深化对“有为政府”与“有效市场”互动机制的认识,尤其是深入研究在

产业创新生态动态演进的过程中,政府与市场之间的关系及其边界应如何动态调整。

基于此,本文以美国半导体产业创新融资体系的变迁历程作为案例来分析政策性与市场性两类融资机制之间的动态变化^①。美国是半导体产业的诞生地和产业整体竞争力最强的国家之一,经历了完整的产业发展和转型历程,而且其作为科技和产业领先者的战略定位和发展愿景也与我国相似,这为本文提供了很好的案例。本文聚焦于如下研究问题:当既有的产业创新生态在激烈国际竞争中遭遇挑战、产业发展任务发生重大变化时,政府与市场如何依靠新的融资体系来撬动产业创新生态的转型?本文发现,在美国的经验中,不少市场性融资机制本身就是由积极的国家政策来催化的;当既有创新生态遭遇竞争力危机而亟待转型时,美国依靠政府来进行战略性投资,通过引导市场预期来逐步塑造新的创新生态和融资体系;当创新生态日趋成熟并形成竞争力后,政策性融资机制会逐渐让位于市场性融资机制,为后者发挥作用创造更大的空间。本文在理论上揭示了政府角色随着产业发展从“创造市场”(market creating)到“修补市场”(market fixing)的动态变化逻辑。本文强调在遭遇创新转型挑战时,政府需要在塑造可信的技术发展方向、促进创新投资风险与收益的“模式化”以及推动创新生态的动态变化等3个方面积极发挥“创造市场”的功能;一旦有效的创新生态形成,政府则应逐步从

^① 产业创新融资体系包含各类融资机制及其互动关系,本文所谈的融资机制不仅是指狭义的资金投入,也包括对资金使用的管理和协调模式。所以,本文对融资体系的讨论范畴既包括银行、股票市场、风险投资机构等金融机制,也包括军事研发合同、军事采购合同、产学研联盟等非金融机制,后者把投资作为实现非短期盈利目标的经济激励和资金支持手段,而以资金投入为先导的任务管理与组织协调对于技术创新甚至更为重要。

“市场创造者”转变为“市场修补者”。

一、创新融资机制中的政府与市场角色

有学者很早就认识到融资在创新中的重要性,并区分了不同类型资金对创新的作用差异^[1-2]。随后,学者们开始集中讨论政府在融资中的角色,形成了两种主要观点。一是“政府修补市场”,它继承了主流经济学的观点,认为政府角色在于修补市场失败(market failure),特别是资助那些不确定性很强、技术知识外溢性很高的基础科研和早期技术开发活动^[3-4]。二是“政府创造市场”,认为政府的关键角色不仅限于修补市场,更在于用公共资源来塑造和创造市场,特别是通过政策行动来减轻私人部门投资既有新技术和新产业的风险,甚至通过主动在不确定的空间内设定议程来推动原本不存在的新技术、新产业和新市场逐步浮现^[5-6]。

本文认为,这两种观点不是相互对立的,它们实质上聚焦于不同发展阶段下的政府与市场关系:“政府修补市场”学说聚焦于产业创新竞争市场已经存在的阶段,但相应产业技术领域中的创新竞争市场并不是自然就存在的;“政府创造市场”学说则对应着市场尚未发育成熟的阶段。更重要的是,我们需要把握政府在两种角色之间转换的动态性。本文通过对美国半导体产业发展历史的分析来说明,不同类型的政策性融资机制与市场性融资机制如何通过互动来塑造创新融资体系,以适应产业创新生态结构性转型的需要,从而揭示政府与市场关系的动态变化逻辑。这是本文的理论创新之处。

在服务于高新技术产业孕育和结构性转型的

融资体系中,政府与市场的动态关系需要考虑以下问题。首先是可信的技术发展方向问题。复杂技术的发展具有不确定性和演进性,技术创新的经济回报难以预估,具有风险厌恶和短期营利倾向的私人资本很难自动就位于各阶段^[3]。因此,参与前沿技术竞争的政府需要通过战略性投资(具体手段包括政府科研基金、军事采购、对各类共性技术平台的投资、为产业联盟提供引导资金等)来塑造市场预期,即让市场相信投入特定技术方向而不是其他技术方向能够确保足够吸引力的投资回报。其次是创新投资风险与收益的“模式化”问题。市场化投资体系的成熟有赖于人们对技术创新及其投资回报机制形成模式化的认识,即虽然创新仍具有不确定性,但人们已经开始对技术创新的基本过程及其所需的支持性条件、创新投资风险的来源和类型、投资成功和失败的类型及因果机制、降低或管理投资风险的办法等内容有了相对清晰的认识^[7]。这涉及复杂的组织协调和集体行动,需要积极的政策性融资政策来孕育和催化。最后是创新生态的动态变化问题。产业发展任务会随着国际竞争加剧而发生结构性变化,这经常导致既有融资机制与创新发展的需要的不匹配^[8-9]。私人部门由于短期经济理性难以自发创造出适应性的市场性融资机制,因此政府需要通过投资引导或者动员私人资本的方式来培育新的融资机制,从而推动创新生态的转变。只有当新的产业创新生态发展成熟,政府才能从市场创造者的角色退出,将涉及产业创新竞争的空间更多地留给市场性融资机制(见图1)。

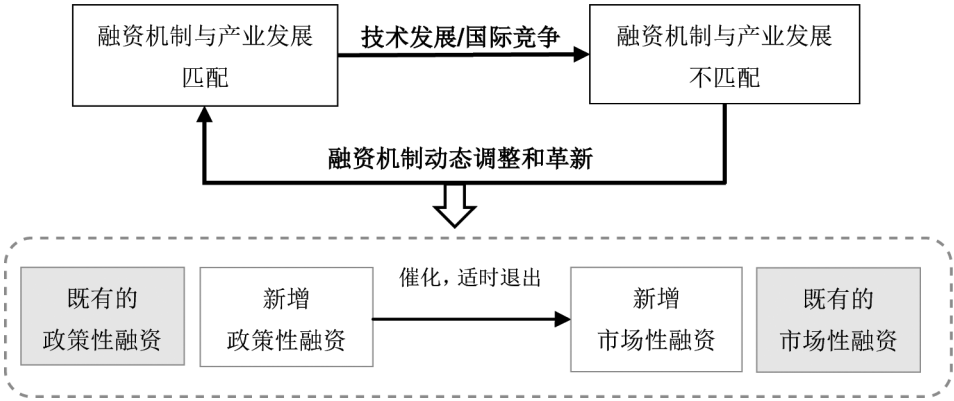


图1 产业创新融资体系演进的动力机制

二、美国半导体产业创新融资体系的演进历程：“政府推动市场”模式

本文回顾美国半导体产业发展历程,指出美国硅谷模式这种自由市场经济式的融资机制并非一开始就存在,而是由美国政府通过长期投资和引导所塑造的;即便是创新融资体系成熟以后,美国政府依然在产业遭遇挑战等关键时刻出面大力干预;这是美国国家创新系统不可缺少的一环。本文将这种“政府通过积极性融资手段来催化市场性融资机制”“市场性融资机制带来产业繁荣”两阶段反复出现的模式概括为“政府推动市场”模式。

(一)创新生态孕育:政府创造和培育市场

美国的半导体产业孕育于20世纪40年代末至20世纪60年代中期。这一阶段产业萌芽和发展最重要的标志是相关科学发现转化为各种技术原型与高性能的军事产品。硅晶体管和集成电路最初由美国大企业内设实验室资助产生,虽然性能和稳定性好,但成本昂贵、产业化前景相对不明确,对于私人部门来说投资回报可预期性较差^[10]。于是,传统大企业在碰到困难后迅速撤出,不愿意持续将自有资金(利润留存)投资于半导体研发^[11],银行和证券交易市场也拒绝为初创半导体企业融资。在此背景下,开发硅晶体管的资金主要由两类主体提供:一是为了追求技术领先性和国家整体利益而极富耐心的美国军方与联邦政府,它们需要小型化、高性能的半导体来服务于航天技术、导弹系统等国家战略级重大任务,在美苏冷战与航空竞赛中赢得优势;二是极个别具有强烈冒险偏好、愿意为了经济上的成功或者社会声誉而投资新技术的个人资本家。由美国军方和联邦政府所提供的资金发挥了创造市场的作用,其中扮演主要角色的是军事研发合同和采购合同、商务部的SBIC计划(Small Business Investment Company Program)。

首先,美国军事研发与军事采购合同成为半导体产业发展最为重要的资金来源。美国军方很快意识到,硅晶体管技术的发展及应用将为美国带来巨大的竞争优势,当那些没有电子管生产经验、新进入半导体领域的企业获得技术突破并成

为创新主力军时,以军方为代表的政府资金迅速流向了这些企业。政府在这个阶段提供了将近一半的市场,在部分尚未达到商业经济性的芯片领域,军方几乎提供了全部市场。比如,美国当时的3大工程——空军的民兵2导弹工程、美国宇航局的阿波罗计划和W2F飞机数据处理器项目就向德州仪器、仙童和摩托罗拉采购了集成电路^[12]。这些项目提出了非常明确的重大任务需求,促进产业共同体逐渐形成关于技术改进方向的共识;军事采购还为新技术提供了关键的先导市场,“性能优先”采购原则使硅晶体管在高成本水平上快速产品化,可靠的订单承诺使晶体管稳步提高质量、降低成本,为其打开民品市场奠定了基础^[13]。而且,军方奉行实用主义,对于具体技术方案持开放性态度,在采购合同中附加的备用品制度和强制技术转移要求促进了技术扩散与公共知识积累^[14]。

其次,政府设立的SBIC计划起到了特殊作用。它不仅为创业的半导体企业提供了至关重要的资金,而且为下一时期专业化的私人风险投资机构的兴起奠定了基础。这项计划由美国商务部小企业局于1958年创建,其设立初衷是解决高科技初创企业融资难的问题,包括半导体在内的电子产业是其早期重要的投资方向^[15]。SBIC计划并不直接投资于产业,而是孵化出一批独立经营的小企业投资公司,由后者来负责产业投资。虽然这些小企业投资公司大多由于资金不足、专业管理经验缺乏等原因,没有像同期私人风险投资家那样成功资助和孵化出有竞争力的半导体初创企业,但是它在孕育现代专业风险投资行业上起到了重要作用^[15]。SBIC计划被称为基金之母(a fund of funds),提供了该时期美国风险投资资金中的2/3到3/4;为满足小企业投资公司的需要,SBIC计划孕育了专业化的法律公司、中介信息机构等基础设施,这些经验后来扩散到了风险投资行业^[8]。

军方的研发资助和采购合同为半导体产业早期的技术创新创造了空间,尽管这不足以说服正式的金融机构为半导体创业企业提供资金,但是吸引了部分个人风险投资家。这些“冒险家”资助

了第一代硅谷的半导体初创企业——仙童公司及其衍生出来的“仙童之子”(Fairchildren),后者成长为这个阶段半导体产业的主力军^[16]。这类个人风险投资家并没有建立后来专业风险投资机构制度化的管理和投资模式,他们主要依托个人及家族资金,凭借个人的冒险精神和判断能力进行投资决策。

美国军方和联邦政府通过军事研发合同及采购合同、SBIC 计划,为萌芽中的半导体产业创造出一些重要的创新主体,并为早期的技术探索及产品化尝试提供了稳定的资金和市场。美国半导体产业的产品集成度、技术能力和制造能力均得到显著提高,半导体设计、制造、仪器设备、软件等产业链各环节在为军方研发产品的过程中形成了专业化的供应能力,半导体生产成本开始下降。

(二) 创新生态成熟:政府让位于市场

20 世纪 60 年代中期至 20 世纪 70 年代末是美国半导体产业的成长繁荣阶段。在此前服务军事需求的过程中,美国半导体企业将技术产品化的能力显著提高,人们开始对整个产业的发展方向形成可信的方向感和产业应用预期,民品市场得以逐步发展,取代政府成为半导体产业最重要的用户^[10]。与追求性能优先的军事需求不同,民品市场需要实现高良品率、低成本和大规模生产,但前一阶段的融资机制难以满足新的产业发展需求。个人风险资本家受限于个人或家族财力,难以保证足量资金的持续供应;SBIC 计划在资金需求快速增长、产品创新变化频繁的时期因管理经验不足、运作官僚化而受到质疑^[15]。军方角色也开始边缘化,因为随着民品市场份额和利润的显著增长,企业不再愿意花费高额成本来设计、制造和测试那些专门满足军方需求、难以转化成商业价值的产品和设备。在这一阶段,半导体企业自身的利润留存、专业的私人风险投资机构和纳斯达克市场发挥了更大的作用。

现代风险投资机构与纳斯达克市场的出现以半导体领域投资风险与收益的“模式化”为前提。民品市场半导体制造工艺呈现出符合“摩尔定律”预测的模式,这使得半导体领域的投资风险开始

变得可计算、可管理。20 世纪 70 年代初,受益于 SBIC 的培育和示范作用,专业化的私人风险投资机构陆续在硅谷建立。不同于前一阶段依靠个人冒险精神的风险资本家,这些私人风险投资机构形成了一套专业化和制度化的募集资金、甄别项目、评估项目、管理投资对象和成功退出的模式^[16]。这些风险投资机构普遍会雇佣曾在半导体产业有广泛从业经验的专家来管理投资业务,因而它们有充足的专业知识来对半导体产业链进行投资布局,还能系统性地投资于计算机、通信设备等半导体的应用产业。此外,它们还会直接影响被投资企业的管理团队,甚至向被投资企业派驻有经验的管理人员。这种组织化、专业化的运作模式使得它们能够更可靠地评估和掌控投资风险。与私人风险投资机构相配合的是纳斯达克市场。它凭借宽松的上市条件,不仅直接为半导体产业相关企业提供了融资机会,也为风险投资机构提供了退出和投资变现的渠道。然而,专业风险投资机构和股票市场这套组合拳导致美国半导体企业普遍出现“金融化”。企业对内以股票证券作为激励和管理的重要手段,对外则以并购、回购股票或者派息来推高股价以取悦投资者。为了在遭遇危机时保住企业股票的吸引力,管理者频频采用部门裁撤、业务重组、组织裁员等手段释放“利好”消息,这加剧了美国半导体企业“去制造化”的倾向,破坏了长期稳定的研发和生产组织,为美国产业竞争力埋下了隐患。

总体上,美国半导体产业凭借在技术和融资机制上的先行者优势,在这一阶段保持了全球半导体产业的绝对领先优势,其市场份额一度高达 60% 以上^[10]。在政府投资和军事需求培育了半导体产业的萌芽并推动其发展成型后,市场性融资机制迅速发展起来,成为了半导体产业融资体系的主体。

(三) 创新生态转型:政府引领和协调市场

从 20 世纪 70 年代末开始,在日本和德国制造业的挑战下,美国产业“金融化”和“去制造化”的弊端开始显现。美国半导体产业在军用和民品两个市场都遭遇了严重危机:在军品市场上,大量私

营半导体企业参与国防相关项目的意愿急剧下降,这导致军用专用集成电路供应不足,甚至造成美国在与苏联争霸的过程中太空防御领域的技术危机;在民品市场上,美国半导体企业在随机动态存储芯片(DRAM)市场上遭遇了日本严峻的挑战^[8]。这对于美国半导体产业而言史无前例,自半导诞生以来美国一直保持压倒性的全球优势。在此背景下,美国产学研军政各界达成共识,认为美国半导体产业急需在前沿技术和共性技术上夺回全球主导权。尽管市场化融资机制提供了非常庞大的资金规模,但美国联邦政府依然需要通过积极的政策性融资机制来撬动私人部门的集体行动,以塑造新的产业创新协作生态。

首先,美国军方调整了军事研发和采购合同制度。为了吸引商业部门加入军事采购合同,美国国防部在20世纪70年代末将军事采购合同目标从纯粹的军事技术转向军民两用技术。其中最为重要和成功的是国防部先进研究计划署(the Defense Advanced Research Projects Agency, DARPA)在20世纪70年代末到20世纪80年代初启动的超大规模集成电路采购项目。此项目不像传统军事采购合同那样,直接定义明确的技术任务并向企业采购符合要求的成熟产品,而是资助创新者(包括大学研发中心、私营企业、初创企业等)开展那些同时具有军事应用潜力和广阔市场空间的通用技术的学术研究活动,并为成果提供低成本、快速转化的制造服务,最终产生的产品能够实现军民两用^[8]。

其次,在民品市场,美国联邦政府认识到,相比于日本竞争对手,美国产业的缺陷在于共性制造技术显著落后。美国原有的市场化融资体系更青睐于通过企业间的竞争来制造股票市场热点,这导致美国不同企业之间缺乏协作基础、难以自发形成集体行动来改进共性制造技术。为此,美国联邦政府以长期战略性为导向、通过自身资金投入来超越市场短期行为约束,促成了一系列产学研协作机制,半导体制造技术战略联盟(Semiconductor Manufacturing Technology, SEMATECH)、半导体研究公司(Semiconductor Research Corporation, SRC)

是其中的代表。

对于当时亟待解决的先进制造技术,联邦政府与产业界合作成立了SEMATECH。联邦政府每年向联盟提供1亿美元,产业界至少自筹1亿美元。这个联盟由国防部推动和资助并受其下属机构DARPA具体监督,为半导体产业共同体内部协作与信任关系的形成提供了可信承诺。联盟的目标在于促进半导体制造商与选定的美国设备和材料供应商合作以改进既有设备、开发新一代技术。各会员企业代表定期召开会议,就产业生存所面临的核心问题来共同制定联盟的技术地图、设置研究议程并制定产业技术标准^[17]。DARPA会派出具有技术和管理经验的代表来参加会议,并利用自身技术成果及与联邦实验室的良好关系来协助、指导相应的研究项目。该联盟取得的重要突破包括:成功开发出改进制造设备及软件的通用方法、设备全生命周期成本的评估方法,制定电脑整合制造(computer integrated manufacturing)和柔性制造(flexible manufacturing)方面的产业标准,建立全面质量控制体系等,这些努力为美国重新夺回产业竞争力优势作出了一定贡献^[18]。

对于更长远的技术,受美国政府支持、由美国半导体产业协会设立的SRC与产业界共同拟定不同时间维度上的技术发展规划,并设立多个资助项目来推动相应技术的进步。政府有意识地根据技术属性调整了自身与产业资本之间的不同角色。比如,全球研究协作网络项目(Global Research Collaboration, GRC)聚焦于3~5年内投入商业化的技术,资金主要来源于产业界。焦点中心研究项目(Focus Center Research Program, FCRP)聚焦于8~10年后产业化的技术,由产业界和DARPA共同资助,为了掌控研究活动的战略性目标与议题方向设置,DARPA资助比例高达40%~50%^[19]。

为了发展未来技术,美国国家科学基金会(National Science Foundation, NSF)也开始响应国家应对危机的需要,将资金更多地投入产业工程研究相关领域。自1988年起,NSF在高校设立开展半导体产业研究的工程研究中心(Engineering

Research Center, ERC)。研究中心为学术研究部门提供了来自产业实践情境的问题,并为产业界持续提供了同时具备科学知识与工程经验的工科毕业生^[20]。

尽管目前学界对美国半导体产业复苏的原因仍有争论(比如不同学者强调信息产业革命、美日半导体协定的作用),但不可否认的是,政策性融资机制促进了美国半导体产业创新生态在危机时刻的重塑与转型,对产业复苏发挥了一定程度的积极作用^[21]。当 SEMATECH 促进美国形成了面向前沿技术和共性技术的议事和协商机制后,美国政府从 1996 年起停止对联盟的资金投入,把联盟完全交由成员企业来运作。这意味着,政府的积极性政策机制在达到其目标后便逐渐退出,将空间更多地让给了市场性融资机制。

三、找回创新融资体系的演进性:政府与市场的动态变化

在人们的想象中,美国半导体产业创新融资体系更接近于第二阶段的状态,即以现代风险投资机构和证券交易市场为主体的市场性融资机制在产品开发和商业化等创新后端环节发挥主要作用,政府则主要负责基础研究和早期技术开发等创新前端环节,而且政府的作用由于相对“隐形”

(invisible)而常被忽视。实际上,从第一到第二阶段的历史过程中可以看到,美国这套创新融资体系不是由市场自发形成的。在产业孕育时期,美国政府出于保障军事安全和公共利益的目的,构建起研发补贴、军事采购等政策性融资机制,逐步培育起民品市场,并催化了专业的私人风险投资机构。只有当产业创新生态发展成熟时,美国政府才逐渐让位于市场,形成第二阶段中成熟的创新融资体系。到了第三阶段,当成熟的产业创新生态面临军事应用和商业竞争力的双重危机时,美国政府再次重复第一阶段的行为逻辑——虽然与市场相比,政府所提供的资金的占比并不高,但它扮演了极其重要的引领角色。政府不仅在创新前端环节投资于公共知识供给,而且再次进入创新后端环节,通过投资来引领和协调市场,构建新的产业创新协作生态。当产业创新协作生态已经构建起来并足以应对危机后,政府才会再次让位于市场。表 1 呈现了融资机制在各历史阶段间的继承和发展关系。总结而言,静态的成熟产业创新融资体系是结构演化和变迁的结果,是政府为了应对产业发展任务所发生的结构性重大变化、通过“政府推动市场”的方式一次又一次塑造而形成的。

表 1 美国半导体产业融资体系的演进:融资工具的变化

时期		创新生态孕育: 20 世纪 40 年代末— 20 世纪 60 年代中期	创新生态成熟: 20 世纪 60 年代中期— 20 世纪 70 年代末	创新生态转型: 20 世纪 70 年代末— 20 世纪 90 年代
政策性 融资机制	军事研发合同	√	√作用相对减弱	√强调军民两用
	军事采购合同	√孕育民品市场	√作用相对减弱	√强调军民两用
	联邦 SBIC 计划	√孕育专业私人风险投资机构	√作用相对减弱	√
	NSF	√	√	√作用增强
	SRC	—	—	√产学研协作机制
	SEMATECH	—	—	√产学研协作机制
市场性 融资机制	企业财务盈余	√	√作用增强	√
	个人投资家	√	√作用相对减弱	√
	专业私人风险投资机构	—	√	√
	纳斯达克市场	—	√	√

注:√表示该机制在该阶段已经存在。文字说明了此机制在这个阶段相比于前一阶段的调整或此机制在当前阶段所发挥的作用。

20 世纪 90 年代之后,美国半导体产业创新生态和创新融资机制的演进同样遵循以上模式。随着美国重新夺回半导体产业的全球主导权,产业创新生态在新的水平上趋于成熟,政府又逐渐退回到基础研究、先导性军事技术应用、种子期科创企业等有限领域,把更多空间留给私人部门。在

半导体下游市场(如智能手机、互联网通信产品)快速发展的浪潮中,私人部门在产业化阶段展开了激烈的市场竞争。各种作品对该阶段“硅谷经济”模式的诠释构成了中国社会对美国高科技产业创新融资模式的主要印象。

然而,股票市场、风险资本等融资机制催生的

企业“金融化”对美国半导体产业创新能力的损害进一步体现出来。全球化加速发展、晶圆代工模式兴起都加速了美国半导体制造业的海外转移与本土制造业的空心化,这使芯片设计环节的研发与技术改进难以直接得到制造环节的反馈,美国甚至面临失去尖端设计方面的技术优势的危险^[21-22]。尽管美国半导体产业在核心知识产权、半导体设备等上游环节依然占据优势,但其创新体系的脆弱性有所增强。面对中国在半导体产业的全面布局,美国近年来采取了更直接的产业政策,即重新诉诸政策性融资机制来应对与中国的高技术产业竞争。

2017年前后,美国政府意识到中国在芯片设计等领域的快速进步使其在通信、大数据以及人

工智能等产业的主导权受到挑战,因而推出“十大计划(10 Big Ideas)”、电子复兴计划、技术禁运、《芯片与科学法案》及其落实方案(Chips for America)等组合拳,实质是在全面排除中国的前提下,通过政府的财政补贴和税收优惠,在面向未来的先进制程领域推动本土及盟国的科研和产业界形成新的集体行动,孕育新的产业创新生态。这是新一轮“政府推动市场”的周期性运动,如图2所示。可以预期,如果美国能够成功塑造新的创新生态,并保持领先于包括中国在内的潜在竞争者的绝对技术优势,那么在将来美国政府将会再次回到为创新竞争提供基础研究等有限范畴中,而将新的产业创新生态下的融资任务交给私人部门。

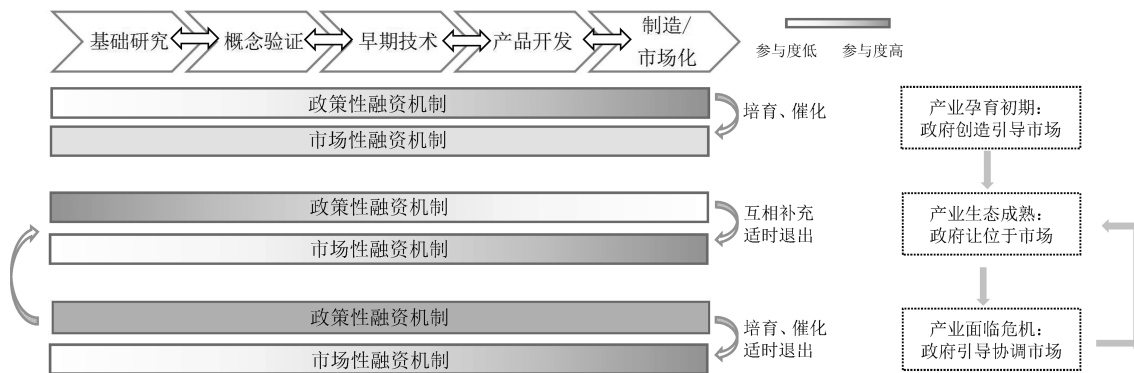


图2 美国半导体产业融资体系的演进:政策性和市场性融资机制的共同演化

四、对中国创新发展过程中政府与市场关系的启示与建议

通过研究美国半导体产业创新融资体系的变迁历程,本文发现,在创造具有全球竞争力的产业创新生态的过程中,政府需要用积极的政策性融资机制来引导市场性融资机制,特别是在形成可信的技术发展方向、促成创新投资风险与收益的“模式化”认识、随着产业发展任务变化而动态调整创新生态等方面。本文从产业演进的过程性角度整合了“政府修补市场”和“政府创造市场”两种观点:在成熟的创新竞争阶段,政府要扮演为创新竞争提供关键要素的角色,即支持基础研究与早期技术产业化,这是政府的第一重角色;在产业创新生态孕育及转型阶段,它还需要塑造新的产业创新生态,这是政府更为重要的第二重角色^[23]。

注重短期经济理性的市场性融资机制难以在短期内实现集体性的结构转型,因而政府需要对资金进行战略性配置,持续为私人部门参与创新活动提供明确方向、稳定预期与广阔的市场空间,以促进创新生态的发展和成熟。政府在动态创新竞争中所扮演的两重角色不是由某个国家的特殊国情所决定的,而是由创新的本质特征、现代政府与市场的本质属性所规定的,具有更广泛意义上的适用性,虽然它的样貌一度被隐藏在“自由竞争”或“市场失灵”学说的面纱背后。

基于以上讨论,本文认为当前中国半导体产业融资体系还有持续改进的空间。中国半导体产业在基础科研与产业化环节之间、产业链上下游之间的衔接依然存在问题,各主体尚未形成技术方向感,缺乏共同行动的技术议程、组织方案、激

励机制和责任机制,这都使得我国难以有效推动产业创新生态的结构性变迁。为实现“有为政府”与“有效市场”的结合,政府的战略性投资应通过聚焦关键技术突破、扶持产业和技术共同体、塑造面向前沿技术创新的投资生态等 3 个方面同时发力。

首先,政府需要积极介入,以新型举国体制等机制引导市场主体投入关键核心技术突破。中国所遭遇的关键技术“卡脖子”困局事实上是高科技产业的“系统失灵”,这意味着“卡脖子”问题难以通过市场自发协调来解决,这正是最需要政府介入创新活动的情景。这不仅是由美方在高科技上对我国“卡脖子”所带来的,同时也符合成功创新经济体的发展规律。在新型举国体制实践中,政府需要通过跨部门、跨所有制的动员来聚焦于关键核心技术的突破,进而开启更高水平的本土创新互动机制。这将为更广泛的创新主体投身于相应领域创新塑造“可预期”的技术发展前景,从而实现“政府撬动市场”,推动产业创新生态系统转型中的集体行动。

其次,关键核心技术的持续创新需要产业创新共同体来支撑,因而政府需要以战略性资金投入为先导,塑造产业创新共同体,以形成本土产业界定问题、分工解决问题的能力。在新型举国体制的实践中,国家攻克瓶颈技术的方式不应像传统产业政策那样仅限于支持特定技术、特定项目或特定企业,而是应当聚焦于发展面向相关创新问题的产学研合作平台——它们往往体现为组织性的协商议事平台、有明确产业技术路线图的实体联盟,甚至是面向特定技术问题、具有广泛包容性的合资企业等等。这些平台要通过投资共性技术、开展常规性议事协商、共同设定产业技术标准或技术规制等手段,促进各主体从科研专项到产业创新各环节形成分工和竞争的共识,使其对本土重大技术突破和创新转型形成可信的方向感。这有助于潜在的市场投资主体对相应领域技术创新投资的风险和收益形成更清晰的认识,为市场性融资机制奠定基础。而产业创新共同体的成型、市场性融资机制的成熟则为后续国家减少干预手段或退出提供了条件。

最后,具体到半导体产业,作为战略性投资的国家半导体大基金需要转变角色,其优先目标应从追求资产盈利转变为孵化与引导市场性融资机制。大基金此前按市场化基金的模式运作、追逐稳定的投资利润率,主要投资于成熟的半导体技术和企业;它以这种模式所拉动的社会资本(如私人风险投资、公司债券、银行贷款、地方集成电路基金等)又进一步放大了这种偏好^[24-25],使得政府对推动关键技术孕育与突破的战略投资功能反而未能发挥。政府主导的战略性投资应当在高不确定性的困难领域发力,扶持有潜力但失败率高的早期技术度过“种子期”,帮助幸存者进入市场化资本的视野,并带动市场化资本对创新链条各环节进行投资。简言之,政府的战略性投资不应在半行政化的管理体制下挤压市场性融资机制的生态位。而大基金通过“母基金”形式所实现的职能,不应当是通过投资于不同的市场化基金来分摊自身风险、追求回报优化,而应当是降低市场化基金的风险厌恶程度,激励它们更多地向前沿技术突破投资,并通过经验积累塑造它们在相应领域的认知模式,提高它们在前沿和关键技术领域的投资率和成功率,逐渐培育出一批面向前沿技术突破、具有专业经验的投资管理人员和机构。

参考文献:

- [1] SCHUMPETER J A. The theory of economic development: an inquiry into profits, capital, credit, interest, and the business cycle [M]. Cambridge, MA: Harvard University Press, 2002: 74.
- [2] KEYNES J M. General theory of employment, interest and money [M]. New Delhi: Atlantic, 1936: 142-143.
- [3] AUERSWALD P E, BRANSCOMB L M. Valleys of death and Darwinian seas: financing the invention to innovation transition in the United States [J]. Journal of technology transfer, 2003(28): 227-239.
- [4] CURRALL S C, FRAUENHEIM E PERRY S J, HUNTER E M. Organized innovation: a blueprint for renewing America's prosperity [M]. New York: Oxford University Press, 2014: 53-55.
- [5] MAZZUCATO M. From market fixing to market-creating: a new framework for innovation policy [J]. Industry and innovation, 2016, 23(2): 140-156.

- [6] MAZZUCATO M, SEMIENIUK G. Public financing of innovation: new questions [J]. Oxford review of economic policy, 2017, 33(1): 22-48.
- [7] KELLER M R, BLOCK F. Explaining the transformation in the US innovation system: the impact of a small government program [J]. Social economic review, 2013, 11(4): 629-656.
- [8] WEISS L. America inc. ? innovation and enterprise in the national security state [M]. Ithaca, London: Cornell University Press, 2014: 21-89.
- [9] PEREZ P. Technological revolutions and financial capital: the dynamics of bubbles and golden ages [M]. Carlota Cheltenham, UK; Edward Elgar, 2002: 139-147.
- [10] LANGLOIS R, STEINMUELLER W. The evolution of competitive advantage in the worldwide semiconductor industry, 1947 - 1996 [C]// MOWERY D, NELSON R. Sources of industrial leadership: studies of seven industries. Cambridge: Cambridge University Press, 1999: 19-78.
- [11] MORRIS P R. A history of semiconductor industry [M]. London: The Institution of Engineering and Technology, 2008: 72-94.
- [12] 周子学. 中国集成电路产业投融资研究 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2015: 399.
- [13] ASHER N J, STROM L D. The role of the department of defense in the development of integrated circuits: p1271 [R]. Arlington, VA, Institute for Defense Analysis, 1997: 71-82.
- [14] FABRIZIO K, MOWERY D, LAMOREAUX N, et al. The Federal Role in Financing Major Innovations [C]// LAMOREAUX N, SOKOLOFF K. Financing Innovation in the United States, 1870 to Present. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2007: 283-316.
- [15] KENNEY M. How venture capital became a component of the US national system of innovation [J]. Industrial and corporate change, 2011, 20(6): 1677-1723.
- [16] LAZONICK W. Sustainable prosperity in the new economy? business organization and high-tech employment in the United States [M]. Kalamazoo: Upjohn Institute, 2009: 33-70.
- [17] United States General Accounting Office. Lessons learned from SEMATECH [R/OL]. (1992-10-26) [2023-02-14]. <https://www.gao.gov/products/rced-92-283>.
- [18] GRINDLEY P, MOWERY D C, SILVERMAN B. SEMATECH and collaborative research: lessons in the design of high-technology consortia [J]. Journal of policy analysis and management, 1994(13): 723-758.
- [19] LOGAR N, ANADON L, NARAYANAMURTI V. Semiconductor research corporation: a case study in cooperative innovation partnerships [J]. Minerva, 2014(52): 237-261.
- [20] GOVER J E. Analysis of U.S. semiconductor collaboration [J]. IEEE transactions on engineering management, 1993, 40(2): 104-113.
- [21] 李寅. 重塑技术创新优势: 美国半导体产业政策回归的历史逻辑 [J]. 文化纵横, 2021(4): 50-60.
- [22] WILLIAMS A, KHAN H. A brief history of semiconductors: how the us cut costs and lost the leading edge [R/OL]. (2021-03-20) [2022-10-20]. <https://www.employamerica.org/researchreports/a-brief-history-of-semiconductors-how-the-us-cut-costs-and-lost-the-leading-edge/>.
- [23] 封凯栋, 姜子莹. 国家在创新转型中的双重角色: 创新理论视角下发展型国家兴衰对中国政策选择的启示 [J]. 经济社会体制比较, 2020(6): 62-72.
- [24] 路风. 面对美国的科技脱钩, 中国必须建立集成电路的产业基础 [J]. 经济导刊, 2022(12): 14-20.
- [25] 中国电子报. 丁文武详解大基金 [EB/OL]. (2017-10-23) [2022-10-15]. https://www.sohu.com/a/199698015_464075.

(本文责编: 润 泽)