

基于创新要素的协同创新模式

刘轶男^{1,2,3}, 李巧明^{1,2,3}, 孟柳^{1,2,3}

(1. 中国电子科学研究院, 北京 100041; 2. 中国电科发展战略研究中心, 北京 100041;
3. 中电科发展规划研究院有限公司, 北京 100043)

摘要: 在全球化加速、科技迅猛发展、市场竞争日趋激烈的新时期,协同创新已成为提升国家竞争力、发展新质生产力和加速产业升级的关键路径。阐述了协同创新的内涵、驱动机理和主要特征,围绕日本“超大规模集成电路研究协会”、中国国创基金等典型协同案例,梳理总结人才、知识、资金、基础设施等创新要素的协同模式,从完善政府与市场的协同作用机制、强化知识产权共享和保护、建立长效投入机制等方面,为推动协同创新提出思考建议。

关键词: 协同创新; 创新要素; 协同模式

中图分类号: F204; G311 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-1807(2024)22-0170-07

随着电子信息技术的高速发展,创新模式逐渐向系统化、网络化方向演进,从“现象”到“产品”的直通车模式逐步显现^[1],集成电路等技术密集型行业竞争日趋激烈,马太效应日益凸显。与此同时,以大数据、云计算、人工智能、量子信息等为代表的新一代信息技术正在引发新一轮科技革命和产业革命,创新活动对资源多样性与集中性以及人才多元化的要求愈来愈高。在此背景下,需要通过多主体协同创新,提升创新效率、摆脱资源困境、提升自身核心竞争力。

协同创新是多主体围绕创新这一行为开展的协同互动的系统工程,基于不同的观测视角与划分标准,可以将协同创新的模式按照对象观、要素观、过程观、主体观等进行划分,形成以下典型的协同创新模式,分别是基于不同技术类型、基于不同创新要素、基于不同创新阶段、基于不同创新主体。在具体的协同案例中,上述类型交叉融合。本文在充分理解协同创新概念内涵的基础上,重点选取美国、日本、中国等国家的典型协同创新案例,梳理分析其在人才、知识、资金、基础设施等方面的协同模式,研究提出相关思考建议。

1 文献综述

近年来,国内外学者在协同创新领域的研究主

要集中在理论模型构建、实践案例分析和政策机制探索等方面。在理论模型构建方面,石琳娜和陈劲^[2]通过构建产学研演化博弈模型,探究创新主体的知识协同演化行为及其稳定性问题;Vivona等^[3]提出了一种新的成本理论,为协同创新过程中的成本考量提供了理论框架;王志奇等^[4]通过构建“风车模型”,运用演化博弈理论和李雅谱诺夫判别法,分析了市场、政府、平台、资本对产学研创新体系的作用机制。在实践案例分析方面,葛春雷等^[5]分析了德国四大科研机构协同创新组织模式;李建强等^[6]美国能源部国家实验室协同创新的实践经验;黄宏斌等^[7]以利亚德与台湾晶电协同创新为例,提出产业链协同可有效提高组织脆弱性管理能力、适应能力和恢复能力;Khan等^[8]以芬兰的“重启物联网工厂(Reboot IoT Factory)”国家创新项目为例,研究了创新主体的相互依存关系,以及这种相互依存关系带来的优势和风险。在政策机制探索方面,董津津和刘家树^[9]梳理了安徽省产学研协同创新政策演进,阐述了安徽省构建产学研协同创新机制的总体布局和实施路径;牛昊等^[10]提出建立“系统完备、衔接配套、协调发展”的军民科技协同创新政策法规体系,针对现有政策法规体系提出了优化对策;康子冉^[11]研究了关键核心技术攻关过程中产学研协

收稿日期: 2024-07-01

基金项目: 中国工程院高端智库项目(2024-GDZK-05)

作者简介: 刘轶男(1992—),女,河北唐山人,博士,高级工程师,研究方向为科技创新、战略规划;李巧明(1989—),女,湖南邵阳人,博士,高级工程师,研究方向为科技创新、战略性新兴产业、未来产业;孟柳(1983—),女,山东济南人,博士,高级工程师,研究方向为科技创新。

同创新存在的壁垒,针对性地提出了政策机制建议。

综上所述,近年来协同创新领域的研究不断深入,但对于协同创新理论内涵研究较少,且大多关注创新主体的相互作用,对于协同创新系统中创新要素的研究较为缺乏。本文丰富了协同创新理论内涵,基于创新要素视角,结合国内外案例系统阐述了典型协同模式,围绕完善相关机制提出了思考和建议,对于有效整合创新要素、推动多元主体协同创新、支撑实现高水平科技自立自强具有重要意义。

2 协同创新的理论基础

协同创新是指在物质、技术、市场、文化等因素驱动下,企业、大学、科研院所等创新主体发挥各自的能力优势,整合人才、知识、资金、基础设施等创新要素,协作开展技术创新和科技成果产业化等活动,从而实现各方的优势互补,加速技术推广应用和产业化,有效缩短创新周期,是当今科技创新的新范式^[12-13]。

协同创新的驱动力主要包括物质、技术、市场、文化等。其中物质动力是最主要的,是推动协同创新的原动力,创新主体以期获得利润、专利、论文、商标等;技术驱动是指创新主体为了弥补技术研发能力的不足,通过寻求外部合作,以加快技术突破;市场驱动对企业而言作用尤为显著,面对快速变化的消费需求及激烈的竞争压力,企业必须开放边界,与外部创新资源构建联系,以抢占发展先机;文化认同是协同创新的重要黏合剂,可以有效提高各创新主体的积极性与凝聚力,文化驱动对于国家意志引导下的协同创新或面向国家重大战略需求的协同创新作用显著^[12-14]。

协同创新的主要特征包括:一是整体性,强调参与的各创新主体形成一个有机的整体,追求的是创新系统的整体效能提升;二是互补性,参与的各创新主体通常基于自身优势和专长进行互补,产生“1+1>2”的非线性效用;三是开放性,创新主体边界不再封闭,人才、知识、资金等创新要素可以在参与的各创新主体间流动;四是复杂性,涉及的创新主体特别是创新要素相对多样,且存在着复杂的相互作用和相互依赖。

3 基于创新要素的典型协同模式研究

协同创新呈现的形式是以创新主体的协同为主要表征,再往里探寻,协同创新实质上是创新要素,如人才、知识、资金、基础设施等的协同,通过打

破这些创新要素流动的壁垒,不同创新要素的解构、重组,最终服务于创新主体的创新行为协同、创新能力协同、创新绩效协同。值得说明的是,协同创新的过程,不只是单要素的协同,一般是两要素,比如人才与资金,甚至是三要素、多要素集成的结果。

3.1 人才协同

人才在协同创新中扮演着至关重要的角色,是推动创新进程、实现创新目标的核心要素。协同创新通常涉及多机构单位、多学科、多领域,甚至有些涉及的技术迭代速度快、马太效应显著,对人才跨学科类别、专业素质、标准、数量等都提出了苛刻要求。通过充分调动战略规划、决策管理、技术研发、产品产业化等不同领域的人才,使其创造力、合作精神、领导力和专业技能等有机协同,可有效驱动从理念到实践、从研发到市场的整个创新链条,最终实现协同创新目标。

基于知识流动视角,人才协同可以通过短期项目合作、建立产业技术创新战略联盟、众创、众包等方式实现^[15-16]。基于短期项目合作的人才协同主要指来自不同机构单位的人才,通过签订契约成立项目小组的方式进行短期合作。这种人才协同方式灵活性较高,可以根据具体需求快速启动和结束,但是难以形成深度的团队凝聚力和持续的协同关系。基于产业技术创新战略联盟的人才协同中,联盟成员通过共同出资设立研发基地、联合开展产业共性技术攻关等方式实现人才资源的跨界整合。这种人才协同方式建立在中长期合作的基础上,人才连接更加紧密,更有利于知识特别是隐性知识的传递,但对小型企业或初创团队的人才而言,可能面临比较高的参与壁垒。众创、众包下的人才协同通常不受地域和组织边界限制,汇集更加广泛的人才资源,其开放的参与模式更能激发人才的创新潜力,但是由于参与者众多且分散,加大了在人才管理和协调、知识产权分配、成果质量控制等方面的难度。

日本“超大规模集成电路”(VLSI)研究协会、美国半导体制造技术战略联盟(SEMATECH)都是基于产业技术创新战略联盟实现人才协同的典型示例。VLSI研究协会由通产省和日本电气等企业共同组建,设立了联合研究所,在垂井康夫和根岸正人领导下,来自成员企业和通产省的优秀工程师共同开展通用性和基础性技术的研究工作,如图1所示^[17]。4年间,联合研究所形成电子束曝光装置等

多项重要成果,为日本集成电路产业筑下基石。SEMATECH在奥斯汀建立了总部和半导体制造技术试验基地,成立之初,在SEMATECH的400名技术人员中,约有220名派遣自成员公司,他们在奥斯汀工厂参与6~30个月的研究^[18],将学习的先进经验带回企业,实现技术的“软”转移。这种从各大公司抽调管理和技术的专业人才组建“特种部队”的人才协同模式,使人才的沟通协作更加密切,助力美国在较短时间重回半导体领域优势地位,如图2所示。

3.2 知识协同

知识协同是协同创新的核心,知识协同整合了不同创新主体之间的知识网络,畅通了知识从获

取、吸收、产出到溢出的全流程。知识协同提高了创新主体的知识获取能力,扩大了知识获取来源。在协同创新过程中,除了显性知识的学习和内化,随着创新主体协作交流的不断深入,增强了创新主体对隐性知识的吸收能力^[20]。协同创新促进了知识的交叉融合,不同领域的思想碰撞有助于解决复杂问题,加速知识产出,提高创新成果质量。在协同创新过程中,随着创新主体知识存量的不断积累,有可能出现知识溢出,产生预期之外的创新成果。

基于知识流动视角,协同创新过程中的知识协同模式可以分为串行协同、并行协同、网络化协同等^[1, 21]。串行协同是指知识在创新主体间接一定的

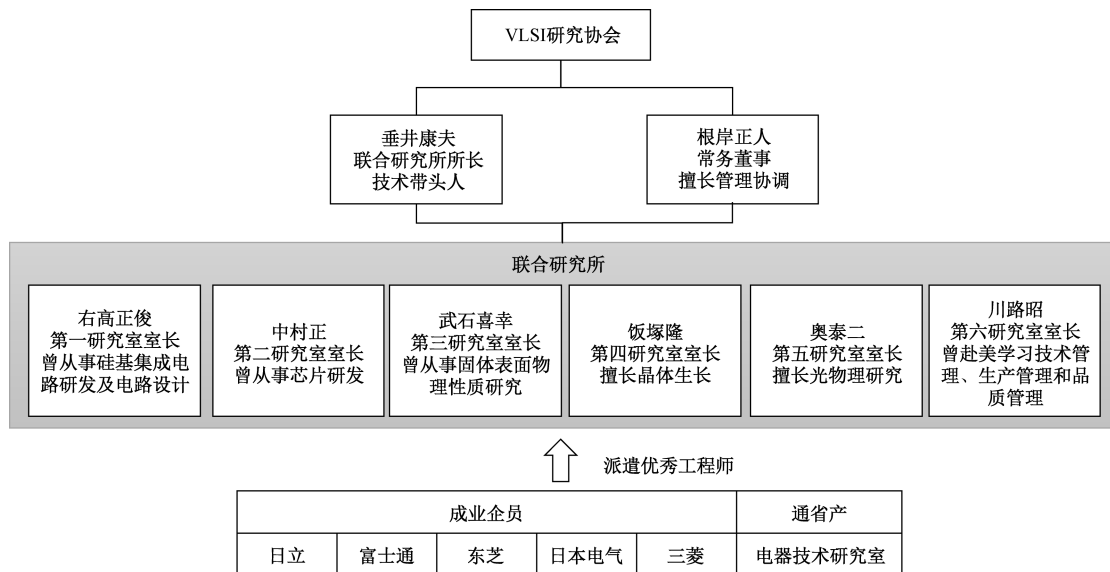


图1 VLSI研究协会的关键人物^[17]

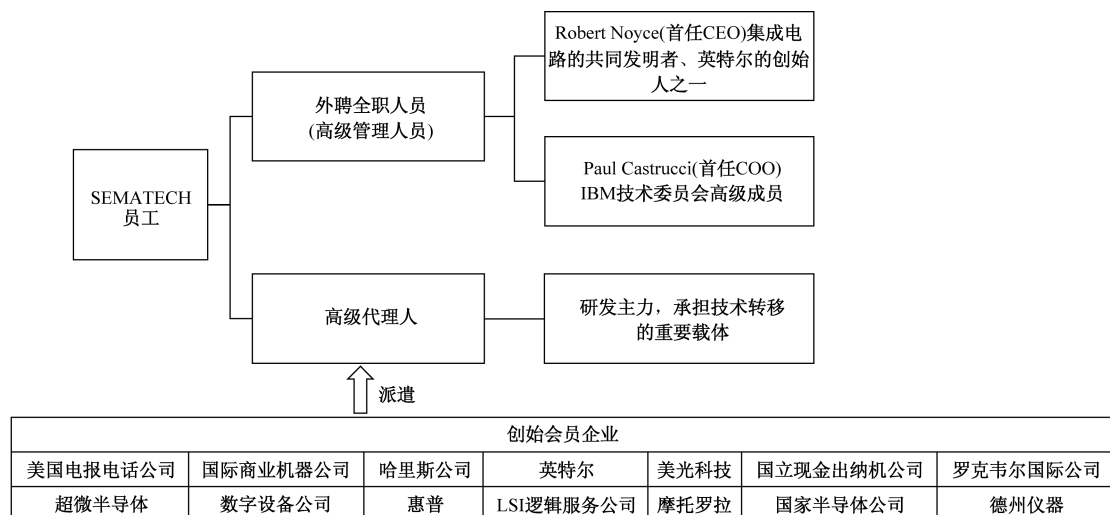


图2 SEMATECH成立初期员工组成^[19]

时间顺序依次流动,每个创新主体在其阶段完成知识加工后再传递给下一个主体。串行协同模式中,各创新主体的分工相对明确,但知识的传递效率相对较低且在各阶段的传递可能产生损耗。并行协同是指创新主体在特定时间段内针对同一类问题同时进行知识活动,通过封闭研究、会议研讨、共享门户网站等方式保持沟通协作,实现知识的快速积累和创新。相比于串行协同,并行协同能够显著缩短创新周期,适用于多个创新主体合作解决共性技术问题。网络化协同通常不受时间和空间约束,涉及的知识相对串行协同和并行协同更加广泛,创新主体利用网络平台或协会组织等在开放式创新环境中互动合作,打破边界,加速知识流动与扩散。

VLSI 研究协会、SEMATECH 均涉及知识的并行协同,在特定时间段面向共性技术集中攻关,短时间实现技术赶超,从而赢得市场优势。VLSI 研究协会针对同一研发项目采取多技术路径并行的策略,提高了研发效率,通过知识产权、研发成果共享机制,参与企业制造 VLSI 的技术水平得到大幅提高。SEMATECH 针对半导体设备制造过程中涉及的共性基础问题开展联合研究,通过集中攻关减少了重复研究和重复投资,加速了美国半导体设备的研发速度^[22]。以 GitHub 为代表的开源社区、日本碳纤维协会涉及知识的网络化协同。在 GitHub 平台,全球开发者可以突破地域、文化和组织界限,在统一的规则约束下分享代码、协作开发项目,由此促进了开放源代码软件和技术的发展。日本碳纤维协会针对优势产业,面向全产业链整体

布局,通过发布碳纤维生命周期评估报告、推动行业标准制定等举措(图 3),促进产业链各环节创新主体的知识协同互补,助力会员企业形成共同竞争优势,大幅提升日本碳纤维产业的竞争力^[23]。

3.3 资金协同

协同创新可以实现创新资源的新组合,资金在协同创新中可以起到“杠杆”作用,一方面,通过初期投入或补贴可以撬动更多资金跟进,形成放大效应;另一方面,资金可以直接用于基础设施建设和人才引进等,撬动人才、基础设施等其他创新要素,吸引和集聚更多创新资源。资金也能够协同创新中发挥重要的纽带作用,通过资金的投入、组合可以辅助建立协同创新的组织体系,可以整合跨边界、跨领域、跨组织的科技攻关力量,形成上下联动、左右协同的科技创新格局。此外,创新具有不确定性,通过资金协同的方式,可以有效地分散风险,为企业等单一创新主体降低潜在风险。

根据资金的投入主体,可以分为政府资金协同、企业资金协同、社会资金协同。政府资金协同是指某一政府部门或多部门以重大科技任务为载体提供配套资金支持,引导多个创新主体共同参与科技创新活动。企业资金协同指行业领军企业或若干骨干企业,以项目合作等方式自筹配套资金,协同推动产业化发展。社会资金协同大多通过运用股权、风投、税收、保险等手段,引导社会投融资积极进入科技创新领域。当下,多元化的资金协同尤为重要,政府资金、企业资金、社会资金各有利弊,在创新中发挥的作用也各有不同。多层次、广

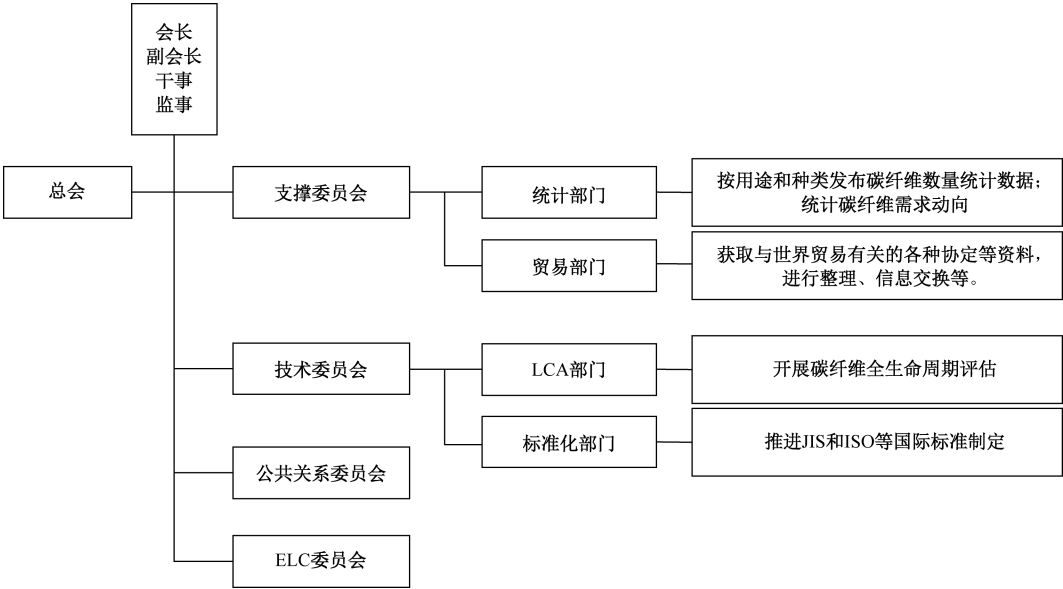


图 3 日本碳纤维协会组织架构及主要活动^[24-26]

覆盖、高效率的资金协同将更好地助推原始创新的发生以及创新成果的市场化转化。

在协同创新系统中,资金一般不是单一渠道构成的,而是多种资金协同投入,但是在不同的资金组合中会有主导性资金。决定主导性资金的更多以创新目的、创新阶段为出发点,面向前沿基础技术研发、公益性领域、公共资源平台等市场竞争前阶段的协同创新,一般以政府资金为主。如美国国家纳米计划(national nanotechnology initiative, NNI)主要面向前沿技术开展协同创新,这类项目难度大、持续时间长、投入高,主要通过设立共同的战略、目标和优先领域(即计划构成领域,PCA),指导和影响相关联邦政府机构进行持续稳定的资金投入,如表1所示^[27]。面向核心关键技术攻关,如集成电路等领域的协同创新,既涉及国家重大战略需求又涉及市场竞争,一般由政府出资,引导企业资金、社会资金等配套资金形成合力。如SEMATECH围绕关键核心技术开展协同创新,成立初期,美国国会和成员企业均摊每年2亿美元研发经费,极大降低了联盟的合作风险,使成员企业更愿意参与合作研发,同时SEMATECH要求成员企业必须为联盟提供其半导体销售收入的1%,以回报政府支出^[18]。1996年起SEMATECH不再接受政府资助。经过10年发展,企业投资回报率在1997年达到6.3倍,如表2所示^[28]。又如比利时微电子研究中心主导建立NanoIC中试线(NanoIC pilot line),用于帮助工业界、学术界以及初创企业加快集成电路先进工艺技术开发。该项目投资25亿欧元,其中14亿欧元来自政府支持,11亿欧元来自阿斯迈等合作伙伴。侧重市场应用、与产业发展息息相关的协同创新,很多由行业力量、企业力量、社会力量投入。如我国的国创基金主要由国有企业注资,以资本运作的方式推动处于世界先进水平、市场空间巨大的航空航天、船舶等高新技术产业发展,是以资本

为纽带推动中央企业间、中央企业与其他主体间协同创新的典型代表。

3.4 基础设施协同

大型科研生产设备和高端精密仪器等通常购置价格昂贵、使用维护成本高,基于仪器设备设施共享的协同模式,推动科研、生产基础设施的复用和重用。一方面,可有效避免资源的大量重复配置和低效使用,提高协同创新系统中的资源利用效率;另一方面,共建共享的协同模式极大减轻了各创新主体购置和维护高端仪器设备设施的经济压力,使得更多创新资源能够集中投入到核心研发活动中,对于加快缩短技术创新周期、赢得市场竞争优势具有重要意义。

基于仪器设备设施共享的协同模式主要包括联合研究、数据共享、场所共用、出租租赁、技术服务等。联合研究主要指创新主体通过项目合作的方式,借助仪器设备设施开展技术研发等工作。数据共享主要指利用大科学装置等获取的数据可以供多个创新主体使用,每个创新主体根据自己的研究侧重对原始数据进行深入分析,这种协同方式时常涉及多个国家和地区的创新主体。场所共享主要指将仪器设备设施、场地等资源,让各协同主体可在共享的环境中开展试验研究、技术创新等活动。出租租赁主要指仪器设备的所有者将自己拥有的仪器或设备以租赁合同的形式提供给需要使用这些仪器设备的用户。技术服务主要指仪器设备设施所有方可以为其他协同主体提供计量检测等服务。出租租赁和提供技术服务的协同模式通常可以为仪器设备设施所有方带来直接经济收入。

对于平方千米阵列射电望远镜(square kilometre array, SKA)、我国的散裂中子源等大科学装置,数据共享是典型的协同方式。SKA等天文观测装置,其收集到的宇宙射电信号和图像数据对天文学

表1 部分NNI机构的使命、利益、需求和PCAs的关联度及2006年部分机构投资^[27]

机构	金额/百万美元							NNI 合计
	基本的纳米现象和过程	纳米材料	纳米级设备和系统	纳米技术和仪器、计量和标准研究	纳米加工	主要研究设备和仪器的采购	社会维度	
国家科学基金会	95	75	54	12	24	24	60	344
国防部	35	83	99	3	1	6	2	230
能源部	48	33	5	11	0	109	1	207
国立卫生研究院	46	17	67	6	0	1	8	144
国家标准和技术研究院	5	1	2	39	19	8	1	75
国家宇航局	4	17	10	0	1	0	0	32

注: 表示首要关联度; 表示次要关联度。

表 2 SEMATECH 前 10 年支出总额与企业投资回报率^[28]

年份	支出总额/百万美元	投资回报率/倍
1988	115	—
1989	191	—
1990	220	—
1991	233	—
1992	196	—
1993	197	2.5
1994	199	3.8
1995	170	4.4
1996	160	5.6
1997	124	6.3*

注：* 表示估计值。

研究至关重要,这些数据会被整理并上传至公开数据库,供全球科学家使用。我国的散裂中子源可生成宝贵的研究数据,这些数据对理解材料的结构、动力学性质等至关重要,相关数据通过相应的门户提供给研究者。NNI 和 VLSI 研究协会涉及的基础设施协同方式主要为场所共享。依托 NNI 设立的纳米技术中心通常含有政府出资建设的基础设施,这些纳米技术中心通常可供美国研究人员和国际访问学者使用,相关的访问规则、成本和规定由各个设施及其资助机构确定,如图 4 所示^[29]。VLSI 研究协会的联合研究所设有研发需要的科研基础设施,如高精度加工技术研究室、无尘室等,这些基础设施由 6 个联合实验室共同享有,根据每个实验室的研发重点,科研基础设施分配和使用上有所侧重。

4 推动协同创新的思考建议

当前,在推动企业、高校、科研机构等创新主体开展协同创新过程中仍存在一些制约因素,例如,

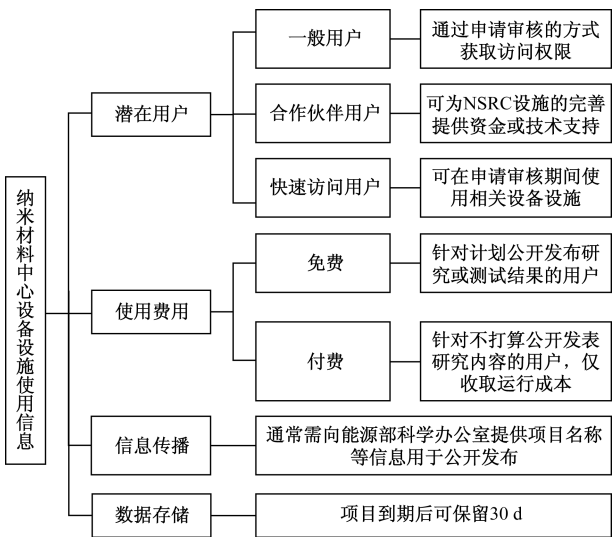


图 4 美国能源部下属纳米材料中心设备设施共享情况^[30]

资源配置多头管理,缺乏有效的统筹协调机制;创新资源共享存在壁垒,权益分配平衡困难;资金投入规模大,融资机制不灵活;创新主体协同动力不足,合作意愿不强等。为更好地推动创新主体协同创新,在前述分析基础上,提出以下思考建议。

一是完善政府与市场的协同作用机制。针对基础前沿技术探索、关键核心技术攻关等国家战略所需领域,由政府主导,同时注重运用市场的资源配置力量调动和整合各类社会资源,充分激发各类创新主体的活力和合力。建立灵敏的政策反馈和调整机制,及时根据市场反馈和创新发展的新趋势调整政策导向,保证政策的灵活性和适应性。针对优势产业培育涉及的领域,充分发挥市场对资源配置的主导作用,通过价格机制、竞争机制驱动创新资源高效流动,政府通过建立风险补偿机制等营造有利于协同创新的政策环境。

二是强化知识产权共享和保护。鼓励科研机构、企业等协同创新主体面向云平台、EDA 软件等适合开源的领域,打造基于核心知识产权的开源创新平台,在标准化开发环境下,通过授权等模式使各主体成为平台数据的使用者、创造者、收益者。健全和维护有关知识产权、成果专利等相关的政策法规,为推动相关主体协同创新准备必要和有效的行为准则,解决专利与非专利技术成果归属、职务发明与非职务发明界定、技术作价、技术成熟度认定等问题,保护参与人员与所属机构合理分享技术创新成果及收益。

三是鼓励多元投入,建立长效投入机制。利用好多层次资本市场,鼓励企业通过股票发行、债券融资等方式筹集资金,构建多元化的研发投入体系,为协同创新提供稳定、持续的资金支持。积极探索上下游企业的联合投入机制,例如上游企业的研发投入作价入股,下游企业的技术成果作价入股,形成持续投入的资金链。建立科学合理的评价体系,对协同创新涉及的投入项目开展定期评估,根据推进效果调整资金投入策略,健全资金退出机制。

5 结语

协同创新是复杂的系统工程,VLSI 研究协会、SEMATECH 等典型案例为创新要素有效协同提供了参考借鉴。在技术、市场、政策环境快速变化的今天,人才、知识、资金、基础设施等创新要素的协同模式将持续演进,需要进一步深化协同创新理论研究,积极探索实践路径,加快形成推进科技创新的强大合力,为实现高水平科技自立自强提供支撑。

参考文献

- [1] 朱德成, 刘从, 李欣欣. 新时期重大科技任务集中力量办大事的组织模式研究[J]. 中国电子科学研究院学报, 2020, 15(4): 299-305.
- [2] 石琳娜, 陈劲. 基于知识协同的产学研协同创新稳定性研究[J]. 科学学与科学技术管理, 2023, 44(9): 67-81.
- [3] VIVONA R, DEMIRCI OGLU M A, AUDRETSCH D B. The costs of collaborative innovation[J]. The Journal of Technology Transfer, 2023, 48: 873-899.
- [4] 王志奇, 王玉, 付业林. 基于演化博弈的“用产学研资介政”协同创新模型与机制研究[J]. 科技管理研究, 2022, 42(11): 15-28.
- [5] 葛春雷, 裴瑞敏, 张秋菊. 德国科研机构协同创新组织模式研究[J]. 中国科学院院刊, 2024, 39(2): 345-357.
- [6] 李建强, 杨正宜, 李昊. 协同创新理论下中国国家实验室建设路径探索——基于美国能源部国家实验室的经验启示[J]. 科技管理研究, 2024, 44(6): 42-55.
- [7] 黄宏斌, 郭孝楠, 章菁. 产业链协同创新对组织韧性的提升效果研究——以利亚德与台湾晶电协同创新为例[J]. 会计之友, 2024(14): 147-155.
- [8] KHAN I S, KAUPPILA O, FATIMA N, et al. Stakeholder interdependencies in a collaborative innovation project[J/OL]. (2022-11-22) [2024-06-15]. Journal of Innovation and Entrepreneurship. <https://doi.org/10.1186/s13731-022-00229-0>. htm.
- [9] 董津津, 刘家树. 构建产学研协同创新机制的政策演进、总体布局与实施路径研究——以安徽省为例[J]. 科学管理研究, 2024, 42(2): 83-91.
- [10] 牛昊, 刘书雷, 黄朝峰. 我国军民科技协同创新政策法规建设现状与优化对策[J]. 国防科技, 2022, 43(3): 98-104.
- [11] 康子冉. 新时期关键核心技术环节产学研协同创新的障碍与突破机制[J]. 科学管理研究, 2021, 39(6): 2-7.
- [12] 陈劲. 协同创新[M]. 杭州: 浙江大学出版社, 2012.
- [13] 陈春花, 朱丽. 协同: 数字化时代组织效率的本质: 精编版[M]. 北京: 机械工业出版社, 2020.
- [14] 李朝明. 基于协同创新的企业知识产权合作[M]. 北京: 经济科学出版社, 2018.
- [15] 梁超. 基于扎根理论的协同创新演化路径与模式的探索性研究[D]. 杭州: 杭州电子科技大学, 2018.
- [16] 张光宇, 廖建聪, 马文聪. 中美日产业技术创新战略联盟比较研究[J]. 社会工作与管理, 2015, 15(4): 79-83.
- [17] 潘铁, 柳卸林. 日本超大规模集成电路项目合作开发的启示[J]. 科学学研究, 2007(S2): 337-344.
- [18] IRWIN D A, KLENOW P J. Sematech: purpose and performance[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 1996, 93(23): 12739-12742.
- [19] 陈雯. 美国新型研发机构的创建及运营——以美国半导体技术联合体为例[J]. 杭州科技, 2020(6): 58-62.
- [20] 吴悦, 顾新. 产学研协同创新的知识协同过程研究[J]. 中国科技论坛, 2012(10): 17-23.
- [21] 姚伟, 张翠娟, 杨志磊, 等. 知识管理[M]. 北京: 清华大学出版社, 2020.
- [22] 和文凯, 曾晓萱. 美国半导体制造技术研究联合体——SEMATECH[J]. 科研管理, 1995, 16(3): 58-63.
- [23] 沈琰, 郝健. 日本碳纤维产业联盟的范式[J]. 中国发明与专利, 2014(2): 58-61.
- [24] 郝健, 沈琰. 解密日本碳纤维联盟[J]. 纺织科学研究, 2014(4): 20-22.
- [25] ASSOCIATION M. Organization and Directors [EB/OL]. [2024-05-26]. <https://www.carbonfiber.gr.jp/english/aboutus/org.html>.
- [26] ASSOCIATION T M. Activities [EB/OL]. [2024-05-26]. <https://www.carbonfiber.gr.jp/english/aboutus/act.html>.
- [27] 樊春良, 李东阳. 新兴科学技术发展的国家治理机制——对美国国家纳米技术倡议(NNI)20年发展的分析[J]. 中国软科学, 2020(8): 55-68.
- [28] SEMATEC H. 1997 Annual Report[R]. Austin, Texas, USA: SEMATEC, 1997.
- [29] NNI. NNI R&D user facilities [EB/OL]. [2024-05-26]. <https://www.nano.gov/userfacilities>.
- [30] MATERIALS T N. CNM user information [EB/OL]. [2024-05-26]. <https://cnm.anl.gov/pages/user-information>.

Collaborative Innovation Models Based on Innovation Elements

LIU Yinan^{1,2,3}, LI Qiaoming^{1,2,3}, MENG Liu^{1,2,3}

(1. China Academy of Electronic and Information Technology, Beijing 100041, China; 2. CETC Research Center for Development and Strategy, Beijing 100041, China; 3. CETC Institute for Development and Planning, Beijing 100043, China)

Abstract: In the new era of accelerated globalization, rapid technological development, and increasingly fierce market competition, collaborative innovation has become a key path to enhancing national competitiveness, developing new quality productivity, and accelerating industrial upgrading. The connotation, driving mechanisms and main features of collaborative innovation were elaborated. Typical collaborative cases, such as the “Very Large Scale Integration Research Association” in Japan and the China National Innovation Fund were focused. The collaborative models of innovation elements such as talent, knowledge, funds and infrastructure were summarized. Considerations are proposed for promoting collaborative innovation, including improving the collaborative mechanism between government and market, strengthening the sharing and protection of intellectual property rights, and establishing a long-term investment mechanism.

Keywords: collaborative innovation; innovation elements; collaborative model