

中国科技成果转化体系存在的问题及对策

——从科技创新的底层逻辑出发

米磊^{1,2}, 赵瑞瑞³, 侯自普³, 李彩侠^{4*}

1. 中国科学院西安光学精密机械研究所, 西安 710000
2. 中科创星科技投资有限公司, 西安 710000
3. 西安中科光机投资控股有限公司, 西安 710000
4. 西安市中科硬科技创新研究院, 西安 710000

摘要 科技成果转化是落实“科学技术是第一生产力”的关键,也是科技与经济结合的核心内容。从经济社会及科技创新的底层逻辑出发,从创新链、产业链两链融合视角对科技成果转化问题进行了阐释,在此基础上深入剖析了目前科技成果转化存在的几大问题,并聚焦体制机制、科技金融、新型研发机构、共性技术平台、专业人才体系几个维度就如何加快打造科技成果转化体系,破除中国科技经济“两张皮”难题,提出相应的对策建议。

关键词 科技创新;科技成果转化;科技金融;对策建议

科技成果转化是落实“科学技术是第一生产力”的关键。在新一轮科技革命和产业变革深入发展的大背景下,中国的科技成果转化事业也不断获得政产学研各界的广泛关注。2022年全国两会期间各地人大代表提交多份关于科技成果转化的议案,内容涉及科技成果转化体制机制、人才、分配机制、对策路径等多方面,由此可见,科技成果转化

的重要性被提高到了前所未有的高度。中国当前科技成果在转化为现实生产力的过程中仍存在转化体系缺失、转化率低等一些亟待解决的问题。2019年的一组数据显示,中国每年约有3万项通过鉴定的科技成果、100多万项的专利技术,但能转化为批量生产的仅占20%,能形成产业规模的只有5%,远低于西方发达国家60%左右的水平^[1]。因

收稿日期:2023-03-15;修回日期:2023-09-26

作者简介:米磊,研究员,研究方向为硬科技理论、科技成果转化、光子产业发展等,电子信箱:milei@casstar.com.cn;赵瑞瑞(共同第一作者),高级经济师,研究方向为硬科技理论、科技创新体系、科技成果转化等,电子信箱:zhaoruirui@xiopmh.com;李彩侠(通信作者),政策研究专员,研究方向为科技成果转化、区域创新体系,电子信箱:licaixia@xiopmh.com

引用格式:米磊,赵瑞瑞,侯自普,等.中国科技成果转化体系存在的问题及对策——从科技创新的底层逻辑出发[J].科技导报,2023,41(19):96-102;doi:10.3981/j.issn.1000-7857.2023.19.011

此,在新的时代背景下,中国迫切需要秉持系统思维,从科技创新的底层逻辑出发,搭建科技成果转化体系,从而推动科研优势向产业优势转化,从根本上破除科技经济“两张皮”问题,真正为中国经济“腾飞”插上科技“翅膀”。

1 科技成果转化的本质和底层逻辑

科技创新是一项庞大的系统工程,根据美国技术成熟度理论,科技创新从基础原理的发现到产品规模化生产历经1~9级^[2],其中第1~3级属于科学研究阶段,主要任务是探索性研究和原创性基础研究,产出成果以学术研究报告、论文等形式为主,第7~9级属于产业化阶段,解决的是生产要素的优化及科研成果商品化的问题,而通常是4级之后的成果开始具备实用性,也由此进入4~6级的科技成果转化环节(图1)。

从底层逻辑看,人类社会由“知识系统-经济系统-社会系统”3大系统构成。科技创新3

个阶段分别隶属于不同的系统,发挥着不同的功能作用^[3]。其中,科学研究阶段隶属于“知识系统”,属于认识论范畴,主要功能是通过研究发现事物运行的内在规律、机理,以达到认识世界的目标。产业隶属于“经济系统”,属于实践论范畴,主要目标和功能是改造世界和促进社会生产力发展。

科技成果转化的底层逻辑是知识系统向经济系统、认识论向实践论转化的核心纽带,本质是科研向现实生产力转化的桥梁,核心是解决创新链和产业链联结不畅的难题。从认知需求和理论问题出发,知识系统不断产出科学发现、高质量的科研供给,经由转化阶段的平台、资金、人才等要素支撑,转化为可应用的市场产品,进而催生形成新的产业,推动经济系统持续壮大^[4]。同时,经济系统立足于市场导向和问题导向,提出关键核心技术需求,经由转化环节的“解读”,牵引科研立项,实现重大原始创新突破。通过科技成果转化的纽带和桥梁作用,能够打通知识系统和经济系统良性循环的通道,形成科技创新闭环生态体系。

科技创新1~9级

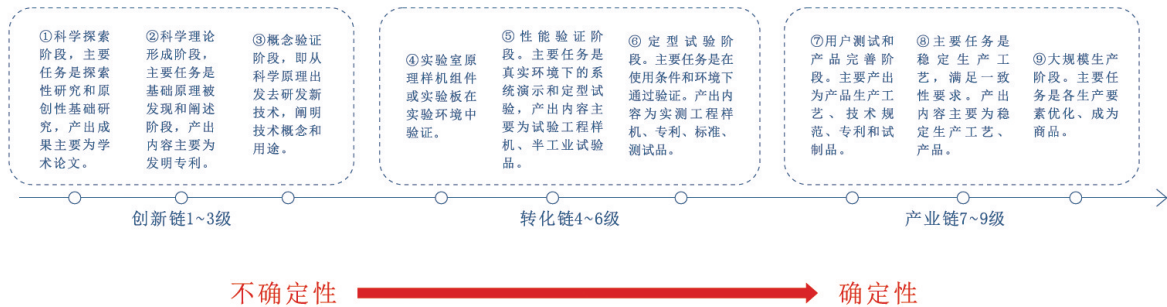


图1 科技创新1~9级

科技成果转化是一个由科研的不确定逐步走向确定的过程。科学原理通常来自数十个技术路线的成千上万次实验验证,且具有超前于经济社会发展需求的属性,不确定性和复杂性较高,同时早期科研活动本身并不会创造直接的经济价值,但其产生的影响却是普惠性的。因此科研一般被纳入纯公益范畴,多由国家财政资金支持,服务全体国民或社会公共需要。产业化阶段相关技术具有明

确的应用市场和市场需求,但是由于转化涉及对客户、供应链等“人机料法环”多种维度和因素的考虑,所以复杂性较高,相关技术一旦转化为产品,能够产生巨大的经济效益,最直接受益方为企业,属于完全的市场行为。

科技成果转化阶段介于科研与产业之间,不确定性比科研阶段低,但比产业化阶段高,是将确定的科学原理进一步工程化的活动,但未来产业应用和

市场化方向还不明确。因此,科技成果转化拥有双重属性,属于半公益半市场的行为^[9]。科研机构受制于财政经费使用,产业界则基于经济回报考量,都无法全力投入到科技成果转化过程中。

2 科技成果转化体系存在的问题

中国科研成果向现实生产力的转化,存在多个层面的问题^[6]。关键在于科技成果转化阶段存在断带与鸿沟,科技成果转化创新生态不完善,各类转化要素缺失,因此需要聚焦科技成果转化半公益半市场的特有属性构建一套专门的科技成果转化体系^[7]。

2.1 尚未形成促进科研与产业创新要素流动的体制机制

转化链是链接创新链和产业链的桥梁和纽带,在促进科研与产业各类创新要素双向流动方面发挥着巨大作用。中国科技成果在供需之间的转化率及匹配协同度均不高,各级政府对于高校、院所科研人员的考核标准及激励体系侧重于论文、专利等科学价值标准,普遍存在“重论文、轻转化”的现象,对成果的技术价值和经济价值重视程度不够,这导致科研人员的研究重点大多聚焦于论文发表和专利申请,并未立足于企业需求^[8]。而科技成果转化更加要求科研人员具备相应的工程化和产品化能力,这也正是现有科研体制下科研人员所缺失的能力,从而导致多数科研成果处于束之高阁的状态,未能形成实际转化应用的结果,难以向现实生产力转化。尽管近年来中国围绕科技成果转化出台了系列创新措施,但大多侧重释放科研自主权、

激发科研人员转化热情等方面,对于转化链促进科研环节与产业环节创新要素流动机制涉及较少,体制机制不畅仍是关键制约因素^[9]。

2.2 金融支持科技创新力度不足

科研成果从创新链向产业链转化,包括成果形成、评估、测试、中试、小规模投放、规模化生产等,经历周期长、面临风险大、准入门槛高,导致风险承受能力不强的金融资本不能或不愿投资,相关数据显示 2023 年上半年科技型中小企业贷款余额为 2.36 万亿。此外,国家层面虽设置了国家科技成果转化引导基金,但覆盖范围较小、投资标准过高,其他千亿、万亿级的国家基金,与早期科技成果转化项目需要的“小钱”也不匹配^[10]。因此整体上看,投向科技成果转化阶段的金融资本总量相对较少,特别是投早、投小、投长、投硬的“耐心”资本严重不足^[11]。根据清科研究中心数据所示,2021 年中国股权基金投资市场,其中投向早期的天使基金有 93 支,共 235.46 亿元,仅占基金总数的 1.3%,整个募集金额的 1.1%,用于种子期科技创新投资的长期资金(耐心资本)与市场需求之间严重不匹配。

2.3 面向产业端成建制的新型研发机构缺失

新型研发机构作为中国不可忽视的重要创新力量,已日渐成为科技成果转化的生力军^[12],自科技部印发《关于促进新型研发机构发展的指导意见》以来,中国先后布局建设了一批新型研发机构,但多数机构集大学、院所、中介、企业多种形态于一体,缺乏清晰的职能定位。更重要的是,缺乏类似于德国弗劳恩霍夫协会、中国台湾工业技术研究院等成建制的从顶层设计上就天然地面向产业需求、面向科技创新 4~6 级的新型研发机构^[13](表 1)。譬

表 1 部分国家或地区 4~6 级研发机构设立情况

国家或地区	代表机构	相同点
美国	DARPA、以及面向制造业各领域的数十家创新研究机构	基础研究与工业研发之间、科技界与产业界的桥梁纽带 面向产业共性技术,做到“企业想做而做不成的、风投想投而不敢投、政府想干而没法干”的事
德国	弗劳恩霍夫协会	多以公益、非营利机构为主,并采用灵活多元的运行机制
日本	产业技术综合研究所(AIST)、科学技术振兴机构(JST)等	政产学研等各类创新主体协同攻关
比利时	微电子中心(IMEC)	前期以政府财政扶持为主,中后期以产业订单为主
中国台湾	工业技术研究院	多采用项目制,从各界借调人才

如,为推动科技成果转化,德国于1949年成立了天然面向转化链4~6级的应用技术研究机构——弗劳恩霍夫协会,其定位于产业关键共性技术攻关,作为欧洲最大的应用科学研究机构,每年约为3000多企业客户完成约1万项科研开发项目,支撑德国产业发展,是欧洲制造业的核心支柱。

2.4 支撑科技成果转化的关键共性技术平台不足

共性技术平台是中国创新体系建设的重要环节,在科技成果向现实生产力转化的过程中发挥着重要功能^[14]。中国在地探索构建了诸如江苏省产业技术研究院、之江实验室等一批关键共性技术平台,但当前阶段仍存在平台共性技术供给能力普遍不高等诸多问题。一方面,各地平台间缺乏协同合作,围绕几大战略性新兴产业仍存在低端平台重复建设、资源浪费,而高端平台缺失的问题,如在北京市、上海市、重庆市、武汉市、西安市、广州市、温州市等地均部署建设了面向光子产业的共性技术平台,部分同质化平台在全国范围内出现“抢”资源、“抢”人才、重复研究等问题;另一方面,科研院所和产业界现有的相关设备平台,出于对竞争、安全性或产能等问题的考虑,仍然以面向内部使用为主,较少对外开放。但初创期科技企业由于资金实力限制,不具备购买和自建实验、研发等中试平台的能力,无法开展研发、小试中试、小批量生产,影响科技成果转化。

2.5 科技成果转化人才体系缺失

中国科技成果转化的专业化人才队伍建设滞后。据《中国科技成果转化2020年度报告》显示,中国3450家公立高等院校和科研院所转化合同总金额仅为152.4亿元,高校院所兼职从事科技成果转化和离岗创业人数仅为14210人,从事科技成果转化的技术经理人极为有限,尚未搭建起“政产学研资用”完善的人才支撑体系,在各方面均存在不同程度的人才缺失^[15]。首先是缺少一批懂科技创新规律的技术型干部队伍,政府在培育科技产业方面仍存在不少“看不懂、没耐心”的现象。二是缺乏一批能够着眼国家利益,把握科技前沿的战略科学家,担当“国之重器”、突破“卡脖子”技术难题的领军人物。三是缺乏能够从科技创新底层逻辑出发

布局企业发展,并带领企业占据全球产业“制高点”的硬科技企业企业家。四是缺乏懂技术、秉持长期与价值投资的硬科技投资家,对科技型项目“看不清、找不到、看不懂、不敢投、不敢贷”。五是缺乏一批推动科技成果从“书架”走上“货架”的技术经理人队伍,相比国外而言规模较小,难以满足科技成果转化的大量需求。六是缺乏一批对于产业具有非同寻常的理解和操控能力,能够解决复杂工程的高端工程师队伍。

3 科技成果转化体系建设的对策及建议

转化链作为连接创新链和产业链的纽带和桥梁,一方面能够牵引创新链科研攻关方向,推动科研由“跟随式”研究向“引领性”研究转变。另一方面,能够支撑产业链关键共性技术研发,推动中国产业向价值链中高端迈进。转化链仍存在明显的要素缺失,因此针对各要素短板,实施“补链”“强链”,构建科技创新闭环生态是完善转化链建设的重中之重,相关要素如表2所示。

3.1 探索构建科研与产业双向流动、开放协同的体制机制

借鉴国外发达国家经验,探索构建社会主义市场经济条件下的新型举国体制,聚焦关键重点产业国家和区域技术转移中心,充分发挥政府在科技成果转化环节的方向引领、政策扶持、法律保护、监督评价、资源协调等综合作用^[16]。进一步深化科技成果权属、激励机制等制度改革,探索建立以价值为导向的考核机制,促进科技成果转化激励模式改革,事前与事后激励并重,不但要重理论成果,也要重视转化及产业化过程,着力构建产学研协同的螺旋式转化推进机制,激发相关转化主体的活力。

3.2 加大面向成果转化环节的金融支持力度

优化科研资本供给体系,建立契合科技成果转化规律的金融创新机制,引导企业家、天使投资人、创业投资机构等各类市场主体提前介入研发活动,缩短科研周期,提升整个科技成果转化的效率。同时,进一步发挥国家中小企业投资基金的引导和放

表2 科技创新体系各环节相关要素及短板汇总

要素	创新链(科研1~3级)	转化链(成果转化4~6级)	产业链(产业7~9级)
体制与政策	体制机制与政策 (科研评价、考核、激励等)★★★	转化体制机制与政策★★	市场化机制、产业政策 ★★★★
发展环境	政府、科研单位等营造的 科研环境★★★	政府及科研单位科技成果转化 环境与氛围★★	产业发展的营商环境 ★★★★
资金	国家财政科研经费 ★★★★	科研资本化、天使基金、创业投资、 国家大基金等★★	产业资本、资本市场、 银行金融完善★★★★
人才	科学家、科研人员、战略科学家等 ★★★★	战略科学家、高端工程技术人才、技术经 理人、硬科技企业家、硬科技投资家 ★★	产品经理、硬科技企业家、产 业熟练工人、工程师★★★★
机构	国家实验室、科研机构、 高校院所、军工单位等 ★★★★★	面向4~6级的国家级研发机构 (如中国台湾工业技术研究院)★★	产业龙头★★★★
平台	大科学装置、科研仪器设备等 ★★★★★	硬科技关键共性技术平台 ★★	产业基建、产线、配套 ★★★★
产出	产出总量较高,但高质量原始创 新突破不足★★★	转化率较低 ★	产出规模巨大,但质量不高 ★★★

注:表格中★表示短板程度,★数量越少代表缺失程度越高。

大作用,通过优惠利率贷款、杠杆融资等模式,扶持一批混合所有制专项子基金,为创新型、创业型中小企业提供融资支持^[17]。此外,鼓励银行等金融机构探索建立与科技成果转化内在规律相匹配的风控机制和考核机制,优化完善对科技型企业的放贷评级标准,为科技型企业提供长周期的金融支持。

3.3 打造面向成果转化和产业需求的成建制的新型研发机构

参考美国国防部高级研究计划局、德国弗劳恩霍夫协会、中国台湾工业技术研究院等模式,探索布局一批从顶层设计上就天然地面向科技成果转化及产业现实需求的新型研发机构,并且成立多方共建、模式国际化、运行机制市场化、管理制度现代化的独立法人组织,充分发挥新型研发机构的理事会作用,超前布局早于产业需求3~10年的关键共性技术,从而支撑科技创新和高质量发展^[18]。此外,聚焦硬科技关键领域,在优势区域重点扶持一批高水平新型研发机构,构建起与中国科研机构体系相匹配的研发机构体系,形成集“科研机构-研

发机构-产业技术中心”为一体的完善的创新研发体系,从根源上解决中国科技与产业脱节难题。

3.4 加快打造一批硬科技关键共性技术平台

瞄准国家“卡脖子”技术攻关需求,聚焦光电子芯片、新材料、新能源、智能制造、人工智能、物联网、5G等硬科技领域,打造一批关键共性技术服务平台^[19],探索建立由高校科研院所提供平台设备、政府部门提供平台运营和维护经费、使用者支付较低研发经费即可获得使用权的开放性公共技术服务平台建设模式,具体可参照康奈尔大学纳米光电平台及陕西光电子先导院的先进做法^[20]。由美国政府财政扶持的康奈尔大学纳米光电平台拥有价值10亿美元的半导体设备,年均可为500余名平台用户提供累计5万小时使用时长,支撑了美国在半导体集成等方向的研究。陕西光电子先导院聚焦光电子领域,搭建了向全社会开放的专业化光电子共性技术平台,在赋能行业发展方面取得了明显成效,累计吸引了国内外100余支创新团队集聚,培育了一批解决国家“卡脖子”技术需求的硬科技和企业。

3.5 加强科技成果转化人才体系建设力度

充分借鉴国外科技成果转化人才培养经验^[21], 聚焦转化链及产业端需求, 培育集“技术型官员 – 战略科学家 – 硬科技企业家 – 硬科技投资家 – 高端工程技术人才 – 技术经理人”为一体的科技成果转化人才体系, 优化高端工程技术人才的培养、选拔、使用、评价和流动机制; 建立技术经理人才培养平台, 将技术经理人纳入国家职业技能鉴定工种, 设立人才职称评审制。除此之外, 建议将科技成果转化人才放在与科研人才同等重要的地位, 适时在国家层面设立对标科研领域的科技成果转化奖、优秀技术经理人等奖项, 不断提升科技成果转化人才社会荣誉度和社会认可度, 激励吸引更多优秀人才投身到科技成果转化事业中来。

参考文献(References)

- [1] 任飞, 肖芮冬. 科技部: 支持科技型中小企业创新发展, 拓展企业融资渠道, 鼓励科研人员创新创业[EB/OL]. (2019-08-29) [2023-03-15]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1641392212846227646>.
- [2] 王立学, 冷伏海, 王海霞. 技术成熟度及其识别方法研究[J]. 现代图书情报技术, 2010(3): 58-63.
- [3] 米磊. 硬科技是中国实现新一轮技术创新的关键[EB/OL]. (2019-12-31) [2023-06-01]. https://www.sohu.com/a/363823723_53869.
- [4] 贾敬敦, 米磊, 于磊. 硬科技——中国科技自立自强的战略支撑[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2021.
- [5] 纪红, 张旭. 科技成果转化基金: 产学研协同创新的新范式[J]. 大连理工大学学报(社会科学版), 2022, 43(4): 116-121.
- [6] 谢富纪. 科技成果转化需要制度体系支撑[J]. 人民论坛, 2021(14): 20-23.
- [7] 王晶金, 李盛林, 梁亚坤. 新政策下科技成果转移转化问题与对策研究[J]. 科技进步与对策, 2018, 35(14): 102-107.
- [8] 宗倩倩. 高校科技成果转化现实障碍及其破解机制[J]. 科技进步与对策, 2023, 40(4): 106-113.
- [9] 马碧玉. 促进科技成果转化的科技体制改革研究——基于当前政策调整与制度完善的思考[J]. 中国高校科技, 2022(6): 91-96.
- [10] 王江路, 刘明兴. 我国政府引导基金的现状分析与政策建议[J]. 福建师范大学学报(哲学社会科学版), 2019(6): 78-86, 170.
- [11] 姜风旭. 科技金融的发展新思路[J]. 中国金融, 2021(21): 101.
- [12] 章芬, 原长弘, 郭建路. 新型研发机构中产学研深度融合——体制机制创新的密码[J]. 科研管理, 2021, 42(11): 43-53.
- [13] 西鹏, 陈东阳, 刘爽健. 高校新型研发机构市场化能力建设研究——基于德国弗劳恩霍夫协会模式的思考[J]. 中国高校科技, 2022(增刊1): 92-97.
- [14] 薛捷, 张振刚. 基于“官产学研”合作的产业共性技术创新平台研究[J]. 工业技术经济, 2006(12): 109-112.
- [15] 张宇庆. 如何破解科技成果转化之困——基于科技经纪人(组织)建设的视角[J]. 中国高校科技, 2018(3): 72-74.
- [16] 朱瑞博, 刘芸. 构建新型举国体制推动产业高质量发展[J]. 上海经济研究, 2022(3): 11-19.
- [17] 张露子, 丁建臣. 科技金融政策与科技型中小企业高质量发展[J]. 统计与决策, 2023, 39(16): 147-151.
- [18] 贾敬敦, 刘忠范, 魏迪. 国家科技战略引擎——新型研发机构[M]. 北京: 中国经济出版社, 2022.
- [19] 张哲彰, 彭建平. 借鉴中国台湾经验改善中国大陆共性技术整合平台[J]. 科技管理研究, 2013, 33(18): 35-38.
- [20] 侯小星, 曾乐民, 罗军, 等. 科技成果转化中试基地建设机制, 路径及对策研究[J]. 科技管理研究, 2022, 42(21): 112-119.
- [21] 朱雪忠, 胡锴. 技术转移的专业核心素养与职业教育模式——国际技术转移经理人联盟经验解析[J]. 科学学研究, 2018, 36(6): 1018-1026, 1047.

Problems and countermeasures of the transformation system of scientific and technological achievements in China

MI Lei^{1,2}, ZHAO Ruirui³, HOU Zipu³, LI Caixia^{4*}

1. Xi'an Institute of Optics and Fine Mechanics, Chinese Academy of Sciences, Xi'an 710000, China
2. China Science and Technology Star Investment Co., LTD., Xi'an 710000, China
3. Xi'an Zhongke Optical Machinery Investment Holding Co., LTD., Xi'an 710000, China
4. Xi'an Zhongke Hard Science and Technology Innovation Institute, Xi'an 710000, China

Abstract Transformation of scientific and technological achievements is the key to the implementation of "science and technology being the primary productive force", and the core content of the combination of science and technology and economy. Starting from the underlying logic of economic society and scientific and technological innovation, this paper explains the transformation of scientific and technological achievements from the perspective of the integration of innovation chain and industrial chain. On this basis, several major problems existing in the transformation of scientific and technological achievements are deeply analyzed. Finally, to speed up the construction of scientific and technological achievements transformation system and break China's science and technology economy "two skins" problem, corresponding countermeasures and suggestions are put forward in terms of system mechanism, science and technology finance, new research and development institutions, common technology platform, and professional talent system.

Keywords science and technology innovation; transformation of scientific and technological achievements; science and technology financial; countermeasures ●



(责任编辑 傅雪)