

# 高校科技成果产业化的制约因素、 内在规律与实践研究

姜大川<sup>1,2</sup>, 庞天宇<sup>2</sup>, 宋福杰<sup>3</sup>, 刘艳雪<sup>2</sup>, 郭校亮<sup>2</sup>, 宫大鹏<sup>2</sup>, 黄 昊<sup>4</sup>

(1. 大连理工大学 材料科学与工程学院, 辽宁 大连 116024; 2. 大工(青岛)新能源材料技术研究院有限公司, 山东 青岛 266200; 3. 青岛市科学技术信息研究院, 山东 青岛 266001; 4. 大连理工大学 经济管理学院, 辽宁 大连 116024)

**摘要:**高校是中国科技创新的重要力量,科技成果产业化是科研与产业的核心纽带,具有支撑经济发展和反哺科研的双重意义,但这是一个科技向经济转化的复杂过程,是投资、时间、风险等经济要素的最优解。从中国改革开放后科技和产业的发展历程出发,分析成果产业化的演进过程,提炼制约成果产业化的表层及深层次因素,阐明高校科技成果产业化的内涵与内在规律,结合实践开展探讨,提出促进科技成果产业化的对策与建议。

**关键词:**科技成果;产业化;因素;规律;实践

**中图分类号:**F204 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2023)22-0048-13

科技成果转化是科技和产业的纽带,在支撑经济发展中起到越来越关键的作用,中国已积累起雄厚的科技资源和产业基础,如果探索出有效的成果转化路径,将会对科技资源起到“点石成金”的效果,促进科技资源“变现”为产业经济。但科技成果转化对经济的作用如同硬币的两个面,成功了是“经济财富的创造者”,失败了会成为“经济财富的吞噬者”,如何降低成果转化的风险,增加产业化成功率,一直是国家致力推动并解决的关键问题。

当前中国处于经济双循环的发展新常态中,科技成果转化对经济的内生动力显得更为迫切,从国家到地方层面出台系列法律、法规、政策,为科技成果转化营造良好的氛围,并通过科技项目、成果转化基金等直接对成果转化注入资金;在持续促进转化的探索中,不断汇聚成果转化的推进要素,从“政产学研”到“政产学研金服用”等,希望能够走通成果转化的“最后一公里”。但科技成果转化仍旧困难重重,其中既有科技到产业化发展不同步的问题,

又有更深层的文化因素,只有找到并明确症结所在、梳理出成果转化的内在规律,才能有针对性地解决转化难的困境。

近年来,科技成果转化与产业化已成为业界国内外学者关注热点。Feng<sup>[1]</sup>基于新时代背景,分析了环境保护方面科技成果转化面临的挑战,提出在投资、市场环境、公共意识、管控机制等四个方面的解决对策;Wang和Ni<sup>[2]</sup>利用区块链技术,设计开发了基于区块链的高校科技成果转化管理系统,解决了科技成果信息推广难、转化过程中双方信任度低、缺乏相应服务平台等问题;Munari等<sup>[3]</sup>认为支持技术转移活动的私人资金来源的有限可用性是高校技术有效高业化的主要障碍之一,他们分析了高校中像种子基金和概念验证计划等激活金融工具的关键决定因素,以解决此类资金差距;Wei和Yasong<sup>[4]</sup>以粤港澳大湾区国家纳米技术创新研究院为例,构建1~9级完整创新链,探索了新型研发机构科技成果转化模式和新路径。李书钦<sup>[5]</sup>对全国高校专利转化数据进行挖掘和分析,从完善高校科

**收稿日期:**2023-08-16

**基金项目:**青岛市科技创新战略研究计划项目(22-3-6-zlyj-1-zhc)。

**作者简介:**姜大川(1983—),男,辽宁沈阳人,大工(青岛)新能源材料技术研究院有限公司,大连理工大学材料科学与工程学院,副教授,博士,研究方向为科技成果产业化;庞天宇(1987—),男,辽宁鞍山人,大工(青岛)新能源材料技术研究院有限公司,工程师,硕士,研究方向为科技成果产业化;宋福杰(1983—),男,山东广饶人,青岛市科学技术信息研究院,高级工程师,硕士,研究方向为科技产业研究、科技情报研究;刘艳雪(1994—),女,山东临沂人,大工(青岛)新能源材料技术研究院有限公司,硕士,研究方向为科技成果产业化;郭校亮(1985—),男,河北邯郸人,大工(青岛)新能源材料技术研究院有限公司,高级工程师,硕士,研究方向为科技成果产业化;宫大鹏(1984—),男,山东莱西人,大工(青岛)新能源材料技术研究院有限公司,研究方向为科技成果产业化;黄昊(1985—),男,湖北孝感人,大连理工大学经济管理学院,副教授,博士,研究方向为创新与创业管理。

研评价体系、加大与企业 and 市场需求的对接、建立健全科技成果转化管理机构等方面提出对策和建议;张念等<sup>[6]</sup>提出了一种基于博弈论组合赋权和云模型的高校科技成果转化绩效评价模型,对高校科技成果转化绩效评价进行研究;陈纪旻等<sup>[7]</sup>认为科技成果转化系统是一个复杂的系统,利用 TRIZ 理论的九屏幕法理论对科技成果转化系统进行分析;刘群彦等<sup>[8]</sup>在对高校学科评估中的科技成果转化问题分析的基础上,提出了新时期科技成果转化指标体系优化的策略;王赵琛等<sup>[9]</sup>运用超效率(SBM)数据包络分析法,对 24 所教育部直属高校科技成果转化数据进行了分析,在比较不同指标结果的基础上,提出高校科技成果评估及管理的建议;王斌等<sup>[10]</sup>从纵向价值链、横向价值模块和交叉价值网络三个维度,剖析战略新兴产业科技成果转化平台各构成体系的运行机制。

各位学者对科技成果转化的研究较为深刻,但多利用具体的方法如区块链、TRIZ(theory of inventive problem solving)理论、数据包络分析法进行研究,鲜有学者从宏观角度分析中国科技成果转化的发展历程,对高校科技成果转化的内在规律进行研究。因此,本文回顾改革开放后中国科技成果转化的演变,对科技成果转化再认识,分析制约高校科技成果转化发展的表面与深层次原因,分析高校科技成果转化的内在规律,结合国内典型实践进行探讨并提出相应对策与建议,以期对中国科技和产业的有效结合起到实际推动作用。

## 1 科技成果转化:40 年发展再认识

中国开始关注并推动科技成果转化,至今已超过 40 年。这 40 余年间,中国经济取得了巨大的成就,成为世界的生产制造基地;科技日新月异,在很多领域走到了世界的前列;科学技术是第一生产力的理念深入人心,大量青年人刻苦学习深造,形成了覆盖学科门类齐全的高知识人才群体。然而,科技成果转化发展之路也时常存在波折与异动。尤其在近些年与中国经济与科技巨大发展形成鲜明对比,虽然科技成果转化要素不断丰富,但科技成果转化实效却出现了停滞甚至萎缩,这一现象更是隐藏在了蒸蒸日上的经济发展中。

### 1.1 政产学研(1978—1991 年):科技是第一生产力,政府主导推动产学研结合转化成果

1978 年,全国科学技术大会的召开扫清了发展科技的思想障碍;1981 年,国家科委首次提出对科技成果实行有偿转让;1982 年,中共十二大提出“经

济建设必须依靠科学技术,科学技术必须面向经济建设”的科技发展指导方针,政策走向是“放活科研机构,放活科技人员”,诞生了“星期天工程师”;1984 年,国务院发布了《科学技术进步奖励条例》,对在开发新技术、新工艺、新产品和推广应用已有科技成果等工作中做出重大贡献的单位和个人进行奖励;1985 年,中共中央发布《关于科学技术体制改革的决定》,明确科技体制改革的根本目的是让科技成果迅速广泛地应用于生产,科技体制改革开始有组织有计划的推动,从而逐步建立起了有利于科技成果转化的体制机制。在这一阶段,政府起到主导作用,通过制定系列政策鼓励产学研结合促进成果产业化<sup>[11]</sup>。

研究所具有科研能力,企业是生产单位,研究所与企业的产研合作是自然的成果产业化过程,在计划经济年代,中国已建立了这种成果产业化的机制,很多大型企业或行政区域都设立了自身的研究所。改革开放以后,产研机制的束缚被打开,研究所不仅可以服务对应的企业或区域,伴随着乡镇或民营企业的发展,研究所还可以对外输出科技成果扶持新办企业,研究所或“星期天工程师”只需将积累的行之有效的技术直接搬过来就可以促进生产,形成“技术-生产制造-市场”链条,加之政府的鼓励和促进,产研转化顺理成章。

### 1.2 政产学研(1992—2005 年):高校成为技术桥头堡,政产学研结合推动转化

进入 20 世纪 90 年代,高等院校的科研能力日益加强,对外交流日趋活跃,很多国外的成熟技术通过高校得以引进吸收,对中国产品或产业升级起到了直接的促进作用,高校作为产研转化的重要参与主体被补充进来。

1992 年,国务院生产办、国家教委和中国科学院在全国共同组织实施“产学研联合开发工程”<sup>[12]</sup>;1993 年,《中国教育改革和发展纲要》发布,对高等院校的财政拨款机制进行改革,高校可依法筹集资金,高校与企业结合转化现实生产力成为高校创收的一种方式;1996 年,《中华人民共和国促进科技成果转化法》颁布,首次以法律的形式鼓励研发机构、高校与企业实施科技成果转化<sup>[13]</sup>;1999 年,《关于加强技术创新,发展高科技,实现产业化的决定》提出进一步实施“科教兴国”战略,科技部、教育部正式启动国家大学科技园试点,确立了 15 个国家大学科技园建设试点;2002 年发布的《国家计委关于建设国家工程研究中心的指导性意见》,鼓励由该技

术领域中的优势科研单位(大学)与该产业领域中具有产业强势的企业以及社会投资机构共同投资组建工程中心。

高校作为高层次人才和科技成果的输出源头作用越来越得到重视,诞生了很多校办企业,如清华同方、北大方正、软控股份等,在这些公司中有很多后来成了知名的上市公司。这个阶段中国产业基础比较薄弱,与国外先进产业存在较大的技术代差,高校作为引进先进科技的桥头堡,快速引进学习国外成熟技术与成果的同时形成自身产品,响应了当时市场经济的发展需求与人民物质生活需要,产品一经问世就容易获得市场认可,产学研转化进入了快车道。相较于第一阶段的产研基础,第二阶段的产学研实质是将国外的成熟产品通过高校等引进吸收,激活了国内市场需求,这个阶段是典型的“科研-生产制造-市场”链条。

### 1.3 政产学研服(2006—2010年):科技产业供需不对称矛盾突出,引进科技服务机构加快对接

随着中国加入世界贸易组织(World Trade Organization, WTO),科技与产业全面融入全球科技产业体系中,高校科研院所与国际的交流合作日益频繁,并有机会参与到领先的科研项目中,国家科技投入快速增加,高校院所不再依赖于企业或产业产学研收益而转向政府科技项目,国际科研热点领域和技术前沿伴随着对科学引文索引(Science Citation Index, SCI)等科技指标的关注而日益强化,新技术新成果快速对标涌现;产业界逐渐发展成为国际制造业基地,外资、合资公司进入国内产业带来了先进的技术、生产和管理方法,大量国外成熟先进的技术装备成套引进,配套龙头企业的产业链被快速建立,这个阶段民营企业无论数量还是质量快速发展,产业经济高速增长。这个阶段,新成果新技术新产业新需求同时大量出现,原有政府主导的产学研模式已经无法应对这种爆发式供给及需求,科技成果与市场需求的存在严重的信息不对称,鉴于此,政府开始培育科技服务业,鼓励市场化机构积极解决供需不对称的问题进而提高科技成果转化效率。

2006年,《关于实施科技规划纲要增强自主创新能力的决定》将科技中介服务加入到国家创新体系当中;2007年实施的国家技术转移促进行动,要求构建以企业需求为导向、大学和科研院所为源头、技术转移服务为纽带、产学研相结合的新型技术转移体系<sup>[13]</sup>;2008年,《关于推动产业技术创

新战略联盟构建的指导意见》发布,开展产业技术创新战略联盟试点工作,进一步加强产学研结合<sup>[14]</sup>。随着科技服务机构的引入,高校院所与企业的沟通交流频次大幅提升,各种产学研对接活动举办踊跃,各地政府也相继出台政策支持科技服务机构发展并给予相应的奖励。科技服务机构从供需对接,到管理咨询、技术服务、知识产权等方面围绕科技成果产业化形成了丰富的服务项目,衍生出各类技术转移中心、科技联盟、科技平台等市场化机构。

然而,这种爆发性的科技产业供需矛盾本质是中国科技产业化链条发生了实质的改变。这一阶段,中国的产业不再是既有产业的升级而是被大量先进高效的国外装备、生产线所替代,中国的科研也不是吸引国外成熟成果而是追求更高更新的国外先进技术甚至是热点技术;这一阶段,中国的科研、生产制造、市场等领域全面追赶对标国际,落差得到快速弥补,但三者并不再遵循原有的“科研-生产制造-市场”发展链条,而是形成分立发展的态势,这个过程伴随着大量的企业和地区研究所萎缩甚至倒闭。因此,这一阶段表现出各方旺盛成长但关联性较差的局面,这种信息不对称只是表象,根本在于双方的依赖性降低,科技服务机构并不能解决实质问题,只是政府从外部视角观察所需的产物,其从诞生起就严重依赖政府补贴,始终无法通过产学研自身的经济行为而获益。

### 1.4 政产学研金服(2011—2014年):缺乏转化资金,科技金融助力成果转化

虽然兴起了大量的科技服务机构或组织,但是科技成果产业化问题并没有实质性的解决和提高,在各种产学研对接低效或无效后,成果产业化缺乏资金的问题被“自然而然”地提了出来。科技成果产业化周期性长,需要经过从科技成果-小试-中试-商品化-产业化等阶段,每个阶段都需要充足的资金投入,并且这种投入会随产业化阶段的深入而不断增加。中国科技活动的经费筹集主要来源于政府资金、企业资金和金融机构贷款三个渠道,根据《2009年全国科技成果统计年度报告》分析,导致应用类科技成果未应用或停用的首要因素是资金问题。科技活动经费筹集的先后主体顺序是企业资金、政府资金、金融贷款,其中贷款所占比重最小<sup>[15-16]</sup>。

2011年,发布的《关于促进科技和金融结合加快实施自主创新战略的若干意见》,提出政府运用无偿资助、偿还性资助、创业投资引导、风险补偿、

贷款贴息以及后补助等多种方式,引导和带动社会资本参与科技创新;在国家政策性金融的引导下,大量商业银行信贷基金、民间资本纷纷参与到科技成果转化当中来,北京中关村示范区深化科技金融改革创新试点全面启动,围绕创业投资、科技成果转化、产业发展、并购重组和股权投资等领域,初步形成了贯穿产业全周期的海淀基金体系;上海市设立“科技企业信用互助担保和知识产权质押融资配套资金”,专门用于配套支持和保障浦东新区开展科技企业信用互助担保及知识产权质押融资工作,加快浦东科技型中小企业担保融资服务平台的建设;杭州市出台《杭州市科技型初创企业“联合天使担保”补偿试行办法》,将科技担保的范围拓宽到杭州的所有区、县(市),设立专门的联合天使担保资金。这一阶段科技金融对成果转化的助力作用明显,金融资本是除了政府资金以外重要的资金来源,社会资本与相关政策结合,中央和地方政府配套配比进行资金扶持,政府将财政资源、专项基金等直接用在支持科技成果转化上,并带动社会资本参与<sup>[17-18]</sup>。

这个阶段随着中国生产制造能力和产品质量的快速提升,国产产品越来越被国内市场认可,“生产制造+市场”的链条得到恢复,但科研仍旧是分离的,中国先进的生产制造能力更多的是引进自国外的成熟生产技术,但发达国家先进的生产技术却对中国施行封锁或限制;相比之下,中国科技创新追赶对标的是国际先进甚至领先技术,而事实上这种领先技术在国内产业界是没有载体承接的。国内的先进制造企业更多关注于快速发展盈利,在技术吸收上的积累和投入有限,并没有完全理解消化相应的技术和工艺原理,对技术发展方向和创新方向自然而言缺乏判断。事实上,这一过程尚缺乏足够的市场实践和技术试错,科研成果转化症结不仅仅在于缺乏资金,更是缺乏供应链和产业链支持,进而制约产业化的形成。尽管国家在高科技成果产业化上投入了大量的资金,并带动了社会资本踊跃进入,但却出现越先进的成果越难产业化的现象,当资本市场不能持续为其输血后,这些成果产业化项目黯然落幕。

### 1.5 政产学研金服用(2015—至今):用户需求导向推动成果产业化,运行机制亟须建立

随着国力增强及对科技的大量投入,高校院所科技工作者逐渐热衷于申报各种政府项目,输出了巨量的科研论文和专利,与企业生产一线越走越

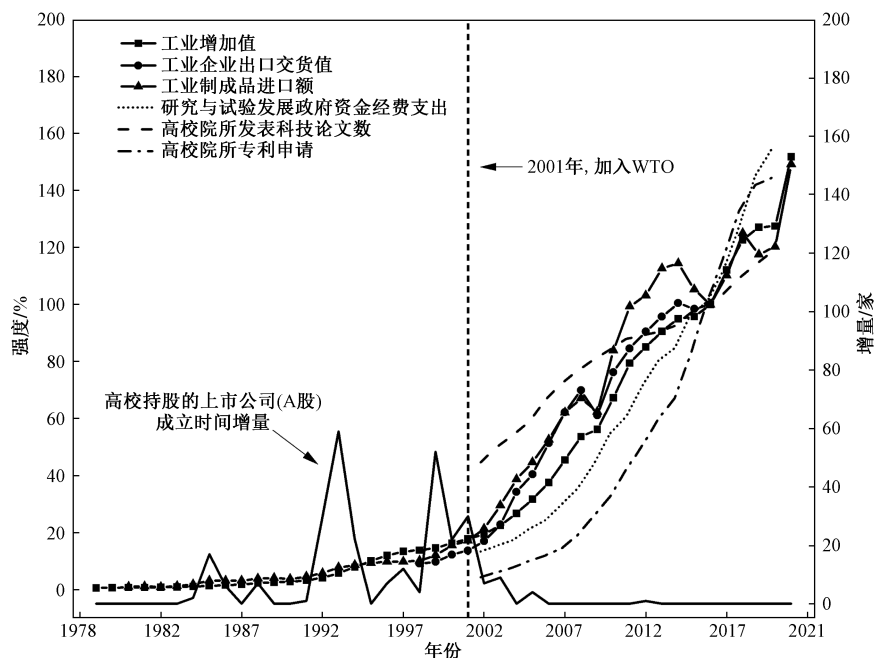
远;企业则可以从外部引进装备及技术成果并再创新,对高校院所的科研依赖度也并不高,这种研产脱节的现象得到了国家的关注,调整了“指挥棒”,注重了成果面向产业需求落地转化。

2015年,《深化科技体制改革实施方案》提出建立技术创新市场导向机制,同年修订了《中华人民共和国促进科技成果转化法》;2018年,《关于深化项目评审、人才评价、机构评估改革的意见》明确了科技评价体制改革的方向,提出要克服唯论文、唯职称、唯学历、唯奖项倾向;2020年,《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二

三五年远景目标的建议》提出,要坚持创新在中国现代化建设全局中的核心地位,把科技自立自强作为国家发展的战略支撑,面向世界科技前沿、面向经济主战场、面向国家重大需求、面向人民生命健康,深入实施科教兴国战略、人才强国战略、创新驱动发展战略,完善国家创新体系,加快建设科技强国。这一阶段国家的各种政策把科技成果转化的重要性推到了一个新的高度,推出了“揭榜挂帅”“共性需求解决”“创新创业共同体”等多种需求导向成果产业化政策,引导高校院所科技与产业结合创新<sup>[19-21]</sup>。

从需求出发,科研有了具体方向,科研成果实现产业化进入市场就可获得回报,形成了“市场-科研-生产制造-市场”的闭环,科技产业链得到了恢复。然而,这个恢复的过程需要时间,即科研需要重新走进市场和产业基础,在了解市场与产业现状之后聚焦技术突破点并解决市场需求。与此同时,市场需求的明确远不意味科技成果产业化的成功。成功的科技成果转化需要哪些重要因素,其内在机制是什么,需要怎样的政策去促进,这些问题都要基于科技成果产业化的内在规律来探究与解决。对中国改革开放40年来科技及产业的增长情况进行整理如图1所示。

由图1可知,自1987年改革开放后,中国工业增加值、工业企业进出口值等同步稳定增长,但2001年加入WTO后成为拐点,三项指标明显增幅加大,其中工业制成品进口值增速高于工业企业出口交货值,并均高于中国工业增加值,三项指标增幅趋势一致且步调吻合,说明三者具有强关联性。政府的R&D经费支出在2001年后快速增加,高校院所发表论文、申请专利数随着快速增加且趋势一致,说明经费、论文、专利三者具有强关联性。高校持股的上市公司成立时间在1993年达到高峰共有



左侧纵坐标以 2016 年各类指标(工业增加值、进出口、科技经费、论文、专利量等)的数值为标准强度(100%), 其他各年在此基础上进行归一化处理;右侧纵坐标数据为上市公司的数量增量值;数据未涉及年份为未找到相关统计数据

图1 改革开放40年来科技及产业的增长情况

59家,但在2001年后快速降低,直至增量多年为零,从中可以清晰地看出在加入WTO前高校院所起到了先进成果产业化的带动作用,通过新技术培育出很多后来的上市公司,但随着加入WTO后,中国工业增长在引进的国外先进制造工业带动下大幅超过之前的增速,成为主要的动力来源,而高校的先进技术转化能力也在迅速降低,在国家经费的快速投入下转向论文发表和专利申请,与产业逐渐脱离,但从表象上呈现科技成果与产业双旺盛的局面。

## 2 科技成果转化能力的评价标准及关键要素

科技成果转化的最终目的是产生经济价值,这个过程具有经济属性,需要有指标体系进行描述和评价。然而,现有研究对于科技成果转化的内涵与测度并未形成统一的认识,而更多采用诸如“科技成果转化效率”“专利数量”“论文数量”“科技成果成熟度”等源自科研领域的相关指标,对于科技成果转化的经济属性关注不足。

### 2.1 科技成果转化能力的概念

广义的科技成果包括基础研究成果、应用型研究成果等,广义的转化包括技术转让、技术使用甚至包括知识的传授等,现阶段所采用的“科技成果转化效率”由于存在内涵与口径差异,容易引发由统

计内涵差异引致的统计结果偏误,甚至引发落入“概念争议的陷阱”进而忽视了科技成果转化的经济性实质。

科技成果转化的根本目标是实现产业化,“科技成果转化”更能体现科技成果转化的根本目的与经济性内涵,“科技成果转化”中的科技成果是指以应用为目的所开发的科技成果,产业化是指实现了规模化销售的技术产品,单纯的专利购买等并没有形成实质性的产业化的行为不在其中。

### 2.2 科技成果转化能力的测度

“科技成果转化效率”是“科技成果转化”的衡量指标,其定义是“实现产业化成果”与“以应用为目的的科技成果”的比值。考虑到产业化的时间属性,在计算过程中纳入时间变量,进而得到“科技成果转化效率”,即“科技成果转化效率”(1年/3年/5年)=(该时段内)实现产业化成果/总拟产业化成果数<sup>[22]</sup>。

### 2.3 投出产出的衡量标准

科技成果转化属于经济领域,存在投入和产出的关系及相关变量,在衡量“科技成果转化效率”的同时还需要衡量科技成果产业化的经济效益。当前,很多项目投资方采用衡量其投入产出比的方法对科技成果进行分析,但成果产业化往往具

有个性化及风险性,单一项目的投入产出比无法代表成果产业化群体特征。因此,借鉴资本中货币乘数的概念,采用“投入产出乘数”对科技成果产业化的集合项目进行测量,即

$$\text{投入产出乘数} = \frac{\sum (\text{产出时间} \times \text{规模}) \times \text{风险}}{\text{投入}} \quad (1)$$

式中:投入为投资若干成果产业化项目的金额;时间为各自实现产业化的时间;规模为对应时间产出的效益;加和值 $\sum$ 为该阶段各个投入项目的总产出量;风险为该时间下实现产业化项目的概率。不同于货币乘数,投入产出乘数是个概率值,衡量投入产出的价值,投入产出乘数=1,说明在该时间下实现投入回收(不考虑资金成本);投入产出乘数<1,说明投入在该时间下无法回收,即投资亏损;当投入产出乘数>银行存款的同期收益时,才具备社会化资金投入成果产业化的临界条件。此测量方法的测量对象既可以是成果产业化机构,也可以是特定区域。

## 2.4 科技成果产业化的关键要素

从投入产出乘数指标可知,科技成果产业化实现的时间、规模、风险是关键要素。促进科技成果产业化的作用点与评价要素施加效果的针对点进而在于缩短时间、降低风险或扩大规模。

科技成果分属不同学科领域,难度和复杂度差异很大,如果从科技成果角度看很难有共同特点,但应用型成果的目的是产业化,实现产业化就一定要符合产业化的经济规律。从经济视角看,时间、规模、风险就是各种产业化成果的共性要求,没有经济效益的成果无法解决持续投入问题很难产业化,能产业化的成果一定具有经济效益。

鉴于相关现有研究尚缺乏针对包含经济属性的定义和测度,引致科技成果产业化相关领域始终处于“感性判断”的状态,即用单一的、片面的指标去描述转化效果,陷入“概念陷阱”的争议而忽视了经济的实质,进而引发政策或探索的碎片化问题,或虎头蛇尾、流于形式,或反噬成为成果产业化的束缚。

## 3 高校科技成果产业化难的表层及深层因素分析

成果产业化是具有自身的经济驱动力的,回溯中国科技成果产业化发展历程,传统的产业研究所本身具有这种经济驱动力,但随着对外交

流的深入,尤其是进入WTO后,科技与产业大发展,科技界获得的政府经费投入已经远超成果产业化的回报;产业界引进技术水平更高的成套技术带来的效益更显著;传统产业研究所开发的成果既不能获得政府支持,又无法获得产业化回报,科技成果产业化失去经济驱动力而越发困难,这种局面的形成有其表层和深层次因素,只有认识并解决这些因素,才能实质性的解决成果产业化难的问题。

### 3.1 “成果产业化难”的表层因素

科技成果产业化所在的“科研-生产制造-市场”链条可进一步细分为“科技项目-科技成果-产品-商品-市场(竞争性)”,如果科技项目来自市场需求,这个链条依靠且仅依靠其经济属性即可以实现自我驱动。

这个链条在中国加入WTO后就实质性地被打破了,随着各级政府对科技投入的大幅增加,科研项目的来源由市场转向了政府科技部门,双方的科研方向和指标有着实质性的差异。市场来源的科研方向和指标是成果产品化后消费者认可和产品利润;政府科技部门主导的科研方向和指标实质上来源于产业或领域的专家甚至是申请人自行提出的目标,这个目标被逐步量化为文章、专利、成果等指标,缺乏真实市场的验证。此时,成果产业化链条实质性地成为“政府科技项目-科技成果-产品”和“产品-商品-市场”两部分,前者所形成的成果或产品变成文章、专利,通过这些获得了职称、人才称号后可以不断去申请新的科技项目,政府成为科技成果产业化领域的最大客户;产业上企业所需要的新产品可以通过国外引进吸收再创新,变成自己的商品推向市场,也形成一套运行有效的产业链,双方就这样渐行渐远,此(科技)“产品”非彼(市场)产品,导致了尽管有大量的科技服务机构、金融机构去对接、投资产品产业化,但大都无疾而终。

但由于处于国际大合作的背景下,上述现象存在不但没有对经济产生实质的影响,还形成了科技、产业双繁荣的景象。随着国家对科技投入的增加及科技能力的提升,高校院所更多地关注领先或热点科技,水涨船高,对应的课题指标要求越来越高,文章从工程索引(The Engineering Index, EI)、SCI到高被引,专利从申请、授权到国际专利,技术指标从追赶、对标到超越,研究领域从成熟产业到先进产业到前瞻性产业,呈现科技大繁荣;产业随着扩大开放,不断的引进吸收再创新,中国形成了

门类齐全的制造业体系,资本快速积累具有引进新成果或直接投资并购的能力,新技术、新装备、新成果可以直接引进以保持国内技术产业的同步发展,呈现经济大繁荣。

但当国际科技、经济合作逻辑发生变化,中国进入经济中高速增长的新常态,尤其在对外交流受到贸易摩擦、疫情等方面的影响和限制后,经济发展进入国际国内循环阶段,科研自主能力就显得尤为关键和突出,科技成果产业化的分立状态犹如大裂谷,导致科技成果产业化“最后一公里”现象的长期存在。

### 3.2 “成果产业化难”的深层次因素

科技成果产业化产业链条分立,各自循环是成果产业化难的表层次因素。制约中国科技成果产业化难还具有更加深层次的历史和文化因素。

科技成果产业化的核心是“技术”,但对“技术”的理解,汉语语境和英语语境是有根本上差异的。中文语境的“技术”<sup>[23]</sup>。

古汉语中技术两个字较少并用,分为“技”“术”“技术”分别进行分析,以及与现代汉语“技术”含义比较。古汉语中的“技术”等词语释义如表1所示。

现代意义上的“技术”(完全对应英文 technology),中国现代语言学奠基人王力先生倾向于来自日制汉语,曾由日本传至朝鲜,可能是日本人最早翻译英文词 technology 时,将古汉语中已形成的词汇“技术”与之相对应。

英文语境的“technology”。美国技术哲学家 Mitcham 做过研究,其希腊语起源“tekne”为“art”(技艺)、“craft”(手工艺)或“skill”(技巧),拉丁语词源是“texere”,为“to weave”(编织)。1831年, Jacob Bigelow 出版了 *Elements of Technology*,是“技术”一词第一次出现在英语书籍标题中,将其定义为“包含了科学应用在其中的某些引人注目技艺

的原则、过程和方法”。

通过上述对比可知,中文语境中的“技术”是“重技轻术”,更关注积累甚至是偶然发现的技巧,发现后视若珍宝,对外封闭,甚至神秘化,类似于“技术是层窗户纸,一捅就破”“传男不传女”“技术秘密”“武功秘籍”等说法深入人心,特别担心技术流传开之后失去价值。而英语语境中的“技术”是“重术轻技”,更关注形成技巧背后的原则、过程和方法,这显然不是一个人能做到的,反映对技术机理研究的开放思维,体现于从合作发现公式与定理,到通过学术会议交流,以及催生出 SCI 指标等实践。技“巧”具有偶然性,但一旦研究清楚内在机理后形成技“术”就具有必然性,初级“术”可支撑高级“术”,现代科技就是靠“术”一层一层积累形成的。

中国的现代科技更多是引进吸收建立的,在国外已有的成套装备、工艺技术所形成的“术”技术上,通过再创新形成“巧”,会产生某种性能、指标更优异的效果,但是这条基础的装备、工艺本身的原理是什么,他的“术”是如何构建的,这种基础但重要的“术”恰恰被忽略了。但当力图从技术源头出发,开展科技成果产业化时,就一定会面临实验室技术成果在走向应用中遇到各种环境条件、变量因素,只有真正掌握“术”的实质,才能以不变应万变,提高稳定性和成熟度,推动成果实现产业化。因此,成果产业化难的深层次因素是对技术的理解关注技“巧”轻视技“术”,发现一个好现象和结果后就急于发表论文和专利,而很少潜心专研现象或成果背后的“术”,其实真正制约产业化的因素恰恰是这些术,没有“术”的支撑,这些好的现象和结果仅来自“偶然”甚至“失误”,有些或许很难再现。

表1 古汉语中的“技术”等词语在不同出处中的释义对比

| 词语 | 《说文解字》 | 《古代汉语词典》                                    | 其他出处                                                                 | 比较含义                                  |
|----|--------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| 技  | 巧也     | ①技艺、技能;②工匠                                  |                                                                      | 技巧,技能                                 |
| 术  | 邑中道也   | ①城邑的道路;②途径、方法、策略;<br>③技艺,专门知识;④学术、学业;⑤学说,理论 | 权术、计谋(《吕氏春秋·先己》:当今之世,巧谋并行,诈术递用)                                      | 途径、方法、策略                              |
| 技术 |        |                                             | 技艺(《史记货殖列传第六十九》“医方诸食技术之人,焦神极能,为重糈也。医术技艺《汉书艺文志》“今有技术暧昧,故论其书,以序方技为四种”) | 《史记》开始指医学、方术、天文从业者的技巧,唐宋后泛指一般工匠的技巧、技能 |

#### 4 高校科技成果产业化内在规律探讨

“术”不仅仅是对某个具体的科技项目,科技成果产业化本身也具有“术”,即实现成果产业化的过程、原则和方法。

科技成果产业化最大的动力是商业的成功,其自身具有推动产业化运行的内在动力,但同时实现科技成果产业化的风险就是内在的阻力。如果吸引全社会都关注、投入、参与到成果产业化中,那么社会性的“投入产出乘数”要远大于社会融资成本才行,这样成果产业化本身就成为财富的创造源泉,自身产生经济性同时不断鼓舞社会资本、技术、人才投入转化。这种效应是客观存在的,但一定不能自发产生,成果产业化实现经济性是产业化时间、规模、风险的最优解,而无序的自发性探索不可避免地延长时间、缩小规模、提高风险,这种时间的延长和风险的增大足以使成果产业化从经济财富的创造者走向社会财富的吞噬者,让社会资本、技术、人才望而却步,反而更加迟滞了产业化的发生。

最优解的获得一定是遵循规律性的,这种规律性来自对成果产业化的不断实践和总结,从个性化比较强的科技成果,形成市场接受度比较高的社会化商品,这个过程是生产再造的过程,而非对成果单纯地成熟和放大。支撑投入产出乘数的内在指标是科技成果产业化的效率和概率,效率对应从成果到产业化的时间、规模,概率对应成果产业化的成功率,两者共同决定了风险。探索科技成果产业化内在规律的实

质意义在于提高效率、增加概率,因此相关的措施和作用力都应围绕上述两个维度开展。

怎样的规律具有高效、高概率的效果,借鉴经济发展的规律,经济获得爆发性发展的契机是工业化的实现,工业化是将整个生产过程环节化、规范化、标准化,不断优化提高,是最有效率和规模的方式,那么科技成果产业化是否可以采用类似工业化生产的方式,将这个过程分解,研究其内部规律,不断降低风险,加速各环节的推进,明确政产学研服用各要素的协同机制,使各参与主体在合适的阶段发挥合适的作用,真正形成推动科技成果产业化的内部动力。

结合中国科技成果产业化发展历程及存在的表层与深层次因素可以分析出,当前立足产业需求推动成果产业化,形成类似于生产制造的能力并建立要素运行机制,实质性提高效率和增大概率,并在此过程中注重“术”的积累和夯实,以解决企业需求促进产业升级为基点,扩大“术”的能力逐步具备转向支撑更高科技的成果产业化。

基于上述分析,提出一种可能的需求导向成果产业化模式(图2):从用户需求(“用”)出发,通过需求征集、走访企业等方式(需求导入)获得意向需求;对于需求可能存在不准确的情况,可以做相应的测试(预研基金)并与产业工程专家(“产”)协作分析需求实质;部分已经具有能力公司解决的需求成为该公司的业务,无法被现有能力公司解决的需求

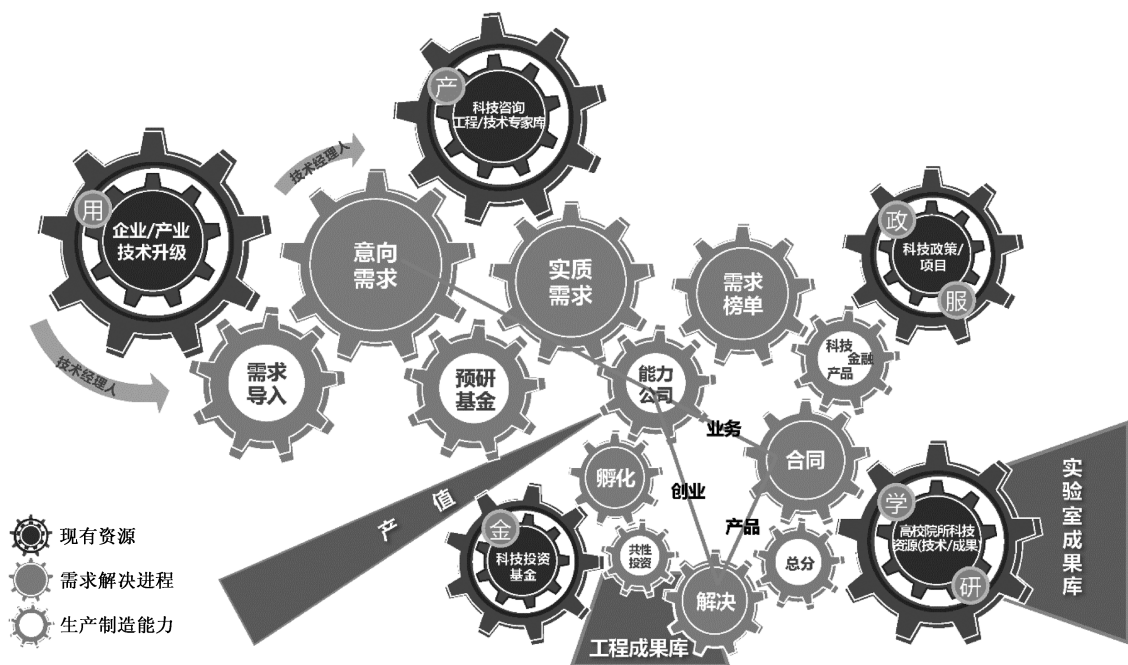


图 2 一种可供探讨的科技成果产业化类生产制造模式

求进入需求榜单;通过政府相关政策(“政”)及科技服务机构(“服”)的推动下(科技金融政策支持),与具有解决技术能力的高校(“学”)或科研院所(“研”)签署产学研合作;企业需求如涉及多学科、多领域解决需要多单位合作(总分)实现需求解决,对应建立具有市场需求的工程成果库,对于共性需求,可有金融机构或成果转化基金(“金”)等投资孵化成科技能力公司,能力公司成立后可直接承揽该类实质需求业务,不断壮大成为科技型公司。

上述模式类似生产制造方式的逻辑在于,从用户需求出发,将需求进一步分为意向需求、实质需求、需求榜单、合同、解决、孵化等几个生产环节,每个生产环节有诸如需求导入、预研基金等生产工具,各个环节的推进就是不断加工完善的过程,其产出时间对应成果产业化效率,各个环节的流转比例对应概率,“政产学研金服用”等各要素对应相应的环节发挥促进作用,通过不断的实践、优化会提高综合的效率,各环节对应的投入、时间就是总体的成本。整个从用户需求出发到成果产业化的过程形成了一台生产制造机器,其顺畅的运行会源源不断地将企业需求加工制造成科技能力公司,可用“投入产出乘数”来评价其运行能力,这样对成果产业化的投入不用纠结于具体的项目,而直接衡量整体的投入产出率即可。

这套生产制造机器作为一个主体,可参股所孵化的能力公司,当其从孵化公司获得盈利分红或股权收益,就具备了盈利能力,客观上也会促进其提高生产制造能力和效率,孵化更多有价值公司,其孵化公司获得商业性成功后就自主运行起来,当其

孵化可盈利的能力公司具备一定数量和规模,投入产出乘数大于1,这套生产制造能力本身就具备了商业价值,吸引更多的资金、人才、成果进入,在不断解决企业需求同时实现更多的科技成果产业化。

## 5 以需求为导向的科技成果产业化实践

作者所在的单位为企业控股、高校参股、团队持股的新型研发机构,采用市场公司的运营模式,成立7年来始终探索并实践以市场需求为导向实施成果产业化模式,至今已孵化10家企业,其中6家取得盈利,1家规上企业,3家高新技术企业,2家企业年收入过千万,仅孵化公司的年分红及科技服务收入超过200万元,初步实现了市场化盈利。

公司前身是一项材料领域的高校科技成果产业化项目,由产业投资人投资数千万,但成果产业化的时间和投入大幅超期,且所生产产品不被市场认可,最终产业化失败。成立研究院后以技术能力解决市场需求,从再生材料制造出发,不断解决客户需求并形成新产品推向市场,产品相继进入了显示领域、集成电路产业链中,实现了盈利,并持续快速增长,以需求为导向取得了成果产业化的成功。

在上述产业化的实践过程中,作者不断总结反思高校成果产业化失败(1.0)的因素,从设置科技成果遴选标准(2.0)、建立成果产业化路径(3.0)、市场导向的封闭生产制造能力(4.0),到现在开放的类生产制造能力(5.0),从需求出发在发挥自身优势基础上与外部促进要素可充分合作,共同推进,去年下半年与所在区域政府合作,走进年收入超过2000万元高新技术企业,征集分析企业需求,推动需求解决及共性需求产业化。

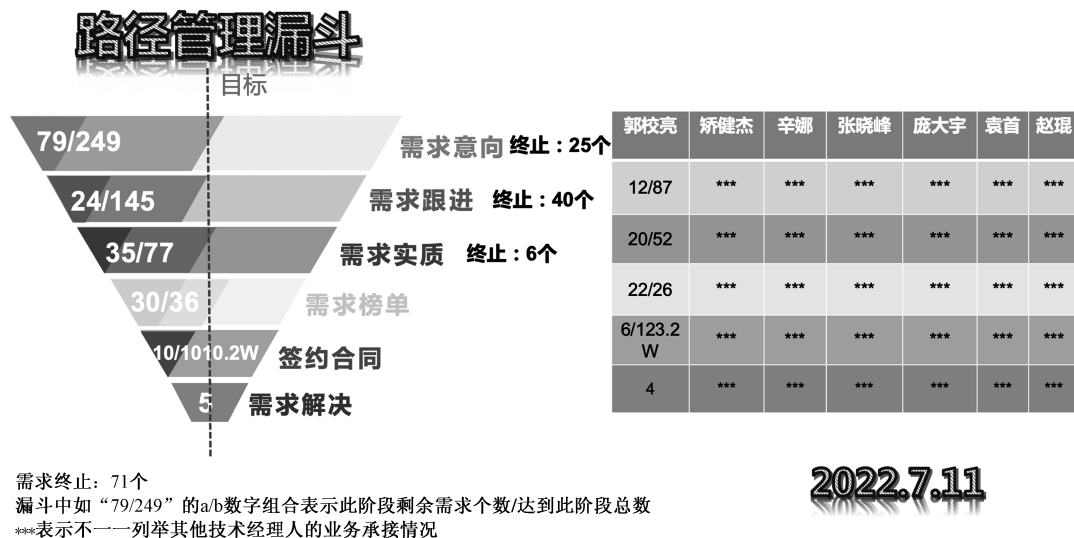


图3 需求导向成果产业化漏斗及实践

如图3所示,从走访企业征集需求开始,将过程细分为需求意向、需求跟进、需求实质、需求榜单、签约合同到需求解决6个阶段,需求实质为明确需求解决的判断、依据、指标等要素,需求榜单为可以或有价值解决的项目,所征集需求由相应专业的技术经理人跟进,与企业多次分析获得实质需求,签署合同后采用总分方式与高校院所联合解决,整个推进就是不断筛选的过程。通过上述的分阶段推进,企业需求征集和解决的效率明显提高,截至2022年7月,共签约10项合同额超过1000万元,需求解决5项。

作者在不断实践中逐步明确了需求导向成果产业化模式,将其分为需求、导向、成果、产业化四

个阶段,每个阶段都有对应的方法、工具、交付物及案例,可以指导技术经理人了解该阶段需开展哪些工作及具体交付哪些成果。作者所在的研究院承担了科技成果产业化生产制造的角色,通过培养技术经理人掌握成果产业化所需的环节和能力,让他们走进企业分析需求,给研究院提交各个阶段合格交付物,研究院付费购买,越到后期阶段所要求的技术经理人能力越高、交付物难度越大但对应收益越高。在研究院生产制造能力的支撑下,引导技术经理人推动需求走向成果产业化,并最终可成为所孵化公司的核心团队,这就是需求导向成果产业化实施过程,将其命名为市场目标法方法(“MART-GAIN”),如表2所示。

表2 需求导向成果产业化实施过程(MART-GAIN方法)

| 项目/环节          |                             | 需求(Needs)                       |                             |                                      | 导向(Guidance)                    |                                                                 |                                          |
|----------------|-----------------------------|---------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
|                |                             | 征集                              | 分类                          | 实质                                   | 初级(技术)调研                        | 深度(市场)调研                                                        | 决策(实践)调研                                 |
| 方法<br>(Method) | 方法<br>(Way)                 | 从企业获得需求线索                       | 支撑岗技术经理人对需求进行领域/解决类别分类      | 分析获得具有方法、具体依据、明确指标的需求内容              | 对需求所涉及技术分解、调研获取技术路线,形成技术链       | 对需求所属市场调研获得市场分析关键线索,形成供应链                                       | 技术经理人考察调研现场情况获取信息,形成生产链                  |
|                | 渠道<br>(Channel)             | 需求走访合作(柠檬豆)信息收集(挑战赛)            | 供应商寻源                       | 线下回访<br>线上交流                         | 网上调研<br>咨询专家<br>专利论文分析          | 网上调研<br>咨询专家<br>咨询企业                                            | 入企考察<br>网上调研<br>咨询专家                     |
|                | 信息<br>(Message)             | 企业需求意向/领域/背景/价值/企业名称/企业联系人      | 企业需求领域/企业需求解决类别             | 企业需求原因/具体指标/预算/时间/需求解决风险/实质需求/实质评审结果 | 底层技术现有情况/专利论文情况/技术路线/技术“术”分析    | 市场容量/现有技术/龙头或同类企业/需求趋势/“术”分析/底层术现状/“术”层级/预期市场需求/技术产品关注度/产品市场化属性 | 现场情况条件分析/企业态度/需求预算/需求完成时间/投资金额/是否投资/投资风险 |
| 工具<br>(Tools)  | 标准<br>(Standard)            | 对应各环节                           |                             |                                      |                                 |                                                                 |                                          |
|                | 表单<br>(Form)                | 企业走访反馈表模版<br>企业需求明细表模版<br>TF1-1 | 寻源反馈表模版<br>供应商台账模版<br>TF1-2 | 实质需求提报单模版<br>实质需求台账模版<br>TF1-3       | 技术分析指标填写模版<br>技术分析台账模版<br>TF2-1 | 市场分析指标填写模版<br>市场分析台账模版<br>TF2-2                                 | 储备项目清单模版<br>投资决策书模版<br>TF2-3             |
|                | 作业指导书<br>(Work Instruction) | 对应各环节                           |                             |                                      |                                 |                                                                 |                                          |
|                | 流程<br>(Process)             | 流程图<br>TP1-1                    | 流程图<br>TP1-2                | 流程图<br>TP1-3                         |                                 |                                                                 |                                          |
|                | 其他<br>(Other Tools)         | 揭榜系统<br>路径管理漏斗<br>TO1-1         |                             | 论文平台<br>专利平台<br>TO1-3                | 论文平台<br>专利平台<br>TO2-1           |                                                                 |                                          |

续表

| 项目/环节               |                             | 需求(Needs)                   |                                    |                            | 导向(Guidance)               |                            |                                               |
|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------|
|                     |                             | 征集                          | 分类                                 | 实质                         | 初级(技术)调研                   | 深度(市场)调研                   | 决策(实践)调研                                      |
| 成果<br>(Achievement) | 表单<br>(Form)                | 企业走访反馈表<br>企业需求明细表<br>AF1-1 | 寻源反馈表<br>供应商台账<br>企业需求明细表<br>AF1-2 | 实质需求提报单<br>实质需求台账<br>AF1-3 | 技术调研反馈表<br>技术分析台账<br>AF2-1 | 市场调研反馈表<br>市场分析台账<br>AF2-2 | 实践调研反馈表<br>实践分析台账<br>投资决策书<br>储备项目清单<br>AF2-3 |
|                     | 关口<br>(Strategic Pass)      | 需求对接会<br>AS1-1              |                                    | 实质评审会<br>AS1-3             | 初步调研评审会<br>AS2-1           | 深度调研评审会<br>AS2-2           | 决策调研评审会<br>AS2-3                              |
|                     | 作业指导书<br>(Work Instruction) | 对应各环节                       |                                    |                            |                            |                            |                                               |
|                     | 采购价格<br>(Procurement Price) | 对应各环节                       |                                    |                            |                            |                            |                                               |
|                     | 逻辑级别<br>(Logical Level)     | 1-1                         | 1-2                                | 1-3                        | 2-1                        | 2-2                        | 2-3                                           |
| 参考<br>(Reference)   | 相关方<br>(Stakeholders)       | 需求企业/第三方科技服务公司/政府           | 供应商                                | 需求企业/专家                    | 专家/高校院所                    | 专家/需求企业                    | 需求企业/专家                                       |
|                     | 案例<br>(Case)                | 对应各环节                       |                                    |                            |                            |                            |                                               |

续表

| 项目/环节          |                             | 成果(Achievement)                                                  |                                           |                      | 产业化(Industrialization) |                  |
|----------------|-----------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------|------------------------|------------------|
|                |                             | 项目                                                               | 总分                                        | 样品                   | 孵化                     | 产业化              |
| 方法<br>(Method) | 方法<br>(Way)                 | 项目立项启动执行                                                         | 按照合同约定成立项目合作关系                            | 执行合同内容获得具备交付标准的测试实物  | 研究院入股成立孵化公司            | 批量生产产品投入市场并获取收入  |
|                | 渠道<br>(Channel)             | 咨询专家                                                             | 供应商推荐<br>专家推荐<br>第三方推荐                    | 合作开发<br>自主开发<br>委外开发 | 自主孵化<br>合作孵化           | 引进投资人            |
|                | 信息<br>(Message)             | 拟实施技术路线及方案项目风险/项目进度计划结论(是否立项)/项目预算/项目预期成果及收益/项目成本/投资金额/投资比例/是否投资 | 拟与外部合作内容/项目指标/项目负责人/项目完成时间/合同金额/合同双方权利、义务 | 物料清单/样品/样品性能指标/      |                        |                  |
| 工具<br>(Tools)  | 标准<br>(Standard)            |                                                                  |                                           |                      |                        | 环链结构产业化<br>TS4-2 |
|                | 表单<br>(Form)                | 项目立项审批表模版<br>成本核算报价表模版<br>投资审批表模版<br>TF3-1                       | 合同明细表模版<br>合同模版<br>TF3-2                  |                      |                        |                  |
|                | 作业指导书<br>(Work Instruction) | 对应各环节                                                            |                                           |                      |                        |                  |
|                | 流程<br>(Process)             | 对应各环节                                                            |                                           |                      |                        |                  |
|                | 其他<br>(Other Tools)         | 对应各环节                                                            |                                           |                      |                        |                  |

续表

|                     |                             |                                      |                         |                   |     |     |
|---------------------|-----------------------------|--------------------------------------|-------------------------|-------------------|-----|-----|
| 成果<br>(Achievement) | 表单<br>(Form)                | 项目立项审批表<br>成本核算报价表<br>投资审批表<br>AF3-1 | 委外协议/合同<br>明细表<br>AF3-2 | 专利<br>AF3-3       |     |     |
|                     | 关口<br>(Strategic Pass)      | 项目立项会<br>投资审批会<br>项目启动会<br>AS3-1     | 合同签约会<br>AS3-2          |                   |     |     |
|                     | 作业指导书<br>(Work Instruction) | 对应各环节                                |                         |                   |     |     |
|                     | 采购价格<br>(Procurement Price) | 对应各环节                                |                         |                   |     |     |
|                     | 逻辑级别<br>(Logical Level)     | 3-1                                  | 3-2                     | 3-3               | 4-1 | 4-2 |
| 参考<br>(Reference)   | 相关方<br>(Stakeholders)       | 政府/合作企业/院所/个人                        | 揭榜企业/高校院所/专家或企业个人       | 揭榜企业/高校院所/专家或企业个人 |     |     |
|                     | 案例<br>(Case)                | 对应各环节                                |                         |                   |     |     |

注:方法为总体说明;工具为涉及的内容;成果为交付物/付费产品;参考为补充理解;关口为购买关口。

市场目标方法将需求到成果产业化的过程清晰分解,明确每阶段的工作及进入后续阶段的要求,整个过程各环节流转的数量对应概率,运行速度对应效率,并依据不同阶段要求分梯度降低技术经理人参与门槛,使技术经理人在参与需求解决过程中可以获得阶段性收益,在实践过程中不断提高自身技术能力,直至参与成果孵化与转化成为职业经理人。通过不断的实践运行,市场目标法将优化各环节要求,可进一步提高概率和效率,实现迭代发展成为科技成果产业化的实操性的生产制造方法。

## 6 结论与建议

本文回溯分析了中国科技成果产业化发展与演化过程,从经济视角对科技成果产业化进行了定义,探索与归纳了造成科技成果产业化困难的表层与深层次原因,探讨高校科技成果产业化的内在逻辑,结合作者十余年成果产业化实践效果加以分析,针对促进高校科技成果产业化的方案,提出如下结论与建议。

第一,科技成果产业化属于经济范畴,通过评价科技成果的创新性、先进性、成熟度等传统的科技指标不足以判断其产业化的能力,产业化更多关注成果实现产业化的时间、规模和风险以及对应的投入,其成功的必要条件是投资、时间、风险等经济要素的最优解。因此,需要建立经济视角下评价成果产业化的指标体系,用经济指标架起科技成果到产业化的桥梁,也可为政府科技项目支持、成果转

化基金投资等确定有益依据。

第二,现阶段在科技成果转化领域的相关主体中存在缺乏支持先进成果落地的产业化能力的现象,需要基于产业基础重新建立成果产业化能力,面向产业需求集中资金和智力资源展开解决及成果产业化,培育一批新型的具有生产制造能力的成果产业化机构,通过政策引导和市场化竞争鼓励其健康发展,弥合科技、产业、资金等空白领域。

第三,引导科技产业人员扎实开展成果产业化,注重产业技术能力“术”的积累,鼓励科研人员扎根产业脚踏实地,吸引博士研究生、硕士研究生等青年科技工作者消化、吸收、研究当前产业技术及装备,通过数字化、信息化等先进技术加以固化,建立起能够完全解析中国产业基础的技术能力体系,加强国际交流并适时参与国际竞争,中国产业门类齐全,成果产业化领域势必会有巨量的科技人才需求和就业岗位,成为替代传统建筑基建的科技新基金领域。

第四,探索基于需求为导向的科技成果产业化内在规律并不断实践,将成果产业化系统化、科学化,相关试错成本就会成为优化规律的必要支出,迭代提高后会提升成果产业化的效率、降低产业化风险。鼓励探索创新,将自下而上的探索与自上而下的政策相结合,支持高校、院所与新型研发机构共同研究成果产业化客观规律,可以作为新兴学科,进入高校课堂,培养学生认识成果产业化规律、掌握相关能力,并到相关领域就业打造社会认同氛围。

科技成果产业化是事关中国科技自主、经济持久发展的重大问题,也事关中国上百万科研人员、上千万博士研究生硕士研究生等青年科技工作者和涉及上亿产业员工高质量就业的新兴领域,遵循科技成果产业化内在规律,梳理并破除症结,打通科技成果到产业化的障碍将释放巨量的经济和社会价值,为社会经济发展注入新活力。

### 参考文献

- [1] FENG D W. Problems and countermeasures for the transformation of scientific and technological achievements in environmental protection in the New Era[J]. *Environmental Protection Engineering*, 2023, 49(2): 29-38.
- [2] WANG Y, NI Q. Blockchain technology in the management of scientific and technological achievement transformation in Chinese universities[J]. *Mobile Information Systems*, 2022, 2022: 17.
- [3] MUNARI F, SOBRERO M, TOSCHI L. The university as a venture capitalist? Gap funding instruments for technology transfer[J]. *Technological Forecasting Social Change*, 2018, 127: 70-84.
- [4] WEI L, YASONG L. Exploration on the transformation mode of scientific and technological achievements in new R & D institutions: take Guang Dong, Hong Kong, Macao, Dawan District national nanotechnology innovation research institute as an example[J]. *Advances in Educational Technology and Psychology*, 2021, 5(11): 78-86.
- [5] 李书钦. 基于专利转让数据分析的高校科技成果转化路径探索[J]. *科技和产业*, 2023, 23(09): 51-55.
- [6] 张念, 徐建新, 桑秀丽等. 基于博弈论组合赋权和云模型的高校科技成果转化绩效评价研究[J]. *科技和产业*, 2023, 23(11): 98-105.
- [7] 陈纪响, 张建成, 郭恩磊等. TRIZ 理论在科技成果转化中的应用[J]. *价值工程*, 2023, 42(13): 131-133.
- [8] 刘群彦, 陈兵, 金隼等. 科技成果转化视域下高校学科评估的指标优化策略[J]. *中国高校科技*, 2023(7): 16-21.
- [9] 王赵琛, 张春鹏, 董红霞. 24 所部属高校科技成果转化效率的 DEA 分析[J]. *科研管理*, 2020, 41(4): 280-288.
- [10] 王斌, 赵香芹, 王志华. 价值体系三维视阈下战略新兴产业科技成果转化平台研究[J]. *科技和产业*, 2020, 20(12): 68-71.
- [11] 吴寿仁. 中国科技成果转化 40 年[J]. *中国科技论坛*, 2018(10): 1-15.
- [12] 杨昌基. “产学研联合开发工程”的意义和实施[J]. *研究与发展管理*, 1992(4): 1-4.
- [13] 李胜会, 夏敏. 中国科技成果转化政策变迁: 制度驱动抑或市场导向[J]. *中国科技论坛*, 2021(10): 1-13.
- [14] 冯英娟, 王春芝. 促进高校科技成果产业化的研究[J]. *技术经济*, 2002(11): 28-29.
- [15] 朱丽丽, 宗萍, 闫庆友. 科技成果转化的科技金融支持机制及发展对策[J]. *科技和产业*, 2011, 11(9): 132-134.
- [16] 郑毅. 浅析企业科技成果转化的金融支持[J]. *科技经济市场*, 2011(4): 56-58.
- [17] 王凡. 高校科技成果转化中“政产学研金服用”模式探讨[J]. *中国高校科技*, 2021(6): 92-96.
- [18] 彭于彪. 国内外金融支持科技成果转化的经验比较及启示[J]. *金融经济*, 2014(6): 64-66.
- [19] 暴艳丽, 李强, 雷云云. 深化科技体制改革背景下科研人员激励政策体系研究[J]. *科技和产业*, 2019, 19(11): 119-124.
- [20] 国际科技评估中心, 中国科技评估与成果管理研究会. 科技成果转化工作指南[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2021.
- [21] 李佳莹, 田德录. 科技评价“梗阻”该怎么疏通[N]. *光明日报*, 2022-07-07(16).
- [22] 姜大川, 庞天宇, 刘艳雪. 从内外视角分析科技成果转化发展进程[J]. *科技经济导刊*, 2022, 30(5): 42-49.
- [23] 王大明, 陈勇. 中文“技术”一词的来源考[C]//第四届中国技术史论坛论文集. 北京: 中国科学技术史学会, 2015: 293-295.

## Research on Restrictive Factors, Internal Laws and Practice of Industrialization of Scientific and Technological Achievements in Universities

JIANG Dachuan<sup>1,2</sup>, PANG Dayu<sup>2</sup>, SONG Fujie<sup>3</sup>, LIU Yanxue<sup>2</sup>,  
GUO Xiaoliang<sup>2</sup>, GONG Dapeng<sup>2</sup>, HUANG Hao<sup>4</sup>

(1. School of Materials Science and Engineering, Dalian University of Technology, Dalian 116024, Liaoning, China;

2. Dagong (Qingdao) New Energy Materials Technology Research Institute Co., Ltd, Qingdao 266200, Shandong, China;

3. Qingdao Institute of Science and Technology Information, Qingdao 266001, Shandong, China;

4. School of Economics and Management, Dalian University of Technology, Dalian 116024, Liaoning, China)

**Abstract:** Colleges and universities are an important force for scientific and technological innovation in China. The industrialization of achievements is the core link between scientific research and industry. It has the dual significance of supporting economic development and feeding back scientific research. However, it's a complex process of transforming science and technology into economy. It is the optimal solution of economic factors such as investment, time and risk. Starting from the development process of science and technology and industry after reform and opening-up, the evolution process of the industrialization of achievements was analyzed, surface and deep-level factors that restricted the industrialization of achievements were put forward, the definition and internal laws of industrialization of scientific and technological achievements in universities were studied, related discussions were conducted and relevant suggestions were put forward for promoting the industrialization of scientific and technological achievements.

**Keywords:** scientific and technological achievements; industrialization; factors; laws; practice