

科技创新的“专业—产业”耦合范式与实践 ——以京津冀国家技术创新中心“三元耦合” 协同创新机制为例

王芩祥¹, 刘 杨²

(1. 北京大学工学院, 北京 100871; 2. 北京协同创新研究院, 北京 100094)

摘 要: 科技创新的范式对科技创新具有重要指导作用。通过对科技创新现象和过程的观察与思考, 系统地分析科技创新的基本逻辑, 并尝试性地提出科技创新独特的“专业—产业”耦合范式, 并以京津冀国家技术创新中心为例, 分析其“研究所—协同创新中心—知识产权基金”三元耦合协同创新机制和特色做法, 对科技创新“专业—产业”耦合范式的有效性进行验证。

关键词: 科技创新范式; “专业—产业”耦合范式; 协同创新

中图分类号: F062.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-0566(2022)11-0176-05

“Specialty-Industry” coupling paradigm and practice of scientific and technical innovation —— Taking the “ternary coupling” collaborative innovation mechanism as an example

WANG Duoxiang¹, LIU Yang²

(1. College of Engineering, Peking University, Beijing 100871, China;

2. Beijing Institute of Collaborative Innovation, Beijing 100094, China)

Abstract: Paradigm of S&T innovation plays an important role in guiding scientific and technical innovation. Based on the observation and reflection of the phenomenon and process of S&T innovation, this paper systematically analyzed the basic logic of S&T innovation, and proposed the “Specialty-Industry” coupling paradigm of S&T innovation. Furthermore, taking Jingjinji National Center of Technology Innovation as an example, this paper analyzed its characteristic practice, which named the “ternary coupling” collaborative innovation mechanism, including research institution, collaborative innovation center and intellectual property fund. The above case study verified the effectiveness of this paradigm.

Key words: paradigm of S&T innovation; the “specialty-industry” coupling paradigm; collaborative innovation

大国竞争背后是科技实力的较量。当前,全球科技竞争加剧,对于中国这样的发展中大国,科技创新的重要性被提升到前所未有的高度^[1]。但是,科技创新是一个复杂的过程,指导科技创新的

收稿日期: 2022-10-08 修回日期: 2022-11-01

基金项目: 国家科技部科技创新战略研究专项项目“建立市场化运作全产业链研发平台有关问题研究”(ZLY202131)。

作者简介: 王芩祥(1969—),男,四川苍溪人,研究员,博士,研究方向为技术创新。通信作者: 刘杨。

普遍性范式一直没有形成,对科技创新的有效开展形成了一定制约。因此,建立符合科技创新规律的范式,对于提升我国创新水平至关重要。本文聚焦科技创新的范式展开研究,并借助京津冀国家技术创新中心(简称“京津冀中心”)的特色做法,从理论和实践两个视角为解释科技创新的基本逻辑提供全新参考。

一、研究综述

“范式”一词源于希腊文,是指从事某一类活动所必须遵循的公认的“模式”^[2],包括共有的观念、理论、范例、方法、手段、标准等。“范式”这一概念在理论分析中被广泛使用^[3]。根据美国科学哲学家托马斯^[4]的总结,范式是科学研究活动开展的基础,以及科学研究的思想工具和实用工具,基于范式及其变革,可以描绘出科学发展的动态图景。

一般认为,从经济学视角探讨科技创新的范式源于熊彼特创新理论的提出。1912年,熊彼特^[5]首次从经济学视角提出创新的基本概念,认为创新是将原始生产要素排列组合为新的生产方式,从而追求效率提升、成本下降的一个经济过程。熊彼特的创新理论为此后的科技创新范式研究提供了起点和契机^[6]。随着熊彼特创新理论的不断演进,以及各国创新发展经验的积累,逐步形成了包括技术推动范式、需求拉动范式、整合范式等为代表的科技创新范式体系^[7]。

技术推动范式认为科技创新是从基础研究到技术应用,再到产业化,以技术为导向的线性过程^[8]。技术推动范式强调基础研究的重要性,即重大科学发现、重大理论突破、重大技术方法发明,对国家和产业构建核心竞争优势的重要驱动作用^[9]。回顾世界历次产业革命,技术革命是产业革命的前提,经典力学、电磁理论等基础科学突破,催生了蒸汽机、发电机、计算机等重大技术变革,进而重塑了生产方式^[10]。也就是说,科学研究实现技术创新,然后引起产业结构和产品结构发生变化,进一步导致产业革命^[11]。

需求拉动范式最早是由休莫克勒^[12]于1966年正式提出的,认为创新活动的方向与速度取决

于市场潜力和市场增长。这种范式实际上是一种以需求为动力的线性序列过程,即创新以市场为导向,市场需求促使创新主体的研发,为产品和工艺的创新提供技术支撑。此后,国内外学者从不同视角围绕需求拉动范式展开了相关研究。如张华盛等^[7]提出,需求拉动范式下的创新不再是一种纯科学的研究活动,而是企业通过满足市场新的需求而扩大销售、增加利润的活动,因而具有强烈的功利性。

整合范式强调战略驱动下的全面创新、开放式创新和协同创新。全面创新是各种生产要素在生产过程中的重新组合;开放式创新关注企业内外部知识交互,强调开放组织边界,引入外部创新力;协同创新关注各类创新主体以攻坚重大科技项目、实现知识增值为目标,构建大跨度整合式创新组织^[13]。整合范式衍生出研究联合体、有组织科研、高能级创新联合体、创新战略联盟等创新模式。

整体来看,三类主要的科技创新范式提供了很好的借鉴和参考,但都存在一定问题。技术推动范式过于关注基础研究,缺乏面向国家重大战略需求、产业高质量发展需求的体系化设计,极易造成科技经济“两张皮”问题和科技创新“碎片化”现象;需求拉动范式容易导致创新的功利性,过于追逐技术创新带来的短期经济效应,而忽视基础研究的长期效应,最终使原创和关键核心领域落后于人。整合范式提出了一种很好的思路,但是在实际操作方面的研究和探讨还不够深入。

鉴于此,本文将聚焦科技创新的全过程,从现象观察,到过程提炼,再到规律分析,提出一套基于科技创新的基本逻辑的科技创新新范式。

二、科技创新的“专业—产业”耦合范式

科技创新不是科学、技术、产业的线性接力或简单相加,是一个复杂的迭代演化过程,有独特的逻辑。

概括来看,基础研究是“育种”,技术研发是“育苗”,产业发展是“育材”,然后通过技术扩散到不同产业或区域“成林”。由于科学研究门类多、抽象性强,必须采取专业化分工才能不断向深度、

精度迈进,其不确定性也决定了多数时候需要做“无用之用”的探索。在向技术化演进中,目的性逐渐显现,追求“可用之用”逐步显现。在进一步向产业化发展中,满足具体市场需求的目的性更加清晰,社会性也越来越强,“实用之用”成为唯一目标。在此演化过程中,约束条件逐步增多,为更好地满足需求和适应或突破不同约束,各类技术、方法不断加入,专业多元性不断增加,但多数时候依然会因多门类技术、方法无法同步实现使得创新不得不半途而废,或者需要做出目标的优化调整,最终只有极少数在各专业技术取长补短或相生相克的融合中质变为“ $1+1>2$ ”的新成果。新成果在特定产业中发育成熟,并逐步与其他技术、需求结合和进一步演化,形成新的产业。同时在此过程中也将提出新的科学、技术问题,牵引基础研究、技术研发布局。

从现象分析,科技创新类似于持续性的“裂变 $\leftrightarrow$ 聚变”复杂反应。重大创新成果往往是在某项成果基础上融合大量其他成果聚变而成的,具有巨大的“冲击波”效应,可明显改变、甚至重塑科学技术产业系统,还可继续裂变为多种“技术射线”(即衍生技术或产业),从而与若干其他科学技术产业发生直接或间接的相互作用,既通过多级裂变形成链式反应,也带动多核聚变,实现从点的突破,到线的联通、面的扩散和体的增大。不断增大的复杂系统自身具有裂化的“张力”,为克服“张力”和避免系统崩裂,必须不断聚变强化已有“引力”或裂变产生新的“引力”。“因裂成聚、因聚生裂”,裂变与聚变是科技创新中不可分割的两面,也正是裂变与聚变的同时存在和相互作用,才不断提高了系统新陈代谢能力,促成了系统自组织、自进化,一个没有“裂变”或“聚变”能力的系统终将消亡。科技创新总体上是“科学驱动”与“需求牵引”不断迭代的持续性“裂变 $\leftrightarrow$ 聚变”的复杂反应(见图1)。

从动力学机制分析,科技创新类似“编绳”效应,科学驱动、需求牵引、政府推动、企业家整合是推动科技创新的四种基本力量。科学技术是科技创新的基础要素和加工对象,其向产业演化过程

中,在市场需求、政府推动、企业家整合的牵引和旋转下,越来越多不同门类的科学技术不断的被选择或剔除,相互交叉形成合力。拥有这些科学技术的创新组织在合作的同时也形成竞争,其交叉渗透类似于纤维交错,牵引旋转作用类似于纤维扭曲,组织间的竞争类似于压力增强,交叉渗透、牵引旋转、市场竞争的共同作用将产生阻止各组织分离的强大力量,使得科学技术与市场需求、政府意志、企业家精神等发生耦合形成“绳编”效应,共同把创新链“长长”“长粗”和演化出创新成果。

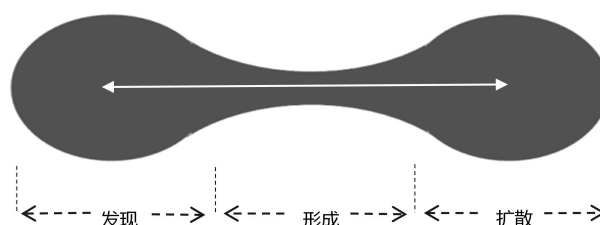


图1 科技创新的“裂变 $\leftrightarrow$ 聚变”反应

综上可知,专业的科学技术与市场需求、政府意志、企业家精神等共同作用生成了特定的产业。因此,正是科学研究的专业范式和产业发展的市场范式相互作用而形成的科技创新独特的“专业—产业”耦合范式^[14],促进了科学技术与市场需求、政府意志、企业家精神产生“绳编”效应,从而实现从科学到产业“化茧成蝶”的质变。这个“绳编”效应本质上就是抽象的“裂变 $\leftrightarrow$ 聚变”过程的具象化。

三、京津冀国家技术创新中心“三元耦合”协同创新机制

京津冀中心是我国第一个综合类国家技术创新中心和重点建设的国家战略科技力量,以重大基础研究成果产业化、发展原始创新为核心使命,基于科技创新的“专业—产业”耦合范式,按照“专业导向建能力、产业导向建机制”的实施原则,探索性地建立了执行科研活动的专业平台(研究所)、执行创新组织的运营平台(协同创新中心)和负责项目决策的投资平台(知识产权基金)三元耦合的协同创新机制(见图2),实现了科技、产业、资本的深度融合,为建立具有中国特色的科技创新

范式形成了有益探索。

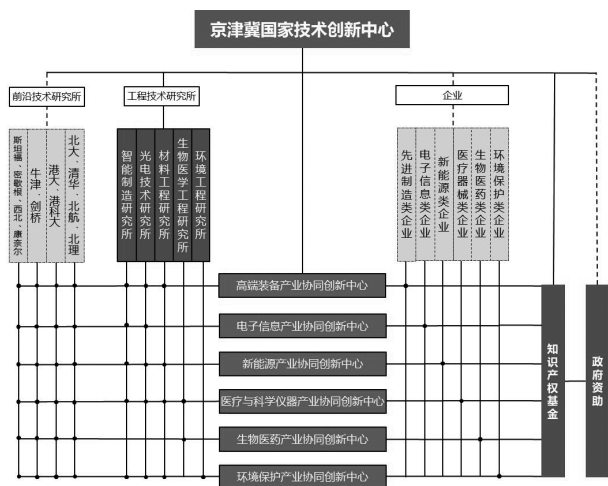


图2 “研究所—协同创新中心—知识产权基金”
三元耦合协同创新机制

(一)按专业方向建立科研执行平台——研究所

京津冀中心根据专业维度建设研究所,作为科技研发任务的执行平台,目的是形成科技创新的“硬实力”。基于发展原创技术的核心功能,京津冀中心主要建立前沿技术研究所和工程技术研究所两类研究所。

前沿技术研究所主要依托国内外一流高校共建。目前,京津冀中心依托北大、清华、北航、北理工、港大、港科大、牛津、剑桥、斯坦福、密歇根、西北、康纳尔等高校已建立了26个前沿技术研究所。前沿技术研究所围绕先进制造、先进材料、水技术、能源材料及系统、生物医学工程、柔性电子等专业方向,发挥“侦察兵”作用,及时根据前沿基础研究最新进展,布局研发具有引领性的前沿技术,以抢占未来创新制高点。

工程技术研究所由京津冀中心自主建设,目前已自建智能制造、光电技术、材料工程、生物医学工程、环境工程等5个工程技术研究所。工程技术研究所组建专职科研团队,发挥“尖刀兵”的作用,根据科研任务需要,与大学教授组成跨专业联合攻关团队,将前沿技术接续加速研发为原创性工程技术,并进行中试放大和产业化,跨越科学到产品的“死亡之谷”,保证科研效率和质量。同时,为了进一步放大工程技术攻关能力,京津冀中心

还与高水平科研机构、高新技术企业等共建技术实验室或工程实验室,联合承担相关科研任务。

(二)按产业领域建立创新组织平台——协同创新中心

京津冀中心按照产业领域设立协同创新中心,作为创新组织的运营平台,目的是打造技术创新的“软实力”。目前,京津冀中心已成立高端装备产业、电子信息产业、新能源产业、医疗与科学仪器产业、生物医药产业和环境保护产业等6个协同创新中心,负责该产业领域技术规划与运营。

每个协同创新中心由该产业领域学科实力最强的国内外一流大学、相关研究所、骨干高科技企业、代表性用户等单位共同组成,是科学、技术、产业一体化和多学科交叉的金字塔结构创新联盟。协同创新中心的主要任务是聚焦具体产业领域,系统梳理及规划全产业链所需关键技术,组织跨学科的科研人员、外部合作的大学、以及相关企业开展联合攻关,最终系统解决产业发展的技术问题和科学问题。

为了避免协同创新中心“盟而不联”的问题,京津冀中心与协同创新中心成员共同出资设立知识产权基金,对产业领域项目进行投资,并分享收益。

(三)形成“专业主建—产业主战—资本主责”功能耦合

在项目立项阶段,首先由研究所根据发展布局,从全球高校及国家实验室的最新基础研究成果中遴选出优质前沿技术,形成项目方案。然后,由对口协同创新中心对项目方案进行论证。通过协同创新中心论证的项目由知识产权基金投委会决定是否立项,并对立项项目领投30%以上,其余资金政府自动配套资助。通过独特的决策机制,真正地实现了项目的市场决策。

在项目实施阶段,项目由研究所独立或联合多方力量共同执行,前期工作一般由大学实施,中试及转化工作一般由京津冀中心团队为主实施,充分发挥各方优势,保证科研质量和效率。

研究成果实现技术转移后,优先将收益的50%分配给科研和项目运营团队(具体比例与收

益倍数相关,倍数越大,团队分配比例越高),剩余部分由项目来源大学、知识产权基金及其他出资人、中心共同分享,具体比例在项目立项时约定。通过收益共享,把原始技术输入方(大学)、接续研发及转化方(中心及团队)、资金提供方(知识产权基金和其他投资方)结为利益共同体。

整体而言,研究所坚持“科学驱动”,与国内外顶尖大学联合,提出和实施高水平项目;协同创新中心坚持“需求牵引”,围绕国家重大需求或产业技术需求,组织多方力量开展协同攻关,并通过知识产权基金引入市场决策机制,最终实现“专业主建—产业主战—资本主责”的功能耦合。

(四)成效分析

截至 2021 年年底,京津冀中心与全球约 20 所一流大学共建了前沿技术研究所,组建了多个技术创新平台及产业化基地;聚集了 100 多名世界一流学者,组建了 200 多人的高水平的专职工程技术团队。累计实施科研项目 171 项,约 50% 与国际前沿同步,14 项为世界首创,一批项目实现代际超越;121 项技术实现转移转化,累计培育企业 100 家;获评国家级高新技术企业 51 家、“专精特新”企业 21 家,上市企业 8 家,100 家企业市场总估值超过 1 600 亿元,基础研究成果加速产业化效应初步显现,大学“育种”、中心“育苗”、企业“育材”、区域“成林”的协同创新格局正逐步形成。

总体来看,京津冀中心“研究所—协同创新中心—知识产权基金”三元耦合协同创新机制遵循了科技创新的“专业—产业”耦合范式,创造性地将多创新主体(团队)从组织结构上实现了“目标一致、责任共担、利益共享、行动同步”的创新共同体,实现了专业能力与动态任务的统一和自由探索与有组织科研的统一,从机制上保证了市场配置资源的效果,从根本上解决了科技经济两张皮困境,有效地提升了科研质量和转化效率。

四、结语

本文提出的“专业—产业”耦合的科技创新范

式,是对范式理论的进一步拓展。而京津冀中心的实践,为科技创新“专业—产业”耦合范式的有效性提供了重要支撑。同时需要注意,科技创新是一个非常复杂的过程,不同阶段具有不同特征,“专业—产业”的耦合强度和方式也有所不同。因此,科技创新范式需要与时俱进,顺应不同发展阶段的不同要求,动态优化和灵活应用。

参考文献:

- [1] 王志刚. 坚持以创新引领发展加快建设创新型国家[N]. 学习时报,2018-06-29(1).
- [2] 杜尔劳夫,布卢姆. 新帕尔格雷夫经济学大辞典[M]. 2 版. 北京:经济科学出版社,2016.
- [3] 李醒民. 科学的革命[M]. 北京:中国青年出版社,1989.
- [4] 库恩. 必要的张力:科学的传统和变革论文选[M]. 纪树立,等译. 福州:福建人民出版社,1987.
- [5] 熊彼特. 经济发展理论[M]. 郭武军,吕阳,译. 北京:华夏出版社,2015.
- [6] 郭斌,蔡宁. 从“科学范式”到“创新范式”:对范式范畴演进的评述[J]. 自然辩证法研究,1998(3):8-12.
- [7] 张华胜,薛澜. 技术创新管理新范式:集成创新[J]. 中国软科学,2022,17(12):7-23.
- [8] LYNN L H, MOHAN REDDY N, ARAM J D. Linking technology and institutions: the innovation community framework[J]. Research policy,1996,25(1):91-106.
- [9] 柳卸林,何郁冰. 基础研究是中国产业核心技术创新的源泉[J]. 中国软科学,2011,26(4):104-117.
- [10] 尹西明,苏雅欣,陈劲,等. 场景驱动的创新:内涵特征、理论逻辑与实践进路[J]. 科技进步与对策,2022,39(15):1-10.
- [11] 陈爱容. 科学革命、技术革命、产业革命的相互作用及其社会效益[J]. 现代哲学,1986(3):4.
- [12] Schmookler J. Invention and economic growth[M]. Cambridge:Harvard University Press,1966.
- [13] 陈劲,尹西明,梅亮. 整合式创新:基于东方智慧的新兴创新范式[J]. 技术经济,2017,36(12):1-10,29.
- [14] 王蓼祥. 构建“专业—产业”耦合的战略科技力量[J]. 北京观察,2021(10):28-29.

(本文责编:海 洋)