

创新链与产业链双向嵌入研究

——基于中国省域样本数据

梁本部¹, 谢科范¹, 陈汉梅², 陈云¹

(1. 武汉理工大学 法学与人文社会学院, 武汉 430070; 2. 湖北技术交易所 武汉 430071)

摘要: 基于产业价值链视角和网络嵌入性理论, 梳理创新链与产业链双向嵌入基本概念与嵌入原则, 将其划分为意识嵌入、需求嵌入和技术嵌入类型。构建创新链与产业链双向嵌入指标体系, 借助复合系统模型测算中国31个省级区域(因数据缺失, 未包含港澳台地区)2016—2020年的双链双向嵌入度, 从空间、时间和嵌入类型层面考察双链双向嵌入度分布现状和未来形势。研究发现: 当前全国创新链和产业链双向嵌入度稳步上升, 省份之间存在五个层次, 具有“南强北弱”和“强者越强”现象; 双向嵌入度低层次省份在嵌入度增速上具有后发优势, 并随着产业转移呈现“由东部沿海向内陆中西部延伸”趋势; 需求嵌入成为区域双链双向嵌入度的主要内容, 嵌入类型在不同区域内部省份之间表现出较大差异。

关键词: 创新链; 产业链; 双向嵌入; 区域协同创新

中图分类号: F207 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002—980X(2023)10—0026—12

一、引言

当前, 全球价值链面临着复杂的国际环境和激烈的资源竞争。改革开放以来, 我国借助制度优势和人力资源优势, 通过产业升级和创新驱动不断提升在全球价值链中的位置, 建立了全世界最齐全的工业体系, 主导着部分创新链与产业链(以下简称“双链”)的融合发展趋势, 积累了较为丰富的产学研用协同创新实践经验。党的二十大提出, “推动创新链产业链资金链人才链深度融合”是“加快实施创新驱动发展战略”的重要举措。“十四五”规划对提升产业链现代化水平和提升创新链整体效能做出战略部署, 明确了双链融合发展在构建新发展格局中的核心作用。然而, 复杂多变的国际环境和全球经济多极博弈格局, 增加了市场资源国内国际双循环的复杂性, 扰乱了创新和生产要素在国内大循环中的动态均衡, 表现在双链协同发展领域, 就是我国在关键产业链布局与核心创新链驱动层面遭遇“卡脖子”困境, 供应链、创新链和产业链可持续发展遭遇“瓶颈”(王璐瑶等, 2022), 给双链双向嵌入和融合升级带来严重的不确定性。

所谓双链双向嵌入, 是指在产品生命周期内, 创新链和产业链的升级活动会互相受到对方经济行为的制约和激励而形成的一种特殊融合形式。通过实施双链双向嵌入, 能够加速双链要素的循环升级, 促进面向产学研用的协同创新。因此, 厘清双链双向嵌入路径和机制, 是扩大我国在全球价值链中影响力的关键举措, 是贯彻创新驱动发展战略布局 and 实现高质量发展目标的政策体现, 也是提升创新链、产业链与供应链现代化水平的重要路径。本文基于产业价值链视角和网络嵌入性理论, 借助复合系统模型测算分析中国31个省级区域(因数据缺失, 未包含港澳台地区)2016—2020年双链双向嵌入度时空分布现状和未来趋势, 以期在复杂的内外环境下为区域双链双向嵌入协同升级提供理论逻辑支撑, 这对我国开创高质量发展新局面具有积极的理论价值和现实意义。

二、文献综述

(一) 创新链与产业链的内涵

21世纪以来, 学术界从多个角度、层面和视角对产业链内涵进行界定, 但同时存在一些分歧。例如, 从

收稿日期: 2022-11-29

基金项目: 武汉市科协科技创新智库项目“武汉都市圈创新链产业链人才链深度融合的对策研究”(WHKX200306)

作者简介: 梁本部, 博士, 武汉理工大学法学与人文社会学院讲师, 研究方向: 创新管理; (通讯作者) 谢科范, 博士, 武汉理工大学管理学院教授, 研究方向: 风险管理; 陈汉梅, 博士, 湖北技术交易所, 副研究员, 研究方向: 科技创新管理; 陈云, 博士, 武汉理工大学管理学院副教授, 研究方向: 区域创新与协同创新。

价值链出发,价值链决定了产业链向高附加值方向延伸,而部分研究则认为价值链是产业链的组成维度,产业链构成了价值链的物质基础(王硕和朱春艳,2021)。本质上来看,产业链是一种具有特殊社会分工协作关系的网络,其“特殊”体现在协作网络是基于产业链分工,具有模组化纵向延伸的特征,即产业需要通过一种链式协作才能拥有完整的生产周期。一般而言,产业链是指某个产业从资源、原材料开始,经历上下游各部门、各企业生产运营和价值活动,到形成最终产品或服务并为用户接收的整个链条。

相对于产业链,创新链的主体要素由产品节点(如国家、地区或企业)变为了创新知识节点(一般为创新企业、科研机构等),而创新链结构要素,即创新链主体间的关系和运行逻辑则与产业链类似。Stephen等(2008)将创新活动归结为企业前向、后向、水平搜寻、转换和运用知识的过程,从而形成由知识流动构成的价值链。当前学术界对创新链内涵存在两种认知:一是把创新链归结为从基础研究、技术开发、中间试验、商业运营到规模生产的全过程,将其划分为知识创新和技术创新两大阶段;二是把创新链理解为面向产业链不同环节创新活动组成的上下游相互链接的过程。从双链双向嵌入协同发展视角来看,创新链应具备上述两种内涵特点,即创新链是产业链上下游之间、从创意产生到商业化阶段之间的,产学研用各类主体、资金人才各类要素、项目任务各类活动链接组成的系统。创新是产业链前后关联效应的纽带,生产线技术创新,劳动生产效率和投入产出效率同步提高,生产要素向高利润行业转移,实现产业升级(郑涛和杨如雪,2022)。

可见,现有研究尚未就有关双链双向嵌入内涵达成共识,有关双链双向嵌入原则和机制的讨论存在相似概念边界模糊、逻辑起点不一致的问题。

(二)创新链与产业链的测度

当前,有关对创新链和产业链的测度,主要从其内涵出发,涉及主体要素和结构要素等主要测度内容。国内外对产业链的测度研究较为丰富,总体来看具有两种测度方法:一是从宏观经济视角,通过测量一些与生产率密切相关指标(如投入产出表、进出口商品复杂度、出口结构相似度指数和出口国内附加值率等)来反映产业链绩效、位置和关联度等变量特征(黄先海等,2016),但这些研究的测度往往局限于行业层面且测度结果对纳入变量的敏感度较高;二是从产业链主体出发,即以微观企业视角来考察其在产业链中的位置和绩效,例如唐宜红和张鹏杨(2018)改进了企业所处生产链位置的测算方法,基于中国海关数据库、中国工业企业数据库和世界投入产出表构建结构分解和计量模型,定量评估企业参与全球产业链的驱动因素和影响机制。

不同于产业链具有明确输入和输出指标,也不同于对生产环节科研技术水平评价,创新链整合了从理论创新到产品转换的全过程,包含了基础研究、科技研发、产品试验、规模生产和投放市场等众多环节。学术界单独对创新链的全流程测量较少,没能触及到创新链投入与产出转换的“黑箱”,大多以创新链输出,即创新绩效为指标来衡量创新链的效能。例如,王玉东等(2019)从研发阶段和成果转化阶段两个一级指标和R&D人员投入及强度等6个二级指标来测量创新链创新绩效。柳卸林和朱浪梅(2021)面向战略性新兴产业开发突破式创新绩效量表,能够测度嵌入全球产业链对中国新兴产业开展突破式创新的影响机制。

(三)创新链与产业链的关系

从宏观层面来看,如图1所示,根据“微笑曲线”理论,为实现价值创造的最大化,创新链与产业链具有相互嵌入、相互协同和相互升级的互动关系,产业链的升级促进了创新链的提升,创新链的提升反过来促进了产业链的升级。从理论层面来看,关于创新链与产业链的关系研究主要存在“价值主导论”和“要素依赖论”。“价值主导论”强调在不同生产环节产生附加值(价值)的核心作用,认为企业为了获得价值链的最大化收益,会自动在双链关键节点最优配置资源;“要素依赖论”则突出核心技术、营商环境、创新生态和科创资源等要素对价值链的主导作用,主张价值链的波动和修改会推动甚至扭转创新链与价值链的关系(谭劲松等,2021),例如部署产业链并设计对应的创新链,可以

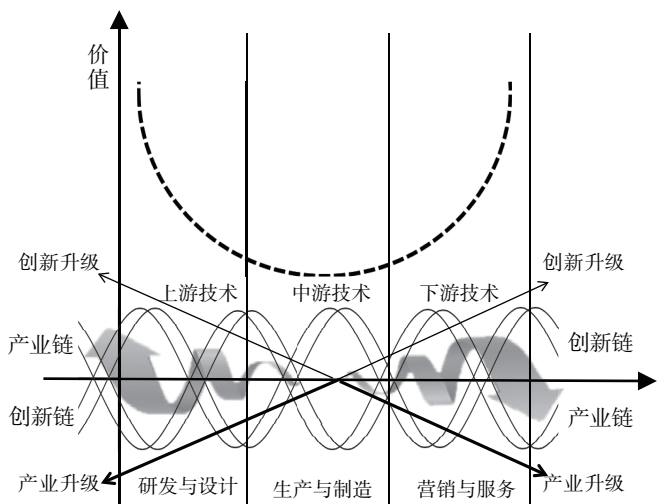


图1 产业链、创新链与价值关系微笑曲线

通过科研院所的成果转化来实现,而资金链、政策链则是驱动创新链和产业链升级的基本动力。

可见,产业升级和创新升级均能推动产业价值的提升。创新技术促使资源要素向附加值高的产业聚集,而附加值高的产业则能有效支持可持续创新链的螺旋延伸。因此,从实践层面来看,产业链和创新链的关系可以从“围绕产业链部署创新链”和“围绕创新链布局产业链”两个视角来进行归纳。“围绕产业链部署创新链”,主张围绕产业链、供应链现代化的核心需求和关键问题,针对产业链中的技术难点开展科技攻关,特别是在重大基础应用产业领域积极布局关键技术,从而提升全产业链的核心竞争力(张其仔,2021)。“围绕创新链布局产业链”,则强调科技创新成果转化,需要明确企业的创新主体地位,充分发挥区域内科创优势和人才优势,畅通科技成果落地转化渠道,从而规避双链不当嵌入而导致技术进步的“抑制效应”和“低端锁定”。

现有研究成果为理解双链双向嵌入提供了良好的理论基础。然而,在新发展格局时代背景下,鲜有研究对双链双向嵌入进行逻辑梳理和系统研究。本文基于产业价值链视角和网络嵌入性理论,尝试厘清创新链与产业链双向嵌入的基本概念、原则和机制,除借助复合系统协同度模型定量测度双链双向嵌入度之外,还基于2016—2020年中国31个省(市、区)(因数据缺失,不包含港澳台地区)指标数据为双链双向嵌入机制提供实证检验证据。以此为基础,进一步从空间、时间和嵌入类型层面,对比分析双链双向嵌入度在我国省级区域的分布情况和发展趋势,以期为理解和提升双链双向嵌入和区域协同创新发展提供政策建议和管理启示。

三、理论分析

(一)创新链与产业链双向嵌入的概念与分类

嵌入(embedded)的概念在不同领域有着丰富的应用内涵,如在计算机领域中的嵌入式系统、嵌入式编程、嵌入式处理等,社会学领域的网络嵌入、关系嵌入、结构嵌入等,管理学领域的组织嵌入、知识嵌入和资本嵌入等。Granovetter(1985)认为嵌入代表经济活动在社会关系模式中的情景依存,是一种处于“过度社会化”和“低度社会化”之间的影响机制。网络嵌入性理论将网络嵌入性划分为关系嵌入性和结构嵌入性,根据经济活动的外在环境情况,将网络嵌入性区分为认知嵌入性、文化嵌入性、政治嵌入性和结构嵌入性。尽管现有很多理论聚焦“嵌入”,但基本都局限于社会关系和结构对经济活动的制约机制,其概念的界定并不完全适用于双链双向嵌入模式。创新链与产业链具有双向嵌入的特性,是指在产品生命周期内,创新链和产业链的升级活动会互相受到对方经济行为的制约和激励而形成的一种特殊融合形式。

基于产业价值链视角和网络嵌入性理论,可以将创新链与产业链的双向嵌入按照主体和客体维度划分为“意识嵌入”和“需求嵌入与技术嵌入”(图2),此处的主体和客体维度是按照“主体嵌入于客体情境”的框架模式。意识嵌入属于嵌入主体,即将“意识”嵌入于双链的全流程和全周期,而需求嵌入和技术嵌入属于嵌入客体,即将双链全流程和全周期要素嵌入于需求和技术中。其中,意识嵌入在双链双向嵌入中起着基础性和战略性的引导作用。根据社会认知理论(social cognitive theory),由于自动化思考形成的固定行为模式,往往会阻碍创新意识的产生(王国猛等,2020),特别是一些基础科学领域的发展往往需要创新意识的突破。因此,意识嵌入比较适用于具有战略性、前瞻性产业的基础领域。当然,创新意识到创新应用是一个螺旋上升的过程,并不是所有的创新意识都能成功服务于企业战略,而将创新意识嵌入双链必须借助创新成果的转化和应用。

基于企业价值链视角,需求嵌入是指将产品生命周期中涌现的价值需求嵌入到创新链和产业链对应环节,具体表现是产品市场、产品需求和产品上市退市等对生产企业上下游客户之间的关系嵌入,主要集中在具有充分市场化和竞争性的空白领域。需求嵌入不同于创新意识方面的战略规划,一般需要广泛的市场调研,才能做出正确的运营判断和决策。技术嵌入则代表创新链和产业链在产品研发和制造生产过程中对技术的依赖程度,技术是将创新链与产业链稳固联系的重要媒介,一些基础性产业的卡脖子领域往往需要将双链要素与支持活动嵌

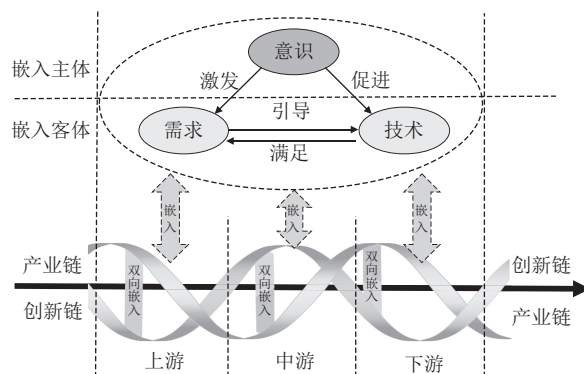


图2 创新链与产业链双向嵌入示意图

入到核心技术研发中,从而更好地将创新战略应用落地(Boxu et al,2022)。因为技术稀缺性和知识产权壁垒的存在,技术嵌入特别是关键核心技术的嵌入往往需要大量的资源要素投入和不断试错,故而其失败风险相较于意识嵌入和需求嵌入更高(张羽飞和原长弘,2022)。表1总结了三类嵌入形式对应的双链中产品生命周期、适用的产业领域和产业培育成功率情况。

表1 产业链与创新链双向嵌入类型情况

维度	类型	对应的产品生命周期	适用的产业领域	产业培育成功率
嵌入主体	意识嵌入	产品战略	战略性、前瞻性产业基础领域	高
嵌入客体	需求嵌入	产品市场、产品需求、产品退市	紧迫性、竞争性产业空白领域	中
	技术嵌入	产品规划、产品开发、产品上市	基础性产业的卡脖子领域	低

(二)创新链与产业链双向嵌入原则

基于双链双向嵌入内涵逻辑分析,可以将双链双向嵌入原则归纳为系统性原则、动态性原则和适用性原则三个方面。

1. 系统性原则

首先,无论是创新链还是产业链,本身都是具有连贯创新和生产关系的复合系统。双向嵌入的系统性原则,首先体现在双链在上下游企业和上下游技术彼此升级过程中的整体性和连贯性,双向嵌入链条上任何一个节点(如关键技术、供应链渠道、市场需求等)的突破,都能够在一定程度上带动整个系统的改造升级。其次,体现在双链升级目标一致性方面,产业链的更新升级需要持续不断的科技研发和技术更新,创新链的迭代升级则需要依托现有产业基础和运营规划,但二者升级目标都是为了再造产品生命周期,并形成利益最大化的价值链回报和长期稳定的嵌入网络关系。最后,系统性原则还体现在资源和信息共享层面,其中某链条拥有的规模化平台能够为另一链条提供边际成本较低的共享要素,且部分优质的平台资源具备规模效应、网络外部性和共享经济属性。因此,在开展双链融合升级时,通过互相嵌入各自的优势平台资源和共享资金、信息、技术等生产要素,能够减少产业升级和创新研发的试错成本,从而提升嵌入效能和竞争合力,实现双链双向嵌入的战略目标。

2. 动态性原则

创新链与产业链的双向嵌入是一个长期的、分阶段的、分区域的螺旋上升过程,其动态性原则体现在时间层面和空间层面。从时间层面来看,在互相嵌入的最初阶段,往往是特定环节的某些主体根据现实需求发起,并根据合作情况不断吸引双链中的其他主体和生产要素参与进来,双链双向嵌入从意识嵌入逐渐深化到需求嵌入和技术嵌入,嵌入的内容、合作的范围及主体间的信任度逐步提升。同时,随着嵌入时间的推移,部分不适应的嵌入主体和要素会逐渐淘汰或脱离双链复合系统。空间层面来看,由于产业和创新要素的集聚效应,创新链与产业链的双向嵌入很多情况下主要在一定范围内的区域内或地理位置较近的主体间进行,存在着明显的空间集聚效应和区域壁垒现象(李武艳和周依甸,2022)。然而,随着国际产业链分工的细化及现代物流产业的迅猛发展,加之建设全国统一大市场新发展格局的实施,原本处于壁垒外部的嵌入要素流通性不断提升,由于空间距离带来的主体沟通与要素流动成本不断降低,进一步促进了双链双向嵌入在空间层面的动态性。

3. 适用性原则

在关注创新链与产业链的双向嵌入问题时,必须考虑是否存在嵌入过度 and 嵌入不足等情况。事实上,现有研究对双链双向嵌入的作用存在一些争论,特别是在网络嵌入理论应用实践过程中,发现嵌入强度对创新链和产业链的升级并非是简单的线性关系,存在着“关系嵌入悖论”现象。例如,在一些新兴技术创新过程中,较强嵌入程度能够显著促进企业技术创新战略的达成,而过度嵌入可能导致技术“低端锁定”,反而会降低处于产业链劣势企业的创新绩效。另外,双链双向嵌入还需要考虑所在的产业领域的异质性和动态性,例如在传统制造和科技产业领域,由于存在市场垄断和知识产权壁垒,过强的嵌入水平往往会制约创新知识的获取,从而导致关键核心技术上的“卡脖子”;而在新能源、生物健康、新材料和高端制造业等新兴产业领域,提高嵌入程度则更有利于平台资源整合优化,提高生产和创新要素的流通性。另外,嵌入绩效也需要区分不同双链双向嵌入过程中对创新类型的适用程度,例如,对于分布式创新需要明确主导企业与辅助企业的嵌入职责和分工,对于嵌入式创新需要关注和规避部分嵌入企业的搭便车等消极行为(艾德洲和李宇,2021),而对于突破式创新则需要更多聚焦双链协同发展过程中的资源整合能力(刘小花和高山行,2020)。

(三)创新链与产业链双向嵌入机制概念模型

因为技术进步和应用存在“创新双螺旋”关系,创新链与产业链的双向嵌入不可避免会受到“双螺旋结构”影响,呈现双链要素“螺旋闭环”驱动双链双向嵌入的特征,如图3所示。从产业链视角来看,产业链面向市场和客户需求,以“产”和“用”来引导创新活动,这也是产业链嵌入创新链的主要形式。产业体系的建立、产业结构的升级和产业功能与空间分离,能够进一步引导企业加大创新研发投入,而产业战略规划能够明确创新链的延伸方向,从而提升产业技术水平并衍生新的创新链。从创新链视角来看,科技创新活动往往具有天然的创新风险,风险的不确定性为实现技术突破带来可能。根据分布式创新观点,某个创新主体需要承担创新活动的领导和资源分配职责,一旦某项关键技术取得突破,将推动整个产业链的上下游技术更新升级,甚至对市场需求产生深刻影响,引发全产业链变革。

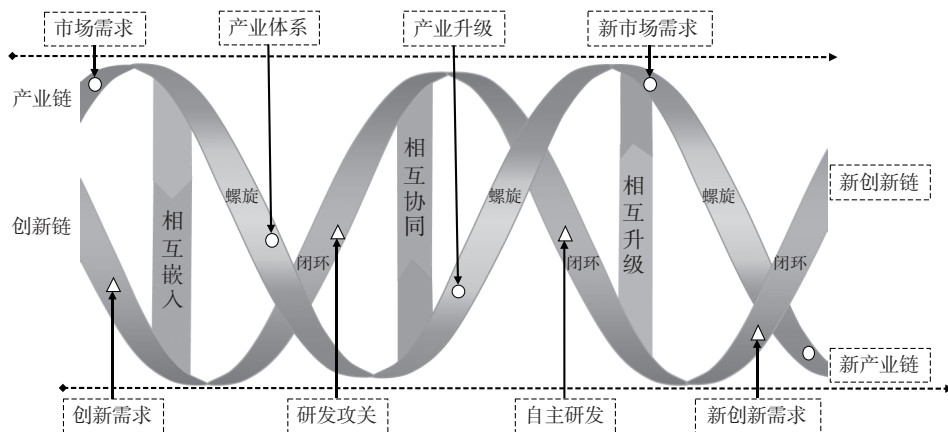


图3 创新链与产业链双向嵌入驱动机制

意识嵌入是影响双链嵌入的源动力,双链条上各层级组织机构只有统一了战略规划,才能保证双向嵌入的稳定实施;需求嵌入和技术嵌入则需要承接创新意识,同时面向上下游客户关系和技术市场,将各类生产要素嵌入需求和技术中,如图4所示。从双链双向嵌入驱动机制视角来看,企业是创新意识嵌入的主要载体,一方面创新意识嵌入能够直接增强企业生产效率,提升创新链与产业链的协同度;另一方面创新意识嵌入也是衡量创新链发展前景的重要指标,同样会直接影响需求嵌入和技术嵌入水平,这是因为只有明晰了产业定位和战略规划的企业才能有的放矢地开展创新活动,进而衍生新的业务和市场需求。除了创新意识嵌入的单向影响路径,三类嵌入类型的交互作用更能显著提升双链双向嵌入度。单独关注其中一类嵌入类型往往具有片面性,因为大部分双链上的重要节点在选择嵌入对象、嵌入内容和嵌入形式时,都会一定程度上受到外部市场环境、政策法规、组织关系和生产要素等复杂因素影响。因此,嵌入类型对双链双向嵌入具有系统性、复合性、多路径的影响机制。

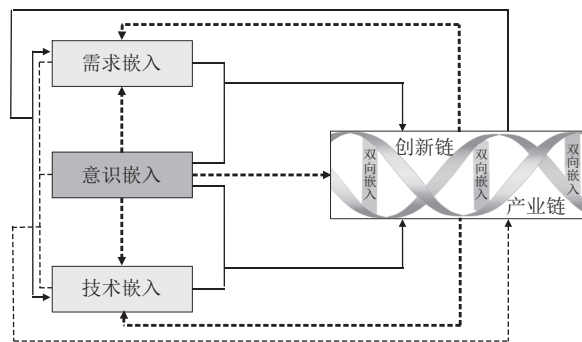


图4 嵌入类型对创新链与产业链双向嵌入影响路径概念模型

四、研究方法 with 变量测度

(一)创新链与产业链双向嵌入度测算模型

根据双链双向嵌入的理论与机制分析,将某区域内创新链与产业链的双向嵌入度作为一个复合系统,子系统在双向嵌入中促进区域内部创新和生产要素转化为价值,通过考察子系统有序度的变化情况分析复合系统的双向嵌入状态。本文借鉴复合系统协同度模型(马骁,2019),构建双链双向嵌入测度模型。

将全国创新链和产业链的双向嵌入构成的复合系统定义为 $E_i = \{E_1, E_2, \dots, E_i\}$, 设双向嵌入子系统的序参量为 $E_{ij} = \{E_{i1}, E_{i2}, \dots, E_{ij}\} (\alpha_{ij} \leq E_{ij} \leq \beta_{ij})$, i 和 j 分别代表复合系统与子系统的序参量数量 ($i, j \geq 1$), α_{ij} 和 β_{ij} 表示序参量在系统稳定状态时的下限和上限。此时, E_{ij} 的有序度可以进一步定义为

$$\mu_i(E_{ij}) = \begin{cases} \frac{E_{ij} - \alpha_{ij}}{\beta_{ij} - \alpha_{ij}}, & E_{ij} \text{ 为正向指标} \\ \frac{\beta_{ij} - E_{ij}}{\beta_{ij} - \alpha_{ij}}, & E_{ij} \text{ 为负向指标} \end{cases} \quad (1)$$

其中: $\mu_i(E_{ij}) \in [0, 1]$, 且 E_{ij} 会随着 $\mu_i(E_{ij})$ 的增大而对子系统的影响增加, 而复合系统 $\mu_i(E_i)$ 可以通过式(2)得到:

$$\mu_i(E_i) = \sum_{j=1}^n \lambda_j \times \mu_i(E_{ij}), \lambda_j \geq 0, \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1, \mu_i(E_i) \in [0, 1] \quad (2)$$

同理可知, E_i 对复合系统的贡献度会随着 $\mu_i(E_i)$ 的增大而增加, 式(2)中 λ_j 表示 E_{ij} 在整个复合系统中所占的权重。考虑到子系统序参量蕴含的信息差异性, 借助熵权法确定 λ_j , 构建 j 个序参量矩阵:

$$S = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \cdots & s_{1j} \\ s_{21} & s_{22} & \cdots & s_{2j} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ s_{n1} & s_{n2} & \cdots & s_{nj} \end{bmatrix} \quad (3)$$

计算第 n 个样本第 j 个序参量的比重 P_{nj} 为

$$P_{nj} = \frac{n_j}{\sum_1^n n_j} \quad (4)$$

随后计算第 j 个序参量的信息熵值 e_j 为

$$e_j = -\frac{1}{\ln n} \sum_1^n P_{nj} \times \ln P_{nj} \quad (5)$$

对信息熵的差异性系数进行定义, 令 $g_j = 1 - e_j$, 此时可以得到 E_{ij} 的熵权 λ_j 为

$$\lambda_j = \frac{g_j}{\sum_j g_j} \quad (6)$$

考虑复合系统在时间序列上从 T_0 到 T_1 的动态过程, 双链双向嵌入度 (Emb) 的计算方法如式(7)所示。式(8)中 δ 用于限制只有 $\mu_i^{T_1}(E_i) - \mu_i^{T_0}(E_i) \geq 0$, 系统的双向嵌入度变化才为正向。

$$Emb = \delta \sqrt{\prod_{i=1}^n |\mu_i^{T_1}(E_i) - \mu_i^{T_0}(E_i)|} \quad (7)$$

$$\delta = \begin{cases} 1, & \mu_i^{T_1}(E_i) - \mu_i^{T_0}(E_i) \geq 0 \\ -1, & \text{其他} \end{cases} \quad (8)$$

(二)创新链与产业链双向嵌入度测度指标

双链双向嵌入度测算是一个系统工程, 在指标的选取方面要遵循适用性原则, 既要满足测度指标的信度和效度, 也要尽量减少冗余信息干扰。基于国内外相关文献和我国经济社会发展实际, 从双链双向嵌入的类型出发, 选取固定资产投资增长率、地区生产总值等3个序参量共7个细分指标, 见表2。

意识嵌入主要体现在创新意识的产生和转化层面, 创新意识嵌入并非完全依靠灵感, 还依赖一定的试验、生产和运营实践启发, 历来原创性和突破性的重大创新意识和创新技术产生, 往往需要充足的科研投入

表2 产业链与创新链双向嵌入度评价体系

复合系统	子系统	序参量	指标	参考文献
双向嵌入程度	区域双向嵌入程度	意识嵌入 E_1	固定资产投资增长率(%) E_{11}	王玉东等(2019); 柳御林和朱浪梅(2021)
			规模以上工业企业 R&D 经费(亿元) E_{12}	
		需求嵌入 E_2	地区生产总值 GDP(亿元) E_{21}	马晓(2019); 李跟强和潘文卿(2016)
			社会消费品零售总额(亿元) E_{22}	
			外商投资企业进出口总额(亿美元) E_{23}	
		技术嵌入 E_3	专利授权量(件) E_{31}	李峰等(2021); 刘家树等(2022)
			技术市场成交额(亿元) E_{32}	

和硬件支持。因此,借鉴王玉东等(2019)及柳卸林和朱浪梅(2021)研究成果,采用固定资产投资增长率和规模以上工业企业R&D经费来衡量意识嵌入。

一般而言,一个区域的经济基础越扎实、居民消费越活跃、社会投资越丰富,则该区域的市场和技术需求越旺盛,其中经济基础可以使用地区生产总值(GDP)来衡量,GDP越高,该区域创新链和产业链的硬件设施越先进;借助社会消费品零售总额来衡量居民消费活跃度,社会消费品零售总额越高,所在区域产品需求越旺盛,配套产业发展则越成熟;而外商投资企业进出口总额越高,说明全球市场的需求越高,经济活动和贸易往来越繁荣(马晓,2019)。因此,参考李跟强和潘文卿(2016)的研究,从地区生产总值、社会消费品零售总额和外商投资企业进出口总额等三个层面测度需求嵌入。技术嵌入的衡量则主要借助专利授权量和技术市场成交额来进行测算,两个指标分别代表了区域在创新链和产业链上的核心技术创造能力和转化能力(李峰等,2021;刘家树等,2022)。以上所有指标均为正向指标。

(三)数据来源

根据双链双向嵌入度评价指标,从全国31个省(市、区)(因数据缺失,未包含港澳台地区)的统计年鉴、《国民经济和社会发展统计公报》《中国科技统计年鉴》和知识产权服务平台及国家数据库等途径获取指标数据。考虑到新冠疫情全球流行的影响偏差和统计数据发布的延滞性,数据收集的年份限定在2021年之前,重点考察党的十九大以来,经济发展新常态和新发展理念指导下的双链双向嵌入度在省级区域上的分布情况。因此,所有指标限定于各省级区域2016—2020年的数据统计并进行标准化处理。

五、测算结果分析

(一)空间分布差异分析

基于收集的31个省级区域2016—2020年指标数据,依据式(1)~式(8)计算得到各个省份的双链双向嵌入度。表3展示了2020年各省份双链双向嵌入度排名和层次划分,其中江苏、上海和广东位列全国前三甲和第一层次。这些省份位于长三角、珠三角核心区域,区位优势显著,产业体系布局均衡,高科技产业集聚,拥有丰富的人口资源和巨大的科创优势,为双链双向嵌入提供了稳定可持续的要素保障。甘肃、宁夏、海南、青海、内蒙古、西藏位于第五层次,除海南因缺乏传统工业基础而无法体现双链嵌入指标外,其他省份均位于发展基础薄弱的西部区域。值得关注的是,处于第一层次的省份全部来自南方区域,东北三省均位于第四层次,所有北方省份在双向嵌入度上表现不佳,这与南北区域在创新文化、营商环境和产业集聚方面的差异性有关(徐君等,2022)。

表3 全国省级区域创新链与产业链双向嵌入度层次分布

层次	双向嵌入度	省级区域(按双向嵌入度大小排序)
第一层次	≥ 0.30	江苏、上海、广东
第二层次	0.10~0.30	四川、浙江、北京市、福建、河南、山东、陕西、安徽、湖北、天津、湖南
第三层次	0.05~0.10	重庆、江西、贵州、广西、河北
第四层次	0.01~0.05	辽宁、山西、云南、吉林、黑龙江、新疆
第五层次	≤ 0.01	甘肃、宁夏、海南、青海、内蒙古、西藏

考虑到产业的空间集聚效应,考察东部区域、东北区域、中部区域和西部区域双链双向嵌入度区域分布情况,如图5所示,全国经济区域的划分依据《中国区域间投入产出表》和相关研究^①。从全国层面来看,得益于产业结构调整升级和供给侧改革红利,创新和生产要素在我国恰当政策引导下得到合理配置,全国双链双向嵌入度逐年稳步提升。2020年新冠疫情全球爆发以来,技术和资本等要素在世界范围内的流通受阻,加上国内老龄化和“中等收入陷阱”风险累积,宏观经济发展处于战略调整适应期,传统产业和中小企业面临着供应端紧张、研发端乏力、市场端疲软等全流程困境,双链双向嵌入度增长明显放缓。这一现象在东北区域更为突出,2018年以来,该区域双链双向嵌入度增长几乎陷入停滞。

从区域层面来看,双链双向嵌入度在四大经济区域之间存在着“强者越强”的马太效应,即产业基础越扎实、科创资源越丰富、产学研融合越紧密,则区域双链双向嵌入度提升越迅速。这是因为双链双向嵌入能够

① 《中国区域间投入产出表》将31个省份划分为八大区域,在此基础上,划分为四大经济区域,其中东部区域包括北京、天津、河北、山东、江苏、上海、浙江、福建、广东、海南10个省份,东北区域包括黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古4个省份,中部区域包括山西、河南、安徽、湖北、湖南、江西6个省份,西部区域包括陕西、宁夏、甘肃、青海、新疆、四川、重庆、广西、云南、贵州、西藏11个省份。

便利要素流通,提升双链升级效率,“双向嵌入红利”反过来正向激励区域深入实施双链协同发展。

(二)时间分布趋势分析

将双链双向嵌入度放到时序尺度上考察,能够比较分析其在不同区域的发展趋势。图6展示了31个省(市、区)(因数据缺失,未包含港澳台地区)2017—2020年双链双向嵌入度年均增长率分布情况。与双链双向嵌入度在空间分布上“南强北弱”不同是,低双向嵌入度省份具有增速上的“后发优势”,增速较快的省份主要集中在表3中的第二至第四层次省份,位于第五层次的海南省则以年均增速40.29%位列第一。2018年海南自由贸易试验区总体方案颁布实施以来,经济特区海南省的产业结构得到完善升级,对外开放程度进一步扩大,融入全球价值链进程加速,未来以新兴工业、旅游业为主线的产业链将加快双链双向嵌入进程。另外,由于“先发省份”的双链双向嵌入度基数较大,位于较高层次的省份增长相对“后发省份”面临着更大的边际增长压力和更苛刻的资源总量约束。然而,需要注意的是,部分省份既处于较低双向嵌入度层次,且增长速度排名靠后,如东北三省和西北省份,特别是位于青藏高原的青海和西藏,二者的双向嵌入度年均增长率为负,需要当地因地制宜,主动融入全国统一大市场 and 国内大循环,在双链双向嵌入中寻求“弯道超车”。

表4展示了2017—2020年31个省(市、区)(因数据缺失,未包含港澳台地区)双链双向嵌入度空间分布变化情况。可以看出,早年双向嵌入度领先省份,由于受到“双向嵌入效应”红利的正向激励,始终在双链双向嵌入度方面保持领先地位,进一步反映了双链双向嵌入在空间分布上存在“马太效应”。特别是位于第一层次的江苏、上海和广东,一直保持处于领先优势。江苏作为全国第二大经济强省,区域发展和产业链分布较为均衡,以制造业为主的工业贡献了大部分的GDP,而产业链和创新链的双向嵌入最能体现在传统和新兴制造业等工业领域,加之良好的产业布局和强劲的发展势头,具有强大工业底蕴的江苏在双向嵌入度中独占鳌头。广东是全国第一经济强省和第一人口大省,同时也是第一工业、外贸和财政大省,珠三角拥有健康稳定的产业链体系,双链协同度和双向嵌入水平较高。上海作为全国科技创新、金融、物流、供应链和工业中心,各类新兴科技产业快速发展,长三角区位优势、科创资源优势和营商环境优势为双链双向嵌入提供着可持续性动力。另外,随着传统制造业的向内陆迁移,先进的创新意识和成熟的产业体系随之从东部沿海区域向内陆中西部区域“溢出”,部分中西部省份承接了东部区域转移产业,而双链双向嵌入所需的创新意识和技术转化成本相对较低,表现出较快的双链双向嵌入度增长趋势。

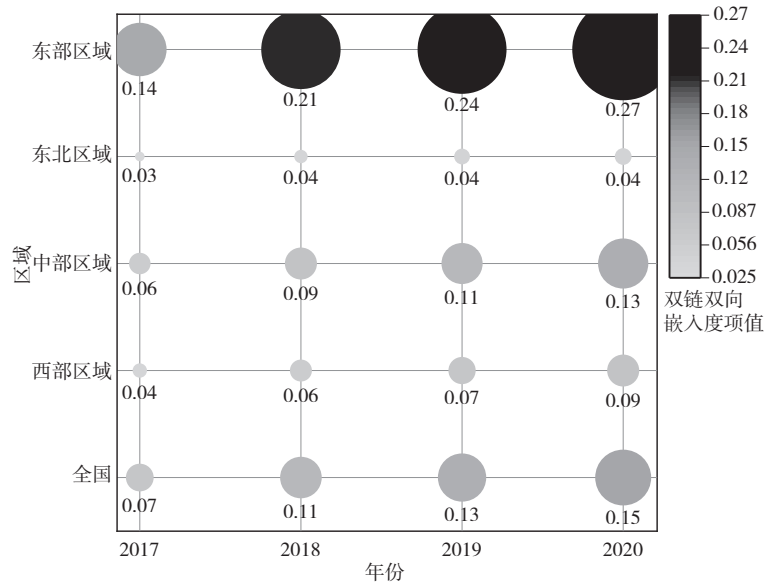


图5 全国四大经济区域创新链与产业链双向嵌入度分布

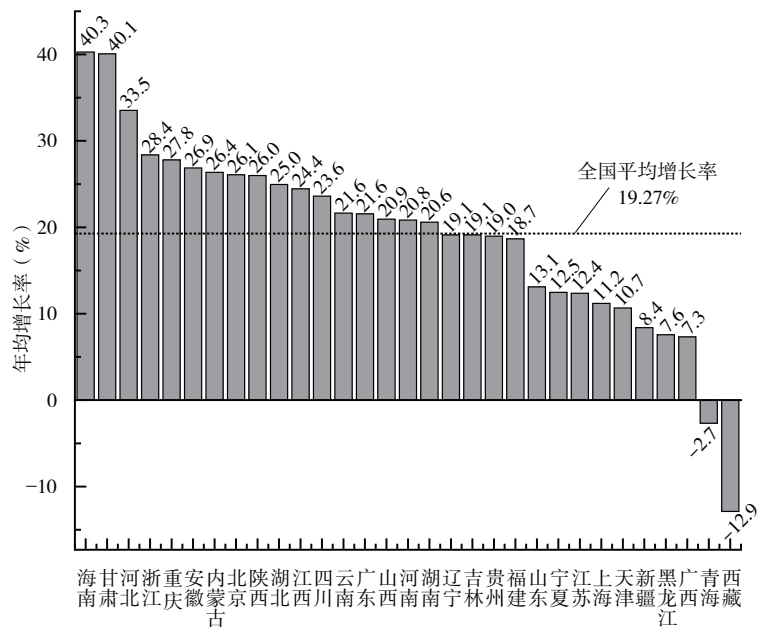


图6 省级区域双链双向嵌入度2017—2020年年均增长率分布

表 4 2017—2020 年全国省级区域双向嵌入度分布

省级区域	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	均值	省级区域	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	均值
江苏	0.5057	0.6917	0.7390	0.8060	0.6856	贵州	0.0392	0.0583	0.0688	0.0785	0.0612
上海	0.2844	0.3774	0.3958	0.4348	0.3731	广西	0.0486	0.0622	0.0613	0.0645	0.0592
广东	0.2064	0.3702	0.4089	0.4505	0.3590	河北	0.0269	0.0474	0.0652	0.0855	0.0563
四川	0.1738	0.2688	0.3379	0.4059	0.2966	辽宁	0.0632	0.0800	0.0200	0.0300	0.0483
浙江	0.1101	0.1892	0.2420	0.2990	0.2101	山西	0.0228	0.0372	0.0444	0.0489	0.0383
北京	0.1096	0.1673	0.2225	0.2771	0.1941	云南	0.0229	0.0336	0.0433	0.0502	0.0375
福建	0.0865	0.1274	0.1528	0.1716	0.1346	吉林	0.0195	0.0277	0.0333	0.0392	0.0299
河南	0.0835	0.1171	0.1424	0.1782	0.1303	黑龙江	0.0164	0.0141	0.0182	0.0219	0.0176
山东	0.0969	0.1295	0.1244	0.1586	0.1273	新疆	0.0121	0.0125	0.0149	0.0167	0.0141
陕西	0.0692	0.1153	0.1454	0.1744	0.1260	甘肃	0.0038	0.0072	0.0107	0.0145	0.0090
安徽	0.0671	0.1011	0.1364	0.1738	0.1196	宁夏	0.0059	0.0070	0.0082	0.0095	0.0076
湖北	0.0667	0.1045	0.1390	0.1626	0.1182	海南	0.0015	0.0048	0.0058	0.0058	0.0045
天津	0.0900	0.1030	0.1050	0.1350	0.1083	青海	0.0033	0.0045	0.0032	0.0029	0.0035
湖南	0.0687	0.0939	0.1181	0.1453	0.1065	内蒙古	0.0011	0.0018	0.0039	0.0063	0.0033
重庆	0.0465	0.0800	0.1027	0.1241	0.0883	西藏	0.0014	0.0010	0.0006	0.0008	0.0010
江西	0.0376	0.0579	0.0741	0.0901	0.0649						

(三) 嵌入类型比较分析

对全国 4 个经济区域分别按照意识嵌入、需求嵌入和技术嵌入开展比较分析,如图 7 所示,可以发现,在四大经济区域中,三类嵌入类型均值的排序整体较为一致,从高到低依次为需求嵌入、技术嵌入和意识嵌入。需求嵌入在三类嵌入类型中排名第一,除了与其产业培育成功率较高之外,还是当前我国社会主要矛盾的体现。2021 年我国人均 GDP 突破 8 万元人民币并超过世界人均水平,极大丰富的物质生活和广泛的消费需求造就了全球最有活力的市场环境,吸引了大量市场资本和技术知识涌入,基础设施和教育等领域的投资为双链双向嵌入提供了可持续的要素输入。然而,“核心技术、关键技术,化缘是化不来的”,特别是在芯片、航空引擎、工业软件和扫描电镜等“卡脖子”领域,较高的技术嵌入度反映了这一迫切的现实需求。因此,无论是改革中央财政科研经费管理、完善科技成果评价机制、加强基础教育,还是强化双链韧性、开展补链强链行动及“揭榜挂帅”等专项活动,技术嵌入得到从中央到部委、从地方到企业的全方位重视和全要素支持。排名靠后的是意识嵌入度,虽然我国 R&D 经费投入强度在 2017 年已经达到中等发达国家水平(张其仔, 2021),但在基础研究领域的经费占比增长缓慢,对大科学实验装置和科技成果转化方面的投资缺乏耐心,反映了当前 R&D 经费投入“短视”行为及新发展理念贯彻不彻底现象。

从区域内部横向比较视角出发,由图 7 可以发现,东北区域和中部区域内部省份之间双链双向嵌入度差异性较小,且大部分低于全国平均水平。东部区域因囊括了南北省份且发展层次各异,其内部省份的嵌入度分布波动较大。另外,东部区域所有嵌入类型均遥遥领先其他区域,其中需求嵌入更是超过了全国平均水平,反映了其旺盛的嵌入需求和强势的区位引领能力。近年来,西部区域因为“一带一路”倡议和成渝区域双城经济圈协同发展,四川、陕西等西部省份异军突起,高端制造、平台经济、夜间文化和旅游消费等现代产业体系得到完善,双链稳定性和竞争力不断提升,多类型双链嵌入在经济平稳增长中深化发展。

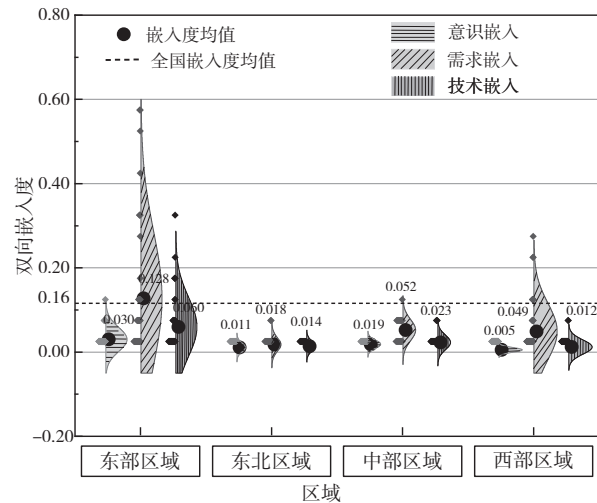


图 7 区域创新链与产业链双向嵌入分类型分布

六、结论与启示

(一) 主要结论

促进创新链和产业链双向嵌入一直是我国实施创新驱动战略和实现高质量发展的重要途径。我国各级政府通过促进产学研协同创新、建立产业技术创新联盟、发展科技成果转化信息平台 and 推进技术市场建设等

一系列举措,创新链与产业链不匹配和脱节问题得到较大缓解,为双循环新发展格局和国内统一大市场积累了宝贵的产学研用融合发展、区域协同创新和双链双向嵌入实践经验。本文从理论和实践层面系统梳理了创新链与产业链的关系,界定了创新链与产业链双向嵌入的基本概念和嵌入原则,并将其划分为意识嵌入、需求嵌入与技术嵌入类型。明确了双链双向嵌入的驱动机制和嵌入类型对双向嵌入度的影响路径,构建了创新链与产业链双向嵌入度测算模型和指标体系,并以2016—2020年31个省(市、区)(因数据缺失,未包含港澳台地区)为研究对象,从空间、时间和嵌入类型层面对比分析了双链双向嵌入度分布和趋势,研究发现:

(1)当前我国创新链和产业链双向嵌入度稳步上升,在省级区域层面存在5个层次和“南强北弱”现场,具有“强者越强”的马太效应。

(2)双链双向嵌入度低层次省份在嵌入度增速上具有“后发优势”,但东北区域和西部区域部分省份由于区位优势 and 基础薄弱,在双链双向嵌入度层次和增速上表现不佳,当前双向嵌入度随着产业转移呈现“由东部沿海向内陆中西部延伸”趋势。

(3)嵌入类型在我国四大经济区域排名较为一致,需求嵌入构成双链双向嵌入度主要内容,而意识嵌入在各区域仍有较大提升空间,其中东部区域内部省份的嵌入类型差异较大,东北和中部区域内部省份差异度较小,而西部区域部分省份(如四川、陕西)开始逐渐在双链双向嵌入度方面发力。

本文结论对我国深入实施双链双向嵌入和区域协同创新发展具有一定的借鉴意义。从意识嵌入看,创新链和产业链上的企业主体应以服务国家和区域发展战略为核心使命,统一上中下游关键节点战略规划和创新意识,并将其作为双链升级的目标方向。同时,地方政府和企业还要面向市场需求,借鉴双链互相嵌入驱动机制的过程逻辑和需求嵌入影响路径,构建“供应链现代化-双链位置定位”的“外承接”路径和“国内统一大市场-区域协同发展规划-企业市场需求”的“内循环”路径。以技术嵌入为落脚点和根本抓手,把握技术嵌入和技术革新规律,从商业模式、创新要素、产业生态、业务流程、信息平台和管理制度等方面进行切入,通过双链技术联盟和生态体系合作,加强自身组织学习和技术改进,逐步将外部技术研发经验和产业管理能力内部化,以突破式技术创新提升在双链中的影响力和附加值收益。

(二)政策启示

基于以上研究结论,提出如下政策启示:

第一,坚持意识嵌入引领,认真贯彻新发展理念。必须坚持以新发展理念为主要内容的习近平新时代中国特色社会主义思想,构建区域特色创新文化,增强创新合作、协作发展和双向嵌入意识,强化双链上下游主体创新意识的契合度、战略目标的匹配度和政策支持的精准度,积极探索符合当地实际和特色的双链嵌入路径。在嵌入度低层次区域,要从需求嵌入入手,进一步扩大对外开放和深化改革,发挥政府采购和公共财政入股的引领作用,积极承接国内和国际生产要素转移,大力发展绿色低碳优势产业,不断提升双链协同和嵌入层次。坚持全国双链双向嵌入一盘棋,根据国家需求及时编制创新链和产业链发展战略规划和年度计划,统一双链关键节点各级主体的创新意识,及时出台和完善创新链和产业链在资金支持、组织保障和人才供应等方面的促进政策,在全社会大力营造创新发展、协调共进、绿色持续、开放包容和共享合作的双链双向嵌入氛围。

第二,均衡需求嵌入布局,积极融入新发展格局。立足双循环发展战略和国内统一大市场,充分发挥市场在双链要素配置中的决定性作用,优化双链要素市场化配置机制,借助先进信息技术搭建数字经济平台,畅通市场需求、科创资源、知识产权和创新技术的交易渠道,打破区域贸易壁垒和技术低端锁定,全力促进区域整体双链嵌入融合进程。积极构建创新链、产业链和供应链跨区域嵌入机制、融合机制和共享机制,依托区域内各自资源禀赋和要素优势,先发区域带动后发区域,各区域在创新链和产业链升级中市场共享、风险共担、技术共创。面向国际需求“外承接”创新知识,“内衔接”国内市场,构建产学研融合发展的产业创新联合体,共同应对国内国际双循环市场不确定性。提升产业创新联合体市场风险免疫力和供应链韧性,注重双链双向嵌入过程中的风险识别、风险评价、风险预警和风险控制,要有知识备份、有应急预案、有创新保险,通过风险回避、风险分散、风险分摊、风险转移等方式防控和化解各类新发展格局下面临的竞合风险与市场不确定性。

第三,提升技术嵌入水平,稳步实现新发展目标。以实现经济高质量发展为统筹,梯次有序嵌入国家“双碳”战略需求和技术需求,提升创新链、产业链和供应链韧性,加强双链在各层次各系统之间的耦合性。依托

创新链与产业链协同区域、科创走廊、关键创新城市、高新区产业园区和高科技企业,分层次、按次序、讲序列分配双链资源要素,精准化实施创新技术研发合作。促进知识产权保护和科技成果转化,打造产学研用中主体机构组成的关键核心技术联盟。推进创新链和产业链“链长制”建设,“链长”负责领导双链双向嵌入技术规划、调研、研发和转化,合理分工定向研发并共享核心专利,构建高端人才库和有效专利池。完善创新链产业链融资制度,推广完善科技保险,设计构建双链嵌入保险,合理规避双链双向嵌入风险。集中双链优势资源要素,传统优势产业“筑长板”,基础性战略产业“补短板”,竞争性新兴产业“抢阵地”,在新旧动能转换和双链“链合竞争”过程中不断提升技术嵌入水平,从而实现“弯道超车”。

参考文献

- [1] 艾德洲,李宇,2021.监管的企业嵌入式创新机制——基于自贸试验区双案例演化分析[J].科研管理,42(9): 127-133.
- [2] 黄先海,诸竹君,宋学印,2016.中国中间品进口企业“低加成率之谜”[J].管理世界,33(7): 23-35.
- [3] 李峰,李明祥,张宇敬,2021.科技创新、产业结构升级对经济发展的实证分析[J].技术经济,40(7): 1-10.
- [4] 李跟强,潘文卿,2016.国内价值链如何嵌入全球价值链:增加值的视角[J].管理世界,33(7): 10-22, 187.
- [5] 李武艳,周依甸,2022.产业集聚、空间溢出与区域创新效率——以长江经济带为例[J].技术经济,41(8): 11-22.
- [6] 刘家树,石洪波,齐昕,2022.创新链与资金链融合的路径研究——基于区域创新生态系统共生理论框架的组态分析[J].科学管理研究,40(1): 153-161.
- [7] 刘小花,高山行,2020.复杂制度环境中制度要素对企业突破式创新的影响机制[J].科学学与科学技术管理,41(11): 117-131.
- [8] 柳卸林,朱浪梅,2021.中国区域创新全要素生产率的演变动态:追赶还是落后?[J].科学学与科学技术管理,42(12): 99-112.
- [9] 马骁,2019.基于复合系统协同度模型的京津冀区域经济协同度评价[J].工业技术经济,38(5): 121-126.
- [10] 谭劲松,宋娟,陈晓红,2021.产业创新生态系统的形成与演进:“架构者”变迁及其战略行为演变[J].管理世界,37(9): 167-191.
- [11] 唐宜红,张鹏杨,2018.中国企业嵌入全球生产链的位置及变动机制研究[J].管理世界,34(5): 28-46.
- [12] 王国猛,张梦思,赵曙明,等,2020.个性化契约与核心员工亲组织不道德行为:社会认知理论的视角[J].管理工程学报,34(4): 44-51.
- [13] 王璐瑶,曲冠楠,ROGERS J,2022.面向“卡脖子”问题的知识创新生态系统分析:核心挑战、理论构建与现实路径[J].科研管理,43(4): 94-102.
- [14] 王硕,朱春艳,2021.构建中国主导的国际产业链:模式与机制[J].科学管理研究,39(6): 156-161.
- [15] 王玉冬,张博,武川,等,2019.高新技术产业创新链与资金链协同度测度研究——基于复合系统协同度模型[J].科技进步与对策,36(23): 63-68.
- [16] 徐君,郭鑫,蒋雨晨,2022.区域创新生态圈自主进化能力评价及实证研究[J].软科学,36(1): 108-113, 119.
- [17] 张其仔,2021.提升产业链供应链现代化水平路径研究[J].中国工业经济,(2): 80-97.
- [18] 张羽飞,原长弘,2022.产学研深度融合突破关键核心技术的演进研究[J].科学学研究,40(5): 852-862.
- [19] 郑涛,杨如雪,2022.高技术制造业的技术创新、产业升级与产业韧性[J].技术经济,41(2): 1-14.
- [20] YANG B X, LI X G, KOU K, 2022. Research on the influence of network embeddedness on innovation performance: Evidence from China's listed firms[J]. Journal of Innovation & Knowledge, 7(3): 100210.
- [21] GRANOVETTER M, 1985. Economic action and social structure: The problem of embeddedness[J]. American Journal of Sociology, 91(3): 481-510.
- [22] STEPHEN R, JUAN D, JAMES H, 2008. Modelling the innovation value chain[J]. Research Policy, 37(6): 961-977.

Bi-directional Embedding Mechanism between Innovation Chain and Industrial Chain Based on the Provincial Data in China

Liang Benbu¹, Xie Kefan¹, Chen Hanmei², Chen Yun¹

(1. School of Law, Humanities and Sociology, Wuhan University of Technology, Wuhan 430070, China;

2. Hubei Technology Exchange, Wuhan 430071, China)

Abstract: Based on the theories of the industrial value chain and the network embeddedness, the basic concepts and principles of bi-directional embeddedness of the innovation chain (InC) and the industrial chain (IdC) are summarized, which are divided into consciousness embeddedness, demand embeddedness and technology embeddedness. In order to investigate the current situation and trends of the bi-directional embeddedness degree distribution at the spatial, temporal and embedding type levels, the bi-directional embedding index system employing the conceptual model was developed to explore the bi-directional embedding degree of the 31 provincial-level regions (Due to the lack of data, the statistical data mentioned here do not include the Hong Kong Special Administrative Region, the Macao Special Administrative Region and Taiwan Province.) in China from 2016 to 2020 by using the composite system model. The results show that the current national bi-directional embeddedness of the InC and IdC has steadily increased. There are five levels between provinces with the phenomenon of “the south is strong and the north is weak” and “the stronger the stronger”. These provinces with low-level bi-directional embedding degrees have a late-mover advantage. There is a trend of “extending from the eastern coast to the inland, central and western regions” with the transfer of industries. Demand embedding has become the main content and the types of embedding show great differences between provinces within different regions.

Keywords: innovation chain; industrial chain; bi-directional embedding; regional collaborative innovation