

从要素浅联到产业深融:四链“深度融合”的传导机制与时滞效应分析

王晓珍¹, 薛辰宇^{2,3}, 李 辉⁴

(1. 中国矿业大学经济管理学院; 2. 中国科学院科技战略咨询研究院; 3. 中国科学院大学公共政策与管理学院; 4. 中国矿业大学公共管理学院)

摘要:当前,我国正处于以新质生产力驱动产业结构跃迁、加快实现高水平科技自立自强的关键攻坚期,人才链、资金链、创新链与产业链的深度融合已成为打通创新“最后一公里”、破解“卡脖子”技术困境的核心抓手。立足结果导向,界定四链“深度融合”的本质内涵,构建四链“深度融合”的序贯式研究框架,并基于2011—2024年我国上市公司数据构建179条产业链,从企业微观层面实证探究四链“深度融合”的传导机制、时滞特征与异质性表现。研究发现:人才和资金支撑了创新链,推动创新链各环节显著正向驱动产业链升级,四链实现了深度融合;创新链各环节的传导具有时滞特征,其影响强度随滞后期的延长而逐步衰减;异质性分析表明,中西部地区、非国有企业及产业链中游企业的四链“深度融合”效果更显著,且中西部地区的边际效应尤其突出。基于上述机理,提出推进四链“深度融合”的对策建议:一是针对研发前端“要素协同不足”痛点,推动人才、财政资金与社会资本向基础研究和前沿技术攻关集聚;二是破解创新成果“转化梗阻”,构建“研发-中试-产业化”分阶段支持机制,以中试平台、成本分担和市场准入打通成果转化“最后一公里”;三是直面区域、产权性质与产业链环节的融合落差,实施分类施策与精准赋能,强化中西部创新追赶、国企民企优势互补及上中下游协同升级。

关键词:“四链融合”;产业跃迁;创新韧性;创新效能;时滞效应;全要素生产率

一、问题的提出

习近平总书记在中国科学院第十七次院士大会、中国工程院第十二次院士大会上的讲话提出,要“着力围绕产业链部署创新链、围绕创新链完善资金链”^[1]。由此,我国对创新驱动发展规律的认识不断深化,逐步形成了以创新链、产业链、资金链和人才链(以下简称“四链”)为核心的“四链融合”发展思路,并呈现

出层层递进的理论演进脉络。系统梳理发现,相关政策与文件始终紧扣不同阶段创新发展的核心矛盾,有着鲜明的问题导向:在“四链融合”的早期探索阶段,融合的内涵侧重于打破各链条之间的壁垒,搭建创新链、产业链、资金链和人才链之间的基本连接,迈出从无到有的关键一步。“围绕产业链部署创新链”正是这一阶段的纲领性指引,精准指向我国长期存在的科技研发与产业发展脱节的困局,为早期阶

引用本文:王晓珍,薛辰宇,李辉.从要素浅联到产业深融:四链“深度融合”的传导机制与时滞效应分析[J].河海大学学报(哲学社会科学版),2026,28(4):115-130.

基金项目:江苏省社会科学基金重点项目(26GLA001);教育部人文社会科学研究规划基金项目(24YJA840013);中央高校基本科研业务费专项资金项目(2024SKH02)

作者简介:王晓珍(1977—),女,教授,博士,主要从事产业创新与政策驱动研究。E-mail:wangxiaozhen055@163.com

段打通四链基本连接、破解“两张皮”问题提供了根本遵循。随着实践的深入,各链之间的基本联系逐步建立,有连接却流动不畅、有协同却效能不彰等深层次问题逐渐显现^[2-3],融合的主要矛盾也由“有没有联系”进一步转向“联系是否顺畅、融合是否有效”。在此背景下,2019年习近平总书记在江西考察时明确提出要“走出一条创新链、产业链、人才链、政策链、资金链深度融合的路子”^[4],这也是四链“深度融合”的首次提出,对融合的实际成效提出了更高要求。2022年党的二十大报告进一步强调“推动创新链产业链资金链人才链深度融合”,将四链“深度融合”明确纳入国家创新体系建设的重要部署。2026年《中华人民共和国国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要》再次提出要“促进创新链产业链资金链人才链深度融合”,标志着四链“深度融合”成了推动我国高水平科技自立自强、培育新质生产力的核心支撑与关键路径。

为响应并促进四链“深度融合”这一重要战略部署,学术界展开了热烈讨论,主要集中在内涵和融合效果两方面:一是在理论内涵上,“四链融合”和四链“深度融合”均有相关探讨和研究成果,现有研究对“四链融合”概念的界定多基于过程视角,强调创新要素的流动和优化配置^[5-6]。如,聂常虹等认为“四链融合”的本质是降低创新要素流动的壁垒,增强国家创新体系效能^[7];李晓锋则更为关注“四链融合”过程中创新主体的协同,认为“四链融合”的实质在于推动创新主体之间的协同互动^[8]。针对四链“深度融合”,陈劲等将其视作四链的深度协同^[9];王晓珍等则认为其根本目标在于推动产业升级、持续迭代并向高端跃升^[10]。二是在“四链融合”效果上,现有学者主要采用两种方法进行研究:一方面,构建综合评价指标体系,如对我国宏观区域的“四链融合”水平进行量化分析^[11-12],尤其注重四链之间耦合协同关系的考察^[13];另一方面,以不同企业和创新载体为样本进行案例研究,探究“四链融合”的微观运行机制,认为市场机制^[7,14]、创新生态^[9]和资源共享^[6]是影响“四链融合”成效的重要因素。不难看出,目前关于“四链融合”的研究已

在多方面取得积极进展,这为后续的研究提供了宝贵的参考和借鉴。尽管如此,目前仍有如下问题需进一步关注:其一,现有研究更多关注“四链融合”,关于四链“深度融合”的研究鲜少,虽有个别学者提出了四链“深度融合”的概念,但其内涵界定与现有的四链融合概念并无本质区分,研究重点仅为“融合”本身,而非“深度”,更忽略了深度融合的结果导向。此外,有学者提出了四链“深度融合”的本质在于产业升级^[10],但仍停留于理论阐述,缺乏实证检验,结论的说服力与实践指导价值受限。其二,现有实证分析多集中于省、市等宏观区域层面融合效果的整体测度,虽能反映整体态势,但难以捕捉产业和企业层面所面临的四链“深度融合”的微观状态,导致政策的针对性与实操性不足。尽管部分研究亦尝试从企业等微观视角切入,但多依赖案例分析且缺乏更丰富多元的数据支撑,指导作用有限。其三,部分学者采用测算耦合协同度的方法对四链的协同过程进行探究,但往往忽略了四链协同的结果及传导机理,导致研究成果难以真正衡量“四链融合”的实际成效,无法识别“四链融合”过程中的堵点,亦不能有效促进产业创新和升级。

基于上述分析,借鉴王晓珍等关于四链“深度融合”的内涵^[10],以推动高质量发展为目标,以产业为落脚点,将产业的升级与高端跃迁作为深度融合的衡量依据,实证分析四链“深度融合”的传导机制与时滞效应问题。此次研究的边际贡献在于:第一,将研究重点从融合过程的协同性转向深度融合的目标成效,以产业创新和高质量发展作为深度融合的测度结果;第二,考虑到四链链条和环节在产业发展过程中并非完全处于同一时空,在理论上也无法真正并行对应和区分,为此,聚焦产业层面,采用纵向传导研究思路,以产业升级和高质量发展为目标,构建四链序贯式传导研究框架;第三,基于四链“深度融合”的结果导向,创新性地从全要素生产率变化视角构建四链“深度融合”的测度方法,并进一步从企业微观层面实证探究创新链各环节的传导机制及其滞后效应,为四链“深度融合”提供微观证据与量化支持,从而弥补既有研究在机制识别与动态效应

分析方面的不足。

二、理论基础与研究假设

1. 四链“深度融合”的内涵界定与理论基础

借鉴王晓珍等关于四链“深度融合”的内涵^[10],将四链“深度融合”界定为:以推动高质量发展为目标,通过优化资本与人才等核心资源配置,驱动创新与产业效能提升的系统过程。四链“深度融合”的本质是实现产业的升级与高端跃迁,其中创新是核心,产业是落脚点,人才与资金是关键支撑。进一步地,基于产业发展视角,强调深度融合的结果是将产业高质量发展(即产业升级迭代与高端跃迁)作为四链“深度融合”的衡量指标,并在此基础上探讨四链“深度融合”对产业高质量发展的作用机制问题。

创新理论指出,资本和人才等要素的空间集聚与高效配置并非简单的要素叠加,而是通过打破要素分散化布局的壁垒、实现要素间的高效耦合,为技术创新的萌发与突破创造必要前提,从而将创新的理论构想转化为实际可行的技术方案,体现了要素整合对创新活动的启动作用。新古典经济理论亦强调了市场机制对创新要素的配置作用,认为通过价格信号能够引导资本、人才向高附加值创新环节流动,加速技术创新成果的产业化应用。内生增长理论进一步将技术创新内生化,提出创新要素驱动下的技术突破不仅能够通过改进生产工艺、提升生产效率来改造传统产业链条,更能通过催生新技术、新业态和新模式来拓展产业链的长度与宽度,推动产业结构从低端向高端跃升^[15-16]。不难看出,上述理论演进的脉络印证了四链“深度融合”并非各链条的孤立并行,而是以资本、人才等创新要素支撑,以创新链为纽带,串联起从基础要素配置到技术创新、再到产

业升级的完整路径。基于上述分析,采用序贯式纵向研究框架(图1),以创新链推动产业链升级作为四链是否实现深度融合的衡量标准:首先探究人才和资金作为研发投入要素对创新产出的作用,其次分析创新产出对创新转化的影响,最后验证创新转化对产业链升级的影响。在后续实证分析中,进一步将产业链划分为上、中、下游,探究创新链对产业链各环节的异质性影响。通过串联“研发投入-创新产出-创新转化-产业链升级”的完整传导路径,不仅能剖析四链“深度融合”的递进逻辑,也可为识别各环节间可能存在的传导堵点提供系统分析视角。

2. 研究假设

(1)创新链驱动产业链升级及其时滞效应
作为创新系统理论知识生产、扩散、转移和应用的直接体现,创新链的演进逻辑深度嵌合于“研发投入-创新产出-创新转化”过程,并为产业链升级提供底层技术支撑与核心动力。一是在研发投入环节,创新要素的高效配置驱动着基础研究与应用研究的协同推进,为知识创造与技术累积奠定基石。二是在创新产出环节,基础研究聚焦于科学原理与前沿技术的探索,为产业技术突破提供理论基础^[17],应用研究则致力于将科学发现转化为可应用的技术方案与工艺路径^[18],二者的有机协同能够形成从“科学突破”到“技术可行”的完整创新闭环。三是在创新转化环节,创新成果被深度导入产业实践,不仅能显著提升产业链各环节的技术含量与附加值,更为产业链向全球价值链中高端攀升奠定了坚实基础。此外,创新链的动态迭代与持续创新能够敏锐捕捉市场需求变化与技术变革趋势,通过研发投入的动态调整、创新主体的高效联动及创新成果的快速迭代,及时响应市场对新产品、新服务、新功能的需求,精

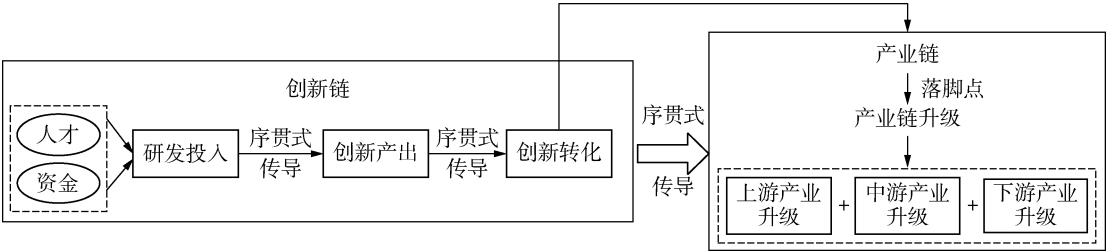


图1 研究模型

准对接技术前沿方向,引导产业根据技术变革与市场导向进行适应性调整与前瞻性布局,推动传统产业在生产方式、运营模式与价值创造方面实现系统性转型^[19-20]。

尽管创新链在推动产业链升级中起到了重要作用,但创新扩散理论表明,创新成果从一个环节传导到另一个环节的过程中,会经历技术成熟、适应性调整及市场接受度的逐步提升。已有研究成果亦表明,创新传导存在不同程度的时滞效应,每个阶段均需经历相应的积累周期、适应过程与扩散时间^[19-20],这种时间滞后性既是创新活动内在发展规律的客观体现,也是本研究评估四链“深度融合”效果要遵循的动态化、长期化的观察视角。

据此,提出假设 H1:创新链能够促进产业链升级,并且创新链内部各环节的传导具有时滞效应。

(2) 研发要素投入与创新产出

创新作为一种高附加值的生产性活动,其产出水平受制于人才和资金两大要素投入的质量、规模和配置效率。其中,人才是驱动创新的主导力量,创新驱动发展的本质就是人才驱动的发展。人才不仅能通过知识溢出,将自身所掌握的前沿知识、技术经验传递给组织内部其他主体,拓展组织整体的认知边界、夯实科学探索的理论基础,更能凭借自身对技术发展趋势与市场需求痛点的敏锐洞察,精准锚定研发的关键方向与重点领域,有效规避创新资源的浪费,提升创新研发的针对性与精准度。同时,创新人才的集聚还能形成协同创新效应^[21],通过思维碰撞、技术交流,催生更多突破性创新思路,进一步强化对创新产出的驱动作用。资金作为创新不可或缺的资源保障,既可为长周期、高投入的研发活动提供稳定的物质支撑^[22],又能有效抵御研发失败与市场波动带来的风险冲击^[23],保障创新活动的连续性,提升企业的创新韧性。

更为关键的是,企业需要有效配置人才与资金两大创新要素,发挥其互补协同关系,共同推动创新进程:一方面,人才的智力引领需要依托资金的合理配置来转化为实际的研发成果。资金投入为人才提供了必要的研发设备、实验

条件、薪酬保障与交流平台,破解了人才智力优势难以落地的现实困境,让前沿技术构思能够通过系统研发转化为可应用的技术成果与产品方案。另一方面,资金的高效配置也需要人才的专业判断来规避投向偏差。凭借自身的技术素养与市场洞察力,创新人才能够精准识别具有高潜力、高价值的创新项目,引导资金远离低效、同质化的创新领域,实现创新资源的最优配置^[24]。此外,人才与资金的有效配置还能带动创新生态的完善,吸引更多配套要素集聚,推动创新产出的数量提升与质量优化。

据此,提出假设 H2:有效的人才和资金资源配置能显著促进创新产出。

(3) 创新产出与创新成果转化

创新活动的本质在于将知识和技术转化为现实生产力^[25],创新产出正是衔接知识技术与市场价值实现的纽带。从创新过程来看,创新产出是成果转化的先决条件^[26],以专利为核心的创新产出通过小试、中试等工程验证环节,逐步转化为具备规模化生产能力的技术原型或工艺方案,从而降低了转化过程中的技术不确定性,避免盲目试错,为后续商业化奠定基础。同时,结合“死亡之谷”与“达尔文海”来看,创新转化失败往往源于技术与市场的脱节^[27]或资源投入的断裂^[28],高质量的创新产出能针对性摆脱这两大困境。在“死亡之谷”阶段(即从实验室成果到中试),成果转化面临技术不成熟和市场不明确的双重风险,而高质量创新产出通过更加成熟的技术原型、可靠的实验数据及明确的工艺路线,能够有效降低技术不确定性,减少试错成本,帮助建立与潜在客户的初步链接,降低市场认知成本^[29]。进入“达尔文海”阶段(即从中试到规模化生产),成果转化的关键在于证明商业可行性,此时高质量的创新产出能够通过成本分析、性能测试报告等数据,为市场传递积极信号,帮助创新成果在市场中脱颖而出并获得竞争优势。因此,高质量的创新产出不仅能够降低技术与市场脱节的风险,还能弥补资源投入的断裂,进一步加速创新成果的转化过程。

据此,提出假设 H3:高质量创新产出能显著促进创新成果转化。

(4) 创新成果转化与产业链升级

Aghion 等将“创造性破坏”引入内生增长理论,这为理解创新如何驱动产业链升级与高质量发展提供了系统的分析框架。该理论指出,宏观经济增长的动力来源于企业间围绕创新竞争所展开的持续“创造性破坏”的过程。真正的经济增长并非源于要素的简单叠加,而是源于那些能够成功实现创新,并将创新成果转化化为新产品、新工艺或新商业模式的企业。创新成果实现商业化后,会通过市场竞争对现有技术、产品甚至企业进行“破坏”与替代^[30],从而在微观层面引发产业结构的调整与优化,在宏观层面推动经济持续增长。在上述过程中,创新成果转化构成了“创造性破坏”得以发生的关键枢纽。知识形态的创新成果必须成功跨越“死亡之谷”与“达尔文海”,完成从技术到商品的关键一跃,才能进入市场并启动创新的破坏性进程。当高质量创新产出得以转化时,其内含的技术进步效应便会通过产业链上下游之间的紧密联系进行传导与扩散^[31-32]。

具体而言,上游企业因获得新技术而得以开发高附加值的新材料或关键部件,从而增强供给的自主性与价值链的掌控力^[32];中游的制造企业为适配这些新材料、新部件或新产品的性能要求,对生产流程、工艺乃至生产线进行优化与重构,从而推动整个制造体系向高效化、智能化与柔性化演进^[33];下游的应用端与消费市场则在新产品、新服务的激发下,催生出全新的应用场景、商业模式与市场生态,进而从需求侧拉动产业链整体价值的攀升。这一从上游到下游的连锁反应,本质上正是“创造性破坏”理论所揭示的由局部创新引发产业结构系统性重塑的动态过程。

据此,提出假设 H4:创新成果转化对产业链的优化升级具有正向影响。

三、实证研究设计

1. 变量设计

(1) 被解释变量——产业链升级 (Ind_Upg)

借鉴相关研究^[31,34],将产业链升级界定为

全要素生产率的显著变化和提升,并以此衡量四链“深度融合”的效果。产业链升级 (Ind_Upg) 指标的测算通过 3 个步骤完成:

第一步:考虑到 OP 法能够有效处理同时性偏差和样本选择偏差问题,采用 Olley 等提出的经典测算方法 OP 法^[35]计算全要素生产率 (TFP),并以此测算产业链全要素变化 (TFP_C),公式如下:

$$TFP_Ck_{i,t} = TFP_{i,t} - TFP_{i,t-k} \quad (1)$$

式中: $TFP_Ck_{i,t}$ 为企业 i 在 t 期相较于 $t-k$ 期的全要素生产率变化量; $TFP_{i,t}$ 为全要素生产率; i 为企业; t 为时间; k 为滞后期数。

第二步:考虑到创新的时滞效应和影响周期^[36],重点关注创新链在滞后 5 期内的变化情况,探究创新链 ($Innov$) 对产业链全要素变化 (TFP_C) 的多期影响。具体计算公式如下:

$$TFP_Ck_{i,t} = \alpha + \beta Innov_{i,t} + \gamma Controls_{i,t} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

式中: α 为截距项; β 为创新链 ($Innov$) 的估计系数; γ 为控制变量的估计系数; $Innov$ 为创新链; $Controls$ 为控制变量集合; μ_i 为个体固定效应; λ_t 为年份固定效应; $\varepsilon_{i,t}$ 为随机扰动项;其余符号含义同式 (1), $k=1,2,3,4,5$ 。

第三步:根据式 (2) 的回归结果,以其估计系数的相对大小作为客观权重,进行归一化处理,使得权重 w_k 满足 $\sum_{k \in s} w_k = 1$, 且与 β_k 成正比,最终得到产业链升级的测度指标 (Ind_Upg) 如下:

$$Ind_Upg_{i,t} = \sum_{k \in s} (w_k \cdot TFP_Ck_{i,t}) \quad (3)$$

$$s = \{k \mid \beta_k \text{ 显著} \} \quad (4)$$

式中: $IndUpg$ 为产业链升级; w_k 为第 k 个滞后期对应的归一化权重; β_k 为式 (2) 中第 k 期 $Innov$ 的估计系数; s 为 β_k 显著的滞后期集合;其余符号含义同上。

(2) 解释变量——创新链 ($Innov$)

基于创新活动全过程,根据 Schwab 等提出的标准化逆协方差加权法^[37],将研发投入 (RD_Input)、创新产出 ($Inno_Output$) 和创新转化 ($Inno_Comm$) 降维得到创新链 ($Innov$) 指标。该方法首先对全部指标进行标准化以消除量纲影响,继而通过计算其逆协方差矩阵生成广义

最小二乘(GLS)最优权重,该权重能自动降低高度相关指标的重要性,从而突出各指标独立提供的信息增量。最终构建的创新链(*Innov*)指标在保留原始数据大部分信息的同时,能有效避免主观赋权偏差,且能够处理部分观测值存在缺失的情况,确保指数构建过程的统计稳健性与结果的可比性,为后续实证分析提供了一个可靠且具有明确经济学含义的自变量。

其中,研发投入对应着人才与资金两大要素的投入,分别以研发人员数量与研发支出金额衡量;创新产出则选用发明专利申请数量,以衡量高质量成果的产出^[38];创新转化则采用主营业务收入取对数来体现创新成果的最终市场价值^[39]。

(3)控制变量

参考已有相关研究^[40-41],将企业规模(*Size*)、资产负债率(*Lev*)、净资产收益率(*Roe*)、董事会规模(*Board*)、独立董事占比(*Indep*)、股权集中度(*Top10*)、成立年限(*Age*)和管理层持股比例(*Mshare*)作为控制变量。主要依据如下:企业规模(*Size*)与成立年限(*Age*)反映企业的资源禀赋与生命周期阶段,可能影响其创新投入与产业升级能力;资产负债率(*Lev*)和净资产收益率(*Roe*)控制了企业资本结构与盈利水平对研发决策的潜在影响;董事会规模(*Board*)、独立董事占比(*Indep*)、股权集中度(*Top10*)、管理层持股比例(*Mshare*)则用于捕捉公司治理机制对战略选择、风险承担及长期投资倾向的作用,从而能更准确地识别创新链传导与产业链升级之间的内在关系,缓解因遗漏变量导致的内生性

问题。

(4)变量定义汇总

具体变量定义见表1。

2. 模型设定

为探究创新链对产业链升级的影响,检验四链“深度融合”的效果,构建以下基准回归模型:

$$Ind_Upg_{i,t}=\alpha+\beta Innov_{i,t}+\gamma Controls_{i,t}+\mu_i+\lambda_t+\varepsilon_{i,t}$$

(5)

式中各符号意义同上。

3. 样本和数据来源

(1)样本数据来源及预处理

数据主要来源于国泰安(CSMAR)数据库和企业年报等,发明专利申请量数据来自国家知识产权局。在样本处理时,剔除ST、PT类及金融行业的上市公司,并对所有连续变量在1%分位数水平上进行缩尾处理,以缓解极端值对回归结果稳健性的影响,并对数据进行标准化处理。

(2)产业链识别及样本选择

依据《国民经济行业分类》,将处于同一行业大类内且具有供需关系的上、中、下游企业识别为一条完整产业链,从而确保产业链内部技术与经济的一致性。具体做法如下:首先,借鉴陶锋等构建的“上游企业-下游企业-年度”二级供应链的研究思路^[42],基于2011—2024年我国上市公司客户与供应商关系,构建“上游企业-中游企业-下游企业-年度”三级供应链,共计406条。其次,限定上、中、下游企业需属于同一行业大类,形成具有明确行业边界的产

表1 变量定义表

变量类型	变量名称	变量符号	具体衡量
被解释变量	产业链升级	<i>Ind_Upg</i>	详见式(1)~(4)
解释变量	创新链	<i>Innov</i>	由研发投入(<i>RD_Input</i>)、创新产出(<i>Inno_Output</i>)和创新转化(<i>Inno_Comm</i>)构成
控制变量	企业规模	<i>Size</i>	公司总资产的自然对数
	资产负债率	<i>Lev</i>	总负债除以总资产
	净资产收益率	<i>Roe</i>	净利润除以净资产
	董事会规模	<i>Board</i>	董事会成员的总人数
	独立董事占比	<i>Indep</i>	独立董事人数占董事会总人数的比例
	股权集中度	<i>Top10</i>	前十大股东持股比例的总和
	成立年限	<i>Age</i>	观测年份减去公司成立的年份
	管理层持股比例	<i>Mshare</i>	管理层持有股份占公司总股本的比例

业链,并人工逐一查阅企业年报中披露的主营业务、主要产品及相关经营说明,确认上、中、下游企业在实际业务与产品范畴上确实归属于同一产业领域,从而确保所构建产业链的一致性。最后,形成 179 条“上游企业-中游企业-下游企业-年度”产业链及 381 个“企业-年度”样本。

四、实证检验

1. 产业链升级的判定与测度

根据前文对产业链升级指标的判定,测度创新链对产业链升级的影响。由表 2 测度可知,产业链的全要素生产率有显著的提升和变化,并以此结果建立产业链升级的指标。

2. 描述性统计分析

表 3 的描述性统计分析结果显示,样本共包含 381 个观测值,所有变量均经过标准化处理。具体来看,产业链升级 (*Ind_Upg*) 的平均水平接近标准均值,其波动范围为-3. 208 至 2. 974,表明不同企业的升级程度存在显著差

异。创新链 (*Innov*) 的取值介于-1. 105 和 5. 542,且均值为 0,分布相对对称,反映企业在创新能力上存在较为广泛的差异。值得注意的是,研发投入 (*RD_Input*) 与创新产出 (*Inno_Output*) 的最大值分别达到 6. 075 和 6. 425,远高于其他变量的一般水平,显示样本中部分企业在研发与创新方面表现出较高的强度,并已形成相应的知识成果,同时也表明这些变量可能存在右偏分布的特征。创新转化 (*Inno_Comm*) 的取值在-1. 773 至 2. 455,整体波动范围相对收敛,表明从创新产出到实际转化的效率在不同企业间差异相对较小。在控制变量方面,股权集中度 (*Top10*) 和净资产收益率 (*Roe*) 的波动幅度较大,说明样本企业在股权安排和盈利能力的结构性差异较为明显。

3. 四链“深度融合”效果测度

以人才和资金为支撑的创新链对产业链升级的影响作为四链“深度融合”效果的衡量,表 4 的回归结果为此提供了实证证据。

表 2 创新链对产业链全要素生产率变化的多期测度

变量	<i>Ind_Upg1</i>	<i>Ind_Upg2</i>	<i>Ind_Upg3</i>	<i>Ind_Upg4</i>	<i>Ind_Upg5</i>
<i>Innov</i>	0. 049(0. 224)	0. 604*** (0. 170)	0. 692*** (0. 137)	0. 616*** (0. 142)	0. 427*** (0. 155)
<i>Constant</i>	1. 731(1. 540)	1. 638(1. 170)	-2. 785*** (0. 943)	-3. 383*** (0. 979)	-1. 356(1. 064)
<i>Controls</i>	YES	YES	YES	YES	YES
<i>Id FE</i>	YES	YES	YES	YES	YES
<i>Year FE</i>	YES	YES	YES	YES	YES
<i>N</i>	381	381	381	381	381
<i>R-squared</i>	0. 239	0. 377	0. 411	0. 279	0. 152

注: 括号内为标准误; * $p<0. 1$, ** $p<0. 05$, *** $p<0. 01$ 。下同。

表 3 描述性统计分析

变量	<i>N</i>	mean	sd	min	max
<i>Ind_Upg</i>	381	0	1	-3. 208	2. 974
<i>Innov</i>	381	0	1	-1. 105	5. 542
<i>RD_Input</i>	381	0	1	-0. 362	6. 075
<i>Inno_Output</i>	381	0	1	-0. 342	6. 425
<i>Inno_Comm</i>	381	0	1	-1. 773	2. 455
<i>Size</i>	381	0	1	-1. 755	2. 616
<i>Lev</i>	381	0	1	-2. 207	1. 921
<i>Roe</i>	381	0	1	-3. 435	3. 604
<i>Board</i>	381	0	1	-2. 364	2. 914
<i>Indep</i>	381	0	1	-2. 855	3. 125
<i>Top10</i>	381	0	1	-2. 382	2. 346
<i>Age</i>	381	0	1	-3. 069	2. 355
<i>Mshare</i>	381	0	1	-0. 708	2. 550

表4列(1)(2)逐步控制个体固定效应和时间固定效应,结果均在1%水平显著为正。由列(3)可知,创新链的估计系数为0.701,在1%水平上高度显著,说明创新链发展水平每提升1个单位,可推动产业链升级0.701个单位,验证了创新链对产业链升级具有稳健且显著的正向驱动作用,四链实现了“深度融合”,即创新链通过知识整合、技术扩散与市场化应用,系统性提升了产业链的附加值和竞争力,从而促进了产业链升级,由此,假设H1前半部分得到验证,后半部分有关时滞效应的假设将在下文进一步验证。

4. 四链“深度融合”的传导机制

为探究四链“深度融合”的内在作用机理,依次探究研发投入对创新产出、创新产出对创新转化及创新转化对产业链升级的影响,表5展示了从研发投入到产业链升级影响的完整传导路径与作用机制。首先,由列(1)可知,研发投入(*RD_Input*)对创新产出(*Inno_Output*)在1%水平上正向显著,假设H2得到验证。资金为研发活动提供了必要的设备、材料与试验条件,保障了创新的物质基础;人才则通过专业知识、技术能力与创造性思维,将资金转化为具有实际价值的技术方案与知识成果。二者的有效

配置不仅降低了研发过程的不确定性与风险,也通过资源互补与协同效应提升了创新效率,从而为创新的启动与持续运行奠定了坚实基础。其次,列(2)的结果表明,创新产出(*Inno_Output*)能够促进创新转化(*Inno_Comm*),并在5%水平上正向显著,假设H3得到验证。这表明,以专利为核心的高质量知识成果,能够通过技术转让、合作研发、孵化创业等商业化渠道,转化为具有市场潜力的产品或工艺原型,是创新价值实现的重要一环。最后,列(3)显示创新转化对产业链升级(*Ind_Upg*)估计系数为2.444,在1%水平上显著为正,假设H4得到验证,表明创新成果通过有效的商业化与市场转化,能够夯实产业发展的基础,提升产业链水平,从而实现四链“深度融合”。

五、进一步分析

1. 稳健性检验

(1)增加行业固定效应

由于不同行业在技术发展、市场结构等方面存在差异,这些差异若不被控制,可能导致估计偏误。为验证基准回归结果的可靠性,通过增加行业固定效应以控制潜在的行业层面的因素。

表4 四链“深度融合”的效果测度

变量	(1)	(2)	(3)
<i>Innov</i>	0.423*** (0.094)	0.572*** (0.113)	0.701*** (0.119)
<i>Constant</i>	-0.000(0.027)	0.455(0.415)	-1.922** (0.821)
<i>Controls</i>	NO	NO	YES
<i>Id FE</i>	YES	YES	YES
<i>Year FE</i>	NO	YES	YES
<i>N</i>	381	381	381
<i>R-squared</i>	0.116	0.306	0.404

表5 四链“深度融合”的传导机制

变量	(1) <i>Inno_Output</i>	(2) <i>Inno_Comm</i>	(3) <i>Ind_Upg</i>
<i>RD_Input</i>	1.002*** (0.143)		
<i>Inno_Output</i>		0.021** (0.010)	
<i>Inno_Comm</i>			2.444*** (0.658)
<i>Constant</i>	1.438* (0.846)	-0.118(0.113)	-0.455(0.846)
<i>Controls</i>	YES	YES	YES
<i>Id FE</i>	YES	YES	YES
<i>Year FE</i>	YES	YES	YES
<i>N</i>	381	381	381
<i>R-squared</i>	0.479	0.897	0.319

(2)增加省份固定效应

为进一步验证基准回归结果的稳健性,加入省份固定效应。各省份在资源禀赋、产业基础、市场化进程及区域政策导向等方面存在显著差异,这些地域性特征可能影响区域的创新活动与产业链水平。通过控制省份固定效应,能够有效排除地域因素对估计结果的干扰,从而更准确地识别创新链与产业链升级之间的内在关系。

(3)更改样本时间区间

为排除突发公共卫生事件等极端外生事件对创新链与产业链关系的干扰,选取 2011—2019 年的样本区间进行再检验。若基准回归结果在时间窗口下依然保持稳定,则表明创新链与产业链升级之间的关系具有时序上的普适性,而非特定时期的偶然现象。

(4)更改样本容量

设定随机数种子以保证结果可复现,并按照 80%的比例对原始样本进行随机抽样,构建新的检验样本。尽管基准回归的样本量已具备统计意义,但样本构成的微小变动可能会对估计结果产生影响,若变量系数对样本容量变化敏感,则表明基准回归结论可能不够稳定。

表 6 的稳健性检验结果支持了四链实现“深度融合”结论的可靠性。首先,列(1)(2)在分别加入行业固定效应和省份固定效应后,核心解释变量创新链(*Innov*)的估计系数与基准结果完全一致,表明创新链对产业链升级的促进效应稳健。其次,由列(3)可知,在剔除极端外生事件冲击的样本期后,创新链(*Innov*)的估计系数由 0.701 增至 2.168 且在 1%水平上

正向显著,正向显著的方向与基准结果完全一致,表明两者关系并非由外生冲击驱动,而是具有跨时期的普遍性。最后,列(4)的结果显示,在随机缩减样本容量至 80%后,估计系数虽下调至 0.653,但仍在 1%水平上高度显著,表明估计结果对样本构成的变化不敏感,具有良好的可重复性与统计稳定性。

2. 内生性检验

(1)工具变量法

为缓解潜在的内生性问题,进一步采用工具变量法对基准回归结果进行内生性检验。借鉴 Lewbel 等的研究思路^[43-44],构造基于行业—年份维度的工具变量。具体而言,以企业创新链相对于同行业同年份均值的偏离程度作为基础变量,并进一步构造其三次项(IV)作为工具变量。该工具变量能够反映企业在行业内部的相对位置变化,与企业自身创新链具有较强相关性,同时在控制行业—年份固定效应后,不直接作用于企业个体层面的提升发展,从而满足工具变量的相关性与外生性要求。在估计方法上,采用两阶段最小二乘法(IV-2SLS)进行回归分析,估计结果如表 7 所示。

表 7 所示,列(1)为基准回归结果,列(2)(3)分别为第一阶段和第二阶段结果。工具变量第二阶段检验结果系数是 0.630,在 1%统计水平上显著,与基准回归结果基本一致。为检验工具变量的有效性,进一步开展不可识别检验与弱工具变量检验。其中,不可识别检验统计量为 3.164,对应 $p=0.075$,在 10%水平上显著,表明可以显著拒绝工具变量与内生变量不相关的原假设,说明模型在统计上是可识别的。

表 6 稳健性检验

变量	(1)增加行业固定效应	(2)增加省份固定效应	(3)更改样本时间区间	(4)更改样本容量
<i>Innov</i>	0.701*** (0.119)	0.701*** (0.119)	2.168*** (0.347)	0.653*** (0.138)
<i>Constant</i>	-1.922** (0.821)	-1.922** (0.821)	-0.008 (1.022)	-1.800* (0.972)
<i>Controls</i>	YES	YES	YES	YES
<i>Id FE</i>	YES	YES	YES	YES
<i>Year FE</i>	YES	YES	YES	YES
<i>Ind FE</i>	YES	NO	NO	NO
<i>Province FE</i>	NO	YES	NO	NO
<i>N</i>	381	381	183	295
<i>R-squared</i>	0.404	0.404	0.602	0.492

表 7 工具变量法检验

变量	(1) <i>Ind_Upg</i>	(2) 第一阶段	(3) 2SLS
<i>Innov</i>	0. 701 *** (0. 119)		0. 630 *** (0. 114)
<i>IV</i>		0. 032 *** (0. 003)	
<i>Constant</i>	-1. 922 ** (0. 821)	0. 986 (0. 638)	-1. 791 *** (0. 599)
<i>Controls</i>	YES	YES	YES
<i>Id FE</i>	YES	YES	YES
<i>Year FE</i>	YES	YES	YES
<i>N</i>	381	381	381

进一步地,弱工具变量检验结果显示,第一阶段 F 统计量为 113. 06,远高于常用的临界值 10,表明工具变量对企业创新链具有较强的解释能力,不存在弱工具变量问题。

(2)PSM 检验

采用倾向得分匹配进行内生性检验,基于企业创新中位数进行分组,分为实验组与对照组,将所有控制变量作为协变量,采用近邻匹配法进行倾向得分匹配,并剔除未能匹配的样本。在匹配后的样本中重新进行回归分析,结果列示于表 8。其中,列(1)为基准回归结果,列(2)结果显示,在匹配后样本中,企业创新链对

产业链升级的影响系数为 5. 544,且在 1%的统计水平上显著。这表明,在控制样本自选择偏误后,结论依然稳健。

3. 时滞效应分析

创新是驱动产业链升级的核心动力,其过程具有长周期性。从研发投入至创新产出,再到创新转化,这一传导机制并非线性即时完成的,各环节之间存在显著的时滞效应,为揭示内在传导规律,分别检验其滞后影响(表 9、10)。

表 9 为研发投入对创新产出时滞效应的检验结果。整体来看,研发投入对创新产出具有显著的时滞效应,其影响强度随滞后期的延长

表 8 PSM 检验

变量	(1)	(2)
<i>Innov</i>	0. 701 *** (0. 119)	5. 544 *** (1. 308)
<i>Constant</i>	-1. 922 ** (0. 821)	3. 975 (2. 446)
<i>Controls</i>	YES	YES
<i>Id FE</i>	YES	YES
<i>Year FE</i>	YES	YES
<i>N</i>	381	102
<i>R-squared</i>	0. 404	0. 906

表 9 研发投入对创新产出的时滞效应分析

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<i>RD_Input1</i>	0. 548 *** (0. 132)				
<i>RD_Input2</i>		0. 246 * (0. 132)			
<i>RD_Input3</i>			0. 212 * (0. 120)		
<i>RD_Input4</i>				0. 034 (0. 075)	
<i>RD_Input5</i>					-0. 045 (0. 060)
<i>Constant</i>	2. 551 *** (0. 919)	2. 584 *** (0. 967)	2. 578 *** (0. 968)	2. 539 ** (0. 997)	2. 304 ** (0. 994)
<i>Controls</i>	YES	YES	YES	YES	YES
<i>Id FE</i>	YES	YES	YES	YES	YES
<i>Year FE</i>	YES	YES	YES	YES	YES
<i>N</i>	381	381	381	381	381
<i>R-squared</i>	0. 368	0. 303	0. 301	0. 286	0. 288

表 10 创新产出对创新转化的时滞效应分析

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<i>Inno_Output1</i>	0.020*(0.011)				
<i>Inno_Output2</i>		0.021**(0.010)			
<i>Inno_Output3</i>			-0.004(0.010)		
<i>Inno_Output4</i>				-0.012(0.010)	
<i>Inno_Output5</i>					-0.017(0.011)
<i>Constant</i>	-0.109(0.113)	-0.182*** (0.062)	-0.055(0.117)	-0.035(0.115)	-0.039(0.113)
<i>Controls</i>	YES	YES	YES	YES	YES
<i>Id FE</i>	YES	YES	YES	YES	YES
<i>Year FE</i>	YES	YES	YES	YES	YES
<i>N</i>	381	381	381	381	381
<i>R-squared</i>	0.896	0.890	0.894	0.895	0.895

而呈现明显的递减趋势,表明研发投入与创新产出之间存在短期的时效窗口,假设 H1 得到验证。具体而言,滞后一期的研发投入对当期创新产出的促进作用最为显著且效应最大,其系数达到 0.548,在 1%水平上高度显著,说明研发投入在下一期即能有效转化为创新成果,体现了创新驱动较为迅速的短期响应。滞后二期与滞后三期的研发投入虽然估计系数仍为正,但数值分别下降至 0.246 和 0.212,且仅通过 10%水平的显著性检验,表明随着时间的推移,研发投入的边际效应逐步减弱,其促进创新产出的能力持续衰减。至滞后四期与五期,研发投入的系数已接近于零且不再具备统计显著性,说明前期研发投入对创新产出的影响在 3 年后已基本消散,未能形成持续的长期推动。

表 10 的结果显示,滞后一期与滞后二期的创新产出对当期创新转化均具有显著的正向影响,其系数分别为 0.020 和 0.021,在 10%和 5%的水平上显著,表明部分创新成果能够较快

的进入应用阶段。然而,自滞后三期开始,影响系数转为负值,且不再具备统计显著性,说明创新产出对转化活动的推动作用仅在短期内有效,未能有效形成持续的商业化能力。其原因可能在于,许多研发成果或受制于与市场需求的匹配度不足,或面临产业化过程中的高成本与技术瓶颈,抑或在扩散过程中遭遇制度与市场环境的制约,从而难以转化为实质性的创新应用。因此,在推动“四链融合”的过程中,不仅需要关注研发投入与创新产出,更需着力疏通从成果到应用的转化通道,尤其应重视创新产出后一至两年的转化窗口期,以增强创新驱动的实际效果与持续动力。

4. 异质性分析

为探究四链“深度融合”对于不同地区、不同产权性质及位于产业链不同环节企业的差异性情况,继续进行异质性分析(表 11)。

一是从区域异质性来看,在东部地区,创新链对产业链升级具有显著的正向影响,其估计系数为 0.690,在 1%的统计水平上高度显著,

表 11 异质性分析

变量	东部	中西部	国企	非国企	上游	中游	下游
<i>Innov</i>	0.690*** (0.117)	1.736** (0.707)	0.522 (0.341)	0.778*** (0.162)	0.440 (0.366)	4.690*** (1.399)	0.391* (0.198)
<i>Constant</i>	0.420 (0.364)	0.043 (1.567)	7.388 (6.341)	-1.197 (1.428)	-3.323 (2.111)	-0.116 (0.962)	0.390 (0.905)
<i>Controls</i>	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
<i>Id FE</i>	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
<i>Year FE</i>	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
<i>N</i>	243	138	135	246	136	128	146
<i>R-squared</i>	0.555	0.622	0.450	0.506	0.601	0.629	0.688

表明在我国东部这样创新要素密集、市场机制较为完善的区域,创新活动能够有效转化为产业升级的动力,四链实现了深度融合。相比之下,在中西部地区,估计系数高达 1.736,且在 5%的水平上显著,其影响强度约为东部地区的 2.5 倍,这说明在中西部,虽然整体创新水平可能相对滞后,但每单位的创新投入或创新活动所带来的产业升级边际效应更为突出,这可能源于这些地区正处于创新追赶与产业转型的关键阶段,创新要素的边际报酬相对较高,或与区域政策扶持、后发优势释放等因素相关。

二是从产权异质性来看,创新链在非国有企业中表现出显著的正向影响,估计系数为 0.778 且在 1%的水平上显著,表明非国有企业机制灵活、市场敏感度高,能较好地将创新成果转化为升级动能。相比之下,国有企业创新链的估计系数仅为 0.522 且不显著,说明国有企业四链“深度融合”可能存在阻滞,或因其所处行业、考核目标与政策承担等功能性角色,使得创新对升级的促进作用未能充分显现。

三是从产业链不同环节来看,创新驱动对产业链升级的促进作用在中游企业最为显著且效应最大,系数高达 4.690,在 1%的水平上显著;下游企业也具有显著的正向影响,系数为 0.391,在 10%的水平上显著;而在上游企业中,创新链的系数为 0.440,未通过统计显著性检验,说明创新链对上游企业升级的促进作用尚不明显,四链未形成深度融合。这一差异可能是因为中游企业通常为制造与加工,更易通过技术创新实现工艺改进与效率提升,因而创新驱动效果最为突出;下游企业贴近市场,可通过产品与商业模式创新响应需求,因此创新效应也较显著;而上游企业多为基础原材料与核心部件环节,其创新往往具有周期长、投资大、风险高等特征,短期内在统计上不易显现出对升级的显著影响。

六、结 语

1. 研究结论

从目标视角出发,利用 2011—2024 年上市公司数据,从企业微观层面实证考察了以人才和资金为支撑、创新链为手段、产业链升级为目标的四链“深度融合”序贯式传导机制、时滞特

征与异质性表现。主要研究结论如下:

第一,突破现有研究“重过程、轻目标”的局限,构建了以促进“产业链升级”为根本导向的序贯式纵向分析框架,强调人才与资金是支撑、创新是手段、产业升级是目标,形成了“研发投入—创新产出—创新转化—产业链升级”的链式传导逻辑。这一框架从理论层面厘清了“四链融合”的深度不在于链条的简单叠加,而在于创新价值沿要素链、创新链和产业链的顺畅流动与高效转化,为理解四链“深度融合”提供了目标引领的系统性分析范式。

第二,通过 2011—2024 年我国上市公司数据,探讨了四链“深度融合”的作用机制。研究发现,研发投入对创新产出、创新产出对创新转化、创新转化对产业链升级都具有显著的正向影响,能够实现序贯式传导,并且通过检验以人才和资金为支撑的创新链对产业链升级的作用可以发现,结果具有显著且稳健的正向影响,表明人才和资金通过创新产出和创新转化能够有效促进全要素生产率提升,实现了从要素浅联到产业深融的实质性跨越。

第三,进一步揭示了四链“深度融合”的时滞效应与异质性特征。在时滞效应方面,创新链内部各环节的传导存在短期性与效应递减规律,实证结果显示,研发投入对创新产出的促进作用主要在 1—3 期内显著,而创新产出对创新转化的影响则集中体现在 1—2 期,表明当前融合模式在长效机制建设上存在短板。此外,四链“深度融合”的效果呈现明显的异质性特征:从产业链环节来看,中游企业受益于创新链的驱动效应最为显著,下游企业次之,而上游原材料与核心部件企业因创新周期长、投资风险高,融合效应尚未呈现统计显著性;从产权性质来看,非国有企业在融合过程中表现出更强的适应性与持续性优势,而国有企业受体制机制等因素制约,四链“深度融合”效果并不显著;从区域发展来看,东部地区已逐步形成较为成熟稳定的融合生态,中西部地区虽表现出更强的短期效应,但长期可持续发展动能仍需进一步培育巩固。

2. 政策建议

上述研究发现为深刻理解四链“深度融合”的运行规律提供了微观实证依据,也为破

解“科技-产业”运行堵点、提升创新体系整体效能提供了政策启示。基于此,提出如下建议:

其一,研发投入是激活创新链条、实现要素序贯传导的起点和根本保障,因此政府应高度重视人才和资金的积累与协同配置,强化研发前端政策支持。一方面,围绕基础研究与前沿技术攻关,出台涵盖科研启动经费、人才绩效评审绿色通道、住房与子女教育保障等在内的综合政策包,吸引高水平科研团队与青年拔尖创新人才,为“四链融合”筑牢人才基石;另一方面,扩大对高校、科研院所及科技型初创企业的前期研发资助比例,同时引导天使投资、风险投资等社会资本流向高风险、高潜力的早期研发项目,形成财政资金与社会资本的互补合力。在政策引导下,实现人才、资金在研发前端的持续集聚与有机互动,切实打通从科学发现到技术突破、再到产业转化的序贯式传导路径,为四链“深度融合”与创新驱动发展战略的实质推进奠定系统性支撑。

其二,政策制定需紧扣创新链条的阶段性特征,构建分阶段、差异化的政策支持体系,精准破除创新各环节的堵点难点,缩短创新时滞周期,为四链“深度融合”与创新驱动发展注入持续动力。早期应加大对高校、科研院所基础研究的长期稳定资助,完善科研人才的激励机制,为科技成果转化筑牢源头根基;中期需搭建专业化的中试平台,提供中试设备共享、工艺优化指导等公共服务,同时通过财政补贴、税收减免等方式降低企业中试成本,加速技术成果从实验室样品向产业化产品的过渡,缩短技术成果的市场转化周期;后期则要聚焦市场准入、应用推广等关键环节,出台首台(套)装备、首批次材料的采购支持政策,引导产业链上下游企业协同配套,打通科技成果市场化应用的“最后一公里”。

其三,实施差异化四链“深度融合”推进策略。在区域层面,中西部应发挥边际效用与资源禀赋优势,承接产业转移,培育壮大特色产业创新集群,走出“产业升级-创新追赶”的融合路径;东部应激发市场机制,依托人才与资本密集优势,聚焦产业链高端与前沿技术领域,打造“创新引领-产业高端化”模式。与此同时,释

放非国企机制灵活、响应快的优势,鼓励其牵头组建跨领域创新联合体,向高附加值延伸;深化国企市场化改革,完善创新导向考核体系,强化其在关键核心技术攻关与产业链安全中的引领作用,形成国企与民企分工协作、优势互补格局。在产业链环节层面,针对上游基础研发周期长、投入风险高的痛点,加大财政专项资金扶持与长期股权投资力度;针对中游零部件制造技术转化难的堵点,搭建共性技术研发平台与检测认证中心;针对下游终端产品市场拓展慢的难点,出台首购首用、应用示范等政策,推动产业链上中下游各环节的创新链、资金链、人才链精准对接,实现全链条协同升级。

3. 研究不足及未来研究展望

本研究创新性地构建同行业“上游-中游-下游”三级供应链,为确保每个产业边界的清晰性,保留了多元战略企业中的核心业务板块,剔除了其余业务在不同产业链的匹配,即剔除了不同产业链上的相同企业,虽确保供应链的内部关联性,使得样本能够体现四链“深度融合”的序贯式传导特征,但也使得匹配过程中的数据可得性面临困难并大幅度减少了样本容量,未来研究可通过进一步扩大样本的时间跨度,以完善现有研究的不足,增强分析的深度和广度。此外,未来研究还可尝试结合投入产出表、专利引证等多源数据进行产业链的识别,以更全面地刻画上下游企业间的技术关联与价值传导路径;同时进一步拓展至不同行业之间的比较分析,揭示“四链融合”在技术密集型与劳动密集型产业之间的差异性规律,为分类施策提供更精准的实证支撑。

参考文献:

- [1] 习近平. 在中国科学院第十七次院士大会、中国工程院第十二次院士大会上的讲话[M]. 北京: 人民出版社, 2014: 16.
- [2] 任继球, 盛朝迅, 魏丽, 等. 战略性新兴产业集群化发展: 进展、问题与推进策略[J]. 天津社会科学, 2024(2): 89-98.
- [3] 欧阳日辉, 徐远彬. “十五五”时期我国实体经济和数字经济深度融合的阶段性特征与战略举措[J]. 经济纵横, 2025(10): 9-20.
- [4] 习近平. 贯彻新发展理念推动高质量发展 奋力

- 开创中部地区崛起新局面[N]. 人民日报,2019-05-23(01).
- [5] 喻锋,桃娜尔·赛力克. 粤港澳大湾区“四链”融合发展评价探索性研究:基于耦合协调度与灰色关联度的分析[J]. 城市观察,2024,89(1):20-31.
- [6] 王再进,张亮,应益昕,等. 创新链产业链资金链人才链深度融合:理论探析、国外实践与政策启示[J]. 经济研究参考,2024(2):113-127.
- [7] 聂常虹,赵斐杰,李钊,等. 对创新链产业链资金链人才链“四链”融合发展的问题研究[J]. 中国科学院院刊,2024,39(2):262-269.
- [8] 李晓锋. “四链”融合提升创新生态系统能级的理论研究[J]. 科研管理,2018,39(9):113-120.
- [9] 陈劲,吴丰,刘沐洋,等. “四链”融合视角下国家技术创新中心的运行机制——基于16家单位的理论演绎[J]. 科学管理研究,2025,43(4):2-12.
- [10] 王晓珍,李辉. “有为政府”和“有效市场”:政策引领的“四链深度融合”科学内涵、动态演化与内在机制[J]. 中国矿业大学学报(社会科学版),2026,28(3):146-163.
- [11] 李沫阳,冯华. 中国地区四链融合水平测度及影响因素研究[J]. 中国软科学,2025(2):170-180.
- [12] 鲁邦克,汤泳洋. 基于复合系统协同度的“四链”融合发展水平测度及空间演进研究[J]. 统计与决策,2025(22):67-72.
- [13] 齐平,宋威辉,高源伯. 数字经济对制造业“四链”融合的影响[J]. 当代财经,2024(9):126-138.
- [14] 徐洪,黄璐,刘明熹,等. 人才链创新链产业链深度融合——理论逻辑、融合现状与提升路径[J]. 科学学研究,2025,43(8):1666-1675.
- [15] Aghion P,Howitt P. Endogenous growth theory[M]. Cambridge,MA:MIT Press,1998.
- [16] 胡文龙,张其仔. 构建产业链供应链治理体系:概念特征与问题应对[J]. 齐鲁学刊,2025(1):147-160.
- [17] 唐锦玥,罗守贵,孙雅慧. 企业基础研究对技术突破的影响研究[J/OL]. 科学学研究,(2025-11-04)[2026-08-08]. <https://doi.org/10.16192/j.cnki.1003-2053.20251103.003>.
- [18] 谢婧青,蔡艳婷,于云云. 创新要素配置对全链条创新产出的影响研究[J]. 上海经济研究,2025(11):32-46.
- [19] 宋砚秋,胡军,齐永欣. 创新价值转化时滞效应模型构建及实证研究[J]. 科研管理,2022,43(3):192-200.
- [20] Farzaneh M, Wilden R, Afshari L, et al. Dynamic capabilities and innovation ambidexterity: the roles of intellectual capital and innovation orientation[J]. Journal of Business Research,2022,148:47-59.
- [21] 郭金花,郭淑芬. 创新人才集聚、空间外溢效应与全要素生产率增长——兼论有效市场与有为政府的门槛效应[J]. 软科学,2020,34(9):43-49.
- [22] 余泳泽,胡鹏,朱子政. 耐心资本与企业颠覆性创新——基于企业机构投资者视角[J]. 中国工业经济,2025(10):59-77.
- [23] Capponi A, Glasserman P, Weber M. Stress testing spillover risk in mutual funds[J]. Management Science,2025,71(5):4153-4182.
- [24] Gervais S, Strobl G. Transparency and talent allocation in money management[J]. The Review of Financial Studies,2020,33(8):3889-3924.
- [25] Wang L. Digital transformation and total factor productivity[J]. Finance Research Letters,2023,58:104338.
- [26] 郭金忠,刘成勇,刘晓玲,等. 中国高校科技创新效率及影响因素的实证分析——科技成果产出和转化两阶段视角[J]. 科技管理研究,2024,44(6):97-106.
- [27] Hu X, Xiao B, Tong Z. Technological integration and obstacles in China's agricultural extension systems: a study on disembodiedness and adaptation[J]. Sustainability,2024,16(2):859.
- [28] Vander P, Gerben C V B, Alfred K. Success and failure of innovation: a literature review[J]. International Journal of Innovation Management 2003,7(3):309-338.
- [29] Kunicina N, Zabasta A, Patlins A, et al. What a prototype is: the first step for commercialization of scientific ideas[C]//2020 IEEE 61st International Scientific Conference on Power and Electrical Engineering of Riga Technical University (RTUCON). Piscataway,NJ:IEEE,2020:207-212.
- [30] Bergek A, Berggren C, Magnusson T, et al. Technological discontinuities and the challenge for incumbent firms: destruction, disruption or creative accumulation? [J]. Research Policy,2013,42(6-7):1210-1224.
- [31] 董君,张继,尹冠球. 产业政策、全要素生产率与非对称溢出效应——基于产业链关联视角[J]. 产业经济评论,2025(6):115-137.
- [32] Li M, Liu Y. The influence of digital innovation

- ecosystem of high-end equipment manufacturing on the intelligent maturity of enterprise: an empirical study on the configuration of the “three-layer core-periphery” structure [J]. *Business Process Management Journal*, 2024, 30(1): 199-221.
- [33] Wei J, Zhang X, Tamamine T. Digital transformation in supply chains: assessing the spillover effects on midstream firm innovation[J]. *Journal of Innovation & Knowledge*, 2024(9): 100483.
- [34] 余泳泽, 刘冉, 杨晓章. 我国产业结构升级对全要素生产率的影响研究[J]. *产经评论*, 2016(4): 45-58.
- [35] Olley G S, Pakes A. The dynamics of productivity in the telecommunications equipment industry [J]. *Econometrica*, 1996, 64(6): 1263-1297.
- [36] 王晓珍, 党建民, 吉生保. 高技术产业科技投入、经费配置结构对新产品销售影响的统计检验[J]. *统计与决策*, 2012(23): 79-82.
- [37] Schwab B, Janzen S, Magnan N P, et al. Constructing a summary index using the standardized inverse-covariance weighted average of indicators [J]. *The Stata Journal*, 2020, 20(4): 952-964.
- [38] 宁靓, 王培伟. 技术溢出影响企业的技术创新产出吗? ——基于数字技术应用与市场竞争的联合调节效应[J]. *技术经济*, 2025, 44(11): 110-122.
- [39] 肖仁桥, 王宗军, 钱丽. 价值链视角下我国不同性质工业企业技术创新效率研究[J]. *中国科技论坛*, 2014(1): 76-82.
- [40] 王晓珍, 吴昌松. “双链”融合背景下供应链韧性对客户企业创新链的影响机制研究[J]. *中国矿业大学学报(社会科学版)*, 2023, 25(5): 157-170.
- [41] 曾世宏, 陈雨蒙. 数字产业集群发展的稳就业效应——基于创新链与产业链的机理和实证[J]. *河海大学学报(哲学社会科学版)*, 2025, 27(5): 37-54.
- [42] 陶锋, 王欣然, 徐扬, 等. 数字化转型、产业链供应链韧性与企业生产率[J]. *中国工业经济*, 2023(5): 118-136.
- [43] Lewbel A. Constructing instruments for regressions with measurement error when no additional data are available, with an application to patents and R&D [J]. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1997, 65(5): 1201-1213.
- [44] 杨金玉, 彭秋萍, 葛震霆. 数字化转型的客户传染效应——供应商创新视角[J]. *中国工业经济*, 2022(8): 156-174.

From Shallow Factor Linkages to Deep Industrial Integration: Transmission Mechanisms and Lagged Effects of the “Deep Integration” of Four Chains / Wang Xiaozhen¹, Xue Chenyu^{2,3}, Li Hui⁴(1. School of Economics and Management, China University of Mining and Technology;2. Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences;3. School of Public Policy and Management, University of Chinese Academy of Sciences; 4. School of Public Policy and Management, China University of Mining and Technology)

Abstract: China is currently at a critical stage of advancing industrial upgrading through new quality productive forces and accelerating the achievement of high-level self-reliance and self-strengthening in science and technology. The deep integration of talent, capital, innovation, and industrial chains has become a key means of bridging the “last mile” of innovation and overcoming “bottlenecks” in critical technologies. Adopting an outcome-oriented perspective, this study defines the essential connotation of the “deep integration” of the four chains and develops a sequential analytical framework. Using data from Chinese listed firms from 2011 to 2024, 179 industrial chains are constructed to empirically examine, at the firm level, the transmission mechanisms, lagged effects, and heterogeneity of the “deep integration” of the four chains. The results show that, first, talent and capital support the innovation chain, enabling its successive stages to significantly promote industrial chain upgrading and thereby facilitating the “deep integration” of the four chains. Second, transmission across the stages of the innovation chain exhibits significant lagged effects, with the magnitude of the effects gradually diminishing as the lag length increases. Third, heterogeneity analysis reveals that the “deep integration” of the four chains is more pronounced in central and western regions, non-state-owned enterprises, and those in the midstream segment of industrial chains, with particularly strong marginal effects in central and western regions. Based on these findings, this study proposes three policy implications for advancing the “deep integration” of the four chains: first, to address “insufficient factor coordination” at the front end of R&D, talent, fiscal funding, and private capital should be directed toward basic research and “breakthroughs” in frontier technologies. Second, to alleviate bottlenecks in the commercialization of innovation outcomes, a phased support mechanism covering “R&D-pilot testing-industrialization” should be established, with pilot-testing platforms, cost-sharing arrangements, and market-access mechanisms used to bridge the “last mile” of technology commercialization. Third, differentiated and targeted policies should be implemented to address integration gaps across regions, ownership types, and industrial chain segments, thereby strengthening innovation catch-up in central and western regions, promoting complementary strengths between state-owned and private enterprises, and facilitating coordinated upgrading across upstream, midstream, and downstream segments.

Key words: “four-chain integration”; industrial upgrading; innovation resilience; innovation effectiveness; lagged effect; total factor productivity