

产教融合能否激励校企联合创新

——来自产教融合型企业试点的证据

宋建 邵蔚 王静*

摘要：本文旨在识别产教融合型企业试点政策能否以及如何重塑校企联合创新的专利产出结构，重点检验替代型与互补型联合创新模式的差异化政策效应这一科学问题。本文构建高校—企业研发两部门模型并将人才匹配效率、税收减免率与信号传递强度嵌入政策冲击，以产教融合型企业试点为准自然实验，基于2008~2023年上市公司数据以联合专利技术空间划分替代型和互补型模式进行检验。研究发现，产教融合政策显著促进校企联合创新，替代型模式下政策效应显著强于互补型，且通过人才引进、财税激励、信号传递三大机制实现，政策对渐进式创新的促进作用更突出，同时在高技术行业、创新型城市、大规模企业、国有企业中的政策效应更大。基于此，建议立足技术匹配特征与异质性差异制定分层分类的产教融合支持政策，强化微观机制保障，兼顾创新数量扩张与质量提升，助力校企联合创新高质量发展。

关键词：产教融合 技术替代 技术互补 校企联合创新

一、引言

党的二十届四中全会明确提出“加快高水平科技自立自强，引领发展新质生产力”，“全面增强自主创新能力，抢占科技发展制高点”，为中国科技创新与产业升级

* 宋建，副教授，南京审计大学联合研究院，电子邮箱：s_ongking@163.com；邵蔚，硕士研究生，南京审计大学联合研究院，电子邮箱：swsxsw@126.com；王静（通讯作者），副教授，南京审计大学经济学院，电子邮箱：lxrwj-cool@163.com。本文获得国家社会科学基金一般项目（23BJL079）、国家社会科学基金青年项目（25CJY035）和江苏省高校哲学社会科学重大项目（2025SJZD025）的资助。本文使用AI协助指标测算命令的撰写。感谢匿名审稿专家的宝贵意见，文责自负。

指明了核心方向,而产教融合作为衔接教育链、人才链与产业链、创新链的关键纽带,正是落实这一重大战略部署的重要抓手,彰显了其在国家创新体系建设中的全局性、战略性意义。

在以创新为核心驱动力的经济发展格局中,高校作为知识创新与人才培育的核心载体发挥着不可替代的关键作用,高校与企业的深度合作早已成为学术界与产业界广泛探讨的核心议题(Perkmann等,2013)。为精准对接教育优先发展、人才引领发展、产业创新发展的需要,落实国家创新驱动发展战略,2019年经国务院同意,国家发展改革委、教育部等6部门印发了《国家产教融合建设试点实施方案》,目的在于建立健全行业企业深度参与职业教育和高等教育校企合作育人、协同创新的体制机制,形成教育和产业统筹融合、良性互动的发展格局。产教融合是促进协同创新和高校就业可持续发展的重要政策工具,建立政府引导、企业主体、院校支撑的协同体系,形成可复制的产教融合模式,通过试点城市、行业、企业,辐射全国,推动教育和产业体系互促共进。根据国家知识产权局及相关研究报告的数据,2024年企业专利权人中与高校或科研单位开展合作的比例达41.0%;2023年中国产学研发明专利产业化率为39.7%,为企业带来了显著的经济收益。然而,截至2022年底,中国产学研发明专利虽增长至12.6万件,但其占专利总体比例仍然偏低,暴露出当前校企联合创新在合作广度与转化深度上的不足:产学合作专利积累有限,高价值成果转化机制尚不健全,深度融合的协同创新模式仍未普及。为解决这一问题,亟须追问:产教融合能否真正激励校企联合创新?其作用机制与提升路径何在?这既是回应现实之需的理论追问,亦是推进深度融合的实践之钥。事实上,教育改革的核心方向始终与产业发展同频共振,唯有强化高校应用研究能力,通过与产业界的深度合作实现知识成果向实际产品、服务的转化,才能真正推动技术创新与转移,提升产业核心竞争力,为新质生产力培育注入动力。

目前关于产教融合的研究已较为丰富。三螺旋模型作为产教融合的重要理论支撑,强调政府—大学—企业三方在创新中的协同互动关系。政府、企业和高校是知识经济时代内部创新体系的三大要素,政府提供政策和资源,高校提供知识和人才,企业提供应用和市场,它们之间形成螺旋式互动促进科研成果转化和产业化,共同推动技术创新进程(Etzkowitz和Leydesdorff,2000)。需要明确的是,产教融合与产学研合作的概念有相近之处,二者同属校企互动范畴,但前者更聚焦人才供需适配与技术协同的深度耦合,后者侧重知识研发与商业化转化,二者存在本质差异。产教融合以人才培养质量提升为核心目标,强调院校与行业企业的深度嵌入性合作,通过共建专业、联合培养、实训基地建设等形式实现教育与产业的同频共振(徐国庆,2016),其合作场景涵盖人才供给、技术研发、资源共享等多元维度(权小锋等,2020)。与之相对,产学研合作更聚焦知识研发与技术转化,尤其侧重高技术领域的科研项目协作,突出多元主体间的资源互补与技术商业化属

性,核心目标在于破解高校基础研究与企业创新实践的脱节问题。现有研究对产学研合作的创新效益进行了多角度探讨,涉及技术创新(周开国等,2025)、高校创新能力提升(亢延锟等,2022)、中国企业创新成果商业化转化(Hsu等,2025)、工艺类关键核心技术突破(郑刚等,2025),以及产学研合作如何激发数字原生企业新质生产力发展等议题(尚路等,2025)。而产教融合型企业试点作为政策驱动下的制度创新,通过认定机制强化企业在产教融合中的主体地位,形成政策引导、企业参与、校企协同的闭环模式,为检验产教融合的创新效应提供了准自然实验场景,与单纯的产学研合作政策相比,其更强调企业在人才培养与技术转化中的双重主体作用。

高校发明创造聚焦技术问题,企业科研立足消费需求,高校的研发创新转化为消费者的实际需求是高校—企业合作的重要基础。已有学者研究表明,校企合作具有积极作用,能显著提升企业创新活动、创新质量、风险规避能力以及管理模式。从资源整合视角来看,企业通过与高校合作可获取最新科研成果与智力支持,借助高校的人才优势与科研平台突破自身技术瓶颈,同时节省人才培养周期与研发投入,提升创新效率(Belderbos等,2004)。从人才培养视角来看,产教融合通过校企协同育人模式,培养出契合产业需求的实践型、创新型人才,这些人才进入企业后直接提升联合创新能力(Brunetti等,2020),而高校与企业共建的联合实验室、技术联盟等平台,进一步加速了知识溢出与技术转化(Hong和Su,2013)。

三螺旋视角为产教融合驱动校企联合创新提供了核心分析框架(Etzkowitz和Leydesdorff,2000),该模型强调大学、产业与政府通过互动网络构建区域创新体系,高校借由孵化器、科技园等平台将知识创造融入经济创新过程。在这一框架下,产教融合型企业作为产业端的关键节点,与高校形成“需求牵引—资源供给—成果转化”的协作链条,通过联合研发、人才共培等形式强化知识溢出效应,推动技术创新涌现(Perkmann等,2013;龙小宁等,2023)。内生增长理论与开放式创新理论进一步夯实了研究基础。内生增长模型将创新视为经济长期增长的源泉,而企业单纯依赖内部研发难以实现激进式创新,需借助外部合作获取知识与创新能力。开放式创新理论则指出,校企合作作为开放式创新的重要形式,既能为企业提供外部研发力量与人才储备,缩短研发周期(方森辉和毛其淋,2021),也可能因知识泄露风险、管理成本增加而产生“双刃剑”效应(Giarratana和Mariani,2014),这为分析产教融合的创新边界及需控制的风险因素提供了理论依据。

然而,产教融合的创新效应仍面临多重制约。从合作主体内在差异来看,企业与高校在知识创造利用、创新方向及知识产权管理等方面存在差异(Hewitt-Dundas,2012),这一现象源于双方制度逻辑和优先事项差异导致的“两个世界”悖论(De Wit-de Vries等,2019)。企业以市场利润为导向,高校以知识创造为核心,

这种认知与目标差异不仅导致高校虽创新水平较高,却难以有效提升企业实际创新水平,还使得企业参与产教融合的动力远低于高校,其投入强度与参与意愿仍需提升(De Wit-de Vries 等,2019),合作协同效率受限(Mulligan,2022)。从合作过程与外部环境来看,产业界与教育界合作研发会打破原有市场平衡,部分企业凭借研发优势冲击行业秩序;地理距离对合作质量产生显著负向影响,阻碍了高质量信息交流与创新基地建设(Crescenzi 等,2017)。此外,开放式创新带来的知识泄露风险(Mindruta,2013),也可能削弱企业参与联合创新的积极性。故产教融合的实施能否提高企业创新水平、降低企业创新活动门槛是值得关注的问题。

同时,产教融合对不同类型创新的影响存在潜在差异,但现有研究对此的探讨仍不充分。部分学者证实产学研合作对技术创新、工艺突破具有显著促进作用(周开国等,2025;Hsu 等,2025),但未明确区分创新类型;少量研究涉及产教融合与创新质量的关系(权小锋等,2020),却缺乏对突破式与渐进式创新的分样本检验。从理论逻辑来看,渐进式创新建立在现有技术范式基础上,侧重效率与数量提升,产教融合通过人才供给与技术适配性支持,更易促进这类创新涌现;而突破式创新需要偏离现有技术范式,对基础研究深度与跨学科协作要求更高,需依赖产教融合中的重大项目攻关机制与长期资源投入(李玉花和简泽,2021),这为本文研究中区分两类创新效应提供了逻辑依据。

既有产教融合研究多从教育与产业对接或产学研合作框架出发,强调资源互补、知识溢出与成果转化,但对于校企联合创新究竟以何种技术关系实现、政策如何改变创新方向与专利产出结构,仍缺乏可用于经验检验的清晰机制刻画。本文将校企联合创新界定为企业研发部门与高校研发部门之间的知识重组过程,并将合作绩效的差异性归因于双方技术关系的异质性:一类合作体现为校企联合技术对企业既有技术路径的替代,即替代型联合创新模式;另一类合作体现为校企联合技术与企业能力边界的互补,即互补型联合创新模式。本模型以Acemoglu 等(2012)定向技术变革框架为基础,构建高校—企业研发两部门理论体系,首次将产教融合政策冲击下的人才匹配效率、税收减免率、信号传递强度嵌入模型,论证不同联合创新模式下的创新效应。这不仅弥补了传统三螺旋模型对微观技术互动解释不足的缺陷,还通过分模式比较明确了替代型模式下政策作用强度显著大于互补型或呈现短期与长期效应差异。本文以产教融合型企业试点为准自然实验,基于专利技术空间余弦相似度将校企联合创新划分为替代型与互补型两类模式,以2008~2023年上市公司数据系统验证产教融合对校企联合创新的影响及其边界条件,通过替换被解释变量、调整模式划分阈值、PSM-DID 等系列方法验证结论稳健性,并运用Heckman 两步法缓解样本选择偏误,结合基于OECD 职业教育数据与ILOSTAT 教育错配数据构建的Bartik 工具变量解决内生性问题。

本文的边际贡献主要体现在以下四个方面。第一,在研究视角与模式划分上,本文突破对产教融合创新效应的既有研究,立足技术关联特征,基于联合专利的技术相似度构建可度量的技术关系指标,从而识别替代型与互补型校企联合创新模式,有效揭示同一政策在不同知识匹配结构下的差异化创新响应,弥补了现有文献对合作模式刻画不够细致的不足。第二,在因果识别与政策净效应评估上,弥补对产教融合型企业试点的因果识别不足,现有研究多聚焦产教融合的整体效应或产学研合作的创新成果,缺乏针对该试点政策净效应的精准评估,本文结合外生工具变量策略缓解潜在的选择性进入与遗漏变量偏误问题,从而实现了对试点政策净效应的更为稳健、可信的估计,并能够识别政策对不同创新类型与不同联合创新模式的差异化影响。第三,对产教融合影响校企联合创新的微观机制深入解构,本文超越资源整合与知识溢出等笼统解释,系统构建并检验“人才引进—财税激励—信号传递”三条具体微观机制路径。第四,在创新类型细分与创新质量识别上,进一步区分突破式与渐进式创新,从“数量效应”拓展到“质量效应”,揭示产教融合试点政策不仅影响联合创新的规模,也可能改变创新结构与创新质量,从而丰富了产教融合政策效应的多维认知,并为政府制定分层分类、精准施策的产教融合支持政策提供更具针对性的经验证据与理论依据。

二、理论分析

(一)生产函数

1.最终产品生产函数

为将专利产出嵌入校企联合创新的生产过程,本文将校企最终产品设定为由企业部门产出 Y_f 与高校部门产出 Y_u 联合生产,产出价值与专利通过技术水平正向关联:

$$Y = \left[\omega Y_f^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1 - \omega) Y_u^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \quad (1)$$

其中, Y 为最终产品总产出,代表校企联合创新成果落地后的实际生产价值; Y_f 、 Y_u 分别为企业研发部门、高校研发部门的产出,是校企各自创新活动的直接成果; $\omega \in (0, 1)$ 为部门产出权重,反映市场对企业与高校研发成果的偏好程度; σ 表示校企部门产出的技术替代弹性,是区分两种创新模式的核心参数:当 $\sigma > 1$ 时,校企产出呈现替代型联合创新模式,此时高校专利对应的技术成果可替代企业低效技术;当 $\sigma < 1$ 时,校企产出呈现互补型联合创新模式,此时校企专利对应的技术成果需联合发挥作用。

2.中间投入部门产出函数

校企联合创新专利产出并非独立于生产体系之外的外生结果,而是通过技术改善内生映射至部门及最终产出,遵循“专利产出→技术水平→经济产出”逻辑,为

此本文构建嵌入专利与技术关联的企业及高校研发部门产出函数：

$$Y_k = A_k L_k^{1-\alpha} \left(\sum_{j=1}^{N_k} x_{k,j}^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} \right)^{\frac{\alpha\varepsilon}{\varepsilon-1}} = \kappa_k P_k^\mu L_k^{1-\alpha} \left(\sum_{j=1}^{N_k} x_{k,j}^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} \right)^{\frac{\alpha\varepsilon}{\varepsilon-1}}, k \in \{f, u\} \quad (2)$$

其中, A_k 是企业 f 研发部门或高校 u 研发部门的技术水平, 其与企业专利产出和高校专利产出直接关联, 即 $A_k = \kappa_k P_k^\mu$, P_k 为企业或高校联合创新专利数量, $\kappa_k > 0$ 为专利—技术转化系数, $\mu \in (0, 1]$ 为专利对技术的贡献强度; L_k 企业或高校研发部门的劳动力投入, 满足劳动力市场出清约束 $L_f + L_u = 1$, 劳动力总供给标准化为 1; $\alpha \in (0, 1)$ 为中间品产出弹性; $x_{k,j}$ 为第 j 种中间品投入量, N_k 为中间品种类数, $\varepsilon > 1$ 为中间品替代弹性, 其体现技术水平越高, 可适配的中间品种类越丰富的逻辑。

(二) 研发部门的专利产出函数

专利产出是创新成功率、研发人员投入、专利转化效率的综合结果, 且创新成功率受人才匹配和信号传递双重驱动:

$$P_k = \lambda_k \eta H_k = \lambda_0 (1 + \theta) e^{\gamma S} \eta H_k, k \in \{f, u\} \quad (3)$$

其中, λ_k 是校企联合创新成功率, 是高校与企业端共享人才匹配与信号传递的逻辑变量, $\lambda_k = \lambda_0 (1 + \theta) e^{\gamma S}$ 为产教融合政策下, 校企人才流动与信息透明对高校成功率的提升效应与企业一致, $\lambda_0 \in (0, 1)$ 为无政策干预时的基准成功率; θ 为人才匹配效率, 产教融合政策通过校企人才对接会、实习基地等方式提升该效率; S 为信号传递强度, 产教融合政策通过共建联合创新平台提升校企信息透明度; η 为专利转化效率, 每次创新成功对应的专利申请数量, 反映研发成果的专利化能力; H_k 为企业或高校投入校企联合创新的研发人员数量, 互补型模式下 H_f 与 H_u 占比更均衡, 体现校企研发资源的联合配置, 受产教融合政策补贴激励, 替代型模式下 H_f 占比通常更高。

$$P = P_f + P_u = \lambda_0 (1 + \theta) e^{\gamma S} \eta (H_f + H_u) = \lambda_0 (1 + \theta) e^{\gamma S} \quad (4)$$

其中, P 为校企联合创新的总专利产出数量。 $H_f + H_u = 1$ 为研发人员总供给标准化约束, 含义为产教融合政策不改变研发人员总规模, 仅优化校企间的配置结构。研发人员总供给固定, 校企联合总专利产出取决于“创新成功率 $\lambda_0 (1 + \theta) e^{\gamma S}$ ”与“专利转化效率 η ”。产教融合政策通过提升人才匹配效率 θ 、强化信号传递强度 S , 直接提高企业联合创新成功率 λ_k , 同时通过政府研发激励增加 H_f , 最终推动企业端专利 P_f 增长。在替代型模式 ($\sigma > 1$) 下, $H_f > H_u$ 使得 P_f 占总专利的比重更高; 互补型模式 ($\sigma < 1$) 下, $H_f \approx H_u$ 使得 P_f 与 P_u 均衡贡献总专利。

(三) 产教融合政策冲击

产教融合试点政策通过三大核心渠道影响校企联合创新: 人才匹配渠道直接提升匹配效率, 财税减免渠道缓解研发成本约束, 信号传递渠道降低逆向选择风

险。由此，产教融合政策冲击下的效应如下：

$$\theta = \theta_0 + \delta_1 \Delta_{Policy} + \varepsilon_\theta; \tau = \tau_0 + \delta_2 \Delta_{Policy} + \varepsilon_\tau; S = S_0 + \delta_3 \Delta_{Policy} + \varepsilon_S \quad (5)$$

其中， θ_0 、 τ_0 、 S_0 分别为政策实施前的基准值； τ 为校企联合研发的税收减免率，尤其是教育类附加税的减免，是缓解研发成本的关键参数； S 为校企联合创新的信号传递强度，如企业高校的合作信息媒体曝光度，是降低信息不对称的关键参数； Δ_{Policy} 为政策的外生冲击， δ_1 、 δ_2 、 δ_3 分别为政策实施后对人才匹配效率、税收减免率、信号传递强度的提升幅度。产教融合试点政策通过三大渠道推动校企联合创新。一是人才匹配渠道，依托对接平台、实训基地与订单式培养，降低人才信息差、提升匹配效率，提高创新成功率。二是财税激励渠道，通过教育费附加减免、研发费用加计扣除倾斜，提高税收减免率、降低研发成本，激励研发人员投入增加。三是信号传递渠道，借助官方公示名单、合作案例宣传与信息共享平台，提升信息透明度，强化信号传递，降低逆向选择风险，助力创新成功。

(四)均衡条件

从最终产品市场均衡、部门最优化以及联合创新产出均衡分析市场均衡条件，详细推导见附录 A^①。

第一，最终产品市场均衡。在完全竞争市场中，价格反映校企联合创新成果市场价值，替代型模式下高校专利增长会压低其相对价格，互补型模式下校企联合专利同步增长维持价格稳定，专利通过技术水平影响部门产出相对价格，呈现模式差异化影响。

第二，部门最优化分析。企业研发部门享受产教融合政策的税收减免，中间品需求与专利、政策效应相关，均衡利润受专利正向驱动与税收减免正向放大。政策通过提升专利与税收减免，双向放大企业均衡利润。在替代型模式下，专利的驱动效应更强；在互补型模式下，校企联合专利会进一步通过中间品综合指数强化利润增长，最终体现政策对企业收益的激励作用。

第三，联合创新产出均衡。按照部门期望利润相等的均衡条件，最优配置研发人员决定专利产出规模。由 $E[\pi_f] = E[\pi_u]$ 结合 $P_f = \lambda_f \eta H_f$ 、 $P_u = \lambda_u \eta H_u$ ，可得 $H_f = \pi_f / (\pi_f + \pi_u)$ 、 $H_u = \pi_u / (\pi_f + \pi_u)$ 。产教融合政策提升专利产出，推动部门利润增长，优化研发人员占比。在替代型模式 $\sigma > 1$ ，企业部门利润 π_f 增长更快，故 $H_f > H_u$ 研发人员更多流向企业；在互补型模式 $\sigma < 1$ ，校企部门利润同步增长，故 $H_f \approx H_u$ 研发人员在校企间均衡配置。在校企合作中，企业对联合创新专利的贡献为 $\phi \in (0, 1)$ ，由研发人员配置均衡 H_f 决定，与创新模式 σ 相关，则校企联合创新专利总量与部门主体专利贡献关系为 $P_f = \phi P$ 、 $P_u = (1 - \phi)P$ 。可得：

① 本文附录详见《数量经济技术经济研究》杂志网站，下同。

$$P = (K_2 \tilde{C})^{\frac{1}{1-\mu\beta}} (1 + \theta)^{\frac{1}{1-\mu\beta}} e^{\frac{\gamma S}{1-\mu\beta}} (1 - \tau)^{\frac{\beta}{1-\mu\beta}} \left(f(\Delta_{Policy}) = (1 + \theta_0 + \delta_1 \Delta_{Policy})^{\frac{1}{1-\mu\beta}} \right) \quad (6)$$

其中, \tilde{C} 为包含创新模式、专利分配比例的常数项, K_2 和 β 为成本弹性系数。

(五) 政策冲击下校企联合创新均衡分析

1. 政策冲击下的校企联合专利分析

产教融合政策实施后, 人才匹配效率 θ 、税收减免率 τ 、信号传递强度 S 均有显著提升, 其中 $\delta_1 > 0$ 、 $\delta_2 > 0$ 、 $\delta_3 > 0$, 为了简化设定 $\varepsilon_\theta = \varepsilon_\tau = \varepsilon_S = 0$, 将式(5)代入式(6), 然后对政策 Δ_{Policy} 求偏导, 最终可得:

$$\frac{\partial P}{\partial \Delta_{Policy}} = K_3 \frac{fgh}{1 - \mu\beta} \left[\frac{\delta_1}{1 + \theta_0 + \delta_1 \Delta_{Policy}} + \gamma \delta_3 + \frac{\beta \delta_2}{1 - (\tau_0 + \delta_2 \Delta_{Policy})} \right] > 0 \quad (7)$$

由式(7)可得, 无论是替代型校企联合创新模式 ($\sigma > 1$) 还是互补型校企联合创新模式 ($\sigma < 1$) $\partial P / \partial \Delta_{Policy} > 0$ 均成立, 说明了产教融合政策实施后对校企联合创新的专利产出具有促进效应。当校企联合创新为替代型模式 ($\sigma > 1$) 时, $\mu(\sigma - 1) / \sigma > 0$, 由于校企联合创新专利与企业独立专利的相似度高, 联合专利可直接替换企业独立申请的低效专利, 以“更高质量的联合专利”替代“低质量的企业独立专利”, 此时模型中专利聚合项 \tilde{C} 会随 σ 的提升加速上升, 专利产出的边际增益更显著。当校企联合创新为互补型模式 ($\sigma < 1$) 时, 由于校企联合创新专利与企业独立专利的相似度低, 两者需联合发挥作用, 创新资源的优化是功能互补, 需先磨合技术差异、降低协作成本, 才能释放效应, 此时模型中专利聚合项 \tilde{C} 随 σ 的降低缓慢上升, 专利产出的边际增益更平缓。由此提出本文命题1。

命题1: 产教融合试点政策的实施显著促进校企联合创新专利产出, 该效应在替代型与互补型校企联合创新模式中均稳健存在, 且替代型联合创新对专利产出的促进效应显著优于互补型。

2. 政策冲击下的企业人才需求分析

产教融合政策同时影响人才匹配 θ 、税收减免 τ 、信号传递 S 三大机制变量。若不固定 τ 和 S , 校企联合专利产出的变化会混杂“税收成本降低”“信息透明度提升”的效应, 无法单独分离出人才匹配效率 θ 的驱动作用。为了排除其他机制的干扰, 固定没有政策冲击的基准值 τ_0 和 S_0 , 讨论产教融合政策通过人才匹配效率 θ 对专利产出的独立影响。将人才匹配效率的政策冲击式 $\theta = \theta_0 + \delta_1 \Delta_{Policy}$ 代入式(6)。利用链式法则对产教融合政策冲击 Δ_{Policy} 求偏导, 可得:

$$\frac{\partial P}{\partial \Delta_{Policy}} = \frac{\partial P}{\partial \theta} \frac{\partial \theta}{\partial \Delta_{Policy}} = K_3 \frac{\delta_1}{1 - \mu\beta} (1 + \theta_0 + \delta_1 \Delta_{Policy})^{\frac{1}{1-\mu\beta}-1} e^{\frac{\gamma S_0}{1-\mu\beta}} (1 - \tau_0)^{\frac{\beta}{1-\mu\beta}} > 0 \quad (8)$$

式(8)说明产教融合政策驱动的人才匹配效率提升, 对校企联合创新专利产出

P 具有显著正向驱动效应。 K_3 与替代弹性 σ 正相关：替代型模式 $\sigma > 1$ 时, K_3 更大；互补型模式 $\sigma < 1$ 时, K_3 更小。式(8)对 σ 求交叉偏导,可得:

$$\frac{\partial^2 P}{\partial \Delta_{Policy} \partial \sigma} = \frac{\partial K_3}{\partial \sigma} \frac{\delta_1}{1 - \mu\beta} (1 + \theta_0 + \delta_1 \Delta_{Policy})^{\frac{1}{1-\mu\beta}-1} e^{\frac{\gamma S_0}{1-\mu\beta}} (1 - \tau_0)^{\frac{\beta}{1-\mu\beta}} > 0 \quad (9)$$

在替代型与互补型模式中,存在 $\left. \frac{\partial P}{\partial \Delta_{Policy}} \right|_{\sigma > 1} > \left. \frac{\partial P}{\partial \Delta_{Policy}} \right|_{\sigma < 1}$ 。也就是政策通过提升人才匹配效率提高校企创新成功率,替代型模式中企业对高校人才的需求更迫切,人才协同的边际收益更高,因此政策驱动的人才匹配对联合专利产出的促进作用更显著。由此提出本文命题2。

命题2:产教融合政策可通过提高人才匹配效率提升创新成功率这一作用渠道,对校企联合创新专利产出产生显著正向驱动效应;且在该渠道下,替代型模式的正向驱动效应,显著强于互补型模式。

3. 政策冲击下的财税激励效应分析

为单独识别财税激励的政策效应,避免人才匹配、信号传递的效应混淆:固定人才匹配效率为政策前基准值 $\theta = \theta_0$ 、信号传递强度为政策前基准值 $S = S_0$ 。结合税收减免率的政策关联式 $\tau = \tau_0 + \delta_2 \Delta_{Policy}$, $\delta_2 > 0$ 为政策对税收减免的提升幅度,代入式(6)。对政策变量 Δ_{Policy} 求一阶偏导,可得:

$$\frac{\partial P}{\partial \Delta_{Policy}} = \frac{\partial P}{\partial \tau} \frac{\partial \tau}{\partial \Delta_{Policy}} = K_3 \frac{\beta \delta_2}{1 - \mu\beta} (1 - (\tau_0 + \delta_2 \Delta_{Policy}))^{\frac{\beta}{1-\mu\beta}-1} (1 + \theta_0)^{\frac{1}{1-\mu\beta}} e^{\frac{\gamma S_0}{1-\mu\beta}} > 0 \quad (10)$$

式(10)说明政策驱动的税收减免率提升,对专利产出 P 具有显著正向缓释效应。在短期内,中间品种类 N_f 、 N_u 固定,政策冲击初期,企业和高校暂未调整中间品投入结构;在长期内,中间品种类 N_f 、 N_u 随税收减免率上升而增加,政策持续作用后,企业和高校通过增加中间品拓展研发。

当校企联合创新为替代型模式时,短期内中间品种类固定,税收减免直接降低研发成本,企业可快速将资金投入专利研发,因此短期效应更显著;长期中技术迭代速度快,新增中间品种类的边际收益随迭代递减,即 $\left. \frac{\partial P^S}{\partial \Delta_{Policy}} \right|_{\sigma > 1} > \left. \frac{\partial P^L}{\partial \Delta_{Policy}} \right|_{\sigma > 1}$ 。当校企联合创新为互补型模式时,短期内中间品种类固定,校企协作的成本磨合尚未完成,效应释放相对平缓;长期中校企联合效应随中间品种类增加而放大,新增中间品种类的边际收益递增,因此长期效应更稳定且强于短期,即 $\left. \frac{\partial P^S}{\partial \Delta_{Policy}} \right|_{\sigma < 1} < \left. \frac{\partial P^L}{\partial \Delta_{Policy}} \right|_{\sigma < 1}$ 。其中, P^S 为短期专利产出, P^L 为长期专利产出。税收减免降低研发成本,替代型模式下,企业可快速利用成本优势投入研发,短期见效快,但长期技术迭代会稀释边际收益;互补型模式下,校企需长期磨合实现联合,因此成本减免的效应会随协作深化逐步放大,长期更稳定。由此提出本文命题3。

命题3:产教融合政策通过提升税收减免率这一财税激励机制,对校企联合创新专利产出形成显著正向效应。该渠道的作用时效存在模式差异,替代型模式下短期效应更突出,互补型模式下长期效应更具稳定性。

4. 政策冲击下的信号传递强度分析

为精准识别信号传递的政策效应,避免人才匹配、财税激励的效应混淆,需控制其他机制变量的干扰:固定人才匹配效率为政策前基准值 $\theta = \theta_0$ 、税收减免率为政策前基准值 $\tau = \tau_0$ 。结合信号传递强度的政策关联式 $S = S_0 + \delta_3 \Delta_{Policy}$, δ_3 为政策对信号传递强度的提升幅度,及信号传递对研发配置效率的提升,配置效率系数 $\phi(S) = 1 + \rho S, \rho > 0$ 体现信号传递对研发人员实际有效投入的放大。对产教融合政策 Δ_{Policy} 求一阶偏导,由链式法则可得:

$$\frac{\partial P}{\partial \Delta_{Policy}} = \frac{\partial P}{\partial S} \frac{\partial S}{\partial \Delta_{Policy}} = K_3 (1 + \theta_0) (1 - \tau_0)^{\frac{\beta}{1-\mu\beta}} \delta_3 e^{\gamma(S_0 + \delta_3 \Delta_{Policy})} [\gamma(1 + \rho(S_0 + \delta_3 \Delta_{Policy})) + \rho] > 0 \quad (11)$$

式(11)说明政策驱动的信号传递强度提升,对专利产出 P 具有显著正向促进效应。在替代型模式中,信号传递强度提升会快速放大专利的知名度,由于校企专利相似度高,高校研发资源可迅速向企业的“低效专利替代”需求集中,信号传递对研发配置效率的放大效应 $1 + \rho S$ 与收益放大效应能直接转化为专利产出的快速增长,因此 $\left. \frac{\partial P}{\partial \Delta_{Policy}} \right|_{\sigma > 1}$ 的数值更大。在互补型模式中,信号传递强度提升需先降低校企协作的信息不对称风险,但由于校企专利相似度低,双方需磨合技术差异、适配研发方向,信号传递的放大效应无法立即转化为专利增长,需长期协作才能释放,因此 $\left. \frac{\partial P}{\partial \Delta_{Policy}} \right|_{\sigma < 1}$ 的数值更小。于是: $\left. \frac{\partial P}{\partial \Delta_{Policy}} \right|_{\sigma > 1} > \left. \frac{\partial P}{\partial \Delta_{Policy}} \right|_{\sigma < 1}$ 。以上表明信号传递通过降低信息不对称放大研发效率,替代型模式中校企专利的高相似度让信号传递的资源集中效应更直接,可快速提升“技术替代”类专利的产出;而互补型模式中校企专利的低相似度需长期协作适配,信号传递的放大效应释放更平缓,因此替代型模式下信号传递的作用更强。由此提出本文命题4。

命题4:产教融合政策驱动的信号传递强度对校企联合创新专利产出具有显著正向放大效应,且替代型模式下的作用强度显著大于互补型模式。

三、研究设计与数据说明

(一) 研究设计

本文采用了多期双重差分模型检验产教融合试点政策的校企联合创新效应,设定如下:

$$Joint_All_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 Treat_i \times Post_t + \alpha_2 control_{it} + \eta_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (12)$$

其中,下标 i 表示企业, t 表示年份。 η 和 λ 分别为个体和时间固定效应, ε 为随

机误差项,并选择在企业层面聚类稳健标准误。

1. 校企联合创新不同模式度量

本文借鉴 Hong 和 Su (2013) 以 A 股上市公司及其子公司与学校、科研单位联合研发的专利申请数量(单位:百件)的对数值衡量产教融合背景下校企联合创新 $Joint_All_{it}$ 。并统计只包含企业与学校的联合创新 $Joint_FirmUnver$, 以及联合发明专利 $InvApp_JoAll$ 作为稳健性分析指标。并依据同一公司在同一年度内校企联合创新专利与企业独立创新专利的技术空间重叠程度区分不同校企联合创新模式。第一, 专利样本筛选与结构化去重。企业独立创新专利: 筛选同一公司作为唯一申请人、无学校等主体参与的专利样本, 记为集合 $P_{indp, i, t}$; 校企联合创新专利: 筛选同一上市公司与学校或科研机构作为共同申请人的专利样本, 记为集合 $P_{euj, i, t}$ 。第二, 构建技术空间向量。以国际专利分类(IPC)的分类维度为技术领域划分依据, 分别构建两类专利的技术空间频数向量: 企业独立创新技术向量 $\vec{V}_{indp, i, t} = (x_{indp, i, t, 1}, x_{indp, i, t, 2}, \dots, x_{indp, i, t, n})$, 其中 n 为 IPC 分类总数, $x_{indp, i, t, k}$ 表示上市公司 i 在第 t 年第 k 类 IPC 下的独立创新专利数量; 校企联合创新技术向量 $\vec{V}_{euj, i, t} = (x_{euj, i, t, 1}, x_{euj, i, t, 2}, \dots, x_{euj, i, t, n})$, 其中 $x_{euj, i, t, k}$ 表示上市公司 i 在第 t 年第 k 类 IPC 下的校企联合创新专利数量。第三, 计算余弦相似度以量化两类向量的重叠程度, 如下:

$$sim_{i, t} = \frac{\vec{V}_{euj, i, t} \cdot \vec{V}_{indp, i, t}}{\|\vec{V}_{euj, i, t}\| \times \|\vec{V}_{indp, i, t}\|} \quad (13)$$

其中, 分子 $\vec{V}_{euj, i, t} \times \vec{V}_{indp, i, t} = \sum_{k=1}^n x_{euj, i, t, k} \times x_{indp, i, t, k}$, 为两类技术向量的点积, 反映技术领域的重叠规模; 分母 $\|\vec{V}_{euj, i, t}\| = \sqrt{\sum_{k=1}^n x_{euj, i, t, k}^2}$ 、 $\|\vec{V}_{indp, i, t}\| = \sqrt{\sum_{k=1}^n x_{indp, i, t, k}^2}$, 分别为两类技术向量的模长, 用于标准化处理以消除专利总量差异的干扰。

第四, 以企业独立创新专利与校企联合创新专利的技术空间余弦相似度为核心划分。若该相似度 ≥ 0.7 , 表明企业高校联合创新的技术领域与企业自身独立创新的技术空间高度重叠、功能趋同, 此类合作被界定为“替代型联合创新模式”(Subs), 即联合创新成果可替代或强化企业独立研发的技术路径; 若该相似度 ≤ 0.4 , 表明联合创新的技术领域与企业独立创新的技术空间异质性显著、功能形成互补, 此类合作被界定为“互补型联合创新模式”(Comp), 即联合创新填补了企业独立研发的技术缺口或拓展了企业原有技术边界。在稳健性检验中, 本文更换为相似度 ≥ 0.6 界定“替代型联合创新模式”、 ≤ 0.3 界定“互补型联合创新模式”, 划分依据说明见附录 B。

2. 产教融合建设试点政策

本文依据 2019 年国家发展改革委、教育部等部门印发的《国家产教融合建设试

点实施方案》，手工搜集国家及各省(区市)发展和改革委员会陆续公布的6240家产教融合型试点企业名单，筛选上市试点企业以评估产教融合的联合创新效应，政策背景与全部试点企业统计见附录C。若被纳入某一批次产教融合型试点企业，则 *Treat* 赋值为1，否则为0；政策实施后的观测期 *Post* 赋值为1，实施前则为0。

3. 控制变量

控制变量选取如下。企业年龄(*Age*)，以企业统计年与成立年差值的对数衡量；托宾Q值(*Tobin*)，以企业资产的市场价值与重置成本的比值表示；现金流动比率(*CashSub*)，以流动资产扣除流动负债和货币资金之后与总资产比值表示；资产收益率(*ROA*)为净利润与总资产的比值；资产负债率(*Lev*)选用总负债与总资产的比值；独立董事比例(*Indep*)选用独立董事人数与董事总人数的比值；资产有形性(*Phia*)为固定资产与总资产的比值固定资产比率；固定资产增长率(*Growth*)，以期末固定资产原值减去期初固定资产原值除以期初固定资产原值测算；第一大股东持股比例(*Top1*)，以第一大股东持股数与企业总股数的比值计算；管理层权力(*Dual*)为虚拟变量，若董事长与总经理为同一人则赋值为1，否则为0。

4. 工具变量构建

为解决产教融合试点政策评估中“择优选择”引发的反向因果与遗漏变量内生性偏误，本文借鉴Bartik(Shift-share)工具变量思想，以外生的国际职业教育制度环境变化和教育错配冲击构建“外生国际冲击×企业预定技能暴露”的企业层面工具变量。选取外生冲击来自OECD与ILOSTAT的跨国年度指标，反映国际层面职业教育结构演进、教育错配变化等宏观趋势，其变化由各国教育制度改革、劳动力市场结构调整等驱动，与中国单个企业的联合创新活动不存在直接因果联系。差异化暴露由企业在政策实施前既定的人力资本与技能结构决定。

本文构建了两类Bartik工具变量，主要选取了两个数据库：第一个数据库选取2013~2023年OECD数据库Education and Skills的职业教育(VET)数据集，该数据集提供各国不同教育层级的VET学生占比和分布，并按ISCED教育层级划分。该类指标刻画一国职业教育体系的结构倾向，如中等职业、高等职业比重变化等，可作为“技能形成体系演进”的外部制度环境变量。选取理由是，产教融合政策意在强化企业与职业教育和高等教育体系的协同育人机制。国际职业教育结构的变化会影响全球技能供给、职业教育理念与制度扩散、企业训练方式等宏观背景，从而与中国产教融合试点政策推进的现实逻辑具有相关性，但其变化并非由中国单个企业创新活动驱动，具有外生性潜力。第二个数据库选取了2008~2023年International Labour Organization(ILO)的ILOSTAT数据集。该数据集以国家年份提供就业人群的教育匹配状况分类统计，如匹配、过度教育、不足教育等。该类指标可构造教育错配率，反映劳动力市场中技能供需错配的宏观冲击。选取理由是，教育错配变化体现全球范围内技能供需结构与产业升级速度的偏离

程度,影响企业对外部技能供给的依赖与内部培训激励。对中国产教融合试点而言,全球错配上升可能强化企业与教育部门协同培养的需求,从而与政策推进存在相关性;同时该冲击来自跨国劳动力市场结构变化,与中国单个企业联合创新不存在直接因果链条。

第一步,外生冲击(Shock)。OECD-VET与ILOSTAT错配冲击的构造。第一,OECD-VET错配冲击。在国家 c 、年份 t ,OECD提供不同ISCED层级的VET分布份额,记为: $VET_{c,t}^{(l)} \in \{Upper, Short\}$ 。为增强解释性与可比性,本文构造两类核心冲击:高中层次职业教育职业结构 $VET_{c,t}^{Upper}$ 冲击(Upper-secondary VET share);短期高等职业教育结构 $VET_{c,t}^{Short}$ 冲击(Short-cycle tertiary VET share)。 $Agg_c(\cdot)$ 为OECD国家的跨国中位数。选择滞后一期 $Shock_{t-1}$ 作为中国企业 t 年的冲击。

$$Shock_t^{OECD_Upper} = Agg_c(VET_{c,t}^{Upper}); Shock_t^{OECD_Short} = Agg_c(VET_{c,t}^{Short}) \quad (14)$$

第二,ILOSTAT错配冲击。国家 c 、年份 t 的过度教育就业人数 $Over_{c,t}$ 、不足教育就业人数 $Under_{c,t}$ 、总就业人数 $Total_{c,t}$ 。可构造如下指标:

$$OverRate_{c,t} = \frac{Over_{c,t}}{Total_{c,t}}, UnderRate_{c,t} = \frac{Under_{c,t}}{Total_{c,t}}, MismatchRate_{c,t} = \frac{Over_{c,t} + Under_{c,t}}{Total_{c,t}} \quad (15)$$

将国家层面错配率取均值作为年度冲击,滞后一期作为中国企业 t 年的冲击。

$$Shock_t^{Mismatch} = Agg_c(MismatchRate_{c,t}), Shock_t^{Over} = Agg_c(OverRate_{c,t}), \\ Shock_t^{Under} = Agg_c(UnderRate_{c,t}) \quad (16)$$

第二步,构建以企业技能结构作为暴露权重度量。第一类基于ILOSTAT教育错配率冲击,暴露权重以企业技术人员占比衡量,原因在于教育错配本质上反映技能供需偏离与高技能匹配难度的外生变化,技术人员占比越高的企业对适配技能供给更敏感,因而更可能通过产教融合试点获得协同育人、联合研发等制度性支持,且技术人员占比取政策前基期可避免政策实施后的人力结构调整反向影响工具变量。第二类基于OECD职业教育VET结构演进冲击,暴露权重以企业专科与高中及以下员工占比衡量,用以刻画企业对职业教育劳动力供给的更广义依赖程度。VET体系结构变化属于国际层面的制度环境变动,难以由中国单个企业创新行为所驱动;而专科与高中及以下占比更能覆盖职业教育与应用型技能人才的主体来源,从而在企业间形成差异化暴露。两类工具变量分别从高技能错配压力与职业教育供给体系变化两条互补机制刻画试点政策的外生渗透强度,确保其相关性与外生性。基于WIND数据库中上市公司员工结构数据,采用政策执行之前的2010~2013年均值计算 w_i^{Skill} 。企业人员结构在短期具有粘性,且以政策前信息构造可避免政策实施后的人力结构调整反向影响工具变量。

第三步,企业层面Bartik工具变量渗透构造。基期技能暴露为 w_i^{Skill} ,年度外生

冲击为 $Shock_i^{(k)}$, $Z_{i,t}^{(k)} = w_i^{Skill} \times Shock_i^{(k)}$, k 表示 ILOSTAT 和 OECD-VET 不同指标口径。以上构建的工具变量与中国产教融合试点企业政策的相关性主要来自“技能体系或错配冲击—产教融合需求—政策渗透”的联系。当国际职业教育结构向更高层级倾斜或全球错配加剧时,前者体现为 *VET* 比重上升,后者体现为 *Mismatch* 上升,企业面对技能供给与培训模式的不确定性上升,更倾向于通过与教育部门协同培养来缓解技能约束;地方政府在推进产教融合试点时,亦更可能在技能密集型企业中强化政策渗透。由于 w_i^{Skill} 刻画企业技能密集程度,同一冲击下技能密集企业的政策渗透更强,从而体现相关性。在外生性与排他性方面,一方面,外生性冲击 $Shock_i^{(k)}$ 来自 OECD 与 ILOSTAT 的跨国年度变化,主要由他国教育制度改革、劳动力市场结构等因素决定,不会由中国单个企业校企联合创新活动所影响;另一方面,外生性的暴露权重,企业技能结构权重 w_i^{Skill} 使用政策前信息构造,避免了政策实施后企业调整人员结构。

(二)数据说明

本文使用的数据主要包括 2008~2023 年 A 股上市公司财务数据、中国专利数据库、城市统计年鉴、OECD 的 Education and Skills 的 VET 数据以及 ILO 的 ILOSTAT 数据等。剔除 ST 类、ST* 类、PT 类企业及变量缺失样本,最终保留了 46062 个观测值。本文对连续变量在 2% 与 98% 分位区间缩尾处理,以规避极端值干扰。描述性统计详见附录 D。

四、实证结果与分析

(一)基准回归

表 1 报告了式 (12) 在替代型 (*Subs*) 与互补型 (*Comp*) 两类校企联合创新模式下的估计结果。列 (1) 和列 (2) 采用企业固定效应,列 (3) 和列 (4) 采用企业和年份的双向固定效应,列 (5) 和列 (6) 采用企业—年份—行业的多维固定效应。显然, $Treat \times Post$ 的系数均在 1% 的统计水平上显著为正,说明产教融合政策对替代型校企联合创新模式与互补型校企联合创新模式均存在正向创新激励。列 (5) 估计值 0.073 大于列 (6) 的 0.065,列 (1) 和列 (2)、列 (3) 和列 (4) 均是前者大于后者,这说明了替代型联合创新模式下的估计系数略高于互补型联合创新模式,反映政策对替代型校企联合创新的促进力度相对更强。产教融合政策对两类联合创新模式的激励效应,本质上源于校企协作平台对创新资源的精准匹配:对于替代型联合创新,高校前沿技术可直接弥补企业研发能力的短板,减少企业自主研发的成本与风险,政策的资源补充效应更直接,因而激励力度相对更高;对于互补型联合创新,校企间的技术交流与需求反馈虽能优化研发方向,但协作过程中的协调成本一定程度上削弱了政策的即时效应。这一差异既体现了产教融合政策对不同协作模式的适配性,也为政策通过差异化校企协作提升企业创新绩效提供了经验证据。

表1 产教融合激励不同校企联合创新模式下的创新激励效应

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	替代型 <i>Subs</i>	互补型 <i>Comp</i>	替代型 <i>Subs</i>	互补型 <i>Comp</i>	替代型 <i>Subs</i>	互补型 <i>Comp</i>
<i>Treat</i> × <i>Post</i>	0.118*** (0.022)	0.088*** (0.017)	0.074*** (0.024)	0.066*** (0.018)	0.073*** (0.024)	0.065*** (0.018)
企业控制变量	是	是	是	是	是	是
个体固定效应	是	是	是	是	是	是
年份固定效应	否	否	是	是	是	是
行业固定效应	否	否	否	否	是	是
样本量	45395	44794	45395	44794	45395	44794
R ² 值	0.011	0.009	0.248	0.198	0.248	0.198

注：*、**、***分别表示在10%、5%、1%的水平上显著，括号内数值为标准误。

(二)稳健性检验

为保证基准回归结果的可靠性，本文采用事件研究法进行平衡趋势检验，并进行如下稳健性分析。其一，替换被解释变量，选取只包含企业和学校联合申请专利与校企联合发明申请专利回归。其二，加入城市发展水平、财政收入占比、产业结构等系列城市控制变量。其三，剔除专利申请为零的企业，避免引发零值偏误，研究范围更聚焦于具备创新基础或创新意愿的企业群体。其四，考虑到政策是2019年9月试点，采用滞后一期以排除非实质性合作带来的估计偏误，聚焦政策落地校企开展的实质性联合创新行为。其五，通过核密度匹配进行PSM-DID估计，以缓解自选择偏误。其六，重复500次随机抽样进行安慰剂检验分析。其七，增加事前控制变量，并包含其时间趋势项，通过引入“事前控制变量×时间趋势”交互项，以缓解“企业事前特征的固有时间趋势与政策冲击相混淆”的内生性问题。其八，选取国家大学科技园设立、国家级双创示范基地、国家自主创新示范区与全面改革创新试验区等排除竞争性政策的干扰。其九，将6240家产教融合试点企业(含非上市公司)与全部专利数据匹配，识别出2008~2023年共4059900个企业个体观测值，有效缓解上市企业样本的选择性偏差，既能够增强统计检验的功效，也可降低小样本下随机波动对结论的干扰。其十，采用Callaway和Sant’Anna(2021)提出的异质性稳健估计量进行估计分析。限于篇幅，以上稳健性检验的详细描述和结果见附录E，均与基准回归结果一致，强化了产教融合政策与校企联合创新之间存在因果关联的推断可靠性。

(三)内生性检验

第一，为缓解样本选择性偏误，企业参与校企联合创新存在自选择行为，本文采用Heckman两步法处理内生性。通过Probit模型估计企业参与联合创新的概率，

引入外生工具变量地区高校密度(城市普通高校数/户籍人口);将逆米尔斯比率(*IMR*)纳入主回归,控制未观测因素干扰。该工具变量兼具外生性(由区域教育布局决定,不受企业创新决策影响,仅间接影响合作概率)与相关性(高校密度越高,校企合作机会越多),满足工具变量核心约束。结果与基准回归结论一致。

第二,基于 OECD-VET 数据、ILOSTAT 教育错配率两类外生冲击构造 Bartik 工具变量开展 2SLS 估计,并进行联合工具变量的过度识别检验。结果显示,*Treat*×*Post* 的二阶段系数显著为正,且对替代型校企联合创新模式的促进效应整体强于互补型;弱工具变量、欠识别、过度识别等各类识别检验均通过,证实结论稳健。替代型模式强调以校企联合替代企业内部独立研发和内部人才培养的路径,因而对外部职业教育供给与制度环境变化更敏感;互补型模式则强调在企业既有创新能力基础上与高校形成互补增量的路径,对同一政策冲击的响应相对温和。产教融合政策呈现出“替代型效应更强”的特征,这表明政策更可能通过缓解企业技能供给约束、降低内部培养成本与缩短技术转化周期,促使企业在“替代型”路径下更显著地提升校企联合创新;而互补型模式中更多体现为在既有创新基础上的联合增量,因此系数相对较小但仍显著为正。内生性检验的详细描述和结果见附录 F。

五、进一步分析

(一)联合创新路径分析

1. 人才引进需求

本文选取智联招聘、前程无忧、猎聘网、58同城、BOSS直聘等招聘平台数据,剔除招聘人数为零、人数缺失、工作城市缺失的无效样本以及重复招聘信息等,以大专及以上学历人才招聘加总的对数值作为人才引进需求(*Tec*)的度量。表2列(1)和列(2)以 *Tec* 为被解释变量进行估计,*Treat*×*Post* 系数在替代型(*Subs*)与互补型(*Comp*)两类校企联合创新模式下均为显著正值,说明产教融合型企业试点在实施后显著提升了企业对人才的需求强度。产教融合试点的核心逻辑是将校企协同育人等制度嵌入企业生产研发,催生技能型与复合型人才需求:替代型联合创新中,企业通过引才内化高校知识、替代外部技术,人才需求增幅更大;互补型模式下,需求增长集中于跨界协作转化人才,幅度略小。这验证了“试点政策→人才集聚吸纳能力提升→联合创新产出增强”的传导路径。

2. 政府财税激励

本文依据试点政策对企业职业教育投资给予 30% 教育费附加与地方教育附加抵免的制度安排,选取企业层面可观测的教育类附加税负作为核心依据。以企业当期教育费附加与地方教育附加之和相对企业所得税的比值的对数值作为政府财税激励(*Tax*)度量。该指标刻画了企业教育类附加税费相对于所得税的相对强度:在政策抵免发生时,教育类附加税负下降,从而税收相应降低,体现财税支持对企

业成本端的缓释作用。表2列(3)和列(4)显示, $Treat \times Post$ 系数在替代型与互补型校企联合创新中均显著为负, 表明试点政策实施后企业教育类附加税负相对下降, 与政策中教育附加抵免安排相符, 证实产教融合试点通过财税减负降低企业参与职教与协同育人的边际成本, 形成激励相容的政策环境。两类创新模式下负向效应幅度相近, 说明财税减负是共同基础条件, 可为不同创新模式提供稳定资金与成本空间, 提升参与可持续性, 验证了“产教融合试点→财政激励(教育附加减负)→促进校企联合创新”的传导路径。

3. 信号传递机制

为检验信号传递机制, 本文构建企业年度媒体关注度指标量化政策背书效应。数据源于CNRDS财经新闻数据库, 依托报道时间、公司提及等信息, 将日度新闻按上市公司与年份汇总, 加总新闻对企业的提及强度形成年度指标, 规避分布偏态。该指标刻画企业外部信息曝光度, 可量化检验“信息曝光→外部认知→合作匹配”的信号传递链条。表2列(5)和列(6)显示, $Treat \times Post$ 在替代型与互补型校企联合创新中均显著为正, 表明产教融合试点显著提升了企业媒体与资本市场曝光度与关注度。该机制下, 试点资格与媒体传播可降低校企合作信息不对称与企业质量识别成本, 提升合作效率; 其中替代型模式系数略高, 因信号带来的融资、声誉效应更易转化为内部创新资源, 互补型则依赖持续协作匹配, 边际效应稍小。结果验证了“产教融合试点→信息扩散和降低不对称→促进校企联合创新”的传导路径。

表2 机制分析: 人才引进需求、政府财税激励与信号传递机制

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	人才引进需求		政府财税激励		信号传递机制	
	<i>Subs</i>	<i>Comp</i>	<i>Subs</i>	<i>Comp</i>	<i>Subs</i>	<i>Comp</i>
$Treat \times Post$	0.224*** (0.085)	0.176** (0.086)	-0.036** (0.018)	-0.036** (0.018)	0.120*** (0.026)	0.107*** (0.025)
企业控制变量	是	是	是	是	是	是
个体固定效应	是	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是	是
行业固定效应	是	是	是	是	是	是
样本量	34215	33752	42529	41965	44712	44118
R ² 值	0.686	0.685	0.282	0.280	0.679	0.677

注: 同表1。

(二) 从合作模式到创新产出

前文替代型与互补型校企联合创新模式刻画的是合作双方知识匹配结构, 描述的是知识结构与企业既有技术基础之间的关系, 主要讨论的是补短板与跨域组合还是同域强化与替代性投入。从创新产出的探索性和影响力, 进一步将校企联

合创新产出划分为突破式创新与渐进式创新,刻画的是进入新技术域和产生高影响力,还是沿既有轨迹迭代改良,描述的是联合创新产出的性质与影响。两个维度的区分可以检验政策对不同类型校企联合创新质量结构的影响差异。本文分别从新增专利度量“技术空间扩展”与高被引专利度量“高影响力突破”来刻画企业突破式创新,前者更敏感于校企合作引入外部知识并推动企业进入新技术域的效应,识别探索式突破,后者更直接衡量创新对后续研发的引用与扩散,识别高影响力突破。附录G中汇报了两种方式的平行趋势检验。

1. 以“技术空间扩展”的度量

突破式创新核心是知识边界扩张,如果在既有知识集合之外引入新技术域并形成新的知识组合,则更接近突破式创新的探索性内涵(March, 1991; Fleming, 2001; Katila 和 Ahuja, 2002)。本文采用校企联合创新新增专利数量测度,直接捕捉“跨域探索—边界扩张”的突破性特征,该口径强调突破式创新的“技术空间扩展”。首先,取每件专利的IPC主分类并映射到section(A-H),在企业*i*的校企联合专利集合上形成当年覆盖的技术类别集合。随后构造企业在该年份之前所有年份的校企联合技术类别历史存量集合(累计到*t*-1年)。据此,将当年首次出现的IPC类别定义为当年集合中相对于历史存量的新增部分集合。其次,统计当年校企联合专利中落入新增类别集合的专利数,使用新增专利数量来刻画突破强度,而渐进式创新为校企联合在既有技术域内的改良迭代。为避免重复记录导致虚增,对“企业—年份—校企联合—IPC类别—专利标识”进行去重后再计数。详细的变量识别描述见附录H。表3汇报的是以“技术空间扩展”刻画的突破式与渐进式创新。列(1)~列(4)为企业与高校联合申请专利 *Joint_All*,列(5)~列(8)为校企联合申请发明专利 *InvApp_JoAll*。核心变量 *Treat*×*Post* 对突破性创新系数整体不显著,对渐进式创新则保持稳定显著正向,表明产教融合试点政策对校企联合创新的促进主要体现为沿既有技术轨迹的扩容深化,而非推动跨技术域突破;且该效应在替代型与互补型模式中均成立,说明政策通过降低合作摩擦、提升对接与研发效率,更易促成风险低、落地快的渐进式联合研发。

表3 校企联合创新：“技术空间扩展”度量

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	<i>Joint_All</i>				<i>InvApp_JoAll</i>			
	突破性创新		渐进式创新		突破性创新		渐进式创新	
	<i>Subs</i>	<i>Comp</i>	<i>Subs</i>	<i>Comp</i>	<i>Subs</i>	<i>Comp</i>	<i>Subs</i>	<i>Comp</i>
<i>Treat</i> × <i>Post</i>	0.005 (0.011)	0.001 (0.006)	0.072*** (0.023)	0.067*** (0.018)	-0.001 (0.002)	0.001 (0.001)	0.017*** (0.005)	0.014*** (0.004)
企业控制变量	是	是	是	是	是	是	是	是
个体固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是

(续)

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	<i>Joint_All</i>				<i>InvApp_JoAll</i>			
	突破性创新		渐进式创新		突破性创新		渐进式创新	
	<i>Subs</i>	<i>Comp</i>	<i>Subs</i>	<i>Comp</i>	<i>Subs</i>	<i>Comp</i>	<i>Subs</i>	<i>Comp</i>
年份固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
行业固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
样本量	44280	44030	44643	44270	44280	44030	44643	44270
R ² 值	0.169	0.131	0.242	0.193	0.166	0.118	0.241	0.199

注：同表1。

2. 以“高影响力突破”度量

仅以新进入技术类别识别突破,可能无法区分“新但影响有限”与“重要但发生在既有领域内部”的创新。本文使用专利被引次数衡量创新的知识价值与外溢影响。现有研究表明专利引用能够反映知识扩散、技术溢出与创新的经济价值(Jaffe等, 1993; Hall等, 2005)。以专利申请后五年窗口内被引次数为基础,在“同一技术类别×申请年份”的可比集合中,计算99分位被引阈值,将Top1%高被引专利界定为突破性专利;企业年份层面突破式创新为校企联合高被引专利数,未达阈值的联合专利则为渐进式创新。详细的变量识别描述见附录H。表4结果显示, *Treat×Post* 在突破性创新上的系数同样整体不显著,而对渐进式创新依然呈现显著促进效应,表明产教融合试点政策在样本期内更有效推动校企联合创新的常规累积提升,对高影响力突破的促进作用不明显;这反映政策优先驱动可规模化的渐进式联合创新,而高影响力突破因需更长知识转化周期、更深产学研耦合及更高资源投入,短期内难以显现。

表4 校企联合创新：“高影响力突破”度量

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	<i>Joint_All</i>				<i>InvApp_JoAll</i>			
	突破性创新		渐进式创新		突破性创新		渐进式创新	
	<i>Subs</i>	<i>Comp</i>	<i>Subs</i>	<i>Comp</i>	<i>Subs</i>	<i>Comp</i>	<i>Subs</i>	<i>Comp</i>
<i>Treat×Post</i>	0.030	0.012	0.048***	0.053***	0.005	0.001	0.011***	0.013***
	(0.018)	(0.011)	(0.018)	(0.015)	(0.003)	(0.002)	(0.004)	(0.003)
企业控制变量	是	是	是	是	是	是	是	是
个体固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
行业固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
样本量	43802	43653	43805	43324	43802	43653	43805	43324
R ² 值	0.229	0.170	0.252	0.208	0.210	0.173	0.266	0.209

注：同表1。

(三)异质性分析

本部分重点考察以下异质性来源及其影响,详细描述和结果见附录I。

1.不同技术行业

产教融合试点政策通过降低校企协作成本、优化科研要素配置与促进知识溢出发挥作用,但该效应存在行业异质性。本文依据《国家重点支持的高新技术领域》划分高新技术与非高新技术行业,高新技术行业因技术耦合度高、更依赖高校科研平台与高端人才供给、技术迭代快,相较非高新技术行业,其企业在政策实施后获得更强的校企联合创新增量。其中,替代型校企联合创新的增量高于互补型,这是由于替代型模式与企业既有技术轨迹相容、落地速度快;而互补型模式受跨域整合与成果转化周期较长的影响,短期增量相对较小,但仍受政策显著促进。

2.不同企业规模

企业规模决定外部知识吸收转化能力边界:大规模企业研发体系完善、资源丰富,更易形成持续产学研合作;小规模企业受资金、人才等约束,合作机会转化能力较弱。本文以在岗员工人数衡量规模,以5000人为阈值区分企业规模。研究表明,产教融合试点政策对校企联合创新的促进效应在大规模企业中显著更强,原因在于政策虽降低合作制度成本,但实质产出高度依赖企业自身研发与吸收能力,大规模企业更易将政策便利转化为项目扩张与研发强度提升。

3.企业所有制

依据企业股权性质,区分外资、国有、民营企业,检验产教融合政策效应的所有制异质性。国企具备稳定研发投入与完善组织治理,在对接高校、联合攻关中更具优势;民企虽市场导向鲜明、决策灵活,但受融资约束、研发投入波动与高端人才获取限制,政策效应释放强度可能较弱。结果表明产教融合试点对国有企业校企联合创新的促进效应显著强于民营企业,国企更易依托政策平台与制度优势对接高质量高校资源,形成持续性联合攻关,进而实现更大规模的联合研发增量;民营企业同样受益于政策带来的合作门槛降低与信息摩擦减少,但政策驱动的创新增量相对有限。值得注意的是,国企与民企在替代型、互补型两类联合创新模式下均呈现显著正向效应,说明政策的促进作用并非局限于单一合作形态,而是对不同知识匹配模式具有普遍适用性。

4.创新型城市异质性

产教融合政策不仅取决于企业自身禀赋,更高度依赖城市创新生态与制度环境。创新型城市集聚高密度科研资源、完善的技术转移体系与人才供给,且地方法政策执行能力更强,能显著降低校企合作成本、放大政策效应。本文依据科技部103个创新型城市名单划分样本,显示在创新型城市的促进效应更强,且在两类联合创新模式中表现一致。这表明创新型城市的科研基础、转化体系与执行能力为

政策落地提供了优渥条件,可将政策激励高效转化为联合研发;同时印证产教融合试点与地方创新生态高度互补,城市创新基础越扎实,政策效应越易放大并持续释放。

六、研究结论与政策建议

本文以2008~2023年上市公司为研究样本,基于产教融合型企业试点准自然实验,构建包含政策冲击的高校与企业两部门理论模型,系统探究产教融合对校企联合创新的影响及机制。研究发现产教融合试点政策显著促进校企联合创新专利产出,替代型联合创新模式因技术适配性强、资源集中效应明显,政策效应显著强于互补型模式,且该效应通过人才引进、财税激励、信号传递三大机制有效传导。从创新类型来看,政策更偏向推动沿既有技术轨迹的渐进式创新,对突破式创新的短期促进效果相对有限。政策效应存在鲜明的异质性特征:高技术行业因技术耦合度高,创新型城市因生态支撑完善,大规模企业因资源储备充足,国有企业因政策对接顺畅,成为政策红利的主要受益主体,其联合创新的提升幅度显著较高。

基于本文研究结论,提出如下政策建议。

第一,聚焦替代型与互补型模式差异,实施靶向施策以提升政策精准度。替代型联合创新模式的政策驱动效应显著高于互补型模式,而当前产教融合试点政策存在同质化供给问题,未能充分适配两种模式的核心需求,因此需摒弃“一刀切”思路,依据两种模式的发展特征制定差异化支持政策。针对替代型与互补型校企合作模式的效应差异,摒弃同质化政策供给。对替代型模式,聚焦企业在技术升级过程中面临的低效困境,重点解决企业现有技术迭代慢、适配性不足的痛点,建立技术替代专项对接机制,由政府牵头搭建校企技术对接平台,引导高校定向研发适配技术,强化政策对短期技术迭代的支撑;对互补型模式,重点支持校企联合磨合与技术适配,设计覆盖研发全周期的阶梯式资助计划,通过针对性初期支持对冲短期效应平缓的短板,引导企业与高校建立长期稳定的合作机制,逐步释放互补型模式在技术创新、人才培养中的长期协同价值。

第二,瞄准三大传导机制,夯实人才、激励与信号核心支柱。在人才引进机制方面,构建以技术契合度、人才留存率、创新产出为核心指标的校企人才适配激励机制,鼓励高校根据企业岗位需求优化人才培养方案,推动人才培养与企业核心研发需求精准对接,引导联合培养人才深度参与企业核心研发项目,提升人才培养的实用性与针对性。在信号传递机制方面,升级官方信息披露平台,除公示试点企业名单外,重点披露联合创新的技术方向、研发进展、专利转化及政策享受情况,降低校企之间的信息不对称成本,帮助企业快速匹配适配

的高校研发资源,提升校企合作的匹配效率与质量,确保政策红利精准传导至校企双方。

第三,针对大企业政策红利集中问题,弥合企业间技术差距以兼顾发展公平与效率。针对政策加剧的企业间技术差距,建立技术溢出绑定机制,将大企业享受政策红利的额度与向中小企业的技术溢出贡献挂钩,明确大企业技术共享、设备开放、人才帮扶的具体要求,引导大企业将试点政策带来的技术优势、研发资源向中小企业辐射,带动中小企业技术升级。同时,重点支持中小企业参与互补型联合创新模式,充分利用其长期效应稳定、投入门槛适中的特征,为中小企业对接高校研发资源提供专项扶持,帮助中小企业逐步积累技术实力,平衡规模效应带来的分化风险,推动大中小企业在产教融合中协同发展、共同提升。

第四,聚焦行业、区域、企业性质异质性痛点,深化政策适配性以释放细分领域产教融合红利。针对高新技术行业,设立前沿技术联合攻关专项,加大政策扶持力度,鼓励校企聚焦关键核心技术开展长期深度合作,推动技术突破。针对传统行业,引导高校将前沿技术转化为适用性强、落地成本低的实用技术,优化技术培训服务,降低企业技术吸收门槛,助力传统行业通过产教融合实现转型升级。在区域层面,推动创新型城市与非创新型城市建立产教创新资源共享机制,引导创新型城市的高校、企业研发资源向非创新型城市辐射延伸,扩大政策覆盖范围。针对民营企业,优化政策获取通道,激发民营企业参与产教融合的积极性。

第五,引导质量升级,推动创新提质转型。产教融合试点政策虽能显著促进校企联合创新专利产出,但更偏向推动沿既有技术轨迹的渐进式创新,故需要调整政策导向,推动创新从规模扩张向质量提升转型。设立突破式创新培育专项,对技术空间扩展明显、具有高影响力的优质专利给予额外激励,鼓励校企聚焦原创性、突破性技术开展研发。同时,建立专利质量导向的动态考核体系,将突破式创新产出占比、专利转化效率等指标纳入试点企业考核范围,对考核优秀的企业给予政策倾斜,对考核不合格的企业进行动态调整,引导试点企业将发展重心从创新规模扩张转向创新质量提升,推动校企联合创新向更高质量、更高水平发展,充分发挥产教融合对企业创新提质转型的支撑作用。

参考文献

- [1]方森辉,毛其淋.高校扩招、人力资本与企业出口质量[J].中国工业经济,2021,(11):97~115.
- [2]亢延锟,黄海,张柳钦,黄炜.产学研合作与中国高校创新[J].数量经济技术经济研究,

2022, (10): 129~149.

[3]李玉花,简泽.从渐进式创新到颠覆式创新:一个技术突破的机制[J].中国工业经济, 2021, (9): 5~24.

[4]龙小宁,刘灵子,张靖.企业合作研发模式对创新质量的影响——基于中国专利数据的实证研究[J].中国工业经济, 2023, (10): 174~192.

[5]权小锋,刘佳伟,孙雅倩.设立企业博士后工作站促进技术创新吗——基于中国上市公司的经验证据[J].中国工业经济, 2020, (9): 175~192.

[6]尚路,李东红,韩思齐,贾宁.产学研合作如何激发数字原生企业发展新质生产力——知识编排视角下的探索性单案例研究[J].中国工业经济, 2025, (1): 174~192.

[7]徐国庆.智能化时代职业教育人才培养模式的根本转型[J].教育研究, 2016, (3): 72~78.

[8]郑刚,朱国浩,邬爱其,刘春峰.专精特新企业产学研知识共创与工艺类关键核心技术突破——基于隶属集团型企业中集圣达因的案例研究[J].管理世界, 2025, (4): 193~218.

[9]周开国,卢允之,周彤.产学研合作为何能促进企业技术创新? ——以上市公司与高校合作专利为对象[J].统计研究, 2025, (4): 99~111.

[10]Acemoglu D., Aghion P., Bursztyn L., Hemous D., 2012, *The Environment and Directed Technical Change* [J], *American Economic Review*, 102(1), 131~166.

[11]Belderbos R., Carree M., Lokshin B., 2004, *Cooperative R&D and Firm Performance* [J], *Research Policy*, 33(10), 1477~1492.

[12]Brunetti F., Matt D. T., Bonfanti A., et al., 2020, *Digital Transformation Challenges: Strategies Emerging from a Multi-stakeholder Approach* [J], *The TQM Journal*, 32(4), 697~724.

[13]Callaway B, Sant'Anna P. H. C., 2021, *Difference-in-differences with Multiple Time Periods* [J]. *Journal of Econometrics*, 225(2), 200~230.

[14]Crescenzi R., Filippetti A., Iammarino S., 2017, *Academic Inventors: Collaboration and Proximity with Industry* [J], *The Journal of Technology Transfer*, 42(4), 730~762.

[15]De Wit-de Vries E., Dolfsma W. A., van der Windt H. J., Gerkema M. P., 2019, *Knowledge Transfer in University-industry Research Partnerships: A Review* [J], *The Journal of Technology Transfer*, 44(4), 1236~1255.

[16]Etzkowitz H., Leydesdorff L., 2000, *The Dynamics of Innovation: From National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of University-industry-government Relations* [J], *Research Policy*, 29(2), 109~123.

[17]Fleming L., 2001, *Recombinant Uncertainty in Technological Search* [J], *Management Science*, 47(1), 117~132.

[18]Giarratana M. S., Mariani M., 2014, *The Relationship between Knowledge Sourcing and Fear of Imitation* [J], *Strategic Management Journal*, 35(8), 1144~1163.

[19]Hall B. H., Jaffe A., Trajtenberg M., 2005, *Market Value and Patent Citations* [J], *The RAND Journal of Economics*, 36(1), 16~39.

- [20] Hewitt-Dundas N., 2012, *Research Intensity and Knowledge Transfer Activity in UK Universities* [J], *Research Policy*, 41(2), 262~275.
- [21] Hong W., Su Y. S., 2013, *The Effect of Institutional Proximity in Non-local University-industry Collaborations: An Analysis Based on Chinese Patent Data* [J], *Research Policy*, 42(2), 454~464.
- [22] Hsu D. H., Hsu P. H., Zhou K., Zhou T., 2025, *Industry-university Collaboration and Commercializing Chinese Corporate Innovation* [J], *Management Science*, 71(6), 5351~5375.
- [23] Jaffe A. B., Trajtenberg M., Henderson R., 1993, *Geographic Localization of Knowledge Spillovers as Evidenced by Patent Citations* [J], *The Quarterly Journal of Economics*, 108(3), 577~598.
- [24] Katila R., Ahuja G., 2002, *Something Old, Something New: A Longitudinal Study of Search Behavior and New Product Introduction* [J], *Academy of Management Journal*, 45(6), 1183~1194.
- [25] March J. G., 1991, *Exploration and Exploitation in Organizational Learning* [J], *Organization Science*, 2(1), 71~87.
- [26] Mindruta D., 2013, *Value Creation in University-firm Research Collaborations: A Matching Approach* [J], *Strategic Management Journal*, 34(6), 644~665.
- [27] Mulligan K., Lenihan H., Doran J., Roper S., 2022, *Harnessing the Science Base: Results from a National Programme Using Publicly-funded Research Centres to Reshape Firms' R&D* [J], *Research Policy*, 51(4), 104468.
- [28] Nooteboom B., Van Haverbeke W., Duysters G., et al., 2007, *Optimal Cognitive Distance and Absorptive Capacity* [J], *Research Policy*, 36(7), 1016~1034.
- [29] Perkmann M., Tartari V., McKelvey M., et al., 2013, *Academic Engagement and Commercialisation: A Review of the Literature on University-industry Relations* [J], *Research Policy*, 42(2), 423~442.

**Can Industry-education Integration Foster University-industry
Joint Innovation: Evidence from the Industry-education
Integration Enterprise Pilot Program**

SONG Jian¹ SHAO Wei¹ WANG Jing²

(1. Joint Research Institute, Nanjing Audit University;
2. School of Economics, Nanjing Audit University)

Summary: This article defines the joint innovation between enterprises and universities as a process of knowledge reorganization between the research and development (R&D) departments of enterprises and universities. It attributes the

differences in cooperation performance to the heterogeneity of the technical relationships between the two parties. One type of cooperation is manifested as the joint enterprise–university technology replacing the existing technological paths of an enterprise, that is, the substitution–type joint innovation model. The other type of cooperation is manifested as the complementarity of the joint enterprise–university technology and an enterprise’s capabilities, that is, the complementary–type joint innovation model. This study aims to identify whether the pilot policies of industrial–education integration enterprises can reshape the patent output structure of joint innovation between enterprises and universities and through which technical relationships and micro–mechanisms. It also focuses on testing the differential policy effects of substitution– and complementary–type joint innovation as a scientific issue.

Regarding theory, this study constructs a theoretical system of two departments of university and enterprise R&D, and it is a novel study to embed the efficiency of talent matching, tax reduction rate, and signal transmission intensity under the impact of industrial–education integration policies into the model, demonstrating the innovation effects under different joint innovation models. This not only compensates for the deficiency of the traditional triple helix model in explaining the micro–level technological interaction but also, through mode comparison, it clearly demonstrates that the policy effect of the substitution–type model is significantly greater than that of the complementary–type or reveals differences in short– and long–term effects.

This study takes the pilot of industrial–education integration enterprises as a natural experiment. Based on the cosine similarity of patent technology space, it divides the joint innovation between enterprises and universities into two types–substitution– and complementary–type models. It verifies the impact of industrial–education integration on joint innovation and its boundary conditions using the data system of listed companies from 2008 to 2023. The study finds that the industrial–education integration policy significantly promotes joint innovation between enterprises and universities. The policy effect under the substitution–type model is significantly stronger than that under the complementary–type model, and it is achieved through three mechanisms–talent introduction, tax and finance incentives, and signal transmission. The policy’s promoting effect on incremental innovation is more prominent, and its effect is greater in high–tech industries, innovative cities, large–scale enterprises, and state–owned enterprises.

The contributions of this study are mainly reflected in four aspects: First, regarding research perspective and model division, this study breaks through the existing research on

the innovative effect of industry-academia integration. Based on the technical correlation characteristics and the technical similarity of joint patents, it constructs measurable technical relationship indicators to identify alternative and complementary university-enterprise joint innovation models to effectively reveal the differentiated innovative responses of the same policy under different knowledge matching structures and compensate for the insufficient detail in the description of cooperation models in the existing literature. Second, regarding causal identification and policy net effect assessment, it makes up for the lack of causal identification of the pilot project of industry-academia integration. Existing research mostly focuses on the overall effect of industry-academia integration or the innovative achievements of industry-university cooperation, lacking a precise assessment of the net effect of this pilot policy. By combining the exogenous instrumental variable strategy to alleviate potential selection bias and omitted variable bias problems, it achieves a more robust and reliable estimation of the net effect of the pilot policy and can identify the differentiated impacts of the policy on different innovation types and different joint innovation models. Third, it deeply dissects the micro-mechanism of the impact of industry-academia integration on university-enterprise joint innovation. This study goes beyond general explanations such as resource integration and knowledge spillover and systematically constructs and tests three specific micro-mechanism paths-talent introduction, government fiscal and tax incentives, and signal transmission. Fourth, regarding innovation type classification and innovation quality identification, it further distinguishes breakthrough and incremental innovation, expanding from the quantity effect to the quality effect, revealing that the pilot policy of industry-academia integration not only affects the scale of joint innovation but also may change the innovation structure and quality, thereby enriching the multi-dimensional cognition of the policy effect of industry-academia integration and providing more targeted empirical evidence and theoretical basis for the government to formulate stratified, classified, and precise policy support for industry-academia integration.

Keywords: Industry-education Integration; Technological Substitution; Technological Complementarity; University-industry Joint Innovation

JEL Classification: I21; L52; O14

(责任编辑:李兆辰;数据编辑:东风)