

# 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

龙小宁, 刘灵子, 张靖

**[摘要]** 本文使用1992—2016年第一申请人为企业的授权发明专利数据,通过手动整理申请人类别信息,构建合作研发模式指标,分析企业合作研发以及不同合作研发模式对企业高质量创新能力的影响。研究发现:整体而言,企业合作研发并不能提高企业创新质量;但将合作研发区分为不同模式后,产学研合作相比其他合作模式产生的专利被引数量更高,表明产学研合作对企业创新成果质量有显著的正向影响。在使用工具变量处理内生性问题、替换被解释变量,以及增加控制变量进行稳健性检验后,该结果仍然保持稳健。机制分析显示,产学研合作对企业创新绩效产生影响的机制是更高水平的信息共享。信息共享程度的提高能够显著提升企业创新质量,而与其他合作研发模式相比,产学研合作对信息共享的促进作用更大,因而能够显著提高合作创新质量。异质性分析揭示了产学研合作为何能够更好地促进信息共享,产学研合作中合作主体之间较弱的竞争关系,以及产学研合作技术的较强初创性和基础性特征均有利于提高合作者之间的信息共享程度。本文的研究发现揭示了产学研合作对企业高质量创新的重要性,对于中国如何建设成为创新型国家具有启示意义。

**[关键词]** 合作研发; 产学研合作; 创新质量; 信息共享

**[中图分类号]** F273 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1006-480X(2023)10-0174-19

## 一、引言

经济理论指出,创新是长期经济增长的主要动力(Aghion and Howitt, 1992),多国的经济发展历程为创新对经济发展中的重要贡献提供了经验证据。企业作为经济活动中产品和服务的主要提供者,既是发明专利等高质量创新成果的主要持有者,又是将专利技术应用于新产品开发和产能提高的“主

**[收稿日期]** 2023-05-02

**[基金项目]** 国家自然科学基金面上项目“科技创新的知识产权保护研究:测量指标构建与最优政策选择”(批准号72073114);福建省自然科学基金面上项目“高铁直通与风险投资:影响识别、机制分析与政策启示”(批准号2022J011262)。

**[作者简介]** 龙小宁,厦门大学知识产权研究院、“一带一路”研究院教授,博士生导师,经济学博士;刘灵子,厦门大学经济学院博士研究生;张靖,厦门理工学院经济与管理学院讲师,经济学博士。通讯作者:刘灵子,电子邮箱:15320190154378@stu.xmu.edu.cn。感谢匿名评审专家和编辑部的宝贵意见,文责自负。

力军”,在创新活动中扮演着至关重要的角色。<sup>①</sup>提高企业创新能力不仅可以增加高质量创新成果,也可以进一步推动专利成果转化,有助于实现经济高质量发展。因此,如何提高企业创新绩效,增强其高质量创新能力,是中国经济发展的重要议题。而企业在创新活动中会面临诸多困难与挑战,包括技术的复杂性、投资的高成本和高风险等(周开国等,2017)。为解决上述难题,企业更多倾向于选择与其他机构合作研发,以共同应对日益复杂的技术变革,分摊高额的创新成本,分散创新成果不确定性带来的风险,由此合作研发成为趋势(Kamien et al., 1992; De Faria et al., 2010)。

但企业与其他机构之间的合作研发能否真正帮助企业提升创新质量?对于这一议题,现有研究并未达成一致意见。持肯定观点的研究认为,企业与其他机构合作研发能够降低其融资成本,助力研发过程中多种创新想法的融合,从而提升企业的创新质量(De Fuentes and Dutrénit, 2012)。然而,另一些观点认为,合作要求企业在研发过程中花费一定的时间、精力和资源用于同其他机构沟通协调,不仅增加了企业的协调成本,也加大了其技术信息泄露的风险,并且这类成本和风险会随着合作的深入而不断提高,甚至会抵消合作所能带来的正向影响(Becker and Murphy, 1992; Belderbos et al., 2010)。现实中,虽然近年来专利的联合申请比例有所上升,但其占比仍旧较低,这也一定程度上反映出合作研发给企业创新成果带来的影响并不确定。例如,欧盟专利联合申请占比从1978年的3.8%上升到2009年的6.3%,中国专利的联合申请占比在1985—2019年间从5.6%上升到7.4%。虽然现有研究对于企业的创新质量是否能从合作研发中受益存在争议,但若将企业的合作伙伴限定于高校和科研机构,学者们则普遍认可合作研发能够提高企业的创新绩效。既有研究使用英国(D’Este and Patel, 2007)、荷兰(Bekkers and Freitas, 2008)以及墨西哥(De Fuentes and Dutrénit, 2012)的数据,均发现产学研合作对创新有正向影响。针对中国的产学研相关研究也在近年不断涌现。大量研究采用不同数据构建产学研合作指标,包括高校和科研机构研发经费中企业资金的比重(白俊红和蒋伏心, 2015)、企业博士后工作站的设立(权小锋等, 2020)、企业高管的校友关系(王雯岚和许荣, 2020)以及基础研究投入(叶菁菁等, 2021)等,也都发现产学研合作能够对企业 and 区域创新绩效产生显著的积极作用。

与上面发现相关的一个重要问题是,产学研合作具体通过何种渠道提升企业创新质量?学者们认为,产学研合作能够通过更充分的信息和知识共享机制来改善企业的创新表现(Acs et al., 1992; Jaffe et al., 2000)。这种知识和信息的共享表现为高校和科研机构在合作中直接向企业传递知识和技术,并帮助企业在实践中更迅速地掌握这些知识和技术(Akcigit et al., 2017)。其充分性体现在双方知识共享的广度和深度更大,共享范围更能够覆盖双方的核心知识和技术。而产学研合作能够实现更充分的信息共享的重要原因是企业和科研机构之间相对较弱的竞争关系。首先,科研机构的非营利性意味着其不直接参与企业在产品市场中的竞争;同时,科研机构所涉及的知识和技术通常具有初创性和基础性,相较于能够迅速应用于产品的成熟技术和实用技术,其具体的技术应用场景不明晰,市场价值也不确定,因而对企业的竞争威胁较小。由于双方的竞争关系相对较弱,即使互相分享了核心技术和知识,也不会阻碍各自未来的发展。因此,较弱的竞争关系使双方更愿意充分地分享各自的信息,能够提高信息共享的广度和深度,从而帮助提升企业的创新质量。

然而,上述理论观点仍未得到大量实证发现的支持。除了这些争议之外,还需特别指出的是,

<sup>①</sup> 根据《2022年中国专利调查报告》,2022年中国发明专利产业化率为36.7%,较2021年提高1.3个百分点;中国企业发明专利产业化率为48.1%,较2021年提高1.3个百分点。根据《2021年中国专利调查报告》,2021年中国发明专利产业化率为35.4%,较2020年提高0.7个百分点;中国企业发明专利产业化率为46.8%,较2020年提高1.9个百分点。

在中国的情境下企业合作研发对其创新质量的影响及影响机制仍未得到全面深入的分析。具体而言,中国企业的研发合作能否对其创新质量产生正向影响?不同合作研发模式对企业创新质量的影响是否存在差异?进而,产学研合作为何能够通过知识分享提升企业创新能力?为回答上述问题,本文使用1992—2016年第一申请人为企业的授权发明专利数据,基于联合申请数据构造合作研发指标;进一步根据申请人名称信息手动整理申请人类别,构建不同合作研发模式指标;使用剔除所有申请人自引用后的专利被引用数量衡量企业创新质量,以进行实证分析。鉴于企业参与合作研发的最终目的是提高其市场表现,衡量企业创新质量的指标既要体现其技术的重要性,又要体现其市场价值。一方面,专利被引数量可以衡量该技术对未来技术的影响范围和程度,能够反映企业创新成果的技术质量;另一方面,已有学者使用上市公司数据实际估算专利被引数量的价值,发现专利被引数量的增加伴随着企业市场价值的相应提高(Hall et al., 2005; Belenzon, 2012),说明被引数量同样具有市场价值。因此,本文采用的度量指标能够较好地反映企业的创新质量。

本文研究发现:①整体而言,企业与其他机构合作研发并不能显著提高其创新质量;但当合作研发按照企业的合作对象被区分为企业间合作、产学研合作和政企合作等不同模式后,产学研合作能够显著提升企业的创新质量,具体表现为产学研合作专利的平均被引用数量更多。在加入发明人宗族背景作为产学研合作的工具变量、替换被解释变量,以及增加控制变量进行稳健性检验后,结果仍然保持稳健。②产学研合作提升企业创新质量的机制在于信息共享。企业与合作者之间的信息共享程度提高,会显著提升企业的创新成果质量;在所有的合作研发模式中,产学研合作对合作者之间信息共享程度的提升作用最强。③异质性分析结果显示,产学研合作能够实现更充分的信息共享的原因在于双方的竞争关系较弱。具体而言,不同合作主体之间的竞争关系强弱会影响信息共享机制的实现程度,竞争关系越强,信息共享的实现程度越低。同时,知识特征也会影响合作者之间的竞争程度。初创性和基础性更强的技术,由于其市场价值具有不确定性,使得参与各方彼此间的竞争威胁较小,从而合作者间的竞争程度更低。因此,科研机构本身的非营利性以及其知识的初创性和基础性特征均意味着企业在与其合作时双方竞争关系较弱,从而提升了产学研合作的信息共享程度。

本文对相关领域研究的贡献主要包括以下几方面:①扩充了企业合作研发、产学研合作与企业创新质量相关的文献。现有涉及企业合作研发的文献大多分析企业的合作动机(周开国等, 2017),与产学研合作相关的文献则着重研究其对区域创新成果(白俊红和蒋伏心, 2015; 叶菁菁等, 2021)和企业创新绩效的影响(权小锋等, 2020),且多采用地区研发费用占比、博士后流动站、开发区大学数量(白俊红和蒋伏心, 2015; 权小锋等, 2020; 吴敏等, 2021)等间接方式衡量产学研合作。本文使用专利联合申请数据构建企业合作研发指标,并手动整理授权发明专利的申请人类型数据构建合作研发模式指标,可以更直接衡量包括产学研合作在内的多种企业合作研发模式。基于这些指标,本文既可以从整体上研究企业合作研发对创新质量的影响,又可以通过对比不同合作研发模式来更具体地分析产学研合作的影响。②丰富了竞争关系与信息共享相关的研究,现有研究大多独立分析信息共享或竞争关系对企业创新质量的影响(庄涛和吴洪, 2013; 杨震宁和赵红, 2020),而本文将两者结合起来,研究竞争关系对信息共享的作用,以解释产学研合作与其他合作研发模式在信息共享方面的影响差异,进而解释为何产学研合作能够更有效提升企业创新质量。③补充了关于初创性和基础性知识如何提升企业创新质量的文献。现有文献大多强调科研机构的研究具有初创性和基础性,能够助力产学研合作成果提高,但鲜少探究其具体发生作用的渠道。本文从其对竞争关系进而信息共享的影响角度对这一问题进行了分析,并提供了实证支持。

余文结构如下:第二部分是理论分析和研究假说,第三部分是数据选择和模型设计,第四部分

是基准回归结果,第五部分是机制分析和异质性分析;第六部分是内生性处理和稳健性检验,最后是结论。

## 二、理论分析和研究假说

如前文中所讨论的,现有研究揭示出企业合作研发与创新质量之间的关系存在不同的规律,既可能是促进作用,也可能是阻碍作用;同时,不同合作研发模式的影响也存在差异。本部分将对现有文献中的理论和实证结果进行讨论,分析合作研发在何种条件下才能提升企业的创新质量。具体而言,首先从信息共享的角度探讨合作研发如何影响企业的创新质量;然后讨论企业与合作者间的竞争关系对信息共享的影响,并分析竞争关系的影响因素;最后基于对竞争关系的讨论,分析不同合作研发模式下合作者间信息共享程度的差异,以解释为何不同的合作研发模式会对企业创新质量产生不同的影响。在此基础上提出本文所要检验的一系列研究假说。

### 1. 信息共享与企业合作创新质量

信息共享是合作研发提高创新质量的重要途径之一。大量理论文献将信息共享程度作为比较企业合作研发和独立研发成果质量差异的前提条件,高程度的信息共享使得企业合作研发的创新质量高于其独立研发的创新质量(Kamien et al., 1992)。

相比于独立研发,企业在合作研发过程中会与其合作者共享信息、知识和技术,这不仅能够提升企业获取知识的效率,还能促进合作者之间的灵感碰撞,进而提升企业合作研发的创新质量(De Faria et al., 2010)。学习和应用知识以及技术通常伴随着一定的成本,包括搜寻成本和吸收成本等。通过信息共享,企业能够更加迅速地获取合作机构已有的信息和知识,在一定程度上缩减了企业的搜寻成本。同时,合作者还能够为企业辅助讲解相关知识和技术,并为企业提供其应用技巧,从而降低企业的吸收成本,使企业能够更高效地学习相关知识,提高企业的创新效率和创新能力。此外,合作中的信息共享能够促进不同领域、不同专长的研发者分享创意和思路,产生思想碰撞。这能够激发研发者的创新潜力,促使研发者从多个维度思考问题,拓展其创新思维,提升其创新技能。进一步,思想碰撞还有利于研发者打破传统的思维定式,激励其思考新的研究思路和研究方法,促进新想法和创意的提出,从而创造出更高质量的创新成果。合作创新是不同主体之间信息交流和知识共享、共同探究知识和技术边界的过程。在创新过程中,合作者信息分享越充分,技术交流越密切,其积累的知识和碰撞出的灵感也就越丰富,最终的创新质量也会更高。

### 2. 竞争关系、知识特征与信息共享

(1) 竞争关系与信息共享。企业与合作者的竞争关系,既可能直接影响信息共享的范围,还可能通过影响合作者间的协调成本间接影响信息共享的效率。一方面,合作者间的竞争关系可能导致双方在确立信息共享的范围时趋于保守,不愿意进行深度的知识和技术共享。较强的竞争关系使得企业担心过多的技术共享,特别是核心技术的共享,可能会增强竞争对手的实力,给企业未来争夺市场份额和获取利润带来风险。因而双方可能更倾向于保护其核心创新想法和技术秘密,而分享其非核心知识和技术(Hoffmann et al., 2018)。另一方面,竞争关系会增加合作研发过程中的协调成本,降低信息共享的效率。竞争关系导致合作各方将自身利益而非合作者共同利益置于首位,可能诱发合作者之间的学习竞赛(Hamel, 1991)。企业会试图增加合作伙伴的知识流入,同时尽量减少自身的知识流出,以在合作中最大限度地保护自身利益(Hoffmann et al., 2018)。这种知识流入和流出的不平等使得双方需要不断地沟通和协商,以尽可能地要求对方分享更多的信息,从而产生

大量的协调成本(Agrawal and Goldfarb, 2008),进一步降低合作研发中信息共享的效率。

因此,合作者之间的竞争关系使得企业在信息共享时对其核心技术和知识予以保留。虽然有限的信息共享能够在一定程度上帮助企业从研发合作中汲取创新所需的知识和技术,但由于无法涵盖双方的核心资源,限制了思想碰撞和知识集聚,降低了信息共享的效率,最终抵消了合作过程中由于信息共享而提升的创新质量(Laursen and Salter, 2006;杨震宁和赵红, 2020)。

(2)知识特征与竞争关系。合作技术的初创性和基础性特征会增加该技术市场价值的不确定性,使得合作双方难以对彼此构成强有力的竞争威胁,从而削弱合作者间的竞争关系。技术的初创性是指某项技术处于该细分技术领域的早期发展阶段。初创性技术虽然较新,但与成熟技术相比,其未来发展方向和发展潜力都存在不确定性,导致其市场价值具有不确定性。技术的基础性是指该项技术蕴含了基本原理性的知识(张玲玲等, 2019)。由于该类知识不能直接应用于特定产品,因此,其市场价值相对于应用技术来说同样具有不确定性。合作技术的市场价值的不确定性使得企业与研发合作伙伴间的竞争关系相对较弱。其原因在于,即使企业的合作伙伴拥有了该项技术,这一技术是否能直接用于产品研发以及产品未来的竞争力,仍存在不确定性。这种不确定性使得企业认为合作伙伴对其构成竞争威胁的可能性较小,从而降低了企业与合作伙伴之间的竞争程度。

基于此,合作技术的初创性和基础性特征能够通过降低研发合作者间的竞争关系强度,促进信息共享,进一步提升企业合作研发的创新质量。

### 3. 企业不同合作研发模式与竞争关系

上述讨论表明,研究企业合作研发能否提升企业创新质量不能简单地一概而论,而是需要具体分析合作者之间的竞争关系和信息共享程度。企业与不同类型的机构合作研发,其竞争关系可能存在较大差异,使得不同合作研发模式的信息共享程度也存在明显差异,进而给企业创新成果质量带来不同的影响(De Faria et al., 2010)。基于此,本文根据当前中国企业合作研发机构的不同属性,将企业合作研发分为企业间(企业和企业)合作和产学研(企业和高校、科研机构)合作,从竞争关系的角度出发,具体分析两种合作研发模式在信息共享上的差异,以及该差异对企业创新产出质量的影响。

高校和科研机构本身的非营利性及其知识的初创性和基础性特征,决定了企业与其竞争关系相对较弱,从而使得产学研合作在信息、知识和技术方面的共享更加充分,产学研合作创新成果的质量也更高(Azagra-Caro et al., 2017)。企业技术研发的目的在于改进旧产品、研发新产品,以在不断升级的市场竞争中建立起持久稳定的竞争优势,最终实现利润最大化。科研机构进行技术研发的目的在于探索科学的边界、发现新知识、拓展新技术。科研机构的非营利性决定了其不会成为企业产品市场的竞争对手,从而不会与企业产生较强的竞争关系。同时,科研机构的研究内容主要为探索和总结自然和社会的规律,该研究内容决定了其钻研的知识更具有初创性和基础性的特征(Jensen and Thursby, 2001;张玲玲等, 2019)。结合前文的理论分析,知识的初创性和基础性在一定程度上会降低研发合作者间的竞争关系。因此,科研机构的三个特征决定了产学研合作中的竞争关系相对较弱,使得产学研各方能更充分地分享其核心知识和技术,从而提升其创新质量(Belderbos et al., 2004)。大量实证研究也发现,科研机构和企业的信息共享能够提升产学研的创新质量(Jaffe et al., 2000; Akcigit et al., 2017),为上述理论分析提供了实证支持。

企业本身的盈利性特征决定了整体上,企业间的合作关系与产学研合作相比更具竞争性。企业研发是为了推出新产品以获取利润。从博弈论角度分析,企业为提高自身收益,虽然在研发阶段与其他企业合作,但是在产品的生产和销售阶段,并不会继续维持该合作关系。原因在于,企业为

改良旧产品或研发新产品进行合作研发,成功后将该技术申请专利并获得授权,其产品本身的创新性以及国家对专利的保护为该产品创造了一个小型的垄断市场,企业及其合作伙伴成为该市场的寡头。根据古诺模型,企业出于利润最大化的考量并不会继续选择合作,使得企业间的关系最终走向竞争(Fernandez et al., 2014)。因此,较强的竞争关系使得双方难以实现信息的充分共享,进而影响合作研发的创新质量。需要补充说明的是,企业间合作并不直接等于竞争者合作。企业间竞争关系的强弱需要结合双方是否处于同行业、是否处于同一产品市场等信息综合考量。例如,处于同一行业的企业,由于产品相似且面向同类型消费者,其竞争关系相对较强;而处于不同行业的企业,由于其产品本身不具有明显的替代性,竞争关系相对较弱。

综上,企业与其合作研发机构之间的竞争关系会显著影响合作者间信息的共享程度,进而影响企业合作研发的创新质量。企业与不同类型的机构合作研发,由于其竞争关系不同,最终的合作创新质量也会存在差异。在各类企业合作研发模式中,产学研合作中合作者间的竞争关系相对较弱,而企业间合作中合作者的竞争关系相对较强。因而,整体上,合作研发难以对创新质量产生明显的正向影响;各种合作研发模式对比发现,产学研合作下企业创新质量更高。

基于上述理论分析,本文提出:

假说1:与企业自主研发相比,企业合作研发从整体看不一定能显著提高企业创新质量;但企业与科研机构进行的产学研合作能显著提升企业创新质量。

假说2:合作研发能够通过促进信息共享提升创新质量;产学研合作能够显著提升企业创新质量的原因在于产学研合作中的信息共享更加充分。

假说3:企业与其合作者之间的竞争关系会降低合作研发的信息共享程度,进而阻碍企业合作研发下创新质量的提升;科研机构的非营利性特征降低了产学研合作的竞争关系,使得产学研合作能够提升企业创新质量。

假说4:知识的初创性和基础性特征会促进合作中的信息共享,进而提升企业合作研发的创新质量;科研机构的知识特征使得产学研合作专利更具初创性和基础性,进而降低产学研合作的竞争关系,使得产学研合作能够提升企业创新质量。

### 三、数据选择和模型设计

#### 1. 数据选择

本文使用1992—2016年第一申请人为企业的已授权发明专利数据进行实证分析。相比于实用新型专利和外观设计专利,发明专利的授权要求更高,申请的审批程序更严格,是更加高质量的专利(易巍等,2021);且授权发明专利表示该发明专利已经通过知识产权局的审核,具有“新颖性、创新性和实用性”,更能体现企业高质量创新的能力(陈强远等,2020)。鉴于专利第一申请人的核心地位<sup>①</sup>,选取第一申请人为企业的专利数据,以专注于企业的创新合作行为。专利数据来自中国知识产权局的专利数据库,包括专利特征数据和专利引用数据。其中,专利特征数据包括专利申请号、申请日期、专利IPC号(专利技术分类)、专利申请人信息、专利发明人信息、专利代理机构信息等;专利引用数据包括引用专利申请号和被引用专利申请号。

<sup>①</sup> 专利数据中申请人的特征信息(如地址、所属行业等)均为第一申请人的信息。

## 2. 模型设计

本文使用如下计量模型分析企业合作研发对企业创新质量的影响。具体地,使用模型(1)分析企业合作研发是否会对创新质量产生影响,使用模型(2)分析不同合作研发模式是否对创新质量存在差异化影响:

$$Cited\_times_{i,j,s,t} = \alpha + \beta D\_Coop_{i,j,s,t} + \gamma Control_{i,j,s,t} + \phi_j + \eta_s + \theta_t + \varepsilon_{i,j,s,t} \quad (1)$$

$$Cited\_times_{i,j,s,t} = \alpha + \beta_1 D\_InsC_{i,j,s,t} + \beta_2 D\_CorpC_{i,j,s,t} + \beta_3 D\_GovC_{i,j,s,t} + \beta_4 D\_MixC_{i,j,s,t} + \gamma Control_{i,j,s,t} + \phi_j + \eta_s + \theta_t + \varepsilon_{i,j,s,t} \quad (2)$$

其中,模型(1)、(2)中的下标*i*、*j*、*s*、*t*分别表示专利、企业(第一申请人)、技术领域和申请年份。

被解释变量  $Cited\_times_{i,j,s,t}$  表示企业的创新质量,用*t*年*j*企业*s*技术领域*i*专利剔除自引用后的被引用数量衡量。专利被引是指一件专利被后续专利的申请人或审查员引用,通常体现了两件专利在技术上的关联性。因此,某件专利的被引数越高,其与后续发明创造的关联性越强,对后续技术的贡献越大,其质量也越高。此外,学者们采用多样化的市场指标发现,专利的被引用数量与专利的市场价值显著正相关(Harhoff et al., 1999; Belenzon, 2012),更有研究采用上市公司数据,估算被引数量的市值(Hall et al., 2005)。由于专利的被引数量既能反映其技术质量,也能体现其市场价值,大量研究采用该指标衡量企业的创新质量以及其创新能力(吴敏等, 2021)。企业在进行连续的创新活动时,往往会引用其先前专利。有两种可能的原因:一是后续专利与先前专利具有技术上的关联性,例如后续专利改进了先前专利的技术;二是企业通过后续专利引用其先前专利的方式,“虚增”其先前专利的被引用数量,使先前专利在表面上质量更高。因而,为了消除企业内部“虚增”专利被引用数量这一行为对指标构建的影响,本文借鉴 Galasso and Schankerman(2015)的方法,在计算专利被引用数量时减去所有申请人的自引用数量,以更加准确地体现创新成果质量。在具体的指标构建中,设定专利被引用的窗口期以消除专利年龄对被引用次数的影响;将窗口期分别设定为3年和5年,窗口期3年(或5年)表示该专利申请后3年(或5年)内的被引用次数。进一步地,由于专利窗口期内被引用次数具有一定的偏斜度,采用现有文献较为常见的处理方式,将专利窗口期内剔除自引用后的被引用次数加1并取对数(权小锋等, 2020),作为企业创新质量的代理指标。

模型(1)中的解释变量  $D\_Coop_{i,j,s,t}$  表示*t*年*j*企业*s*技术领域*i*专利是否属于合作研发专利,用该专利是否为企业和其他机构联合申请衡量,若该专利的机构申请人数量大于1,该变量为1,否则为0。《中华人民共和国专利法》(简称《专利法》)明确规定,“申请专利的权利属于完成或者共同完成的单位或者个人”,因而专利的机构申请人能够在一定程度上指代参与专利研发的机构。<sup>①</sup>并且,专利申请人在专利获得授权后能作为专利权人享有一系列权利。因而,参与专利技术研发的所有机构都有激励参与专利申请,成为专利的共同申请人。因此,专利申请人数量大于1能够表明企业与其他机构共同参与了专利技术的研发,可以作为企业合作研发的代理指标(叶菁菁等, 2021)。

为分析不同合作研发模式对企业创新质量的影响,本文在模型(2)中根据专利申请人的类型将合作分为四类:企业和科研机构合作,即产学研合作( $D\_InsC_{i,j,s,t}$ )、企业和企业合作( $D\_CorpC_{i,j,s,t}$ )、企业和政府合作( $D\_GovC_{i,j,s,t}$ ),以及企业和上述多类机构合作( $D\_MixC_{i,j,s,t}$ )。其中,企业是指以盈利为主要目标的社会组织,科研机构是指以教学或科学研究为主要目标的社会

<sup>①</sup> 《专利法》第八条规定“两个以上单位或者个人合作完成的发明创造、一个单位或者个人接受其他单位或者个人委托所完成的发明创造,除另有协议的以外,申请专利的权利属于完成或者共同完成的单位或者个人”。

组织和事业单位,而政府机构是指以公共行政事业为主要职能的政府职能机构。具体的分类步骤如下:第一步参照寇宗来和刘学悦(2020)的专利数据清理方法整理专利申请人名称,并手动整理因为专利申请人变更名称导致同一申请人出现不同名称的数据,得到前后统一的专利申请人名称信息。第二步根据专利申请人名称中是否含有具有明确指代性的关键词,对申请人分类(庄涛和吴洪,2013)。例如,明确指代企业的关键词包括:公司,集团,株式会社,银行,矿,厂等;明确指代科研机构的关键词包括:大学、科学院等;明确指代政府机构的关键词包括:政府办公室,税务局,出入境管理局等。需要强调的是,在这一步的分类过程中,发现一些关键词并不具有明确的指代性。例如“研究院”“研究所”和“研究中心”等,在很多情况下是企业出于自身研发需要下设的机构,因而不应该直接将其识别为科研机构。针对这些无法在第二步采用明确指代性关键词分类的申请人,采取第三步人工识别的方法,对申请人手动分类。最终得到所有申请人所属类别数据以及专利合作研发模式数据。<sup>①</sup>

控制变量  $Control_{i,j,s,t}$  为变量向量,包括专利发明人的人数和是否有专利代理机构参与。专利发明人是指对发明创造的实质性特点做出创造性贡献的人,其人数能够衡量发明专利研发过程中的高质量人力资本投入。专利代理机构能够对专利申请文本润色,突出其技术贡献,提高其授权概率。企业使用专利代理机构是企业重视专利、增加专利资金投入的体现。上述两个变量都对应专利研发和申请过程中涉及的资源投入,对其进行控制有助于更好地识别合作本身而非合作带来的资源累加对企业创新成果的影响。<sup>②</sup>  $\phi_j$ 、 $\eta_s$  和  $\theta_t$  分别表示第一申请人(企业)、专利所属IPC小类和专利申请年份的固定效应,以控制企业层面和专利技术小类层面不随时间变化的因素,以及时间层面不随企业和专利技术领域变化的共同冲击。<sup>③</sup>

#### 四、基准回归

本部分实证检验企业合作研发行为与具体的合作研发模式对其创新成果质量的影响,首先考察企业合作研发是否会产生影响,然后分析不同合作研发模式的影响差异。

表1中Panel A和Panel B分别报告了模型(1)和模型(2)的回归结果。每两列分别加入不同的固定效应。其中,第(1)、(2)列加入专利第一申请人、IPC小类以及年份的固定效应,以控制企业特征、专利技术领域特征以及时间因素对专利合作偏好和专利质量的影响。<sup>④</sup> 第(3)、(4)列加入第一申请人、IPC小类和年份三个固定效应的交乘项,以更加严格地控制同一企业内部不同技术领域随时间变化的特征对专利合作和被引数量的影响。例如,在不同时点,企业所在行业或地区政策发生变化、某项技术实现了技术飞跃或技术井喷,企业为应对这些变化改变其在不同领域的创新战略。这些外部环境和内部决策的改变都会影响企业对合作的偏好以及创新成果。与前两列相比,后两列能更大程度地减少可能存在的遗漏变量问题,进一步提高回归结果的准确性,是本文的基准结果。

① 详细的申请人分类参见《中国工业经济》网站(<http://ciejournal.ajcass.org>)附件。

② 主要变量描述性统计结果参见《中国工业经济》网站(<http://ciejournal.ajcass.org>)附件。

③ IPC分类号由大到小依次为:部、大类、小类、大组、小组。

④ 企业特征包括企业文化、企业所在地的地理和人文环境等;专利技术领域特征包括技术复杂性、初创性以及与其他技术的关联程度等;时间因素包括不同年份的国家政策、国际环境等。

表1 企业合作研发、不同合作研发模式对专利质量的影响

	窗口期内剔除自引后的被引用数量			
	3年窗口期数据	5年窗口期数据	3年窗口期数据	5年窗口期数据
	(1)	(2)	(3)	(4)
Panel A	企业合作研发			
D_合作	0.0172*** (0.004)	0.0287*** (0.006)	-0.0029 (0.007)	0.0071 (0.010)
发明人数量	0.0093*** (0.000)	0.0139*** (0.001)	0.0071*** (0.001)	0.0102*** (0.001)
D_专利代理机构	0.0402*** (0.003)	0.0745*** (0.005)	0.0703*** (0.006)	0.1033*** (0.007)
Panel B	企业不同合作研发模式			
D_合作(企业和科研)	0.0584*** (0.007)	0.0735*** (0.011)	0.0381*** (0.011)	0.0712*** (0.016)
D_合作(企业和企业)	0.0062 (0.004)	0.0151** (0.006)	-0.0146** (0.007)	-0.0148 (0.011)
D_合作(企业和政府)	-0.0877* (0.050)	0.0435 (0.071)	-0.0263 (0.073)	0.1078 (0.100)
D_合作(企业混合)	0.3344* (0.203)	0.3315 (0.412)	0.0808 (0.245)	0.2075 (0.133)
发明人数量	0.0091*** (0.000)	0.0138*** (0.001)	0.0069*** (0.001)	0.0100*** (0.001)
D_专利代理机构	0.0397*** (0.003)	0.0740*** (0.005)	0.0697*** (0.006)	0.1025*** (0.007)
第一申请人、IPC小类、年份	控制	控制		
第一申请人×IPC小类×年份			控制	控制
观测值	736432	451999	507855	319154
R <sup>2</sup>	0.246	0.257	0.393	0.387

注: \*、\*\*、\*\*\*分别表示1%、5%和10%的显著性水平;括号内是稳健标准误。选用窗口期会带来数据的截断,其中,“3年窗口期数据”是指回归数据截断至2014年,“5年窗口期数据”是指回归数据截断至2012年。以下各表同。

表1中Panel A的第(3)、(4)列结果表明,同一企业同一年份同一技术领域(IPC小类)中合作和独立研发的授权发明专利,其窗口期内剔除自引用后的被引用数量没有显著的差异,说明两者的平均质量并没有显著区别。换言之,企业与其他机构合作研发并不能显著提高企业的创新质量。Panel A第(1)、(2)列和第(3)、(4)列的合作系数估计值之间存在显著差异,前两列显著为正,后两列不显著,该差异说明了识别企业合作研发与企业创新质量间因果关系的复杂性。这一复杂性重点表现为企业在特定年份对不同技术领域采取的创新策略会同时影响其合作偏好与创新表现。例如,当部分技术领域在某一年发生变革时,一些企业可能会采取扩张性的创新策略,从而更多地选择合作研发专利,同时增加当年的研发投入。当不控制三类固定效应的交乘项时,合作系数会囊括企业研发投入对专利质量的影响,进而高估合作的影响。因此,在回归分析中加入三类固定效应的交乘项至关重要,后文的实证分析均控制该组固定效应。

表1中Panel B的结果显示,产学研合作系数均在1%的水平上显著为正,说明产学研合作对专

利窗口期内剔除自引用后的被引用次数始终保持显著的正向影响。以第(3)、(4)列的回归结果为例,实证发现:同一企业同一年份同一技术领域(IPC小类)进行专利研发,产学研合作研发的专利质量明显高于企业独立研发的专利质量;而其他三种合作研发模式产生的专利,其质量与企业独立研发的专利没有显著的差异,甚至在某些情况下,企业间合作研发的专利质量会显著更低。对比结果说明企业进行产学研合作能够显著地提高其创新质量,提升其高质量创新能力。表1的结果为假说1提供了实证支持。

表1中控制变量对应的回归结果也符合经济学逻辑。发明人数量的系数显著为正,表明高质量人力资本投入,对企业创新质量具有显著的正向影响。此外,企业使用专利代理机构能帮助提高专利质量。该结果可能的解释为,专利代理机构能够优化专利权利要求的内容,完整展现专利的技术内容,突出其技术特点,从而提高专利被引用数量。控制变量的结果与经济学逻辑相符,进一步支持了本文模型设定与变量选择的合理性。

### 五、机制分析和异质性分析

本文进一步探究产学研合作对创新质量的作用机制,以更全面深入地了解不同合作研发模式对企业创新质量产生差异性影响的原因。具体地,从信息共享角度分析产学研如何提升企业创新质量,然后在该机制的基础上进行异质性分析,分析科研机构的何种特征能够促进信息共享,进而提升企业的创新能力。这些机制研究和异质性分析的过程和结果也有助于识别产学研合作与创新质量之间的因果关系。

#### 1. 机制分析:信息共享与创新质量

企业合作研发和独立研发的重要区别在于企业能够与其合作伙伴共享信息。合作研发过程中的信息共享不仅可以帮助企业更高效地学习合作伙伴的知识和技术,还有助于企业与合作伙伴之间发生知识碰撞,激发创新灵感。因此,分析合作研发中的信息共享是否能提升企业创新质量,以及研究不同合作研发模式下合作者间信息共享的差异,有助于解释不同合作研发模式下企业创新成果质量的差异,厘清产学研合作如何提升企业创新质量。实证模型如下:

$$Cited\_times_{i,j,s,t} = \alpha + \delta Share_{i,j,s,t} + \beta_1 D\_InsC_{i,j,s,t} + \beta_2 D\_CorpC_{i,j,s,t} + \beta_3 D\_GovC_{i,j,s,t} + \beta_4 D\_MixC_{i,j,s,t} + \gamma Control_{i,j,s,t} + \phi_j \times \eta_s \times \theta_t + \varepsilon_{i,j,s,t} \quad (3)$$

$$Share_{i,j,s,t} = \alpha' + \beta'_1 D\_InsC_{i,j,s,t} + \beta'_2 D\_CorpC_{i,j,s,t} + \beta'_3 D\_GovC_{i,j,s,t} + \beta'_4 D\_MixC_{i,j,s,t} + \gamma' Control_{i,j,s,t} + \phi_j \times \eta_s \times \theta_t + \varepsilon_{i,j,s,t} \quad (4)$$

其中, $i$ 、 $j$ 、 $s$ 和 $t$ 分别表示专利、企业(第一申请人)、技术领域和申请年份。变量 $Share_{i,j,s,t}$ 表示企业与其合作者间的信息共享程度。在具体的指标构建中,对于 $j$ 企业合作研发的专利,使用 $i$ 专利引用合作者先前专利的次数衡量;对于 $j$ 企业独立研发的专利,则使用 $i$ 专利引用 $j$ 企业第 $t$ 年的合作者先前专利的次数衡量。引用次数均加1然后取对数。需要强调的是,为构建指标 $Share_{i,j,s,t}$ ,在计算引用次数时剔除了 $j$ 企业的自引用,即剔除了 $i$ 专利引用 $j$ 企业与当前合作者在先前合作申请的专利。其原因与前文在构造被解释变量时剔除所有申请人自引用的理由相同。若 $j$ 企业持有的 $i$ 专利引用了其与合作者共同申请的专利,有两种可能的原因:一是 $j$ 企业在研发 $i$ 专利时,与其合作者的信息共享非常充分,从合作中学习到知识和技术;二是 $j$ 企业试图“虚增” $j$ 企业与当前合作者先前合作专利的被引用数量,使该专利在表面上质量更高,因为该专利也是 $j$ 企业的专利, $j$ 企业有虚增的动机。由于无法分辨 $j$ 企业自引用的原因,本文在计算 $Share_{i,j,s,t}$ 指标时将其剔除,使该指标能更好

地反映合作间的信息共享程度。模型(3)、(4)中的其他变量设定同模型(2)。模型(3)在模型(2)的基础上增加了变量  $Share_{i,j,s,t}$ ,旨在分析企业与其合作者间的信息共享程度能否对企业的创新质量产生影响。模型(4)分析不同合作研发模式下的信息共享程度是否存在差异,以探寻产学研合作提升企业创新质量的机制。

表2的第(1)、(2)列和第(3)、(4)列分别报告了模型(3)和模型(4)的回归结果。前两列结果显示,信息共享程度的系数在1%的水平上显著为正,说明企业与合作者之间的信息共享能够显著提升企业创新成果质量。后两列结果显示,在所有的合作研发模式中,仅产学研合作系数显著为正,说明与企业独立研发相比,企业在与科研机构的合作中能够学习到更多的知识和技术,实现更充分的信息共享。特别地,企业间合作系数为负,说明企业在与其他企业进行合作的过程中,信息分享并不充分,与理论部分的分析相符。上述结果综合表明,企业能够通过与合作者共享信息提升其创新质量;由于产学研合作在所有的合作模式中信息共享最充分,因而能够提升企业创新质量。上述结果在采取不同的窗口期数据后依旧保持稳健,为假说2提供了有力的实证支持。

表2 信息共享与创新质量

	企业创新质量		信息共享程度	
	3年窗口期数据	5年窗口期数据	3年窗口期数据	5年窗口期数据
	(1)	(2)	(3)	(4)
信息共享程度	0.0420*** (0.009)	0.0438*** (0.013)		
D_合作(企业和科研)	0.0361*** (0.011)	0.0693*** (0.016)	0.0462*** (0.005)	0.0423*** (0.006)
D_合作(企业和企业)	-0.0140* (0.007)	-0.0141 (0.011)	-0.0140*** (0.002)	-0.0166*** (0.003)
D_合作(企业和政府)	-0.0249 (0.073)	0.1084 (0.100)	-0.0346*** (0.012)	-0.0139 (0.011)
D_合作(企业混合)	0.0808 (0.246)	0.2075 (0.133)	0.0004 (0.013)	-0.0001 (0.013)
控制变量	控制	控制	控制	控制
第一申请人×IPC小类×年份	控制	控制	控制	控制
观测值	507855	319154	507855	319154
R <sup>2</sup>	0.393	0.387	0.287	0.278

## 2. 异质性分析:竞争关系、初创性知识与基础性知识

为进一步探究产学研合作的何种特征能够促进合作者之间的信息共享,进而提升企业的创新质量,这里进行异质性分析。具体探究合作中的竞争关系、专利知识的初创性和基础性特征对企业创新质量和信息共享程度的影响。

(1)竞争关系、信息共享与创新质量。合作者间的竞争关系会影响双方在知识和技术上的共享程度,从而对合作专利的质量产生影响。竞争关系越强,双方在知识和技术上的共享越谨慎,越不愿分享自身拥有的核心技术,进而可能对创新质量产生负向影响。科研机构本身的非营利性使得产学研合作下合作者间的竞争关系较弱,促使双方更充分地分享信息、知识和技术,进而提升产学研

研合作下企业的创新质量。虽然企业间合作下合作者的竞争程度在整体上高于科研机构,但其内部仍然存在差异。处于同一行业的企业由于生产类似产品,更可能存在竞争关系;而处于不同行业的企业相对而言竞争关系较弱(Hamel,1991)。因而,可以将企业间合作按照合作者是否处于同一行业,将其分为竞争性较强的合作和竞争性较弱的合作,以更好地识别合作者之间的竞争关系对创新质量的影响,本文在模型(2)的基础上,将企业间合作研发分为同行业企业合作和不同行业企业合作,得到:

$$Cited\_times_{i,j,s,t} = \alpha + \beta_1 D\_InsC_{i,j,s,t} + \beta_2 D\_CorpC\_SI_{i,j,s,t} + \beta_3 D\_CorpC\_DI_{i,j,s,t} + \beta_4 D\_GovC_{i,j,s,t} + \beta_5 D\_MixC_{i,j,s,t} + \gamma Control_{i,j,s,t} + \phi_j \times \eta_s \times \theta_t + \varepsilon_{i,j,s,t} \quad (5)$$

其中, $D\_CorpC\_SI_{i,j,s,t}$ 表示该专利的合作企业是否处于同行业,“是”取值为1,“不是”取值为0; $D\_CorpC\_DI_{i,j,s,t}$ 表示该专利的合作企业是否处于不同行业,“是”取值为1,“不是”取值为0。由于专利数据并不包含申请人所属行业的信息,本文根据该申请人先前专利所属的行业判断企业涉猎的行业。具体的指标构建步骤如下:第一步,找到样本中所有参与过企业间合作研发的企业,找出其拥有的所有发明专利,根据《国际专利分类与国民经济行业分类参照关系表(2018)》将每个专利依照其IPC分类号匹配对应的行业大类。第二步,计算上述企业在合作前一年累积的所有专利,根据累积专利所属的行业,整理得到企业在合作研发前涉猎的所有行业。第三步,根据企业在合作研发前涉猎的所有行业信息判断该合作是否为同行业合作。只要合作企业中的两个企业在合作前涉猎过相同的行业,那么认为该合作是同行业合作。为进一步探究竞争关系是否会通过影响信息共享进而影响专利的质量,本文在模型(4)的基础上将企业间合作研发分为同行业企业合作和不同行业企业合作,得到:

$$Share_{i,j,s,t} = \alpha' + \beta'_1 D\_InsC_{i,j,s,t} + \beta'_2 D\_CorpC\_SI_{i,j,s,t} + \beta'_3 D\_CorpC\_DI_{i,j,s,t} + \beta'_4 D\_GovC_{i,j,s,t} + \beta'_5 D\_MixC_{i,j,s,t} + \gamma' Control_{i,j,s,t} + \phi_j \times \eta_s \times \theta_t + \varepsilon_{i,j,s,t} \quad (6)$$

表3的第(1)、(2)列和第(3)、(4)列分别报告了模型(5)和模型(6)的回归结果。同行业企业合作的系数在第(1)、(2)列显著为负,表明与企业自主研发相比,相同行业的企业进行合作研发会对创新质量产生负向的影响,说明合作者之间的竞争关系会阻碍合作创新质量的提升。同行业企业合作的系数在第(3)、(4)列也显著为负,表明企业难以从与其同行业的合作企业中获得该合作企业先前的技术和知识积累,说明合作者间的竞争关系会阻碍合作者之间的知识和信息共享,阻碍知识

表3 竞争关系、信息共享与企业创新质量

	企业创新质量		信息共享程度	
	3年窗口期数据	5年窗口期数据	3年窗口期数据	5年窗口期数据
	(1)	(2)	(3)	(4)
D_合作(企业和科研)	0.0345*** (0.011)	0.0689*** (0.016)	0.0443*** (0.005)	0.0421*** (0.006)
D_合作(企业和企业)_同行业	-0.0208*** (0.008)	-0.0241** (0.012)	-0.0126*** (0.003)	-0.0164*** (0.003)
D_合作(企业和企业)_异行业	0.0813 (0.087)	0.1080 (0.134)	-0.0134 (0.016)	0.0015 (0.002)
其他合作研发模式和控制变量	控制	控制	控制	控制
第一申请人×IPC小类×年份	控制	控制	控制	控制
观测值	499172	313399	499172	313399
R <sup>2</sup>	0.392	0.385	0.282	0.275

的流动。该结果也能在一定程度上为先前的理论分析提供实证支持,即企业间合作下合作者的竞争关系整体强于其他合作研发模式下的竞争关系,使得企业间的合作研发难以产生高质量的创新产出。而产学研合作系数无论在第(1)、(2)列还是第(3)、(4)列都显著为正,说明合作者间较弱的竞争关系能够促进合作者之间的知识交流和资源共享,进一步提升合作的创新成果质量。上述结果在选取不同窗口期进行分析时依旧保持一致,说明了结果的稳健性。综合表3的结果,合作者之间的竞争关系能够通过降低合作者之间的信息共享影响企业创新质量。科研机构本身的非营利性使得产学研合作的竞争关系相对较弱,促进了合作者之间的知识和技术的共享,进而提升了企业的创新成果质量。表3的回归结果为假说3提供了实证支持。

(2) 初创性知识、基础性知识、信息共享与创新质量。知识特征能够在一定程度上影响合作者之间的竞争关系,进而影响合作者之间的信息共享以及最终的创新质量。知识的初创性表现为其位于技术领域的早期发展阶段。尽管属于新兴技术,但由于其未来发展方向不明确,与能够在预期范围内用于实际产品的成熟技术相比,其市场价值具有较大的不确定性。基础性知识是指处于学科底层较为基础性的原理或基本的定理;相比于能直接应用于生产的应用技术,其市场价值同样具有不确定性。当一项技术的市场价值具有不确定性时,参与研发的合作者难以对彼此产生强有力的竞争威胁。因此,当企业与合作伙伴共同从事初创性或基础性技术的研究时,双方的竞争关系通常较弱。科研机构长期从事前沿和基础领域研究,因而相比于其他机构,产学研合作专利其涉及的技术和知识可能更具初创性和基础性。而企业间合作的专利并不一定都具有明显的初创性和基础性的知识特征,因此,可以通过区分企业间合作专利知识的初创性强度和基础性强度,探寻知识特征对企业创新成果质量以及合作信息共享程度的影响。本文构建模型(7)和模型(8)进行分析:

$$Cited\_times_{i,j,s,t} = \alpha + \beta_1 D\_InsC_{i,j,s,t} + \beta_2 D\_CorpC_{i,j,s,t} + \beta_3 D\_CorpC_{i,j,s,t} \times Chara_{i,j,s,t} + \beta_4 D\_GovC_{i,j,s,t} + \beta_5 D\_MixC_{i,j,s,t} + \gamma Control_{i,j,s,t} + \phi_j \times \eta_s \times \theta_t + \varepsilon_{i,j,s,t} \quad (7)$$

$$Share_{i,j,s,t} = \alpha' + \beta'_1 D\_InsC_{i,j,s,t} + \beta'_2 D\_CorpC_{i,j,s,t} + \beta'_3 D\_CorpC_{i,j,s,t} \times Chara_{i,j,s,t} + \beta'_4 D\_GovC_{i,j,s,t} + \beta'_5 D\_MixC_{i,j,s,t} + \gamma' Control_{i,j,s,t} + \phi_j \times \eta_s \times \theta_t + \varepsilon_{i,j,s,t} \quad (8)$$

模型(7)在模型(2)的基础上增加了企业合作研发与专利知识特征  $Chara_{i,j,s,t}$  的交乘项,旨在分析专利知识特征对企业创新质量的影响;模型(8)在模型(4)的基础上也增加了该交乘项,旨在分析知识特征对合作信息共享的影响。专利知识特征  $Chara_{i,j,s,t}$  包括专利知识的初创性特征和基础性特征,本文分别采用  $Adv_{i,j,s,t}$  和  $Basic_{i,j,s,t}$  表示。<sup>①</sup>

表4的第(1)、(2)列和第(3)、(4)列分别报告了模型(7)和模型(8)的回归结果。第(1)、(2)列结果显示:企业间合作与初创性知识的交乘项,以及企业间合作与基础性知识的交乘项,其系数均显著为正,说明越具有初创性知识特征或基础性知识特征的专利,其被引数量越高,创新质量越高。上述交乘项在第(3)、(4)列也显著为正,说明专利的初创性特征和基础性特征都能够促进合作间的信息、知识和技术的共享。表4结果说明合作研发知识的初创性和基础性特征能够通过提升合作者之间的信息共享程度提升企业创新质量。本文进一步比较了不同合作研发模式产生的专利技术在初创性和基础性特征上的差异,发现产学研合作专利具有较强的初创性特征和基础性特征。<sup>②</sup>综合上述实证结果,科研机构自身知识的基础性和初创性导致产学研合

① 专利初创性特征和基础性特征变量的构造过程参见《中国工业经济》网站(<http://ciejournal.ajcass.org>)附件。

② 不同合作研发模式下技术初创性和基础性特征的差异结果参见《中国工业经济》网站(<http://ciejournal.ajcass.org>)附件。

作专利也具有同样的知识特征,从而使得产学研合作与其他合作研发模式相比在信息、知识和技术的交流和共享上更充分,进而促进了产学研合作下企业创新质量的提升,为假说4提供了实证支持。

表4 初创性知识、基础性知识、信息共享与创新质量

	企业创新质量		信息共享程度	
	3年窗口期数据	5年窗口期数据	3年窗口期数据	5年窗口期数据
	(1)	(2)	(3)	(4)
Panal A	初创性知识			
D_合作(企业和科研)	0.0371*** (0.011)	0.0716*** (0.016)	0.0459*** (0.005)	0.0424*** (0.006)
D_合作(企业和企业)	-0.0260*** (0.008)	-0.0412*** (0.015)	-0.0171*** (0.003)	-0.0229*** (0.004)
D_合作(企业和企业)*初创性	0.0233** (0.009)	0.0339** (0.014)	0.0063* (0.003)	0.0080* (0.004)
R <sup>2</sup>	0.393	0.387	0.287	0.278
Panal B	基础性知识			
D_合作(企业和科研)	0.0382*** (0.011)	0.0791*** (0.016)	0.0462*** (0.005)	0.0424*** (0.006)
D_合作(企业和企业)	-0.0756*** (0.007)	-0.1151*** (0.010)	-0.0145*** (0.002)	-0.0172*** (0.003)
D_合作(企业和企业)*基础性	0.6319*** (0.009)	0.7395*** (0.009)	0.0055** (0.003)	0.0043* (0.002)
R <sup>2</sup>	0.402	0.400	0.287	0.278
其他合作研发模式和控制变量	控制	控制	控制	控制
第一申请人×IPC小类×年份	控制	控制	控制	控制
观测值	507855	319154	507855	319154

## 六、内生性处理和稳健性检验

文本在基准回归中均控制了企业(第一申请人)、IPC小类和申请年份固定效应的交乘项,以对比同一企业在相同IPC小类、同一年份中企业合作研发与独立研发专利的被引用数量。这种做法较好地控制了同一企业不同技术领域层面随年份变化的各项因素对回归结果的影响,减少了遗漏变量问题,在很大程度上保证了回归结果的有效性。同时,基准回归报告了不同窗口期下的实证结果,均保持一致,也在一定程度上说明了结果的稳健性。但该基准结果仍然可能存在反向因果问题或自选择问题,主要表现为企业对合作研发模式的选择并非完全随机。科研机构专注的研究领域通常技术含量较高,因而企业在研发一些难度系数较高,预期实现新突破的

技术时,可能更倾向选择与科研机构合作。而该技术在研发成功后可能更容易被后续的专利引用。该内生性问题的存在可能导致基准结果的因果识别存在偏误。基于此,这里使用发明人宗族背景作为产学研合作的工具变量,尝试减少该问题可能造成的结果偏误,以更好识别产学研合作与企业创新成果质量的因果关系。此外,还通过替换被解释变量,以及增加控制变量的方法进行稳健性检验。<sup>①</sup>

### 1. 内生性处理:工具变量分析

为了降低产学研合作可能存在的内生性问题对回归结果的影响,本文选择发明人的宗族背景作为产学研合作的工具变量,进行两阶段回归。宗族起源于西周宗法制,是拥有共同祖先的个体聚合形成的社会组织。其中,血缘和姻亲关系是联结宗族成员的重要纽带,族谱是记录宗族成员身份和宗族演化历史的重要文字载体;宗族成员具有相同的姓氏是宗族区别于其他社会组织的重要外在表现形式。同宗、同族群体在长期的共同生活中形成了宗族文化。作为中国传统文化的重要组成部分,宗族文化历久不衰,其影响已渗透至社会生产生活的各个方面。影响力的一个重要表现为,宗族文化能够增强人群之间的信任程度。这种信任并不局限于基于亲缘关系而天然相互信任的熟人间和宗族内部,也会出现在宗族数量较多、宗族文化繁盛地区的人群之间。原因在于,宗族成员的交往经常以宗族信用为背书,族内人员在与其他宗族进行社会活动时会更加信守诺言以维护本宗族的声誉(潘越等,2019)。大量研究结果也证实,宗族背景所表示的宗族文化能够体现所处环境中人们之间的信任程度;而信任程度能显著影响人们一系列经济合作行为,包括人们的就业(陈斌开和陈思宇,2018)、机构的投资(潘越等,2019)等。因此,发明人本身受到的宗族文化影响,能在一定程度上反映发明人的人际关系以及所处环境中人们之间的信任程度。发明人宗族背景越强,其人际关系网越大,对他人的信任程度越高,因而也更愿意与其他发明人进行合作。而与此同时,发明人本身的宗族背景并不会直接影响其参与研发的专利质量。特别是本文的被解释变量为剔除所有申请人自引用后的专利被引用数量,已经排除了由于发明人关系网络带来的引用,使其更具有外生性。因此,该工具变量满足二阶段回归分析对工具变量的相关性和外生性要求。

需要注意的是,由于第一阶段的被解释变量(该专利是否为产学研合作)为二元变量,不能直接采用两阶段最小二乘法估计。因此,这里在第一阶段和第二阶段分别采用Logit固定效应模型和高维固定效应模型进行分析,并使用bootstrap方法避免手动调整标准误带来的偏差(Xu, 2021)。<sup>②</sup>鉴于文献中普遍采用族谱信息衡量宗族背景和宗族文化(潘越等,2019;许年行等,2019),本文使用发明人姓氏在当地的族谱数量来衡量发明人的宗族背景。发明人姓氏在当地拥有的族谱越多,发明人的宗族背景越强,受到宗族文化的影响越大。使用的族谱数据来自CNRDS的宗族文化数据库,该数据库整理了上海图书馆编著的《中国家谱总目》的族谱数据,其族谱信息来源与数据处理方法与现有文献相同(许年行等,2019)。专利*i*的发明人宗族背景变量构建过程如下:首先,根据专利第一申请人地址确认发明人所在地级行政区,并计算对应地级行政区各姓氏族谱数量;其次,将发明人姓氏与其所在地拥有族谱的姓氏相匹配,得到每个专利发明人的姓氏对应的族谱数量;最后,在专利层面取平均数,即该专利所有发明人在当地拥有族谱数量的平均数。

从实证结果看,一阶段所有抽样回归结果Wald Chi2(3)值均高于1%显著水平上的临界值,说

<sup>①</sup> 内生性处理和稳健性检验结果参见《中国工业经济》网站(<http://ciejournal.ajcass.org>)附件。

<sup>②</sup> 随机抽取基准回归样本中50%的数据进行两阶段回归,共抽取500次。

明该工具变量通过了弱工具变量检验。<sup>①</sup>产学研合作系数正向显著,说明产学研合作能够显著提升企业授权发明专利的被引用数量。引入工具变量,在一定程度上处理了模型可能存在的内生性问题,得到了与基准回归一致的结论,证明基准结果具有稳健性。

## 2. 稳健性检验:替换被解释变量和增加控制变量

本文通过替换基准结果的被解释变量和增加控制变量的方法进行稳健性检验。

在基准回归中,被解释变量为剔除所有申请人自引用的专利被引用数量,该方法虽然避免了企业“虚增”专利价值的行为,但同时剔除了企业出于技术研发的需要引用其先前专利的情况。因此,在稳健性检验中,将被解释变量替换为包括所有申请人自引用的专利被引用数量。在回归结果中,产学研系数仍旧显著为正,与基准回归相同。

本文的基准回归模型虽然严格控制了三类固定效应的交乘项,但控制变量的数量相对较少。基于此,进一步在基准回归模型中增加企业技术积累的控制变量,具体使用企业(专利第一申请人)在专利申请前一年拥有的授权发明专利数量作为企业技术积累的代理变量。需要强调的是,由于该控制变量属于企业随时间变化的特征,在模型中引入这个控制变量时需要删去之前控制的企业、年份和技术领域的交乘项固定效应,改为分别控制企业、年份与技术领域的交乘项。实证回归结果与基准回归结果一致,进一步支持了基准回归结果的稳健性。

## 七、结论

如何帮助企业提升创新能力,以更有效地推动中国经济的高质量发展,是当前亟须解决的重要问题。本文使用1992—2016年第一申请人为企业的授权发明专利数据,分析企业合作研发以及不同合作研发模式对企业创新质量的影响。研究发现:①企业进行合作研发在整体上并不能显著提升企业的创新质量。若根据企业合作对象的类型将研发合作分为不同的模式后,产学研合作能够显著提高企业创新质量,该结果在使用发明人宗族背景作为工具变量处理内生性问题,以及替换被解释变量、增加控制变量以进行稳健性检验后,仍然保持稳健。②产学研合作能够通过促进合作者之间的信息、知识和技术的共享,提升企业高质量创新能力。③科研机构的非营利性特征以及其知识的基础性和初创性特征,决定其与企业的竞争关系较弱,使得产学研合作下知识和信息分享地更加充分,从而促进了企业创新质量的提升。

本文的研究结论为产学研合作提高企业创新质量提供了新的经验证据,也为如何提升企业高质量创新能力、实现创新驱动经济发展提供了重要的政策启示:

(1)鼓励企业采用合作研发专利的方式开展产学研合作。企业通过与科研机构合作研发专利,能够更大程度地共享科研机构掌握的信息、知识和技术,将其应用到自身的专利研发中,从而提升其创新质量和高质量创新能力。正如二十大报告所提出的,要“加强企业主导的产学研深度融合,强化目标导向,提高科技成果转化和产业化水平”。

(2)积极引导企业与其竞争关系较弱的机构合作。位于产业链上下游的其他企业与原企业具有技术相关性,但不存在产品市场上的强竞争关系,因而双方更容易在合作中实现知识的充分共享,从而帮助提升企业合作研发的创新质量。自2008年国家六部门联合发布《关于推动产业技术

<sup>①</sup> 本文记录了500次随机抽样所有一阶段回归结果的Wald Chi2(3)值,其在3年和5年窗口期数据下的最小值分别为3028.033和2203.301,远高于其在1%显著水平上的临界值。

创新战略联盟构建的指导意见》(国科发改[2008]770号)后,各行业已开始建立产业技术创新战略联盟。未来可以制定和实施政策,以助力企业搜寻和维护处于其产业链上下游的合作伙伴。

(3)支持企业在研发基础性和初创性较强的技术时寻求与其他机构合作。基础性和初创性较强的技术由于其本身市场价值不确定,给合作双方带来的竞争威胁较少,因此,通过合作研发,合作双方能够充分地共享其拥有的信息、知识和技术,以更大程度发挥信息共享对创新质量的正向作用。

诚然,当前研究结果仍存在诸多不足,需要在未来的研究中加以改进。一方面,专利联合申请仅属于产学研合作的方式之一,本文使用专利联合申请作为产学研合作指标,有可能在一定程度上低估了产学研合作对企业创新的影响,因而需要在后续研究中关注其他产学研合作方式,以更全面地分析产学研合作的影响;另一方面,本文尚未详细深入探寻共享信息的特征,未来的研究可以进一步探索不同合作研发模式、共享信息特征与企业创新质量的关系。

#### 〔参考文献〕

- [1]白俊红,蒋伏心. 协同创新、空间关联与区域创新绩效[J]. 经济研究, 2015, (7): 174-187.
- [2]陈斌开,陈思宇. 流动的社会资本——传统宗族文化是否影响移民就业[J]. 经济研究, 2018, (3): 35-49.
- [3]陈强远,林思彤,张醒. 中国技术创新激励政策:激励了数量还是质量[J]. 中国工业经济, 2020, (4): 79-96.
- [4]寇宗来,刘学悦. 中国企业的专利行为:特征事实以及来自创新政策的影响[J]. 经济研究, 2020, (3): 83-99.
- [5]潘越,宁博,纪翔阁,戴亦一. 民营资本的宗族烙印:来自融资约束视角的证据[J]. 经济研究, 2019, (7): 94-110.
- [6]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.
- [7]王雯岚,许荣. 高校校友联结促进公司创新的效应研究[J]. 中国工业经济, 2020, (8): 156-174.
- [8]吴敏,刘冲,黄玖立. 开发区政策的技术创新效应——来自专利数据的证据[J]. 经济学(季刊), 2021, (5): 1817-1838.
- [9]许年行,谢蓉蓉,吴世农. 中国式家族企业管理:治理模式、领导模式与公司绩效[J]. 经济研究, 2019, (12): 165-181.
- [10]杨震宇,赵红. 中国企业的开放式创新:制度环境、“竞合”关系与创新绩效[J]. 管理世界, 2020, (2): 139-160.
- [11]叶菁菁,周骁遥,陈实. 基础研究投入的创新转化——基于国家自然科学基金资助的证据[J]. 经济学(季刊), 2021, (6): 1883-1902.
- [12]易巍,龙小宁,林志帆. 地理距离影响高校专利知识溢出吗——来自中国高铁开通的经验证据[J]. 中国工业经济, 2021, (9): 99-117.
- [13]张玲玲,王蝶,张利斌. 跨学科性与团队合作对大科学装置科学效益的影响研究[J]. 管理世界, 2019, (12): 199-212.
- [14]庄涛,吴洪. 基于专利数据的我国官产学研三螺旋测度研究——兼论政府在产学研合作中的作用[J]. 管理世界, 2013, (8): 175-176.
- [15]周开国,卢允之,杨海生. 融资约束、创新能力与企业协同创新[J]. 经济研究, 2017, (7): 94-108.
- [16] Acs, Z. J., D. B. Audretsch, and M. P. Feldman. Real Effects of Academic Research: Comment [J]. *American Economic Review*, 1992, 82(1): 363-367.
- [17] Aghion, P., and P. Howitt. A Model of Growth through Creative Destruction [J]. *Econometrica*, 1992, 60: 323-351.
- [18] Agrawal, A., and A. Goldfarb. Restructuring Research: Communication Costs and the Democratization of University Innovation [J]. *American Economic Review*, 2008, 98(4): 1578-1590.
- [19] Akcigit, U., J. Grigsby, and T. Nicholas. The Rise of American Ingenuity: Innovation and Inventors of the Golden Age [R]. NBER Working Paper, 2017.

- [20] Azagra-Caro, J. M., D. Barberá-Tomás, M. Edwards-Schachter, and E. M. Tur. Dynamic Interactions between University-Industry Knowledge Transfer Channels: A Case Study of the Most Highly Cited Academic Patent [J]. *Research Policy*, 2017, 46(2): 463-474.
- [21] Becker, G. S., and K. M. Murphy. The Division of Labor, Coordination Costs, and Knowledge [J]. *Quarterly Journal of Economics*, 1992, 107(4): 1137-1160.
- [22] Belenzon, S. Cumulative Innovation and Market Value: Evidence from Patent Citations [J]. *Economic Journal*, 2012, 122(559): 265-285.
- [23] Bekkers, R., and I. M. B. Freitas. Analysing Knowledge Transfer Channels between Universities and Industry: To What Degree Do Sectors also Matter [J]. *Research Policy*, 2008, 37(10): 1837-1853.
- [24] Belderbos, R., M. Carree, and B. Lokshin. Cooperative R&D and Firm Performance [J]. *Research Policy*, 2004, 33(10): 1477-1492.
- [25] Belderbos, R., D. Faems, B. Leten, and B. V. Looy. Technological Activities and Their Impact on the Financial Performance of the Firm: Exploitation and Exploration within and between Firms [J]. *Journal of Product Innovation Management*, 2010, 27(6): 869-882.
- [26] De Faria, P., F. Lima, and R. Santos. Cooperation in Innovation Activities: The Importance of Partners [J]. *Research Policy*, 2010, 39(8): 1082-1092.
- [27] De Fuentes, C., and G. Dutrénit. Best Channels of Academia-Industry Interaction for Long-Term Benefit [J]. *Research Policy*, 2012, 41(9): 1666-1682.
- [28] D'Este, P., and P. Patel. University-Industry Linkages in the UK: What Are the Factors Underlying the Variety of Interactions with Industry [J]. *Research Policy*, 2007, 36(9): 1295-1313.
- [29] Fernandez, A. S., F. L. Roy, and D. R. Gnyawali. Sources and Management of Tension in Co-Opetition Case Evidence from Telecommunications Satellites Manufacturing in Europe [J]. *Industrial Marketing Management*, 2014, 43(2), 222-235.
- [30] Galasso, A., and M. Schankerman. Patents and Cumulative Innovation: Causal Evidence from the Courts [J]. *Quarterly Journal of Economics*, 2015, 130(1): 317-369.
- [31] Hall, B. H., A. Jaffe, and M. Trajtenberg. Market Value and Patent Citations [J]. *RAND Journal of Economics*, 2005, 36(1): 16-38.
- [32] Hamel, G. Competition for Competence and Interpartner Learning within International Strategic Alliances [J]. *Strategic Management Journal*, 1991, 12(S1): 83-103.
- [33] Harhoff, D., F. Narin, F. M. Scherer, and K. Vopel. Citation Frequency and the Value of Patented Inventions [J]. *Review of Economics and Statistics*, 1999, 81(3): 511-515.
- [34] Hoffmann, W., D. Lavie, J. J. Reuer, and A. Shipilov. The Interplay of Competition and Cooperation [J]. *Strategic Management Journal*, 2018, 39(12): 3033-3052.
- [35] Jaffe, A. B., M. Trajtenberg, and M. S. Fogarty. Knowledge Spillovers and Patent Citations: Evidence from a Survey of Inventors [J]. *American Economic Review*, 2000, 90(2): 215-218.
- [36] Jensen, R., and M. Thursby. Proofs and Prototypes for Sale: The Licensing of University Inventions [J]. *American Economic Review*, 2001, 91(1): 240-259.
- [37] Kamien, M. I., E. Muller, and I. Zang. Research Joint Ventures and R&D Cartels [J]. *American Economic Review*, 1992, 82: 1293-1306.
- [38] Laursen, K., and A. Salter. Open for Innovation: The Role of Openness in Explaining Innovation Performance among UK Manufacturing Firms [J]. *Strategic Management Journal*, 2006, 27(2): 131-150.
- [39] Xu, R. On the Instrument Functional Form with a Binary Endogenous Explanatory Variable [J]. *Economics Letters*, 2021, 206: 109993.

## **Influence of Corporate Collaborative Innovation Patterns on Innovation Quality: An Empirical Analysis of Chinese Patents**

LONG Xiao-ning<sup>1,2</sup>, LIU Ling-zi<sup>3</sup>, ZHANG Jing<sup>4</sup>

(1. Intellectual Property Research Institute, Xiamen University;

2. The Belt and Road Research Institute, Xiamen University;

3. School of Economics, Xiamen University;

4. School of Economics and Management, Xiamen University of Technology)

**Abstract:** Innovation is a long-term driving force for economic development, and corporations are crucial in a nation's high-quality development, as they are crucial contributors to innovation and technology transfer. High investment, high risks, and complex technologies involved in innovation activities necessitate companies to engage in cooperation. However, the effects and mechanisms of cooperation on innovation outcomes have not been carefully studied.

This paper investigates the effects of different cooperation patterns on corporate innovation using Chinese patent grant data from 1992 to 2016 with a corporation being the first applicant, and by constructing different cooperation patterns based on manually collected applicant information. The findings suggest that co-patenting with research institutions leads to more citations than independent patenting, indicating that industry-university-research-institutions cooperation (IUR cooperation) has a significantly positive impact on corporate innovation. This result remains robust after using inventor family background as an instrumental variable, replacing the dependent variable, or adding additional control variables. The empirical analysis shows that this positive effect is accounted for by information sharing between the corporation and its collaborators, and that IUR cooperation outperforms other types in promoting information sharing. And in line with expectations, the heterogeneity analysis reveals that weak competition among a corporation and its collaborators, as well as the fundamental and pioneering natures of collaborative technologies in IUR cooperation enhance information sharing among collaborators.

By revealing how IUR cooperation enhances corporate innovation quality, the current paper thus contributes to the literature and provides important policy insights. Regarding the economics literature, our findings complement the existing research on how cooperation and IUR cooperation impact innovation quality, how competitive relationships influence information sharing, and how foundational and pioneering knowledge help enhance innovation. Regarding policy implications, the findings support policies promoting cooperation between companies and entities with weaker competitive ties, including research institutions and firms positioned upstream and downstream in their industry chains, and policies supporting collaborative approaches for corporations engaged in fundamental and pioneering technology research and development. As such, this study helps provide insight into how to develop an innovation-driven economy, by examining the impact of IUR cooperation on innovation quality.

**Keywords:** collaborative research and development; industry-university-research cooperation; innovation quality; information sharing

**JEL Classification:** P13 O32 D83

[责任编辑:张永坤]