



知识替代性和互补性 对企业新产品开发数量的影响

陈培祯^{1,3}, 李健^{2,3}, 曾德明^{2,3}

1 长沙学院 经济与管理学院, 长沙 410022

2 湖南大学 工商管理学院, 长沙 410082

3 湖南大学 创新与创业管理研究所, 长沙 410082

摘要: 新产品对企业的商业成功至关重要, 而作为企业知识基础的重要结构特征, 知识替代性和互补性对企业技术创新的重要作用得到学者的一致认可, 但缺乏其对企业新产品开发数量直接影响的研究, 缺乏从企业内部技术多元化和外部知识产权保护视角分析知识替代性和互补性影响新产品开发数量的边界条件。

基于知识重组理论和知识基础观的视角, 以技术多元化和知识产权保护作为调节变量, 构建知识替代性和互补性影响新产品开发数量的理论模型。以中国东部、中部和西部的574家车辆生产企业作为研究样本, 采用Stata软件检验相应的假设并进行实证分析。

研究结果表明, ①知识替代性对新产品开发数量具有正向影响, 知识互补性与新产品开发数量存在倒U形关系; ②技术多元化对知识替代性与新产品开发数量之间关系起正向调节作用, 对知识互补性与新产品开发数量之间关系的调节作用不显著; ③知识产权保护对知识替代性与新产品开发数量之间关系具有正向调节作用, 知识互补性与新产品开发数量之间的倒U形关系在知识产权保护弱的地区更为显著。

研究结果发现知识替代性和互补性对新产品开发数量具有不同的作用, 从知识元素的关系属性层面丰富了企业新产品开发前因变量的研究; 发现技术多元化和知识产权保护对知识替代性和互补性与新产品开发数量之间关系的调节作用, 为知识元素关系属性与新产品开发数量之间关系的权变因素的研究做出理论贡献。在实践方面, 研究结果可以帮助企业管理者更合理地配置知识元素, 并根据企业的技术多元化和知识产权保护调整新产品开发策略。

关键词: 知识替代性; 知识互补性; 技术多元化; 知识产权保护; 新产品开发数量

中图分类号: F272 **文献标识码:** A **doi:** 10.3969/j.issn.1672-0334.2021.04.007

文章编号: 1672-0334(2021)04-0089-12

收稿日期: 2018-10-23 **修返日期:** 2019-06-22

基金项目: 湖南省自然科学基金(2020JJ3017)

作者简介: 陈培祯, 管理学博士, 长沙学院经济与管理学院讲师、湖南大学创新与创业管理研究所成员, 研究方向为知识管理和技术创新等, 代表性学术成果为“技术多元化对企业新产品开发绩效的影响”, 发表在2018年第6期《科学学研究》, E-mail: 767417790@qq.com

李健, 管理学博士, 湖南大学工商管理学院和创新与创业管理研究所副教授, 研究方向为开放式创新和知识管理等, 代表性学术成果为“Search broadly or search narrowly? Role of knowledge search strategy in innovation performance”, 发表在2019年第5期《Journal of Knowledge Management》, E-mail: lijian01@hnu.edu.cn

曾德明, 管理学博士, 湖南大学工商管理学院和创新与创业管理研究所教授, 研究方向为技术创新和知识管理等, 代表性学术成果为“组织邻近和组织背景对组织合作创新地理距离的影响”, 发表在2014年第4期《管理科学》, E-mail: deming@hnu.edu.cn

引言

市场需求日益多样化和个性化的发展趋势对企业新产品开发提出更高的要求。与此同时,产品迭代速度的不断提高,使企业只有不断研发和推出新产品才能应对日益激烈的市场竞争,保证企业长期发展^[1]。作为企业资源基础的重要组成部分,知识基础对新产品开发具有重要的支撑作用。ALEGRE et al.^[2]认为企业在开发新产品时,知识和技术是获取竞争优势的基础。知识基础观进一步表明,当把企业视作不同知识元素的集合体时,企业知识基础便成为其竞争优势的重要来源^[3]。

关于知识基础观的研究分析了知识基础的体量和构成对企业创新活动的影响。GARCIA-VEGA^[4]认为知识元素的多元化有利于企业提升创新绩效;陈培埏等^[5]发现相关技术多元化与新产品开发绩效呈倒U形关系,而非相关技术多元化正向影响新产品开发绩效。然而,越来越多的学者认为,除拥有知识元素的体量和构成种类等内容性特征外,知识元素之间的连结方式等知识基础的结构特征同样对企业创新活动产生重大的影响。YAYAVARAM et al.^[6]将知识元素之间的连接关系看作一种耦合模式,将其用于反映知识基础结构的变化,研究结果表明,在已有知识领域的耦合变化削弱企业的创新产出,而新型知识与已有知识领域的耦合变化能够提高创新产出。事实上,知识结构刻画了知识元素之间连结的具体方式,知识元素之间的连结方式反映了知识基础的不同结构特征^[7]。遵循这一思路,本研究试图从知识替代性和互补性的视角揭示企业知识基础结构性特征对新产品开发数量的作用机制。此外,本研究从知识管理的角度提出并检验企业内部技术多元化和外部知识产权保护对知识替代性和互补性与新产品开发数量之间关系的调节作用,以期进一步完善知识基础结构性特征对企业创新活动作用的理论模型,并为中国企业根据自身知识基础的特点制定有效的新产品开发策略提供参考。

1 相关研究评述

1.1 知识替代性和互补性

知识基础通常被视为一组能力、信息和知识元素,企业在这些元素之上进行创造性活动和解决问题^[8]。知识替代性和互补性是反映企业知识基础结构的两个重要关系属性,知识替代性表征了知识元素在使用过程中元素共享相似属性的程度,即知识元素倾向于与相似的其他元素组合的程度;知识互补性是指两种知识元素组合之后的元素价值或效用增加的程度,知识互补性不仅是元素的简单组合,而是通过组合搜索过程对不同元素的集约化利用^[9]。李金明^[10]认为技术创新过程中的知识替代性发生在具有同种目标或功能的不同类型知识之间,以及同种类型知识被外界新知识替代的过程中,并对新旧知识选择的决策问题进行经济分析;DIBIAGGIO et al.^[9]关注企业专利的质量,认为知识替代性对企业

的整体创新绩效具有负向影响,而知识互补性对企业的创新绩效具有促进作用;曾德明等^[11]以中国汽车产业上市公司为研究对象,实证分析结果表明,企业的知识替代性和互补性与技术创新绩效之间均存在显著的倒U形关系。

1.2 新产品开发数量

新产品开发数量是在新产品开发活动中测量其产出绩效的一种客观指标^[12]。作为一种特殊的创新活动,新产品开发涉及到多个学科技术知识的整合问题,其本质是企业不断创造新知识的过程^[3]。KATILA et al.^[13]基于组织学习的观点,将企业新产品开发视为一种解决问题的活动,认为企业的知识搜索宽度正向影响其新产品的数量,而搜索深度与新产品的数量呈倒U形关系;徐彪等^[14]基于长三角地区企业的调查数据进行研究,结果表明企业的顾客知识对新产品的市场绩效具有正向影响,竞争者知识对新产品创新效率具有正向影响,而技术知识对新产品的市场绩效和创新效率均有正向影响;CHEN et al.^[15]基于知识基础观,通过分析调查问卷数据发现,企业的人力资本、组织资本和客户资本等智力资本对新产品开发具有重要的促进作用。综上分析可知,已有研究基于不同的知识视角探讨了企业知识对新产品开发绩效的重要影响。

新产品开发已得到学者的大量关注,但仍存在不足。学者们从不同视角研究知识替代性和互补性对企业技术创新活动的影响,但并未得到一致的结论,且鲜有研究关注知识基础的微观结构对企业新产品开发的直接影响;新产品开发是一个多维度的问题,已有关于新产品开发绩效的研究仍以调查问卷数据为主,且缺乏基于大样本二手数据的纵贯研究与之进行比较,特别是基于中国制造业企业数据对上述问题的验证分析,使相应企业的新产品开发活动缺乏理论指导;关于新产品开发的影响因素,已有研究已经取得大量成果,但是基于不同情景和研究视角的成果相对分散,对于技术多元化和知识产权保护等因素影响知识基础的不同结构特征与新产品开发之间关系的研究较少。对于上述研究缺口,本研究通过收集中国汽车制造企业的专利数据和新产品数据,探讨并实证检验知识替代性和互补性对企业新产品开发数量的影响,并将技术多元化和知识产权保护纳入研究框架,以揭示知识基础的不同结构特征在不同情景下的作用。

2 理论分析和研究假设

新产品开发不仅复杂,且包括对诸多学科知识的整合和创新,需要企业对大量知识进行消化、吸收和创造,因此整个新产品开发过程可以被视为知识具体化为产品的过程^[4]。尽管企业在技术上越来越多元化,但在同一行业存在竞争的企业往往表现出知识基础趋同的现象^[16]。这表明,知识元素具有多元化的特性,而知识元素之间的连结方式反映了开发和使用知识的特殊方法。企业在进行新产品开发

活动时,应结合自身知识元素的特点和关系属性,制定有效的知识组合策略,构建符合新产品开发要求的知识基础,才能生产出满足顾客需求的新产品。

2.1 知识基础结构特征与新产品开发数量

知识替代性刻画了不同知识元素在知识整合过程中与其他相似知识元素进行结合的可能性,如Polar、LDPC和Turbo信道编码技术之间存在的替代性关系,它反映了不同类型知识之间的相似性^[9]。因此,如果两个元素可以与相似的其他元素组合,则它们是可替代的。新知识通常被认为是由现有知识元素的组合或重组产生的^[8],这一观点反映了熊彼特的创新理念,即企业的创新过程能够识别可以被重新定义和重新组合的资源,从而创造出潜在的、新的、有价值的产品和服务。拥有大量替代性知识的企业可以通过扩张企业的产品线,为市场提供功能相似的差异化产品,进而提高企业的市场占有率。知识替代性也可能来自于一个领域内专业知识的专门化,企业通过对相似知识的学习和积累,强化对特定技术领域知识的理解,这种积累使企业能够更加高效的解决新产品开发过程中遇到的技术问题^[17]。通过构建企业自身的专门化知识体系,能够提高企业新的应用和组合中利用专门化知识的能力,从而在开发新产品的过程中发挥规模经济的作用^[18]。此外,对相似知识元素的深度利用能够减少出错的可能性,有利于完善企业惯例,因为对使用的知识更熟悉,企业可以更好地理解新产品需要满足的需求,新产品开发任务可以被有效地分解成若干子问题,减少不必要的步骤,提高新产品开发效率^[19]。因此,本研究提出假设。

H₁ 知识替代性与新产品开发数量具有正向关系。

创新的本质是重新组合已有知识与新知识,不同的知识元素组合能够有效增加企业使用互补和创新的方法重组知识的机会,极大地提高了新产品开发效率^[20]。知识互补性体现了不同知识元素之间的结合增加知识元素使用价值的可能性,如激光技术与光纤电缆技术在电话信号传输过程中体现的互补性,是企业知识凝聚的一种体现^[9]。不同于共生的知识元素,互补性知识元素往往单独使用,通过与其他元素相结合产生协同作用,知识元素的互补性能够增加企业选择有效组合的概率,增强知识互补性使企业更倾向于在熟悉的技术环境中选择新研究项目。随着知识互补水平的提升,企业对知识元素重组方向逐渐清晰,知识整合和利用效率的提升能够优化新产品的开发过程并提高新产品的开发数量。此外,认知距离随着知识互补性的提高而下降,这有利于企业内部知识的流动和分享,从而进一步推动企业研发活动的有效性^[21]。

然而,过高的知识互补性会给企业新产品开发活动带来不利影响。首先,知识互补性过高导致企业知识基础凝聚程度过高。已有研究表明,知识基础凝聚程度越高,企业越倾向于进行利用式的技术

升级活动^[7],从而降低对新产品开发的资源投入。其次,随着知识互补水平的不断提高,研发人员之间过短的认知距离使内部交流无法碰撞出新想法和新观点,从而降低了研发人员设计和开发新产品的想象空间。最后,专注于搜索不同的知识使企业陷入“失败导致搜索和改变,进而导致再次失败,导致再次搜索和改变”的怪圈^[22]。基于以上分析,本研究认为企业新产品开发数量随着企业自身知识互补性的提高而增加,然而,当知识互补性超过一定水平时,急速增加的知识整合和利用成本会降低新产品开发数量。因此,本研究提出假设。

H₂ 知识互补性与新产品开发数量呈倒U形关系。

2.2 技术多元化的调节作用

技术多元化是指企业知识元素的多样化程度^[4]。技术是一种特殊的知识,技术多元化源于企业知识本身固有的广度以及在知识网络中的搜索方向和距离^[23]。已有研究表明,技术多元化对企业的新产品开发绩效具有重要作用^[5]。因此,本研究在考察知识元素关系属性的基础上,将反映企业知识元素种类的技术多元化作为调节变量,深入分析知识基础与新产品开发数量之间的关系。

知识替代性越高,企业内部的知識基础相似性越高,企业的技术多元化水平越高,其内部知识元素的异质性越高。相对于技术多元化水平较高的企业,低水平技术多元化企业往往更专注于已有知识元素的组合。根据重组理论,当一组技术被反复利用时,这些技术之间的组合潜力会被耗尽^[8]。因此,对于低水平技术多元化的企业,知识替代性程度的提升将阻碍企业对新知识元素之间组合机会的探索,从而容易使企业陷入能力陷阱,进而导致核心刚性^[24]。因此,低水平技术多元化企业知识替代性的提升将降低企业应对未来的行业或技术变革的能力,威胁到企业的新产品开发甚至是企业生存。与此相反,企业保持多元化的知识基础,可以在提升知识替代性的过程中尝试新的知识组合,从而创造出全新的应用和产品。此外,技术多元化可以强化企业在提升知识替代性过程中构建核心技术领域的R&D能力,从而弱化企业在特定技术轨道下持续进行R&D而造成的R&D规模边际收益递减的影响^[4]。因此,本研究提出假设。

H_{3a} 技术多元化正向调节知识替代性与新产品开发数量的关系。

知识元素之间的互补性体现了不同知识元素之间的关联性及其整合创新的意义,为了实现技术创新和产品创新,企业需要通过挖掘不同知识元素之间可能的互补关系以实现技术整合优势。从技术知识本身的属性来说,两种或更多技术之间的关联性是由它们之间存在的功能差异以及将它们组合使用(而非单独使用)创造的价值决定的。相对于技术多元化水平低的企业,技术多元化水平较高的企业往往拥有多个不同技术领域的知识储备和应用经验,

为企业充分利用不同类别知识元素之间的互补性对创新活动带来的积极作用创造了更大的空间。如突破式创新往往是不同知识创新性组合的产物,更易产生符合客户需求的技术解决方案^[25]。企业通过对不同知识的探索,能够实现不同程度的突破式创新^[26]。技术资源和技术诀窍通常可以在多个R&D项目之间共享,并且不同技术领域之间存在互补性^[3]。同时,不同领域知识的学习和互动会产生溢出效应,增加新知识与已有知识关联的可能性,而已有知识已经组织化,能够促进个体有效的消化和运用新知识,从而强化企业吸收外部知识的能力,改善企业的新产品开发活动^[27]。由于技术知识可以在多个R&D项目中共享,通过提高知识元素的多元化水平,企业可以利用技术知识的范围经济,而在不同产品线的多元化知识中产生协同作用。然而,技术多元化水平越高意味着企业拥有的不同领域或技术门类的知识越多,通过组合不同类别知识元素实现知识元素间互补效应的成本越高。由于技术多元化程度较高的企业需要投入更多的人力和物力整合不同技术领域的知识^[28],当知识互补性超过一定水平时,知识整合和利用成本激增,削弱了知识互补性对新产品开发的积极作用。此外,多样化的技术体系为企业沿着既有的知识搜索路径开展技术利用和开发活动提供了更大的空间,从而降低了企业开发新产品的意愿和资源投入。不仅如此,由于探索新的知识组合具有很高的不确定性,信息的可信性将大打折扣,过多的信息增加知识整合的难度和成本,以至于企业无法吸收和利用新知识,为企业带来高昂的试验成本,降低企业的新产品开发效率^[29]。因此,本研究提出假设。

H_{3b} 相对于技术多元化水平低的企业,知识互补性与新产品开发数量之间的倒U形关系在技术多元化水平高的企业表现得更为显著。

2.3 知识产权保护力度的调节作用

知识产权是法律赋予的以知识形态表现成果的独占权利,知识产权为企业提供了关键的战略优势,在位企业可以利用知识产权阻止新进入者将竞争性创新成果商业化^[30]。知识产权保护是阻止竞争者模仿产品和工艺创新的重要手段,有利于企业从保护创新成果中获益^[31]。因此,政府实施知识产权保护对企业的新产品开发具有重要影响。

新产品开发是一种以知识为资源,通过一系列知识活动产生新知识和新产品的知识组合和创新的过程^[32]。知识产权保护力度的高低体现了企业所在技术创新环境制度水平的高低,不仅反映了政府职能部门对创新成果保护的重视程度,也深刻影响到企业知识结构对新产品开发的作用机制。技术创新活动面临着各种不确定性,企业开展研发活动需要面对极大的风险和挑战。当企业研发成果被竞争对手模仿和复制的成本较低时,企业可能降低对研发活动的投入以规避研发成果被竞争对手盗用的风险^[33]。提高知识的替代性有助于企业在某一技术领

域积累知识重组的经验,在该技术领域建立起技术研发优势。然而,正是因为同时存在多种技术替代方案(知识重组方案),企业知识替代性的提升可能导致创新成果被模仿和复制的门槛降低。在这种情况下,企业对本地知识产权保护力度的敏感程度较高。当地政府相关部门对企业研发成果保护措施的执行力度越低,企业知识替代性与新产品开发数量的积极关系越弱;知识产权保护力度越大,越有利于激发企业在不同替代性知识元素之间探索新的知识组合,从而实现产品的技术创新^[34]。因此,本研究提出假设。

H_{4a} 企业所在区域对知识产权的保护力度正向调节知识替代性与新产品开发数量之间的正向关系。

与知识替代性不同,知识互补性高的企业,更容易发现独特的知识组合,有利于企业探索不同的技术领域,当技术环境发生变化时,企业更有可能为遇到的技术瓶颈提供解决方案,在技术不确定条件下提高新产品开发效率,获得先动优势^[12]。知识产权保护具有独占性,如果企业率先推出一种全新的或改进的产品,很可能在特定的市场中获得先动优势,对于旨在阻止竞争对手模仿其发明的企业,在新产品开发过程的早期阶段申请专利,可以在很长一段时间内获得超额回报^[35]。因此,在知识产权保护较弱的地区,企业所处的技术研发环境中其他竞争者倾向于降低研发投入,以期规避研发活动的高风险性和高不确定性,知识互补性越高的企业越有可能通过技术研发的先动优势打造符合市场需求的新型产品^[7],同时通过知识互补性形成的专业化技术体系降低新产品被模仿和复制的风险。然而,随着知识互补性不断提升,过高的专业化技术导致的技术锁定风险以及企业内部较短的认知距离导致的新观点缺失对新产品开发的消极作用开始显现^[21]。相对于知识产权保护较强的地区,由于知识产权保护措施执行不到位引发的信息不对称导致企业降低合作研发的意愿,并封锁自己掌握的技术信息和知识^[30],从而降低知识互补性较高的企业从外部环境中获取新技术的机会和信息的可能性,提高外部知识搜索的成本。因此,较弱的知识产权保护措施进一步加剧知识互补性过高对企业新产品开发的消极影响。因此,本研究提出假设。

H_{4b} 相对于知识产权保护较强的区域,企业知识互补性与新产品开发数量之间的倒U形关系在知识产权保护较弱的区域表现得更为显著。

3 研究设计

3.1 研究样本

本研究以中国汽车产业作为研究对象,选取1998年至2014年的车辆生产企业作为研究样本,之所以采用这个时期的数据作为样本,是因为基金项目购买的国家工信部汽车新产品数据截至2014年是完整的,未更新之后年份的数据。本研究涉及3个主要的数据来源,分别为专利数据、新产品数据和省份经济

数据,专利数据来自国家知识产权局,新产品数据来自国家工信部发布的车辆生产企业及产品公告,省份经济数据来自国家统计局。由于计算技术多元化需要使用专利数据,剔除观测期内所有年份专利总数为0和小于10的企业。经过整理,最终得到574家车辆生产企业的3752条观测值,这些企业分别来自中国东部的11个省份、中部的8个省份和西部的10个省份。

3.2 研究变量

3.2.1 因变量

本研究的因变量为企业新产品开发数量。已有研究对新产品开发绩效的测量方法分为多维度 and 单维度两类,多维度测量以调查问卷为主,通过考察新产品的财务绩效,反映新产品开发绩效^[36];单维度测量主要通过统计新产品的数量测量企业的新产品开发绩效^[12]。根据已有研究,本研究通过统计国家工信部每年公布的车辆生产企业整车新产品的数量作为因变量^[5]。

3.2.2 自变量

本研究借鉴DIBIAGGIO et al.^[9]的方法测量企业的知识替代性和互补性,根据中国专利分类号的特点,国际专利分类号的前4位可以代表技术分类。

(1) 知识替代性和知识互补性

① 计算两个不同技术分类之间的相似性。令 $P_{i,k}$ 为 k 专利是否包含 i 技术分类,包含取值为1,不包含取值为0, i 为技术分类, $i=1, \dots, m, \dots, n$, n 为企业专利包含技术分类的个数, k 为专利。同时包含 i 技术分类和 j 技术分类的专利数量为 $V_{i,j}$, $V_{i,j} = \sum_k P_{i,k} P_{j,k}$, $P_{j,k}$ 为 k 专利是否包含 j 技术分类,包含取值为1,不包含取值为0, j 为技术分类, $j=1, \dots, m, \dots, n, i \neq j$ 。因此,对于所有可能的技术分类,可以得到专利同时包含 i 和 j 技术分类的共现矩阵,该矩阵是由元素 $V_{i,j}$ 构成的一个对称矩阵。 i 与 j 之间的技术相似性为 $S_{i,j}$,通过余弦指数进行计算,有

$$S_{i,j} = \frac{\sum_{m=1}^n V_{i,m} V_{j,m}}{\sqrt{\sum_{m=1}^n V_{i,m}^2} \sqrt{\sum_{m=1}^n V_{j,m}^2}} \quad (1)$$

其中, $V_{i,m}$ 为同时包含 i 技术分类和 m 技术分类的专利数量, $V_{j,m}$ 为同时包含 j 技术分类和 m 技术分类的专利数量。

② 计算两个不同技术分类之间的关联性。根据技术分类共现矩阵, $V_{i,j}$ 服从超几何分布,通过计算求得其均值 $\mu_{i,j}$ 和方差 $\sigma_{i,j}^2$,则有

$$\tau_{i,j} = \frac{V_{i,j} - \mu_{i,j}}{\sigma_{i,j}} \quad (2)$$

其中, $\tau_{i,j}$ 为 i 技术分类与 j 技术分类的关联性。

对 $\tau_{i,j}$ 进行标准化处理,得

$$\tau'_{i,j} = \frac{\tau_{i,j} - \min \tau_{i,j}}{\max \tau_{i,j} - \min \tau_{i,j}} \quad (3)$$

③ 计算技术分类的知识替代性和知识互补性。有

$$War_i^1 = \frac{\sum_{j \neq i} S_{i,j} W_j}{\sum_{j \neq i} W_j} \quad (4)$$

$$War_i^2 = \frac{\sum_{j \neq i} \tau'_{i,j} W_j}{\sum_{j \neq i} W_j} \quad (5)$$

其中, War_i^1 为给定 i 技术分类与所有其他技术分类的知识替代性, War_i^2 为给定 i 技术分类与所有其他技术分类的知识互补性, W_j 为与 j 技术分类相关联的专利数。

④ 计算企业层面的知识替代性和知识互补性。有

$$KW^1 = \sum War_i^1 \frac{W_i}{\sum W_i} \quad (6)$$

$$KW^2 = \sum War_i^2 \frac{W_i}{\sum W_i} \quad (7)$$

其中, KW^1 为企业层面的知识替代性, KW^2 为企业层面的知识互补性, W_i 为与 i 技术分类相关联的专利数。

(2) 技术多元化

采用熵指数^[37]测量技术多元化,有

$$TD = \sum_{i=1}^n P_i \ln \frac{1}{P_i} \quad (8)$$

其中, TD 为技术多元化, P_i 为企业专利中包含 i 技术分类的专利所占的比例。

(3) 知识产权保护

MANZINI et al.^[34]的研究表明,知识产权保护在新产品开发的不同阶段具有不同的重要作用。鉴于中国各地区之间的知识产权保护存在差异,本研究认为企业所在省份的知识产权保护对企业的新产品开发具有不同的影响,因此用企业所在省份的知识产权保护来测量^[38]。企业所在省份 $(t-1)$ 年知识产权保护 =

$$\frac{(t-1) \text{年结案件数}}{(t-1) \text{年立案件数} + (t-2) \text{年末结案件数}} \circ$$

3.2.3 控制变量

(1) 企业年龄

企业技术创新是一个累积过程,企业存活时间越长,企业的知识储备越多,越可能影响企业未来新产品开发的选择,因此将企业年龄作为控制变量。

(2) 技术创新水平

GROBMAN et al.^[39]认为企业拥有的专利可以影响新产品开发过程中的知识转移。因此,将技术创新水平作为控制变量,并用企业每年申请的专利数进行测量。

(3) 技术标准化能力

GROBMAN et al.^[39]认为企业的标准化能力可以影响新产品开发过程中的知识转移。因此,将技术标准化能力作为控制变量,并用企业每年参与起草

的标准数测量,所需数据来自《标准数据总库》。

(4) 本地R&D强度

有研究表明,企业的R&D强度对新产品开发的成功具有重要作用,而企业的R&D经费来自于各地政府的拨款^[40]。因此,本研究将其作为控制变量,通过国家统计局发布的各企业所在省份的本地R&D强度测量。

(5) 技术市场交易额

据统计,中国每年在技术市场完成的技术交易额呈上升趋势,在市场上进行交易的技术必须通过企业这一环节,最终才有可能将技术转化为产品^[41]。因此,将本地技术市场交易额作为控制变量,将各企业所在省份的技术市场交易额进行对数处理,所需数据来自国家统计局。

4 实证结果

4.1 模型选择

因变量新产品开发数量是离散的非负整数,其均值为46.983,方差为163.615,二者相差很大,表明存在过度离散的现象,故选择处理离散数据的负二项模型,并采用随机效应负二项回归模型进行回归分析。

4.2 描述性统计

表1给出各变量的描述性统计结果。由表1可

知,知识替代性与新产品开发数量显著正相关,与预期相符,而知识互补性与新产品开发数量的相关性不显著,因此需要借助分层回归进一步分析变量之间的关系;控制变量均与新产品开发数量显著正相关,表明本研究所选控制变量均能对新产品开发数量产生影响。为了判断各变量之间的共线性问题,经计算发现,所有VIF值均小于3,说明各变量之间不存在严重的多重共线性问题。

4.3 回归分析

为了检验本研究提出的假设,使用Stata软件对本数据进行回归分析,回归结果见表2,因计算知识替代性、知识互补性和技术多元化采用滚动数据,在计算其交互项时有数据丢失,因此观测值有所减少。在表2中,模型1纳入控制变量和调节变量,结果表明本研究采用的变量基本与因变量相关;模型2在模型1基础上加入知识替代性、知识互补性及其平方项,分析知识替代性和知识互补性对新产品开发数量的影响;模型3在模型2基础上加入自变量与技术多元化的交互项;模型4分析知识产权保护对知识替代性和知识互补性与新产品开发数量之间的调节作用;模型5将两个调节变量与知识替代性和知识互补性的交互项同时进行回归。

表1 描述性统计结果

Table 1 Results for Descriptive Statistics

| 变量 | 新产品 开发数量 | 知识 替代性 | 知识 互补性 | 技术 多元化 | 知识产 权保护 | 企业 年龄 | 技术创 新水平 | 技术标准 化能力 | 本地 R&D强度 | 技术市场 交易额 |
|---------|-------------|-----------|-----------|-----------|------------|----------|------------|-------------|-------------|-------------|
| 新产品开发数量 | 1 | | | | | | | | | |
| 知识替代性 | 0.060* | 1 | | | | | | | | |
| 知识互补性 | -0.080* | 0.316* | 1 | | | | | | | |
| 技术多元化 | 0.299* | 0.095* | -0.220* | 1 | | | | | | |
| 知识产权保护 | 0.003 | -0.026 | -0.036* | 0.013 | 1 | | | | | |
| 企业年龄 | 0.114* | 0.019 | -0.062* | 0.225* | -0.046* | 1 | | | | |
| 技术创新水平 | 0.418* | 0.144* | -0.092* | 0.401* | 0.007 | 0.058* | 1 | | | |
| 技术标准化能力 | 0.226* | 0.067* | -0.063* | 0.259* | -0.029* | 0.067* | 0.253* | 1 | | |
| 本地R&D强度 | 0.075* | 0.056* | 0.004 | 0.052* | 0.057* | 0.219* | 0.037* | 0.023* | 1 | |
| 技术市场交易额 | 0.063* | 0.036* | 0.005 | 0.117* | -0.004 | 0.235* | 0.039* | 0.027* | 0.769* | 1 |
| 均值 | 46.983 | 0.193 | 0.042 | 1.461 | 0.331 | 10.121 | 24.843 | 0.138 | 1.561 | 22.636 |
| 标准差 | 163.615 | 0.245 | 0.089 | 1.037 | 0.230 | 6.961 | 110.043 | 1.029 | 0.985 | 1.264 |
| VIF | | 1.156 | 1.183 | 1.384 | 1.028 | 1.073 | 1.252 | 1.103 | 2.780 | 2.782 |

注:*为 $p < 0.050$,下同。

表2 随机效应负二项模型回归结果
Table 2 Regression Results for Negative Binomial Model with Random Effect

| | 新产品开发数量 | | | | |
|-----------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | 模型1 | 模型2 | 模型3 | 模型4 | 模型5 |
| 知识替代性 | | 0.529** (2.905) | -0.172 (-0.606) | -0.265 (-0.839) | -0.824* (-2.194) |
| 知识互补性 | | 0.354† (1.854) | 0.719* (2.268) | 1.117*** (3.412) | 1.420*** (3.482) |
| 知识互补性平方项 | | -0.429* (-2.173) | -0.707* (-2.247) | -1.199*** (-3.462) | -1.423*** (-3.394) |
| 技术多元化 | 0.084*** (5.048) | 0.073*** (4.193) | 0.080** (3.174) | 0.072*** (4.148) | 0.079** (3.159) |
| 知识产权保护 | 0.098 (1.554) | 0.130* (2.065) | 0.137* (2.184) | 0.292** (2.594) | 0.297** (2.648) |
| 技术多元化×知识替代性 | | | 0.650*** (3.499) | | 0.581** (3.095) |
| 技术多元化×知识互补性 | | | -0.316 (-1.424) | | -0.293 (-1.324) |
| 技术多元化×知识互补性平方项 | | | 0.256 (1.093) | | 0.242 (1.038) |
| 知识产权保护×知识替代性 | | | | 2.805** (3.286) | 2.560** (2.928) |
| 知识产权保护×知识互补性 | | | | -2.484** (-2.929) | -2.376** (-2.794) |
| 知识产权保护×知识互补性平方项 | | | | 2.534** (2.792) | 2.417** (2.640) |
| 企业年龄 | 0.013*** (4.663) | 0.013*** (4.662) | 0.013*** (4.527) | 0.013*** (4.811) | 0.013*** (4.659) |
| 技术创新水平 | 0.001*** (5.481) | 0.0004*** (5.038) | 0.0003* (2.561) | 0.0004*** (4.679) | 0.0003* (2.490) |
| 技术标准化能力 | 0.023*** (3.729) | 0.024*** (3.946) | 0.022*** (3.559) | 0.024*** (3.900) | 0.022*** (3.553) |
| 本地 R&D 强度 | -0.007 (-0.239) | 0.005 (0.159) | 0.004 (0.110) | -0.004 (-0.108) | -0.004 (-0.124) |
| 技术市场交易额 | 0.135*** (5.656) | 0.124*** (5.017) | 0.121*** (4.941) | 0.125*** (5.085) | 0.123*** (4.997) |
| 常数项 | -2.839*** (-5.702) | -2.636*** (-5.136) | -2.590*** (-5.048) | -2.707*** (-5.268) | -2.658*** (-5.171) |
| 对数似然值 | -17 700.097 | -16 943.179 | -16 936.801 | -16 935.613 | -16 930.590 |
| 观测值 | 3 752 | 3 568 | 3 568 | 3 568 | 3 568 |

注:***为 $p < 0.001$, **为 $p < 0.010$, †为 $p < 0.100$, 下同。

由模型2可知,知识替代性对新产品开发数量具有正向影响, $\beta = 0.529, p < 0.010$, H_1 得到验证。表明企业在进行新产品开发活动时,不断升级已有技术知识,深化对某一领域知识的理解,有利于促进企业形成核心能力,打造属于自己的核心产品。知识互补性的回归系数显著为正, $\beta = 0.354, p < 0.100$;知识互补性平方项的回归系数显著为负, $\beta = -0.429, p <$

0.050 。因此,知识互补性对新产品开发数量的影响呈倒U形, H_2 得到验证。表明在一定程度上企业增加互补性知识能够提高新产品开发数量,企业通过利用关联知识带来的范围经济,可以提高企业在新产品开发方面的先发优势;但互补性知识超过一定程度将阻碍新产品开发,因为过多的知识类型会提高技术锁定的风险并降低研发人员的认知距离,不

利于企业有针对性地进行内部研发活动,从而降低企业新产品开发的数量。

本研究进一步分析技术多元化和知识产权保护与知识替代性和知识互补性的交互作用。由模型3可知,技术多元化与知识替代性交互项的回归系数显著为正, $\beta = 0.650, p < 0.001$,即技术多元化正向调节知识替代性与新产品开发数量之间的关系, H_{3a} 得到验证。表明企业增加替代性知识的同时,适当扩大企业技术知识的范围可以降低企业知识的路径依赖,更有利于提高企业的新产品开发数量。图1为技术多元化对知识替代性与新产品开发数量之间关系的调节作用示意图,可以看出,企业技术多元化水平较高时,知识替代性对新产品开发数量有正向影响,而技术多元化较低时则有负面影响,符合本研究预期。

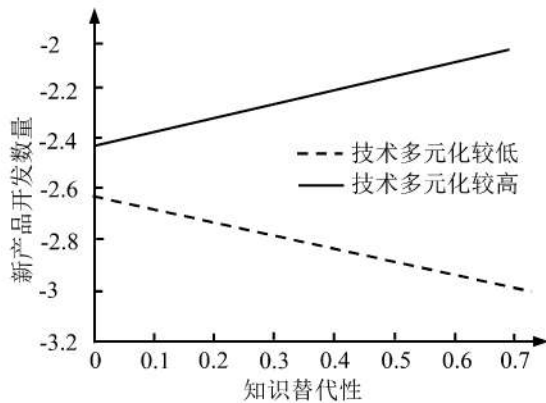


图1 技术多元化对知识替代性与新产品开发数量之间关系的调节作用
Figure 1 Moderating Effect of Technological Diversity on the Relationship between Knowledge Substitutability and the Number of New Product Development

由模型3还可知,技术多元化对知识互补性与新产品开发数量的调节作用不显著, H_{3b} 未得到验证。可能的原因是,企业在增加互补性知识时,相应的增加了企业技术知识的种类,从而稀释了企业在不同技术领域产生的经验曲线效应。

由模型4可知,知识产权保护与知识替代性交互项的回归系数显著为正, $\beta = 2.805, p < 0.010$,表明知识产权保护正向调节知识替代性与新产品开发数量的关系, H_{4a} 得到验证。表明加大企业所在区域的知识产权保护,有利于强化知识替代性对新产品开发数量的正向影响。图2为知识产权保护对知识替代性与新产品开发数量之间关系的调节作用示意图,可以看出,知识产权保护较强时,知识替代性对新产品开发数量有正向影响,而知识产权保护较弱时则有负向影响,符合本研究预期。

由模型4还可知,知识产权保护与知识互补性交互项的回归系数显著为负, $\beta = -2.484, p < 0.010$;知识产权保护与知识互补性平方项的交互项的回归系

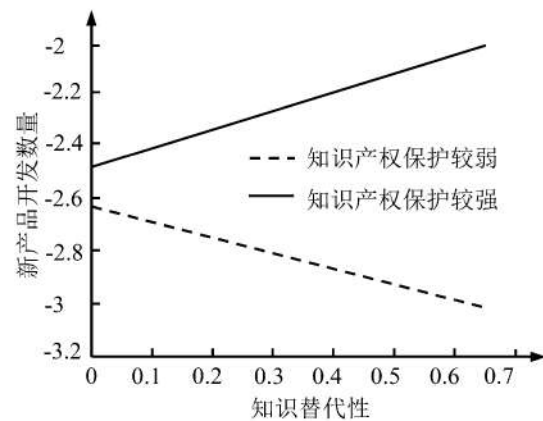


图2 知识产权保护对知识替代性与新产品开发数量之间关系的调节作用
Figure 2 Moderating Effect of Intellectual Property Protection on the Relationship between Knowledge Substitutability and the Number of New Product Development

数显著为正, $\beta = 2.534, p < 0.010$ 。表明知识产权保护对知识互补性与新产品开发数量的倒U形关系具有调节作用。图3为知识产权保护对知识互补性与新产品开发数量之间关系的调节作用示意图,在知识产权保护较弱时,知识互补性与新产品开发数量之间的倒U形关系表现得更为显著(即陡峭),而在知识产权保护较强时,二者之间的倒U形关系则趋于平缓。因此, H_{4b} 得到验证。

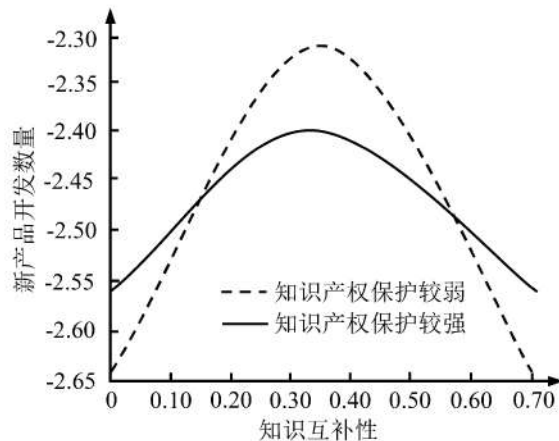


图3 知识产权保护对知识互补性与新产品开发数量之间关系的调节作用
Figure 3 Moderating Effect of Intellectual Property Protection on the Relationship between Knowledge Complementarity and the Number of New Product Development

5 结论

5.1 研究结果

为了进一步明确企业内部知识元素的连接方式如何作用于新产品开发,本研究借助知识重组理论,

从知识基础观的视角分析企业知识替代性和互补性对新产品开发数量的影响机制,并考察企业技术多元化和知识产权保护的调节作用,得到以下研究结果。

(1)知识替代性对新产品开发数量有正向影响,知识互补性与新产品开发数量呈倒U形关系。一方面,企业应不断加强对替代性知识的搜索,通过对特定领域知识的学习和积累帮助企业形成核心技术能力,打造企业自身的特色产品。另一方面,本研究结果表明通过组合搜索过程选择互补性的知识会带来更高的新产品开发数量。由于互补性元素之间具有较强的关联性,通过这种关联关系进行知识搜索和重组能够减少企业的搜索成本,提高企业学习和产品研发的效率。然而,高度互补的知识会降低企业的灵活性,阻碍企业探索新的知识组合,因为在熟悉的项目中利用互补性知识类似于演化经济学中的局部搜索,容易导致企业形成路径依赖,产生次优的解决方案,从而减少企业的新产品开发数量。

(2)技术多元化正向调节知识替代性与新产品开发数量的关系。企业的知识替代性水平高,说明企业的知识积累集中在特定的技术领域,投资于提供相似解决方案的知识元素会增加知识的功能冗余,从而增加企业的机会成本。而知识元素的多元化可以为企业带来异质性知识,使企业有机会探索新的知识组合。

(3)知识产权保护对知识替代性和互补性与新产品开发数量的调节作用均具有显著影响。由于知识替代性高的企业中知识元素之间共享相似属性的可能性较大,通过加大知识产权保护力度来保障企业的技术创新成果不受侵犯,强化企业在特定领域的知识积累,有利于企业打造自身的核心产品。此外,相对于知识产权保护较好的省份,知识互补性对企业新产品开发的积极作用在知识产权保护意识不足的区域更强。但随着企业积累的互补性知识不断提升,企业需要注意知识产权保护力度低的外部环境将放大知识互补性过高带来的消极作用。

5.2 理论贡献和实践启示

本研究的理论贡献主要体现在以下方面:①在企业知识对创新影响的研究中,本研究聚焦于企业内部知识基础的结构特征对新产品开发数量的影响。虽然知识积累对企业的技术创新和新产品开发具有重要作用,但是知识基础是由各种知识元素及其连接组成的,正是这种结构上的差异形成企业在行业内的异质性。企业内部的知識基础很难被直接观察到,而专利信息在一定程度上是知识的载体,为描述企业的知识基础提供了数据支撑。因此,本研究结果表明知识元素之间的关系属性可以指导知识元素的选择,使学者们对企业内部的知识基础特征有更全面的认识,并拓展了知识元素之间的耦合或互补作用产生协同效应的研究,对企业知识基础理论及后续更微观的研究具有一定的补充作用。②本研究发现知识基础结构特征对企业的新产品开发

数量具有一定的促进或抑制作用。在战略管理研究中,已有关于新产品开发绩效的研究对象多以西方发达国家的成熟企业为主,而中国关于新产品开发绩效的研究多以调查问卷数据分析为主,缺乏在中国制度背景下的实证研究。本研究实证分析新产品开发数量,一定程度上丰富了新产品开发绩效的量化研究,揭示了企业知识具体化为新产品的影响机制,为新产品开发活动中的知识管理提供一种新的思路。③本研究结果表明企业内部知识基础的多元化和外部知识产权保护对企业新产品开发数量具有重要的影响。已有研究多关注技术多元化和知识产权保护对企业绩效的影响,本研究将它们作为调节变量,分析它们在知识替代性和互补性与新产品开发数量之间的调节作用,更好地诠释了技术多元化对知识替代性影响新产品开发数量的重要作用,丰富了技术多元化战略的研究。同时,知识产权保护作为一种法律机制,本身不能决定知识的价值,本研究结果表明它可以作为企业内部知识组合的一种调节措施。

本研究为企业管理者提供以下启示:①在制定新产品开发战略的过程中,管理者应结合企业知识基础的结构特征,积极搜索和学习替代性知识和互补性知识,打造具有核心竞争力的产品。一方面,对具有相似功能的知識元素进行投资,进而积累可替代性知识对企业是有益的,因为高可替代性提供了支持新组合的可选方案,从而能够提高新产品开发的成功率。另一方面,互补性知识元素是单个的元素,企业往往在熟悉的背景中组合和重构它们,企业专注于对熟悉的知識进行组合,并在一个领域内积累专业知识,能够在研发活动中利用范围经济。然而,在提升企业互补性知识积累水平的过程中,要将企业的技术探索控制在合适的范围,以保持企业在产品市场的灵活性,降低知识互补性过高对新产品开发数量的消极作用。②作为企业的决策者,需要保持多元化的知识基础,才能在利用替代性知识时增加解决问题的可能性,提高新产品开发的成功率。③管理者应根据企业自身知识基础的结构特性和本地知识产权保护制度背景的具体情况设计有效的知识积累路径和新品研发模式。当本地知识产权保护程度较高时,企业可以提高对替代性知识的投资,并将互补性知识的积累控制在合理的范围内,最大限度的提高对新产品开发数量的贡献。

5.3 研究不足和展望

本研究仍然存在一些不足,有待未来研究进一步完善。①本研究选取中国汽车产业作为研究样本,不同产业的新产品开发具有不同的特征,在推广本研究结论的过程中需要考虑产业之间的差异可能造成的限制。未来研究可以增加高技术产业的其他产业进行比较研究,以分析不同产业的区别。②本研究未对新产品的类型、车辆类型和车辆生产企业的类型进行区分,未来研究可以探讨知识基础对不同类型新产品的影响,以及对不同类型车辆和不同

类型车辆生产企业的新产品开发的影响。③本研究所用车辆新产品数据仅能反映企业新产品开发的产出,没有考虑新产品进入市场后的财务表现。未来研究可以收集新产品相关的财务数据,提高研究结论的精确性。

参考文献:

- [1] LEE C K H, CHOY K L, CHAN Y N. A knowledge-based ingredient formulation system for chemical product development in the personal care industry. *Computers & Chemical Engineering*, 2014, 65:40-53.
- [2] ALEGRE J, SENGUPTA K, LAPIEDRA R. Knowledge management and innovation performance in a high-tech SMEs industry. *International Small Business Journal: Researching Entrepreneurship*, 2013, 31(4):454-470.
- [3] WANG M C, CHEN P C, FANG S C. A critical view of knowledge networks and innovation performance: the mediation role of firms' knowledge integration capability. *Journal of Business Research*, 2018, 88:222-233.
- [4] GARCIA-VEGA M. Does technological diversification promote innovation? An empirical analysis for European firms. *Research Policy*, 2006, 35(2):230-246.
- [5] 陈培祯, 曾德明, 李健. 技术多元化对企业新产品开发绩效的影响. *科学学研究*, 2018, 36(6):1070-1077.
CHEN Peizhen, ZENG Deming, LI Jian. The impact of technological diversity on new product development performance. *Studies in Science of Science*, 2018, 36(6):1070-1077.
- [6] YAYAVARAM S, CHEN W R. Changes in firm knowledge couplings and firm innovation performance: the moderating role of technological complexity. *Strategic Management Journal*, 2015, 36(3):377-396.
- [7] COLOMBELLI A, KRAFFT J, QUATRARO F. Properties of knowledge base and firm survival: evidence from a sample of French manufacturing firms. *Technological Forecasting and Social Change*, 2013, 80(8):1469-1483.
- [8] FLEMING L. Recombinant uncertainty in technological search. *Management Science*, 2001, 47(1):117-132.
- [9] DIBIAGGIO L, NASIRIYAR M, NESTA L. Substitutability and complementarity of technological knowledge and the inventive performance of semiconductor companies. *Research Policy*, 2014, 43(9):1582-1593.
- [10] 李金明. 企业技术创新过程中的知识替代性分析与互联网经济. *南开管理评论*, 2001, 4(3):19-23.
LI Jinming. Substitution analysis of enterprise knowledge in the innovation process. *Nankai Business Review*, 2001, 4(3):19-23.
- [11] 曾德明, 周涛. 企业知识基础结构与技术创新绩效关系研究: 知识元素间关系维度新视角. *科学学与科学技术管理*, 2015, 36(10):80-88.
ZENG Deming, ZHOU Tao. The relationship between knowledge base and innovative performance: a new relational perspective of knowledge elements. *Science of Science and Management of S. & T.*, 2015, 36(10):80-88.
- [12] DONG J Q, YANG C H. Being central is a double-edged sword: knowledge network centrality and new product development in U.S. pharmaceutical industry. *Technological Forecasting & Social Change*, 2016, 113(part B):379-385.
- [13] KATILA R, AHUJA G. Something old, something new: a longitudinal study of search behavior and new product introduction. *Academy of Management Journal*, 2002, 45(6):1183-1194.
- [14] 徐彪, 张骁. 组织知识、学习导向与新产品创新绩效. *管理科学*, 2011, 24(4):32-40.
XU Biao, ZHANG Xiao. Organizational knowledge, learning orientation and new product innovation performance. *Journal of Management Science*, 2011, 24(4):32-40.
- [15] CHEN C J, LIU T C, CHU M A, et al. Intellectual capital and new product development. *Journal of Engineering and Technology Management*, 2014, 33:154-173.
- [16] GIACHETTI C, DAGNINO G B. The impact of technological convergence on firms' product portfolio strategy: an information-based imitation approach. *R&D Management*, 2017, 47(1):17-35.
- [17] 刘景江, 陈璐. 创业导向、学习模式与新产品开发绩效关系研究. *浙江大学学报(人文社会科学版)*, 2011, 41(6):143-156.
LIU Jingjiang, CHEN Lu. Research on the relationship between entrepreneurial orientation, learning patterns and new product development performance. *Journal of Zhejiang University (Humanities and Social Sciences)*, 2011, 41(6):143-156.
- [18] WOO S, CHOI J Y. Knowledge sources and recombination capabilities in developing new convergent products. *Technology Analysis & Strategic Management*, 2018, 30(2):227-240.
- [19] NING L T, LI J. Joint problem solving and organizational learning capacity in new product innovation. *R&D Management*, 2018, 48(5):519-533.
- [20] MUKHERJEE S, UZZI B, JONES B, et al. A new method for identifying recombinations of existing knowledge associated with high-impact innovation. *The Journal of Product Innovation Management*, 2016, 33(2):224-236.
- [21] NOOTEBOOM B, VAN HAVERBEKE W, DUYSTERS G, et al. Optimal cognitive distance and absorptive capacity. *Research Policy*, 2007, 36(7):1016-1034.
- [22] LEVINTHAL D A, MARCH J G. The myopia of learning. *Strategic Management Journal*, 1993, 14(S2):95-112.
- [23] MILLER D J. Technological diversity, related diversification, and firm performance. *Strategic Management Journal*, 2006, 27(7):601-619.
- [24] LEONARD-BARTON D. Core capabilities and core rigidities: a paradox in managing new product development. *Strategic Management Journal*, 1992, 13(S1):111-125.
- [25] XU S C. Balancing the two knowledge dimensions in innovation efforts: an empirical examination among pharmaceutical firms. *The Journal of Product Innovation Management*, 2015, 32(4):610-621.
- [26] 伍勇, 魏泽龙. 知识探索, 资源整合方式与突破性创新. *科研管理*, 2017, 38(12):11-19.
WU Yong, WEI Zelong. Knowledge exploration, dynamic resource bundling and radical innovation. *Science Research*

- Management*, 2017, 38(12):11-19.
- [27] 周飞, 沙振权. 吸收能力与新产品开发绩效关系研究. *财经论丛*, 2012(5):91-96.
ZHOU Fei, SHA Zhenquan. An empirical research on the relationship between absorptive capacity and new product development performance. *Collected Essays on Finance and Economics*, 2012(5):91-96.
- [28] 徐娟. 技术多元化、核心技术能力与企业绩效:来自新能源汽车行业上市公司的面板数据. *经济管理*, 2016, 38(12):74-88.
XU Juan. Technological diversity, core technology competence and firm performance: based on panel data of new energy vehicle listed companies. *Economic Management Journal*, 2016, 38(12):74-88.
- [29] 林明, 董必荣. 行业技术动态下相关技术多样化对二元创新平衡的影响研究. *科研管理*, 2014, 35(10):9-16.
LIN Ming, DONG Birong. An empirical research on the influences of related technological diversity upon ambidexterity of exploratory and exploitative innovations under the dynamics of industrial technology. *Science Research Management*, 2014, 35(10):9-16.
- [30] 赵旭梅. 知识产权保护宽度、企业研发投资与社会福利. *科研管理*, 2013, 34(7):87-92.
ZHAO Xumei. The protection scope of intellectual property right, enterprise R&D investment, and social welfare. *Science Research Management*, 2013, 34(7):87-92.
- [31] LEE J M, JOO S H, KIM Y. The complementary effect of intellectual property protection mechanisms on product innovation performance. *R&D Management*, 2018, 48(3):320-330.
- [32] MAUERHOEFER T, STRESE S, BRETTEL M. The impact of information technology on new product development performance. *The Journal of Product Innovation Management*, 2017, 34(6):719-738.
- [33] ANG J S, CHENG Y M, WU C P. Does enforcement of intellectual property rights matter in China? Evidence from financing and investment choices in the high-tech industry. *The Review of Economics and Statistics*, 2014, 96(2):332-348.
- [34] MANZINI R, LAZZAROTTI V. Intellectual property protection mechanisms in collaborative new product development. *R&D Management*, 2016, 46(S2):579-595.
- [35] 刘小青, 陈向东. 专利活动对企业绩效的影响:中国电子信息百强实证研究. *科学学研究*, 2010, 28(1):26-32.
LIU Xiaoqing, CHEN Xiangdong. How patenting is correlated with firm performance: evidence from Chinese IT top 100 firms. *Studies in Science of Science*, 2010, 28(1):26-32.
- [36] 于晓宇, 陶向明. 创业失败经验与新产品开发绩效的倒U形关系创业导向的多重中介作用. *管理科学*, 2015, 28(5):1-14.
YU Xiaoyu, TAO Xiangming. An inverted U-shape relationship between entrepreneurial failure experiences and new product development performance: the multiple mediating effects of entrepreneurial orientation. *Journal of Management Science*, 2015, 28(5):1-14.
- [37] 何郁冰, 周慧, 丁佳敏. 技术多元化如何影响企业的持续创新?. *科学学研究*, 2017, 35(12):1896-1909.
HE Yubing, ZHOU Hui, DING Jiamin. Research on the impact of technological diversity on the persistence of innovation at firm-level. *Studies in Science of Science*, 2017, 35(12):1896-1909.
- [38] XIE Z Z, LI J T. Exporting and innovating among emerging market firms: the moderating role of institutional development. *Journal of International Business Studies*, 2018, 49(2):222-245.
- [39] GROBMANN A M, FILIPOVIĆ E, LAZINA L. The strategic use of patents and standards for new product development knowledge transfer. *R&D Management*, 2016, 46(2):312-325.
- [40] 李志远, 赵树宽. 跨部门整合、研发强度对新产品开发成功的影响:基于生物医药企业的实证研究. *科学学研究*, 2011, 29(1):49-55.
LI Zhiyuan, ZHAO Shukuan. Inter-departmental integration, R&D intensity and new product development success: an empirical study of bio-pharm firms. *Studies in Science of Science*, 2011, 29(1):49-55.
- [41] 朱远程, 王磊. 论企业 R&D 支出与企业技术市场成交额的关系. *科学学研究*, 2005, 23(S1):141-145.
ZHU Yuancheng, WANG Lei. The analysis on the relationship between corporation's R&D cost and its technical market. *Studies in Science of Science*, 2005, 23(S1):141-145.

Influence of Substitutability and Complementarity of Knowledge on Firm's Number of New Product Development

CHEN Peizhen^{1,3}, LI Jian^{2,3}, ZENG Deming^{2,3}

1 School of Economics and Management, Changsha University, Changsha 410022, China

2 Business School, Hunan University, Changsha 410082, China

3 Institute of Innovation and Entrepreneurship Management, Hunan University, Changsha 410082, China

Abstract: New products are vital to the business success of a firm, as the important structural characteristics of a firm's knowledge base, the important role of knowledge substitutability and knowledge complementarity in technological innovation of firms

has been unanimously recognized by scholars, but it lacks the study of its direct impact on the number of new product development of firms. Also lack of analysis of the boundary conditions of the relationship between the knowledge substitutability and knowledge complementarity affecting the number of new product development from the perspective of technological diversity within the firm and the protection of intellectual property rights outside.

From the perspective of knowledge recombinant theory and knowledge-based view, we take technological diversity and local intellectual property protection as the moderators, and then construct the theoretical model of knowledge substitutability and knowledge complementarity affecting the number of new product development. Taking 574 vehicle production firms in the eastern, central and western parts of China as our research samples, then using Stata to test the relevant hypothesis and empirical analysis.

The results show that: ① Knowledge substitutability has a positive effect on the number of new product development, while there is an inverted U-shape between knowledge complementarity and the number of new product development. ② Moreover, technological diversity plays a positive moderating role between knowledge substitutability and the number of new product development, but its moderating effect between knowledge complementarity and the number of new product development is not remarkable. ③ While the intellectual property protection plays a positive moderating effect on the effect of knowledge substitutability and the number of new product development, and its moderating effect on the effect of knowledge complementarity and the number of new product development is supported.

The results reveal that knowledge substitutability and complementarity play different important roles on the number of new product development, and enrich the research on the antecedents of new product development from the relationship features of knowledge elements. We also find that technological diversity and local intellectual property protection have different moderating effects on knowledge substitutability, complementarity and the number of new product development, which makes a theoretical contribution for the study of the contingency factors of the relationship between the features of knowledge elements and the number of new product development. In practical, the research results can help firm managers to allocate knowledge elements more reasonably, and adjust new product development strategies according to technological diversification and local intellectual property protection.

Keywords: knowledge substitutability; knowledge complementarity; technological diversity; intellectual property protection; number of new product development

Received Date: October 23rd, 2018 **Accepted Date:** June 22nd, 2019

Funded Project: Supported by the Natural Science Foundation of Hunan Province(2020JJ3017)

Biography: CHEN Peizhen, doctor in management, is a lecturer in the School of Economics and Management at Changsha University, and the member of Institute of Innovation and Entrepreneurship Management at Hunan University. His research interests include knowledge management and technological innovation. His representative paper titled "The impact of technological diversification on new product development performance" was published in the *Studies in Science of Science*(Issue 6, 2018). E-mail:767417790@qq.com

LI Jian, doctor in management, is an associate professor in the Business School and the Institute of Innovation and Entrepreneurship Management at Hunan University. His research interests include open innovation and knowledge management. His representative paper titled "Search broadly or search narrowly? Role of knowledge search strategy in innovation performance" was published in the *Journal of Knowledge Management*(Issue 5, 2019). E-mail:lijian01@hnu.edu.cn

ZENG Deming, doctor in management, is a professor in the Business School and the Institute of Innovation and Entrepreneurship Management at Hunan University. His research interests include technological innovation and knowledge management. His representative paper titled "Impacts of organizational proximity and organizational context on the geographical distance of organizational cooperative innovation" was published in the *Journal of Management Science*(Issue 4, 2014). E-mail:deming@hnu.edu.cn □