

基于技术多元化的企业创新绩效研究： 技术重构与开放度视角的剖析

徐蕾¹, 李明贝², 李靖华¹

(1. 浙江工商大学工商管理学院, 浙江杭州 310018;
2. 浙江核新同花顺网络信息股份有限公司, 浙江杭州 310023)

摘要: 技术多元化对创新绩效的影响研究已成为创新管理领域的热点话题, 但对于两者之间内在机理的理论和实证研究仍显不足。为此, 文章从技术重构、企业开放度角度剖析技术多元化与创新绩效间的作用机理, 并运用沪深两市信息技术、医疗保健行业371家上市公司企业样本进行实证研究, 结果表明: (1) 技术多元化对创新绩效具有显著的正向影响; (2) 创造式技术重构、精炼式技术重构均在技术多元化与创新绩效之间起中介作用, 并且两类技术重构的作用不尽相同; (3) 开放度对“技术多元化——创造式技术重构”的关系具有显著正向调节作用, 而该调节作用在“技术多元化——精炼式技术重构”间则并不显著。

关键词: 技术多元化; 技术重构; 企业开放度; 创新绩效; 制造企业

中图分类号: F270 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-2154(2022)10-0051-11

DOI: 10.14134/j.cnki.cn33-1336/f.2022.10.004

Research on the Interaction Mechanism of Technological Diversification to Innovation Performance: From the Perspective of Technology Recombinant and Openness

XU Lei¹, LI Mingbei², LI Jinghua¹

(1. School of Business Administration, Zhejiang Gongshang University, Hangzhou 310018, China;

2. Zhejiang Hexin Tonghuashun Network Information Co., Ltd., Hangzhou 310023, China)

Abstract: The study of the impact of technological diversification on innovation performance has been a hot topic in the innovation management field. However, theoretical and empirical in-depth analysis on the intrinsic mechanism is inadequate. To bridge the gap, this paper conducts an empirical research from the view points of technology recombinant and enterprise openness, and uses 371 listed companies in the information technology and health care industries in Shanghai and Shenzhen Stock Exchanges for empirical research. The results show that, (1) technology recombinant plays a positive role on innovation performance; (2) recombinant creation and recombinant reuse mediate the effect of technological diversification on innovation performance, whereas each has different influence on the main effect; (3) openness positively moderates the effect of technological diversification on recombinant creation,

收稿日期: 2022-08-23

基金项目: 教育部人文社会科学研究规划基金项目“路径‘锁定’风险情境下基于多源异构聚合促发的‘解锁’机制研究: 跨界逻辑与整合视域”(20YJA630074); 国家自然科学基金面上项目“跨层异构网络场域下的设计驱动型创新: 内涵解构、模式解析与逻辑解释”(72072164); 浙江省省属高校基本科研业务费专项资金资助“网络场域中学习共同体的多向度嵌套: 基于商业与伦理的整合性视域”(JR202104)

作者简介: 徐蕾, 女, 教授, 管理学博士, 主要从事创新创业、战略管理研究; 李明贝, 男, 主要从事创新管理研究; 李靖华, 男, 教授, 博士生导师, 管理学博士, 主要从事创新管理研究。

but no significant effect is observed on the relationship between technological diversification and recombinant reuse.

Key words: technological diversification; technology recombinant; enterprise openness; innovation performance; manufacturing enterprise

一、引言

随着全球化与新型信息化、工业化的深度融合,越来越多的企业意识到单一化的技术体系已难以应对由产品技术多样化、开发过程复杂化、知识更新迅猛化所带来的挑战,技术多元化成为应对新形势下制造企业获取、维持竞争力的重要战略。大多数研究认为,技术多元化可拓宽企业技术基、加深理解不同领域技术并推动其融合、促进知识溢出效应、增加企业战略柔性,从而帮助企业摆脱单一技术依赖与能力路径锁定的风险^[1]。

现有研究从不同视角探讨技术多元化对创新绩效的影响,并进一步探索互补资产、行业竞争互动、技术整合等内、外部要素从中所起的调节作用,但对于两者之间的内在作用机理尚有待于进一步剖析。事实上,技术多元化是一个技术积累、增长的缓慢过程,有赖于企业对多元化技术进行解构以理解、掌握技术的部件知识与链接原理,依据组织内、外部环境重构产生新技术并有效利用才能真正转化为竞争优势^[2];特别是当面临资源稀缺性约束时,企业将更注重通过对已有知识进行拆分、重新组合以构建成新的技术知识体系,从而为企业寻求解决问题的新方案,并最终提升创新绩效、实现企业持续创新^[3-4]。在此逻辑下,技术重构成为剖析技术多元化对创新绩效作用机理的重要突破口,为此,本文将技术重构纳入到技术多元化与创新绩效的框架中,从知识基础观理论视角剖析不同类型技术重构中所起的中介作用。特别地,在开放式创新背景下,单个企业难以完全依靠自身技术完成所有创新,企业需要与外部主体进行交流互动以获取创新所需技术、资源;并且,技术重构强调企业外部市场需求的影响,注重企业内、外部技术的融合重组,这一过程的效果很大程度上受到企业自身开放程度的影响。为此,本文从企业开放度出发,考察技术多元化对技术重构发挥作用的具体条件。

基于上述逻辑,本文以制造企业为研究对象,基于知识基础观视角,从创造式技术重构、精炼式技术重构两个构念出发探讨协同创新背景下技术多元化对创新绩效的作用机理,构筑起“技术多元化——双元技术重构——创新绩效”的理论框架;进一步地,从协同性视角出发剖析企业开放度的调节作用,从而界定技术多元化对创新绩效提升发挥作用的具体条件,并通过沪深两市信息技术、医疗保健行业371家上市公司企业样本进行验证。本文第二部分在界定技术多元化、技术重构、开放度等构念的基础上,提出技术多元化对创新绩效作用机理的概念模型与假设;第三部分阐述研究设计与方法;第四部分提出研究结果与分析;最后得出研究结论与展望。

二、理论与假设

(一) 技术多元化及其与创新绩效的关系

多元化长期以来都是管理学界的热点话题,但主要集中在市场多元化和产品多元化。Nelson(1959)提出的知识多样化(Knowledge diversity)被认为包含技术多元化思想,直至1986年 Kodama 才正式提出技术多元化的概念,即技术多元化企业在其主导产品以外的其它领域拥有研发活动^[5]。技术多元化概念自提出以后便成为管理学界重点关注的领域,不同研究重点从研发活动范围多元化、产品的技术知识含量广度、技术基础分布均匀度、技术专利申请分布范围、技术能力多样化程度等不同视角进行界定,但上述研究基本达成共识:技术多元化企业的技术基跨越不同的技术领域^[1,6]。

关于技术多元化与创新绩效之间的关系一直存在争论。持负向影响主张的研究认为技术多元化分散

企业精力,导致技术管理的不一致性和复杂性,增加协调成本、沟通成本和整合成本^[7],从而降低企业创新绩效。也有研究认为技术多元化程度存在临界点,在临界点之前多样化技术的协同效应大于协调成本,临界点之后则反之,即技术多元化与创新绩效之间并非简单的线性关系,两者之间呈现倒 U 型关系^[8]。但大多数研究认为技术多元化对创新绩效具有积极作用,主要体现在:第一,技术多元化的企业往往可突破“本地搜索”的局限,去发现和获取异质性技术,并利用自身具备的多样化技术基础范围融合、重组不同领域技术,增强企业战略柔性,提高知识学习和再创造的能力,帮助企业走出技术发展路径依赖,从而提高创新成功率^[9-10]。第二,该类企业相较于技术单一性企业更善于从关联技术交融、碰撞中产生协同效应和知识溢出效应,提高知识配置效率,激发组织探索新技术知识,加速技术流动和新技术产生从而提高创新效率^[11-12]。第三,技术多元化战略的企业往往能够增加研发组合,分摊研发成本^[13],从而降低创新带来的风险。基于此,本文提出:

H1:技术多元化对创新绩效呈现显著的积极影响。

(二) 技术重构及其与创新绩效的关系

技术重构概念可追溯到 Henderson 和 Clark (1990) 提出的知识整合——构成产品的元件保持基本不变,但元件组合方式进行重新配置的过程,即架构性知识的产生过程^[14]。此后有研究聚焦于技术这类特殊知识提出了技术整合构念——在开放创新环境下企业为使技术发展与环境相匹配而对内外部技术进行选择、提炼、应用、优化等一系列活动^[15]。之后的研究对技术整合内涵进行了拓展,但同样强调技术整合是对组织内外部技术进行获取、融合、内化、重新组合以形成新体系的系统动态过程^[2]。技术重构则是企业将现有技术进行解构并重新组合以产生新技术的过程^[16],可视为技术整合中产生新技术的阶段。技术整合和技术重构都强调组织内部技术与外部需求的匹配,但前者侧重于将内外部技术资源整合成高效稳定的技术体系的整个优化过程^[17],而后者强调技术的重新组合并产生新技术的阶段。技术重构根据其组合方式不同可分为创造式技术重构和精炼式技术重构,前者指企业利用从未采用过的全新组合方式重新组合现有技术;后者指改进或重新利用现有技术组合的途径开发新应用、解决新问题^[16]。

大多数技术创新来源于采用新颖性的方式整合技术或是通过重构现有技术以产生新应用。技术重构的关键点在于对现有技术进行拆分、重组并产生新的技术体系,被普遍认为是大多数技术创新的驱动力量^[18],是企业持续创新的重要基础,也是创新绩效提升的重要来源。例如, Yavavaram 和 Ahuja (2008) 以半导体企业为例发现,当企业对其非相关领域的技术进行重构时,企业能够产生更多重要新创意^[19];反之,若企业无法运用新颖的、有效的方式重新连接现有技术,则知名企业可能失去其在领域中的技术领导者位置。Henderson 和 Clark (1990) 以光刻机行业对上述观点进行了验证^[14]。其中,创造式技术重构强调探索技术之间未曾有过的链接方式,该过程产生的新技术往往突破原有的技术轨迹,并伴随产生有价值的新创意,从而有利于创新绩效提升;精炼式技术重构注重改进已有技术组合的链接方式并将其运用到新领域、解决新问题,该过程产生的技术往往能够在现有技术轨迹内实现提升,从而有助于提高创新绩效。基于此,本文提出:

H2:技术重构对创新绩效呈现显著的积极影响。

H2a:创造式技术重构对创新绩效呈现显著的积极影响。

H2b:精炼式技术重构对创新绩效呈现显著的积极影响。

(三) 技术多元化与技术重构的关系

技术重构是在对现有技术进行重新组合并产生新技术的过程,其基本前提在于企业拥有相对广阔的技术范围、更为丰富的资源储备,有赖于组织维持多样性的技术、知识水平以及对这些多样性领域进行综合性融合的能力,而实施技术多元化战略的企业往往能够满足上述技术特征条件,从而为技术重构的顺利开展提供必要的支撑与基础;并且,不同领域技术知识存在多种潜在技术组合的可能性,这些可能的组合呈现“指数增长”的态势,而技术重构则是企业依据自身资源和市场需求选择合适的组合方式,从这一角

度看,技术重构可视为依据价值、效用判断做出的技术组合的搜索行为。显然,具备较高技术多元化程度的企业往往存在更多技术组合的可能性,理论上拥有更多的技术组合可供企业评估、选择,对产生新技术组合具有积极作用,因此更有利于技术重构^[20]。

进一步地,创造式技术重构是企业运用全新的组合方式对现有技术进行重组,需要依靠企业的扩张能力^[21],而多元化技术特征的企业往往具备更为灵活的认知模式和更为广泛的技术基础,这类技术环境更易产生新颖性、多样化的技术组合形式^[22];特别地,技术组合的可能性将随着技术多元化的增加以“指数爆炸”的速度增长,相对应地,新技术链接方式产生的概率也将大幅度提升^[23],从而有利于企业寻求出全新的重组方式,即创造式技术重构。精炼式技术重构侧重于采用改进或重新利用现有技术组合的途径以开发新应用、解决新问题,这依赖于企业深化能力的提高^[21],而技术多元化为企业提供更广阔的技术体系,多种技术领域之间的交叉融合有利于改进现有的技术组合方式、降低搜索成本、提高搜索效率^[24];另一方面,由不同技术领域之间的交流、学习所引发的知识溢出效应进一步有利于深化理解多元化的技术^[25],从而帮助企业获取、吸收、转移异质性技术,并最终有利于企业改进、重新利用已有的技术链接方式,以解决面临的新问题,即促进精炼式技术重构行为^[21]。基于此,本文提出:

H3:技术多元化对技术重构呈现显著的积极影响。

H3a:技术多元化对创造式技术重构呈现显著的积极影响。

H3b:技术多元化对精炼式技术重构呈现显著的积极影响。

综上所述,技术多元化的企业可通过将多样化的技术融入产品系统以开发新功能、推动技术之间的交叉融合以挖掘新价值、促进核心产品创新与生产制造系统的互补性协同等方式使企业获益^[26]。实施技术多元化战略有助于降低技术搜索成本、提高企业搜索效率,这类企业往往拥有更为宽泛的技术范围、较为丰富的技术通道,但这些技术资源有待于进行进一步的重构、优化才能转化为切实的创新绩效^[2,27]。而技术重构作为从可能的技术组合中寻找符合市场需求的新技术搜索过程,一方面通过对多样化技术进行解构、优化重组提高创新绩效,另一方面需要企业为其提供多元化的技术基础和备选的技术组合才能真正发挥作用。基于此,本文提出:

H4:技术重构在技术多元化与创新绩效之间具有显著的中介作用。

H4a:创造式技术重构在技术多元化与创新绩效之间具有显著的中介作用。

H4b:精炼式技术重构在技术多元化与创新绩效之间具有显著的中介作用。

(四) 企业开放度的调节作用

企业开放度构念伴随开放式创新的兴起而提出。开放式创新的基本假设在于随着技术更新加速和环境动荡加剧,创新所需的技术日益多样化和复杂化,企业在丰富自身技术的同时需要广泛开展与其他创新主体的开放式合作,而衡量该过程中企业对外开放程度的正是企业开放度^[27]。Laursen 和 Salter(2004)正式提出企业开放度构念,将其视为衡量企业外部搜索的指标^[28],并根据技术搜索战略类型相应划分为广度和深度,前者指企业与外部创新主体合作的多样性程度,后者则是与外部创新主体合作的层次^[29]。此后的研究主要分为两类,一类即承接 Laursen 和 Salter(2004)的思想,将企业开放度与企业外部技术搜索战略相结合;另一类占多数的研究则将其视为企业与组织边界外各类主体的合作程度^[29],主要从企业与组织外部主体合作的项目比重、合作主体的类型以及与合作主体的交流频率等方面进行测量。

随着开放式创新的兴起,企业技术日益复杂化、创新逐渐网络化,组织内部知识库中的知识种类往往较为有限,这将大大影响创新的效果与效率,因此,技术外部获取与企业内部研发均成为两大创新来源,同时也是技术多元化构建的两大途径。而上述两个途径的主导地位则在很大程度上取决于企业开放度,若企业开放度高,则企业相对更侧重于技术外部获取、转移;反之则更倾向于利用自身技术资源开展自主研发^[30]。技术重构的原理在于利用已有技术,依据外部市场需求重新组合以产生新技术,强调组织内部技术与外部市场需求匹配,其有效性必定很大程度上受企业开放度的影响。企业开放度越高,企业接触外部异

质性资源的机会越多,与外部主体进行合作创新的可能性越大,能够产生更多的创意性想法^[31-32],从而有利于改善企业内部的技术结构和链接方式,有助于将多元化技术进行重新配置、组合甚至实现知识库的交替、升级,即企业开放度越高,则技术多元化越有利于技术重构。

特别地,创造式技术重构强调探索尚未被采用过的全新的组合形式以重组技术^[21],该组合形式一方面需要企业自身拥有广泛的技术基础,另一方面也要求突破原有的技术轨迹,而与组织外部各类创新主体开展多元化、多方位、大范围的合作更易获取新颖性的技术和创意性的想法,从而有助于企业搜索全新的组合形式。相对应地,精炼式技术重构侧重于运用改进、优化已有技术链接方式以解决新问题,该方式往往是对已有技术在某一轨迹上的优化、提升。企业具备较高开放度时,可与外部各类创新主体进行深层次、长期性合作,加强技术获取、推动隐性知识转移、深化理解已有技术^[31],从而有利于优化、改进已有链接方式,并将其运用于新应用。

H5:企业开放度对技术多元化与技术重构之间的关系具有显著的正向调节作用。

H5a:企业开放度对技术多元化与创造式技术重构之间的关系具有显著正向调节作用。

H5b:企业开放度对技术多元化与精炼式技术重构之间的关系具有显著正向调节作用。

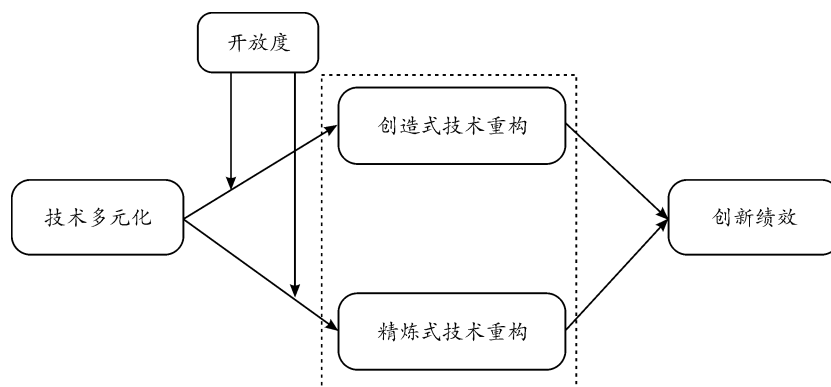


图1 概念模型

三、研究设计与方法

（一）数据与样本

为了验证上述模型与假设,本文选取2014年深圳证券交易所和上海证券交易所上市公司,并在样本选择和数据收集集中做出以下限定:(1)由于本文旨在剖析技术多元化与创新绩效之间的作用,因此选择创新行为较为活跃、技术多元化现象较为明显、知识管理方式较为先进的两个制造行业,分别是医疗保健行业中的制药、生物科技和生命科学子行业,以及信息技术中行业的技术硬件与设备子行业,共计439个企业样本;(2)本文数据来源于两部分:企业名称、规模、年龄、主营业务收入、R&D投入等企业概况数据由同花顺客户端获取;专利数据由 Soopat 专利搜索引擎获取;(3)为确保数据统计的严谨性和科学性,本文主要剔除以下三类样本:存在缺失值、没有申请专利、上市公司 ST 股企业。通过上述规范处理,获得最终样本 371 个。

为了保证研究的科学性与严谨性,本文从研究设计、样本采集到数据处理等环节都严格控制。在变量测度上,本文尽可能采用权威的测度方式,并征求学术界、企业界专家的专业意见,希望测度能够准确有效反映各构念内涵;在样本采集阶段,研究采用“背靠背”的录入、检查方式,以期尽可能提高数据录入的准确性;在数据统计环节,本文严格遵循规范的数理统计研究方法,并对所涉及变量进行多重共线性等主要统计问题的检验。通过整个过程的严格控制,以期得到科学、准确的研究结果。

(二) 变量定义及测度

本文的研究目的在于从技术重构与企业开放度的视角出发剖析技术多元化对创新绩效的作用机理,核心变量包括:

1. 因变量:创新绩效。专利能比较客观地反映企业技术发明情况与创新程度,便于各部门之间进行横向比较,因此本文采取申请专利数测量创新绩效。考虑到专利申请可能存在的时滞性^[33],本文采用2014、2015两年专利申请的平均值加1,再进行对数转换的方式综合测量创新绩效。测量公式为: $P = \ln[(pat_{14} + pat_{15})/2 + 1]$,其中, P 代表创新绩效, pat_{14} 与 pat_{15} 分别代表样本企业2014、2015年专利申请数。

2. 自变量:技术多元化。已有研究主要采用 Herfindahl 指数、Entropy 指数、Shannon-Wiener 指数、Simpson's diversity 指数等方法进行测量,本文将采用应用范围最为广泛的 Simpson's diversity 指数^[34],运用样本企业截至2014年的专利数据进行计算。测量公式为: $D = 1 - \sum_{i=1}^n P_i^2$,其中, P 表示第*i*类专利数占所有类别专利总数的比例, D 数值越大,则企业技术多元化程度越高。

3. 中介变量:技术重构。本文参考已有研究采用样本企业截至2014年的专利数据测量技术重构^[16]。国际专利分类系统根据技术设立类目,并将技术领域分为部、大类、小类、大组、小组等5个等级,根据 IPC(国际专利分类)分类号可确定每个专利的所属技术领域。本文根据小类确定专利所属领域,而技术重构表现为不同领域技术的重组,即不同小类的组合。其中,创造式技术重构表现为申请专利中属于新的小类组合数目占有所有组合数目的比例;而精炼式技术重构则反映为申请专利中属于企业已拥有小类的重新组合占有所有组合数目的比例^[16]。

4. 调节变量:企业开放度。该变量代表企业对外开放的程度,大多数研究认为从企业与组织外部创新主体开展合作创新出发是较为合适的测量视角^[35]。根据上述思路,本文以合作申请专利数量占总的申请专利数量的比例进行测量^[31,36],采用样本企业截至2014年的专利数据进行计算,当数值等于0时,开放度取值0;否则取值1^[31]。

5. 控制变量。企业创新绩效除了受到企业创新行为、技术结构特征等影响之外,还会受到其所处产业层面与企业层面因素的影响。因此,本文选择在创新行为、技术特征、知识管理等方面具有相似性的两个产业,从而尽量减少产业层面外生变量的影响;并且,规模越大、成立时间越久、研发强度越大的企业往往拥有相对较活跃的创新行为、较强的技术能力和较高的创新绩效,因此,本文进一步设置了企业年龄、企业规模与 R&D 强度为控制变量,从而减少企业层面外生变量的影响。

四、实证分析

本文采用线性回归方程检验技术重构在技术多元化与创新绩效间的中介作用,以及开放度在“技术多元化——技术重构”之间的调节作用。

为了验证创造式技术重构、精炼式技术重构的中介效应,本文构筑模型1-4(表1)。模型2显示,技术多元化与创新绩效的回归系数为1.418($p < 0.001$),验证假设1(技术多元化对创新绩效呈现显著的积极影响)。从模型3可知,创造式技术重构、精炼式技术重构与创新绩效间的回归系数分别为1.168和1.964,并且 $p < 0.001$,验证了假设2a(创造式技术重构对创新绩效呈现显著的积极影响)和2b(精炼式技术重构对创新绩效呈现显著的积极影响);并且,相对于创造式技术重构,精炼式技术重构对创新绩效的正向作用更大。在模型2基础上加入创造式技术重构、精炼式技术重构变量后构建模型4,技术多元化与创新绩效的系数从模型2的1.418($p < 0.001$)下降到0.583($p < 0.1$),可见,创造式技术重构、精炼式技术重构在“技术多元化——创新绩效”中起中介作用,验证假设4a、4b。进一步地,综合模型3、4发现,相较于创造式技术重构,精炼式技术重构在“技术多元化——创新绩效”中发挥更大的中介作用。

表1 中介效应检验 (N = 371)

	模型1	模型2	模型3	模型4
	创新绩效	创新绩效	创新绩效	创新绩效
常量	2.133***	1.097**	0.530*	0.148
规模	6.889E-5***	6.484E-5***	5.666E-5***	5.527E-5***
年龄	-0.029*	-0.027*	-0.012	-0.012
R&D 强度	1.861**	1.691*	1.906***	1.832***
技术多元化		1.418***		0.583 [†]
创造式技术重构			1.168***	1.095***
精炼式技术重构			1.964***	1.923***
R ²	0.151	0.182	0.480	0.485
调整 R ²	0.144	0.173	0.473	0.477
F	21.724	20.392	67.483	57.226

注:†表示 $p < 0.1$, *表示 $p < 0.05$, **表示 $p < 0.01$, ***表示 $p < 0.001$;表中的系数为非标准化系数

为了检验企业开放度的调节效应,本文构建模型5-10。模型5与模型8显示,技术多元化与创造式技术重构、精炼式技术重构的回归系数分别为0.162($p < 0.01$)、0.123($p < 0.05$),检验了假设3a(技术多元化对创造式技术重构呈现显著的积极影响)和假设3b(技术多元化对精炼式技术重构呈现显著的积极影响)。模型7结果表明,技术多元化与开放度乘积与创造式技术重构的回归系数为0.191($p < 0.1$),可见,企业开放度正向调节“技术多元化——创造式技术重构”,即假设5a得到验证;类似地,模型10结果显示,技术多元化与开放度乘积与精炼式技术重构的回归系数为-0.023,但并未通过显著性检验,假设5b未得到支持。

表2 调节效应检验 (N = 371)

	模型5	模型6	模型7	模型8	模型9	模型10
	创造式技术重构	创造式技术重构	创造式技术重构	精炼式技术重构	精炼式技术重构	精炼式技术重构
常量	0.070	0.051	0.046	0.270	0.183	0.184
规模	-8.903E-7	-1.203E-6	-1.699E-6	1.235E-5 [†]	1.097E-5	1.103E-5
年龄	-0.003	-0.003	-0.004	-0.019 [†]	-0.021*	-0.021*
R&D 强度	-0.319	-0.317	-0.277	-0.058	-0.052	-0.057
技术多元化	0.162**	0.158**	0.072	0.123*	0.105*	0.115
企业开放度		0.047	0.055		0.209 [†]	0.208 [†]
技术多元化 × 企业开放度			0.191 [†]			-0.023
R ²	0.027	0.027	0.036	0.035	0.045	0.045
调整 R ²	0.016	0.014	0.020	0.025	0.032	0.029
F	2.528	2.055	2.268	3.337	3.431	2.860

注:†表示 $p < 0.1$, *表示 $p < 0.05$, **表示 $p < 0.01$, ***表示 $p < 0.001$;表中的系数为非标准化系数

综上所述,本文提出的假设除了假设5b之外均得到验证。并且,所有回归方程中的自变量、中介变量、调节变量、因变量的VIF均小于2,说明各变量之间并不存在严重的多重共线性;各方程的DW值均在2左右,说明各回归方程没有严重的序列相关问题。

五、结论与启示

(一) 研究结论

随着竞争环境不确定性和技术复杂性的日益增加,以广泛的技术基础为特征的技术多元化战略成为企业减少风险、持续创新、获取竞争优势的重要战略选择。然而,多样化的技术资源需要通过技术重构才能切实发挥其组合优势,进而转换为企业创新收益,而该过程又将受到企业与组织边界外各类主体的合作程度,即企业开放程度的影响。基于上述逻辑,本文对沪深两市信息技术、医疗保健行业371家上市公司企业样本进行实证分析,剖析“技术多元化——技术重构——创新绩效”之间的作用机理,并从企业开放度出发探索技术多元化发挥作用的条件。结果表明:(1)技术多元化对技术创新具有显著的正向作用。为了应对创新过程复杂性、产品种类多样性、所需资源综合性的挑战,技术多元化应运而生。大多数研究认为技术多元化通过溢出效应、协同效应、范围经济等方式提升企业创新绩效、降低研发成本、分散研发风险^[12],避免能力发展固化陷阱^[37]。本文的研究与上述研究结论相一致,进一步在特定行业进行了实证检验。

(2)创造式技术重构、精炼式技术重构均在技术多元化与创新绩效之间起中介作用,并且两类技术重构的作用不尽相同。技术多元化为企业创新提供了坚实的技术基础,但要使丰富的技术知识库真正发挥其多重经济效应、融合不同领域技术、规避“技术多元化”风险,尚有赖于企业对技术的系统整合和创新能力^[2,38],即技术重构能力。本文的实证结果证实这一结论,进一步发现,相较于创造式技术重构,精炼式技术重构在此发挥更大作用,这在很大程度上说明,真正运用从未使用过的方式重新组合技术并产生新的技术体系,在现实中较为少见,这不仅要求企业拥有丰富的技术基础,同时需要来自不同领域、异质性技术的融合、碰撞与激活,具有更高的要求与难度;相对而言,实践界中更多的是通过改进或重新利用已有的组合方式解决新问题或开发新应用。

(3)开放度对“技术多元化——创造式技术重构”的关系具有显著正向调节作用,而该调节作用在“技术多元化——精炼式技术重构”之间则并不显著。随着开放式创新的兴起,越来越多的企业选择在积极开展内部研发基础上与外部创新主体交流合作获取技术,从而应对创新所需技术日益复杂化、综合化、多样化的挑战^[30]。这一过程的效果如何与企业开放度密切相关,为此,本文将企业开放度与技术多元化、技术重构纳入同一研究框架,考察开放度对“技术多元化——技术重构”间的调节作用。研究表明,企业开放度在技术多元化与创造式技术重构之间起正向调节作用,但在技术多元化与精炼式技术重构之间的调节作用不显著,究其原因主要在于:创造式技术重构强调采用从未采用过的方式对技术进行重新组合,该类型的技术重构需要企业的拓宽练习;相对地,精炼式技术重构注重改善或重新利用已有的重组方式以开发新应用,需要企业的深化练习^[21]。而开放度较高的企业往往拥有更多的合作者数量与类型,存在较多的获取异质性技术的通道,更易在多样化的技术碰撞中发现创意^[31],并搜寻尚未发现的组合方式从而促进新技术的产生,因此有助于技术多元化对创造式技术重构的作用过程,而对技术多元化与精炼式技术重构之间的关系调节作用不显著。

(二) 理论意义

本文通过剖析技术多元化、技术重构、企业开放度和创新绩效间的作用机理,对创新绩效来源、技术重构等理论进行了深化和发展,主要表现为:

第一,深化技术重构的理论剖析。本文在厘清技术重构内涵、细分技术重构方式的基础上,采用专利数

据测量创造式技术重构和精炼式技术重构,并将两类技术重构纳入到对企业创新绩效来源与作用机理的解释框架中,运用上市公司数据进行实证检验,进一步完善了技术重构的内涵理解、理论剖析和实证研究。

第二,丰富技术多元化对创新绩效作用机理的探索。已有研究往往关注技术多元化与创新绩效的关系研究,或从调节变量入手讨论两者间的作用机理,但对于两者间的内在机理尚未清晰。本文从创造式技术重构与精炼式技术重构角度出发剖析技术多元化对创新绩效的作用机理,得到较为系统化的基于技术多元化的创新绩效作用模型。

第三,规范技术多元化对技术重构的作用边界研究。已有研究往往从内部或外部的单一视角出发探讨企业竞争优势的来源,本文将技术多元化、企业开放度、技术重构纳入同一研究体系,综合内、外部视角解释开放度在技术多元化与技术重构之间的调节效应,从而更为系统地剖析企业创新绩效的来源与作用机理。

(三) 实践启示

本文的研究为新形势下制造企业进行技术多元化战略布局、构筑开放式创新网络、开展技术创新行为进而获取竞争优势提供一定的管理启示:

首先,技术多元化增加识别、获取、理解新技术的机会,为企业创新活动提供丰富的技术资源和多样化的技术选择,是企业开展持续创新的源泉。因此,企业应基于核心技术领域适度拓展其技术范围,为复杂性、多样性、动态性的竞争环境下开展技术创新、产品开发、价值创造奠定基础,从而避免陷入由单一技术带来的路径依赖性和能力发展刚性,有助于企业实现创新能力跃迁。

其次,技术多元化战略真正发挥作用并转化为企业的竞争优势还需有赖于企业对不同领域技术的重新组合并形成新的技术体系,即技术重构能力,特别地,不同类型的技术重构具有不同的内涵及其发挥作用的条件。因此,企业需识别不同类别技术重构在各个阶段所需的资源、发挥作用的特定因素与场景,从优化资源配置、构筑合作网络、激发创新要素、促进交叉融合等方面共同努力,在积累多样化技术的基础上培养与之相当的技术重构能力。

再次,开放式、网络化环境下的创新不仅依靠其自身的技术库存,也有赖于企业外部技术资源,需要融合内外部互补性资源、促进内外部主体互动从而真正实现协同创新。因此,企业应构建一定的开放度并维持其与技术多元化程度、技术重构能力的匹配关系,根据自身创新基础特征、知识管理能力等因素积极创新内外部合作机制、综合平衡内外部创新模式,才能推动从开放式创新中获取外部技术、提升内部重构能力、增强内外部技术融合并确保其转化为创新绩效。

(四) 不足与展望

尽管我们从研究设计、变量测度到假设检验均尽量参考权威文献并采取各种方法以提高研究的科学性,结论也基本验证所提假设,但仍存在一些有待进一步改进之处:(1)本文采用上市公司横截面数据进行数理统计以验证模型假设,但事实上技术多元化、技术重构均是逐步积累的过程。针对于此,未来可运用纵向案例研究方法深入刻画技术多元化、技术重构与企业创新之间的演化轨迹。(2)本文从开放度角度剖析企业自身特征在技术多元化与技术重构之间的调节作用,界定了技术多元化对技术重构发挥作用的边界条件,具有一定的研究意义。但事实上,企业层次(例如技术基础、组织冗余等)、产业层次(例如产业类型、产业集中度等)等调节作用尚未充分考量,未来针对技术多元化与技术重构之间的调节作用的研究也是一个有意义的探索。(3)本文聚焦于沪深两市信息技术、医疗保健两个行业的上市公司数据对技术多元化与创新绩效之间的内在机理进行针对性的深入剖析,但未考虑身处不同行业的企业群体之间的区别,未来研究可增加样本的行业类型,考察技术多元化与创新绩效关系的跨行业比较,这也将是一个有意义的尝试。

参考文献:

- [1] 徐蕾,李明贝. 技术多元化对创新绩效的双中介作用机理研究[J]. 科研管理,2019(5):110-119.
- [2] 魏江,徐蕾. 知识网络双重嵌入、知识整合与集群企业创新能力[J]. 管理科学学报,2014(2):34-47.
- [3] 李晓翔,张树含,刘春林. 中小企业资源空间、软权力与机会实现的关系研究[J]. 商业经济与管理,2021(7):29-43.
- [4] 王建军,曹宁,叶明海. 多维知识搜寻、知识重构与企业持续创新——IT治理的调节作用[J]. 软科学,2020(9):85-89.
- [5] KODAMA F. Technological diversification of Japanese industry[J]. Science,1986,233(4761):291-296.
- [6] 何郁冰,周慧,丁佳敏. 技术多元化如何影响企业的持续创新? [J]. 科学学研究,2017(12):1896-1909.
- [7] STOCK G N, TATIKONDA M V. The joint influence of technology uncertainty and interorganizational interaction on external technology integration success[J]. Journal of Operations Management,2008,26(1):65-80.
- [8] HUANG Y F, CHEN C J. The impact of technological diversity and organizational slack on innovation[J]. Technovation,2010,30(7/8):420-428.
- [9] MILLER D J. Technological diversity, related diversification, and firm performance[J]. Strategic Management Journal,2006,27(7):601-619.
- [10] 徐欣,刘梦冉. 产学研联盟与企业技术多元化——基于发明专利 IPC 信息的研究[J]. 科学学研究,2020(10):1858-1867.
- [11] GARCIA-VEGA M. Does technological diversification promote innovation? : an empirical analysis for European firms [J]. Research Policy,2006,35(2):230-246.
- [12] 杨博旭,王玉荣,李兴光,等. 技术多元化对双元创新绩效的影响研究:基于正式与非正式制度环境的视角[J]. 科学学与科学技术管理,2021(12):145-162.
- [13] 曾德明,王媛,徐露允. 技术多元化、标准化能力与企业创新绩效[J]. 科研管理,2019(9):181-189.
- [14] HENDERSON R M, CLARK K B. Architectural innovation: the reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firms[J]. Administrative Science Quarterly,1990,35(1):9-30.
- [15] IANSITI M, WEST J. Technology integration: turning great research into great products[J]. Harvard Business Review,1999,75(4):1-29.
- [16] CARNABUCI G, OPERTI E. Where do firms' recombinant capabilities come from? Intraorganizational networks, knowledge, and firms' ability to innovate through technological recombination[J]. Strategic Management Journal,2013,34(13):1591-1613.
- [17] 江辉,陈劲. 集成创新:一类新的创新模式[J]. 科研管理,2000(5):31-39.
- [18] GUAN J C, YAN Y. Technological proximity and recombinative innovation in the alternative energy field[J]. Research Policy,2016,45(7):1460-1473.
- [19] YAYAVARAM S, AHUJA G. Decomposability in knowledge structures and its impact on the usefulness of inventions and knowledge-base malleability[J]. Administrative Science Quarterly,2008,53(2):333-362.
- [20] NAN D, LIU F, MA R. Effect of proximity on recombination innovation in R&D collaboration: an empirical analysis [J]. Technology Analysis & Strategic Management,2018,30(8):921-934.
- [21] ARGYRES N S, SILVERMAN B S. R&D, organization structure, and the development of corporate technological knowledge[J]. Strategic Management Journal,2004,25(8/9):929-958.
- [22] KAPLAN S, TRIPSAS M. Thinking about technology: applying a cognitive lens to technical change[J]. Research Policy,2008,37(5):790-805.
- [23] FLEMING L, SORENSON O. Technology as a complex adaptive system: evidence from patent data[J]. Research Policy,2001,30(7):1019-1039.
- [24] SUZUKI J, KODAMA F. Technological diversity of persistent innovators in Japan: two case studies of large Japanese firms[J]. Research Policy,2004,33(3):531-549.
- [25] WATANABE C, HUR J Y, MATSUMOTO K. Technological diversification and firm's techno-economic structure: an assessment of Canon's sustainable growth trajectory[J]. Technological Forecasting and Social Change,2005,72(1):11-27.
- [26] PATEL P, PAVITT K. The technological competencies of the world's largest firms: complex and path-dependent, but not much

- variety[J]. *Research Policy*,1997,26(2):141-156.
- [27] 韵江,马文甲,陈丽. 开放度与网络能力对创新绩效的交互影响研究[J]. *科研管理*,2012(7):8-15.
- [28] LAURSEN K, SALTER A. Searching high and low: what types of firms use universities as a source of innovation? [J]. *Research Policy*,2004,33(8):1201-1215.
- [29] 陈钰芬,陈劲. 开放度对企业技术创新绩效的影响[J]. *科学学研究*,2008(2):419-426.
- [30] 陈钰芬,叶伟巍. 企业内部 R&D 和外部知识搜寻的交互关系——STI 和 DUI 产业的创新战略分析[J]. *科学学研究*,2013,31(2):266-275.
- [31] 王建,胡珑瑛,马涛. 吸收能力、开放度与创新平衡模式的选择——基于上市公司的实证研究[J]. *科学学研究*,2015(2):304-312.
- [32] 王雅洁,马树强. 互联网对省际工业企业创新效率的影响及路径——创新开放度的中介作用[J]. *科研管理*,2021,42(12):125-134.
- [33] KOTHA R, ZHENG Y, GEORGE G. Entry into new niches: the effects of firm age and the expansion of technological capabilities on innovative output and impact[J]. *Strategic Management Journal*,2011,32(9):1011-1024.
- [34] RIJNSOEVER F J V, BERG J V D, KOCH J, et al. Smart innovation policy: how network position and project composition affect the diversity of an emerging technology[J]. *Research Policy*,2015,44(5):1094-1107.
- [35] LAURSEN K, SALTER A. Open for innovation: the role of openness in explaining innovation performance among U. K. manufacturing firms[J]. *Strategic Management Journal*,2006,27(2):131-150.
- [36] BELDERBOS R, FAEMS D, LETEN B, et al. 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.
- [37] QUINTANA-GARCÍA C, BENAVIDES-VELASCO C A. Innovative competence, exploration and exploitation: the influence of technological diversification[J]. *Research Policy*,2008,37(3):492-507.
- [38] 王文华,张卓,陈玉荣,等. 基于技术整合的技术多元化与企业绩效研究[J]. *科学学研究*,2015(2):279-286.



(责任编辑 束顺民)