

颠覆性双元创新对数字产业技术融合的影响研究

——市场与技术的联动效应

贾卫峰¹, 吴格倩², 党兴华³, 陈子凤¹

(1. 西安邮电大学 经济与管理学院, 西安 710061; 2. 西安邮电大学 现代邮政学院, 西安 710061;

3. 西安理工大学 经济与管理学院, 西安 710048)

摘要: 颠覆性创新是数字产业突破在位企业封锁,掌握技术主导权的核心动力。多维度的颠覆性创新政策能否真正促进数字产业技术融合度的提升,行业中其他企业又扮演何种角色? 本文围绕技术与市场两个维度,基于数字产业中具有代表性智能制造业的研究数据,运用双元创新理论,探讨探索与利用两种颠覆性技术创新政策影响数字产业技术融合的异同,以及技术距离在其中的作用机制;并比较颠覆性技术双元和颠覆性市场双元之间不同的联动效应。采用逐步回归进行实证检验,研究发现:①颠覆性技术探索对技术融合度有显著的正向影响,且技术距离正向调节颠覆性技术探索与技术融合度间关系;②颠覆性技术利用与技术融合度呈倒U型关系,且技术距离正向调节颠覆性技术利用与技术融合度间关系;③不同的颠覆性技术创新和颠覆性市场创新联动关系对企业技术融合有着截然不同的影响,具体来说,在企业选定颠覆性技术探索战略的情境下,颠覆性市场双元对数字产业技术融合度不会产生明显的促进或抑制作用;在企业选定颠覆性技术利用战略的情境下,颠覆性市场探索对数字产业技术融合度表现出更为明显的促进作用。

关键词: 颠覆性创新; 技术双元; 市场双元; 技术距离; 市场距离; 技术融合

中图分类号: C93 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-980X(2023)3-0027-13

一、引言

制造业作为国民经济的支柱产业,随着数字技术的发展,传统制造业与新兴数字技术不断融合,企业的智能制造水平成为衡量一个国家科技发展水平的重要标志。2020年12月22日,工业和信息化部印发《工业互联网创新发展行动计划(2021—2023)》是为深入实施工业互联网创新发展战略,推动工业化和信息化在更广范围、更深程度、更高水平上融合发展而制定的计划。旨在实现工业互联网整体发展阶段性跃升,推动经济社会数字化转型和高质量发展。因此,对于如何实现我国制造业数智化升级,提高数字产业与制造业的技术融合程度,既是实现实体经济增长所迫切需要解决的问题,也是实现制造业强国战略的要求。

数字产业是指以信息为加工对象,为数字经济发展提供技术、产品、服务和解决方案等,实体经济就是其根本的落脚点。智能制造业作为数字产业的代表性行业,其自身是基于新一代数字技术与先进制造技术的深度融合,其发展的根本动力在于关键核心技术的突破,而解决关键核心技术目前存在的“卡脖子”现象的突破点就在于颠覆性技术战略的实施(张学文和陈劲,2021)。企业的颠覆性技术创新战略指的是以更低成本的技术产品满足用户需求,占据利基市场或新市场,引发传统技术范式发生重大变革,实现自身市场份额快速扩张,从而取代在位企业的过程(Bower and Christensen, 1995)。如何在快速变化的环境中早日识别并成功应用颠覆性技术作为智能制造企业进行技术创新一个重要的突破点,对于企业提高核心竞争力至关重要。

颠覆性创新战略这一概念自提出开始便与经济发展、国家战略紧密相关,这也意味着对于颠覆性的研究并不只是一个单纯的经济概念,而是一个具有多重视角的复杂性概念。目前对于颠覆性创新的研究已经由一开始的概念内涵定义拓展到具体的实现路径方面。

对于颠覆性创新的概念,现有研究给出了不同定义。就颠覆性创新的技术实现方式而言,颠覆性创新是

收稿日期:2023-01-05

基金项目:国家社会科学基金一般项目“数字技术驱动下产业链与创新链深度融合模式及治理机制研究”(22BJY039)

作者简介:(通讯作者)贾卫峰,博士,西安邮电大学经济与管理学院副教授,研究方向:技术创新理论及产业融合;吴格倩,西安邮电大学经济与管理学院硕士研究生,研究方向:技术创新及创业理论;党兴华,博士,西安理工大学经济与管理学院教授,研究方向:技术创新管理;陈子凤,博士,西安邮电大学经济与管理学院副教授,硕士研究生导师,研究方向:创新管理和融合创新。

指颠覆传统的技术路线,进而改变市场游戏规则的革命性技术创新,能够对原有的技术体系产生颠覆性的重大技术(汤文仙和李京文,2019);就颠覆性创新的实现路径而言,颠覆性创新是指产生于低端或新兴市场,通过引入与之前完全不同的标准进而改变竞争力的过程(王康等,2022);就颠覆性创新的产品表现而言,颠覆性创新是指对国家具有全局性、根本性影响,无法完全由市场自由决定、需要国家战略引导的新技术产品(邓建军等,2022);就颠覆性创新实现的作用机制而言,现有文献主要从定性角度来进行辩论,从颠覆性创新本身特征出发,从技术创新与商业模式创新两个角度设置调查问卷,进而得出一定的研究结论(张亚莉,2023)。

现存关于技术融合的研究主要集中于技术轨迹方面,揭示企业适应未来新兴技术动态变化能力的重要性(王艳等,2021)。而技术多样性、新兴技术便捷的模糊性,对以往建立在技术相似性基础上的技术融合方向预测提出了严峻的挑战(Kose and Sakata,2019;王宏起等,2020)。近年来,学者们逐渐开始关注到自身技术基础对于技术融合机会及绩效的影响(Cho et al,2021)。

然而,由于组织发展的惯性,企业可能会因为过度追求新技术而陷入“探索陷阱”,也可能会因为过于依赖现有技术而陷入“成功陷阱”。由此可见,对于智能制造企业来讲,如何在进行颠覆性技术创新的过程中有效的平衡二者之间关系成为其突破在位企业技术封锁的关键。二元创新理论为企业在同一时间段内既可以参与探索性活动,又可以从事利用性活动提供了独特的视角,让其在拓展更多领域可能性的同时又巩固了现存领域的稳定性,使组织快速提高自主创新能力拥有了更多的可能(O'reilly and Tushman,2013)。而如何开展二元创新去获得较高的技术融合度目前尚无定论,这可能不仅仅是因为企业在实施二元战略的过程中无法在探索与利用之间取得一定的平衡,也有可能是因为企业在考虑二元颠覆性创新的过程中,较多地关注技术维度而忽略了市场维度。探索性的颠覆性技术创新与利用性的颠覆性技术创新所产生的效应会因为所针对的不同市场而产生不同的作用(汪欢吉等,2016)。因此,如何利用二元性学习理论,让企业在现有资源限制和与行业中现存企业具有较大差距的情境下实施颠覆性技术二元创新战略,并在此基础上匹配相应的颠覆性市场二元战略,对于企业提高技术融合度、实现长期稳定发展具有极高的实践意义。然而现有的研究大多是建立在定性研究的基础上,对企业的颠覆性技术创新战略进行定义并考察其对企业发展影响程度,较少有学者从定量角度衡量企业的颠覆性技术创新程度,并且在衡量企业实施颠覆性技术创新战略对企业产生作用的过程中,鲜有学者会考虑到颠覆性市场二元战略的匹配及行业中其他企业的影响。

基于此,本文以工信部公布的《智能制造试点示范项目名单》中选定的智能制造企业代表为研究对象。在分析颠覆性技术二元特征的基础上,通过技术专利数据对颠覆性技术二元进行定量测定,探索颠覆性技术二元战略与技术融合度的关系,在此基础上考虑技术距离对颠覆性技术二元战略与技术融合度间关系的调节作用。与此同时,利用企业公告对市场行动进行测度划分,考虑企业在实施不同颠覆性技术二元战略的过程中匹配不同颠覆性市场二元战略对技术融合度的影响作用。研究结论弥补了智能制造企业中应用不同颠覆性技术二元创新战略及与不同颠覆性市场二元战略匹配对技术融合的微观机理研究的不足,同时为我国智能制造企业如何在面临在位企业技术封锁的情境下,合理选择颠覆性创新战略,提高技术融合度,实现有效追赶提供新的视角。

二、理论分析与研究

(一)颠覆性技术二元

颠覆性技术创新最早提出主要指的是:企业入侵现有市场的方式,通过以简单方便为主要特征的技术从低端或边缘市场切入,最终取代已有技术,开辟自己的新市场(Thomond and Lettice,2002)。Yu和Hang(2010)认为颠覆性技术可以是现有技术融合所产生的,既包括系统内各种技术的融合,也包括跨领域技术的交叉。刘安蓉等(2018)提出企业可以通过创新科学技术的原理、组合、应用等开辟新的技术渠道,产生决定性影响的颠覆性技术。本文从二元性学习理论出发,将企业的颠覆性技术战略划分为颠覆性技术探索与颠覆性技术利用。

颠覆性技术探索与颠覆性技术利用是企业技术创新过程中两种截然不同的方式。技术融合是指企业为了拓展专业技术水平、强化企业间的合作关系,吸收不同领域技术知识,从而创建出新产品或新技术的过程(何郁冰等,2021)。Adner和Levinthal(2000)提出技术融合是不同技术轨道的整合所导致的不同技术元素整合的过程;娄岩等(2019)从技术结构的视角将技术融合定义为多个不相关技术交叉形成一项新兴技术应用

到另外一种技术中。本文则将技术融合度定义为企业专利技术涉及领域的交叉程度。

当企业引入与自身技术互补性较强的其他先进技术时,一方面能拓宽自己知识宽度,避免知识锁定,可以获得更多的技术组合机会;另一方面可以使企业在非核心领域吸收先进技术、流程,加速产品开发,进而有利于推动企业整合外部异质性资源开发更多新产品(黄东兵等,2022);当企业引入与自身相似度较高的其他先进技术时,一方面可以帮助企业在较短时间内赋予原有技术新的附加功能和更强的竞争力;另一方面会降低各方面的转换与交易成本。不论企业在选取颠覆性技术二元的过程中如何取舍,企业的技术融合度一定会受到技术层面的战略决策影响。而融合性的产品可以提高新产品的可靠性和市场接受程度,对现有的数字产业技术市场会产生比较大的冲击作用(秦佳良等,2022)。

1. 颠覆性技术探索与技术融合度

颠覆性技术探索是指企业通过引入与目前产品或技术相差很大的新产品或新技术来满足新市场或新顾客的新需求的创新行为。企业在实施颠覆性技术探索战略过程中所追求的技术与原有技术相比具有较大的差异,其获取的多元化技术对企业发展而言是一个全新的机遇(徐露允等,2017)。

企业实施颠覆性技术探索的目的就是为了能够在技术上实现一个新的轨道跃迁,从而提高企业的技术多样性,降低技术封锁的负面影响,并由此获得竞争优势。一方面,这一过程能够使企业拥有更广泛的技术基础,技术的多样性可以帮助企业更好地实现不同技术之间的交叉性创新,有利于更好的识别和创造出新技术,提升与外部技术资源的合作效率(何郁冰等,2021)。同时,可以提高企业对异质性知识的理解程度,使企业更好地利用外部技术知识进行技术网络的更新,提升自身的技术融合度;另一方面,颠覆性技术探索强调的是力求超越企业现有的技术基础,获取全新的技术知识,最终能够研发出新技术以支撑新产品,为顾客提升更有价值的产品与服务。这个过程可以增强企业长期的技术竞争优势,增加企业的绩效水平(张振刚等,2020)。随着企业在多个技术领域技术知识的积累,不仅可以提高自身的技术吸收能力,也能够更好地整合来自不同领域的技术,从而提高企业间的技术融合程度。

基于此,本文提出假设1:

颠覆性技术探索对技术融合度有显著正向影响(H1)。

2. 颠覆性技术利用与技术融合度

颠覆性技术利用则是围绕核心领域或核心关联领域,不断完善现有技术、改进现有产品或服务的创新行为。企业在实施颠覆性技术利用的过程中主要是对自身核心领域的一个拓展,加强企业对核心知识的重新认知(薛捷,2019)。

对于企业而言,颠覆性技术利用是为了完善现有技术而对其进行的技术改进。一方面,企业长期从事同类活动会积累一定的经验,在自身所擅长的核心领域内进行技术整合也会获得较高的学习效应,增加知识转移效率,推动企业更快识别并吸收外部与核心领域相关的技术知识(徐蕾和李明贝,2019);另一方面,相邻近领域的技术研发可以使企业更有效地转换技术能力,将现有的技术能力移植到其他业务单元,共享企业的研发资源和能力,降低研发与学习的平均成本(Chen and Chang,2012)。因此,企业颠覆性技术利用的程度越高,对外部获取新成果的转化效率就越高,从而提高企业间的技术融合度。

然而,企业若局限于某个领域不断地进行颠覆性技术利用有可能会使企业为某一个技术领域取得较高的成效,但同时也很可能使企业产生路径依赖性与“学习短视”。企业的创新能力降低,技术多样性减少,会导致企业长期技术发展的路线受阻,出现“核心能力刚性”,不利于企业在多变的环境中学习其他企业的技术优势,从而降低企业间的技术融合度。

基于此,本文提出假设2:

颠覆性技术利用与技术融合度呈倒U型关系(H2)。

3. 技术距离的调节作用

国内外对产业间技术距离的定义主要是从产业间技术领域的相似度和技术水平的相似性展开的,指的是行业内不同企业中每家企业与行业中其他企业之间的技术水平接近程度,这也体现了企业在行业内的相对技术地位。技术距离越近,代表企业与行业内其他企业技术水平越接近,产业内不同企业之间的技术竞争程度越激烈。学者们主要是从技术距离对于技术溢出效应的影响机制来进行研究,主要分为两类观点,一方面认为技术距离对于技术溢出效应具有促进作用(苏屹等,2021);另一方面认为技术距离对于技术溢出效应具有抑制作用(陶爱萍等,2017)。这些不同的观点正是本文尝试从技术溢出效应角度来分析技术距离对于

企业颠覆性技术探索、颠覆性技术利用与技术融合度调节作用的出发点。

面对产业快速变化的技术市场,企业想要获得竞争优势,必须要通过颠覆性技术探索提高自身的技术创新能力。企业通过颠覆性技术探索更新技术知识便是将来自其他企业的知识通过转移吸收变为自身知识的过程。当企业与行业中其他企业距离较近时,代表企业间在技术空间上相似度比较高,涉及的技术领域也比较相似(蔡中华等,2022)。企业在进行颠覆性技术探索的过程中,对企业自身技术的多样性提出了新要求,通过外部新兴信息技术的加入以获得异质性技术知识成为企业必须思考的问题。一方面,企业技术创新能力的提升很大程度上依赖于企业自身内部的技术知识存量,企业若想利用较强的技术创新能力来实现创新目标,势必需要去更大范围内搜寻合作伙伴,不断更新自身的技术知识库,这要求企业必须寻找与自身技术差异较大的伙伴进行合作,才可以更好地提高自身的技术融合度(彭新艳等,2022);另一方面,企业间较高的技术相似度会导致企业合作过程中获得的知识异质性过低,不利于企业间技术的合作互补,进而影响协同创新的实现,抑制企业技术融合度的提升(王海花等,2019)。

基于此,本文提出假设 3a:

技术距离正向调节颠覆性技术探索与技术融合度的关系。技术距离较远时,会更好地促进颠覆性技术探索对技术融合度的提升(H3a)。

面对产业愈发成熟的技术市场,企业若想巩固市场地位,必须要通过颠覆性技术利用提高自身的技术整合能力。企业与行业中其他企业技术距离越近,代表企业间在技术空间上十分邻近,涉足的技术领域高度相似,拥有的技术知识也有相当大的重叠部分(刘志迎和单洁含,2013)。过高的相似度会减少企业在进行颠覆性技术利用时与合作方探讨创新的机会,导致双方从合作伙伴处获得的创新知识较少,难以更新自身的技术知识。与此同时,企业在合作过程中可能会形成一定的技术依赖,降低自身的研发水平,从而对两者之间的技术融合度会起到一定的抑制作用;当企业间技术距离较远时,代表着企业具有更大的学习进步空间,技术领域的不同可以丰富企业的技术知识库,企业在进行颠覆性技术利用时,企业在利用自身专利技术的基础上去学习外部的先进技术,有利于技术的直接吸收,提高创新产出,会取得较为明显的技术融合效应(蒋兵等,2017)。

基于此,本文提出假设 3b:

技术距离正向调节颠覆性技术利用与技术融合度的关系。技术距离越远,技术融合可以在更高的颠覆性技术利用水平上实现(H3b)。

(二)颠覆性技术双元与颠覆性市场双元匹配

颠覆性市场探索是指企业对于外界新市场知识的探索学习,包括对新用户需求、新目标市场等知识的探索(许晖等,2014);颠覆性市场利用是指企业对现有市场知识的改进,包括改进自身细分市场划分、销售渠道等方面(吴晓波等,2019)。无论是技术还是市场方面的颠覆性创新战略,其结果导向都会体现在技术融合上。企业选择不同的技术与市场组合,对其技术融合绩效可能会大不相同(Christensen,1997)。因此,单独的考虑技术创新对于技术融合度的作用可能不能够全面解释企业技术融合的差异,在分析研究颠覆性技术双元创新的基础上考虑颠覆性市场创新的交互组合对企业技术融合度的影响是很有必要的。

1. 颠覆性技术探索主导下市场匹配模式的比较

当企业选择颠覆性技术探索作为自身技术领域的发展战略时,意味着企业选择在了解外部的新兴技术特征的基础上去获取与现有知识存在较大差异的技术知识,从而为企业带来较大的竞争差异,以获取差异化的技术竞争优势。

在颠覆性技术探索与颠覆性市场探索组合的模式中,企业在技术方面追求实现根本上的突破,在市场方面也采取开创性的市场行为。一方面,颠覆性技术探索要求企业更加关注外部信息技术,分配更多财力、物力资源以满足其技术更新需求,若市场也采用探索性创新战略,会对企业的资源分配提出更高的要求,使得企业在内部资源分配上面临更大的压力,影响其技术融合度的提升;另一方面,日新月异的技术要求企业及时进行技术更新,但对于企业不熟悉的市场而言,市场的动态性会进一步降低企业的竞争优势,从而抑制其技术融合性产品的输出。

在颠覆性技术探索与颠覆性市场利用组合的模式中,企业在技术方面追求与现有技术相差较远的新技术,而市场方面选择利用现有市场的保守战略来获取竞争优势。一方面,技术与市场两方面不同的颠覆性战略,拓宽了企业的信息获取渠道,企业既可以通过创新型的信息技术来获取潜在顾客的认可,也可以利用平

常积累的客户信息资料,为生产经营提供经验信息;另一方面,企业可以以自身基础市场为导向,集结不同创新主体的技术、人才、市场等多元要素,通过开放式共享和差异化的资源配置,驱动企业以实际的市场需求来识别引导企业的技术创新与成果转化,实现多元创新主体之间的协同创新,提升自身的技术融合度(范旭和梁碧婵,2021)。

基于此,本文提出假设4:

颠覆性技术探索战略主导下,颠覆性市场利用比颠覆性市场探索的交互匹配更有利技术融合度的提升(H4)。

2. 颠覆性技术利用主导下市场匹配模式的比较

当企业选择颠覆性技术利用作为自身技术领域的发展战略时,意味着企业选择了在改善现有技术的基础上去进行技术创新以降低创新成本,获得比较高的创新速度,从而降低企业在创新过程中所面临的竞争风险。

在颠覆性技术利用与颠覆性市场探索组合的模式中,企业在技术方面更倾向于对原有技术领域的完善,而市场方面倾向于发现并满足顾客的新需求。一方面,颠覆性市场探索可以为企业追求的新技术成功转化为新市场所需要的产品以更好地满足其顾客需求提供重要的参考,有利于企业更好地将非主流顾客的需求与自身研发新技术产品更好地联系起来,提升技术的融合度(Rubera and Ordanini, 2012);另一方面,探索性的市场战略可以更好地为企业研发的新产品找到更好的销售市场,推动企业主流技术产品更好地实现市场化,降低了颠覆性技术利用的风险,从而更好地提升技术融合度;

在颠覆性技术利用与颠覆性市场利用组合的模式中,企业在技术方面不断改善和完善现有技术,在市场方面关注现有客户的需求。一方面,企业在利用现有技术和市场需求的基础上收集信息,会使得企业对外部环境的变化不够敏感,阻碍企业从外界学习新的知识和能力,进而影响企业对外界信息的判断,影响融合性技术成果的出现;另一方面,技术和市场的给企业带来的红利是短期的,一味地依赖利用性学习会使企业因为学习的自我增强性、能力陷阱等问题难以实现长期目标,在这个快速发展的时期,会严重影响到企业技术融合度的提升(蔡灵莎,2020)。

基于此,本文提出假设5:

颠覆性技术利用战略主导下,颠覆性市场探索比颠覆性市场利用的交互匹配更有利技术融合度的提升(H5)。

三、研究设计

(一)样本选择与数据来源

本文将工信部公布的《智能制造试点示范项目名单》的305家智能制造企业为初始研究样本,选取了发行在深沪A股的上市公司,样本文年度为2016—2020年,剔除了2016年以后年份上市及年报数据有缺失或资料不完整而无法研究的企业,最终选定样本企业为67家,共335组数据。

技术行动方面选取企业专利数据,数据来源为国家重点产业专利信息平台与中国专利公布公告发布的企业全部发明专利和实用新型专利数据;市场行动方面选取企业公告,数据来源为企业官网与巨潮资讯网。企业规模、企业年限等控制变量来自企业公布的年度报告。以上所有数据获取后均经过人工逐条清洗并反复核实,以确保样本数据的真实性和准确性。

(二)主要研究变量的定义

1. 自变量

专利数据提供了丰富的信息,几乎覆盖了所有的技术领域。因此本文利用专利数据对颠覆性技术利用和颠覆性技术探索进行测度。本文依托Choi等(2015)的研究中对跨领域技术与领域内技术专利的划分方法,并在此基础上拓展,基于技术专利视角对颠覆性创新技术进行识别,考虑技术本身的急剧贬值及企业长期战略发展的稳定性,将每个企业2011—2015年所有申请专利作为其专利数据库,在此基础上将2016—2020年度中申请专利未出现在专利数据库的识别为企业当年的颠覆性创新技术。基于企业的市场行动对颠覆性创新市场进行识别,筛选企业当年新闻数据中的市场行动数据,定义为企业采取的颠覆性市场方案。

IPC按照功能性为主、应用性为辅的分类原则,采用了等级的形式对技术内容进行逐层分类,依次为“部-分部-大类-小类-大组-小组”。本文将IPC(国际专利分类号)的第一位(部)识别为企业申请专利所涉及的功能领域划分,企业当年所申请的颠覆性技术专利中,出现同一专利申请号若涉及不同领域或专利数据库

从未出现领域的专利定义为探索性颠覆技术(EDT);同一专利多个申请号若只涉及一个领域的专利定义为企业的利用性颠覆技术(UDT)。

颠覆性技术探索本质体现为公司所涉及颠覆性技术创新中跨领域的探索性颠覆技术占当年所有申请专利技术的程度。

$$\text{颠覆性技术探索}(DTE_{it}) = \frac{EDT_{it}}{TP_{it}} \quad (1)$$

其中: DTE_{it} 为*i*企业在第*t*年的颠覆性技术探索程度; EDT_{it} 为*i*企业在第*t*年的探索性颠覆技术; TP_{it} 为*i*企业在第*t*年申请的专利技术总量。

颠覆性技术利用本质体现为公司所涉及颠覆性技术创新中改进本领域的利用性颠覆技术占当年所有申请专利技术的程度。

$$\text{颠覆性技术利用}(DTU_{it}) = \frac{UDT_{it}}{TP_{it}} \quad (2)$$

其中: DTU_{it} 为*i*企业在第*t*年的颠覆性技术利用程度; UDT_{it} 为*i*企业在第*t*年的利用性颠覆技术。

闫瑞华和杨梅英(2019)的研究表明,企业与其他组织建立联盟、协同合作,可以拓宽组织边界,提高自身获取互补性资源的能力,有助于企业提升颠覆性创新绩效。因此,本文使用企业间的市场合作行动数量衡量颠覆性市场创新。颠覆性市场探索的本质体现为企业当年涉及的开创性的市场行动的程度。在公司当年公布公告中,出现开拓、首次、考察、合资、投标、广交会、投标等关键字就将其划分为开拓新兴市场的市场行动,即定义为颠覆性市场探索;颠覆性市场利用的本质体现为企业当年涉及的保守性的市场行动的程度。若出现赞助、巩固、增资、销量、供货商大会等关键字就将其划分为挖掘现有市场的市场行动,即定义为颠覆性市场利用。见表1。

表1 颠覆性市场二元测度

变量	代号	说明
颠覆性市场探索	DME	开拓、首次、考察、合资、投标、广交会、投标
颠覆性市场利用	DMU	赞助、巩固、增资、销量、供货商大会

2. 因变量

广义的产业融合是指由某些关联性因素引起的产业边界模糊,狭义的产业融合是指产业间技术融合。产业间技术融合是指在日益复杂的技术环境中,将不同产业领域之间的技术转化为一种新的、功能更强的技术,进而形成的融合技术的过程。而这一过程中所形成的融合技术以多种技术知识结构为基础,具有单一技术无法实现的新技术功能。

针对技术融合的测度,目前也有学者尝试利用经济数据、产品数据等展开,而专利作为技术信息最有效的载体,包括了全球90%以上最新的技术情报,基于专利数据测度技术融合指标已经得到了很多学者的认可(吕一博等,2019)。因此本文采用专利数据来测度企业技术融合程度,技术领域的知识流动越活越,专利技术层面的融合就越有活力。

在测度过程中引入辛普森指数,将筛选出的67家智能制造企业的专利数据按照主专利分类号第一位进行领域划分,计算企业申请专利的融合度,辛普森指数越大,说明申请专利所涉及的技术领域越均匀,反映该上市企业不依赖某一类技术,能够较好地吸收不同领域技术,产业间技术融合程度较高(夏宇和张富春,2021)。

$$\text{技术融合度}(TI_{it}) = 1 - \sum_{i=1}^n P_{it}^2 \quad (3)$$

其中: P_{it} 为企业申请专利中种类的技术专利数占企业当年申请总专利数的比例。

3. 调节变量

技术距离是指行业内不同企业之间的每家企业与其他企业之间的技术水平接近程度,也体现了企业在行业内的相对技术地位。本文借鉴Li等(2019)的研究,采用单一企业与同一行业中其他企业技术的相似性来捕捉技术距离。

本文引入技术向量对技术距离进行测算。其中,技术向量 $S_{it} = (s_{i,1,t}, \dots, s_{i,k,t})$ 表示企业*i*的技术基础, $S_{it} = (s_{i,1,t}, \dots, s_{i,k,t})$ 表示同一行业中除企业*i*之外其他所有企业的技术基础, k 为专利类别; t 是观察年度;标量 $s_{i,k,t}$ 是一个比值,表示企业*i*在*t-5*~*t-1*时间段内获得的技术类别为*k*的专利数量与同一时期行业中其他企业所获得专利总量的比值,技术距离的取值范围是0到1。该数值越接近1,说明企业间技术结构越相

似,技术距离越远;越接近0,说明企业间技术结构差距越大,技术距离越近。

$$\text{技术距离}(TD_{it}) = 1 - \left\langle \frac{S_{it}}{\|S_{it}\|}, \frac{S_{it}}{\|S_{it}\|} \right\rangle \quad (4)$$

4. 控制变量

为减少外生变量的影响,本文选取企业规模(*Size*)、企业年限(*Year*)、行业类别(*Ind*)、研发强度(*RD*)4个控制变量。其中,企业规模按照我国现行的《企业规模划分标准》按员工人数进行划分:1=微型企业(员工人数<20),2=小型企业(20≤员工人数≤300),3=中型企业(300≤员工人数≤1000),4=大型企业(员工人数≥1000);企业年限:2020-成立年份;行业类别按照《国民经济行业分类》划分:1=计算机、通信和其他电子设备制造业,2=电气机械和器材制造业,3=汽车制造业,4=专用设备制造业,5=通用设备制造业;研发强度采用企业当年研发费用/销售收入比重来进行测度。

(三)研究模型设定

本文以技术融合度(TI_{it})为被解释变量,以颠覆性技术探索(DTE_{it})、颠覆性技术利用(DTU_{it})为解释变量,构建模型1、模型2,考察颠覆性技术二元对技术融合度的影响,以此来验证假设1、假设2;加入颠覆性技术二元与技术距离(TD_{it})的乘积项,构建模型3、模型4,考察技术距离的调节作用,以此来验证假设3;加入颠覆性市场探索(DME_{it})、颠覆性市场利用(DMU_{it})与颠覆性技术双元的交互项,构建模型5~模型9,考察颠覆性市场双元的匹配作用,以此来验证假设4、假设5:

$$\text{模型1: } TI_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \text{Controls} + \alpha_2 DTE_{it} + \mu_{it} \quad (5)$$

$$\text{模型2: } TI_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \text{Controls} + \alpha_2 DTU_{it} + \alpha_3 DTU_{it}^2 + \mu_{it} \quad (6)$$

$$\text{模型3: } TI_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \text{Controls} + \alpha_2 DTE_{it} + \alpha_3 TD_{it} + \alpha_4 DTE_{it} \times TD_{it} + \mu_{it} \quad (7)$$

$$\text{模型4: } TI_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \text{Controls} + \alpha_2 DTU_{it} + \alpha_3 DTU_{it}^2 + \alpha_4 TD_{it} + \alpha_5 DTU_{it} \times TD_{it} + \alpha_7 DTU_{it}^2 \times TD_{it} + \mu_{it} \quad (8)$$

$$\text{模型5: } TI_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \text{Controls} + \alpha_2 DTE_{it} + \alpha_3 DTE_{it} \times DME_{it} + \mu_{it} \quad (9)$$

$$\text{模型6: } TI_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \text{Controls} + \alpha_2 DTE_{it} + \alpha_3 DTE_{it} \times DMU_{it} + \mu_{it} \quad (10)$$

$$\text{模型7: } TI_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \text{Controls} + \alpha_2 DTE_{it} + \alpha_3 DTE_{it} \times DME_{it} + \alpha_4 DTE_{it} \times DMU_{it} + \mu_{it} \quad (11)$$

$$\text{模型8: } TI_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \text{Controls} + \alpha_2 DTU_{it} + \alpha_3 DTU_{it} \times DME_{it} + \mu_{it} \quad (12)$$

$$\text{模型9: } TI_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \text{Controls} + \alpha_2 DTU_{it} \times DME_{it} + \alpha_3 DTU_{it} \times DMU_{it} + \mu_{it} \quad (13)$$

其中: α 为各变量间的影响系数; i 为企业; t 为年份;*Controls*为全部的控制变量; TI_{it} 为*i*企业在第*t*年的技术融合度; DTE_{it} 为*i*企业在第*t*年的技术颠覆性技术探索程度; DTU_{it} 为*i*企业在第*t*年的颠覆性技术利用程度; DME_{it} 为*i*企业在第*t*年的技术颠覆性市场探索程度; DMU_{it} 为*i*企业在第*t*年的技术颠覆性市场利用程度; TD_{it} 为*i*企业在第*t*年相对于行业中其他企业的技术距离; MD_{it} 为*i*企业在第*t*年相对于行业中其他企业的市场距离; μ_{it} 为随机扰动项。

四、实证结果与分析

(一)描述性统计

在对上述模型进行回归分析之前,对各变量所做的描述性统计分析结果见表2。颠覆性技术探索的均值为0.158,中位数为0.138,说明企业的颠覆性技术探索处于一个较低水平;颠覆性技术利用的均值为0.499,中位数为0.494,说明企业的颠覆性技术利用处在一个中等发展水平;颠覆性市场探索的均值为0.468,中位数仅为0.5;而颠覆性市场利用的均值为0.532,中位数为0.5,说明企业的颠覆性市场探索与颠覆性市场利用程度处在一个中等水平;技术距离最小值为0.019,最大值为0.746,说明我国智能制造行业差距较大,发展不均衡。

(二)相关性分析

由表3可知,各变量之间相关系数都较小。因此不存在多重共线性问题,同时,本文通过变量的方差膨胀因子进行辅助检验,结果显示VIF值均小于2,说明各自变量之间不存在多重共线性问题。

表 2 变量的描述性统计分析

变量	变量意义	样本量	均值	中位数	标准差	最小值	最大值
<i>Size</i>	企业规模	335	3.94	4	0.294	2	4
<i>Year</i>	企业年限	335	15.97	15	6.203	4	28
<i>Ind</i>	行业类别	335	2.97	3	1.508	1	5
<i>R&D</i>	研发强度	335	0.062	0.047	0.048	0.007	0.353
<i>TI</i>	技术融合度	335	0.483	0.529	0.202	0	0.813
<i>DTE</i>	颠覆性技术探索	335	0.158	0.138	0.14	0	1
<i>DTU</i>	颠覆性技术利用	335	0.499	0.494	0.178	0.182	0.85
<i>DME</i>	颠覆性市场探索	335	0.468	0.5	0.219	0	1
<i>DMU</i>	颠覆性市场利用	335	0.532	0.5	0.219	0	1
<i>TD</i>	技术距离	335	0.297	0.254	0.226	0.019	0.746

表 3 相关系数表

变量	<i>Size</i>	<i>Year</i>	<i>Ind</i>	<i>R&D</i>	<i>RI</i>	<i>DTE</i>	<i>DTU</i>	<i>DME</i>	<i>DMU</i>	<i>TD</i>
<i>Size</i>	1									
<i>Year</i>	0.098*	1								
<i>Ind</i>	0.030	-0.053	1							
<i>R&D</i>	-0.201***	-0.233***	0.089	1						
<i>RI</i>	0.063	0.057	-0.038	-0.198***	1					
<i>DTE</i>	-0.082	-0.011	0.092*	-0.077	0.119**	1				
<i>DTU</i>	-0.014	-0.045	0.289***	-0.051	0.020	0.115**	1			
<i>DME</i>	0.090*	-0.003	-0.010	-0.034	0.153***	0.149***	0.098*	1		
<i>DMU</i>	0.045	0.053	-0.087	-0.052	0.045	0.067	-0.027	0.304***	1	
<i>TD</i>	0.043	-0.065	0.177***	-0.148***	-0.231***	0.039	0.110**	-0.052	-0.077	1

注：***、**、*分别表示在 1%、5%、10% 水平上显著。

(三) 回归分析

本文的回归过程选择采用 stata16 软件进行数据处理。表 4 的模型 1 仅加入了控制变量,模型 2、模型 3 报告了颠覆性技术探索与颠覆性技术利用对技术融合度的影响,模型 4、模型 5 考虑了技术距离的调节作用。

表 4 主效应及调节效应的回归结果

模型	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4	模型 5
<i>Size</i>	0.017(0.40)	0.025(0.66)	-0.019(-0.57)	0.025(0.70)	0.003(0.09)
<i>Year</i>	0.000(0.19)	0.000(0.21)	-0.001(-0.47)	-0.001(-0.33)	-0.001(-0.79)
<i>Ind</i>	-0.003(-0.40)	-0.004(-0.62)	-0.002(-0.35)	0.003(0.46)	0.002(0.37)
<i>R&D</i>	-0.792***(-3.34)	-0.739***(-3.11)	-0.744***(-3.57)	-0.963***(-4.15)	-0.843***(-4.00)
<i>DTE</i>		0.161**(2.06)		0.147*(1.93)	
<i>DTU</i>			1.761*** (9.91)		2.484*** (8.94)
<i>DTU²</i>			-1.714*** (-10.28)		-2.392*** (-8.96)
<i>TD</i>				-0.231*** (-4.76)	-0.319*** (-5.29)
<i>DTE×TD</i>				0.847*(1.79)	
<i>DTU×TD</i>					5.309*** (2.66)
<i>DTU²×TD</i>					-4.510** (-2.27)
<i>Constant</i>	0.468*** (2.60)	0.411*** (2.61)	0.238* (1.69)	0.486*** (3.20)	0.056(0.38)
<i>Observations</i>	335	335	335	335	335
<i>R²</i>	0.040	0.052	0.274	0.131	0.291
<i>adj_R²</i>	0.0287	0.0381	0.261	0.113	0.271
<i>F</i>	3.690	3.645	20.64	7.054	14.82

注：括号内为标准误差；***、**、*分别表示在 1%、5%、10% 水平上显著。

在模型 2 中,“颠覆性技术探索-技术融合度”的一次项为 0.161,且通过显著性检验,表明随着颠覆性探索程度的提高,技术融合度也会不断提高,即颠覆性技术探索与技术融合度呈现显著正相关关系,假设 1 成立。

在模型 3 中,“颠覆性技术利用-技术融合度”的一次项为 1.761,二次项为-1.714,且均通过显著性检验,表明随着颠覆性技术利用程度的提高,技术融合度一开始会有所提升,后面呈现出下降趋势,即颠覆性技术利用与技术融合度呈现倒 U 型关系,假设 2 成立。

在模型 4 中,颠覆性技术探索率×技术距离的影响系数为 0.847,且通过显著性检验,说明技术距离正向调节颠覆性技术探索与技术融合度的关系,假设 3a 成立。

在模型 5 中,颠覆性技术利用率²×技术距离的影响系数为-4.510,且通过显著性检验,说明技术距离正向调节颠覆性技术利用与技术融合度间的倒 U 型关系,假设 3b 成立。

为进一步展示变量间相关关系及技术距离的调节作用,本文进行了简单斜率分析。由图 1 可知,随着颠覆性技术探索程度的增加,企业的技术融合度呈显著的上升趋势,即颠覆性技术探索与技术融合度呈正向相关关系。由图 2 可知,随着颠覆性利用程度的增加,技术融合度刚开始呈现逐渐上升的趋势,但到达一定程度后,技术融合度呈现出下降趋势,即颠覆性技术探索与技术融合度呈倒 U 型关系。由图 3 可知,当技术距离较小时,企业的技术融合度随着颠覆性技术探索程度的提升增长较慢;而当技术距离较大时,企业的技术融合度随着颠覆性技术探索程度的提升增长较快,即技术距离会对调节颠覆性技术探索与技术融合度之间关系产生正向的调节作用。由图 4 可知,较高技术距离调节作用下的颠覆性利用会实现更高的技术融合度,而较低技术距离调节作用下的颠覆性技术利用会实现更低的技术融合度,即技术距离会对颠覆性技术利用与技术融合度之间关系产生正向的调节作用。

模型 1、模型 2 分别以 $DTE \times DMU$ (颠覆性技术探索×颠覆性市场利用)、 $DTE \times DME$ (颠覆性技术探索×颠覆性市场利用)为参照组,模型 4、模型 5 分别以 $DTU \times DMU$ (颠覆性技术利用×颠覆性市场利用)、 DTU (颠覆性技术利用)为参照组进行比较,结果见表 5。

在模型 1、模型 2 与模型 3 中, DTE 的系数为正且显著,说明 DTE 优于 $DTE \times DME$ 与 $DTE \times DMU$;由此可以得出:颠覆性技术探索战略主导下,颠覆性市场探索与颠覆性市场利用的交互匹配对技术融合度的提升没有显著的提升或抑制作用,即假设 4 不成立。这可能是因为在企业技术上寻求颠覆性突破时,应先在企业自身的基地市场获取消费者资源,而不是盲目地追求市场上的颠覆。在新兴产品获得消费者认可并赢得一定的消费市场之后再考虑利用该颠覆性技术产品去开拓新兴市场,使外界逐步接受并认可企业产品,才能更好地提升企业的技术融合度。

在模型 4 中, DTU 与 $DTU \times DME$ 的系数均为正且显著,说明 DTU 与 $DTU \times DME$ 优于 $DTU \times DMU$;在模型 5 中, $DTU \times DME$ 的系数为正且显著,说明 $DTU \times DME$ 由于 $DTU \times DMU$ 。由此可以得出:颠覆性技术利用战略主导下,颠覆性市场探索比颠覆性市场利用的交互匹配更有利技术融合度的提升,即假设 5 成立。

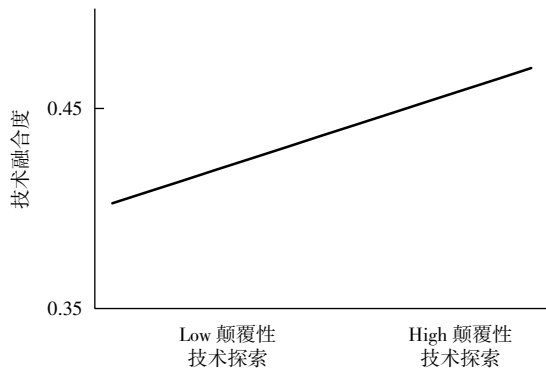


图 1 颠覆性技术探索与技术融合度关系

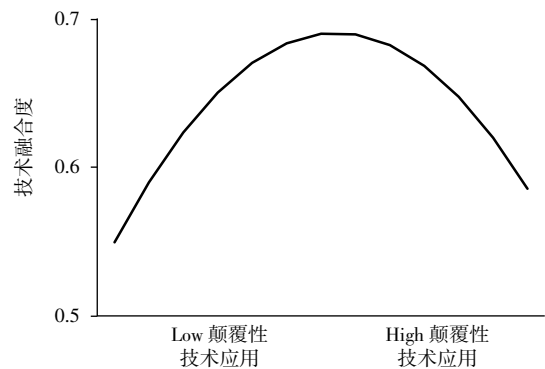


图 2 颠覆性技术利用与技术融合度关系

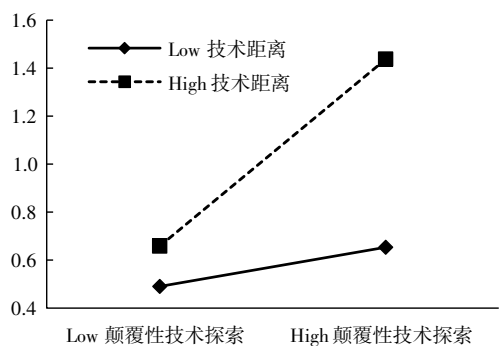


图 3 技术距离对颠覆性技术探索与技术融合度调节作用

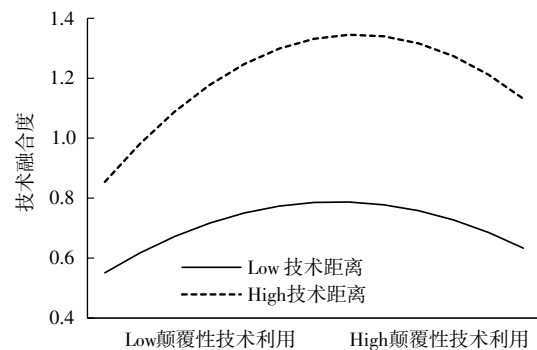


图 4 技术距离对颠覆性技术利用与技术融合度调节作用

表 5 技术与市场匹配回归分析结果

模型	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4	模型 5
Size	-0.004(-0.10)	-0.001(-0.03)	0.011(0.27)	0.007(0.19)	0.010(0.27)
Year	0.001(0.40)	0.001(0.41)	0.001(0.49)	0.001(0.48)	0.000(0.16)
Ind	0.001(0.20)	0.001(0.17)	-0.001(-0.17)	-0.000(-0.01)	-0.002(-0.25)
R&D	-0.614***(-2.72)	-0.624***(-2.71)	-0.762***(-3.17)	-0.714***(-3.12)	-0.727***(-3.12)
DTE	0.002***(-5.00)	0.002***(-6.04)	0.000***(-3.12)		
DTE×DME	0.017(0.88)		0.028(0.90)		
DTE×DMU		-0.020(-0.34)	-0.011(-0.18)		
DTU				0.000***(-3.92)	
DTU×DME				0.031*(1.70)	0.028*(1.69)
DTU×DMU					0.014(0.53)
Constant	0.484***(-3.31)	0.477***(-2.97)	0.470***(-2.63)	0.479***(-2.97)	0.488***(-3.22)
Observations	335	335	335	335	335
R ²	0.110	0.109	0.052	0.060	0.051
adj_R ²	0.0941	0.0924	0.0318	0.0428	0.0341
F	6.785	9.496	4.574	6.025	2.964

注:括号内为标准误差;***、**、*分别表示在 1%、5%、10%水平上显著。

(四) 稳健性检验

由于企业进行的颠覆性技术战略的实施对技术融合可能存在一定的滞后效应。因此,为保证主回归结果的稳健性,本文通过加入技术融合度的滞后一期项,构成动态模型进行实证结果再检验。由表 6、表 7 均可知,模型的技术融合度滞后一期项在模型中均表现为显著的正向影响,表明企业的技术融合存在一定的“时间惯性”,即企业的颠覆性技术战略可以通过技术积累来实现技术转化融合的创新接力。最后,比较稳健性检验中企业自变量结果与主回归结果的异同,均与主回归结果大体一致,综合上述结果来看,主回归结果的稳健性得到检验。

表 6 主效应及调节效应的稳健性检验

模型	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4
Size	0.063(1.54)	0.014(0.35)	0.046(1.10)	0.016(0.43)
Year	-0.000(-0.13)	-0.001(-0.50)	-0.001(-0.63)	-0.002(-1.23)
Ind	-0.009(-1.16)	-0.006(-0.80)	0.002(0.26)	-0.002(-0.21)
R&D	-0.658***(-2.41)	-0.732***(-2.79)	-1.042***(-3.69)	-0.890***(-3.51)
DTE	0.656***(-5.44)		0.085(1.01)	
DTU		2.377***(-7.58)		2.674***(-8.62)
DTU ²		-2.347***(-7.76)		-2.581***(-8.70)
TD			-0.232***(-3.91)	-0.350***(-5.10)
DTE×TD			0.904*(1.59)	
DTU×TD				7.236***(-3.20)
DTU ² ×TD				-6.373***(-2.83)
Constant	0.218(1.28)	-0.018(-0.10)	0.434**(-2.50)	0.004(0.03)
Observations	268	268	268	268
R ²	0.140	0.223	0.122	0.314
adj_R ²	0.124	0.205	0.0984	0.290
F	8.557	12.46	5.162	13.15

注:括号内为标准误差;***、**、*分别表示在 1%、5%、10%水平上显著。

表 7 技术与市场匹配稳健性分析

模型	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4	模型 5
Size	0.029(0.69)	0.027(0.65)	0.028(0.68)	0.036(0.85)	0.035(0.82)
Year	0.000(0.03)	0.000(0.02)	0.000(0.02)	0.000(0.01)	-0.001(-0.32)
Ind	-0.001(-0.11)	-0.000(-0.04)	-0.001(-0.07)	-0.003(-0.32)	-0.003(-0.40)
R&D	-0.668***(-2.38)	-0.661***(-2.35)	-0.679***(-2.40)	-0.749***(-2.62)	-0.778***(-2.71)
DTE	0.002***(-4.39)	0.002***(-4.36)	0.002***(-4.38)		
DTE×DME	-0.031(-0.64)		-0.036(-0.72)		
DTE×DMU		0.011(0.18)	0.024(0.38)		
DTU				0.000(1.45)	
DTU×DME				0.038**(-2.17)	0.040(1.32)
DTU×DMU					0.031*(1.68)
Constant	0.380**(-2.23)	0.384**(-2.25)	0.381**(-2.23)	0.387**(-2.22)	0.413**(-2.35)
Observations	268	268	268	268	268
R ²	0.110	0.108	0.110	0.068	0.066
adj_R ²	0.0893	0.0879	0.0863	0.0463	0.0450
F	5.362	5.291	4.601	3.160	3.095

注:括号内为标准误差;***、**、*分别表示在 1%、5%、10%水平上显著。

五、研究结论及启示

(一) 主要结论

颠覆性创新对于数字产业中智能制造企业的生存、发展发挥着至关重要的作用,本文利用专利技术与企

业公告数据,分析颠覆性二元创新战略对于企业技术融合度的影响机理,同时考虑技术距离的调节作用,探寻颠覆性创新对技术融合度的影响机制。以我国67家智能制造企业为样本,对研究假设进行验证,结果发现:

(1)颠覆性技术探索与技术融合度呈现显著正向影响,同时会受到技术距离的正向调节影响。这表明,颠覆性技术探索可以使企业避免技术锁定及时发现外界新兴市场技术,通过进行技术的互补与重组,更新自身技术知识库,提高技术融合度;而企业在进行颠覆性技术探索的过程中,要寻求技术领域相差较大的企业进行合作,以此取得更频繁的技术互动,更好地适应提升自身产品的竞争力。

(2)颠覆性技术利用与技术融合度呈倒U型关系,同时还会受到技术距离的正向调节影响。这表明,过低或过高的颠覆性技术利用都会抑制技术融合度的提高,只有适度的颠覆性技术利用才会促进技术融合度的提升,这意味着企业不能一味地追求对自身原有技术领域的依赖,会降低企业技术的多样性,影响技术融合度;而企业在进行颠覆性利用的过程中,要积极探索,学习新兴技术,丰富自身的技术知识库,在不断创新的基础上进行颠覆性技术的利用可以更好地提升自身的技术融合度水平。

(3)不同颠覆性技术战略与颠覆性市场战略的联动效应会对技术融合度产生截然不同的作用。当企业在技术上选择颠覆性技术探索战略时,市场部分同时匹配颠覆性探索战略或颠覆性利用战略并没有绝对性的优势,这表明:企业在实施颠覆性技术创新的过程中,要根据自身情况选择是否在市场方面匹配相应地颠覆性探索战略;当企业在技术上选择颠覆性技术利用战略时,市场部分应当匹配颠覆性市场探索战略,同时,应当在利用原有产品去探索新市场的过程上,注重扩大自身所涉及的技术领域,降低企业间的技术相似度,以更好地提升自身的技术融合度水平。

(二)管理实践与启示

在实践过程中,面对复杂多变的外界环境,技术的颠覆性创新对于数字产业中的智能制造企业来说至关重要。中国企业在技术积累薄弱的基础上进行技术创新的过程中,不能只考虑在原有技术的基础上去做渐进性创新,应当在协调自身资源的基础上去尝试跨越技术轨道,更多的去做技术的颠覆性创新;与此同时,还应适当关注市场方面的战略联动。

(1)对初创企业来说,要勇于打破主流企业对于技术市场的封锁,重视知识管理,提高自身的知识整合能力。通过加大研发投入和研发技能的培训来激发企业的颠覆性技术的学习需求,敢于挑战新兴技术领域,提升企业的知识管理水平和知识吸收能力,平衡知识势差,以促进和其他创新主体的协同以实现更多的颠覆性技术产出。在此过程中,政府也应该加强对企业颠覆性创新的引导作用。主要可以通过制定示范项目资助、国际技术合作、合作网络等政策促进企业对颠覆性技术战略的重视。

(2)企业要积极走颠覆性技术探索的发展道路,根据自身的发展状况,寻找技术需求相匹配的合作伙伴,注重发挥后向关联作用,整合更多的外部资源,培养自身知识吸收整合能力,提高自身的技术融合度水平;同时还应在考虑企业自身的承受能力的基础上发展企业的颠覆性技术利用水平,在发展过程中努力改善自身经营管理,加大研发投入,降低与行业中其他企业的技术相似度水平,提高企业间技术距离,这一策略会使得企业的颠覆性技术利用创新对技术融合的促进效果更明显。在此过程中,政府也可以帮助企业向龙头企业靠拢。比如:通过建立关于龙头企业重点实验室、行业公共数据库等方式打破现有的信息流通壁垒,统筹产业链的发展力量,积极为企业的颠覆性技术创新提供空间。

(3)企业应追求技术创新与市场创新的联动效应。不同市场战略与技术战略的匹配会对技术融合产生不同的作用。企业作为自主创新的主体。无论其在技术上选择何种颠覆性创新战略,如果能够匹配合适的颠覆性市场创新战略,则可以更好地促进技术融合度的提升;而对于政府而言,面对我国拥有的如此大潜力的经济发展市场,政府也应当制定相应的政策鼓励智能制造企业在进行技术创新的同时重视市场创新,这对实现企业的技术融合度增长具有重要的指导意义。

参考文献

- [1] 蔡灵莎, 2020. 二元学习、知识整合与对外直接投资绩效研究[J]. 软科学, 34(2): 59-65.
- [2] 蔡中华, 陈鸿, 马欢, 2022. 中美“技术脱钩”: 领域研判与应对[J]. 科学学研究, 40(1): 29-36.
- [3] 邓建军, 刘安蓉, 曹晓阳, 2022. 颠覆性技术早期识别方法框架研究——基于科学端的视角[J]. 中国科学院院刊, 37(5): 674-684.
- [4] 范旭, 梁碧婵, 2021. 机会识别和二元性战略组合协同作用下科技型中小企业的创新模式演进[J]. 管理学报, 18

- (6): 873-883.
- [5] 何郁冰, 邹雅颖, 左霖锋, 2021. 技术多元化、组织间知识协同与企业创新持续性的关系[J]. 技术经济, 40(6): 47-58.
- [6] 黄东兵, 王灵均, 周承绪, 等, 2022. 制造企业人工智能创新如何赋能高质量发展——来自中国上市公司的经验证据[J]. 科技进步与对策, 39(8): 110-120.
- [7] 蒋兵, 李密, 陈守忠, 2017. 合作研发中的技术距离、知识转化与能力获取: 理论及案例[J]. 科技进步与对策, 34(19): 137-144.
- [8] 刘安蓉, 李莉, 曹晓阳, 等, 2018. 颠覆性技术概念的战略内涵及政策启示[J]. 中国工程科学, 20(6): 7-13.
- [9] 刘志迎, 单洁含, 2013. 技术距离、地理距离与大学-企业协同创新效应——基于联合专利数据的研究[J]. 科学学研究, 31(9): 1331-1337.
- [10] 娄岩, 杨培培, 黄鲁成, 2019. 基于专利的技术融合测度方法及实证研究[J]. 科研管理, 40(11): 134-145.
- [11] 吕一博, 韦明, 林歌歌, 2019. 基于专利计量的技术融合研究: 判定、现状与趋势——以物联网与人工智能领域为例[J]. 科学学与科学技术管理, 40(4): 16-31.
- [12] 彭新艳, 谢亮冯, 刘鸿渊, 2022. 技术创新合作网络粘性多维认识与作用机理研究——以两个基础行业为例[J]. 软科学, 36(5): 61-67.
- [13] 秦佳良, 余学梅, 贺明华, 2022. 设计导向、产品开发与长期利益——以数字产品团队为例[J]. 技术经济, 41(3): 162-175.
- [14] 苏屹, 林周周, 王铁男, 2021. 中国省际知识溢出对区域创新绩效的非线性影响研究[J]. 管理工程学报, 35(1): 47-56.
- [15] 汤文仙, 李京文, 2019. 基于颠覆性技术创新的战略性新兴产业发展机理研究[J]. 技术经济与管理研究, 44(6): 95-99.
- [16] 陶爱萍, 查发强, 陈宝兰, 2017. 产业集聚对技术创新的非线性影响[J]. 技术经济, 36(5): 82-89.
- [17] 汪欢吉, 陈劲, 李纪珍, 2016. 开放式创新的合作伙伴异质度对企业创新模式的影响[J]. 技术经济, 35(6): 16-23.
- [18] 王海花, 王蒙怡, 孙银建, 2019. 多维邻近性对我国跨区域产学研协同创新的影响: 静态与动态双重作用[J]. 科技进步与对策, 36(2): 44-50.
- [19] 王宏起, 夏凡, 王珊珊, 2020. 新兴产业技术融合方向预测: 方法及实证[J]. 科学学研究, 38(6): 1009-1017, 1075.
- [20] 王康, 陈悦, 宋超, 等, 2022. 颠覆性技术: 概念辨析与特征分析[J]. 科学学研究, 40(11): 1937-1946.
- [21] 王艳, 苗红, 李欣, 等, 2021. 知识基因视角下的技术融合机会发现研究[J]. 科学学与科学技术管理, 42(7): 18-34.
- [22] 吴晓波, 付亚男, 吴东, 等, 2019. 后发企业如何从追赶超越? ——基于机会窗口视角的双案例纵向对比分析[J]. 管理世界, 35(2): 151-167, 200.
- [23] 夏宇, 张富春, 2021. 技术交易投入提升产业间技术融合绩效机制研究[J]. 科技进步与对策, 38(9): 52-60.
- [24] 徐蕾, 李明贝, 2019. 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, 40(5): 110-119.
- [25] 徐露允, 曾德明, 李健, 2017. 知识网络中心势、知识多元化对企业二元式创新绩效的影响[J]. 管理学报, 14(2): 221-228.
- [26] 许晖, 许守任, 冯永春, 2014. 新兴国际化企业的双元平衡及实现路径——基于产品-市场情境矩阵的多案例研究[J]. 管理学报, 11(8): 1132-1142.
- [27] 薛捷, 2019. 技术-市场双元性组合对破坏性创新的影响——以科技型小微企业为研究对象[J]. 科研管理, 40(3): 10-20.
- [28] 闫瑞华, 杨梅英, 2019. 创新生态系统背景下移动互联网企业颠覆式创新运行机制研究[J]. 统计与信息论坛, 34(9): 103-110.
- [29] 张学文, 陈劲, 2021. 科技自立自强的理论、战略与实践逻辑[J]. 科学学研究, 39(5): 769-770.
- [30] 张亚莉, 李辽辽, 卢迪, 2023[2023-02-25]. 元知识开发能力对企业颠覆性创新的影响——资源到能力的视角[J/OL]. 科学学研究: 1-18[2023-03-14]. DOI: 10.16192/j.cnki.1003-2053.20221122.007.
- [31] 张振刚, 易欢, 陈雪瑶, 2020. 创新网络资源整合、双元创新对制造企业创新绩效的影响——环境不确定性的调节作用[J]. 技术经济, 39(3): 58-65, 73.
- [33] ADNER R, LEVINTHAL D, 2000. Technology speciation and the path of emerging technologies[J]. Wharton on Managing Emerging Technologies, 29(45): 55-74.
- [34] BOWER J L, CHRISTENSEN C M, 1995. Disruptive technologies: Catching the wave[J]. Harvard Business Review, 73(1): 43-53.
- [35] CHEN Y S, CHANG K C, 2012. Using the entropy-based patent measure to explore the influences of related and unrelated technological diversification upon technological competences and firm performance[J]. Scientometrics, 90(3): 825-841.
- [36] CHO J H, LEE J, SOHN S Y, 2021. Predicting future technological convergence patterns based on machine learning using link prediction[J]. Scientometrics, 126(7): 5413-5429.
- [37] CHOI J Y, JEONG S, KIM K, 2015. A Study on diffusion pattern of technology convergence: Patent analysis for Korea[J].

- Sustainability, 7(9): 11546-11569.
- [38] CHRISTENSEN C M, 1997. The innovator's dilemma: When new technologies cause great firms to fail [M]. Boston: Harvard Business School Press.
- [39] KOSE T, SAKATA I, 2019. Identifying technology convergence in the field of robotics research [J]. Technological Forecasting and Social Change, 53(146): 751-766.
- [40] LI K J Q, WANG J, 2019. Technology conglomeration, strategic alliances, and corporate innovation [J]. Management Science, 68(5): 1-26.
- [41] O'REILLY C A, TUSHMAN M L, 2013. Organizational ambidexterity: Past, present, and future [J]. Academy of Management Perspectives, 27(4): 324-338.
- [42] RUBERA, G, ORDANINI A, CALANTONE R J, 2012. Whether to integrate R&D and marketing [J]. Journal of Product Innovation Management, 29(5): 766-783.
- [43] THOMOND P, LETTICE F, 2002. Disruptive innovation explored [M]. England: Granfield England.
- [44] YU D, HANG C C, 2010. A reflective review of disruptive innovation theory [J]. International Journal of Management Review, 12(4): 435-452.

Research on the Impact of Disruptive Binary Innovation on Digital Industry Technology Convergence: The Linkage Effect of Market and Technology

Jia Weifeng¹, Wu Geqian², Dang Xinghua³, Chen Zifeng¹

(1. School of Economics and Management, Xi'an University of Posts and Telecommunications, Xi'an 710061, China;

2. Modern postal institute, Xi'an University of Posts and Telecommunications, Xi'an 710061, China;

3. School of Economics and Management, Xi'an University of Technology, Xi'an 710048, China)

Abstract: Disruptive innovation is the core driving force for digital industry to break through the blockade of incumbent enterprises and master the technological dominance. Can multidimensional disruptive innovation policies really promote technological integration in the digital industry? What role do other companies in the industry play? Based on the research data of the representative intelligent manufacturing industry in the digital industry, centering on the two dimensions of technology and market, the theory of binary innovation was used to explore and utilize the differences and similarities of two kinds of disruptive technological innovation policies affecting the technological convergence of the digital industry, as well as the mechanism of technological distance. The different linkage effects between disruptive technology binaries and disruptive market binaries were compared. Stepwise regression was used to conduct empirical test. The results show that the relationship between disruptive technology exploration and technology integration is significantly positive. And technology distance positively moderates the relationship between disruptive technology exploration and technology integration degree. The relationship between disruptive technology utilization and technology integration is inverted U-shaped. And technology distance positively regulates the relationship between disruptive technology utilization and technology integration. Different linkages between disruptive technology innovation and disruptive market innovation have completely different impacts on enterprise technology integration. Specifically, in the context of the selection of disruptive technology exploration strategy, disruptive market duality does not significantly promote or inhibit the degree of digital industry technology integration. In the context of the selection of disruptive technology utilization strategy, disruptive market exploration plays a more obvious role in promoting the integration of digital industry.

Keywords: disruptive innovation; technology duality; market duality; technology distance; market distance; technology integration