

DOI 编码: 10.3969/j.issn.1672-884x.2022.02.008

协作研发与在位企业突破性技术创新及 代际知识桥的中介作用

——以汽车行业为例

马亮¹ 张淑敏¹ 仲伟俊²

(1. 兰州理工大学经济管理学院; 2. 东南大学经济管理学院)

摘要: 鉴于代际知识桥对企业突破性技术创新的作用可能不同,以65家汽车行业整车在位企业为样本,对其2009~2019年的面板数据进行负二项回归分析后发现:协作研发能够直接提升在位企业的突破性技术创新绩效,且显性代际知识桥与隐性代际知识桥在期间均可发挥积极中介作用;旧技术创新绩效对协作研发与突破性技术创新绩效的关系会产生积极作用,对显性代际知识桥与突破性技术创新绩效的关系会产生消极作用,但均不显著;旧技术创新绩效对隐性代际知识桥与突破性技术创新绩效的关系会产生显著消极作用。

关键词: 协作研发; 突破性技术创新; 代际知识桥; 在位企业; 汽车行业

中图分类号: C93 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-884X(2022)02-0225-10

Collaborative R&D, Incumbent Firms' Radical Technological Innovation and The Mediating Role of Intergenerational Knowledge Bridges: An Example of Automotive Industry

MA Liang¹ ZHANG Shumin¹ ZHONG Weijun²

(1. Lanzhou University of Technology, Lanzhou, China;

2. Southeast University, Nanjing, China)

Abstract: Incumbent firms' collaborative R&D can reduce the R&D's risk and duration, also, can help incumbent firms form intergenerational knowledge bridges to avoid technological rigidity. However, for incumbent firms in different industries with different difficulties in development of new technologies and different lengths of technology intergenerational cycle, the pros and cons of intergenerational knowledge bridges on firms' radical technological innovation may be different. Based on a panel data of 65 incumbent firms in the automobile industry from 2009 to 2019, the negative binomial regression analysis shows that collaborative R&D can directly improve the incumbent firms' radical technological innovation performance, and both explicit and implicit intergenerational knowledge bridges can play a positive mediating role in the process. In addition, old technological innovation performance has a positive effect on the relationship between collaborative R&D and radical technological innovation performance, and a negative effect on the relationship between explicit intergenerational knowledge bridge and radical technological innovation performance, but both of them are not significant. The old technological innovation performance also has a significant negative effect on the relationship between the implicit intergenerational knowledge bridge and the radical technological innovation performance.

Key words: collaborative R&D; radical technological innovation; intergenerational knowledge bridges; incumbent firms; automotive industry

收稿日期: 2021-04-19

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71764015); 甘肃省哲学社会科学规划资助项目(20YB051); 甘肃省软科学专项资助项目(20CX9ZA045)

1 研究背景

在位企业是相对新进入企业而言的,指在当前行业或主流市场中发展历史较长、市场力量较大、占据主导地位 and 拥有竞争优势的企业,如那些组织资源丰富的大企业或大集团公司^[1]。在位企业常是当前市场主流产品或服务标准的制定者或起草者,故会主动或被动承担起产业轨道内技术创新的推动者身份^[2]。因此,在位企业常需应对两大威胁:①来自外部竞争市场的新进入者“价值破坏”威胁;②来自内部流程“惯性”引起的技术“僵化”威胁。新进入者会破坏在位企业的技术能力价值、专业互补资产价值,并吸引走具有差异化偏好的客户群,故对在位企业会产生竞争威胁^[3]。流程“惯性”会将位在位企业局限在特定的知识结构、技术范式和客户群体中,故会令在位企业变得“故步自封”而失去发展源动力^[4]。为应对内外威胁,并避免自主创新存在的周期长、失败风险高等弊端,在位企业会借助国家实施的产业共性技术研发政策“红利”^[5],采取协作研发模式实现突破性技术创新。同时,在位企业也会通过强化内部组织学习、新技术应用来解决流程“惯性”和技术“僵化”问题。

在研究企业突破性技术创新的驱动因素时,不同研究领域的学者从“静态”视角得出了大致相似的认知。如研究社会网络理论的学者认为,弱连接、“齐美尔”连接、边缘位嵌入是驱动企业突破性技术创新的关键因素^[6,7];持知识基础观的学者认为多样性知识、共性知识是关键性因素^[8];持组织学习观的学者认为跨界学习、跨界知识整合、组织吸收能力等是关键性因素。弱连接、多样性与跨界学习均强调异质性知识、技术与能力的储备越丰富,越有利于企业实现突破性技术创新。这种“静态”知识储备式研究范式多源于资源基础观,通常假设企业内知识、技术与能力储备越丰富,对异质性新知识与技术的吸收性越强,故越有助于企业达成实现突破性技术创新的资源禀赋条件^[9]。

不同于新进入者,在位企业须面对并解决代际技术问题。一是保留固有技术产品的盈利能力;二是变革固有技术产品以参与新技术市场竞争。即在位企业很少全面舍弃固有技术、产品与市场,以“跳跃式”进入全新的技术、产品与市场^[10]。此时,借助国家产业共性技术研发“红利”虽可缓解外部新进入者与内部技术“僵化”双重威胁,但受代际技术“制约”而生成的代

际知识桥是有助于还是不利于企业突破性技术创新,则可能因行业内新技术突破难易程度大小、新产品生产成本高低及代际周期长短不同而不同。如 COHEN 等^[3]在研究摄影公司模拟技术与数字技术代际知识桥时发现,代际知识桥对企业突破性技术创新绩效为负向作用,且只有在旧技术绩效高时二者才可能表现出正向作用。因为模拟技术向数字技术过渡时,代际推广周期相对较短、新产品生产成本更低,故代际知识的独立存在性与创造性作用会较低。

但在有些行业,代际周期长、新产品生产成本高,且行业内新技术突破难度系数大时,代际知识桥的独立存在性高、持续性长、创造性作用也会更为明显。如汽车行业的内燃机技术向纯电动技术过渡,源于“油电混动技术”的代际知识桥对在位汽车企业从事突破性技术研发意义重大^[11],且可能在一个较长的代际技术过渡周期内能够一直发挥独立性、持续性、创造性作用。如中国汽车企业比亚迪,凭借油电混合动力技术生产的“秦、汉、唐、宋”系列汽车,被消费者广泛认可。因此,企业所处行业的产品代际周期长、新产品生产成本高、行业内新技术突破难度系数大时,代际技术及代际知识桥在企业内的独立性、创新性、持续性作用会更加显著。

据上,本研究延续 COHEN 等^[3]的代际知识桥研究范式,以中国汽车行业的在位整车制造企业(传统上从事燃料汽车技术研发,当下从事纯电动汽车技术研发的企业)为被试,拟衡量代际技术周期长、新产品生产成本高、技术突破难度系数大时,代际知识桥是否会同企业突破性技术创新绩效表现出积极作用关系,且旧技术创新绩效是否会弱化而不是强化二者的作用关系。

2 理论回顾与研究假设

2.1 协作研发与在位企业突破性技术创新

协作研发是在位企业与上下游企业、高校、科研院所、政府等组织机构围绕新产品开发、新技术研发等领域展开协作的集体性行为,目的是跨界获取异质性创新资源^[12]。在位企业参与协作研发的动因通常来自两个方面的压力驱使:①受内部资源禀赋局限,亟需以协作研发形式弥补自身研发设备、技术及人员不足缺陷;②受外部新进入者冲击,亟需借助国家宏观产业共性技术研发“红利”,对旧技术和产品进行革新,以快速进入新技术研发和新产品生产领域^[13]。

在位企业与新进入者不同,在实施突破性技术创新过程中,会在很长一段时期面临新旧两代技术共存局面^[14]。此时,在位企业会将突破性技术创新所需的人力、资金、知识库等资源集中起来,以寻求节约研发成本、降低研发风险、整合创新资源、缩短技术创新周期的战略路径。显然,协作研发通过集成分散化的异质性创新资源,可实现多创新主体间优势互补和短板弥补,进而形成创新合力,以增加突破性技术创新成功的概率。当前,学者们多基于资源基础观、社会网络及开放式创新3个理论观点,研究协作研发对在位企业突破性技术创新的作用机理。

持资源基础观的学者强调,企业突破性技术创新的源泉是原始性核心知识资源。如张庆芝等^[15]证实,在位企业与基于基础科学研究的企业、科研院所等机构进行协作研发,有助于从创新源头吸收并转移最先进的原始性知识元素,进而成为技术创新演进中的领跑者。持开放式创新理论的学者认为,协作研发伙伴的“知识溢出”可加速异质性知识共享、扩散与吸收,进而提升企业突破性技术创新的实施效率和效果。如毕静煜等^[16]从研发联盟组合视角证实,研发合作伙伴技术多样性对企业突破性技术创新的作用为倒U形。杨桂菊等^[17]证实,知识搜索(同行搜索和跨界搜索)是本土制造业企业实施颠覆性技术创新的知识与信息获取源,而机会能力是本土制造业企业搜索知识实现颠覆性技术创新的核心能力。持社会网络理论的学者认为,在位企业嵌入协作创新网络的位置与深度,决定了其突破性技术创新能否成功。如刘斐然等^[18]证实,企业参与协作创新网络的广度对突破性技术创新具有倒U形作用,参与协作创新网络的深度对突破性技术创新具有持续正向作用。

基于上述分析可知,在位企业参与协作研发,除可弥补自身资源、知识与技术不足及革新旧技术“僵化”弊端外,还可储备丰富的新颖与异质性知识和技术资源,从而满足企业突破性技术创新实现的资源禀赋条件。因此,本研究提出以下假设:

假设1 协作研发对在位企业突破性技术创新绩效有显著促进作用。

2.2 代际知识桥的中介效应

代际知识桥概念最先由COHEN等^[3]提出,指在位企业在开发新技术时能够用于整合新旧两代技术的一种发挥组合作用的特殊知

识。代际知识桥可能同时存在于在位企业的发明家及生产技术中。例如,在位企业的研发团队在参与新技术开发时,会将自身的旧技术知识同新技术知识进行融合,进而经由学习与吸收过程转化为自身的隐性代际知识桥。在位企业在旧技术基础上,为缩短研发周期、提升应用效力,会通过开发代际技术的方式适应新技术市场需求^[11]。此时,在位企业内会产生大量居于新旧技术之间的混合型代际技术,经由专利申请、产品定型等过程转化为显性代际知识桥。隐性代际知识桥会在发明家的旧知识与新知识之间形成隐性“桥连”知识,以方便发明家在旧技术知识基础上,有效接收、分享、学习和吸收新技术知识^[19]。显性代际知识桥会在企业旧技术与新技术之间形成显性“桥连”知识,以方便企业在旧技术基础上,有效开发混合技术或全新技术。

协作研发作为一种协同创新模式,其核心在于通过“溢出”效应,打造知识协同机制。不同创新主体之间建构起的知识协同机制,会减少知识落差,进而推动彼此隐性知识与显性知识在各创新主体之间自主流动、共享与转换。发明家是企业内部特有的极具创新性的人力资本,是企业研发活动与价值创造的直接和主要参与主体,也是企业可持续竞争力的维持和驱动主体。协作研发带来的知识“溢出”,须经发明家进行甄别、转移和整合后才能转化为企业可控的知识资源和人力资本。尤其当协作研发建立在不同代际技术基础之上时,协作研发为在位企业的发明家提供了宝贵的跨界学习与吸收新一代技术知识的机会。此时,协作研发不仅有助于促进发明家形成属于个人独具的隐性代际知识桥,且此隐性代际知识桥会继续深化发明家在代际技术之间实现跨界学习的效力^[20]。

由此,当某项突破性技术创新的成本、不确定性、风险性、难度系数均高时,其最终实现往往需要数代科研工作者持续努力才有望实现,且在此进程中会以递进式推出多个“代际”技术或产品“暂时”发挥最终突破性技术或产品所需实现的功能。如中国航天与太空探索技术,经历了无人、载人、出舱、绕月、登月、取壤及火星绕行、登陆探索,到如今的空间站载人等“代际”技术与产品的陆续研发及实现过程。对于在位汽车企业,亦是如此。纯电动技术或氢能源等技术的研发和应用虽是新能源汽车产业当下的亟待突破目标,但由于电池与氢能源研发存在

周期长、研发成本高、产业共性技术不足等弊端,从而为“代际”技术与产品的研发、应用及市场开拓提供了可能。此时,在位汽车企业内的隐性或显性代际知识桥,可能会长期、连续、持续对突破性技术创新发挥驱动作用,而非“黏性”或“僵化”作用。

可见,隐性代际知识桥对组织学习新知识或进行技术变革,虽存在“黏性”与“僵化”等不利作用,但当企业的不同代际技术之间长期存在混合技术时,隐性代际知识桥反而可能成为发明家协助在位企业开发代际混合技术、适应市场需求的关键性知识资源^[21]。因为,发明家掌握的隐性代际知识桥会为新一代技术创新突破不断累积经验和知识攀升“台阶”。如在位汽车制造企业比亚迪,起始于电池电芯研发与生产,但收购秦川汽车公司后,使得企业内发明家掌握的代际知识桥为企业从内燃机技术向纯电动技术过渡提供了充足的油电混合技术创新保障。由此,很多在位汽车企业借由发明家掌握的隐性油电混合代际知识桥,实现了向纯电技术突破性创新转轨^[22]。因此,本研究认为隐性代际知识桥能够在协作研发与在位企业突破性技术创新之间发挥积极中介作用。

假设 2a 隐性代际知识桥在协作研发与在位企业突破性技术创新绩效之间可发挥积极中介作用。

协作研发除可为在位企业形成大量基于发明家的隐性代际知识桥外,还可为在位企业形成大量基于代际技术的显性代际知识桥。显性代际知识桥为在位企业明确了,什么样的代际技术知识是被企业当前市场急需和具有潜在开发性的。当在位企业受新进入者威胁,着手进入新技术和产品市场领域时,显性代际知识桥既可能成为在位企业的羁绊,也可能成为在位企业的技术屏障^[23]。若代际技术之间混合技术的独立性、创新性及其作用性不明显时,在位企业一味坚持开发和利用显性代际知识桥可能会将企业直接拖入“泥潭”,如诺基亚坚持开发键盘与数字技术混合的“直板式手机”,最终直接被市场淘汰出局^[24]。但若代际技术之间混合技术的独立性、创新性及其作用性强时,企业形成大量的显性代际知识桥(如比亚迪公司纯电动汽车专利申请数在国内一度居于首位)会有助于新技术在企业内开发的合法性,进而有助于企业实现突破性技术创新。尤其当新技术研发突破难度系数大、应用和生产成本高时,代际技术之间的显性混合技术代际知识桥可能会在一个相

当长的时期内被在位企业使用,如融合油电混合技术的混合动力汽车生产技术,中国多数传统整车制造企业均基于显性油电代际知识桥开发了油电混合动力技术汽车^[25]。

因此,显性代际知识桥也可在协作研发与在位企业的突破性技术创新之间发挥积极中介作用。

假设 2b 显性代际知识桥在协作研发与在位企业突破性技术创新绩效之间可发挥积极中介作用。

假设 2c 隐性代际知识桥与显性代际知识桥可同时在协作研发与在位企业突破性技术创新绩效之间发挥积极中介作用。

2.3 旧技术创新绩效的调节作用

受组织路径依赖效应影响,旧技术创新绩效越高的在位企业更倾向于对同质知识及熟悉领域内知识元素进行精炼和萃取^[25]。认知模式和信息过滤方式的“惯性”与“僵化”,会令在位企业落入“能力陷阱”,从而放弃着手突破性技术创新。但突破性技术创新既需要在位企业资本和资源充裕以缓冲各种矛盾和冲突,又需要在位企业将大量资本和资源用于技术研发投入,而旧技术创新绩效恰是充裕资本与资源的保障来源。此外,旧技术创新绩效高的在位企业,在行业内的创新“地位”高,协作研发及创新链上下游联动的伙伴多。

因此,旧技术创新绩效高的在位企业,越可能基于协作研发实现突破性技术创新。原因有两个:①旧技术创新绩效高,保障了在位企业有充足的资金向协作研发投入,以提升突破性技术创新成功的概率;②旧技术创新绩效高说明固有技术拥有更强的市场竞争力,在位企业在协作研发网络中的中心性更强,故采取协作研发更可能促成突破性技术创新成功^[26]。

但是,旧技术创新绩效高的在位企业,会弱化代际知识桥对突破性技术创新的作用。原因是,旧技术创新绩效高时,发明家跨界学习和吸收的新技术知识,可能无法在企业内被认同和赞誉,甚至可能被“泯灭”。此时,隐性代际知识桥对在位企业突破性技术创新的积极作用会因旧技术绩效高而被弱化。同时,若在位企业旧技术创新绩效高,源于混合技术应用的显性代际知识桥的合法性会被质疑,从而导致显性代际知识桥对突破性技术创新的积极作用被忽视^[27]。

由上述分析可知,旧技术创新绩效对协作研发与代际知识桥驱动在位企业突破性创新的

作用可能不同。如旧技术创新绩效高,虽有助于在位汽车制造企业参与协作研发,进而促进突破性技术创新成功的概率,但可能削弱在位汽车制造企业对代际知识桥功能性作用 and 价值的重视程度,进而抑制其突破性技术创新成功的概率。

假设 3a 旧技术创新绩效可对协作研发与在位企业突破性技术创新绩效的关系发挥积极调节作用。

假设 3b 旧技术创新绩效可对隐性代际知识桥与在位企业突破性技术创新绩效的关系发挥负向调节作用。

假设 3c 旧技术创新绩效可对显性代际知识桥与在位企业突破性技术创新绩效的关系发挥负向调节作用。

本研究的理论假设中变量的作用关系见图 1。

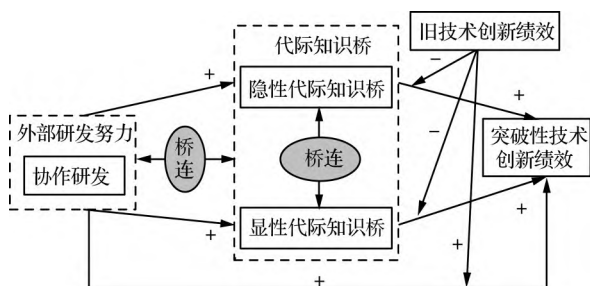


图 1 理论模型

3 研究设计

3.1 样本选择

为区别 COHEN 等^[3]的研究样本,本研究以代际技术周期长、新技术突破难度系数大、代

际知识桥作用更为明显的汽车行业为例,并选取从事整车制造的在位企业为研究对象。在位汽车企业指借助传统内燃机技术生产制造汽车的企业;对应新进入者为直接借助纯电动技术生产制造汽车的企业。

以中国汽车行业作为研究对象的原因是,新能源汽车产业既是中国十大战略性新兴产业之一,更是中国实现碳达峰、碳中和目标的重要战略支撑。中国传统燃料汽车行业以技术追踪为主要创新发展模式,关键核心技术方面自主创新能力较弱,没有很好把握传统汽车发展先机。因此,为迎接新一轮汽车产业变革机遇,提升我国汽车产业自主创新能力,实现“弯道超车”,中国亟需双向并举。即,一方面积极促进传统燃料汽车“在位企业”转型升级,另一方面加强培育以新能源汽车为主要发展目标的新入企业。

自 2009 年以后,我国纯电动汽车技术领域专利申请数首次超过传统汽车,且呈逐年递增趋势(见图 2)。汽车行业在 2009 年以后,吹响了向以电池驱动技术为主的纯电动汽车变革的号角,因此,本研究选取 2009~2019 年为观测年份。所选样本为汽车行业的在位企业,即经历过传统燃料汽车技术研发,同时又从事纯电动汽车研发,且在很长一段时间内同时凭借这两种代际技术生产制造汽车的企业。此外,样本为汽车行业综合型整车制造企业,而非汽车零部件制造企业。因为整车制造企业既保留了内部的研发动力,又直接面向市场和消费者,对突破性技术创新的需求更为敏锐和直接。

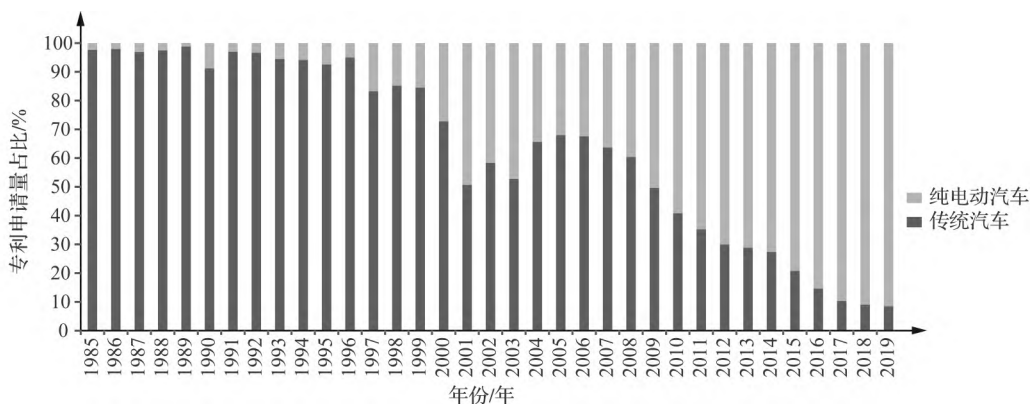


图 2 纯电动汽车与传统汽车的技术专利申请量对比

样本企业经过 3 轮筛选得以确定。①在技术研发方面,通过查阅 Incopat 专利数据库,利用 IPC 国际专利分类号,筛选在以内燃机驱动技术为主的传统燃料汽车技术研发和以电池管理控制器、电源电池、电池管理系统技术为主的

纯电动汽车技术研发方面均有发明专利申请的中国汽车企业,并对专利摘要进行大致阅读,以避免归类错误;②在产品销售方面,针对第一轮筛选结果,通过查阅企业年报、搜集企业产品销售信息,判断企业是否同时销售传统燃料汽车

和纯电动汽车；③综合企业专利申请数量、成立年份、规模、所占市场份额、产品销售收入等客观指标，判断样本企业是否真正为传统燃料汽车技术的在位企业，并与国家工信部发布的汽车整车制造企业名录进行匹配、筛选、清洗、剔除，判断在位企业是否为整车制造企业。经过 3 轮筛选，最终得到 65 家汽车行业的整车制造在位企业。样本企业包括江铃汽车、中通客车、比亚迪等 21 家上市企业，及浙江吉利汽车、东风汽车等 44 家非上市企业。

3.2 数据来源

本研究所使用相关专利数据均来源于 Incopat 专利数据库，企业特征数据均从公司年报、Wind 数据库、企业官网、国家企业信用信息公示系统、地方企业信用信息公示系统中获得。

3.3 变量测度

(1)被解释变量 突破性技术创新绩效 (RI)。发明专利是指前所未有的、独创、新颖和实用的专利技术或方法。与外观专利、实用新型专利等专利类型相比，发明专利技术含量最高、创造性最高、审批过程最复杂且专利保护年限最长，更适用于衡量企业突破性技术创新水平。故采用企业每年在以电池驱动技术为主的突破性技术方面申请的发明专利数进行测度。在检索时，首先利用国际 IPC 分类号对纯电动汽车区别于传统燃料汽车的以电池驱动为主的电池管理控制器、电源电池、电池管理系统、电池组控制器等突破性技术进行主要检索，且只检索在中国申请授权且应用于纯电动汽车的发明专利，所使用的 IPC 分类号为：H02J OR H01M OR H01G OR H02M OR H02K OR H02P OR H05K OR B60L OR B60W OR G01R。然后，按照国家工信部发布的汽车整车制造企业名录对每个企业进行检索。最后，对双向检索的专利数据进行匹配，对重复数据及不规范数据进行剔除，以确保数据的完整性与准确性。

(2)解释变量 协作研发 (CRD)。是否构成协作研发主要看企业创新过程中是否向内外外部复杂系统集成创新资源、聚集创新知识，进而协调企业内部创新系统。故本研究以专利申请主体是否与高校、科研院所、企业、政府等其他组织之间存在联合专利，并计算联合专利的数量，测度企业协作研发的强度^[28]。

(3)中介变量 隐性代际知识桥 (TKB)。由中国《专利法实施细则》可知，对发明创造实质做出创造性贡献的人才被称作专利发明人。

可见，《专利法实施细则》中的专利发明人在企业内即为发明家。发明家是企业得以从事新技术研发的智力载体，且常以其隐性知识储备量高低体现其在企业内的创造力价值如何。隐性代际知识主要是发明家基于旧技术知识，参与新技术研发时经由代际知识交互、整合及学习过程而生成，表现为发明家掌握的能够衔接和参与新旧代际技术研发的桥连性隐性知识。故本研究通过计算每年在新旧技术领域均有发明创造的专利发明人总数来测度企业的隐性代际知识桥^[3]。

显性代际知识桥 (EKB)。显然，企业的专利技术数量是其显性知识储备量的具体表现。混合动力汽车严格意义上来讲与纯电动汽车同属于新能源汽车范畴，所使用的 IPC 分类号与纯电动汽车类似，但应用方向有较大区别。故本研究通过计算每家企业应用于混合动力汽车的专利技术总量，来测度显性代际知识桥^[3]。所使用的 IPC 分类号为 H01M OR B60W OR B60K OR H02J OR F16H OR B70L OR G01R OR H02H。

(4)调节变量 旧技术创新绩效 (OTP)。同突破性技术创新绩效测度方法类似，本研究使用每一年度公司在旧技术（以内燃机驱动为主的传统燃料汽车相关技术）中所申请的专利数来测度旧技术创新绩效。使用的 IPC 分类号为 F01L OR F02B OR F02D OR F02F OR F02M OR F02N。

(5)控制变量 企业年龄 (FA)。以企业成立年距观测年的年限长短来测度，并取对数处理。一般认为成立时间越长的企业，知识积累越多，创新绩效越好。

企业研发年龄 (RDA)。以企业初次研发年距观测年的年限长短来测度，并取对数处理。企业研发年龄反映了申请主体的研发历史，通常企业研发年龄越长，专利申请量越多。

企业所在经济区域 (ER)。以中西部区域为基础类别，设置“东部区域”虚拟变量。

企业性质 (FP)。以非合资汽车企业为基础类别，设置“合资企业”虚拟变量。不同性质的汽车企业在资源、政策、资金、技术等方面会有差异。

3.4 研究方法选择

本研究的被解释变量为企业突破性技术创新绩效，在测度时使用企业申请专利数量衡量，属于典型的非负计数型数据，故难以服从正态分布假定。因此，传统线性回归模型不再适用，

处理计数数据使用泊松回归或负二项回归模型更为科学。但在泊松回归模型中,被解释变量通常被假设“期望=方差”,即数据存在“均等分散”情况方可适用。主要变量的描述性统计分析及相关系数检验见表1。由表1可知,本研究中被解释变量的均值为21.75,标准差为54.24,标准差远大于均值,即专利申请数存在“过度离散”状况,不满足泊松回归模型使用的

“均等分散”假设前提。故本研究采用负二项回归模型对样本数据进行回归分析^[29]。同时,借助Hausman检验进行固定效应与随机效应的选取。Hausman检验结果中 p 值为0.055,即在 $p < 0.1$ 的显著性水平下拒绝随机效应原假设,本研究使用固定效应负二项回归模型进行实证检验。

表1 描述性统计分析及相关系数检验(N=65)

变量	均值	标准差	1	2	3	4	5	6	7	8	9	VIF
1 RI	21.75	54.24	1.00									1.31
2 CRD	3.05	12.91	0.26	1.00								1.75
3 TKB	2.26	7.65	0.47	0.16	1.00							1.61
4 EKB	6.40	17.13	0.79	0.25	0.34	1.00						1.33
5 OTP	171.73	28.71	0.42	0.20	0.55	0.41	1.00					1.64
6 lnFA	2.72	0.57	0.12	0.06	0.04	0.09	0.01	1.00				1.66
7 lnEA	2.23	0.65	0.25	0.07	0.18	0.19	0.12	-0.06	1.00			1.65
8 ER	0.40	0.49	-0.02	0.02	-0.05	0.01	-0.08	0.12	-0.06	1.00		1.75
9 FP	0.63	0.92	0.02	0.13	-0.06	0.03	-0.07	0.06	-0.09	0.09	1.00	1.75

4 实证分析

4.1 描述性统计分析与相关系数检验

由表1可知,除显性代际知识桥与突破性技术创新绩效相关系数为0.79(对应于假设3c)、旧技术创新绩效与隐性代际知识桥相关系数为0.55(略高于0.5)外,其余变量相关系数均未超过0.5。对方差膨胀因子系数进行检验后发现,VIF系数均不高于2,说明变量之间不

存在严重的多重共线性。

4.2 固定效应负二项回归分析

(1)主效应检验 在位企业协作研发、隐性代际知识桥、显性代际知识桥与突破性技术创新绩效的直接效应与中介效应的负二项回归检验结果见表2。因协作研发带来的异质性知识元素转化为企业申请专利数所衡量的突破性技术创新绩效需要一定的时间跨度,故模型所使用的协作研发变量为一阶滞后项。

表2 直接效应检验与中介效应检验的负二项回归分析(N=65)

变量	RI		TKB		EKB		RI	
	模型1	模型2	模型3	模型4	模型5	模型6	模型7	
CRD		0.017*** (5.10)	0.008* (1.72)	0.016*** (5.00)	0.012*** (3.40)	0.016*** (4.98)	0.015*** (4.83)	
TKB				0.020*** (8.33)			0.019*** (7.86)	
EKB						0.009*** (7.90)	0.009*** (7.65)	
FA	-0.163 (-0.80)	-0.228 (-1.13)	-0.110 (-0.37)	-0.244 (-1.22)	-0.360 (-1.57)	-0.215 (-1.07)	-0.220 (-1.11)	
RDA	1.905*** (9.68)	1.887*** (9.60)	0.966*** (3.67)	1.862*** (9.57)	1.479*** (7.37)	1.808*** (9.20)	1.784*** (9.22)	
ER	0.227 (1.63)	0.182 (1.47)	0.566** (2.32)	0.163 (1.35)	0.103 (0.96)	0.175 (1.40)	0.160 (1.30)	
FP	0.638*** (2.96)	0.709*** (3.32)	0.089 (0.31)	0.678*** (3.18)	0.382* (1.72)	0.563* (2.57)	0.549** (2.51)	
常数项	-5.012*** (-10.76)	-4.862*** (-10.62)	-3.502*** (-5.74)	-4.736*** (-10.50)	-3.217*** (-6.85)	-4.695*** (-10.28)	-4.602*** (-10.25)	
Likelihood	-1 335.723	-1 326.735	-678.469	-1 309.656	-1 059.293	-1 308.954	-1 293.229	
Wald χ^2	145.57	178.38	33.49	271.04	99.67	270.55	348.81	
Prob> χ^2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	

注:***、**、*分别表示 $p < 0.01$ 、 $p < 0.05$ 、 $p < 0.1$,下同。

由表 2 可知,模型 1 为仅加入控制变量的基础模型回归结果,显示企业研发年龄与企业性质对突破性技术创新绩效均有显著的促进作用,企业年龄与企业所属经济区域对突破性技术创新绩效影响不显著。模型 2 中加入自变量协作研发,发现协作研发对企业突破性技术创新绩效的影响系数为正向且显著 ($\beta=0.017, p<0.01$)。说明在位企业通过与外部联盟伙伴保持协作研发可显著促进突破性技术创新绩效,假设 1 得证。

②)中介效应检验 由表 2 的模型 3 回归结果可知,协作研发对隐性代际知识桥的作用效应为正向显著($\beta=0.008, p<0.1$);由模型 4 回归结果可知,将自变量协作研发与中介变量隐性代际知识桥同时纳入回归模型时,协作研发对企业突破性技术创新绩效的作用效应仍为正向显著($\beta=0.016, p<0.01$),隐性代际知识桥对企业突破性技术创新绩效的作用效应为正向显著($\beta=0.020, p<0.01$)。说明隐性代际知识桥在协作研发与企业突破性技术创新绩效之间发挥部分中介作用,假设 2a 得证。同理,由模型 5 可知,协作研发对显性代际知识桥的

作用效应为正向显著($\beta=0.012, p<0.01$);由模型 6 回归结果可知,将自变量协作研发与中介变量显性代际知识桥同时纳入回归模型时,协作研发对企业突破性技术创新绩效的作用效应仍为正向显著($\beta=0.016, p<0.01$),显性代际知识桥对企业突破性技术创新绩效的作用效应为正向显著($\beta=0.009, p<0.01$)。说明显性代际知识桥在协作研发与企业突破性技术创新绩效之间发挥部分中介作用,假设 2b 得证。进一步,同时将协作研发、隐性代际知识桥、显性代际知识桥纳入回归模型检验发现(模型 7),隐性知识与显性知识可同时在协作研发与企业突破性技术创新绩效之间发挥部分中介作用,假设 2c 得证。

③)调节效应检验 旧技术创新绩效发挥调节效应的负二项回归检验结果见表 3。由模型 8、模型 10 和模型 12 可知,旧技术创新绩效对企业突破性技术创新绩效的作用效应为正向显著($\beta=0.009, p<0.01; \beta=0.008, p<0.01$),说明旧技术创新绩效对企业突破性技术创新绩效有显著促进作用。

表 3 调节效应检验的负二项回归结果(N=65)

变量	RI					
	模型 8	模型 9	模型 10	模型 11	模型 12	模型 13
CRD	0.014*** (4.49)	0.014*** (3.28)				
TKB			0.016*** (6.11)	0.020*** (7.27)		
EKB					0.009*** (7.32)	0.009*** (6.73)
OTP	0.009*** (9.11)	0.009*** (8.80)	0.008*** (7.87)	0.010*** (7.90)	0.009*** (8.83)	0.009*** (5.58)
OTP×CRD		0.018 (0.40)				
OTP×TKB				-0.079** (-2.53)		
OTP×EKB						-0.020 (-0.46)
FA	-0.027 (-0.13)	-0.028 (-0.14)	-0.057 (-0.28)	0.033 (0.16)	-0.031 (-0.15)	0.040 (0.19)
RDA	1.762*** (8.98)	1.774*** (8.93)	1.818*** (9.28)	1.735*** (8.78)	1.727*** (8.81)	1.710*** (8.60)
ER	0.161 (1.31)	0.165 (1.33)	0.184 (1.43)	0.161 (1.26)	0.191 (1.41)	0.184 (1.37)
FP	0.492** (2.33)	0.498** (2.35)	0.498** (2.35)	0.385* (1.78)	0.349 (1.64)	0.324 (1.47)
常数项	-5.107*** (-10.85)	-5.133*** (-10.80)	-5.091*** (-10.80)	-5.129*** (-10.83)	-5.114*** (-10.77)	-5.099*** (-10.71)
Likelihood	-1 302.150	-1 302.070	-1 298.403	-1 294.938	-1 294.174	-1 294.065
Wald χ^2	267.24	264.94	317.71	330.09	321.35	322.80
Prob> χ^2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

注:为避免多重共线性问题,对模型交互项中的变量均已进行中心化处理。

由模型 9 可知,加入协作研发与旧技术创新绩效的交乘项系数为正向,但不显著($\beta = 0.018, p > 0.1$),说明旧技术创新绩效对协作研发与企业突破性技术创新绩效的关系虽可发挥积极调节作用,但不显著,假设 3a 未被证实。由模型 11 可知,隐性代际知识桥与旧技术创新绩效的交乘项对企业突破性技术创新绩效的作用效应为负向,且显著($\beta = -0.079, p < 0.05$),说明旧技术创新绩效对隐性代际知识桥与突破性技术创新绩效的关系可发挥显著的负向调节作用,假设 3b 被证实。由模型 13 可知,显性代际知识桥与旧技术创新绩效的交乘项对企业突破性技术创新绩效的作用效应为负向,但不显著($\beta = -0.020, p > 0.1$),说明旧技术创新绩效对显性代际知识桥与企业突破性技术创新绩效的关系虽可发挥负向调节作用,但不显著,假设 3c 未被证实。

综上可知,旧技术创新绩效主要会弱化隐性代际知识桥对企业突破性技术创新绩效的积极作用。

4.3 稳健性检验

为确保数据分析结果的稳健性,本研究将被解释变量的发明专利申请数量替换为专利申请数量测度因变量,进行稳健性检验^①。对比前述检验模型可知,变量作用系数方向一致、显著性一致,故结论稳健。

5 结语

本研究有 3 项结论:①协作研发能够直接提升在位汽车企业的突破性技术创新绩效;②显性代际知识桥与隐性代际知识桥均可在协作研发与在位汽车企业突破性技术创新绩效之间发挥部分中介作用;③旧技术创新绩效对协作研发与在位汽车企业突破性技术创新绩效的关系会产生积极调节作用、对显性代际知识桥与在位汽车企业突破性技术创新绩效的关系会产生消极调节作用,且均不显著,但旧技术创新绩效对隐性代际知识桥与在位汽车企业突破性技术创新绩效的关系可产生显著消极调节作用。由此,本研究的管理启示包括:①对于研发周期与代际周期均长,且代际技术作用更为明显的行业,代际技术与代际产品在相当长的一个时期内会一直存在^[30];②源于国家宏观政策导向的产业共性技术研发政策对在位汽车企业突破性技术创新的成功存在“红利”效应;旧技术创新绩效可能成为在位企业追求突破性技术创新

的“羁绊”。

本研究的局限包括:测度在位企业协作研发情况时未对协作研发对象加以区分;测度隐性代际知识桥变量时仅考虑了发明家这一研发主体的隐性代际知识桥;默认在位企业在新旧技术过渡期均积极开展突破性技术创新,且试图通过将外部研发努力内化,以维持可持续竞争优势。

参 考 文 献

- [1] CHRISTENSEN C M. The innovator's dilemma: when new technologies cause great firms to fail[M]. Boston: Harvard Business Review Press, 2013.
- [2] 马玉成,李垣,付强.成熟企业资源构建对技术创新影响研究[J].科学学与科学技术管理,2015,36(6):138-146.
- [3] COHEN S L, TRIPSAS M. Managing technological transitions by building bridges[J]. Academy of Management Journal, 2018, 61(6): 2319-2342.
- [4] HILL C W L, ROTHARMEL F T. The performance of incumbent firms in the face of radical technological innovation[J]. Academy of Management Review, 2003, 28(2): 257-274.
- [5] 李纪珍.产业共性技术:概念、分类与制度供给[J].中国科技论坛,2006(3):45-47,55.
- [6] TORTORIELLO M, KRACKHARDT D. Activating cross-boundary knowledge: the role of simmelian ties in the generation of innovations[J]. Academy of Management Journal, 2010, 53(1): 167-181.
- [7] ZHOU K Z, LI C B. How knowledge affects radical innovation: knowledge base, market knowledge acquisition, and internal knowledge sharing[J]. Strategic Management Journal, 2012, 33(9): 1090-1102.
- [8] ESCRIG E D, BROCH F F M, ALCAMÍ R L, et al. How to enhance radical innovation? The importance of organizational design and generative learning[J]. Review of Managerial Science, 2020, 14(5): 1101-1122.
- [9] SUNG S Y, CHOI J N. Building knowledge stock and facilitating knowledge flow through human resource management practices toward firm innovation[J]. Human Resource Management, 2018, 57(6): 1429-1442.
- [10] ANSARI S S, KROP P. Incumbent performance in the face of a radical innovation: towards a framework for incumbent challenger dynamics[J]. Re-

① 限于篇幅,检验结果未列示,留存备索。

- search Policy, 2012, 41(8): 1357-1374.
- [11] FURR N R, SNOW D C. Intergenerational hybrids: spillbacks, spillforwards, and adapting to technology discontinuities[J]. Organization Science, 2015, 26(2): 475-493.
- [12] 曾德明, 文金艳. 协作研发网络中心度, 知识距离对企业二元式创新的影响[J]. 管理学报, 2015, 12(10): 1479-1486.
- [13] MIOTTI L, SACHWALD F. Co-operative R&D: why and with whom? An integrated framework of analysis[J]. Research Policy, 2003, 32(8): 1481-1499.
- [14] BERGEK A, BERGGREN C, MAGNUSSON T, et al. Technological discontinuities and the challenge for incumbent firms: destruction, disruption or creative accumulation? [J]. Research Policy, 2013, 42(6/7): 1210-1224.
- [15] 张庆芝, 杨雅程, 赵天翊, 等. 科学家参与、知识转移与基于科学的企业持续创新[J]. 科学学研究, 2019, 37(11): 2082-2091.
- [16] 毕静煜, 谢恩, 魏海笑. 联盟伙伴技术多样性对企业突破性创新的影响——研发联盟组合特征的调节作用[J]. 研究与发展管理, 2021, 33(2): 41-52.
- [17] 杨桂菊, 陈思睿, 王彤. 本土制造企业低端颠覆的理论 with 案例研究[J]. 科研管理, 2020, 41(3): 164-173.
- [18] 刘斐然, 胡立君, 范小群. 产学研合作对企业创新质量的影响研究[J]. 经济管理, 2020, 42(10): 120-136.
- [19] GRUBER M, HARHOFF D, HOISL K. Knowledge recombination across technological boundaries: scientists vs. engineers[J]. Management Science, 2013, 59(4): 837-851.
- [20] 裴云龙, 蔡虹, 向希尧. 产学学术合作对企业创新绩效的影响——桥接科学家的中介作用[J]. 科学学研究, 2011, 29(12): 1914-1920.
- [21] FORÉS B, CAMISÓN C. Does incremental and radical innovation performance depend on different types of knowledge accumulation capabilities and organizational size? [J]. Journal of Business Research, 2016, 69(2): 831-848.
- [22] 于晓勇, 赵晨晓, 马晶, 等. 基于专利分析的我国电动汽车技术发展趋势研究[J]. 科学学与科学技术管理, 2011, 32(4): 44-51.
- [23] LEIFER R, O'CONNOR G C, RICE M. Implementing radical innovation in mature firms: the role of hubs[J]. Academy of Management Perspectives, 2001, 15(3): 102-113.
- [24] VUORI T O, HUY Q N. Distributed attention and shared emotions in the innovation process: how Nokia lost the smartphone battle[J]. Administrative Science Quarterly, 2016, 61(1): 9-51.
- [25] 王博, 刘则渊, 刘盛博. 我国新能源汽车产业技术标准演进路径研究[J]. 科研管理, 2020, 41(3): 12-22.
- [26] HELFAT C E, WINTER S G. Untangling dynamic and operational capabilities: strategy for the (N)ever-changing world[J]. Strategic Management Journal, 2011, 32(11): 1243-1250.
- [27] KÖNIG A, GRAF-VLACHY L, SCHÖBERL M. Opportunity/threat perception and inertia in response to discontinuous change: replicating and extending Gilbert (2005)[J]. Journal of Management, 2021, 47(3): 771-816.
- [28] 陈培祯, 曾德明. 网络位置、知识基础对企业新产品开发绩效的影响[J]. 管理评论, 2019, 31(11): 128-138.
- [29] 陈立勇, 张洁琼, 曾德明, 等. 知识重组、协作研发深度对企业技术标准制定的影响研究[J]. 管理学报, 2019, 16(4): 531-540.
- [30] 李林, 杨承川, 何建洪. 我国先进制造企业技术赶超中的技术能力阶段性跃迁研究[J]. 管理学报, 2021, 18(1): 79-90.

(编辑 刘继宁)

通讯作者: 马亮(1981~), 男, 甘肃庆阳人。兰州理工大学(兰州市 730050)经济管理学院副教授, 博士。研究方向为创新管理和新兴产业政策。E-mail: 2960985598@qq.com