

复杂性视角下中央企业关键核心技术突破 的组态路径研究

——来自中证中央企业100指数成分股的经验证据

徐鹏, 李悦

(山东财经大学 工商管理学院, 山东 济南 250014)

摘要: 实现关键核心技术自主可控是中央企业充分发挥产业链“链长”职能、引领产业技术突破、抢占科技竞争与未来发展制高点的重要引擎。文章运用模糊集定性比较分析方法探讨了资源、能力、环境条件对推动中央企业关键核心技术突破的联动效应。研究发现: 中央企业关键核心技术突破具有“多重并发”与“殊途同归”的特点, 任何单一因素均不能构成关键核心技术突破的必要条件; 存在五条驱动路径推动中央企业关键核心技术突破, 可归纳为四种范式, 分别为内部资源驱动型、外部环境赋能型、资源能力共演型和多维触角联动型; 研发投入、创新数量与关键人力作为中央企业特有的资源能力禀赋, 是推动关键核心技术突破的内部支撑力量, 企业协同创新与创新边界在中央企业关键核心技术突破中发挥着“助推器”的作用。文章丰富和拓展了中央企业关键核心技术突破的理论研究, 可以为我国进一步突破西方技术封锁、攻克“卡脖子”难题、实现科技自立自强提供理论依据。

关键词: 中央企业; 关键核心技术; 模糊集定性比较分析; 前因组态

中图分类号: F270 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-0150(2025)02-0064-14

一、引言

“绣花要得手绵巧, 打铁还需自身硬。”科技自立自强是我国突破西方技术封锁、加快形成新质生产力的关键。当前, 我国经济总体上尚存在大而不强的问题, 根本原因在于核心技术、关键共性技术仍掌握在别国手中, 极大程度上削弱了我国企业在国际市场上的核心竞争力。作为控制行业发展制高点的技术体系, 关键核心技术具有的知识缄默性、难以模仿性以及不可替代性使得较多企业在研发创新实践中“有心无力”, 成为西方国家制约中国科技发展的“杀手锏”。中央企业作为我国科技创新的“领飞头雁”, 对实现科技自立自强具有领头效应与战略支撑作用(谢文帅和宋东林, 2023)。近年来, 虽然中央企业在盾构机、高速铁路、特高压输电等领域涌现出一大批标志性重大创新成果(欧阳桃花和曾德麟, 2021; 宋娟等, 2023; 赵晶等, 2022), 但是在众多关键领域仍面临西方国家严重的技术打压。习近平总书记指出“中央企业等国有企业要勇挑重担、敢打头阵, 勇当原创技术的‘策源地’、现代产业链的‘链长’”, 进一步明确了中

收稿日期: 2024-11-18

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(71972117); 山东省社会科学规划研究重点项目(23BGLJ02); 泰山学者工程专项(tsqn202103095)。

作者简介: 徐鹏(1985—), 男, 山东鄄城人, 山东财经大学工商管理学院教授(通信作者);

李悦(1992—), 女, 山东乐陵人, 山东财经大学工商管理学院博士研究生。

央企业在我国科技创新中应主动担当、积极作为,充分发挥现代产业链“链长”的引领与协调作用。因此,明晰关键核心技术突破“黑箱”、实现“卡脖子”技术反超成为中央企业亟待解决的战略问题。

在现有关键核心技术的理论研究中,大部分文献讨论了关键核心技术的概念界定及其基本特征,从“知识论”“决定论”“安全论”系统阐述了关键核心技术“是什么”的问题。其中,结合“知识论”“决定论”的观点,关键核心技术是企业或技术组织在关键研发过程中逐渐积累的“一揽子”技术知识体系,在企业技术创新及产业体系发展中发挥着核心作用(王璐瑶等,2022),而“安全论”则强调了关键核心技术是一种决定国家以及产业安全的技术(胡旭博和原长弘,2022)。也有不少研究聚焦探索单一企业或特定行业的关键核心技术突破路径,即“怎么做”的问题。部分学者通过案例分析探讨了盾构机、北斗系统、高速铁路等“国之重器”的技术突破路径以及制造业领军企业等特定行业的关键核心技术攻关机制(赵耀升等,2021;欧阳桃花和曾德麟,2021),少部分文献分析了产学研融合或政府引导基金等单个影响因素的净效应(吴超鹏和严泽浩,2023;王钰莹和原长弘,2023)。总体来看,探索关键核心技术突破路径在理论界已受到高度重视,并产出了一系列研究成果。但仍存在尚需明晰的问题,为本文提供了研究空间:第一,虽然对特定企业关键核心技术突破路径的讨论相对丰富,但是攻克“卡脖子”难题是国家战略层面以及多行业企业亟须解决的共性技术问题,现有研究针对多行业企业技术难题攻关机制的系统探索重视不够。第二,当前研究忽略了作为原创技术“策源地”的中央企业在关键核心技术突破中的重要性与独特性,中央企业在资源禀赋与发展环境上与民营企业存在较大区别,其关键核心技术突破路径背后多因素的“联合效应”以及“互动关系”有待进一步厘清。

鉴于此,本文以中证中央企业100指数成分股企业为研究样本,基于资源基础观与动态能力理论,引入TOE理论框架,运用模糊集定性比较分析(fsQCA)方法探究多元逻辑并发推动关键核心技术突破的复杂因果机制。主要拟解决如下两个关键问题:(1)存在哪些条件组态可以推动企业关键核心技术突破?(2)作为国有企业创新“先锋队”的中央企业,存在哪些独特的关键核心技术突破范式,是否存在发挥普适作用的核心条件?本研究有助于拓宽关键核心技术突破的研究视角,加深对中央企业关键核心技术突破决定因素以及驱动路径的理解,为培育科技自立自强“国家队”以及助力产业链现代化建设提供参考。

二、文献回顾和研究框架

(一)文献回顾

本文从两方面回顾关键核心技术突破领域的相关文献:一是从关键核心技术的概念与特征出发,阐述关键核心技术突破的判定标准;二是聚焦特定企业的关键核心技术攻关路径,对关键核心技术突破的影响因素进行梳理,为后续研究提供思路。

在关键核心技术突破的判定标准上,以往研究中学者们从不同视角通过不同方法进行了分析。基于“知识论”与“决定论”整合视角,相关研究认为关键核心技术是企业研发过程中通过逐步积累形成的独有缄默性知识技术体系,其突破是组织高质量创新的表现。比如有的学者提出专利可充分反映企业创新信息,以企业专利被引用量评价关键核心技术突破具有较强合理性(吴超鹏和严泽浩,2023)。此外,也有学者将企业所获国家科技奖项、在美日欧等发达国家的专利布局情况以及制定技术标准数量作为关键核心技术突破的判定标准(王钰莹和原长弘,2023)。基于“安全论”视角,冯婷等(2024)认为关键核心技术突破有效扭转了高端医疗设备领域长期存在的“进口依赖”困境,通过技术自主可控显著提升了科技主动权,因此,可以基于“国

产替代”逻辑评估关键核心技术突破情况。综上所述,目前关键核心技术突破在学术界尚未形成统一的判定标准,学者们多是基于研究目的和研究对象的特殊性进行评价和界定。

现有研究表明,企业关键核心技术突破受到多种因素的影响。大部分文献通过案例研究较为细致地刻画了特定企业关键核心技术突破的演进过程,并识别出持续高强度的研发资金投入、技术积累、产学研合作、关键领军人才、政府与市场合力等推动技术攻关的核心要素(胡旭博和原长弘,2022;赵耀升等,2021),少量文献则探讨了在特定行业中构建产学研深度融合的开放式创新体系以及风险投资对关键核心技术突破产生的影响(王钰莹和原长弘,2023;冯婷等,2024)。事实上,关键核心技术突破是一项相对复杂的系统工程,极为强调创新生态系统内部多主体的协同耦合(王楠和杨柯巍,2024),例如,盾构机以及中国高铁等关键核心技术的突破背后呈现出了知识资本、政府市场以及产学研深度融合等关键性要素的复杂驱动(欧阳桃花和曾德麟,2021;宋娟等,2023)。由此可见,关键核心技术突破路径中不仅包含企业内部微观要素,还有外部系统形成的宏观要素,这些理论为本文从复杂性视角考察多重因素并发推动关键核心技术突破的作用机制奠定了理论支撑。

明晰“关键核心技术突破的主体是谁”这一问题有助于立足企业自身资源特性与外部环境特征开展更为细致的研究。当前,学术界多聚焦探索单一企业或特定产业的创新实践。例如,张羽飞等(2024b)探究了产学研深度融合质量对制造业领军企业关键核心技术能力的影响,并分析了政府支持发挥的重要作用;针对东方电气、中国石油等大型央企,众多文献通过案例研究揭示了其依托政产学研用协同创新网络以及合理的资源编排从而提升创新效能实现中国情境下的技术赶超(赵长轶等,2023;杨磊等,2024)。值得注意的是,鲜有文献关注不同行业的中央企业关键核心技术突破路径,对其技术攻关共性规律的系统性探索有待深化。同时,“链长制”是我国突破西方技术管辖、保障产业链安全的重要机制,作为国民经济发展的中坚力量,中央企业应积极履行创新驱动发展战略赋予的使命和任务,充分发挥在关键核心技术领域的战略支撑作用,成为我国科技强国建设中的核心力量(谢文帅和宋冬林,2023)。基于以上分析,有必要聚焦中央企业厘清关键核心技术突破的驱动路径,助力我国突破西方技术壁垒,实现高水平科技自立自强。

(二)理论基础

现有文献表明,在政府市场外部赋能情境下,企业通过创新网络嵌入与资源协同配置实现了关键核心技术能力的动态跃迁(杨筱恬等,2024;张艺等,2024)。这种创新要素协同互动不仅体现了“资源—能力—环境”三维驱动机制,而且与TOE理论框架强调的技术禀赋、组织特征、外部环境的耦合协同较为契合(Xing等,2023)。因此,本研究基于资源基础观、动态能力理论,引入TOE理论框架,旨在揭示内外部创新要素协同驱动企业关键核心技术突破的内在机理。

1. 创新资源与关键核心技术突破。资源基础观认为,企业内部的独特资源和能力有助于塑造竞争优势(Barney, 1991; Wernerfelt, 1984)。研发投入、关键人力及技术积累作为优质创新资源,奠定了企业关键核心技术攻关的基础。具体来说,从研发投入层面看,关键核心技术的攻克难点更多体现在企业是否具备长期开展基础研究的能力,只有持续高强度的研发投入才能为企业建立研发中心、引进人才、完善科研体系建设等一系列基础研究活动提供资源支撑,即丰富的内部研发资源提高了企业研发创新的意愿与能力,可以为开展高水平创新活动提供有效支撑,进而帮助企业实现技术突破(Liu等,2023)。其次,作为知识创新的核心主体,研发人员通过持续性试错与定向技术攻关等方式驱动企业迭代式创新,实现关键核心技术阶梯式优化升级。相关研究表明,研发团队通过解决新技术、新知识应用中的实践难题,可帮助后发企业

克服技术劣势、破解“冷启动”悖论,实现关键核心技术追赶(欧阳桃花和曾德麟,2021)。最后,在企业关键核心技术的追赶与超越期,持续渐进的技术积累是一种有效的技术“蓄能”手段,可以为企业开展自主研发活动、实现突破式创新积蓄技术能量。当企业通过产学研合作、组织兼并以及技术引进等方式学习时,对前沿科技成果的消化与吸收为后期研发活动的开展积累了知识与经验,提高了创新数量,拓展了创新边界,实现了技术能力的不断递进。这种渐进式的技术积累可以促进企业对研发活动的深度理解,为突破关键核心技术提供创新动能(Figueiredo等,2021)。

2.动态能力与关键核心技术突破。动态能力理论提出,企业在变化的环境中主动整合、构建、配置资源有助于获得与维持竞争优势(Teece等,1997; Ambrosini和Bowman,2009)。在关键核心技术攻关过程中,企业通过与科研机构 and 优质企业构建创新网络、开展创新合作实现了知识、技术等关键资源的汲取、更新与整合,有力推动了关键核心技术突破。具体来讲,产学研合作有效链接了以大学、科研院所为核心的“知识创造系统”与企业为核心的“知识利用系统”,实现了高效的信息共享与深度知识融合,推动企业充分利用互补性创新资源继而实现技术追赶(张艺等,2024)。从企业协同创新层面看,核心企业可以通过构建创新网络与互补企业、用户企业形成研发协同与需求牵引的创新闭环,加速技术成果的产品化进程和迭代升级速度,实现关键核心技术突破与战略赶超(刘云等,2023)。

3.环境赋能与关键核心技术突破。动态能力理论作为资源基础观的重要延伸,更加强调外部环境对企业构建及维持竞争优势的影响作用,而技术递进演化本质上反映了企业响应外部环境的资源管理过程,表现为在感知复杂情境下,企业通过调整资源行动策略促进资源和能力迭代升级,驱动创新突破(孙雨洁等,2024)。例如,中国移动通信技术标准制定过程呈现出“政府主导—政府与市场并重—市场主导”的三阶段范式演进,政府完成了从顶层设计主导者向产业生态引导者的战略角色转型(张三保等,2022)。与政府主导和支持相比,作为“看不见的手”,良好的营商环境对于激发关键核心技术突破具有不可替代的驱动作用。一方面,建立合理的知识产权保护制度、推动金融科技融合发展等营商环境优化措施能够拓宽企业外部融资渠道,有力推动开放式创新对核心技术攻关的效能释放(杜传忠和薛宇择,2024)。另一方面,市场生态与核心技术研发周期呈现显著的阶段性适配特征。通过市场应用场景下的反复试错与迭代测试,关键核心技术实现了动态优化演进,这种技术与市场双轮驱动的闭环反馈机制成为关键技术体系整体升级的重要驱动力(邵云飞等,2024)。

(三) 研究框架

综合以上分析,现有研究为创新资源、动态能力以及外部环境与关键核心技术突破之间的关系提供了重要支撑。但是,企业关键核心技术突破是一项复杂系统工程,当从不同视角对企业关键核心技术攻关路径进行探索时,单一理论的解释力度尤显不足,不同理论之间存在联动关系。具体来说,资源基础观和动态能力理论都是解释企业竞争优势来源的有力理论,但是两者的关注焦点迥异。资源基础观关注于企业的战略性资源和核心能力对维持竞争优势的基础作用,聚焦分析环境相对稳定情境下企业对静态资源的积累和利用(Wernerfelt,1984);动态能力理论是对资源基础观的扩展和深化,重点关注企业如何整合内外部资源以适应快速变化的环境从而创造与维持竞争优势,强调了迅速调整和创新体系的能力,即“能力之上的能力”(Eisenhardt和Martin,2000; Ambrosini和Bowman,2009)。面对经济科技脱钩、产业链重构以及开放式创新悖论等一系列复杂动态环境,中央企业亟须推动创新资源与动态能力的有效整合以实现技术创新。因此,在探索中央企业关键核心技术突破路径时,应关注不同理论之间的交叉与协同,制定整合性理论框架解释新的研究命题。

同时,当各类因素作用于中央企业关键核心技术突破活动时,呈现出内部创新资源与外部机会窗口互相协同、互为补充的复杂驱动机理。例如,在中国高速列车牵引系统、高档机床等高端装备领域的创新实践中,政府和市场协同赋能与多主体创新生态培育的双重驱动,通过持续提升企业技术可靠性,最终实现关键核心技术跨越式突破(宋娟等, 2023; 刘云等, 2023)。“华龙一号”的自主创新路径遵循知识与技术双向螺旋演进规律,既存在知识创造驱动技术突破的正向螺旋式演进,又存在技术创新反哺知识体系完善的逆向螺旋式反馈,二者交互形成双螺旋创新机制驱动聚变式技术跃迁,有力印证了知识、技术等创新资源对关键核心技术攻关的战略价值(许晖等, 2024)。然而,在实践中也存在资源相对不足的企业成为创新先锋并取得显著成效,例如东方电气集团在技术资源约束情境下,通过以自我主导的“印记赋能利用式资源编排—印记与集成式资源编排融合—印记与开放式资源编排共生”的阶梯式路径演化,实现创新势能跃迁,凸显出创新资源不足时组织印记与资源编排动态耦合的关键作用(赵长轶等, 2023)。由此可见,在内部资源禀赋与外部环境差异化情境下,中央企业呈现出不同的关键核心技术攻关路径。因此,应充分重视多个影响因素的联动效应和要素之间的互动关系,在此基础上探索复杂情境下中央企业关键核心技术攻关路径。

结合以上分析,本文依照“资源—能力—环境”逻辑链路构建了交互组态模型,如图1所示,资源基础、动态能力与外部环境协同互馈,推动中央企业关键核心技术突破。

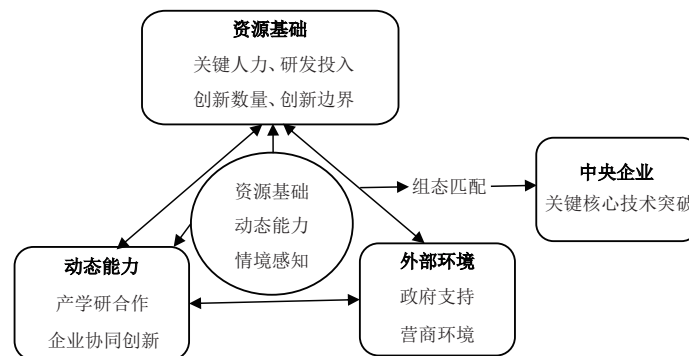


图1 研究框架

三、研究方法

(一) 研究设计

QCA方法以“组态分析”为切入点,通过对案例进行比较分析,可准确探索出影响预期结果的关键要素及组态,在分析因果复杂性问题得到了较为广泛的应用。本文运用fsQCA方法探索中央企业关键核心技术突破的驱动机制,主要基于以下几点原因:首先,企业实现关键核心技术突破是内部资源与外部环境等各要素共同作用、互相耦合的结果,本文基于资源基础观、动态能力理论梳理出多层面的影响因素,具备因果复杂性的特征,属于QCA方法的适用范畴。其次,QCA分析得出的不同前因条件组态可以形成多条“等效”因果链,表明不同要素组成的条件组合可能会产生等效结果(Fiss, 2011),可弥补传统回归分析仅检验单一要素对因变量影响的不足。最后,fsQCA方法具有定性与定量相结合的优势,适合10至50个的样本研究,既可以有效避免少数案例说服力不够的质疑,又可以在一定程度上弥补大样本分析对定性变化分析不足的现象,本文研究样本共45个,fsQCA方法适用于本研究拟考察的问题。

(二) 样本和数据

本文的研究对象是中央企业, 选用中证中央企业100指数成分股企业作为研究样本。2018年是中央企业迸发创新动能、塑造“国之重器”的关键性一年, 嫦娥四号探测器成功升空、最大直径泥水平衡盾构机下线、超薄电子触控玻璃问世、北斗三号系统完成建设均在2018年完成。因此, 本文将2018年确立为研究时间, 并根据以下标准进行样本处理: (1) 剔除在2018年及以后上市的企业; (2) 剔除在观测期内被特殊处理(ST、*ST)的企业; (3) 剔除金融行业、保险行业以及房地产行业; (4) 剔除在观测期内数据缺失的样本, 经过上述筛选, 最终形成了包含45家企业的样本集。

为了保证数据的全面性与准确性, 本文从多渠道获取数据。关键核心技术突破数据来源于公司官网、世界知识产权组织官网专利合作条约申请数据库、国家技术奖励办公室以及国家标准数据库。政府支持数据、技术积累数据、产学研合作数据、企业协同创新数据以及营商环境数据分别来源于企业年报、Incopat数据库以及市场化指数报告, 其他变量数据来自CSMAR数据库。

(三) 测量和校准

1. 结果变量。参考王钰莹和原长弘(2023)的研究, 以三方面的指标测度关键核心技术突破: 一是企业获得国家科学技术进步奖和国家技术发明奖的数量; 二是企业在美国专利局、欧洲专利局与日本专利局申请的专利总量; 三是企业制定技术标准数量。将上述三项指标进行加总用以测量企业关键核心技术突破情况。同时, 考虑到关键核心技术突破周期漫长且获奖和技术评定需要一定时间, 借鉴现有做法(张羽飞等, 2024b), 使用企业第T年、T+1年和T+2年关键核心技术突破的加总测度企业第T年的关键核心技术突破。

2. 条件变量。(1) 研发投入。参考唐运舒等(2023)的研究, 以企业研发费用与营业收入的比值进行测度。(2) 关键人力。参考张宗新和孔让峰(2022)的研究, 以企业研发人员数量与总人数的比值进行测度。(3) 产学研合作。参考刘斐然等(2020)的研究, 以企业联合申请专利情况进行测度。具体如下: 从Incopat数据库检索企业的专利申请数据, 将上市公司与高校和科研院所联合申请的发明专利、实用新型专利界定为产学研合作成果, 如果具有产学研合作成果, 则将其赋值为1, 否则赋值为0。(4) 创新数量。参考郭秀强和孙延明(2020)的研究, 以企业发明专利申请数量测度创新数量。(5) 创新边界。参考沈坤荣等(2023)的研究, 通过考察企业技术领域分布是“集中”还是“分散”的知识宽度测度创新边界。(6) 协同创新。参考郭晔和姚若琪(2024)的研究, 以企业与其他企业联合申请的发明专利数进行测度。(7) 政府支持。参考张晓颖等(2024)的研究, 运用“关键词检索”的方法搜索上市公司年报财务报表附注“营业外收入”科目下的“政府补助明细”, 如受到政府支持, 则赋值为1, 否则赋值为0。其中, 关键词包括“研发、研制、创新、科技、技术开发、技术项目拨款、关键技术应用、火炬计划、863、小巨人、高新技术企业、生产力促进中心、瞪羚企业、孵化器、首台(套)、科技支撑计划、标准化战略、金太阳、知识产权、发明专利、版权、著作权、博士实验室、精英计划、巨人计划、产学研、校企合作”等。(8) 营商环境。参考李坚飞等(2023)的研究, 以樊纲和王小鲁编制的《中国分省份市场化指数报告(2021)》中的市场化指数进行衡量。

3. 变量校准。第一, 本文对各变量进行描述性统计^①, 描述性统计结果显示, 关键核心技术突破均值为23.022, 标准差为66.235, 最小值与最大值分别为0和353, 说明在2018—2020年期间样本企业关键核心技术突破水平存在显著差异。此外, 在条件变量中, 创新数量均值为

^①限于篇幅, 描述性统计结果备索。

235.089, 标准差为782.217, 最小值与最大值分别为0和4860, 说明中央企业之间内部技术积累与沉淀水平差距较大; 由产学研合作、政府支持的均值可以判断出, 多数样本企业尚未开展产学研合作和接受政府支持。第二, 参考杜运周等(2020)的研究, 本文将8个条件变量与1个结果变量进行直接校准, 将锚点设定为0.75、0.50与0.25分位数, 分别表示完全隶属、交叉点与完全不隶属。为了保证结果更为准确, 将隶属分数为0.50的值增加0.001进行调整。条件与结果变量的校准结果如表1所示。

四、研究结果

(一) 必要条件分析

本文首先检验单个条件是否构成推动中央企业关键核心技术突破的必要条件, 一致性作为衡量必要条件的重要标准, 当其大于0.9时, 可认为该条件是结果的必要条件。结果如表2所示, 单个前因条件对高关键核心技术突破与非高关键核心技术突破的一致性水平均小于0.9, 可见, 本文的任何单一因素均不能独立构成推动关键核心技术突破的必要条件。

(二) 组态分析

参考杜运周等(2020)的研究, 将案例频数阈值设置为1, 原始一致性阈值设定为0.8, PRI一致性阈值设置为0.7, 结果如表3所示: 推动中央企业关键核心技术突破的组态共有5个, 单个组态与总体解的一致性水平均高于最低标准0.75, 总体解的一致性为0.916, 总体解的覆盖度为0.489, 说明各前因条件组态均属于中央企业关键核心技术突破的充分条件, 且定性比较分析的整体结果符合一致性门槛值的要求。其中H1a与H1b核心条件完全一致, 由此归纳为四类组态。

1. 内部资源驱动型。组态H1a结果显示高研发投入、高创新数量、高关键人力为核心条件, 互补高协同创新、高创新边界、非高政府支持为边缘条件的组合可以推动中央企业关键核心技术突破。该组态表明, 在企业技术领域较分散且开展协同创新活动但政府创新激励不足的情境下, 中央企业能够贯彻国家创新战略要求, 基于“内核驱动”实现技术突破, 即通过提高创新数量、加大研发投入力度以及强化关键人力资本配置可以有效解决政府激励不足的问题, 推动关键核心技术突破。处于这类组态的中央企业包括攀钢集团钒钛资源股份有限公司、中国长城科技集团股份有限公司、中海油田服务股份有限公司、中信泰富特钢集团股份有限公司、中航光电科技股份有限公司、重庆长安汽车股份有限公司等, 这些企业在研发投入方面占比很高, 具有较强的研发意愿。以重庆长安汽车股份有限公司为例, 2018年该公司发布了智能化战

表1 结果与条件变量的校准结果

条件和结果	完全不隶属	交叉点	完全隶属
研发投入	0.850	2.610	4.690
创新数量	0	13.000	94.000
创新边界	0	0	0.406
关键人力	3.850	9.120	16.500
协同创新	0	0	16.000
营商环境	9.006	9.239	9.746
关键核心技术突破	0	2.000	6.000

表2 单个条件的必要性检验

前因条件	高关键核心技术突破		~高关键核心技术突破	
	一致性	覆盖度	一致性	覆盖度
研发投入	0.622	0.599	0.481	0.495
~研发投入	0.476	0.462	0.611	0.633
创新数量	0.812	0.805	0.330	0.349
~创新数量	0.343	0.324	0.816	0.823
创新边界	0.719	0.518	0.774	0.596
~创新边界	0.439	0.646	0.374	0.587
关键人力	0.633	0.609	0.493	0.507
~非关键人力	0.487	0.474	0.620	0.643
产学研合作	0.479	0.694	0.197	0.306
~产学研合作	0.521	0.378	0.803	0.622
协同创新	0.844	0.606	0.706	0.542
~协同创新	0.362	0.535	0.487	0.770
政府支持	0.203	0.441	0.240	0.559
~政府支持	0.797	0.495	0.760	0.505
营商环境	0.612	0.583	0.521	0.530
~营商环境	0.506	0.497	0.590	0.619

略“北斗天枢计划”，深入推进新能源战略“香格里拉计划”，研发投入高达38.23亿元，占公司销售额的比例为5.77%；公司研发人员超过7000人，占比21.43%。其卓越的创新战略、雄厚的创新资源投入及广泛开展创新合作，使其在政府激励相对不足的情境下，以“内核驱动”实现技术跃升，在2018—2020年期间多次获得国家级科技奖项以及制定技术标准，体现了高质量创新，符合本文H1a组态解的典型特征。组态H1b指出高研发投入、高创新数量、高关键人力为核心条件，互补高创新边界、高协同创新、高营商环境为边缘条件的组合可以推动中央企业关键核心技术突破。该组态表明，当中央企业内部创新资源投入相对充足时，可以借助完善的营商环境以及积极开展企业协同创新活动实现创新提量增质，推动关键核心技术突破。处于这类组态的中央企业主要包括深南电路股份有限

公司、国电南瑞科技股份有限公司、上海宝信软件股份有限公司、中国长城科技集团股份有限公司、中海油田服务股份有限公司、杭州海康威视数字技术股份有限公司等。以上海宝信软件股份有限公司为例，2018年该公司研发投入强度为10.07%，研发人员占比达16.50%，其聚焦智慧制造领域的技术研发，协同集团内钢铁制造单元编制智慧制造规划，系统性推进实施三年行动计划，实现了钢铁产线机器人应用与仓储区域无人化作业的规模化部署。此外，该公司还建立了知识产权管理体系，进行了一系列软件著作权与软件产品登记。在2018—2020年期间，该公司不仅获得了国家级科技创新成果奖项，还深度参与了多项国家标准与行业标准的制定工作，符合H1b组态解的典型解释。此外，通过对两组组态的对比发现，当政府直接的“帮助之手”欠佳时，中央企业可借助雄厚的内部创新资源集聚研发力量，以有效弥补政策激励不足的问题，企业协同创新与创新边界则发挥了技术攻关“助推剂”的作用，充分彰显出中央企业加强“内功修炼”的重要性。

2. 多维触角联动型。组态H2指出非高关键人力、高创新数量、高营商环境、高产学研合作为核心条件，互补高创新边界、高协同创新、非高研发投入、非高政府支持为边缘条件的组合可以推动中央企业关键核心技术突破。该组态表明，当营商环境较好、企业创新数量较高且产学研合作较强时，即使关键人力缺乏，中央企业仍可借助市场生态赋能与开展创新合作迸发创新活力以实现关键核心技术攻关。处于这类组态的中央企业包括中国石油化工股份有限公司、中国建筑股份有限公司、宝山钢铁股份有限公司、中国神华能源股份有限公司、中国石油天然气股份有限公司。以中国石油化工股份有限公司为例，该公司拥有多个国家重点实验室及国家工程研究中心，联合清华大学、中国石油大学（北京）等高校，围绕油气资源开发、绿色低碳技术等国家重点领域开展联合技术攻关，实现了技术研发与产业应用的深度融合。2018—2020年间，该公司连续获得多项国家级科技奖项，涵盖能源清洁转化、资源高效开发等重要方向，还通过制定技术标准推动行业向绿色化、高端化转型，为提升产业竞争力注入了创新动能，充分体现了多维资源协同对关键核心技术攻关的重要价值，符合H2组态解的典型解释。

表3 实现关键核心技术突破的组态

前因条件 条件变量	组态结果				
	H1a	H1b	H2	H3	H4
研发投入	●	●	⊗		●
创新数量	●	●	●	●	
关键人力	●	●	⊗	⊗	●
创新边界	●	●	●	●	●
产学研合作			●	⊗	●
协同创新	●	●	●	●	●
政府支持	⊗		⊗	●	⊗
营商环境		●	●	●	●
一致性	0.914	0.897	0.851	0.938	0.927
原始覆盖度	0.244	0.224	0.139	0.070	0.094
唯一覆盖度	0.091	0.038	0.119	0.036	0.019
总体一致性	0.916				
总体覆盖度	0.489				

注：●表示核心条件存在，●表示边缘条件存在，
⊗表示核心条件缺失，⊗表示边缘条件缺失，空格表示条件可有可无。

3.外部环境赋能型。组态H3指出高创新数量、高政府支持、高营商环境为核心条件,互补高协同创新、高创新边界、非高关键人力、非高产学研合作为边缘条件的组合可以推动中央企业关键核心技术突破。该组态表明,在外部环境较好且企业创新数量较高的情境下,中央企业可通过外部环境赋能实现内部技术“聚能”,迸发创新活力实现关键核心技术攻关。在这类组态中,中央企业可通过政府与市场的“帮助之手”、企业之间的创新协同推动自身持续的技术积累转化为关键技术攻关的核心力量,有力印证了“有为政府+有效市场”组合对拥有“一技之长”的中央企业关键核心技术攻关的重要价值。处于这类组态的中央企业包括北新集团建材股份有限公司、中国铝业股份有限公司等。以北新集团建材股份有限公司为例,2018年,该公司获得研究开发、技术更新、税收补贴及奖励等多项政府补助,所处地区市场化总指数为9.239,营商环境较为优越。该公司充分利用外部环境生态优势,紧跟市场需求,推出符合市场需求的创新产品,如北新鲁班万能板全屋装配系统,满足市场对高性能、环保型建材的需求。同时,该公司通过构建产学研协同创新体系,在核心技术领域形成专利集群,年度发明专利申请量达百余项,因此连续获得优秀创新奖与高新技术企业资质认证,凸显出制度环境对中央企业技术赋能的驱动作用,符合H3组态解的典型解释。

4.资源能力共演型。组态H4指出高研发投入、高关键人力、高产学研合作为核心条件,互补高创新边界、高营商环境、高协同创新、非高政府支持为边缘条件的组合可以推动中央企业关键核心技术突破。该组态表明,在营商环境较好、企业技术领域分布较分散且开展创新合作的情境下,即使政府创新激励不足,中央企业也可通过开展产学研合作、增加研发投入以及提高研发人员占比,提升自主创新能力,实现关键核心技术突破。这类组态进一步肯定了良好的营商环境助推下,创新资源较充足的中央企业与外部组织“破壁”联结型技术合作在关键核心技术攻关中发挥的核心价值。处于这类组态的中央企业包括杭州海康威视数字技术股份有限公司、中海油田服务股份有限公司、中国中车股份有限公司等。以中国中车股份有限公司为例,该公司重视轨道交通装备基础技术、核心技术、共性技术研发,长期保持较高比例的研发人员配置与稳定的研发投入强度,形成了涵盖战略科学家、技术专家等多层次人才梯队。同时,该公司与西南交通大学、同济大学、北京交通大学等高校建立产学研协同创新机制,以“自主+合作”的模式实现创新“双轮”驱动,推动关键核心技术攻关。

(三) 稳健性检验^①

本文采用三种方式进行稳健性检验:第一,参考以往研究,将一致性阈值从0.8调整到0.85,经过再次运算得到的组态结果与表3完全一致。第二,重新设定校准阈值,将锚点设定为0.8、0.5与0.2分位数,并将隶属分数为0.50的值增加0.001进行调整,经过再次运算得到的组态结果完全一致。第三,将PRI一致性从0.7调整到0.75,经过再次运算得到的核心条件与组态结果基本一致。

(四) 进一步分析

1.高科技中央企业关键核心技术突破路径。为了能够更精准地识别特定行业的核心技术攻关路径,本文根据2012年中国证监会行业代码,从全样本中选定22家高科技企业进一步探索其关键核心技术攻关路径。首先,本文将8个条件变量与1个结果变量进行差异化校准,将锚点设定为0.9、0.5与0.1分位数,分别表示完全隶属、交叉点与完全不隶属。其次,进行必要性分析^②,单个前因条件对高关键核心技术突破与非高关键核心技术突破的一致性水平平均小于0.9,表明

^①限于篇幅,稳健性检验结果备索。

^②限于篇幅,单个条件的必要性检验结果备索。

任何单一因素均不能独立构成推动高科技中央企业关键核心技术突破的必要条件。最后,采用fsQCA4.0软件分析推动高科技中央企业关键核心技术突破的前因组态,设定原始一致性阈值为0.8, PRI一致性阈值设定为0.75, 案例数量阈值设定为1, 结果如表4所示, 单个组态与总体解的一致性水平均高于最低标准0.75, 其中总体解的一致性水平为0.963, 总体解的覆盖度为0.597。结果显示, 推动高科技中央企业关键核心技术突破的组态共有5个, 其中H2a与H2b核心条件完全一致, 由此归纳为四类组态。

根据表4所示, 组态H1结果显示出非高营商环境、高创新数量、高关键人力为核心条件, 互补高研发投入、高创新边界、高协同创新、非高政府支持为边缘条件的组合可以推动高科技中央企业关键核心技术突破。该组态深刻诠释了研发人才、技术蓄能对高科技中央企业关键核心技术攻关起到的固本根基的积极作用, 验证了“内核驱动”的核心观点。组态H2a结果显示出非高关键人力、高创新数量、高营商环境为核心条件, 互补高协同创新、高创新边界、高产学研合作、非高研发投入、非高政府支持为边缘条件的组合可以推动高科技中央企业关键核心技术突破, 组态H2b结果显示出非高关键人力、高创新数量、高营商环境为核心条件, 互补高协同创新、高创新边界、高政府支持、非高产学研合作、非高研发投入为边缘条件的组合可以推动高科技中央企业关键核心技术突破。组态H2a和组态H2b证明了当关键人力较为缺乏时, 企业可借助营商环境优势, 构建跨组织协同网络实现创新要素集聚, 推动关键核心技术突破。组态H3结果显示出高创新数量、高政府支持、高营商环境为核心条件, 互补高协同创新、高创新边界、高研发投入、高关键人力、非高产学研合作为边缘条件的组合可以推动高科技中央企业关键核心技术突破, 是外部环境锚定科技“核心点”推动企业创新价值涌现的有力证明。组态H4结果显示以高关键人力、高产学研合作为核心条件, 对以高创新边界、高协同创新、高研发投入、高营商环境、非高政府支持为边缘条件的组合进行互补可以推动高科技中央企业关键核心技术突破, 验证了企业资源能力耦合式联动对核心技术迭代跃迁的驱动作用。

综上, 在高科技中央企业关键核心技术突破路径中, 创新数量作为多个组态的核心条件, 在关键技术攻关中发挥着重要的推动作用, 企业协同创新与创新边界发挥着普适的助推作用。以上研究结果进一步证明了中央企业应强化技能锤炼, 久久为功, 重视高质量创新, 推动关键核心技术攻关。

2.中央企业与民营企业关键核心技术突破路径对比分析。本文研究结果显示, 中央企业关键核心技术突破路径呈现出内部资源驱动型、外部环境赋能型、资源能力共演型和多维触角联动型四种范式。本部分结合民营企业关键核心技术突破的现有研究成果, 将中央企业与民营企业的关键核心技术突破路径进行差异化比较, 进而明晰中央企业与民营企业的特色化技术攻关路径, 为优化资源配置、完善政策支持、推动我国整体技术效能提升提供科学依据。

表4 实现高科技中央企业关键核心技术突破的组态

前因条件 条件变量	组态结果				
	H1	H2a	H2b	H3	H4
研发投入	●	⊗	⊗	●	●
创新数量	●	●	●	●	●
关键人力	●	⊗	⊗	●	●
产学研合作		●	⊗	⊗	●
创新边界	●	●	●	●	●
协同创新	●	●	●	●	●
政府支持	⊗	⊗	●	●	⊗
营商环境	⊗	●	●	●	●
一致性	0.993	0.848	1	1	0.988
原始覆盖度	0.295	0.128	0.108	0.068	0.176
唯一覆盖度	0.214	0.088	0.052	0.011	0.092
总体一致性	0.963				
总体覆盖度	0.597				

注: ●表示核心条件存在, ●表示边缘条件存在, ⊗表示核心条件缺失, ⊗表示边缘条件缺失, 空格表示条件可有可无。

关键核心技术创新的关键在于企业能够协同转化创新要素推动技术迭代升级,在此过程中,创新资源发挥着基础性支撑作用。对于大部分民营企业而言,因创新基础薄弱且资源能力相对有限,在关键核心技术突破的进程中面临着诸多严峻挑战。因此,众多文献基于动态资源管理视角、资源编排理论及动态能力理论,深入探讨了民营企业在资源约束情境下通过精准高效的资源编排及创新生态系统构建驱动关键核心技术创新。例如,在金域医学与豪迈集团的技术攻关过程中,企业积极响应市场需求,通过资源拼凑、资源耦合、资源协奏逐步推进技术探索、拓展与升级(田震和陈寒松,2024;孙雨洁等,2024)。而“龙芯中科”的关键核心技术创新实践更体现在环境不确定性与资源刚性约束的双重情境下,企业通过对接政府、科研院所及产业链推动反馈互嵌的创新生态系统构建,实现核心技术迭代跃迁(郑刚等,2022)。此外,也有企业通过外部情境感知与产学研深度协同跻身技术创新先锋之列。比如华为公司以市场需求为导向,通过全方位、点线面式产学研深度融合实现了创新资源整合,拓宽了技术视野与创新边界,驱动关键核心技术突破(张羽飞等,2024a)。

基于以上,中央企业与民营企业在关键核心技术突破路径上既有共通之处,又各有侧重。一方面,二者均高度重视创新资源支持、外部创新联结及政府政策在关键核心技术突破中的重要作用。另一方面,在攻关路径差异性上,作为国家战略科技力量的重要组成部分,中央企业的关键核心技术演进更加凸显内部创新资源支持这一特征,民营企业则聚焦于外部情境感知与内部资源协同,遵循“核心竞争力构建-市场价值捕获”的双元逻辑,借助创新合作与政策响应实现高效的资源编排驱动技术迭代与高质量发展。

五、研究结论和政策建议

(一) 研究结论

本文基于资源基础观与动态能力理论,引入TOE理论框架,利用45家中央企业创新数据,通过fsQCA方法探讨了研发投入、创新数量、创新边界、关键人力、产学研合作、协同创新、政府支持、营商环境等因素对中央企业关键核心技术突破的“联合效应”,以探索背后的推动力量。研究发现:第一,中央企业关键核心技术突破是多种因素共同作用的结果,任何单一因素均不能独立构成推动关键核心技术突破的必要条件,即单一因素的影响解释力不足,修正了现有文献对关键核心技术突破的单一影响因素的依赖,揭示了中央企业关键核心技术突破的差异化耦合路径。第二,中央企业关键核心技术突破存在五条驱动路径,可归纳为四类范式,分别为内部资源驱动型、外部环境赋能型、资源能力共演型和多维触角联动型。第三,研发投入、创新数量与关键人力作为中央企业的内部创新资源是多个组态的核心条件。第四,企业协同创新与创新边界是多个组态的构成条件,证实了企业创新联动与技术多样性在关键核心技术突破中发挥着较为普适的“助推器”的关键作用,响应了外部情境感知下通过多元协同实现有效“能力组合”的呼吁。

(二) 管理启示

第一,重视“内核驱动”,推动自主创新。增强自主研发主动性,加大创新资源投入,是企业突破技术瓶颈、实现科技自立自强的重要抓手。本研究发现研发投入、创新数量以及关键人力对中央企业开展关键技术攻关活动尤为重要,三者协同有助于帮助企业克服政策激励不足劣势以及充分利用营商环境生态优势,这要求中央企业应苦练“内功”强本领,加大研发资金投入,优化科研资金使用,建立技术储备库,系统梳理和总结研发过程中积累的技术成果和经验。同时,“筑巢引凤”,通过提供优厚的待遇和良好的发展平台吸引高端技术人才,加强内部

人才培养体系建设,秉持“工匠精神”,通过内部深耕加强自主创新。

第二,找准攻关“靶向”,实现“双轮驱动”。产学研合作“同题共答”,推动了市场需求侧与技术供给侧信息充分共享,实现了市场、企业及学研机构技术“同频共振”。本文研究发现,当企业内部创新资源稍显不足时,即仅有较高水平的研发投入与关键人力,可通过与优质学研机构开展创新合作实现技术优势互补,同时借助营商环境生态优势助力关键核心技术攻关。因此,中央企业必须审时度势,因地制宜,充分利用政府提供的行政审批、公共信息与数据服务,积极申请政策性创新资金支持,重视知识产权保护,同时开展创新合作“广结外缘”,通过与学研机构及企业签订长期合作协议、联合研发等方式,促进双方在人才、技术、资金等方面的深度融合,举“内外合力”推动关键核心技术攻关。

第三,增强内生动力,优化创新环境。本研究发现“有为政府+有效市场”组合有效推动了中央企业关键核心技术攻关,进一步证明了外部环境赋能对企业关键核心技术攻关的重要作用。中央企业应勇于担当,聚焦重要行业和关键领域,培育创新程度高、市场竞争力强的高价值专利,充分把握中国式科技创新道路上的新红利、新机遇,在产业链上发挥“领头羊”作用。相关政府部门应对创新资源不足的中央企业给予较高的关注度,做好政策扶持与精神指引,充分放大创新补助的资金优势与信号效应。同时,营造“兴商”发展环境,通过优化政务服务环境、加强知识产权保护等方式激活科技创新的“一池春水”,形成政府“搭台”、市场“运作”、企业“唱戏”研发匹配模式,通过三方联动推动关键核心技术突破。

主要参考文献:

- [1] 杜传忠,薛宇择. 数字化转型、开放式创新有效性与企业核心技术突破[J]. 南方经济, 2024, (11).
- [2] 杜运周,刘秋辰,程建青. 什么样的营商环境生态产生城市高创业活跃度?——基于制度组态的分析[J]. 管理世界, 2020, (9).
- [3] 冯婷,郭立宏,董建卫,等. 风险投资、跨国并购与企业关键核心技术突破——基于高端医疗设备行业的实证研究[J]. 科学学研究, 2024, (6).
- [4] 郭秀强,孙延明. 研发投入、技术积累与高新技术企业市场绩效[J]. 科学学研究, 2020, (9).
- [5] 郭晔,姚若琪. 中国企业协同创新中的金融角色——基于供应链关联的视角[J]. 中国社会科学, 2024, (9).
- [6] 胡旭博,原长弘. 关键核心技术:概念、特征与突破因素[J]. 科学学研究, 2022, (1).
- [7] 李坚飞,水会莉,宋闻. 营商环境、政策支持与企业创新激励——来自中国A股上市公司的经验证据[J]. 南开管理评论, 2023, (5).
- [8] 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, (10).
- [9] 刘云,郭栋,黄祖广. 我国高档数控机床技术追赶的特征、机制与发展策略——基于复杂产品系统的视角[J]. 管理世界, 2023, (3).
- [10] 欧阳桃花,曾德麟. 拨云见日——揭示中国盾构机技术赶超的艰辛与辉煌[J]. 管理世界, 2021, (8).
- [11] 邵云飞,陈燕萍,吴晓波,等. 从“研发”到“市场”:链主企业如何实现关键核心技术的商业化?[J]. 管理世界, 2024, (12).
- [12] 沈坤荣,林剑威,傅元海. 网络基础设施建设、信息可得性与企业创新边界[J]. 中国工业经济, 2023, (1).
- [13] 宋娟,谭劲松,王可欣,等. 创新生态系统视角下核心企业突破关键核心技术“卡脖子”——以中国高速列车牵引系统为例[J]. 南开管理评论, 2023, (5).
- [14] 孙雨洁,闫淑敏,江蕙伶,等. 动态资源管理视角下科技企业关键核心技术突破路径研究[J]. 科研管理, 2024, (7).
- [15] 唐运舒,叶徽,焦建玲,等. 药品集采、以量换价与药企创新:如何实现医药减负与药企创新发展的双赢?[J]. 中国软科学, 2023, (12).
- [16] 田震,陈寒松. 制造企业关键核心技术创新机制研究——基于资源编排理论[J]. 科研管理, 2024, (1).
- [17] 王璐瑶,曲冠楠, Rogers J. 面向“卡脖子”问题的知识创新生态系统分析:核心挑战、理论构建与现实路径[J]. 科研管理, 2022, (4).

- [18] 王楠, 杨柯巍. 新形势下强化企业创新主体地位的问题及对策研究[J]. 科学学与科学技术管理, 2024, (1).
- [19] 王钰莹, 原长弘. 产学研融合管理策略与关键核心技术突破[J]. 科学学研究, 2023, (11).
- [20] 吴超鹏, 严泽浩. 政府基金引导与企业核心技术突破: 机制与效应[J]. 经济研究, 2023, (6).
- [21] 谢文帅, 宋冬林. 中央企业引领高水平科技自立自强: 内在依据、核心要义与实践路径[J]. 马克思主义与现实, 2023, (6).
- [22] 许晖, 李阳, 王冶, 等. 大型复杂产品系统自主创新的模式与机制——基于“华龙一号”的探索性案例研究[J]. 管理世界, 2024, (9).
- [23] 杨磊, 刘海兵, 蒋春燕. 创新引领现代工程技术突破的微观机制研究——中国石油的探索性案例[J]. 科研管理, 2024, (6).
- [24] 杨筱恬, 关月, 于淼, 等. 产业链链长如何依托重大工程实现关键核心技术攻关——基于网络编配视角[J]. 南开管理评论, 2024, (8).
- [25] 张三保, 陈晨, 张志学. 举国体制演进如何推动关键技术升级?——中国3G到5G标准的案例研究[J]. 经济管理, 2022, (9).
- [26] 张晓颖, 李红霞, 马艳, 等. 环境保护税、政府创新补助与企业绿色创新[J]. 财政研究, 2024, (2).
- [27] 张艺, 陈凯华, 周志勇. 后发国家产业核心技术追赶的产学研合作创新机制——基于中国高铁产业的案例分析[J]. 管理世界, 2024, (11).
- [28] 张羽飞, 刘兵, 原长弘. 科技领军企业如何突破关键核心技术?——基于产学研融合视角的双案例研究[J]. 科学学与科学技术管理, 2024a, (12).
- [29] 张羽飞, 张树满, 刘兵. 产学研深度融合影响领军企业关键核心技术突破能力的理论分析与实证检验[J]. 管理学报, 2024b, (4).
- [30] 张宗新, 孔让峰. 科创属性向市场传递了科技型公司的价值吗?——基于科创板的经验研究[J]. 证券市场导报, 2022, (6).
- [31] 赵长轶, 谢洪明, 郭勇, 等. 大国重器研制的的关键核心技术突破——东方电气集团G50重型燃气轮机纵向案例研究[J]. 管理世界, 2023, (12).
- [32] 赵晶, 刘玉洁, 付珂语, 等. 大型国企发挥产业链链长职能的路径与机制——基于特高压输电工程的案例研究[J]. 管理世界, 2022, (5).
- [33] 赵耀升, 宋立丰, 毛基业, 等. “北斗”闪耀——初探中国卫星导航产业发展之道[J]. 管理世界, 2021, (12).
- [34] 郑刚, 邓宛如, 王颂, 等. 企业创新网络构建、演化与关键核心技术突破[J]. 科研管理, 2022, (7).
- [35] Ambrosini V, Bowman C. What are dynamic capabilities and are they a useful construct in strategic management? [J]. *International Journal of Management Reviews*, 2009, 11(1): 29–49.
- [36] Barney J. Firm resources and sustained competitive advantage [J]. *Journal of Management*, 1991, 17(1): 99–120.
- [37] Eisenhardt K M, Martin J A. Dynamic capabilities: What are they? [J]. *Strategic Management Journal*, 2000, 21(10-11): 1105–1121.
- [38] Figueiredo P N, Cabral B P, Silva F Q. Intricacies of firm-level innovation performance: An empirical analysis of latecomer process industries [J]. *Technovation*, 2021, 105: 102302.
- [39] Fiss P C. Building better causal theories: A fuzzy set approach to typologies in organization research [J]. *Academy of Management Journal*, 2011, 54(2): 393–420.
- [40] Liu D, Jiang Y T, Zhou Q Z, et al. R&D investment management and ambidextrous technological innovation: Evidence from Chinese listed firms [J]. *International Review of Economics & Finance*, 2023, 88: 843–860.
- [41] Teece D J, Pisano G, Shuen A. Dynamic capabilities and strategic management [J]. *Strategic Management Journal*, 1997, 18(7): 509–533.
- [42] Wernerfelt B. A resource-based view of the firm [J]. *Strategic Management Journal*, 1984, 5(2): 171–180.
- [43] Xing X P, Chen T T, Yang X M, et al. Digital transformation and innovation performance of China's manufacturers? A configurational approach [J]. *Technology in Society*, 2023, 75: 102356.

The Configuration Path of Key Core Technology Breakthroughs in Central State-owned Enterprises from the Perspective of Complexity: Evidence from the Constituent Stocks of the CSI Central State-owned Enterprises 100 Index

Xu Peng, Li Yue

(*School of Business Administration, Shandong University of Finance and Economics,
Shandong Jinan 250014, China*)

Summary: The realization of independent and controllable key core technologies is an important engine for central state-owned enterprises to give full play to the “chain length” function of the industrial chain, lead industrial technology breakthroughs, and seize the commanding heights of scientific and technological competition and future development. However, existing literature has not yet carried out in-depth research on the formation conditions and mechanisms of key core technology breakthroughs in central state-owned enterprises. Based on the resource-based view and the dynamic capability theory, this paper incorporates the TOE analysis framework and employs fsQCA to explore the interactive effects and driving paths of resources, capabilities, and environmental conditions in promoting key core technology breakthroughs in central state-owned enterprises. The findings are as follows: (1) Key core technology breakthroughs in central state-owned enterprises have the characteristics of “multiple concurrency” and “common destination”, and no single factor can independently constitute the necessary conditions to promote the key core technology breakthroughs. (2) There are five driving paths that promote key core technology breakthroughs in central state-owned enterprises, which can be summarized into four paradigms: internal-resource driven, external-environment empowered, resource-capability co-evolution, and multi-dimensional touchpoint linkage. (3) R&D investment, innovation output, and key human resources, as the unique resource and capability endowments of central state-owned enterprises, serve as the internal supporting forces for the key core technology breakthroughs. Meanwhile, enterprise collaborative innovation and innovation boundaries play the role of “booster” in the key core technology breakthroughs. This paper enriches and expands the theoretical research on key core technology breakthroughs in central state-owned enterprises, providing a theoretical basis for China to further break through the western technology blockade, overcome the “bottleneck” problem, and realize scientific and technological self-reliance.

Key words: central state-owned enterprises; key core technology; fsQCA; antecedent configuration

(责任编辑: 倪建文)