

数字化发展对先进制造企业服务创新的影响研究 ——基于企业动态能力视角

张 昊^{1,2}, 刘德佳¹

(1. 哈尔滨理工大学经济与管理学院, 黑龙江 哈尔滨 150040;

2. 哈尔滨工程大学经济管理学院, 黑龙江 哈尔滨 150001)

摘 要:在数字经济时代背景下,数字化发展已成为推动先进制造企业迈向高端价值链的有效路径。基于中国 A 股上市公司 2015—2021 年的数据,研究数字化发展对先进制造企业服务创新的影响及内在作用机制。结果表明:数字化发展能够促进先进制造企业服务创新;企业动态能力在数字化发展与先进制造企业服务创新的关系中起中介作用;非沉淀性冗余资源在企业动态能力与服务创新之间起正向调节作用,而沉淀性冗余资源在企业动态能力与服务创新之间起负向调节作用。研究结论以期为先进制造企业服务创新理论研究与实践探索提供重要依据。

关键词:服务创新;先进制造企业;数字化发展;企业动态能力;冗余资源

中图分类号:F426; F272 **文献标识码:**A **文章编号:**1005-0566(2023)03-0150-12

Research on the influence of digital development on service innovation of advanced manufacturing enterprises ——Based on the perspective of dynamic capability of enterprises

ZHANG Hao^{1,2}, LIU Dejia¹

(1. School of Economics and Management, Harbin University of Science and Technology, Harbin 150040, China;

2. School of Economics and Management, Harbin Engineering University, Harbin 150001, China)

Abstract: In the context of the digital economy era, digital development has become an effective path to promote advanced manufacturing enterprises to move up the value chain. Based on the data of Chinese A-share listed companies from 2015 - 2021, this paper investigates the impact of digital development on service innovation of advanced manufacturing enterprises and the intrinsic mechanism of action. The results show that: digital development can promote service innovation of advanced manufacturing enterprises; the dynamic capability of enterprises plays a mediating role in the relationship between digital development and service innovation of advanced manufacturing enterprises; non-sedimentary redundant resources play a positive moderating role between dynamic capability and service innovation of enterprises, while sedimentary redundant resources play a negative moderating role between dynamic capability and service innovation of enterprises. The findings of the study are intended to provide an important basis for theoretical

收稿日期:2022-10-29 修回日期:2023-02-16

基金项目:国家自然科学基金面上项目(72074062);黑龙江省博士后面上资助项目(LBH-Z19012);黑龙江省普通本科高等学校青年创新人才培养计划项目(UNPYSCT-2020202)。

作者简介:张昊(1986—),男,黑龙江黑河人,哈尔滨理工大学经济与管理学院讲师、硕士生导师,博士,研究方向为产业经济。

research and practical exploration of service innovation in advanced manufacturing enterprises.

Key words: service innovation; advanced manufacturing enterprises; digital development; dynamic capability of enterprises; redundant resources

先进制造业是我国知识密集、创新活跃、高附加值的关键领域,引领制造业未来发展方向,《“十四五”智能制造发展规划》中强调要推动制造业产业模式和企业形态根本性转变。先进制造业成为制造业高质量发展的重要方式。在服务型经济发展趋势下,服务主导逻辑逐渐取代产品主导逻辑成为新的范式,服务创新成为先进制造业战略变革和转型升级的关键驱动力。先进制造企业服务创新区别于传统制造企业服务创新,由于先进制造企业本身具有高新技术特征,其进行服务创新过程不再局限于市场感知、研发、销售和传递^[1],更在于利用技术优势和渠道优势,通过全新或改进的服务供给方式、服务流程和服务商业模式为利益相关者创造价值^[2]。同时,发展数字化已经成为推动企业变革、赋能企业创新的重要着力点,《关于深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的指导意见》也提到要加快建设和发展数字化,开展创新型生产性服务,引导先进制造业积极转型。数字技术也能够为企业提供服务并改变交付服务的方式^[3]。充分利用数字赋能优势以推动服务创新已成为先进制造企业服务价值创造的关键举措。因此,探究数字化发展对先进制造企业服务创新的影响机制具有实际价值和重要意义。

现有研究表明数字化发展正在推动企业服务创新,并从战略规划、组织能力、知识基础等方面探析了数字化如何影响企业服务创新。物联网、区块链等的融入,为制造企业提供赋能或服务增强作用^[4],大数据、云计算等数字技术及其应用可改进或创新服务商业模式^[5]。通过有效的战略规划和拥有并整合各种组织能力,能够有效驱动数字赋能于企业服务创新^[6]。专业化知识基础的深化及异质性知识的补充有助于获取数字技术优势^[7],从而强化数字技术对制造企业服务创新的作用。现有研究主要聚焦于数字化对制造业企业服务创新的影响。但由于先进制造业具有产业链

环节数量多、链条长、结构复杂等特征,因此相较于其他产业具有更强的数字技术赋能诉求^[8],部分研究意识到数字化对先进制造企业发展的积极作用,却鲜有文献深入挖掘数字化与先进制造企业服务创新的影响及作用关系。

针对先进制造企业服务创新的影响因素大多从外部供应链关系视角切入。相关学者认为知识服务机构是先进制造企业获取服务创新知识的重要来源^[9],服务提供商可以通过提供专业性服务提升企业服务创新活力和结果绩效^[10]。用户作为服务创新的重要协作者,用户参与有利于先进制造企业感知市场,以促进现有服务内容的改进和新服务的研发^[11]。综合来看,供应链关系对先进制造企业服务创新的产出具有深刻的影响作用,但对于以创新为基础动力的先进制造企业而言,如何将数字技术资源、共享的知识体系内化从而提升企业自身的创新能力,是先进制造企业实现服务创新演进升级的关键。因此,针对数字化对先进制造企业服务创新的内部影响展开研究具有重要科学价值。

从内部剖析企业创新的影响因素的相关研究表明,企业内部组织结构、资源禀赋、高管激励、动态能力、冗余资源等方面的差异,导致其创新表现截然不同,而企业内部的动态能力是企业创新的关键和基础保障,企业创新产出是动态能力积极作用的结果。信息技术驱动的动态能力能够显著促进企业创新^[12]。动态能力虽非企业实现高的新产品开发绩效的必要条件,但却对企业的新产品开发绩效产生重要影响^[13],也有学者提出动态能力能够有效整合内外部资源,从而促进企业实现创新追赶、获取持续竞争优势^[14]。此外,在影响企业创新的内部重要因素中,学术界普遍认为冗余资源是企业创新行为的关键预测变量之一。冗余资源作为企业内部潜在的储备资源,是推动组织创新项目实施的关键催化剂^[15],企业如何以及能否有效利用冗余资源取决于内部能力能否为企业

带来创新机会和知识^[16],当企业拥有丰富的冗余资源时,可以增加试错机会,更有利于企业的创新效果^[17]。综合来看,企业内部能力和冗余资源与企业创新三者间存在影响关系,而服务创新作为先进制造企业创新变革的方式之一,却鲜有研究从企业内部深入探讨动态能力和冗余资源对先进制造企业服务创新的重要作用。

综上所述,以上相关研究为本文的研究提供了理论依据。其一,关于数字化对服务创新的影响探析大都以制造业整体为研究对象,而很少考虑先进制造业的数字技术赋能诉求,探究数字化对先进制造企业服务创新的影响;其二,先进制造企业服务创新的研究仅仅局限于外部供应链对其的影响,而鲜有考虑先进制造企业外部技术资源内化的重要性,研究数字化对先进制造企业服务创新的内在传导机制与作用;其三,现有研究梳理出多种内在影响因素对企业创新的作用,并且关注到企业内部的动态能力对于企业创新活动开展促进作用、企业能力和冗余资源与企业创新三者间存在影响关系,但关于企业动态能力在数字化与先进制造企业服务创新关系中扮演的角色和定位、冗余资源所发挥的重要作用,尚需要进一步分析和探索。

基于以上分析,本文从企业动态能力视角探究数字化发展与先进制造企业服务创新的关系,旨在从企业内部揭示数字化发展对先进制造企业服务创新的影响与内在作用机制。基于本文的研究目的,提出以下研究思路:首先,探讨关于数字化发展对先进制造企业服务创新的直接影响;其次,从企业内部的动态能力视角分析企业动态能力在数字化发展与先进制造企业服务创新之间的作用关系;最后,基于冗余资源、企业能力和创新活动间的关系基础上,分析冗余资源在企业动态能力与先进制造企业服务创新的作用关系。本文研究可能的创新之处:一方面,以先进制造企业为研究对象,揭示数字化对先进制造企业服务创新的影响;另一方面,考虑冗余资源、企业能力和服务创新间的关系,解析数字化对先进制造企业服务创新的内在传导路径,从企业内部揭示数字化

对先进制造企业服务创新的影响及作用机制。

一、理论分析与研究假设

(一)数字化发展与先进制造企业服务创新

数字化由大数据、云计算、区块链、人工智能等数字技术构成关键核心基础架构,并且以多种数字技术联合应用于企业战略发展中,以助力企业价值链的高端升级。先进制造企业可利用数字技术改进或创新服务供给方式、服务流程、服务商业模式。

首先,数字技术及其应用是先进制造企业服务供给方式创新的基础。服务供给方式的创新在于调整服务理念、服务场景设计、服务内容和活动的运营等方面改进和优化服务。服务要发生本质的突破和改变,需要从服务固有的理念向“互联网+”服务思维上转变。以用户需求为导向、互联网技术为基础的创新性思维是在服务中加入用户和互联网元素并进行消化、吸收、融合形成^[18],可促使先进制造企业服务理念富有互联、互动、互通等时代特征,促进企业创新服务理念的转变,改变传统服务文化。在数字化不断发展下,融通数据和需求等创新要素的场景设计,能够帮助用户完成在特定场景下想要完成任务的价值创造活动^[19]。服务的有效运营作为服务供给中用户与企业实现交互增值的基石,服务运营过程需要大量的资源和能力,而工业互联网平台等数字化手段可以便捷地为企业获取制造与服务所需的资源、能力和技术^[20]。

其次,数字技术及其应用是先进制造企业服务流程设计与改进的助推剂。服务流程强调从服务的设计与研发到服务输出及反馈。以数字化技术为基础可扩展服务价值创造的空间,从新颖的服务想法的产生到服务的研发设计、服务交付方式延伸、服务反馈系统的构建等。先进制造企业内部组织结构、现有员工学习和创新能力必须迎合新服务开发的需要,而人工智能、云计算等数字技术及其联合的数字技术应用拓展企业员工培训方式;远程监控技术可以避免服务交付的中断,提升服务的效率^[21];大数据赋能先进制造企业建立客户偏好数据库,以精准识别消费者偏好,客户的行为信息可以有效反映出客户的决策过程,促使

企业新服务的产生从经验驱动向数据驱动发展^[22];基于大数据、云平台的反馈或咨询系统可以促进企业维护与客户的长期业务关系^[23]。

最后,大数据、云计算、人工智能、区块链等数字技术的应用是先进制造企业服务商业模式创新的关键。数字技术促使服务商业模式的拓展和深化,使其不仅仅以基础服务、增值服务作为企业的盈利模式,也向生态服务、数据和平台服务模式发展。先进制造企业提供以产品为基础的维修服务、增值服务以顺利完成产品的销售,而 Web 服务、生态服务有效地将软件、系统和基础设施与不断变化的战略合作伙伴和供应商集成起来,促进企业构建服务的体系结构。进一步地,基于历史数据的相关性挖掘并将机器学习和运营管理问题整合,可以有效得到企业的优良决策或预测表现^[24]。此外,数字平台支持企业在当前的知识结构中深化知识搜索,其固有的模块化结构允许重组,可重组模块的数量越多,创造新的服务商业模式的机会就越多^[25]。基于以上分析,提出假设 H1:数字化发展正向影响先进制造企业服务创新。

(二)企业动态能力在数字化发展与先进制造企业服务创新中的作用分析

先进制造企业的发展是一个积极响应环境的动态过程,动态能力是先进制造企业的演化不可或缺的主导因素,动态交互频率越高,先进制造企业系统内部知识整合和创新效率就越高。动态能力理论中指出,全球市场上所属行业中的龙头企业都具备有效协调、整合内外部资源、及时且灵活的创新能力^[26],而能力也是企业知识的集合,提高和更新动态能力的方法主要是获取、学习并吸收知识和技能^[27]。动态能力被定义为企业不断整合、配置并更新再造资源和能力的行为取向,通过不断升级并重构其核心能力,以适应动荡的市场环境变化,获得或保持其竞争优势^[28]。根据企业动态能力的界定和本文研究主题,并结合资源基础观、组织学习理论等视角,将企业动态能力进一步分解为创新变革能力、协调整合能力和学习吸收能力 3 个维度。创新变革能力是指促进企业变革和顺应战略导向的内部推动能力,能够有效地

建立企业自身的创新能力与市场优势之间的联系。协调整合能力是企业对内外部资源进行整合配置以适应环境变化的能力,强调组织内部管理和外部协调能力。学习吸收能力重点在于企业利用现有的知识能力基础识别外部知识及技能价值,并将其价值内化吸收转化为自身的知识资源和技能。

在创新变革能力方面,数字化发展在先进制造企业表征自身竞争优势方面的重要性日益增加。通过嵌入式数字技术的联合运用如云计算、人工智能、大数据等,解耦了创造过程中对专业资源知识和价值链中介的依赖^[29],可以有效弥补企业的创新研发风险,激发企业自主创造性,进而提高先进制造企业创新变革能力。在协调整合能力方面,区块链、大数据等技术帮助企业实现数据资源的有效管理和动态更新,记录各种交易行为,为企业物质、人力资源与空间、时间的合理配置快速布局优化^[30],助力企业统筹规划内外部资源,并进行选择性的资源集聚,以增强企业整体资源的协调整合能力。在学习吸收能力方面,企业可以利用现有知识挖掘出外部新知识的价值,吸收并运用于商业实践中^[31]。随着物联网、移动互联网、AR/VR 等数字技术的应用,先进制造企业与其供应链边界逐渐被打破,企业也可以借此拓宽企业知识来源,实现外部多元化知识汲取和内部专业化知识渗透,从而促进企业学习吸收能力的提升。

企业动态能力使企业重复迭代创新成为可能,开发新服务的动态能力将导致随着时间的推移开发多个新服务^[32]。创新变革能力强调自身能力与新服务或新市场间的创新过程或路径,并决定先进制造企业对市场新趋势或潜在服务需求的反映程度,因此创新变革能力越强越能促进先进制造企业服务创新。协调整合能力的高低决定了分配先进制造企业改进或创新服务组合所需的内外部资源的合理性,并且服务创新的成功不仅仅取决于自身创新的新颖性,还需要将服务创新产出引入市场,而这一过程往往需要进行营销计划的调整和内部资源的协调配合。具有高吸收能力的企业能够充分利用利益相关者的知识和技能,

并将其转化为员工更易理解的形式,以便更好地预测用户的需求和偏好,并具备足够的灵活性可以用来调整创新其服务流程或服务商业模式,提升先进制造企业服务开发效率。基于以上分析,提出假设 H2:企业动态能力在数字化与先进制造企业服务创新之间起中介作用。

(三) 冗余资源对先进制造企业服务创新的作用分析

冗余资源作为企业潜在可使用的资源被认为对组织创新具有积极作用,并且能够作为企业应对意外情境的特殊缓冲^[33]。冗余资源是企业在给定计划期间内可用的多余资源存量^[34],按照资源流动和使用灵活性可分为沉淀性冗余和非沉淀性冗余资源。冗余资源有助于增强企业的创新能力,解决企业应急性资源稀缺的关键问题,但同时不适当的冗余资源也会对企业创新产生不利的影响^[35]。

沉淀性冗余资源作为企业特定程序内密切相关的闲置资源,先进制造企业要实现服务供给方式、服务流程、服务商业模式等创新需要可支配资源与自身先进技术的灵活适配。在同质产品的竞争压力下,先进制造企业寻求额外利润将现有服务改进或创新,此时的沉淀性冗余资源能够在特定领域弥补资源欠缺,但勘探和开发新服务代表了不同于既定模式下的组织过程,特定领域的沉淀性冗余资源不能有效解决开发新服务过程中的资源投入或资源弥补问题。沉淀性冗余资源专用性也同时限制了企业对资源的协调整合的灵活性,导致错过市场最佳响应时间。沉淀性冗余资源也具有路径依赖特性,促使先进制造企业以现有业务水平进行资源的快速补充^[36],但这种路径依赖导致企业受到原有思维和战略模式的影响而失去对服务流程再造和服务传递更新的主动性。

流动性强的非沉淀性冗余资源是企业应对内外部环境变化的重要缓冲资源。一方面,从资源支持角度出发非沉淀性冗余资源为先进制造企业创新服务商业模式提供支撑。服务本身无形性和多变性特征导致企业无法全面而有效地更新服务模式,但非沉淀性冗余资源能给予企业更多的灵

活性和自主性^[37],激发先进制造企业充分发挥主观能动性促进企业改进和创新现有的服务商业模式。另一方面,行为理论指出组织冗余是企业实施战略行为的重要依据,提升企业承担风险的能力。非沉淀性冗余资源作为企业服务试错和组合创新的缓冲资源,允许企业将这些资源投入到更具有前瞻性的服务项目中,增加对商业机会的创造^[38]。此外,非沉淀性冗余资源可以有效支持创新服务解决方案的产生,打破先进制造企业只能在原有既定的资源基础上进行服务价值创造的掣肘,并为其带来快速响应的可利用资源。因此,非沉淀性冗余资源是作为推动先进制造企业服务创新的关键催化剂。综上所述,提出假设 H3a:沉淀性冗余资源负向调节企业动态能力与先进制造企业服务创新之间的关系;假设 H3b:非沉淀性冗余资源正向调节企业动态能力与先进制造企业服务创新之间的关系。

基于理论分析与研究假设,构建本文研究的理论框架,如图 1 所示。

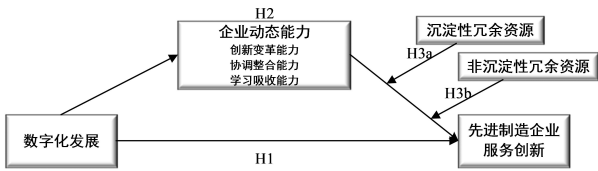


图 1 理论研究框架

二、研究设计

(一) 研究样本与数据来源

本文选取中国 A 股上市公司中属于先进制造业的企业作为研究样本,参照綦良群等^[39]先进制造业划分标准,并结合以传统制造业吸收和融合先进技术从而升级成为先进制造业的企业为主要研究对象,最终以 2012 版证监会行业分类划定的制造业名称,确定先进制造业包括电气机械及器材制造业、计算机通信和其他电子设备制造业、通用设备制造业等 6 个行业。鉴于我国先进制造企业数字化转型主要在 2015 年以后广为普及和深化,因此本文将时间窗口设置为 2015—2021 年。数据来源于 CSMAR 数据库、WIND 数据库和巨潮资讯网公布的上市公司年报。对原始数据进行如

下处理:①剔除非上述6个先进制造业上市公司;②剔除样本期间内ST、*ST及在样本期间退市的上市公司;③剔除主营业务范围中不包含服务业务的上市公司;④剔除关键指标缺失的上市公司;⑤为消除异常值对回归结果的影响,对所有变量进行上下1%的Winsorize缩尾处理。最终获得450家公司共计3150个样本观测值。

(二) 变量衡量

1. 被解释变量

被解释变量为服务创新(*Service*)。本文借鉴Mansury等^[40]的做法,使用服务收入占营业收入的比例来衡量先进制造企业服务创新程度。其中,部分企业年度报告中将业务收入具体分为服务收入与非服务业收入,或直接列出服务业务收入与营业收入占比,但同时也存在部分企业未详细列出有关服务收入信息,对于未直接列出的样本企业,参考赵宸宇^[41]的研究,根据报表中经营范围和业务内容判断隶属于服务类别收入,从而计算企业服务收入与营业收入占比来表示服务创新程度。

2. 解释变量

解释变量为数字化发展(*Digit*)。本文基于Python文本挖掘技术提取相关词频,数字化作为企业重大发展战略,其相关要点通常会体现在具有年度总结性和未来发展指引性的企业年度报告中。具体的有关年报词频提取步骤如下:①爬取巨潮资讯网中研究样本中的上市公司年度报告PDF版本链接,并对部分存在年报更新前和更新后的版本进行数据清洗。②下载年报并将其转换为txt文本格式,在吴非等^[42]特征词库基础上,增加2021年有关数字化发展的政策文件《数字中国发展报告(2021年)》《中小企业数字化转型发展报告(2021版)》《“十四五”数字经济发展规划》以扩充数字化特征词库,并将其分类归纳到“数字技术及数字技术应用”的特征词谱中,据此本文的数字化发展结构化词频数据池如图2所示。③通过年度报告txt文本中数字化特征词搜索、匹配和词频计数,以形成加总词频。为避免数据的异方差性,对总词频加1取对数处理,最终得到先进制造

企业数字化发展程度指标 *Digit*。

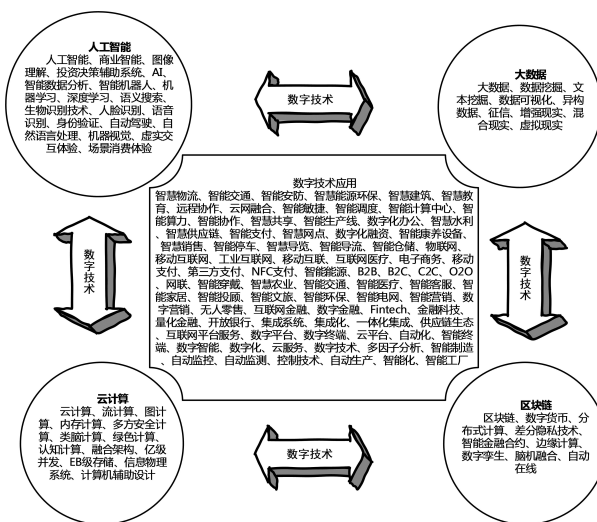


图2 数字化发展结构化词频数据池

3. 中介变量

中介变量为企业动态能力(*Cdc*)。本文的企业动态能力包含创新变革能力、协调整合能力和学习吸收能力3个子维度,通过使用CRITIC权重法确定各指标权重后计算企业动态能力。

创新变革能力(*Innovation*),先进制造企业利用技术优势进行自我服务创新,并为适应外部环境变化而克服自身的刚性束缚,谋求自我更新的能力。本文采用企业年发明专利、实用新型专利及外观设计专利的申请总数取对数测量创新变革能力,反映企业年专利申请状况,突显企业自身创新变革能力的强弱。

协调整合能力(*Coordination*),采用总资产周转率表示,周转率作为评价企业资产利用率的重要指标,用以体现企业的内部管理效能。总资产周转速度越快,表明企业协调固定资产和流动资产、整合内部资源的能力越强。其计算公式: $Coordination = \text{营业收入} / [(\text{总资产期末余额} + \text{总资产期初余额}) / 2]$ 。

学习吸收能力(*Absorption*),由于学习吸收能力与企业的总研发支出密切相关,本文参考Tsai^[43]的研究以研发强度即研发支出与营业收入的比例来衡量学习吸收能力。

本文运用CRITIC权重法计算企业动态能力。CRITIC权重法是一种客观赋权法,重点关注数据

的波动性和冲突性。企业动态能力子维度赋权的具体步骤如下。

无量纲化处理(正向化处理):

$$X_{ij} = \frac{X_j - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \quad (1)$$

X_{ij} 表示第 i 个样本的第 j 项指标, $X_{\min}$ 、 $X_{\max}$ 表示第 j 项指标的最小值和最大值。

指标变异性和冲突性:

$$S_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_{ij} - \bar{X}_j)^2}{n-1}} \quad (2)$$

$$R_j = \sum_{i=1}^k (1 - r_{ij}) \quad (3)$$

S_j 分别表示第 j 个指标的标准差,代表各指标取值差异波动情况。 S_j 越大代表该指标评价强度越强,应该给该指标分配更多权重; k 表示指标个数, r_{ij} 表示指标 i 和 j 之间的相关系数,与其他指标相关性越强,则二者冲突性越小,反映出相同的信息越多,削弱该指标的评价强度,应该减少对该指标分配的权重。

信息量及客观权重:

$$C_j = S_j \times R_j \quad (4)$$

$$W_j = \frac{C_j}{\sum_{j=1}^k C_j} \quad (5)$$

C_j 越大,代表第 j 个指标在整个指标体系中作用越大,可分配更多的权重, W_j 表示第 j 个指标的客观权重。通过上述赋权步骤确定各子维度的权重系数,最终形成企业动态能力的表达式为:

$$Cdc = 0.2583 \times Innovation + 0.0428 \times Coordination + 0.6989 \times Absorption \quad (6)$$

4. 调节变量

调节变量为冗余资源,包括沉淀性冗余资源(RS)和非沉淀性冗余资源(AS),借鉴肖红军等^[44]及宋铁波等^[45]研究中对沉淀性冗余资源和非沉淀性冗余资源的测量方法,沉淀性冗余资源以费用收入比[(管理费用+销售费用)/营业收入]来测量,非沉淀性冗余资源以速动比率[(流动资产-存货)/流动负债]来表示。

5. 控制变量

根据本文研究内容,参考肖挺^[46]的研究,选取

企业规模(Size)、企业年龄(Age)、财务杠杆(Lev)为本文的控制变量,以样本中企业总资产额度并取对数以消除异方差和偏度来衡量企业规模;以企业成立年份减去统计年份加1取对数来测量企业年龄;财务杠杆则以资产负债率来表征。

(三)模型设置

为了验证研究假设,构建实证计量模型,并采用层级回归分析法进行实证检验。层级回归分析法是检验中介效应的主要方式之一,而对中介效应的调节作用的检验亦可以以此为基础,加入调节变量与中介变量的交互项,并检验其系数的显著性。具体构建的回归模型如下:

$$Service_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 Digit_{i,t} + \alpha_2 Control_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (7)$$

$$Cdc_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 Digit_{i,t} + \beta_2 Control_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (8)$$

$$Service_{i,t} = \gamma_0 + \gamma_1 Digit_{i,t} + \gamma_2 Cdc_{i,t} + \gamma_3 Control_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (9)$$

$$Service_{i,t} = \theta_0 + \theta_1 Cdc_{i,t} + \theta_2 RS_{i,t} + \theta_3 RS_{i,t} \times Cdc_{i,t} + \theta_4 Control_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (10)$$

$$Service_{i,t} = \omega_0 + \omega_1 Cdc_{i,t} + \omega_2 AS_{i,t} + \omega_3 AS_{i,t} \times Cdc_{i,t} + \omega_4 Control_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (11)$$

模型(7)验证数字化对先进制造企业服务创新的影响作用,若回归系数 α_1 显著为正,则表示数字化显著促进先进制造企业服务创新;在模型(7)中自变量的变化能够显著地解释因变量的变化的基础上,模型(8)是为了验证数字化发展能显著地影响企业动态能力的变化(即 β_1 显著不等于零)、模型(9)以验证企业动态能力在数字化与服务创新的中介作用($\gamma_1 \ll \alpha_1$)。模型(10)、模型(11)验证沉淀性冗余资源和非沉淀性冗余资源在企业动态能力与服务创新之间的调节作用。其中,二者分别与数字化的乘积项代表调节变量的作用, θ_1 、 θ_2 和 ω_1 、 ω_2 反映主效应的大小, θ_3 、 ω_3 反映了调节作用的大小。

三、实证结果与分析

(一)描述性统计与共线性检验

表1是各变量的描述性统计结果,针对样本企业数字化发展水平(Digit)均值为3.371,中位数为

3.401,标准差为1.159,表明所选样本数据先进制造企业数字化水平差距相对较大。而样本企业的服务创新水平(*Service*)标准差为0.191,表明所选样本企业服务创新差异较小。在进行层级回归分析前,对样本数据进行共线性诊断,其结果如表2所示,可以看出各变量VIF均小于5,说明各变量间不存在多重共线性问题,可进行回归分析。

表1 描述性统计

变量	N	mean	p50	sd	min	max
<i>Service</i>	3 150	0.258	0.374	0.191	0.158	1.252
<i>Digit</i>	3 150	3.371	3.401	1.159	0.693	6.031
<i>Cdc</i>	3 150	5.400	4.585	2.949	1.290	17.93
<i>RS</i>	3 150	0.163	0.142	0.095 0	0.028 0	0.505
<i>AS</i>	3 150	2.384	1.745	1.862	0.677	11.12
<i>Size</i>	3 150	22.09	21.98	1.186	19.78	25.69
<i>Age</i>	3 150	2.898	2.890	0.292	2.079	3.526
<i>Lev</i>	3 150	0.421	0.419	0.183	0.072 0	0.835

表2 共线性诊断

变量	VIF	1/VIF
<i>Digit</i>	1.100	0.908
<i>Cdc</i>	1.470	0.680
<i>AS</i>	2.250	0.444
<i>RS</i>	1.580	0.631
<i>Size</i>	1.560	0.641
<i>Age</i>	1.050	0.951
<i>Lev</i>	2.630	0.380
<i>Mean</i>	VIF	1.660

(二) 直接效应检验及中介效应检验

直接效应检验是进行中介效应检验的前提和研究基础。因此,首先检验数字化发展对服务创新的直接效应。经检验,结果如表3所示。M1中可看出服务创新与数字化发展回归系数 α_1 为0.018, $p < 0.01$,从结果表明数字化发展正向影响先进制造企业服务创新,假设H1得到验证。在直接效应成立的基础上,检验企业动态能力在数字化发展与先进制造企业服务创新之间的中介效应。首先,自变量数字化发展能够显著地解释因变量服务创新的变化;其次,M2中企业动态能力与数字化的回归系数 β_1 为0.701, $p < 0.01$,结果表明自变量数字化发展的变化能够显著地解释中介变量企业动态能力的变化;最后,当控制中介变量企业动态能力后,M3中数字化发展与服务创新的回归系数 γ_1 为0.009($\gamma_1 \ll \alpha_1$),并 $p < 0.01$,其中服务创新与企业动态能力之间系数 γ_2 为0.012

显著不为0。因此,检验结果表明企业动态能力在数字化发展与先进制造企业服务创新间起部分中介作用,假设H2得到验证。

表3 中介效应检验

变量	M1	M2	M3
	Service	Cdc	Service
研究变量			
<i>Digit</i>	0.018 *** (0.003)	0.701 *** (0.042)	0.009 *** (0.003)
<i>Cdc</i>	—	—	0.012 *** (0.001)
控制变量			
<i>Size</i>	0.015 *** (0.003)	0.122 ** (0.049)	0.014 *** (0.003)
<i>Age</i>	0.006 (0.012)	-0.878 *** (0.169)	0.017 (0.012)
<i>Lev</i>	-0.078 *** (0.022)	-4.328 *** (0.312)	-0.026 (0.022)
<i>_cons</i>	0.574 *** (0.074)	4.700 *** (1.063)	0.518 *** (0.073)
<i>N</i>	3150	3150	3150
<i>R</i> ²	0.021	0.150	0.050
ΔR^2	0.019	0.149	0.048

注:** $p < 0.05$,*** $p < 0.01$ 表示有统计学意义;括号内为标准误。

(三) 调节效应检验

进一步地,对冗余资源在企业动态能力与服务创新之间的调节作用进行检验,结果如表4所示。要验证调节效应的前提是自变量与因变量有显著关系,即M4中服务创新与企业动态能力之间的回归系数为0.019($p < 0.01$),可进行调节效应的检验。在M4的基础上纳入沉淀性冗余资源、企业动态能力与沉淀性冗余资源的交互项,得到M5。M5中交互项系数分别为-0.048($p < 0.01$),结果表明沉淀性冗余资源负向调节企业动态能力与先进制造企业服务创新之间的关系,假设H3a得以验证。同理,M6中非沉淀性冗余资源与企业动态能力的交互项系数为0.002($p < 0.01$),说明非沉淀性冗余资源正向调节企业动态能力与先进制造企业服务创新之间的关系,假设H3b得到验证。

(四) 稳健性检验

1. 替换核心解释变量

本文参考徐朝辉等^[47]将核心解释变量数字化发展指标(*Digit*)分解为数字技术及数字技术应用两部分。其中,数字技术(*Digit-tech*)包括大数据、

表 4 调节效应检验

变量	M4	M5	M6
	Service	Service	Service
控制变量			
Size	0.013	0.019 ***	0.014
	(0.008)	(0.008)	(0.008)
Age	-0.021	0.015 3 ***	-0.021
	(0.028)	(0.034)	(0.028)
Lev	0.092 ***	0.124 ***	0.194 ***
	(0.035)	(0.034)	(0.041)
研究变量			
Cdc	0.019 ***	0.019 ***	0.024 ***
	(0.002)	(0.003)	(0.003)
RS	—	1.164 ***	—
	—	(0.094)	—
AS	—	—	0.027 ***
	—	—	(0.006)
Cdc × RS	—	-0.048 ***	—
	—	(0.010)	—
Cdc × AS	—	—	0.002 ***
	—	—	(0.001)
_cons	0.599 ***	-0.210	0.472 ***
	(0.149)	(0.155)	(0.151)
N	3 150	3 150	3 150
R ²	0.040	0.107	0.049
△R ²	-0.121	-0.044	-0.111

注: *** $p < 0.01$ 表示有统计学意义;括号内为标准误。

人工智能、区块链和云计算构成数字技术应用基础,而数字技术应用(Digit-app)包含物联网、平台化、智能化高端设备等智能产品服务的应用,通过 Python 进行总词频统计,在此基础上重复上述数据处理步骤得到替换的核心解释变量数据并进行回归检验,结果如表 5 所示。数字技术与数字技术应用对先进制造企业服务创新都具有显著地影响作用,在中介效应中检验结果也依然成立。因此,替换核心解释变量的回归结果与前文保持一致。

表 5 替换核心解释变量的回归检验结果

变量	Digit→Digit-tech			Digit→Digit-app		
	M1	M2	M3	M4	M5	M6
	Service	Cdc	Service	Service	Cdc	Service
研究变量						
Digit	0.020 ***	0.745 ***	0.012 ***	0.014 ***	0.590 ***	0.007 **
	(0.003)	(0.035)	(0.003)	(0.003)	(0.045)	(0.003)
Cdc	—	—	0.011 ***	—	—	0.012 ***
	—	—	(0.001)	—	—	(0.001)
控制变量						
_cons	0.644 ***	7.309 ***	0.563 ***	0.574 ***	4.660 ***	0.516 ***
	(0.074)	(1.042)	(0.074)	(0.074)	(1.080)	(0.073)
N	3 150	3 150	3 150	3 150	3 150	3 150
R ²	0.029	0.188	0.053	0.016	0.123	0.048
△R ²	0.028	0.187	0.051	0.015	0.122	0.047

注: ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$ 表示有统计学意义;括号内为标准误。

2. 剔除部分研究区间

考虑到后疫情时代的受众需求和文化形态可能会影响先进制造企业数字化的发展水平,因此剔除疫情发生后的年份样本数据验证上述的假设,回归检验结果如表 6 所示。由检验结果可知,数字化发展对先进制造企业服务创新的主效应和企业动态能力在二者之间的中介作用仍然成立,同时冗余资源在企业动态能力与先进制造企业服务创新之间的调节效应与前文回归结果没有实质性差异。

表 6 剔除部分研究区间的回归检验结果

变量	M1	M2	M3	M4	M5
	Service	Cdc	Service	Service	Service
研究变量					
Digit	0.015 ***	0.623 ***	0.008 **	—	—
	(0.003)	(0.049)	(0.003)	—	—
Cdc	—	—	0.011 ***	0.015 ***	0.013 ***
	—	—	(0.001)	(0.003)	(0.002)
RS	—	—	—	0.677 ***	—
	—	—	—	(0.096)	—
RS × Cdc	—	—	—	-0.021 **	—
	—	—	—	(0.011)	—
AS	—	—	—	—	0.013 ***
	—	—	—	—	(0.005)
AS × Cdc	—	—	—	—	0.001 **
	—	—	—	—	(0.000)
控制变量					
_cons	0.516 ***	4.766 ***	0.462 ***	0.048	0.433 ***
	(0.089)	(1.293)	(0.088)	(0.125)	(0.089)
N	2 250	2 250	2 250	2 250	2 250
R ²	0.021	0.140	0.047	—	0.049
△R ²	0.019	0.138	0.045	—	0.046

注: ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$ 表示有统计学意义;括号内为标准误。

3. 内生性处理

(1)工具变量法:考虑到数字化发展与服务创新之间可能存在反向因果关系导致的内生性问题,即数字化发展可以有效促进先进制造企业服务创新,但同时服务创新水平较高的先进制造企业更易发展数字化。通过 Durbin-Wu-Hausman 检验核心解释变量数字化发展 $p < 0.05$ 具有内生性,为了缓解这一问题,采用工具变量法进行进一步的处理。由于先进制造企业服务创新无法对前一年或两年的数字化发展产生影响,因此将数字化发展滞后 1~2 期处理,将其滞后项设定为工具变量并进行回归检验,结果如表 7 所示,所有模型的显著性及其回归系数表明假设检验依然成立,

回归结果与前文检验结果一致。

表7 核心解释变量滞后处理的回归检验结果

变量	M1	M2	M3	M4	M5
	Service	Service	Service	Service	Service
研究变量					
<i>Digit</i>	0.018 *** (0.003)	—	—	—	—
<i>L. Digit</i>	—	—	—	0.022 *** (0.003)	0.013 *** (0.003)
<i>L2. Digit</i>	—	0.026 *** (0.003)	0.017 *** (0.004)	—	—
控制变量					
<i>_cons</i>	0.574 *** (0.074)	0.556 *** (0.092)	0.483 *** (0.091)	0.552 *** (0.082)	0.484 *** (0.081)
<i>N</i>	3 150	2 250	2 250	2 700	2 700
<i>R</i> ²	0.021	0.034	0.064	0.026	0.056
ΔR^2	0.019	0.032	0.062	0.025	0.054

注:*** $p < 0.01$ 表示有统计学意义;括号内为标准误。

(2) 固定效应模型:为了处理不随时间变化的遗漏变量的内生性问题,采用固定效应模型来减弱内生性。其中,回归重点控制了时间和企业个体层面的固定效应,检验结果与本文的主要研究结论相符。

(3) Heckman 两步法:为了解决样本选择性偏差引起的内生性问题,即本来自身服务创新程度强的先进制造企业更倾向于主动发展数字化,本文采用 Heckman 两步法进行该类型的内生性问题处理。第一步计算出每个样本的逆米尔斯比率,第二步将逆米尔斯比率作为控制变量纳入模型中进行估计。此时 Heckman 第二步得到的结果与原模型得到的结果一致,说明本文的主要实证结果依然保持稳健。

四、结论与对策建议

(一) 结论

第一,数字化发展对先进制造企业服务创新具有正向影响作用;

第二,企业动态能力(创新变革能力、协调整合能力和学习吸收能力)在数字化发展与先进制造企业服务创新关系中起到部分中介作用,即企业数字化发展能够通过提高企业动态能力从而促进先进制造企业服务创新;

第三,非沉淀性冗余资源正向调节企业动态能力对先进制造企业服务创新的促进作用,而沉淀性冗余资源负向调节企业动态能力对先进制

造企业服务创新的促进作用。

(二) 对策建议

第一,深化数字化发展推进先进制造企业服务创新。为进一步促进先进制造企业服务创新,先进制造企业应加强研发投入力度促进服务创新高端发展,针对产品全生命周期服务进行流程数字化嵌入进而促进先进制造企业实现服务渐进式或突破式创新;建立数字技术生态网络促进先进制造企业服务创新多元化发展,通过对整个企业价值链中涉及到的服务感知与研发、服务流程设计、服务模式创新等方面结合数字技术生态网络改进现有的服务质量,实现先进制造企业的服务价值创造;推进智能化数字发展促进先进制造企业服务创新,充分利用平台化、智能化服务发展趋势,积极推动先进制造企业向平台化、智能化服务创新升级。

第二,强化企业动态能力在通过数字化实现先进制造企业服务创新过程中的渠道作用。先进制造企业需要不断完善自身的动态能力以实现数字化对服务创新的提升。首先,先进制造企业应充分把握自身高新技术特性,不断创新发展关键核心技术,以适应外部动态环境造就的企业内部变革;其次,内外部资源作为企业获取核心竞争力的重要保障,先进制造企业可以通过整合更新或重构资源等行为形成企业先动优势,以及时响应用户服务需求;最后,通过增强企业学习吸收能力以克服企业内部知识汲取刚性,企业不断追寻多样化业务知识的过程就是先进制造企业构建新知识结构范式并触发新的想法或创意的过程。

第三,合理优化配置冗余资源助力先进制造企业服务创新。根据冗余资源类型的不同对先进制造企业服务创新的影响作用不同,而应该正确权衡沉淀性和非沉淀性冗余资源的数量,避免过多的沉淀性冗余资源以及合理部署潜在资源存量。其中,充分利用高弹性资源优势可对冲先进制造企业服务创新风险并有效缓解产品创新对服务创新的资源争夺冲突,有助于正向激励数字化发展对先进制造企业服务创新升级的作用。

本文研究存在一定的局限性,关于数字化发

展指标的衡量在现有文献中的衡量方式暂未形成统一意见。本文的研究对数字化发展指标测量仅依靠文本挖掘法提取上市公司年报中的关键词,具有一定的主观性,可能导致可获取的数据较少,造成一定程度的数据统计误差,在未来数字化发展的测量中,可结合人工抽取和深度学习等方法进行深入研究。

参考文献:

- [1] KINDSTROM D, KOWALKOWSKI C. Development of industrial service offerings: a process framework[J]. *Journal of Service Management*, 2009, 20(2):156-172.
- [2] OSTROM A L, BITNER M J, BROWN S W, et al. Moving forward and making a difference: research priorities for the science of service[J]. *Journal of service research*, 2010, 13(1):4-36.
- [3] 董晓松,许仁仁,赵星,等. 基于价值视角的制造业数字化服务转型机理与路径——仁和集团案例研究[J]. *中国软科学*, 2021, 36(8):152-161.
- [4] RADDATS C, NAIK P, BIGDELI A Z. Creating value in servitization through digital service innovations[J]. *Industrial marketing management*, 2022(104):1-13.
- [5] SJODIN D, PARIDA V, KOHTAMAKI M, et al. An agile co-creation process for digital servitization: a micro-service innovation approach[J]. *Journal of business research*, 2020(112):478-491.
- [6] MARCO P, FRANCESCO S, ROBERTO G, et al. Digital servitization and sustainability through networking: some evidences from IoT-based business models[J]. *Journal of business research*, 2021(132):507-551.
- [7] 于飞,袁胜军,胡泽民,等. 网络密度、高管注意力配置与制造企业服务创新:知识基础的调节作用[J]. *管理评论*, 2022, 34(10):158-169.
- [8] 张月月,王晓萍,冯仁光. 中国装备制造企业跨越式升级的实现机制:数字技术赋能的逻辑与路径[J/OL]. *科技进步与对策*, 2022, 1-9[2022-12-29].
- [9] 王琳,郑月龙,闫志伟. 知识服务机构联结多样化与制造企业服务创新[J]. *科学学研究*, 2018, 36(7):1305-1313.
- [10] HOMAYOUNFARD A, ZAEFARIAN G. Key challenges and opportunities of service innovation processes in technology supplier-service provider partnerships[J]. *Journal of business research*, 2021(139):1284-1302.
- [11] XIE Xuemei, WANG Hongwei, JAVIER S G. How does customer involvement in service innovation motivate service innovation performance? the roles of relationship learning and knowledge absorptive capacity[J]. *Journal of business research*, 2021(136):630-643.
- [12] ILMUDEEN A, BAO Y K, ALHARBI I M, et al. Revisiting dynamic capability for organizations' innovation types does it matter for organizational performance in China? [J]. *European journal of innovation management*, 2021, 24(2):507-532.
- [13] 单标安,刘晓菊,赵润萱,等. 组织能力、组织创新与数字化转型如何激发新产品开发绩效? ——基于 fsQCA 的组态效应研究[J]. *研究与发展管理*, 2022, 34(3):81-93.
- [14] 李梅,朱韵,赵乔,等. 研发国际化、动态能力与企业创新绩效[J]. *中国软科学*, 2022, 37(6):169-180.
- [15] 曹翠珍,冯娇龙. 冗余资源对绿色创新模式选择的影响:环境规制的整合视角[J]. *管理评论*, 2022, 34(5):124-135.
- [16] 赵亚普,李立. 开放情境下组织冗余对企业创新的影响研究[J]. *科学学与科学技术管理*, 2015, 36(7):84-92.
- [17] 袁胜军,李享,吴俊. 知识搜索对企业创新质量的影响研究——冗余资源和吸收能力的调节作用[J]. *审计与经济研究*, 2021, 36(3):99-106.
- [18] 王铁力,梁欣,过仕明. 基于“互联网+”思维的智慧图书馆研究[J]. *情报科学*, 2017, 35(4):74-78.
- [19] 邹波,杨晓龙,董彩婷. 基于大数据合作资产的数字经济场景化创新[J]. *北京交通大学学报(社会科学版)*, 2021, 20(4):34-43.
- [20] QIN W, CHEN S, PENG M. Recent advances in industrial internet: insights and challenges[J]. *Digital communications and networks*, 2020, 6(1):1-13.
- [21] GRUBIC T. Remote monitoring technology and servitization: exploring the relationship[J]. *Computers in industry*, 2018(100):148-158.
- [22] HIDALGO A, D ALVANO L. Service innovation: inward and outward related activities and cooperation mode[J]. *Journal of business research*, 2014, 67(5):698-703.
- [23] LEHRER C, WIENEKE A, BROCKE V J, et al. How big data analytics enables service innovation: materiality, affordance, and the individualization of service[J]. *Journal of management information systems*, 2018, 35(2):424-460.
- [24] BERTSIMAS D, KALLUS N. From predictive to prescriptive analytics[J]. *Management science*, 2020, 66(3):1025-1044.

- [25] JOVANOVIĆ M, SJODIN D, PARIDA V. Co-evolution of platform architecture, platform services, and platform governance: expanding the platform value of industrial digital platforms[J]. *Technovation*, 2021, 118(6):102218.
- [26] TEECE D J, SHUEN P A. Dynamic capabilities and strategic management [J]. *Strategic management journal*, 1997, 18(7):509-533.
- [27] 董俊武, 黄江圳, 陈震红. 基于知识的动态能力演化模型研究[J]. *中国工业经济*, 2004, 22(2):77-85.
- [28] WANG C L, AHMED P K. Dynamic capabilities: a review and research agenda [J]. *International journal of management reviews*, 2007, 9(1):31-51.
- [29] 余菲菲, 何冰儿. 数字技术赋能视角下企业参与扶贫的前因组态研究[J]. *中国科技论坛*, 2022, 38(10):63-74.
- [30] ZENG J, KHAN Z. Value creation through big data in emerging economies the role of resource orchestration and entrepreneurial orientation[J]. *Management decision*, 2019, 57(8):1818-1838.
- [31] WANG C L, AHMED P K. Dynamic capabilities: a review and research agenda[J]. *International journal of management reviews*, 2007, 9(1):31-51.
- [32] KEVILL A, TREHAN K, HARRINGTON S, et al. Dynamic managerial capabilities in micro-enterprises: stability, vulnerability and the role of managerial time allocation [J]. *International small business journal-researching entrepreneurship*, 2020, 39(6):507-531.
- [33] 焦豪, 杨季枫, 金宇珂. 企业消极反馈对战略变革的影响机制研究——基于动态能力和冗余资源的调节效应[J]. *管理科学学报*, 2022, 25(8):22-44.
- [34] VOSS G B, SIRDESHMUKH D, VOSS Z G. The effects of slack resources and environmental threat on product exploration and exploitation[J]. *Academy of management journal*, 2008, 51(1):147-164.
- [35] 王晓红, 李娜, 陈宇. 冗余资源调节、数字化转型与企业高质量发展[J]. *山西财经大学学报*, 2022, 44(8):72-84.
- [36] 李全升, 苏秦. 市场导向、迭代式创新与新产品开发[J]. *管理学报*, 2019, 16(12):1790-1799.
- [37] 杨晶, 刘春林, 杨静. 冗余资源对企业危机竞争效应的影响[J]. *财贸研究*, 2012, 23(6):104-110.
- [38] JAVIER T T, LEOPOLDO G G, ANTONIA R M. The relationship between exploration and exploitation strategies, manufacturing flexibility and organizational learning: an empirical comparison between Non-ISO and ISO certified firms [J]. *European journal of operational research*, 2014, 232(1):72-86.
- [39] 綦良群, 刘晶磊, 吴佳莹. 服务化对先进制造业全球价值链升级的影响机制——基于企业二元能力视角的研究[J]. *中国软科学*, 2022, 37(4):95-104.
- [40] MANSURY M A, LOVE J H. Innovation, productivity and growth in US business services: a firm-level analysis [J]. *Technovation*, 2008, 28(1):52-62.
- [41] 赵宸宇. 数字化发展与服务化转型——来自制造业上市公司的经验证据[J]. *南开管理评论*, 2021, 24(2):149-163.
- [42] 吴非, 胡慧芷, 林慧妍, 等. 企业数字化转型与资本市场表现——来自股票流动性的经验证据[J]. *管理世界*, 2021, 37(7):130-144, 10.
- [43] TSAI W. Knowledge transfer in intraorganizational networks: effects of network position and absorptive capacity on business unit innovation and performance [J]. *Academy of management journal*, 2001, 44(5):996-1004.
- [44] 肖红军, 李井林. 责任铁律的动态检验: 来自中国上市公司并购样本的经验证据[J]. *管理世界*, 2018, 34(7):114-135.
- [45] 宋铁波, 黄键斌, 姚浩. 未来绩效负反馈对企业升级的影响机制研究[J]. *管理学报*, 2022, 19(7):987-995.
- [46] 肖挺. 高管团队特征、制造企业服务创新与绩效[J]. *科研管理*, 2016, 37(11):142-149.
- [47] 徐朝辉, 王满四. 数字化转型对企业员工薪酬的影响研究[J]. *中国软科学*, 2022, 37(9):108-119.

(本文责编: 海洋)