

数智赋能对企业开放式创新的影响： 数智双元能力和资源复合效率的中介作用

梁玲玲¹, 李 焱¹, 陈 松²

(1.上海应用技术大学 经济与管理学院, 上海 201418; 2.同济大学 经济与管理学院, 上海 200092)

摘要: 数智技术的广泛应用突破了企业传统的封闭式边界,加强了与其他创新主体之间的技术交流、信息沟通及研发合作。然而,数智技术如何赋能企业创新行为及其开放式创新绩效尚有待于进一步研究。本文基于“数智赋能-数智双元能力和资源复合效率-开放式创新”的理论路径,构建了数智赋能影响数智双元能力和资源复合效率,进一步影响企业开放式创新的理论模型。本文利用针对科创型企业发放的354份调查问卷,应用结构方程模型并结合企业能力理论和复合基础观理论,分析了数智赋能对企业开放式创新的影响机理和作用路径。结论表明,企业数智赋能行为在资源数据化、流程数字化和组织智慧化3个维度提升了企业综合数智化水平,数智双元能力和资源复合效率发挥中介作用,正向影响开放式创新绩效。

关键词: 数智赋能; 结构方程模型; 开放式创新绩效

中图分类号: F204; **文献标志码:** A **文章编号:** 1002—980X(2022)6—0059—11

一、引言

在经济领域中,企业作为我国市场经济主体最主要的组成部分,在推动产品和技术创新、突破企业创新惯性和发掘经济发展新创新点等方面有着十分重要的力量(杨超, 2015)。因此,深入研究企业创新行为对实施创新推动经济发展战略十分必要。我国数字经济规模不断扩张,根据中国信息通信研究院2020年发布的白皮书所示,2019年我国数字经济增加值规模达到35.8万亿元,占GDP比重36.2%。大数据、物联网、云计算、机器学习和人工智能等第四次工业革命中的数智化技术与网络平台引发了企业产品运营和管理的深刻变化,如知识管理系统、产品生命周期管理系统和进入量产阶段产品管理的变革,这为企业创新绩效的提升开辟了新的增长空间(Andrea et al, 2020)。同时,数智技术的广泛应用加强了创新主体之间开放式创新联系,进而打破了传统的企业封闭式边界,使创新在外部环境和公司内部创新活动之间流动(Andy et al, 2018)。因此,抓住数智化革命带来的机会,利用数智赋能企业创新行为具有重要意义。

现有文献主要从案例研究角度研究数智赋能的作用机理,例如,数智赋能商业模式创新、大数据赋能知识管理创新、组织结构与数据赋能、数字技术和企业运营管理等。单宇等(2021)认为在危机情境下,数智赋能有利于企业形成组织韧性,帮助企业平稳渡过危机。Yoo et al(2010)认为数字化一方面会加速企业边界的模糊化;另一方面也会缩短创新周期,加速信息和知识的流动。数字技术作用于组织和流程从而影响开放式创新绩效(Andrea et al, 2020),数字化转型有利于提升企业新产品开发绩效(池毛毛等, 2020)。这些研究从不同角度分别对数字经济、企业创新绩效进行了研究。但现有研究尚未就数智赋能与企业开放式创新二者关系展开定量分析,也未探究数智化革命如何赋能企业,从而影响企业创新绩效的作用机制,大多文献仅停留在解释性的定性分析,研究结论缺少数据支撑和论证。基于此,利用针对科创型企业发放的354份调查问卷,应用结构方程模型并结合企业能力理论和复合基础观理论,分析了数智赋能对企业开放式创新的影响机理和作用路径,希望能为企业的科技创新管理提供有益的参考。

二、文献回顾与假设

(一)数智赋能与企业开放式创新

“赋能”一词来源于“授权赋能”(孙新波和苏钟海, 2018),早期主要关注人力资源、组织行为与心理学等

收稿日期: 2021-12-26

基金项目: 国家自然科学基金青年科学基金“企业专利战略行为的价值创造机制及传导路径研究”(71502110)

作者简介: 梁玲玲, 博士, 上海应用技术大学经济与管理学院硕士研究生导师, 研究方向: 技术创新与知识产权管理研究; 李焱, 上海应用技术大学经济与管理学院硕士研究生, 研究方向: 技术创新与知识产权管理研究; 陈松, 同济大学经济与管理学院教授, 博士研究生导师, 研究方向: 技术创新管理。

领域,“授权赋能”意在为了向顾客提供更好的服务,授予员工更大的权力,是企业分权的过程(孙新波等,2020)。但是,随着时代的变迁与发展,“赋能”一词有了更多的内涵。孔海东等(2019)将赋能分为了授权赋能和技术赋能两大类,技术赋能是指以数字信息等新技术为依托的技术赋能领域,他基于边界角度将技术赋能分为封闭式技术赋能和开放式技术赋能。Ling et al(2015)将赋能分为结构赋能、心理赋能和资源赋能。其中,资源赋能是指提升资源获取与资源有效配置的能力,它强调的是连接与整合资源而非对资源的所有权(李康桥,2020)。本研究认为赋能是一个可持续的过程,赋能是企业基于某种手段(技术手段如云计算和人工智能,非技术手段如企业文化和领导者气质等)向内寻求企业增长点和生命力,强调组织的主动性,激起人的志趣与动力,赋能企业主动寻求变革和自我革命,进而在企业经营管理活动中组织采取一系列策略和方法以适应外部动态环境的快速变化进而取得竞争优势的过程。

学术界对数智赋能还没有形成一个明确的普遍认可的定义。薛峰(2020)认为,数智化是指数字化、智能化相结合创造的新增长方式,通过对传统生产要素的有机组合,实现对传统要素价值的放大。而数智化能力将成为企业发展壮大一种必需的关键能力。季凌昊(2020)认为商业生态全链路数智化价值重构的内容主要包括品牌数智化、商品数智化、制造数智化、营销数智化和物流数智化五大部分。肖利华(2020)认为数智化转型有五部曲,其中,五部曲分别指,基础设施云化、触点数字化、业务在线化、运营数据化、决策智能化。

本研究认为数智赋能是指企业以大数据、云计算和人工智能等新一代数智技术为手段,构建起企业基础数字设施,引发技术、业务、管理等全面变革,由内而外调动企业经营管理的主动性,构建强大的竞争优势。数智赋能可以从数据化、数字化和智慧化三方面来诠释。

(1)从资源基础角度认为,数智赋能是将企业基础资源进行收集编码,实现资源数据化赋能。资源数据化是指以企业自身所拥有的异质性和非异质性资源为生产要素,以数智技术为赋能手段和驱动力量,以信息网络为主要载体,以其他方式为辅助工具,通过数智技术与企业资源深度融合,提高资源的数据化编码程度和数字化网络水平,加速重构企业资源整合效率和管理模式。在数字经济时代,拥有资源已经没有那么重要了。通过连接与共生,企业的资源和能力不再受限于企业自身(陈茜,2017)。企业核心竞争力的关键是理解当下的价值和意义,寻求更大范围的资源与能力的聚合。因此连接成为企业实现战略的关键要素。

(2)从业务流程角度出发分析,数智赋能是指变革企业传统的业务流程和工序,实现流程数字化赋能。流程数字化是指企业建立在过程导向范式之上,利用数字技术将传统业务活动转向数字化业务活动的过程^[16]。业务流程数字化有利于企业提升内部效率和控制成本进而促进其创新活动,与大型公司相比,这一效应在新创立企业和小型企业中更加明显(Barnir et al, 2003)。流程数字化提升了企业业务流程管理能力,包括增加企业灵活性和敏感性,提升组织的响应能力等。

(3)从组织角度分析,数智赋能是指组织能力和组织的智慧化,实现组织智慧化赋能。智慧型组织是学习型组织的升华,是未来组织的理想形态(王猛,2015)。智慧型组织是以人为核心,以制度、信息技术、伦理和文化为支撑,以改革创新为动力,创新智慧、发现智慧、规整智慧的系统结构(王猛,2015)。数智赋能组织智慧化将集体智慧嵌入到它的组织惯例、符号、文化和语言中。因此,组织智慧化是指企业以信息技术为支撑,数智赋能企业信息和知识,赋能组织创造、获取、组织和共享知识的能力,提高组织的决策效率和系统化逻辑分析能力。

随着数字经济时代的来临,由于企业自身内部资源的单一性和局限性,传统的封闭式创新已难以适应数字时代创新的复杂性和多样性要求,企业的创新形式开始由封闭式向开放式转变。Chesbrough et al(2006)认为与封闭式创新相比,开放式创新强调在创新和开发过程中,企业有意识、有的地允许信息、技术、知识和资源的流入与流出,促进企业内部创新的同时加速创新成果商业化(喻登科和周子新,2020)。

本文认为数智赋能企业可以在最大程度上激发企业活力,提升企业的开放式创新绩效。具体原因有三个方面:第一,在管理方面,企业通过数据化技术手段,构建了完整的数字基础设施,降低了企业的资源管理成本和资源冗余度,有利于企业及时收集并分析数据,发现问题解决问题;第二,在创新方面,企业以消费者运营为核心,赋能全渠道、全链路和全场景数智化,有利于企业刻画消费者画像,帮助企业预测消费者行为模式,有利于企业未来的产品或服务的研发创新;第三,在合作方面,数智化技术模糊了组织边界,加强了企业之间的合作和联系,数据共享和资源互通直接帮助企业提升开放式创新绩效。

基于此,提出假设1:

数智赋能对企业开放式创新有显著正向作用(H1)。

(二)数智二元能力和资源复合效率的中介作用

1. 数智二元能力的中介作用

二元理论的一个核心问题是如何平衡企业的利用能力和探索能力(谢永珍和吴龙吟, 2020)。利用能力可以帮助企业合理整合现有资源,实现资源利用率的最大优化,而探索能力可以帮助企业拓展新的资源,扩大企业的视野,帮助企业进军新领域。利用能力有利于企业的短期盈利而探索能力则重点影响企业的长期繁荣(Huang et al, 2020)。数智二元能力是指企业在面对数智化革命所带来的数智化赋能过程中对企业二元能力的赋能,是企业发展的关键能力。

(1)数字利用能力,一方面是指在资源层面上,企业在面临数智化转型时对组织现有能力和资源的整合和延伸,对组织绩效产生积极作用。企业通过优化现有业务流程,能够有序有效地识别并抓住市场机会,整合相关资源提升企业开放式创新绩效。例如,企业可以通过数字利用能力识别优质资源和冗余资源及时将冗余资源转移到其他需要该项资源的部门或组织,或者联合其他部门开展针对该冗余资源的开放式创新活动等,降低资源折旧损失和库存成本。同时,数字利用能力帮助企业将数智化技术嵌入产品或服务中,更有利于提升产品功能的丰富性和产品升级。而产品或服务的升级过程往往是企业多个部门和价值链上下游企业联合开放式创新共同努力的结果。另一方面,数字利用能力从连接层面增强了组织之间连接的即时性和高效性,解放了传统的工作模式,企业的资源和能力不再受限于自身,可获得更多的外部可能性,企业对资源的独占性优势被弱化,人们不再以“拥有”为最终目的,反而更希望通过“连接”暂时性获得竞争优势,因为后者更为便捷、成本更低、价值感受更高(陈春花, 2021)。因此,通过对既有企业资源的整合,数字利用能力优化现有生产研发流程,促进部门之间和企业之间的开放式创新。

(2)智慧探索能力是指企业不再局限于既有资源和业务,着眼于开发新的市场和资源,进行新的实验。数智化的快速发展加剧了竞争环境的复杂性和多变性,模糊了企业的边界,由于企业相较于大企业路径依赖性弱,更有利于其进行创新活动(Barnir et al, 2003)。妥善运用多种信息化数据技术,关注人工智能与大数据技术的智能协同、实现技术和算法的智能演进是智慧企业可持续成长的重要前提(杨庚鑫等, 2021)。因此,企业通过智慧探索能力一方面能够对市场的变化做出即时性反应,适时做出相应的业务流程变革和组织结构重组;另一方面,智慧探索能力节省了企业的研发成本和时间,帮助企业形成新的竞争优势,为企业数智化转型提供了弯道超车的可能性。智慧探索能力帮助企业做出更加优化和合理的决策,例如,将大数据与预测分析运用于企业决策、数据挖掘和分析优化企业资源配置和发掘客户深层次需求等。

本文认为,数智赋能可以提高企业数智二元能力。数智赋能,一方面从资源数据化、流程数字化和组织智慧化三个维度赋能企业,帮助企业实现资源、流程和组织的可视化及时化和协同化,有利于数字利用能力的提升;另一方面,数智赋能企业资源、流程和组织的同时帮助企业以消费者为中心进行合理运营,增强对消费者的感知和预判能力,有利于提升智慧探索能力。同时,能力的提升可以帮助企业识别更优质的合作伙伴和提高双方的合作满意度。优质的合作伙伴可以为企业带来更多样化的知识和资源。另外,数智赋能也使得双方的沟通和协作变得更加方便快捷,提升合作的融洽度和合作效率,有利于提升企业开放式创新绩效。

基于此,提出假设2:

数智二元能力在企业数智赋能和开放式创新绩效之间具有中介作用(H2)。

2. 资源复合效率的中介作用

一直以来,战略研究的热门话题始终围绕资源观开展,尤其是资源基础观。然而对于许多企业而言,它们并不具备传统企业资源观理论所认为的有价值、稀缺、难以模仿和难以模仿这4个必要条件。陆亚东和孙金云(陆亚东和孙金云, 2013)认为,企业的竞争优势不一定是由传统理论所说的核心竞争力所带来的,而更有可能是由于企业对其内部或从外部可获得的资源进行协调,通过创新、整合等方式对其可获得的资源加以利用,从而创造出独特的竞争优势或发展路径。复合基础观结合我国情境,在现有战略理论的基础上进行发展和延伸,指出创造性地协调利用各种外部资源并整合自身所具备的独特能力来适应市场需求变化。复合基础观(李自杰和张般若, 2020)重点聚焦普通企业如何通过内外部资源甚至是购买来的资源或普通资源的利用从而为企业带来竞争优势,并不过分关注企业所拥有的资源或能力的异质性、差异性和难以模仿性,更加强调对产品综合性能、竞争手段和能力的独创性集成、整合,其常见的结果特征是高性价比、

快速的市场响应、规模和范围经济性。复合基础观认为资源是流动的,是可购买的(陆亚东和孙金云,2013)。资源本身并不创造价值,只有对资源进行合理配置和管理,提高资源的复合利用率,降低冗余资源的沉没成本和机会成本,从而获得竞争优势。

本文认为,资源复合效率是数智赋能和开放式创新绩效的中间机制,即数智赋能以企业的资源复合效率为手段,发挥中介作用提升开放式创新绩效。数智赋能可以提高资源复合效率。全要素、全场景和全链路的数智化可以帮助企业更好地利用内外部资源,排除冗余资源,提高资源利用率,有利于提高企业资源复合效率。资源复合效率可以提升开放式创新绩效。内外部资源的充分连接与复合帮助企业降低运营成本和快速响应市场,也缩短了企业的周转周期,加速资金的流转和融通,拓宽企业的资源获取渠道,提升开放式创新绩效。

基于此,提出假设3:

资源复合效率在企业数智赋能和开放式创新绩效之间具有中介作用(H3)。

本文假设如图1所示。

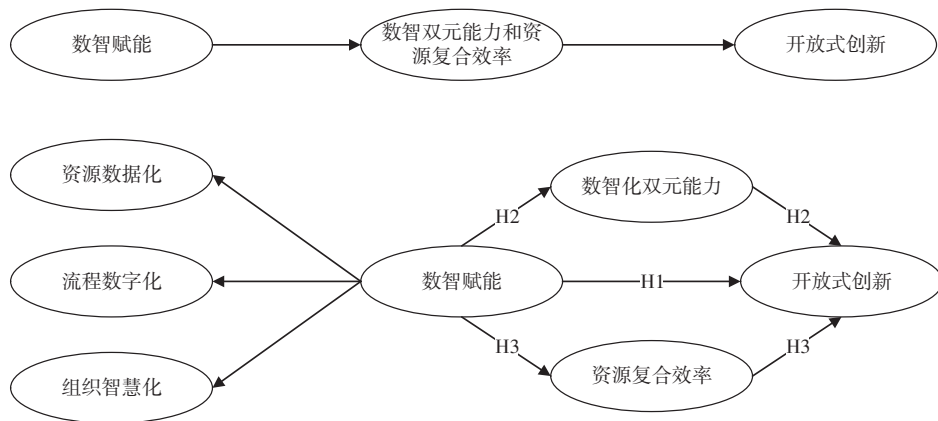


图1 假设示意图

三、研究设计

(一)变量的度量

为了保证研究结果的效度与信度,参考了前人使用并证明有效的度量指标,并根据实际情况进行了适当的筛选与修改,具体设计见表1。在问卷设计中,所有题项均采用李克特量表进行度量。问卷回答人按1~7进行打分,“1”表示“非常不同意”“2”表示“不同意”“3”表示“比较不同意”“4”表示“说不清”“5”表示“比较同意”“6”表示“同意”“7”表示“非常同意”。

(1)数智赋能,参考了池毛毛等(2020)和肖利华(2020)研究的基础上,从资源数据化、流程数字化和组织智慧化三个角度衡量企业数智赋能。

(2)数智双元能力,参照肖丁丁和朱桂龙(2017)、张玉利和李乾文(2009)与塔娜(2020)的研究成果,用6个题项测量了数智双元能力,之后根据样本对其进行修改,保留了3个题项。

(3)资源复合效率,参考了陆亚东和孙金云(2013)从复合式提供、复合式竞争与复合式能力三个方面测量复合式战略的方法,同时,借鉴了曾经莲(2019)对复合式能力的测量题项设计,共设计3个测量题项。

(4)开放式创新绩效,参考了蔡宁和闫春(2013)、丁秀好和武素明(2020)与岳鹄等(2018)的研究成果,从财务绩效角度进行测量,主要包括4个测量题项,“新产品开发”“研发技术升级”“专利申请量”和“外部创新合作数量”。

表1 题项信度与效度分析

变量	题项	因子载荷	Cronbach'α	CR	AVE
资源数据化(R)	(R1) 我们通过引入数字技术加强了对企业各项资源的管理	0.905	0.882	0.927	0.809
	(R2) 我们利用数字技术来采集企业运营管理过程中的数据并予以存储及分析	0.912			
	(R3) 我们利用数字技术将非数据的信息资料也进行了数据化处理	0.881			

续表1

变量	题项	因子载荷	Cronbach 'α	CR	AVE
流程数字化(P)	(P1) 我们在企业生产销售或服务的业务流程中引入了数字技术	0.894	0.875	0.923	0.800
	(P2) 我们在企业对外采购及与供应商关系的业务流程中引入了数字技术	0.902			
	(P3) 我们在企业的售后服务及与客户关系的业务流程中引入了数字技术	0.887			
组织智慧化(O)	(O1) 我们借由数字技术使得企业各部门之间的交流和沟通更及时高效	0.904	0.889	0.931	0.818
	(O2) 我们借由数字技术使得管理决策的制定和修改更及时有效	0.903			
	(O3) 我们借由数字技术使得企业人事安排与调配更合理、高效	0.906			
数智赋能	(R) 为资源数据化3个题项的测量平均值	0.951	0.942	0.963	0.896
	(P) 为流程数字化3个题项的测量平均值	0.950			
	(O) 为组织智慧化3个题项的测量平均值	0.939			
数智二元能力(D)	(DE3) 我们可以有效利用数字技术优化现有创新资源的整合利用	0.869	0.860	0.915	0.781
	(IE1) 我们可以有效利用数字技术来学习获取新的知识和技术	0.888			
	(IE2) 我们可以有效利用数字技术来识别获取新的机会和资源	0.895			
资源复合效率(RC)	(RC1) 我们可以越来越高效地识别获取企业所需内外部资源	0.901	0.875	0.923	0.801
	(RC2) 我们可以越来越高效地协同整合企业内外部资源	0.903			
	(RC3) 我们可以越来越有效地采用组合式竞争手段参与市场竞争	0.880			
开放式创新绩效(OI)	(OI1) 企业不断开发出新的产品	0.883	0.884	0.920	0.743
	(OI2) 企业的研发技术不断迭代升级	0.857			
	(OI3) 企业的专利申请量不断增加	0.840			
	(OI4) 企业与外部机构进行合作创新的项目数量增加	0.867			

注:CR为组合信度;AVE为平均变异萃取量。

(二)样本与数据采集

以企业员工为调查对象,通过现场调研、问卷星网络平台和credamo问卷平台共三种方式发放调查问卷。首先,在2021年7月1日至8月1日,经credamo平台和现场调研发放并回收问卷292份,经人工筛查,拒绝无效问卷43份,最终得到有效问卷249份。然后,在2021年9月1日至9月5日,在问卷星网络平台发放并回收问卷107份,经人工筛查,拒绝无效问卷2份,最终得到有效问卷105份。两次问卷调查共获得有效问卷354份,问卷有效回收率为88.72%。调查对象的分布和特征见表2。

表2 调查对象特征

特征	分类	频数	频率(%)	特征	分类	频数	频率(%)
企业历史	5年以下	50	14.1	行业类型	日用消费品/家电	63	17.8
	6~10年	76	21.5		汽车/机械制造	62	17.5
	11~15年	84	23.7		电气/光学	13	3.7
	16~20年	80	22.6		化学/生物医药	37	10.5
	21年以上	64	18.1		半导体/电子信息	34	9.6
产权性质	国有	88	24.9		IT硬件/软件	56	15.8
	民营	220	62.1		其他(请您补充)	89	25.1
	外资	19	5.4	职位	董事长	6	1.7
	合资	22	6.2		总经理	3	0.8
	其他	5	1.4		高层管理人员	41	11.6
企业规模	50人以下	42	11.9		中层管理人员	158	44.6
	50~100人	60	16.9		其他人员	146	41.2
	100~500人	135	38.1				
	500~1000人	51	14.4				
	1000人以上	66	18.6				

四、实证结果

(一)信度效度检验

本文利用SPSS26.0软件和SmartPLS3.0软件进行信度和效度检验。相比于其他结构方程模型软件,SmartPLS3.0在处理非正态样本数据上更有优势,且更适用于探索式研究。信效度检验结果见表1。各个潜在变量内部一致性信度指标Cronbach's α系数均大于0.7,且组合信度(CR)均大于0.7,说明量表的各潜在变量测量信度符合要求。同时,根据各题项的标准化因子载荷系数均大于0.7(其中,二阶反映型构念即数值赋能绩效的3个一阶反映型构念的因子载荷系数均大于0.7,如图2所示),且所有潜在变量的平均变异萃取量(AVE)均大于0.6,可以说明所有变量都具有良好的收敛效度。最后,根据表3区分效度检验可以看出所有潜在变量的平均变异萃取量(AVE)均大于各变量之间的皮尔森相关系数,说明测量模型的区分效度已通过检验。变量之间的方差膨胀因子均小于5,表明不存在严重的多重共线性问题。(各个变量之间VIF值为1.981~2.725,VIF为方差膨胀因子);另一方面,使用SmartPLS3.0进行验证性因子分析(CFA),结果显示模型拟合优度较好[标准化的均方根残差即SRMR为0.043,规范拟合指数NFI为0.364]。

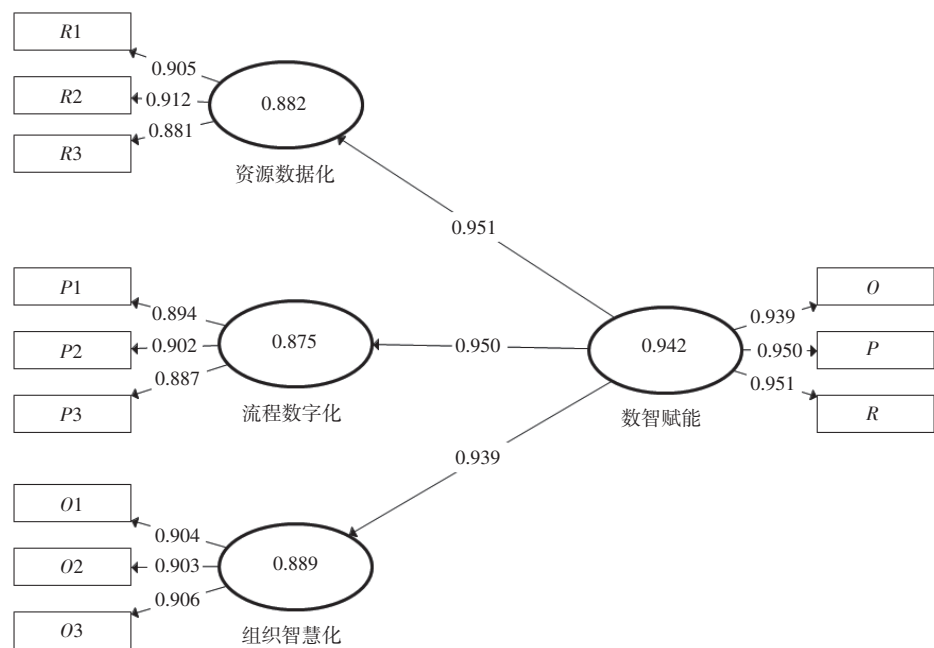


图 2 数智赋能的二阶反映型模型

表 3 区别效度检验

变量	<i>AVE</i>	开放式创新绩效	数智二元能力	流程数字化	组织智慧化	资源复合效率	资源数据化
开放式创新绩效	0.743	0.862					
数智二元能力	0.781	0.767	0.884				
流程数字化	0.800	0.706	0.794	0.895			
组织智慧化	0.818	0.705	0.811	0.832	0.905		
资源复合效率	0.801	0.726	0.797	0.803	0.788	0.895	
资源数据化	0.809	0.702	0.813	0.864	0.835	0.833	0.899

注:加粗字体为*AVE*根号值。

(二)共同方法变异检验

问卷为了避免共同方法变异问题,采取了如下方式进行事前控制:①在制作问卷时,题项大多选择参考前人成熟的量表,尽量做到表述清楚,简洁;②在问卷发放时,保证对调查对象的隐私保护,同时保证调查对象的自愿性和匿名性;③在设计问卷时,将部分题项打乱顺序,增强数据的真实性;另外,根据 Anon(2007)的研究,采用 SmartPLS3.0 进行共同方法变异检验。其中实质因素负荷量均没有大于 1,故没有需要删除的题项,对各指标的方法因素负荷量进行检查,发现大部分方法因素负荷量皆不显著,且各指标平均实质解释量为 0.793,而平均共同方法变异量为 0.005,二者的比值达到 150:1。比值结果较大。由于方法变异量不显著且程度较小,综上,本文数据共同方法变异问题并不严重。

(三)路径分析

首先,采用 SmartPLS3.0 结构方程模型进行实证部分假设验证。从表 4 可知,整个模型的 R^2 值为 0.631,表明整个模型对开放式创新绩效的方差解释程度达到了 63.1%,说明数智二元能力、资源复合效率和数智赋能对开放式创新具有较强的解释力度。(其中,数智赋能以资源数据化、流程数字化和组织智慧化为二阶构念,二阶构念 R^2 分别为 0.904、0.902 和 0.881,说明数智赋能对资源数据化、流程数字化和组织智慧化的方差解释程度分别为 90.4%、90.2% 和 88.1%,数智赋能二阶构念具有较强的解释力度。)

表 4 各内生变量的 R^2 值

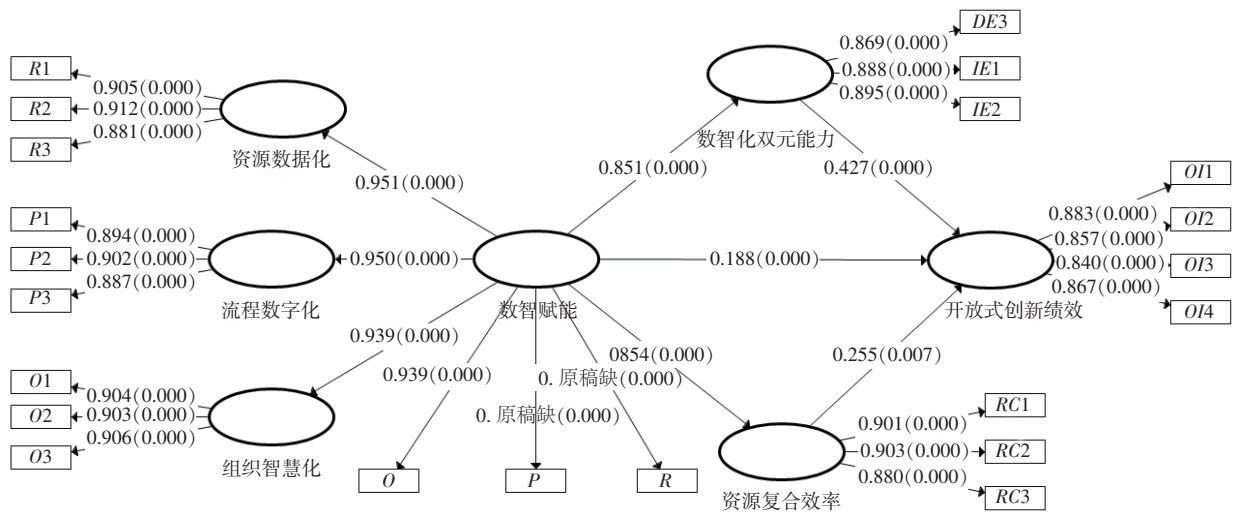
内生变量	开放式创新绩效	数智二元能力	流程数字化	组织智慧化	资源复合效率	资源数据化
R^2	0.631	0.725	0.902	0.881	0.729	0.904
调整后 R^2	0.628	0.724	0.902	0.881	0.728	0.904

本文中数智赋能为二阶反映型模型,为了确保模型的准确性,其中,数智赋能采用一阶测量模型的题项测量结果的平均值来进行估计。通过 SmartPLS3.0 中的 Bootstrapping 程序来分析各个变量之间的路径关系。根据表 5 可知,潜变量间路径系数均通过显著性检验。显著性检验需满足 T 统计量大于 1.96, P 值小于 0.05。

研究发现:①数智赋能对企业开放式创新绩效产生显著的正向影响($\beta=0.188, P<0.05, \beta$ 是指路径系数);②数智赋能显著正向影响数智二元能力和资源复合效率($\beta=0.851, P<0.001; \beta=0.854, P<0.001$);③开放式创新绩效分别被数智二元能力和资源复合效率显著正向影响($\beta=0.427, P<0.001; \beta=0.225, P<0.001$)。综上所述,模型支持 H1 假设,同时,初步判断数智二元能力和资源复合效率在数智赋能和开放式创新绩效之间可能存在部分中介效应,下面会对中介效应进行验证与分析;另外,使用 SmartPLS3.0 中 Blindfolding 程序分析主要因变量的预测相关性。结果表明:数智二元能力($q^2=0.559, q^2$ 是指预测相关性)、资源复合效率($q^2=0.579$)和开放式创新绩效($q^2=0.459$)的 q^2 均大于 0,且均大于 0.35,达到了具有强预测相关性的门槛值。具体结果如图 3 和表 5 所示。图 3 为 SmartPLS3.0 中运行 Bootstrapping 程序 5000 次,进行抽样后的路径系数图。表 5 为研究假设检验。

表 5 研究假设检验

路径	路径系数	样本均值	标准差	T 统计量	95% 置信区间		P	结果
					下限	上限		
数智化二元能力→开放式创新绩效	0.427	0.421	0.088	4.842	0.249	0.594	0.000	支持
数智赋能→开放式创新绩效	0.188	0.187	0.091	2.058	0.010	0.365	0.043	支持
数智赋能→数智化二元能力	0.851	0.849	0.026	33.099	0.792	0.893	0.000	支持
数智赋能→流程数字化	0.950	0.949	0.008	114.332	0.931	0.963	0.000	支持
数智赋能→组织智慧化	0.939	0.938	0.012	81.563	0.912	0.957	0.000	支持
数智赋能→资源复合效率	0.854	0.852	0.026	32.629	0.795	0.897	0.000	支持
数智赋能→资源数据化	0.951	0.950	0.009	106.125	0.931	0.966	0.000	支持
资源复合效率→开放式创新绩效	0.225	0.231	0.084	2.663	0.072	0.400	0.008	支持



注:资源数据化为圆圈所代表变量的名称;括号内 0.000 代表 p 值显著性, p 小于 0.05, 路径系数均通过显著性检验。

图 3 路径系数图

(四)中介效应检验

采用 Bootstrapping 来验证资源拼凑效率和资源复合效率对于企业开放式创新绩效与资源数据化、流程数字化和组织智慧化之间的中介效应。同时,设定 Bootstrapping 的重复抽样次数为 5000 次,中介效应分析结果见表 6。由表 6 可以得知,所有路径的中介效果均显著(置信区间的上限和下限均不含 0)。因此, H2 和 H3 假设得到支持,表明数智二元能力和资源复合效率在数智赋能和开放式创新绩效之间起到中介作用。具体来说,通过表 7 来判断所有路径中介效果的完全性,区别是完全中介效果还是部分中介效果。参考 Hair 和 Sarstedt(2019),可以通过 VAF (variance accounted for) 来判断中介效果的完全性,判断标准为 VAF 小于 20% 表示无中介效果, VAF 在 20%~80% 表示部分中介效果, VAF 大于 80% 表示完全中介效果。

中介效果和直接效果均显著,故进一步判断中介效果是属于完全中介效果还是部分中介效果,通过计算 VAF 得出,两条中介路径的 VAF 合计为 74.73%,小于 80%,所以,中介效果属于部分中介效果。同时,通过对数智双元能力和资源复合效率两条中介效应的对比分析结果可知,数智双元能力在数智赋能和企业开放式创新绩效之间的中介作用高于资源复合效率,其中介效果相对更加明显。数智双元能力中介效果值为 0.364,资源复合效率的中介效果值为 0.192,略大于资源复合效率。

表 6 中介效应显著性检验

中介路径	路径系数	标准差	T 统计量	置信区间		P	结果
				下限	上限		
数智赋能→数智双元能力→开放式创新绩效	0.364	0.075	4.880	0.213	0.505	0.000	支持
数智赋能→资源复合效率→开放式创新绩效	0.192	0.072	2.651	0.062	0.345	0.008	支持

表 7 中介效应完全性检验

中介路径	路径系数	T 统计量	P	VAF(%)	VAF 合计(%)	中介效应
数智赋能→数智双元能力→开放式创新绩效	0.364	4.880	0.000	48.92	74.73	部分中介效果
数智赋能→资源复合效率→开放式创新绩效	0.192	2.651	0.008	25.81		
数智赋能→开放式创新绩效	0.188	2.219	0.040	25.27	25.27	直接效果

(五)重要性-绩效分析(IPA)

本文利用 SmartPLS3.0 软件中的重要性和绩效双重维度分析,将变量开放式创新设置为 IPA 的目标构念并进行分析,探索影响开放式创新的重要路径和提升开放式创新绩效的有效途径。图 4 显示了变量开放式创新绩效的 IPA 分析结果。横轴为重要性总效应,纵轴为开放式创新绩效。结果显示:数智赋能的重要性最高为 0.744,开放式创新绩效为 77.666;数智双元能力的重要性其次为 0.427,开放式创新绩效最高为 78.904;资源复合效率的重要性最低为 0.225,开放式创新绩效为 76.688。

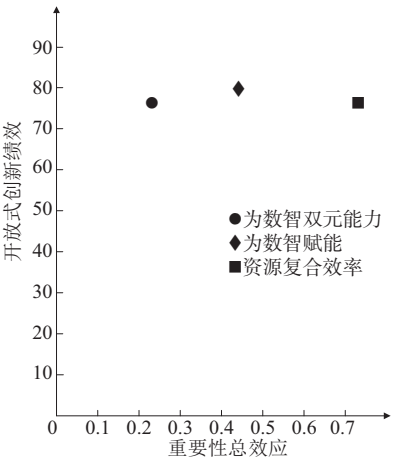


图 4 开放式创新重要性-绩效映射分析

(六)多群组比较分析

利用 SmartPLS3.0 软件中的多群组比较分析,按照企业规模进行分组,进一步对影响路径进行多群组比较分析。将员工人数为 1000 人以上的企业设置为一组,命名为组 1“大企业”。共计有 66 个样本,将员工人数为 1000 人以下的企业设置为一组,共计 288 个样本,命名为组 2“中小企业”。结果见表 8。与中小企业相比,数智赋能对大企业的资源数据化和流程数字化提升更加明显。可能的原因是因为大企业比中小企业拥有更多的有形资源 and 无形资源,数字技术的广泛应用更有利于大企业资源数据化和流程数字化。

表 8 多群组比较分析结果

路径	路径系数差异 (大企业-中小企业)	原始单尾 P 值 (大企业-中小企业)	P (大企业-中小企业)
数智化双元能力->开放式创新绩效	-0.114	0.686	0.629
数智赋能->开放式创新绩效	0.097	0.346	0.692
数智赋能->数智化双元能力	0.092	0.039	0.077
数智赋能- 流程数字化	0.033	0.023	0.047
数智赋能->组织智慧化	0.031	0.076	0.152
数智赋能->资源复合效率	0.076	0.085	0.17
数智赋能->资源数据化	0.034	0.023	0.047
资源复合效率->开放式创新绩效	0.131	0.246	0.493

五、结论与启示

(一)研究结论

通过实证分析数智化如何赋能企业从而帮助其实现开放式创新目标,探讨了资源复合效率和数智双元能力的中介作用,进而得出“数智赋能-数智双元能力和资源复合效率-开放式创新”的作用路径。得出主要结论如下:

(1)企业实施数智赋能行为对提升开放式创新有显著正向影响,重要性-绩效分析(IPA)表明,数智赋能对开放式创新有很高的重要性和绩效。但是,综合来看,数智赋能行为通过数智二元能力和资源复合效率的中介作用对提升开放式创新绩效的正向作用更加显著,这和池毛毛等(2020)通过模糊定性比较分析得出“数字化转型并不是新产品开发的充分条件”相符。这反映出数智赋能行为对直接提升开放式创新有一定的积极影响,但是,也需要企业能力和资源复合效率的双维度赋能才能更好地发挥数智赋能行为的作用。

(2)企业数智赋能行为通过数智二元能力正向影响开放式创新。企业的数智赋能行为在资源数据化、流程数字化和组织智慧化3个维度对企业进行赋能的同时也对传统二元能力进行了赋能。数智赋能行为借助数智技术可以帮助企业实现资源、能力和组织多维度的跃迁,释放由数智技术飞速发展所造成的传统经营模式和新型经营模式之间的价值势能,帮助企业实现“弯道超车”。具体来说,数智赋能行为一方面拓展了探索能力在未知领域的探索深度和广度,数智技术的自生长性和可重新编程性(刘洋等,2020)减少了探索能力在未知领域的探索阻力,有利于形成以消费者为核心的企业生态系统;另一方面也提升了利用能力的利用率,充分识别并利用冗余资源。

(3)企业数智赋能行为通过资源复合效率正向影响开放式创新。基于复合基础观,企业在进行资源管理的过程中,通过实施数智赋能行为,一方面加强企业内外部资源的连接性,一定程度上突破了企业资源和能力的局限性,创造了更多的外部可能性;另一方面资源复合效率的中介作用,有利于在企业之间、企业与大企业之间形成强链接的资源生态圈,构建企业开放式创新平台和协同创新体系。

(4)实证结果还表明,数智二元能力的中介效果值明显好于资源复合效率的中介效果。一个可能的原因是,企业通过一系列数字技术和手段赋能企业内外部资源的同时也赋能企业能力,从而使得企业数智二元能力从数字利用能力和智慧探索能力两方面都得到了提升;另外,企业利用数智二元能力探索并发现新的组织实践,使得交易类型多样化,提高企业的议价能力。此外,在动态环境下,企业通过外取方式获得创新资源往往需要组织内部多部门相互协同合作,该流程反映了企业通过协调探索与开发活动来实现对外部资源和组织惯例的重构有利于企业综合能力从稳定状态到动态协调状态的转化,从而增强组织对外部动态环境的感知力和敏感性,是企业取得长期竞争优势的基础。

(5)与中小企业相比,数智技术对大企业的资源数据化和流程数字化赋能效果更为显著。一般而言,大企业比小企业拥有更多的异质性资源,冗余资源也较为丰富,企业通过数智化手段能够有效将原始资源转换为“0、1”等二进制数据化云端资源,大企业数智化投入成本相对小企业而言也较为全面和多元化,基础设施数据化和数字化程度较高,这也进一步导致了大企业业务流程数字化程度较小企业而言有明显提升;另外,数智化二元能力、资源复合效率和组织智慧化更强调企业的能动性和主动性,仅仅依靠数智赋能是远远不够的,数智技术的发展解决不了企业所有问题,合理利用数智技术提升组织能动性和积极性是值得企业思考的重要问题。

(二)理论贡献

(1)整合二元能力理论和复合基础观,试图厘清数智赋能对企业开放式创新的影响机制,为数智赋能如何影响企业开放式创新这一问题提供新的理论视角。

(2)揭示了数智技术赋能开放式创新的关键路径,强调通过提升数智二元能力和资源复合效率促进开放式创新。数智二元能力和资源复合效率对企业具有重要作用,能够在一定程度上帮助企业突破资源约束,增强异质性企业之间的连接性,寻找新的价值增长点,从而促进开放式创新。本文将二元能力理论和复合基础观引入到开放式创新路径研究中,丰富了数智赋能企业开放式创新演进机制。

(3)构建了量化数智赋能行为二阶模型,弥补了现有研究的不足。

(三)管理启示

(1)随着数智时代的来临,企业应注重数智化赋能思维的提升,对数智化时代背景下开放式创新的机会保持敏感性,借助数智化技术、智慧化平台等赋能企业二元能力、资源复合效率和开放式创新绩效,从而帮助企业获得竞争优势。对于企业来说,应当把数智化认知从技术层面提升到战略高度,制定符合企业自身实际情况的数智化战略方针,从而更好地适应环境变化。在数智化时代下,企业为了提升自身开放式创新的深度和广度,要学会合理利用现代化数智化工具和数智化平台,要充分利用技术变革带来的独特优势,结合企业自身实际情况选择数智化发展战略,通过数智赋能企业创新绩效,实现事半功倍的效果。

(2)企业需重视数智二元能力的培养和利用。为了实现数智赋能,企业需要关注自身多方面情况,不仅要考虑战略要求,同时也需要综合考虑企业能力问题。对于企业来说,它们更需要注重数智二元能力中数字利用能力和智慧探索能力之间的平衡发展。企业一方面应充分发挥数字利用能力不断提升现有市场占有率和竞争优势;另一方面也应加强智慧探索能力在未知领域创新顾客需求,以消费者为核心创造新价值。技术的升级驱动生产端和消费端双向融合,在企业价值创造过程中消费者参与度越来越高,生产和消费之间的边界越来越模糊的同时加剧了利用和探索能力之间边界的模糊性,企业应赋能二元张力,稳定现有市场,探索释放新价值的创新路径。

(3)企业在数智赋能过程中应注重资源复合效率的重要作用,资源复合效率是数智赋能影响开放式创新提升的重要环节,面对高度变化的市场环境,企业必须提升资源复合效率,提高企业的外部资源可能性,降低资源复合成本,识别并抓住机遇,促进开放式创新。

(四)局限与展望

首先,数智赋能量化研究尚处于初级阶段。本文基于前人多方总结的基础上,构建数智赋能二阶模型,探究数智赋能对开放式创新的影响机制,但还存在其他复杂的影响因素亟待研究,未来研究可以基于不同视角,进一步探究数智赋能对开放式创新的影响机制。其次,本文基于二元能力理论和复合基础观,将数智二元能力和资源复合效率纳入数智赋能对开放式创新影响机制的范畴,仅探究了该影响机制的能力维度和资源维度,未来研究可以从多维度、更全面地探究其影响机制。最后,研究样本来源具有一定的地域局限性,未来研究可以提高样本来源的地域多样性和广泛性,提升结论的稳健性和普适性。

参考文献

- [1] 蔡宁, 闫春, 2013. 开放式创新绩效的测度: 理论模型与实证检验[J]. 科学学研究, 31(3): 469-480.
- [2] 陈春花, 2021. 《价值共生》, 和数字时代共读[J]. 城市开发, (12): 84-85.
- [3] 陈茜, 2017. 数字化时代的逻辑质变: 共生共创的价值[J]. 商学院, (12): 71-72.
- [4] 池毛毛, 叶丁菱, 王俊晶, 等, 2020. 我国中小制造企业如何提升新产品开发绩效[J]. 南开管理评论, 23(3): 63-75.
- [5] 丁秀好, 武素明, 2020. IT能力对开放式创新绩效的影响: 知识整合能力的中介效应[J]. 管理评论, 32(10): 147-157.
- [6] 季凌昊, 2020. 商业生态全链路数智化转型的价值重构[J]. 商业经济研究, (16): 36-39.
- [7] 孔海东, 张培, 刘兵, 2019. 价值共创行为分析框架构建——基于赋能理论视角[J]. 技术经济, 38(6): 99-108.
- [8] 李康桥, 2020. 数字赋能和价值共创视角下电信运营商能力开放策略演化分析[D]. 北京: 北京邮电大学.
- [9] 李自杰, 张般若, 2020. 基于复合基础观的组织冗余与新兴市场企业国际化速度研究——环境丰富性与组织二元并进的调节作用[J]. 东北大学学报(社会科学版), 22(4): 21-28.
- [10] 刘洋, 董久钰, 魏江, 2020. 数字创新管理: 理论框架与未来研究[J]. 管理世界, 36(7): 198-217, 219.
- [11] 陆亚东, 孙金云, 2013. 中国企业成长战略新视角: 复合基础观的概念、内涵与方法[J]. 管理世界, (10): 106-117, 141, 187-188.
- [12] 单宇, 许晖, 周连喜, 2021. 数智赋能: 危机情境下组织韧性如何形成? ——基于林清轩转危为机的探索性案例研究[J]. 管理世界, 37(3): 84-104, 7.
- [13] 孙新波, 苏钟海, 2018. 数据赋能驱动制造业企业实现敏捷制造案例研究[J]. 管理科学, 31(5): 117-130.
- [14] 孙新波, 苏钟海, 钱雨, 等, 2020. 数据赋能研究现状及未来展望[J]. 研究与发展管理, 32(2): 155-166.
- [15] 塔娜, 2020. 跨界搜索对企业创新绩效的影响[D]. 重庆: 西南大学.
- [16] 王猛, 2015. 智慧型组织的理论基础及其构建[J]. 现代管理科学, (5): 103-105.
- [17] 肖丁丁, 朱桂龙, 2017. 跨界搜寻、二元能力结构与绩效的关系研究——基于创新能力结构视角[J]. 经济管理, 39(3): 48-62.
- [18] 肖利华, 2020. 全速重构——数智驱动新增长[J]. 经理人, (9): 43-44.
- [19] 谢永珍, 吴龙吟, 2020. 组织二元: 演进路径与理论模型[J]. 东南学术, (6): 119-129, 247.
- [20] 薛峰, 2020. 人工智能对马克思劳动理论的影响研究[D]. 上海: 上海师范大学.
- [21] 杨超, 2015. 支持中小企业融资创新的财政政策研究[D]. 北京: 财政部财政科学研究所.
- [22] 杨庚鑫, 黄玲美, 刘海兵, 等, 2021. 企业智慧力: 构建适应未来竞争的新型能力[J]. 清华管理评论, (Z1), 12-21.
- [23] 喻登科, 周子新, 2020. 普适性信任、知识共享宽度与企业开放式创新绩效[J]. 科技进步与对策, 37(1): 112-121.
- [24] 岳鹄, 朱怀念, 张光宇, 等, 2018. 网络关系、合作伙伴差异性对开放式创新绩效的交互影响研究[J]. 管理学报, 15(7): 1018-1024.
- [25] 曾经莲, 2019. 服务型制造企业外部组织整合对服务创新绩效的影响机制研究[D]. 广州: 华南理工大学.

- [26] 张玉利, 李乾文, 2009. 公司创业导向、双元能力与组织绩效[J]. 管理科学学报, 12(1): 137-152.
- [27] ANDREA U, DAVIDE C, VITTORIO C, et al, 2020. The role of digital technologies in open innovation processes: An exploratory multiple case study analysis[J]. R&D Management, 50(1): 136-160.
- [28] ANON, 2007. Assimilation of enterprise systems: the effect of institutional pressures and the mediating role of top management[J]. Mis Quarterly, 31(1): 59-87.
- [29] ANDY Z, KATHLEEN D, CHRISTOPH I, et al, 2018. Making open innovation stick: A study of open innovation implementation in 756 global organizations[J]. Research-Technology Management, 61(4): 16-25.
- [30] BARNIR A, GALLAUGHER J M, AUGER P, 2003. Business process digitization, strategy, and the impact of firm age and size: The case of the magazine publishing industry[J]. Journal of Business Venturing, 18(6): P. 789-814.
- [31] CHESBROUGH H, CROWTHER A K, 2006. Beyond high tech: Early adopters of open innovation in other industries[J]. R&D Management, 36(3): 229-236.
- [32] HAIR J F, SARSTEDT M, 2019. Factors versus composites: Guidelines for choosing the right structural equation modeling method[J]. Project Management Journal, 50(6): 6-12.
- [33] HUANG S Z, LU J Y, CHAU K Y, et al, 2020. Influence of ambidextrous learning on eco-innovation performance of startups: Moderating effect of top management's environmental awareness[J]. Frontiers in Psychology, 11: P. 12.
- [34] LING C L M, PAN S L, RACTHAM P, et al, 2015. Ict-enabled community empowerment in crisis response: Social media in thailand flooding 2011[J]. Journal of the Association for Information Systems, 16(3): 174-212.
- [35] URBINATI A, CHIARONI D, CHIESA V, et al, 2020. The role of digital technologies in open innovation processes: An exploratory multiple case study analysis[J]. R&D Management, 50(1): 136-160.
- [36] YOO Y, HENFRIDSSON O, LYYTINEN K, 2010. Research commentary: The new organizing logic of digital innovation: an agenda for information systems research[J]. Information Systems Research, 21(4): 661-1010.
- [37] YOO Y, BOLAND R J, LYYTINEN K, et al, 2012. Organizing for innovation in the digitized world[J]. Organization Science, 23(5), 1398-1408.

The Influence of Digital Intelligence Empowerment on Open Innovation of Small and Medium-sized Enterprises: The Intermediary Effect of Digital Intelligence Dual Ability and Resource Compositional Efficiency

Liang Lingling¹, Li Ye¹, Chen Song²

(1. School of Economics and Management, Shanghai Institute of Technology, Shanghai 201418, China;

2. School of Economics and Management, Tongji University, Shanghai 200092, China)

Abstract: The widespread application of digital intelligence technology has broken through the traditional closed boundaries of enterprises and strengthened technical exchanges, information communication, and R&D cooperation with other innovative entities. However, how digital intelligence technology can empower enterprises' innovation behavior and its open innovation performance needs further research. Based on the theoretical path of "Digital Intelligence Empowerment-Digital Intelligence Dual Ability and Resource Compositional Efficiency-Open Innovation", the influence of digital intelligence empowerment on digital intelligence dual capability and resource Compositional efficiency, and further influences the open innovation of SMEs was constructed in this research. Using 354 questionnaires issued to small and medium-sized scientific and technological innovation-oriented small and medium-sized enterprises, applying structural equation model and combining the theory of enterprise capability and the theory of the Composition-based View, the influence mechanism and action path of digital intelligence empowerment on the open innovation of small and medium-sized enterprises were analyzed. The conclusion shows that the digital intelligence empowerment behavior of SMEs has improved the comprehensive digital intelligence level of the enterprise in the three dimensions of resource data, process digitalization and organizational intelligence. The dual ability of digital intelligence and the composite efficiency of resources play an intermediary role, which has a positive impact on the performance of open innovation.

Keywords: intelligence technology empowerment; partial least squares; open innovation