

引用格式:刘月,朱秀梅,翟运开.工业互联网平台赋能研究:前沿探析、内在机理与未来展望[J].技术经济,2024,43(9):95-108.

LIU Yue, ZHU Xiumei, ZHAI Yunkai. Industrial internet platform empowerment: Frontier analysis, intrinsic mechanism and future prospect [J]. Journal of Technology Economics, 2024, 43(9): 95-108.

工业互联网平台赋能研究:前沿探析、 内在机理与未来展望

刘月^{1,2}, 朱秀梅³, 翟运开^{1,2}

(1. 郑州大学管理学院, 郑州 450001; 2. 互联网医疗系统与应用国家工程实验室, 郑州 450052;

3. 吉林大学商学与管理学院, 长春 130015)

摘要:作为一种赋能型数字技术平台,工业互联网平台能够赋能中小企业数智化转型,成为培育新质生产力的重要引擎。本文基于理论分析和案例阐释,明晰了工业互联网平台赋能的内涵、特征、要素和类型,揭示了其内在机理。研究发现:①工业互联网平台赋能是对多元主体利用数智技术基于机会和资源互动生成价值的阐释,具有数智技术集成性、生成性和多主体性,包含数智化工业技术、数智化工业机会、数智化工业资源和多元主体等要素;②工业互联网平台赋能包含结构、场域、心理和资源赋能,遵循“价值主张、价值创造和传递、价值捕获”的价值逻辑;③构建工业互联网平台赋能内在机理的IPO框架,技术、组织和环境层面因素能够影响平台赋能过程进而产生积极和消极作用。本文从新的主题、新的视角、新的机制丰富和细化工业互联网平台赋能研究,为激活工业互联网平台赋能效应提供决策依据,为基于工业互联网平台培育新质生产力助推平台高质量发展提供实践指导。

关键词:工业互联网平台;平台赋能;赋能类型;赋能机理;IPO理论框架

中图分类号:F270 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-980X(2024)09-0095-14

DOI:10.12404/j.issn.1002-980X.J24022112

一、引言

人工智能等数智技术引发了新一轮科技革命和产业变革^[1-2]。工业互联网平台作为数字技术和工业体系融合的产物,能够赋能企业降本增效,推进制造强国和网络强国建设,加速数字经济和实体经济深度融合。继2017年首次提出实施工业互联网创新发展战略,此后连续五年被写入《政府工作报告》。2020年工信部发布了《关于推动工业互联网加快发展的通知》。2021年发布了《工业互联网创新发展行动计划(2021—2023)》。党的二十大报告指出推进新型工业化,加快建设制造强国。美国2012年提出工业互联网;德国2013年提出工业4.0,2019年出台国家工业战略2030;法国2013年和2015年先后推出新工业法国和新工业法国II;英国2015年提出英国工业2050。这些国家层面的工业互联网发展战略有助于激活工业互联网平台赋能效应,促进数智技术快速形成新质生产力,驱动数智经济高质量发展。

工业互联网平台赋能实践发展如火如荼。《数字中国发展报告(2023年)》显示,2023年我国工业互联网平台已突破1000家,连接工业设备超9600万台(套),服务工业企业超160万家,赋能效应显著。如根云

收稿日期:2024-02-21

基金项目:国家自然科学基金青年科学基金“工业互联网平台赋能多主体价值共创机理研究:基于数字平台能力视角”(72402218);国家自然科学基金面上项目“数字创业生态系统形成及演化机理研究”(71972086);河南省哲学社会科学规划项目“工业互联网平台赋能河南国有制造企业数智化转型的实施路径研究”(2023CJJ184);河南省软科学研究计划项目“工业互联网平台赋能河南省制造业高质量发展路径及对策研究”(242400411085);河南省高校人文社会科学研究一般项目“数字经济促进河南省制造业数智化转型升级研究”(2024-ZDJH-028)

作者简介:刘月,博士,郑州大学管理学院讲师,硕士研究生导师,研究方向:数字创业与创新;朱秀梅,博士,吉林大学商学与管理学院教授,博士研究生导师,研究方向:数字创业与创新;(通信作者)翟运开,博士,郑州大学管理学院教授,博士研究生导师,研究方向:医疗信息系统与管理,创新与创业管理。

平台助力钢铁冶金等48个工业细分行业数智化转型;卡奥斯平台已孕育15个行业生态,覆盖29个行业,链接企业近90万家,服务企业7万余家,赋能4000余家中小企业转型;美擎平台赋能汽车汽配等40多个细分行业的数智化转型。可见,无论在国家战略部署还是平台实践发展方面,工业互联网平台赋能都是极具时代性、鲜活性和创新性的前沿问题。

工业互联网平台赋能的理论研究远滞后实践发展。目前,工业互联网平台赋能理论基础主要聚焦于资源视角(知识管理理论^[3]和行动者网络理论^[4])、价值视角(全球价值链理论^[5]和价值共创理论^[6])、反管理视角(反管理理论^[7])、技术视角(最优控制理论^[8]和数字创新理论^[9])、生态系统视角(自组织理论^[10]和可持续创新理论^[11])、能力视角(吸收能力理论^[12])、主体视角(演化博弈理论^[13]和赋能理论^[14]),这些理论较为分散,尚未形成系统的理论体系。研究主题主要聚焦于赋能机理、影响因素、作用结果、赋能类型等方面。赋能机理包含主体间知识管理过程^[15]、大规模数据^[16]、主体要素互动^[17]。影响因素包含分布式智能^[18]、政府支持和鼓励^[19]。作用结果包含新型商业模式^[20]、数智化转型^[21-24]、数据化商业生态系统^[25]。赋能类型包含主体交互赋能^[26-28]、技术赋能^[29]、单线赋能和多线赋能以及系统赋能^[30]、数据赋能^[31]。

尽管以上成果能为本文提供思路,但较为碎片化,仍处于理论初步建构阶段,尚未形成一个成熟的学术体系。第一,学者们对工业互联网平台赋能概念界定和理论视角尚不统一。例如,Li等^[3]基于知识视角认为工业互联网平台赋能是平台通过数字供应链促进供应侧的知识整合和知识共享。陈武等^[30]基于价值视角认为工业互联网平台赋能是以新型数智技术将工业场景资源全面数字化以释放数据价值的过程。第二,工业互联网平台赋能的维度和特征尚不明晰。现有学者按照赋能所辐射的价值空间大小将其划分为组织赋能、结构赋能和场域赋能^[25]。部分学者基于能力视角将其划分为平台资源数字化能力、平台资源拼凑和耦合能力、平台治理能力^[30]。另有学者基于数据能力视角将其划分为平台连接能力、智能能力和分析能力^[12]。现有研究对工业互联网平台赋能维度和类型已有初步划分,但尚不够全面。第三,工业互联网平台赋能的内在机理有待揭示。工业互联网平台赋能效应凸显与否直接决定了工业互联网平台能否实现高质量发展,工业互联网平台赋能过程的本质在于平台利用人工智能等新型数智技术,帮助赋能对象挖掘新机会并创造新价值^[31]。然而,现有学者并未对工业互联网平台赋能的过程进行解构,致使工业互联网平台赋能内在机理尚不明晰。

基于此,本文对工业互联网平台赋能这一极具突破性与挑战性的前沿问题进行梳理、述评及展望,对工业互联网平台赋能内在机理进行深度揭示,弥补以往研究不足。首先,本文基于53篇工业互联网平台赋能高质量文献(38篇英文文献和15篇中文文献),从概念内涵、理论视角、特征、要素等方面解构工业互联网平台赋能。其次,采用二手数据为主一手数据为辅的方式,结合卡奥斯平台赋能案例实践,挖掘卡奥斯平台赋能过程,提炼工业互联网平台赋能的类型,包含结构赋能、场域赋能、心理赋能和资源赋能。结构赋能聚焦对行业纵向价值链条上下游主体的赋能,场域赋能聚焦对跨行业横向价值链条的赋能,心理赋能聚焦对平台多主体在激情、认同和心理等方面的赋能,资源赋能聚焦对平台多主体在技术、软件等资源方面的赋能。尽管不同类型工业互联网平台赋能的内容有所差异,但其赋能过程均遵循“价值主张-价值创造和传递-价值捕获”的价值逻辑;接着,基于“输入(input)-过程(process)-输出(outcome)”的IPO研究范式,以工业互联网平台赋能的过程(P)为核心,基于“技术(technology)-组织(organization)-环境(environment)”TOE分析框架系统梳理工业互联网平台赋能的影响因素,作为模型的输入(I),基于辩证理论观点,提炼工业互联网平台赋能可能带来的积极结果和消极结果,作为模型的输出(O),以此构建工业互联网平台赋能内在机理的IPO框架。最后,基于工业互联网平台赋能现有研究进展,提出未来研究议题。

本文对工业互联网平台赋能这一具有时代鲜活性、理论前沿性和关乎国民经济发展的重大问题展开研究,理论贡献在于:①清晰界定并厘清了工业互联网平台赋能的内涵、理论视角、特征和要素,回应了陈武等^[30]提出的工业互联网平台赋能在相关研究中常被提及,但至今尚未被界定的学术观点,对于揭示工业互联网平台赋能的本质,明晰其与传统平台的区别,推动工业互联网平台赋能领域的学术对话统一具有重要理论意义;②深度解构工业互联网平台赋能的类型,包含结构赋能、场域赋能、心理赋能和资源赋能,能够与Wang等^[32]提出的工业互联网平台赋能过程存在差异这一学术观点形成印证,有助于全面建构和完善工业互联网平台赋能理论,对于挖掘不同类型的工业互联网平台赋能过程,开发不同类型的工业互联网平台赋

能量表,以助后续学者开展工业互联网平台赋能实证研究具有重要理论价值;③以工业互联网平台赋能过程(P)为核心,以工业互联网平台赋能的影响因素为输入(I),以工业互联网平台赋能的作用结果为输出(O),构建工业互联网平台赋能内在机理的IPO研究框架,对于揭示工业互联网平台赋能内在机理具有重要理论意义。本文能够从新的主题、新的视角、新的机制丰富和细化工业互联网平台赋能理论研究,为激活工业互联网平台赋能效应提供管理决策依据,为基于工业互联网平台快速培育新质生产力以推动平台高质量发展提供实践指导,对于进一步推动工业互联网平台赋能理论研究和实践发展具有重要意义。

二、工业互联网平台赋能的内涵

(一)工业互联网平台的概念内涵

学者们从数字技术、生态系统、数字创业、平台等不同视角理解工业互联网平台概念内涵。数字技术视角认为工业互联网平台是融合信息化、云计算和物联网技术的云制造服务模式^[33]。生态系统视角认为工业互联网平台是一种新兴制造业生态系统^[19]。数字创业视角认为工业互联网平台是促进中小制造企业数字化转型的数字创业模式^[3]。平台视角认为工业互联网平台是将制造资源数字化^[34],并实现资源连接和配置的平台^[35],也是一种承载制造业企业、第三方开发商等关键主体的平台^[36]。

(二)工业互联网平台赋能的概念内涵

学者们从资源、技术、商业模式和价值创造等不同视角理解工业互联网平台赋能概念内涵,见表1。资源视角认为工业互联网平台赋能是工业互联网平台通过新一代信息通信技术将实体资源数据化或模型化以转化为数据和知识^[3];技术视角认为工业互联网平台赋能是工业互联网平台利用机器学习和大数据技术等实现智能生产的商业行为^[4];商业模式视角认为工业互联网平台赋能是工业互联网平台通过价值主张构建新型商业模式的过程^[37];价值创造视角认为工业互联网平台赋能是工业互联网平台利用数字技术创造用户协作机会^[38],最终实现平台生态价值共进的过程^[29]。

表1 工业互联网平台赋能概念内涵演进

概念	视角	内涵	作者及文献
工业互联网平台赋能	资源	给传统企业信息系统带来异构数据的过程	Liao等 ^[39]
		工业物联网环境感知信息系统为车间人员提供信息资源服务	Alexopoulos ^[40]
		将虚拟社会资本转化为现实社会资本,促进工业互联网平台中企业物质资本、智力资本和社会资本的配置结构不断优化	权锡鉴等 ^[35]
		将工业场景资源全面数字化、模型化,促进异质分布数据资源的深度整合、优化与重构,驱动主体和平台生成个性化数据能力以释放数据价值	陈武等 ^[30]
		工业互联网平台将实体资源数据化或模型化后成为数据资源	孙新波等 ^[7]
		制造服务协同即以制造服务的形式进行制造资源共享与协同	Li等 ^[18]
		新一代信息通信技术促进各种数据资源和信息的高效共享和整合的过程	Li等 ^[3]
	技术	工业互联网平台通过大数据赋予制造企业打造数据资源库的数据赋能	郑勇华等 ^[12]
		工业互联网平台企业与企业集群交换信息技术的交互行为	朱国军等 ^[14]
		平台利用机器对机器(M2M)和机器对人(M2H)通信连接机器和设备以延伸网络	Ismail和Rajkumar ^[10]
	商业模式	平台利用机器学习和大数据技术、传感器数据和机器对机器通信实现智能生产	He和Liu ^[4]
		对制造业公司既定商业模式产生影响的过程	Kiel等 ^[41]
	价值创造	通过平台价值主张促进新商业模式构建	Abbate等 ^[37]
		工业互联网平台构建不同价值共创模式的过程	马永开等 ^[6]
		平台利用数字技术创造用户协作机会,最终实现平台生态价值共进的过程	杜勇等 ^[29]

(三)相关概念内涵辨析

赋权、赋能和使能的概念较早起源于赋权赋能理论,工业互联网平台赋权、工业互联网平台赋能、工业互联网平台使能的概念随着数智技术发展逐渐出现在工业价值创造领域^[42]。工业互联网平台赋权指工业互联网平台通过数智技术为不同平台主体围绕权力配置资源的行为;工业互联网平台赋能指工业互联网平台运用数智技术帮助平台主体释放数据价值的行为;工业互联网平台使能涉及较多层面,不仅包含平台层面效率和灵活性的提高,而且包含平台间主体价值创造与生成,见表2。

表 2 工业互联网平台赋能与赋权、使能概念内涵辨析

概念	工业互联网平台赋权	工业互联网平台赋能	工业互联网平台使能
内涵	工业互联网平台赋予平台主体访问平台和配置平台资源的权力	工业互联网平台赋予平台主体数智技术、资源和价值	工业互联网平台促进更广泛层面主体间关系的价值创造
辐射范围	相对最小	相对较大,赋权是工业互联网平台赋能的其中一种表现形式	相对最大
赋能内容	仅局限于职权和权力,是基于对人的控制和管理视角	赋能所提及的“能”不仅是权力还包括技术和资源	聚焦工业互联网平台主体能力的提升
赋能过程	授权仅是将总体权力在可控范围内的分散	赋能的过程不仅是将“能”下放,还包括创造性地增加总体的“能”	更广泛层面增加总体的能力
维度	结构赋权是基于权力假定,强调利用工业互联网平台改善外部客观环境,如政治条件等,实现平台权责利分配;资源赋权本质是资源的编排与分工,强调对弱势主体赋予资源控制权	结构赋能强调工业互联网平台通过改善制度和环境消除结构性障碍;资源赋能强调工业互联网平台赋予赋能对象知识、技术等传统资源和数据资源;场域赋能强调为跨界参与者提供新价值创造空间条件	结构使能强调工业互联网平台通过平台主体之间关系沟通以消除主体间结构性障碍;资源使能强调跨平台或平台生态系统层面主体对资源获取和管控的能力

(四) 工业互联网平台赋能的特征

工业互联网平台赋能具有数智技术集成性、生成性和多主体性三大特征。数智技术集成性主要体现在数据异构性和协同性等方面^[40],如工业互联网赋能能够集成多源异构数据,表现为海量的数据规模、快速的数据流转驱动、多样的数据类型、不可篡改;工业互联网平台赋能依托集成的数智技术呈现较高的协同性,表现为主体间共享信息、协同技术和相互操作。生成性主要体现在平台数据连接性和无边界性等方面^[9],如工业互联网平台向外高度开放连接,实时衍生新机会^[43],赋能平台主体参与价值创造^[44],自发形成数据,不断拓展平台边界^[45]。多主体性主要体现在平台多主体交互性和个性化等方面,如多主体交互性表现为工业互联网平台与其平台主体之间的交互与互动,二者能够交互赋能^[18],个性化表现为数智时代用户需求场景差异较大,企业难以管理用户,需要解决用户个性化问题^[30],见表 3。

表 3 工业互联网平台赋能的特征

特征	具体表征	具体体现	作者
数智技术集成性	数据异构性	数据驱动 多源异构 抗篡改	Alexopoulos ^[40]
	协同性	共享信息 技术协同 互操作	Li 等 ^[33] ; Ghobakhloo ^[46] ; Liao 等 ^[39]
生成性	连接性	实时动态 开放连接	Yousaf 等 ^[9]
	无边界性	自生长 可持续	Liao 等 ^[39]
多主体性	交互性	工业互联网平台 平台焦点企业、互补者、用户	Li 等 ^[33]
	个性化	用户个性化需求场景差异大	陈武等 ^[30]

(五) 工业互联网平台赋能的要素

工业互联网平台赋能逻辑在于平台主体利用数智化技术对不同类型的机会、资源进行针对性的数据资源行动^[47],通过对数据资源的再整合、优化与重构驱动主体形成平台数据生产能力^[39],最终推动企业在生产效率等方面升级^[30]。工业互联网平台赋能包含 4 个要素,分别为数智化工业技术、数智化工业机会、数智化工业资源和数智化多元主体。第一,数智化工业技术。工业互联网平台能够集成数字化和智能化工业技术,并以此赋能其他主体构建更为先进的智能生产模式。第二,数智化工业机会。工业互联网平台以数字

化和平台化为基础,将线下生产机会转移至线上^[48],形成线上线下双联动的新工业机会模式^[30]。第三,数智化工业资源。工业互联网平台能够将抽象模糊的企业经验知识转化为直观可复制的具象化数据^[25]。第四,数智化多元主体。工业互联网平台以数字化方式对互补主体进行立体化连接形成蜂巢结构,互补主体转换成平台企业并与其他平台形成松散关系,拓展主体范围和数量。

(六) 本文的界定

工业互联网平台赋能本质上是平台多主体利用数智化工业技术基于机会和资源互动以产生价值的过程,包含主体层面和主体间层面,主体层面强调主体内部互动与赋能,如平台焦点企业赋予内部员工资源,帮助员工获取新能力,创造新的商业价值^[49]。主体间层面强调不同主体之间的交互与赋能,如平台焦点企业与供应商、合作伙伴等互补者动态交互,赋予其信息、资金、数据资源等支持,促使这些主体提升能力,进而实现价值共创^[50]。

三、工业互联网平台赋能的类型

工业互联网平台赋能是一个多维度构念,然而,现有学者并未详细划分工业互联网平台赋能的类型,更未挖掘不同类型赋能的过程,致使工业互联网平台赋能研究处于理论探索阶段。实践上,卡奥斯工业互联网平台强大的赋能效应吸引了业界与学界的广泛关注,关于卡奥斯工业互联网平台的公开采访、访谈视频及媒体报道材料比较丰富,访谈内容涉及卡奥斯工业互联网平台发展历程、对外赋能过程中的关键事件、赋能的企业绩效等相关内容。因此,本文采用以二手数据为主和一手数据为辅的方式提炼工业互联网平台赋能的类型,进一步分析不同类型赋能的机理,多种数据来源有助于获取丰富的案例资料,同时为确保案例资料的可靠性和真实性,研究员对已获取资料进行三角交叉验证,经验证一致的信息会被采纳,以提高本文案例阐释的信效度,最终根据所收集的数据资料构建案例数据库,为后续分析工业互联网平台赋能机理奠定基础。案例资料的来源和获取方式见表4。

基于以上获取到的多种来源数据,本文采用理论分析与案例阐释相结合的方式,基于不同赋能特性,将工业互联网平台赋能划分为结构赋能、场域赋能、心理赋能、资源赋能,进一步基于“输入(input)-过程(process)-输出(outcome)”的IPO研究范式揭示不同类型的赋能机理。首先,基于“技术-组织-环境”TOE分析框架,从技术驱动、组织因素和环境需求方面提炼驱动工业互联网平台赋能的关键影响因素,并将其作为输入因素;其次,基于“价值主张-价值创造和传递-价值捕获”的价值逻辑,挖掘工业互联网平台赋能的具体过程,并将其作为过程因素;最后,从数字化转型结果方面分析工业互联网平台赋能的结果,并将其作为输出因素,见表5。

表4 资料来源及内容

资料来源	受访者	访谈人次	访谈次数	访谈时长
一手资料 (半结构化访谈)	产品经理	1	1	1小时/次
	周年庆典大会评选的优秀员工	3	1	1小时/次
二手数据	理论文献(53篇)	通过 Web of Science 和中国知网获取的中英文文献数据		
	新闻报道(42份)	卡奥斯官方网站客户宣讲视频 领导者的公开访谈视频 互联网媒体:新浪微博、公众号推文、知乎、抖音、小红书、 微博等 传统媒体:纸质报刊等		
	官方报告(18份)	官方渠道获取的权威信息(官网资讯、内刊等)		
	专业数据(1999—2023年共计25份年报; 白皮书21份)	海尔集团年度报告 白皮书(如《工业互联网平台生态2.0白皮书》《工业互联网生态2.0数字工厂白皮书》)		
	专业书籍(1本)	《智能制造导论》		

资料来源:在进行部分工业互联网平台实地调研等直接渠道收集一手资料的基础上,积极查询新闻资料、官方网站、期刊文献、企业家演讲、企业家访谈、大会纪要等信息以收集二手资料。

表 5 工业互联网平台赋能的不同类型比较

工业互联网平台赋能类型	典型案例	输入因素	过程因素 (价值主张)	过程因素 (价值创造和传递)	过程因素 (价值捕获)	输出因素
结构赋能	卡奥斯工业互联网平台赋能海尔集团打造衣联网	定制技术;组织新场景;用户无缝体验需求	为行业价值链条上下游主体之间提供交互连接	打通服装、洗护行业,甚至织物材料、衣物回收等全产业链条	构建海尔衣联网产业价值链	全链路创新;构建行业生态系统
场域赋能	卡奥斯工业互联网平台帮助康派斯房车通过大规模定制平台完成智能化全流程改造	大规模定制技术;组织技术部署;个性化需求	为康派斯量身打造房车生态路径图,并提供稳定的供应链解决方案	通过对工厂制造、供应链管理等进行信息化、智能化的全流程改造	订单交付周期由原先的 35 天降低到 20 天,产品成本下降 7.3%,实现了订单 62% 的增幅	推动房车行业转型升级;用户直连制造(C2M)
心理赋能	卡奥斯工业互联网平台促进海尔天津洗衣机互联工厂利用网器连接用户	工业 4.0 新技术;技术融合;社会场景需求增多	海尔天津洗衣机互联工厂基于卡奥斯工业互联网平台联合生态资源共建生态平台	通过网器联接用户使用体验并驱动产品快速迭代,支持用户洗护存搭购多场景体验	产品设计速度提高了 50%,减少缺陷 26%,单位能耗降低 18%	数字化转型生态模式;构建生态联合体
资源赋能	卡奥斯工业互联网平台为青州德威动力有限公司提供轻量化 SaaS 工业软件以提升企业效率	人工智能等数智化技术;数智化战略部署;产能提升需求	为青州德威动力有限公司提供各类 SaaS 工业软件	通过共享应用的赋能方式,串联销售、生产、采购、仓库、质量等业务,实现各部门同平台数据连通、协同办公	产品不良率下降 20%,刀具拣选效率提升 30%,人工投入降低 45%,刀具配送换刀率提升 50%,产品送检效率提升 45%,设备开机率提升 25%	数字化生产运营管控系统;全面智能化改造升级

(一) 工业互联网平台结构赋能

工业互联网平台结构赋能强调赋能主体通过改善客观的外在环境,如组织、社会、经济、制度和文化环境,消除结构性障碍,通过开放共享的方式推动行业价值链条上下游交互主体之间的连接^[51]。

1. 输入因素

定制技术、组织新场景与用户无缝体验的迫切需求共同驱动了工业互联网平台结构赋能。首先,定制技术能够驱动产生新产品,为孕育新产品提供技术条件;其次,组织新场景能够创造新机会集,例如,海尔智能阳台的墨盒洗衣机场景,包含洗护存搭购收等多个机会集,替代了传统单个的产品机会,推动工业互联网平台对行业价值链条上供应商等互补企业进行赋能;最后,用户无缝体验的需求正在持续加剧,用户想要体验洗衣液无感复购、主动送货上门服务、无感支付等无缝体验等,这些需求客观推动卡奥斯工业互联网平台对价值链条上主体需求进行结构赋能。因此,2016年,海尔便开始探索衣联网模式。

2. 过程因素

工业互联网平台结构赋能过程的本质在于行业结构中的纵向价值逻辑,包含价值主张、价值创造和传递、价值捕获。首先,价值主张体现在工业互联网平台能够为行业价值链条上下游主体之间提供交互连接,例如,卡奥斯工业互联网平台帮助海尔连接了云熙洗衣机零部件供应商和多个用户之间的连接;其次,价值创造和传递体现在卡奥斯工业互联网平台帮助打通服装、洗护行业甚至织物材料、衣物回收等全产业链条,成为价值的载体;最后,价值捕获体现在卡奥斯平台成功帮助海尔构建衣联网产业生态链。2017年,卡奥斯工业互联网平台赋能的海尔衣联网生态联盟正式成立,为用户带来洗护存搭购收全流程无缝的最佳体验。

3. 输出因素

工业互联网平台结构赋能促进组织全链路创新并构建行业生态系统。一方面,卡奥斯工业互联网平台通过对价值链条上下游主体进行赋能,打破了以往单个产品的创新,转型为生态体系的创新发展,为全链路

创新奠定基础；另一方面，卡奥斯工业互联网平台促进行业生态系统的构建，海尔围绕用户需求，落地全球首个场景品牌三翼鸟，不断创新场景体验迭代，建立开放共享的生态系统，最终打造出一个终身用户及生态各方共赢共生、为社会创造价值循环的新品牌范式。

（二）工业互联网平台场域赋能

工业互联网平台场域赋能强调为来自不同行业和领域的跨界参与主体打造促进合作关系产生、纠缠和进化的价值生成空间，突破了传统行业界限约束下的价值判断，将提供相似或相关产品和服务的利益相关主体紧密联结^[51]。

1. 输入因素

大规模定制技术、组织技术部署与个性化需求共同驱动了工业互联网平台场域赋能。首先，大规模定制技术驱动工业互联网平台将大规模定制模式复制到跨界行业企业，如卡奥斯将康派斯房车引入海尔精益项目；其次，组织技术部署促进海尔成熟的大规模定制模式与康派斯的生产加工无缝衔接，用标准化、模块化、柔性生产代替原先的碎片化、离散制造工艺；最后，个性化需求迫使卡奥斯平台突破行业边界和界限，对跨界者进行场域赋能。

2. 过程因素

工业互联网平台场域赋能过程的本质在于跨行业的横向价值逻辑，包含价值主张、价值创造和传递、价值捕获。首先，价值主张体现在卡奥斯工业互联网平台为康派斯量身打造了房车生态的路径图，提供了稳定的供应链解决方案；其次，价值创造和传递体现在卡奥斯工业互联网平台帮助康派斯对工厂制造、供应链管理等进行信息化、智能化的全流程改造，实现了3天解决房车用轻质板材、1天时间解决三明治板材的供应难题；最后，价值捕获体现在康派斯房车生产效率提高45%以上，整体运营成本降低20%以上，产品交货期从原来的35天缩短到20天，产品成本下降7.3%，实现订单62%的增幅。

3. 输出因素

工业互联网平台场域赋能推动了房车行业转型升级和用户直连制造(C2M)。一方面，卡奥斯工业互联网平台帮助康派斯等房车行业建立大规模个性化定制平台，对内连通企业生态各环节，对外连通产业上游各供应商，以及下游经销渠道和用户，推动康派斯整个房车行业转型升级；另一方面，卡奥斯工业互联网平台帮助打造的房车行业大规模个性化定制平台，将分布的用户个性化需求转化为批量化订单，通过平台与上游供应商共享订单物料需求和生产进度，通过智能化排产，实现面向用户的大规模柔性化制造和直连制造。

（三）工业互联网平台心理赋能

工业互联网平台心理赋能强调平台通过价值激励等方式，赋予主体情感支持，培育信任与共同愿景，改善主体行动的内在动机与意愿^[52]。

1. 输入因素

工业4.0新技术、技术融合和社会场景需求增多共同驱动了工业互联网平台心理赋能。首先，5G、AI (artificial intelligence)、大数据等工业4.0新技术在数智化时代应运而生，为平台赋能提供技术条件；其次，新技术能够与制造技术融合，促进卡奥斯工业互联网平台对用户心理精准预测和把握；最后，社会场景需求逐步增多，卡奥斯工业互联网平台促进海尔天津洗衣机互联工厂利用网器连接用户，打造用户群或用户社区，提升用户认同感和满意度，增强平台心理赋能。

2. 过程因素

工业互联网平台心理赋能过程的本质在于用户的价值逻辑，包含价值主张、价值创造和传递、价值捕获。首先，价值主张体现在卡奥斯工业互联网平台联合生态资源与海尔天津洗衣机互联工厂共建生态平台，为聚集用户群奠定基础；其次，价值创造和传递体现在海尔天津洗衣机互联工厂通过网器联接用户使用体验并驱动产品快速迭代，支持用户洗护存搭购多场景体验；最后，价值捕获体现在海尔天津洗衣机互联工厂整合了5G、IoT (internet of things) 等技术，产品设计速度提高50%，减少缺陷26%，单位能耗降低18%，极大提高了用户心理满意度和用户激情。

3. 输出因素

工业互联网平台心理赋能促进了数字化转型生态模式并构建生态联合体。一方面,卡奥斯工业互联网平台赋能的海尔天津洗衣机互联工厂,实现了更精准识别用户需求、更柔性的生产模式、更高效的三层立体物流配送体系,从提供产品转变为提供用户使用全周期场景解决方案,打造场景生态引领下的数字化转型新模式;另一方面,卡奥斯工业互联网平台与海尔天津洗衣机互联工厂共同构建生态联合体,极大帮助海尔天津洗衣机互联工厂拓展用户边界。

(四) 工业互联网平台资源赋能

工业互联网平台资源赋能强调平台赋予平台主体知识、技术等传统资源和数据资源,平台多元主体通过资源配置得以提升能力。

1. 输入因素

人工智能等数智化技术、数智化战略部署和产能提升需求共同驱动了工业互联网平台资源赋能。首先,人工智能、大数据和云计算等技术促进工业互联网平台对外资源赋能,如卡奥斯工业互联网平台赋能青州德威动力有限公司轻量级软件;其次,组织通过在各个部门部署数智化战略,提高组织跨部门协作效率;最后,随着订单需求日益增加,青州德威动力有限公司面临产能提升需求,需要借助卡奥斯工业互联网平台各类 SaaS 工业软件,推动了卡奥斯工业互联网平台资源赋能。

2. 过程因素

工业互联网平台资源赋能过程的本质在于资源产生的价值逻辑,包含价值主张、价值创造和传递、价值捕获。首先,价值主张体现在卡奥斯工业互联网平台为青州德威动力有限公司提供各类 SaaS 工业软件;其次,价值创造和传递体现在青州德威动力有限公司利用卡奥斯工业互联网平台提供的各类 SaaS 工业软件,通过共享应用串联销售、生产、采购、仓库、质量等部门业务,实现各部门同平台数据连通、协同办公,助力青州德威动力有限公司打造数字化工厂;最后,价值捕获体现在青州德威动力有限公司产品不良率下降 20%,刀具拣选效率提升 30%,人工投入降低 45%,刀具配送换刀率提升 50%,产品送检效率提升 45%,以前一人操作 2 或 3 台机床,现在一人同时操作 4~6 台机床,设备开机率提升 25%。

3. 输出因素

工业互联网平台资源赋能促进数字化生产运营管控系统和全面智能化改造。一方面,卡奥斯工业互联网平台在青州德威动力有限公司部署数字化生产运营管控系统,提升了青州德威动力有限公司的产品质量管控能力;另一方面,卡奥斯工业互联网平台助力青州德威动力有限公司在产品质量、生产效率和成本、安全管理上实现全面提升,实现生产流程、管理和供应链体系变革,为开展焊接车间全面智能化改造奠定基础。

四、工业互联网平台赋能内在机理研究框架构建

本部分基于第三部分案例阐释,引入 IPO 范式,构建工业互联网平台赋能内在机理 IPO 研究框架,如图 1 所示。首先,将工业互联网平台赋能过程(P)作为核心,工业互联网平台赋能过程遵循“价值主张-价值创造和传递-价值捕获”的价值逻辑;其次,基于“技术-组织-环境”TOE 分析框架,提炼工业互联网平台赋能的可能影响因素,将其作为研究框架的输入(I);最后,借鉴辩证理论观点,整合工业互联网平台赋能的可能作用结果,包含积极结果和消极结果,积极结果聚焦于组织、系统、产业和国家层面,消极结果聚焦于个体、组织、系统和社会层面,将其作为研究框架的输出(O)。

(一) 输入(I): 工业互联网平台赋能过程的影响因素

1. 技术层面

工业互联网平台赋能在技术层面的影响因素包含平台构建技术、定制场景技术、大规模定制技术等。平台构建技术聚焦大数据分析和工业机理建模等技术,大数据分析技术能够集成平台数据并分析数据特征和走势,工业机理建模是对平台数据构建模型进行决策^[53],使平台数据价值化^[30]。定制场景技术主要指基于 AI 的场景定制技术,对话式 AI 设备涉及知识问答及对话管理领域迁移技术。大规模定制技术主要包含供应链管理技术、产品与过程的标准化技术等^[16]。供应链管理技术是将供应商、制造商、分销商、零售商和用

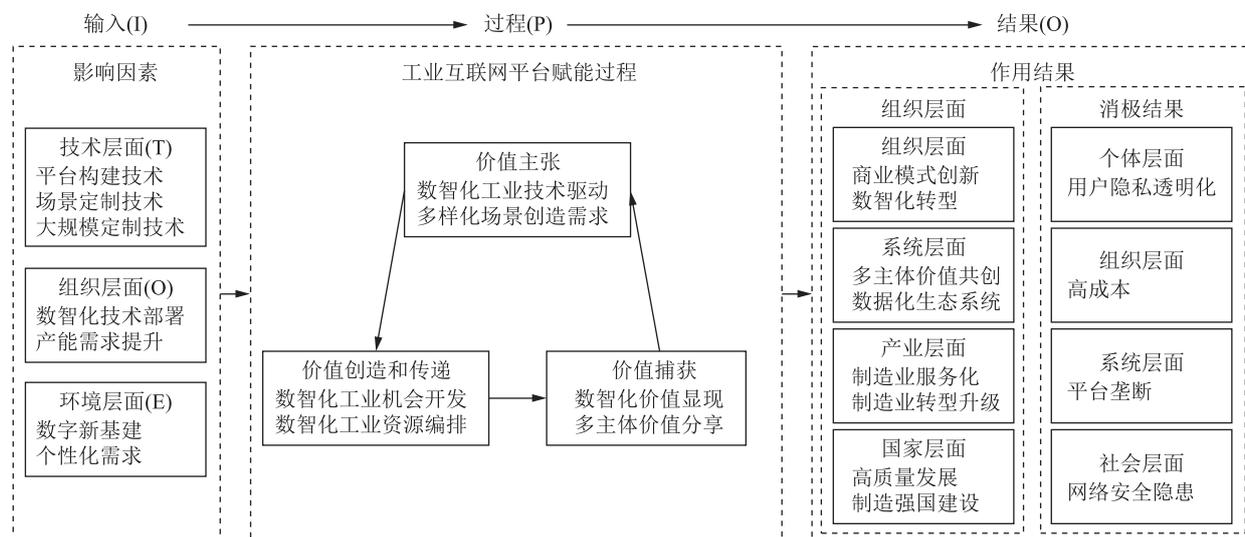


图1 工业互联网平台赋能内在机理的IPO研究框架

户连成整体^[56],产品和过程的标准化技术主要指对零件、工具、工艺和材料进行标准化以提高生产柔性^[57]。

2. 组织层面

工业互联网平台赋能在组织层面的影响因素包含数智化技术部署、产能需求提升等。数智化技术部署是工业互联网平台对人工智能、大数据、区块链等数智化技术进行布局^[56],促进工业互联网平台向上对接工业优化应用,向下连接海量设备承载海量工业经验与知识模型^[57-58],为工业互联网平台赋能提供技术条件^[12]。产能需求提升是较多企业面临的瓶颈难题,直接关乎生产制造企业的经济利益,迫使工业互联网平台对外赋能,产生社会价值^[35]。

3. 环境层面

工业互联网平台赋能在环境层面的影响因素包含数字新基建、个性化需求等。2018年,我国开始实施数字新基建计划,包含5G基站建设、大数据中心、人工智能、工业互联网等七大领域,极大促进了工业互联网平台快速成长,进而促进平台对外赋能^[30]。相比消费互联网的通用性,工业互联网平台专用性较高,无论是企业还是用户,传统的大规模量产已不能满足其需求,衍生了大量高度个性化需求,这些需求驱动工业互联网平台定向赋能^[25]。

(二) 过程(P): 工业互联网平台赋能过程

1. 价值主张

价值主张是工业互联网平台赋能过程的源头活水。一方面,工业互联网平台赋能价值主张多为数智化工业技术驱动。数智化工业技术包含数智组件、数智平台和数智基础设施^[59-60]。另一方面,工业互联网平台赋能来源于多样化场景创造的需求,新场景的出现势必意味着新需求的诞生,平台应紧抓需求,占据赋能先机。工业互联网平台赋能价值主张能够为价值创造和传递奠定基础。

2. 价值创造和传递

价值创造和传递是工业互联网平台赋能过程的关键枢纽。一方面,工业互联网平台赋能围绕数智化工业机会开发创造价值,数智化工业机会指工业互联网平台通过对原有的工业产品、制造方式或技术应用进行改造,将传统工业机会演变为数字化、智能化工业机会;另一方面,价值创造和价值传递主要围绕数智化工业资源编排^[61-62],数智化工业资源指工业互联网平台集聚了多方资源优势,促进资源建构、捆绑和利用,实现数智化工业资源编排^[62]。价值创造和传递是对价值主张的落地和实施,也为价值捕获创造条件。

3. 价值捕获

价值捕获是工业互联网平台赋能过程的成功标志。一方面,价值捕获是数智化价值的显现,例如,卡奥斯工业互联网平台最终帮助康派斯产品成本下降7.3%,极大提高了利润率;另一方面,多元主体捕获价值

之后进一步分享和分配价值,工业互联网平台赋能过程涉及较多主体,如工业互联网平台、供应商、分销商、经销商、用户等,价值捕获阶段是这些不同主体显化价值、合理分享价值的过程,在多元主体真正获取价值之后,能够得到价值激励,进而提出新的价值主张。价值捕获标志着工业互联网平台成功完成赋能活动,促进新价值主张的提出,为下一轮赋能活动奠定基础。

(三)输出(O):工业互联网平台赋能过程的作用结果

1. 积极结果

(1)组织层面。工业互联网平台赋能过程的作用结果包含商业模式创新、企业数智化转型等。工业互联网平台赋能有助于帮助实体企业构建数字孪生体^[20,63],促进组织商业模式创新^[30]。工业互联网平台以数智化技术赋能企业工业设备数字化和智能化,促进工业数据快速流动、交互和联动,驱动生产制造流程迭代优化,实现以数据为核心要素的智能制造体系变革和转型创新^[19,64],促进企业数智化转型^[46]。

(2)系统层面。工业互联网平台赋能过程的作用结果包含多主体价值共创、数据化生态系统等。工业互联网平台赋能有助于加速利益相关者间的交流互动、资源共享、共同生产,促进利益相关者的价值共创^[6,65]。工业互联网平台通过完成数据价值节点部署、数据价值链条培育和数字价值网络架构的生态战略任务,促进数据化商业生态系统的形成^[25]。

(3)产业层面。工业互联网平台赋能过程的作用结果包含制造业服务化、制造业转型升级等。工业互联网平台能够促进制造业与服务业的融合,形成制造企业、服务企业、终端用户之间产品和服务的制造服务化。工业互联网平台将难以模仿、复制的行业经验进行系统化共享,对制造业进行技术适应性赋能和演化适应性赋能,实现制造业转型升级^[41]。

(4)国家层面。工业互联网平台赋能过程的作用结果包含高质量发展、制造强国等。工业互联网平台作为支撑国家经济发展的中坚力量,正在成为一种典型的新质生产力,驱动国家数字经济高质量发展^[30]。工业互联网平台有助于实现大规模制造向智能制造能力体系的跨越^[46],促进国家由制造大国转向制造强国^[66]。

2. 消极结果

(1)个体层面。工业互联网平台赋能过程的作用结果主要指用户隐私透明化。工业互联网平台对用户赋能的过程中衍生了大量数据,这些生成的数据信息可能包含用户个人隐私,由于平台的高度开放性、高动态性、易变性,用户个人隐私变得非常脆弱,可能会被透明化,产生对用户的网络暴力等潜在问题^[67]。

(2)组织层面。工业互联网平台赋能过程的作用结果主要指高成本。工业互联网平台赋能过程并非一蹴而就,需要长期布局、培育和激活,会衍生较高的时间成本和费用成本^[23]。

(3)系统层面。工业互联网平台赋能过程的作用结果主要指垄断性劣势。工业互联网平台能够赋能企业 IaaS、PaaS、SaaS 等各种轻量级工业软件,由于部分工业互联网平台占据垄断性地位,导致这些工业软件可能会产生垄断性劣势,阻碍工业互联网平台生态建设,可能制约工业互联网平台生态系统持续发展^[30]。

(4)社会层面。工业互联网平台赋能过程的作用结果主要指网络安全隐患。尽管工业互联网平台模式突破了传统的工业制造模式,但也可能带来一系列安全隐患,如工业控制系统的病毒和木马,这些安全隐患具有极强的隐蔽性,在短期不易发现技术漏洞或安全风险,一旦感染将导致工业生产停滞或重要工业数据丢失,造成极大的经济损失^[57]。

五、结论与展望

(一)研究结论

本文应用理论分析和案例阐释相结合的方法,对工业互联网平台赋能的内涵、理论视角、特征、要素、类型与内在机理进行探索,得出以下结论:①在文献回顾基础上明晰了工业互联网平台赋能的内涵、理论视角、特征和要素。本文认为工业互联网平台赋能是平台多元主体利用数智化技术,基于工业机会和工业资源互动以产生价值的过程;工业互联网平台赋能包含资源、价值、技术、生态系统和主体等理论视角;工业互联网平台赋能具有显著的数智技术集成性、生成性和多主体性等特征;工业互联网平台赋能包含数智化工

业技术、数智化工业机会、数智化工业资源和多元主体等要素。②结合典型工业互联网平台赋能的实践案例,本文系统梳理、总结、提炼和解构了工业互联网平台赋能类型。基于不同赋能特性,将工业互联网平台赋能划分为结构赋能、场域赋能、心理赋能和资源赋能,进一步结合具体案例阐释每一种赋能类型的过程。③构建工业互联网平台赋能内在机理的 IPO 研究框架。以工业互联网平台赋能过程(P)为核心,基于 TOE 分析框架提炼可能影响工业互联网平台赋能过程的因素,并将其作为输入(I),基于辩证理论梳理工业互联网平台赋能过程可能带来的作用结果,并将其作为输出(O),系统构建工业互联网平台赋能内在机理的 IPO 研究框架。

(二) 未来展望

第一,开展工业互联网平台赋能企业数智化转型机理研究。工业互联网平台能够依靠人工智能、大数据等新型数智化技术,赋能企业实现信息化、数字化、网络化、智能化、生态化等转型。然而,目前关于工业互联网平台赋能企业数智化转型的研究,仅以 Li 等^[3]为主。Li 等^[3]采用案例研究方法,发现工业互联网平台能够通过知识整合和共享赋能企业数字化转型。国内鲜有开展工业互联网平台赋能企业数智化转型的研究。未来可从价值创造、组织学习等视角挖掘工业互联网平台赋能企业数智化转型的路径机理。

第二,开展工业互联网平台赋能平台焦点企业、供应商、用户等多元主体互动研究。工业互联网平台是多元主体的载体,能够赋能这些多元主体共同识别和开发数智化工业机会。一方面,数智化工业机会识别能够成为多元主体互动和协同的联结点,使多元主体发生“松散共生-溢出共生-网络共生”的演变,此时机会也由原来的单个机会演变为数智化工业机会集;另一方面,数智化工业机会开发能够促使多元主体利用已识别出的机会深入互动,创造新的商业价值,然后通过建立合理的价值分配体系,实现价值在多元主体之间的公平分配,公平合理的价值分配体系有助于构建平台多元主体共生、共创、共赢的局面。因此,未来可以开展基于机会视角的工业互联网平台赋能多元主体互动研究。

第三,开展工业互联网平台赋能要素互动的实证研究。工业互联网平台赋能要素包含数智化工业技术、数智化工业机会、数智化工业资源和数智化多元主体,4个要素之间存在较为频繁的互动关系,每一个互动关系均可作为独立的研究主体开展深入研究,例如,可以研究数智化工业技术赋能数智化工业机会和数智化工业资源的生成机制,数智化工业机会与数智化工业资源之间的交互赋能机制;工业互联网平台与平台多元主体之间的交互赋能机制;工业互联网平台多元主体共生机制等实证研究。因此,未来可结合赋能理论和共生理论等开展工业互联网平台赋能要素互动的实证研究。

第四,开展不同类型工业互联网平台赋能之间的动态协同关系研究。尽管本文通过理论分析和实践案例相结合的方式,解构了工业互联网平台赋能的四种类型,并深入解构每一种赋能类型的影响因素、价值过程和作用结果,但本文仍基于静态视角解析了工业互联网平台赋能的四种类型,尚未基于动态视角进一步分析不同赋能类型之间存在何种动态协同关系。因此,未来可应用案例研究方法,基于组织生命周期视角,剖析工业互联网平台赋能的类型随着平台不同发展阶段的动态演变,开展结构赋能、场域赋能、心理赋能和资源赋能之间的动态协同关系研究,以此深入揭示工业互联网平台赋能机理。

第五,研究工业互联网平台赋能的双刃剑效应。工业互联网平台强大的赋能效应能够带动传统市场转型,推动社会数字化变革。然而,根据辩证理论等观点,任何事物均具两面性,包含积极方面和消极方面,现有研究多关注工业互联网平台赋能智能制造、高质量发展、商业模式等积极方面,在一定程度上忽视了工业互联网平台赋能带来的潜在消极方面,尤其是用户个人隐私安全管理问题,工业技术进步帮助平台刻画更加细致的用户画像,更加精准地定位用户,这就意味着用户个人信息在平台上更加透明,可能存在隐私意外泄露,为平台用户带来不必要的干扰。因此,未来可分析工业互联网平台赋能可能引发的双刃剑效应,并深入探讨如何避免这些消极作用进而促进工业互联网平台赋能的良性发展。

参考文献

- [1] 杨善林,王建民,侍乐媛,等. 新一代信息技术环境下高端装备智能制造工程管理理论与方法[J]. 管理世界, 2023, 39(1): 177-190.
- [2] 陈晓红,李扬扬,宋丽洁,等. 数字经济理论体系与研究展望[J]. 管理世界, 2022, 38(2): 208-224, 13-16.
- [3] LI H L, YANG Z Y, JIN C H, et al. How an industrial internet platform empowers the digital transformation of SMEs: Theoretical mechanism and

- business model[J]. *Journal of Knowledge Management*, 2023, 27(1): 105-120.
- [4] HE J J, LIU X C. Study on the impact and mechanism of industrial internet pilot on digital transformation of manufacturing enterprises[J]. *Sustainability*, 2023, 15(10): 7872.
- [5] HE Y. Path and mechanism of industrial internet industry promoting the transformation and upgrading of small and medium-sized enterprises with artificial intelligence[J]. *Mobile Information Systems*, 2023, 20(5): 1-12.
- [6] 马永开, 李仕明, 潘景铭. 工业互联网之价值共创模式[J]. *管理世界*, 2020, 36(8): 211-222.
- [7] 孙新波, 苏钟海, 钱雨, 等. 数据赋能研究现状及未来展望[J]. *研究与发展管理*, 2020, 32(2): 155-166.
- [8] JIANG L H, CHEN W, LU S C, et al. Regulatory effect on information sharing of industrial internet platforms based on three differentiated game scenarios[J]. *Sustainability*, 2022, 15(1): 416.
- [9] YOUSAF Z, RADULESCU M, SINISI C I, et al. Towards sustainable digital innovation of SMEs from the developing countries in the context of the digital economy and frugal environment[J]. *Sustainability*, 2021, 13(10): 5715-5743.
- [10] ISMAIL L, RAJKUMAR B. Artificial intelligence applications and self-learning 6G networks for smart cities digital ecosystems: Taxonomy, challenges, and future directions[J]. *Sensors*, 2022, 15(22): 5750.
- [11] ZHAO H X, XU G M, LIU L, et al. Low-carbon technology innovation decision making of manufacturing companies in the industrial internet platform ecosystem[J]. *Sustainability*, 2023, 4(15): 3555-3571.
- [12] 郑勇华, 孙延明, 尹剑峰. 工业互联网平台数据赋能、吸收能力与制造企业数字化转型[J]. *科技进步与对策*, 2023, 40(11): 19-30.
- [13] ZHAO H Y, WANG H J, JIN S T, et al. Evolutionary game and simulation analysis of collaborative innovation mechanisms of industrial internet platform-based ecosystem[J]. *Sustainability*, 2023, 6(15): 4884.
- [14] 朱国军, 王修齐, 孙军. 工业互联网平台企业成长演化机理——交互赋能视域下双案例研究[J]. *科技进步与对策*, 2020, 37(24): 108-115.
- [15] 卢艳秋, 宋昶, 王向阳, 等. 知识管理视角下企业间信任驱动企业数字化转型的路径研究——基于工业互联网平台用户企业的案例[J]. *科技进步与对策*, 2022, 40(18): 1-11.
- [16] LECHOWSKI G, KRZYWDZINSKI M. Emerging positions of German firms in the industrial internet of things: A global technological ecosystem perspective[J]. *Global Networks*, 2022, 22(4): 666-683.
- [17] ATZORI L A, IERA G, MORABITO G. The internet of things: A survey[J]. *Computer Networks*, 2010, 54(15): 2787-2805.
- [18] LI K, ZHOU T, LIU B H. Internet-based intelligent and sustainable manufacturing: Developments and challenges[J]. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 2020, 108(5): 1767-1791.
- [19] WANG L Y, ZHAO C M, WEI W Y. Research on the influence mechanism of enterprise industrial internet standardization on digital innovation[J]. *Sustainability*, 2023, 15(9): 1-18.
- [20] DIJKMAN R M, SPRENKELS B, PEETERS T. Business models for the Internet of things[J]. *International Journal of Information Management*, 2015, 35(6): 672-678.
- [21] 吕文晶, 陈劲, 刘进. 工业互联网的智能制造模式与企业平台建设——基于海尔集团的案例研究[J]. *中国软科学*, 2019, 7(1): 1-13.
- [22] 王柯懿, 王佳音, 盛坤. 工业互联网平台赋能制造业数字化转型能力评价体系研究[J]. *制造业自动化*, 2021, 43(12): 157-162.
- [23] 潘小军. 基于工业互联网平台的增值服务收费模式研究[J]. *中国管理科学*, 2022, 30(11): 239-249.
- [24] 朱晓红, 李清怡. 工业互联网平台赋能中小企业数字化转型的实现路径——以浪潮云洲为例[J]. *经济界*, 2023, 2(1): 35-40.
- [25] 孙新波, 张明超, 王永霞. 工业互联网平台赋能促进数据化商业生态系统构建机理案例研究[J]. *管理评论*, 2022, 34(1): 322-337.
- [26] 王峰. 工业互联网平台分类研究[J]. *电信技术*, 2017, 10(1): 8-11.
- [27] 王玮, 杜书升, 曹溪. 工业互联网引发的“颠覆式”管理变革[J]. *清华管理评论*, 2019, 3(1): 62-72.
- [28] LAMAS P F, LOPES S I, FERNÁNDEZ-CARAMÉS T M. Green IoT and edge AI as key technological enablers for a sustainable digital transition towards a smart circular economy: An industry 5.0 use case[J]. *Sensors*, 2021, 21(17): 5745-5780.
- [29] 杜勇, 曹磊, 任思琦. 网络效应视角下工业互联网平台赋能模式的演化机理——以小米网为例[J]. *管理案例研究与评论*, 2022, 15(6): 673-684.
- [30] 陈武, 陈建安, 李燕萍. 工业互联网平台: 内涵、演化与赋能[J]. *经济管理*, 2022, 44(5): 189-208.
- [31] 王节祥, 陈威如, 龚奕潼, 等. 工业互联网平台构建中如何应对“个性与共性”矛盾? ——基于树根互联的案例研究[J]. *管理世界*, 2024, 40(1): 155-180.
- [32] WANG J, XU C, ZHANG J. A collaborative architecture of the industrial internet platform for manufacturing systems[J]. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 2020, 61(2): 101854-101863.
- [33] LI P, CHENG Y, SONG W, et al. Manufacturing services collaboration: Connotation, framework, key technologies, and research issues[J]. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 2020, 110(9): 2573-2589.
- [34] CHEN J. COSMOplat: A leading industry internet with advanced management model[J]. *Global Focus: The EFMD Business Magazine*, 2022, 16(1): 62-69.

- [35] 权锡鉴, 史晓洁, 宋晓缤, 等. 资本配置结构优化的企业混合所有制: 工业互联网平台的赋能机理与本质[J]. 会计研究, 2020, 12(1): 99-112.
- [36] 周晓阳, 李长长, 刘莹, 等. 工业互联网平台、开发商与企业的三方协作演化策略——兼论政府补贴和收益共享的作用[J]. 中国管理科学, 2022, 32(8): 1-14.
- [37] ABBATE T F, CESARONI M C, CINICI M C. Business models for developing smart cities: A fuzzy set qualitative comparative analysis of an IOT platform[J]. Technological Forecasting and Social Change, 2019, 142(5): 183-193.
- [38] HAGHNEGAHDAR L, JOSHI S S, DAHOTRE N B. From IoT-based cloud manufacturing approach to intelligent additive manufacturing: Industrial internet of things—An overview[J]. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2022, 119(3): 1461-1478.
- [39] LIAO Z J, CHEN J, CHEN X L, et al. Digital platform capability, environmental innovation quality, and firms' competitive advantage: The moderating role of environmental uncertainty[J]. International Journal of Production Economics, 2024, 268(2): 1-9.
- [40] ALEXOPOULOS S M D. An industrial Internet of things based platform for context-aware information services in manufacturing[J]. International Journal of Computer Integrated Manufacturing, 2018, 31(11): 1111-1123.
- [41] KIEL D, ARNOLD C, VOIGT K. The influence of the industrial internet of things on business models of established manufacturing companies—A business level perspective[J]. Technovation, 2017, 68(12): 4-19.
- [42] 陈剑, 黄朔, 刘运辉. 从赋能到使能——数字化环境下的企业运营管理[J]. 管理世界, 2020, 36(2): 117-128.
- [43] TAEUSCHER K, ZHAO E Y, LOUNSBURY M. Categories and narratives as sources of distinctiveness: Cultural entrepreneurship within and across categories[J]. Strategic Management Journal, 2022, 43(10): 2101-2134.
- [44] KIM J D. Startup acquisitions, relocation, and employee entrepreneurship[J]. Strategic Management Journal, 2022, 43(11): 2189-2216.
- [45] HALBERSTADT J, KOLLHOFF S, KRAUS S, et al. Early bird or early worm? First-mover (dis) advantages and the success of web-based social enterprises[J]. Technological Forecasting and Social Change, 2022, 181(9): 1-18.
- [46] GHOBAKHLOO M. Determinants of information and digital technology implementation for smart manufacturing[J]. International Journal of Production Research, 2020, 58(8): 2384-2405.
- [47] SIRMON D G, HITT M A, IRELAND R D, et al. Resource orchestration to create competitive advantage: Breadth, depth, and life cycle effects [J]. Journal of Management, 2011, 37(5): 1390-1412.
- [48] 周闯, 郑旭刚, 张抗私. 数字经济赋能服务业就业: 行业异质性与空间效应[J]. 技术经济, 2023, 42(3): 167-178.
- [49] 孙新波, 苏钟海. 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, 2018, 31(5): 117-130.
- [50] 朱勤, 孙元, 周立勇. 平台赋能、价值共创与企业绩效的关系研究[J]. 科学学研究, 2019, 37(11): 2026-2033, 2043.
- [51] 曹仰锋. 海尔 COSMOplat 平台: 赋能生态[J]. 清华管理评论, 2018, 11(1): 28-34.
- [52] 刘向东, 刘雨诗. 双重赋能驱动下的信任跃迁与网络创新——汇通达 2010~2019 年纵向案例研究[J]. 管理学报, 2021, 18(2): 180-191.
- [53] 陈国青, 曾大军, 卫强, 等. 大数据环境下的决策范式转变与使能创新[J]. 管理世界, 2020, 36(2): 95-105.
- [54] 苏敬勤, 张雅洁. 制造企业如何构建数字平台能力——基于“数字-业务”能力融合视角[J]. 科学学研究, 2024, 12(2): 1-19.
- [55] WANG L, YE Z, ZHANG R, et al. The growth model of industrial internet platform in industrial 4.0[J]. Wireless Communications and Mobile Computing, 2022, 2022(3): 1-9.
- [56] MAZZEI D, BALDI G, FANTONI G, et al. A blockchain tokenizer for industrial IOT trustless applications[J]. Future Generation Computer Systems, 2019, 105(4): 432-445.
- [57] MAYER S, HODGES J, D YU. An open semantic framework for the industrial internet of things[J]. IEEE Intelligent Systems, 2017, 32(1): 96-101.
- [58] 谢卫红, 骆建彬, 郭海珍, 等. 工业互联网平台研究知识结构与拓展方向[J]. 科技进步与对策, 2021, 38(22): 151-160.
- [59] NAMBISAN S. Digital entrepreneurship: Toward a digital technology perspective of entrepreneurship[J]. Entrepreneurship Theory and Practice, 2017, 41(6): 1029-1055.
- [60] CABRINI F H, VALIANTE F F, RITO P, et al. Enabling the industrial internet of things to cloud continuum in a real city environment[J]. Sensors, 2021, 21(22): 7707.
- [61] AMIT R, HAN X. Value creation through novel resource configurations in a digitally enabled world[J]. Strategic Entrepreneurship Journal, 2017, 26(11): 228-242.
- [62] 柳学信, 程园, 孙志娟. 服务业平台企业的网络能力、数字平台能力如何促进数字化创新? ——资源编排视角[J]. 经济管理, 2024, 8(2): 1-23.
- [63] WANG P, LUO M. A digital twin-based big data virtual and real fusion learning reference framework supported by industrial internet towards smart manufacturing[J]. Journal of Manufacturing Systems, 2021, 58(1): 16-32.
- [64] WANG N, WAN J, MA Z, et al. How digital platform capabilities improve sustainable innovation performance of firms: The mediating role of open innovation[J]. Journal of Business Research, 2023, 167(5): 1-12.

- [65] 魏津瑜, 李翔. 基于工业互联网平台的装备制造企业价值共创机理研究[J]. 科学管理研究, 2020, 38(1): 106-112.
- [66] 肖静华, 吴小龙, 谢康, 等. 信息技术驱动中国制造转型升级——美的智能制造跨越式战略变革纵向案例研究[J]. 管理世界, 2021, 37(3): 161-179, 225, 11.
- [67] KHALID H, HASHIM S J, AHMAD S M S, et al. SELAMAT: A new secure and lightweight multi-factor authentication scheme for cross-platform industrial IoT systems[J]. Sensors, 2021, 21(4): 1428-1459.

Industrial Internet Platform Empowerment: Frontier Analysis, Intrinsic Mechanism and Future Prospect

Liu Yue^{1,2}, Zhu Xiumei³, Zhai Yunkai^{1,2}

(1. School of Management, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China;

2. National Engineering Laboratory for Internet Medical Systems and Applications, Zhengzhou 450052, China;

3. School of Business and Management, Jilin University, Changchun 130015, China)

Abstract: As a digital technology platform with empowerment, industrial internet platform could empower the digital and intellectual transformation of SMEs, which is becoming an important engine for the cultivation of new quality productivity. Based on the theoretical analysis and case interpretation, the connotation, characteristics and elements of industrial Internet platform empowerment are clarified, its internal mechanism was revealed. The findings are as follows. Industrial internet platform empowerment is an interpretation that multi-actor apply digital and intelligent technology to co-create value based on the interactive of opportunities and resources. It has characteristics of digital and intelligent technology integrative, generative and multi-actor, including digital and intelligent industrial technology, digital and intelligent industrial opportunities, digital and intelligent industrial resources multi-actor elements. Industrial internet platform empowerment includes structural, field, psychological and resource empowerment, following the value logic of “value proposition, value creation and transmission, value capture”. The IPO research framework for the internal mechanism of industrial internet platform empowerment was built, technological, organizational and environmental factors could affect the empowerment process of industrial internet platform and then produce positive and negative effects. It enriches and refines the research on industrial internet platform empowerment from new themes, new perspectives and new mechanisms, provide decision-making basis for activating the empowerment effect of industrial internet platforms, and provide practical guidance for cultivating new quality productivity based on industrial internet platforms to promote high-quality development of platforms.

Keywords: industrial internet platform; platform empowerment; empowerment types; empowerment mechanisms; IPO theoretical framework