

价值链视角下工业互联网赋能企业绿色发展的机制研究

张曼莉, 赵宏霞

(青岛科技大学经济与管理学院, 山东 青岛 266061)

摘要: 以价值链为视角, 运用多案例研究方法, 深度剖析绿色价值链发展的内在机理。研究发现, 工业互联网在赋能绿色价值链形成的过程中经历内部价值链优化、外部价值链优化、绿色价值创造三个阶段, 价值链绿色演化过程遵循“绿色资源获取、绿色能力形成、利用能力创造绩效”的逻辑主线。丰富了绿色发展情景下企业内外部资源编排机制的研究, 弥补了工业互联网影响企业绿色发展的理论缺口, 对工业互联网促进绿色发展的实际具有一定参考价值。

关键词: 资源编排理论; 工业互联网; 绿色发展; 多案例研究

中图分类号: F426 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-1807(2024)06-0001-09

党的二十大报告明确指出,“要加快发展方式绿色转型, 促进绿色低碳产业的发展”, 并对制造业实现高质量发展提出了明确要求^[1]。工业是重要的能源资源消耗和排放的产生领域, 是推动形成绿色发展方式的主战场, 有关工业领域低碳发展的研究普遍意识到减少能源消耗以及降低碳排放强度是工业绿色低碳发展的重要方式。如今工业互联网已经成为促进制造业绿色发展的重要推力。工业互联网是数字化时代工业体系和互联网体系深度融合的结果, 可助力企业实现“源头-过程-末端”的系统性控碳, 助力企业提升自身能源管理能力, 然而, 企业价值链绿色发展是一个涉及企业内外价值链多种资源和能力的复杂过程, 而现有研究多为工业互联网对企业内部节能减排的影响^[2], 鲜有研究从资源编排理论以及价值链的视角出发, 探索企业内部价值链、外部价值链以及价值链生态之间绿色资源和能力互动的动态过程, 从而打开企业价值链从资源获取到能力形成、再到形成绿色价值链生态的“黑箱”。

基于上述理论缺口和实践难题, 本文以海螺集团、海尔智家、赛轮集团为案例研究对象, 从资源编排理论和价值链视角出发, 聚焦工业互联网与绿色价值链资源和能力的互动过程, 围绕“工业互联网如何促进企业价值链绿色发展”这一核心议题展开分析, 试图解释以下问题, 工业互联网如

何助力企业编排绿色资源和能力从而促进价值链绿色转型发展? 绿色转型发展的过程中如何进行价值创造?

1 文献回顾与理论背景

1.1 工业互联网与企业绿色转型发展

工业互联网的应用带来了大数据、云计算、人工智能等新一代信息技术与工业生产深度融合, 现有研究对于工业互联网与企业绿色转型发展的分析主要聚焦在以下3个方面: ①在生产制造体系方面, 工业互联网促进企业的柔性化生产和个性化定制, 强调人机物的协同性, 缩短产品的研发周期, 灵活调整生产计划, 降低生产过程中的能源消耗^[3]。②工业互联网推动了企业数字化和智能化改善了生产要素的种类和结构, 提升了资源配置效率, 促进企业向绿色智能化转型。此外, 工业互联网还实现了对生产数据的采集、分析和处理, 实时监测生产流程, 优化企业用能情况, 帮助企业降低资源、能源等的投入^[4]。③在供应链端, 工业互联网能够确保供应链各主体及时获得完整准确的数据, 助力企业实现价值链各主体间的信息共享, 并通过数据的汇集与分析极大地推进供应链价值协同创造^[5]。但需要指出的是, 现有研究多从静态视角切入, 缺乏对工业互联网驱动企业绿色转型背后的内在机制的探索, 对制造企业绿色转型的动态演进及阶段性特征的关注不足。

收稿日期: 2023-11-29

基金项目: 国家社会科学基金重点项目(21AZD120); 山东省自然科学基金(ZR2022MG041)

作者简介: 张曼莉(1998—), 女, 安徽淮北人, 硕士研究生, 研究方向为工业互联网与绿色制造; 赵宏霞(1978—), 女, 内蒙古赤峰人, 教授, 博士研究生导师, 研究方向为数字治理。

1.2 资源编排理论及应用

资源编排理论的资源结构化、资源能力化和能力结构化的三环节理论逻辑为资源如何形成能力、能力如何形成竞争力^[6]。目前学者们基于资源编排视角开展企业绿色实践的研究,发现了资源编排对企业绿色实践的积极影响,黄昊等^[7]将资源行动与创新能力共演化,在资源编排的作用下提升企业绿色创新绩效。解学梅和韩宇航^[8]将资源编排理论运用于本土企业绿色创新与转型问题;在资源编排过程中剖析制造业企业绿色转型的内在机制。以上研究为本文运用资源编排理论探索工业互联网推动绿色价值链的机理提供了分析框架。然而,现有的文献更多地将资源编排过程视为整体,没有充分关注企业如何利用资源来形成关键绿色能力的过程机制。因此,基于这一点,在现有文献的基础上亟须企业在绿色价值链实践过程中的资源编排进行全面深入的分析。

2 研究设计

2.1 研究方法和案例选择

本文采用多案例研究方法,从对工业互联网赋能绿色价值链解释性较高的几个典型案例中,归纳找出关于形成绿色价值链的一般性路径,并指导于实践应用,旨在识别绿色价值链形成的动态发展过程,深度挖掘与提炼出形成绿色价值链背后独特的行为特征与发展规律,构建具有普适性且更高推广价值的绿色价值链理论模型。因此,在选取案例样本时,主要从以下几个方面综合考虑:①考虑到案例研究应该有一定的行业分散度,所选企业主要涵盖了建材、家电、轮胎领域;②所选案例企业管理经验成熟,均属于较早发展成熟起来的绿色企业,其搭建的工业互联网平台在各自的行业领域内属于发展较为成熟的平台,对其他制造行业的绿色发展有启示作用;③数据易获取,3个案例(表1)能够提供充足的研究素材和资料,从而确保证据链完整和理论逻辑严谨。

表1 案例企业情况

案例企业	海螺集团	海尔集团	赛轮集团
所有制	国有企业	民营企业	民营企业
是否上市	是	是	是
成立时间	1996年	1984年	2002年
总部位置	安徽省	山东省	山东省
所属行业	建材制造业	家电制造业	轮胎企业
主导产品	水泥	家电	轮胎
“绿色制造”认证覆盖类型	国家级 “绿色工厂”	国家级 “绿色工厂”	国家级 “绿色工厂”

2.2 数据收集和数据分析

数据收集分三个阶段进行:在正式开展研究前,通过现有文献、查阅案例企业的内外部资料等渠道获取二手资料;为验证和补充以上理解,选择对案例企业中的中、高层管理人员、公司信息技术部等进行半结构化访谈进行数据的收集(表2);将案例资料编码形成数据库,为后续证据链的构建奠定基础。

表2 访谈数据收集描述统计

案例企业	访谈对象	访谈人数/人	访谈次数/次	访谈时间/min	转录文字/万字
海螺集团	公司总监、项目经理	5	2	320	3.3
海尔智家	副总经理、信息部部长等	6	3	410	4.2
赛轮集团	技术总监、解决方案负责人、研发技术总监等	8	3	450	4.8

采用 Gioia 等^[9]的方法,依次对3个企业进行数据编码和数据分析,通过一阶分析、二阶分析和理论模型构建三个步骤来构建数据。基于“资源-能力-绩效”的范式模型,构建基于工业互联网促进企业价值链绿色发展的模型如图1所示。

3 案例研究与发现

基于资源编排理论,从三个渐进式的过程“构建资源组合、捆绑资源形成能力、利用能力形成绿色价值”予以解释。该模型从建模范式上符合“资源-能力-绩效”的逻辑,剖析不同案例企业内外价值链优化的特征及过程,挖掘关键资源行动背后的深层次机制,进而构建工业互联网赋能下制造企业实现绿色发展的路径和内在机制的理论框架(图2)。

3.1 绿色资源获取

在绿色价值链形成的过程中,绿色资源获取是推动价值链绿色发展的前提。企业通过不断对资源连接、互动和协同来实现绿色资源获取。首先,资源连接是基础,利用多种信息技术与各类智能化装备的连接帮助企业获取各种数据,是企业进行碳排放和能耗行为的数据处理和解释现象存在原因的基础。其次,资源互动是关键,企业在发展绿色战略时,针对不同来源、层次和内容的资源进行识别和选择,通过协调和互动资源形成集成力量使企业具有高阶动态能力,实现绿色目标。最后,资源协同是核心,企业利用外部技术与企业自身业务流程进行融合协同,突破时间与空间约束,从而强化价值链绿色协同。该环节的具体编码和证据援引如表3所示。

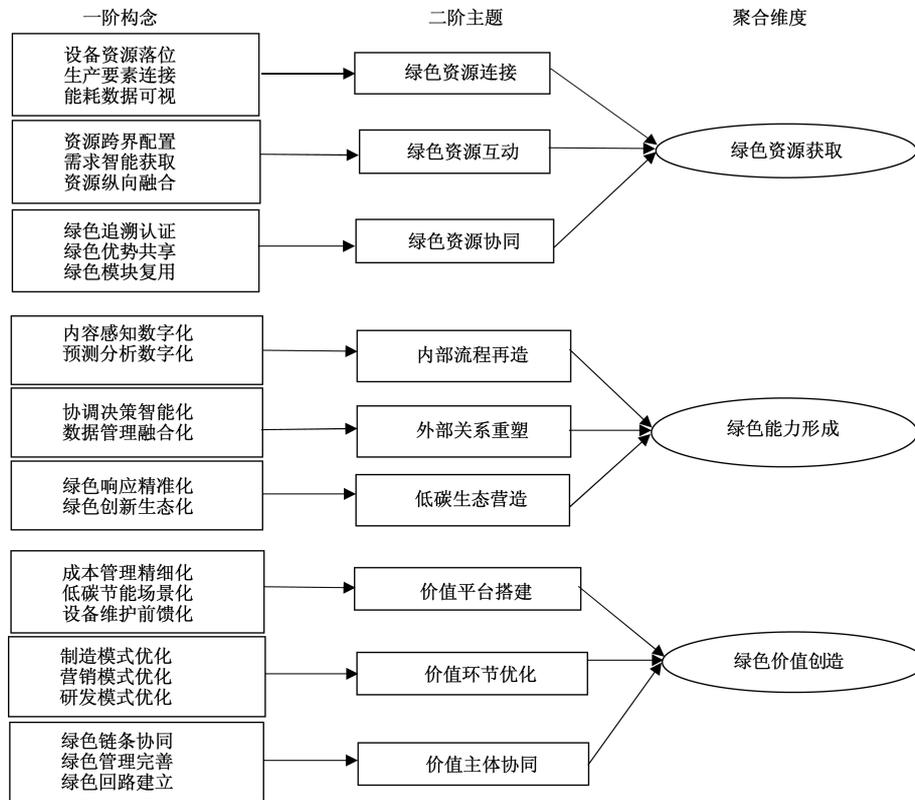


图 1 绿色价值链数据结构

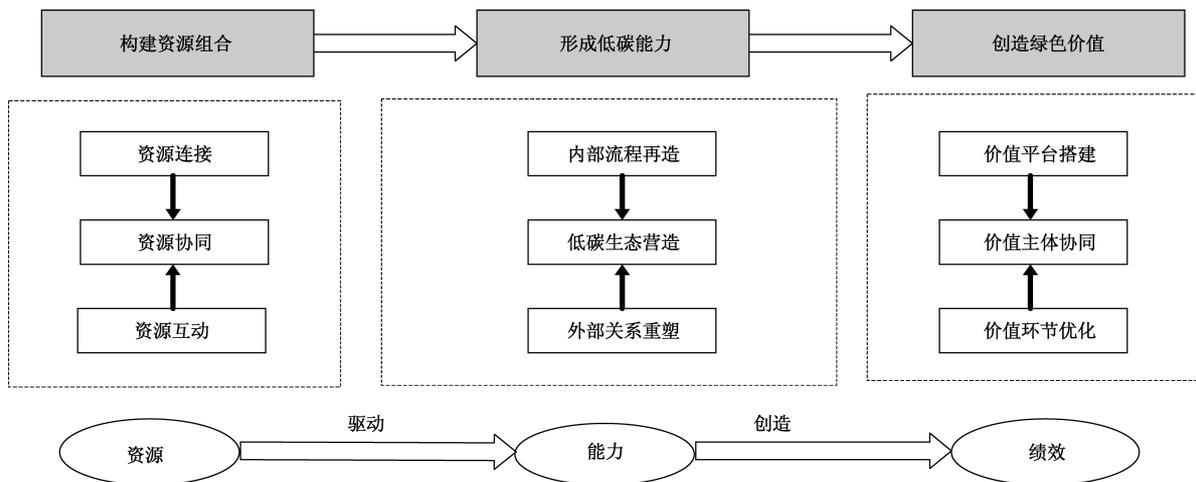


图 2 工业互联网赋能绿色价值链形成的机制模型

3.1.1 绿色资源连接

在资源连接方面,传统制造企业存在:缺乏统一的技术平台、行业上下游及各系统间存在信息孤岛、大数据分析能力不足、难以对企业的绿色经营决策起到辅助支撑效果等问题。而工业互联网为企业资源连接提供了解决方案,包括企业设备资源的落位、生产要素的连接以及能源消耗可视。

第一,设备资源落位是工业互联网赋能的基础,工业设备是企业主要的生产资料,负责生产的

各项环节,制造车间的设备资源落位及生产数据上云实现设备数据的云端汇聚,即实现企业的每台生产设备与工业互联网后台连接,丰富了工业互联网平台连接的工业要素,为后续能源消耗的可视提供数据参考。第二,生产要素连接是指通过工业互联网将生产设备与信息技术等进行集成与融合,实现“人机料法环”的协同运作。企业首先通过对传统装备的智能化改变,使其具备感知、学习、分析与执行能力,充分发挥工业装备的潜力,进行相对完整

表 3 构建资源组合阶段的编码和证据展示

二阶主题	一阶概念	相关引文与证据
绿色资源连接	设备资源落位	各个车间的生产数据已经上传至整个云端,优化生产流程,对设备运行进行监控
	能耗数据可视	平台实时监控设备水、电、气等能源消耗数据,依托大数据平台整理分析,自动生成能源报表并对超量能源消耗紧急预警,第一年就节省电费 15%
	生产要素连接	基于 5G 网络的数据高效传输,实现了园区内车辆、人员、设备、能耗等各个数据的全流程实时监控
绿色资源互动	资源跨界配置	通过平台提供的智能合约和支付系统,可以实现资源的自动分配、帮助不同领域的资源提供者和接受者自动化协作
	需求智能获取	只要手指点一下,就能在平台上输入自己的绿色需求,然后平台根据客户需求自动生成绿色化设计方案和尺寸等详细数据
	资源纵向融合	充分发挥了行业龙头的作用,实现企业资源联动贯通,产业集群发展,通过生态共建的方式与上下游共探绿色生态未来
绿色资源协同	绿色追溯认证	工业互联网的标识解析技术给每一件产品一张“身份证”,实现产品全生命周期的数据信息的采集
	绿色优势共享	通过平台将工业数据价值全面释放出来并将绿色智慧方案与大中小企业共享,一起发展、共同成长
	绿色模块复用	在积极降低自身碳排放、承担环境责任的同时,输出综合能源服务场景模块化解决方案,为企业提供节能减排、绿色低碳的赋能服务

的智能制造活动,实现可视化和无纸化的生产管理。赛轮集团通过像链云平台已经实现 99% 以上设备监测与控制,为企业的生产活动提供了全方位的信息支持。第三,能源消耗可视,工业互联网利用能源管理系统实现能碳数据的透明化。通过数据采集、处理、共享和可视化,促进能源管理和碳排放的监测与降低。例如,海螺集团通过仪表盘实现对主要生产过程参数的监测,并生成报表进行可视化展示,管理者可以在各种设备上远程查看数据,及时发现能耗异常问题。

3.1.2 绿色资源互动

根据资源编排理论,有效管理资源才能实现从资源能力到价值的转化^[6]。在绿色资源互动方面,企业利用工业互联网平台提供的资源和技术优势进行资源跨界配置,需求智能获取,资源纵向融合,将外部有价值的资源与自身资源有效互动,最终实现从资源到价值的转化。

首先,资源跨界配置是资源互动的关键。工业互联网平台提供了与价值链外部交换资源与企业内部系统集成化管理的渠道^[10],企业通过资源的跨界配置调整改进,将特定资源进行重新分配,配置发挥企业在外界吸收的资源组合,将新获取的资源与企业原有资源积极互动与配置打破信息不对称的难题以契合企业绿色需求的过程。其次,需求智能获取是资源整合的重要环节。工业互联网平台能够促进企业供应链的转型升级,通过多边合作实时反馈市场的绿色需求,企业可以通过平台智能获取合作伙伴和客户的绿色需求变化,并协调资源,实现产品个性化定制。最后,资源纵向融合是资源

互动的重要方式。通过工业互联网连接作用,企业可以整合用户、供应商、服务商等多维资源,寻求多类型资源的动态交互。客户的绿色需求可以被供应端准确识别和匹配,企业进而可以精准地供应绿色优质产品。例如,海尔集团在绿色化价值链过程中解决了内外技术和资源融合的难题,并将产生的知识赋能生态合作伙伴,构建了价值链绿色生态。

3.1.3 绿色资源协同

在绿色资源协同方面,企业利用工业互联网的资源连接和资源互动推动企业在更大空间内突破企业的物理和组织界限,实现数据要素在企业内外价值链之间共享和资源有效协同。此外,工业互联网等新兴技术与绿色产业深度融合,使价值链从闭环到开放生态,资源协同,优势共享,携手价值链企业一起谋产业高质量发展^[11]。首先,绿色追溯认证,借助工业互联网技术,企业可以建立智能化的供应链管理系统。这意味着企业可以追溯产品的来源、生产过程和环境影响等,企业通过对上下游企业的碳排放能耗进行管理实现对价值链低碳运行的监控与追溯。其次是绿色优势共享,平台内部企业具有不同的技术优势,工业互联网下的连接能力促进企业进行知识共享与技术交流,通过技术实现生态利益最大化,海尔集团积极输出低碳管理体系,同时以物联网、大数据、云计算等技术帮助绿色价值链进行能源、碳排放管理。最后是绿色模块复用,在工业互联网的支持下,企业将其掌握的经验模式和模式转变为可复用多个独立的模块,每个模块具有特定的功能和接口,平台上的企业可以灵活地调整模块行为以适应不同绿色场景。海螺集团与华

为云携手打造工业互联网双跨平台“海螺云工”,不仅帮助海螺集团实现了绿色化转型,还为中小型企业提供基础技术支持,促进整个价值链的智能化和绿色化升级。

3.2 绿色能力形成

资源本身不能产生价值,稀缺、不可替代、难以模仿的管理资源的能力才是价值产生的源泉^[7]。工业互联网平台凭借优势,桥接企业内部及上下游等多方资源和能力,协助企业内部价值链、外部价值链和价值链生态层面绿色能力的生成。企业内部能力生成主要体现在内容感知数字化和预测分析数字化实现内部流程再造;外部价值链能力的生成包括协调决策智能化和数据管理融合化来克服自身能力不足实现外部关系重塑;价值链生态层面能力的生成则表现为绿色响应精准化和绿色创新生态化加深价值链生态主体之间的关系,为低碳生态营造提供有力支撑。该范畴下二阶主题的编码和证据示例如表4所示。

3.2.1 内部流程再造

从工业互联网赋能内部能力生成的角度来看:首先,内容感知数字化是指利用工业互联网对车间生产、能耗、排放等数据进行感知与采集并将其转化为数字化信息,这些数字化信息不仅可以控制和指导关键工艺参数、能耗较高的风险源,还可以帮助企业在跨部门层面上进行对标分析和优化减少由数据不准确带来的经营风险^[12]。其次,预测分析数字化是企业对资源连接获取的数据通过大数据分析、机器学习等技术手段进行核算和预测,这些系统数据有助于实现能耗管理、故障诊断和风险预警等功能。工业互联网的内容感知数字化和预测分析数字化可以帮助企业实现数据驱动决策、优化生产过程、提高生产效率和质量,并推动企业的内部流程再造。如赛轮集团通过分析实时数据和历

史数据可以预测生产过程中的效率,最大限度地利用资源从而有助于企业制定合理的节能策略,降低能源成本实现能源的集约化调度和精细化管理。

3.2.2 外部关系重塑

从工业互联网赋能外部价值链能力生成的角度来看:首先,协调决策智能化。企业受自身信息资源和能力的限制,难以获得企业上下游碳排放和能耗的真实数据。制造企业依托工业互联网平台整合、提纯外部价值链数据,并根据实时反馈的数据进行智能评估和智能求解从而确定最优方案实现依据内外部数据驱动的智能决策。其次,数据管理融合化是指企业多渠道整合工业互联网内外部资源,将来自不同设备和系统的数据进行融合,建立全局视图,实现跨系统的数据共享与协同分析,从而帮助企业在海量数据中识别绿色机会,加速实现跨企业、跨平台、跨系统的信息与资源融通,并将其转换为具有价值的预测性见解。海尔智家依托自身工业互联网,构建回收网络体系,将服务人员、合作商、回收商连接在一起,通过与外部合作商的连接构建“设计-生产-回收-拆解-再生”的绿色低碳闭环体系。

3.2.3 低碳生态营造

从工业互联网赋能价值链生态能力生成的角度来看:首先,基于工业互联网关联数据,面向需求端,企业从海量共享数据中挖掘用户痛点,打破生产制造环节和需求侧的用户市场之间存在的信息壁垒,在实时感知用户的绿色需求的同时,充分调用自身资源和实施绿色原材料采购,保证客户所需资源的优质供应,形成绿色响应精准化。其次,绿色创新生态化是指企业运用创新技术和创新方式实现经济和环境双重绩效的创新活动^[13]。企业将外部的资源支持用于技术创新方面,但从价值链生态的角度更侧重于生态产品前瞻性的研发和相应

表4 低碳能力形成阶段的编码与证据展示

二阶主题	一阶概念	相关引文与证据
内部流程再造	内容感知数字化	现场调度可以做到全方位、无死角的监控,支持车间现场全要素、全产业链、全价值链信息的全面连接
	预测分析数字化	平台可以通过对生产过程能耗参数进行分析,及时提供数据对比,以采集数据为基础进行未来用能预测
外部关系重塑	协调决策智能化	有了外部数据的协调支撑,决策就不会片面,组织的绿色目标就更容易达成
	数据管理融合化	云平台拥有通用的“数据源管理、跨云同步、数据转储”数据集成中心,平台企业可以灵活响应业务应用
低碳生态营造	绿色响应精准化	随着用户的增加,平台采集客户搜索的信息库也在不断扩大,数据的不断集成保证了对用户绿色需求精准把控
	绿色创新生态化	持续提升绿色科技研发投入、利益相关者协同合作,互相感染,在满足自身需求的同时,积极创新研发

的绿色产品体系化建设。如海螺集团联合科研院所以及行业领先企业建立联合实验室,推进碳捕集封存及利用技术的创新,提高二氧化碳吸收与利用的能力,为实现企业的绿色发展奠定技术基础。

3.3 绿色价值创造

资源编排理论是指通过资源组合和能力连接释放价值资源,从而实现价值传递的过程。工业互联网赋能将企业内外部资源进行整合,促进价值链能力形成,进而完成绿色价值链的转型升级。工业互联网赋能价值链的结果首先体现在价值平台搭建、价值环节优化、价值主体协同。该环节下的具体编码和证据援引如表 5 所示。

3.3.1 价值平台搭建

在价值平台搭建方面,企业不仅需要强化自身的绿色竞争优势还需要在共生的环境中搭建价值平台解决企业在绿色化进程中的痛点问题。首先,成本精细化管理,利用工业互联网平台,能够实现企业成本的精细化管理。在建材行业,海螺水泥依托工业互联网实现了原有系统的自动化改进,帮助海螺水泥节约电力 4 亿 kWh、减少 74.77 万 t 二氧化碳减排以及减少 3 万 t 污染物减排。其次,低碳节能场景化,在家电行业,海尔智家结合“能源大脑”的算例支撑,凭借“数字平台+绿色场景”的融合发展赋能模式,在电力服务、热力服务、能耗及碳排管理等方面,形成切实可行的解决方案,帮助企业更有效地利用能源从而减少能源浪费。最后是设备维护前馈化,在轮胎行业,赛轮集团基于工业互联网平台“像链云”构建了一整套的设备在线监测、设备管理、远程诊断系统,通过实现对关键生产设备的在线监测、预测性维护和全生命周期线上化管理极大地提高设备的运行率和运维人员的效率。

3.3.2 价值环节优化

工业互联网通过数字化和智能化的方式吸引外部参与者与企业合作,企业通过平台识别用户不同需求并优化研发、营销和制造环节,提高资源的利用效率。首先是研发模式的优化,企业通过工业互联网联通上下游协同研发模式,促进产品向多样化、绿色化和高附加值方向转变。并在项目运行的前期阶段,仿真分析与验证不同的节能减排方案,预测未来的能源消耗情况和碳排放量,从源头上改进绿色产品的设计和能耗的浪费。其次是营销模式优化,工业互联网对于企业在营销方面的优化体现在根据平台用户在过去搜索行为和交易行为积累消费数据,深度解析用户的绿色需求并根据准确需求进行原材料采购,同时在平台上发布相关绿色供求信息,加强价值链中企业与潜在供应商和客户的信息交流,最终实现价值整体优化。最后是制造模式的优化,企业可以根据市场需求和客户定制的要求进行生产,快速调整生产计划协调供应链满足个性化需求。

3.3.3 价值主体协同

广泛连接的生态系统能够实现价值主体的协同,价值链利益相关者协同合作,互相感染,在满足自身需求的同时,也能够推动价值链集群绿色协同。价值主体协同主要包括需求协同和外部协同。首先,需求协同包括绿色管理完善,工业互联网平台将企业隐性的绿色管理实践转换为规范化、可持续的绿色管理制度,确保企业绿色能力的凝练与沉淀,促进未来绿色管理的高效与协同。其次,外部协同包括绿色链条协同和绿色回路建立是企业与外部资源共同致力于创造绿色价值的一种行为。绿色链条协同是企业将供应链企业的减排表现纳入采购考核或设置减排目标,并根据供应商的绿色

表 5 绿色价值创造阶段的编码与证据展示

二阶主题	一阶概念	相关引文与证据
价值平台搭建	成本管理精细化	平台建成后实现生产能耗、质量、效率最优,优化资源配置,提高了企业精细化管理水平
	低碳节能场景化	通过脱硫脱硝改造,氮氧化物实现了超低标准排放,预热回收发电,年发电量能达到 5 亿 kWh
	设备维护前馈化	基于平台构建一整套的设备在线监测、设备管理、远程诊断系统,可以实现对关键生产设备的在线监测
价值环节优化	研发模式优化	根据平台上客户的需求提前介入上游生产阶段,通过与上游供应商协同研发进一步确定生产方案
	制造模式优化	应用这些数据,可以更加灵活地制造,并且降低库存和过剩的产能
	营销模式优化	利用平台,拉近了与用户的距离,提升了营销和服务能力
价值主体协同	绿色管理完善	绿色发展的理念已经贯穿经营发展的全过程,原有的一些制度也在慢慢地固化成具体的流程
	绿色链条协同	降碳不光是企业内部的事,供应链企业的绿色转型也是重要一环
	绿色回路建立	作为首个全流程数字化回收平台,用户可以在智家 APP 直接提报,废旧资源的交易信息可以快速推广、匹配、对接和成交

认证情况进行评级。海尔集团作为案例,根据供应商的绿色低碳水平给予优先选择。绿色回路建立驱动上下游共同绿色,在绿色回路中企业统一绿色设计、原材料采购、生产以及废旧回收的标准进而打造绿色生态圈。

4 工业互联网促进绿色价值链发展过程理论模型

4.1 工业互联网赋能绿色价值链的资源编排机制

在资源结构化过程中,绿色资源连接是最初环节,企业通过设备资源落地,连接零散资源,感知能碳消耗数据。绿色资源互动是资源连接之后的行动环节,企业资源连接能力提升的前提下,面临着如何将自身资源与吸收资源进行有效互动的难题,此时,企业采取资源跨界配置、需求智能获取与纵向多元融合的方式,整合外部合作企业关系。资源协同是形成绿色价值链的核心环节,主要是使资源组合之间的效用持续深化,多方主体围绕降碳目标共同发挥各自资源优势,与价值链主体融通合作,共享价值链生态优势。

在资源能力化过程中,在获取资源基础上企业的资源组合效用得以提升,同时外部资源的引入与企业本身的资源互补,必要的资源补充促进企业开始推动企业在工业互联网谋求绿色多元化资源使得内外部资源重新配置以形成新的能力。企业不仅自身高效地利用平台放大资源价值实现内部流程再造优化能源消耗,同时进行资源的跨界互动实现价值主体间的资源匹配,重塑关系最终协调多方资源营造价值链的低碳氛围。

在能力杠杆化过程中,在构建能力后,如何利用能力实现绿色价值的创造是企业面临的主要问题。价值创造主要通过能力撬动实现,首先企业通过价值平台的搭建,识别企业与主体间的资源需求,通过价值环节优化,价值主体协同的系列行为,广泛协调各方利益相关者参与。其次通过价值平台的搭建将创造的价值传递给价值主体,利用企业对外部资源的吸收和整合,实现价值链不同主体之间的协同共享。

4.2 工业互联网赋能绿色价值链的演化过程

企业利用工业互联网促进价值链绿色发展过程的分析可知,绿色价值链的实现是一个循序渐进的三阶段过程。

第一阶段为内部价值链优化阶段,在此过程中企业通过资源连接,设备资源的精准落地后调整资源布局。该阶段企业通过构建资源部署工业互联

网工作是将通过“设备上云”将企业内外的相关资源搬到云上,促进资源要素的互联互通,通过汇聚海量数据来监测能源使用情况支撑数据的分析决策。资源的连接构成了价值链绿色化的基础,使得企业内部生产条件向绿色化方向改善。

第二阶段为外部价值链优化阶段,企业通过工业互联网渠道吸收的外部资源持续增加,侧重于外部价值链的绿色化。企业更多的是寻求外部力量的信息共享与合作,企业各利益相关者在工业互联网获取技术优势,填补资源空白,通过对资源的互动匹配发挥资源效用,整合相关资源后积极协调其他利益者,实现外部价值主体关系的重塑进而协同优化价值环节。

第三阶段为绿色生态运营阶段,价值链上的企业注重绿色技术的创新及绿色管理制度的规范化来实现绿色价值的可持续性创造。通过资源协同的调整,企业可以调整资源以契合企业绿色目标的发展。在价值链生态方面,资源的协同效应使得企业内部绿色管理趋于完善,绿色技术的合作创新对潜在绿色产品体系与服务价值持续提升。同时,畅通价值链障碍追溯绿色原材料,共享绿色技术,共同进行绿色行为,寻求绿色协同,以团结协作和高度可信营造低碳生态。

综上分析,建立如图3所示的理论模型,横轴表示绿色价值链的演化过程,分别为内部价值链优化、外部价值链优化和绿色生态运营;纵轴表示资源编排的三个环节,分别为绿色资源获取、绿色能力形成和绿色价值创造,在此基础上将工业互联网赋能绿色发展的过程分解为九个相互衔接、阶次递进的模块。

5 结语

5.1 理论贡献

第一,本文关于工业互联网对于企业绿色价值链影响机制的探讨,弥补了现有企业价值链绿色化实践讨论不足的缺口。虽然现有研究已经认识到工业互联网会促进企业价值链绿色化的建设和运行,但是从哪些方面入手以及如何促进没有很好的回答,基于资源编排理论,本文认为工业互联网对企业价值链绿色赋能的逻辑为利用工业互联网进行资源连接、互动和协同对平台资源的有效利用后捆绑资源形成低碳能力进而利用能力创造绿色价值,回答了绿色价值链如何实现的问题。

第二,本文将资源编排理论和价值链理论进行充分整合,还提出了“资源-能力-绩效”的驱动逻辑,将当前“割裂式”的内部价值链和外部价值链的绿

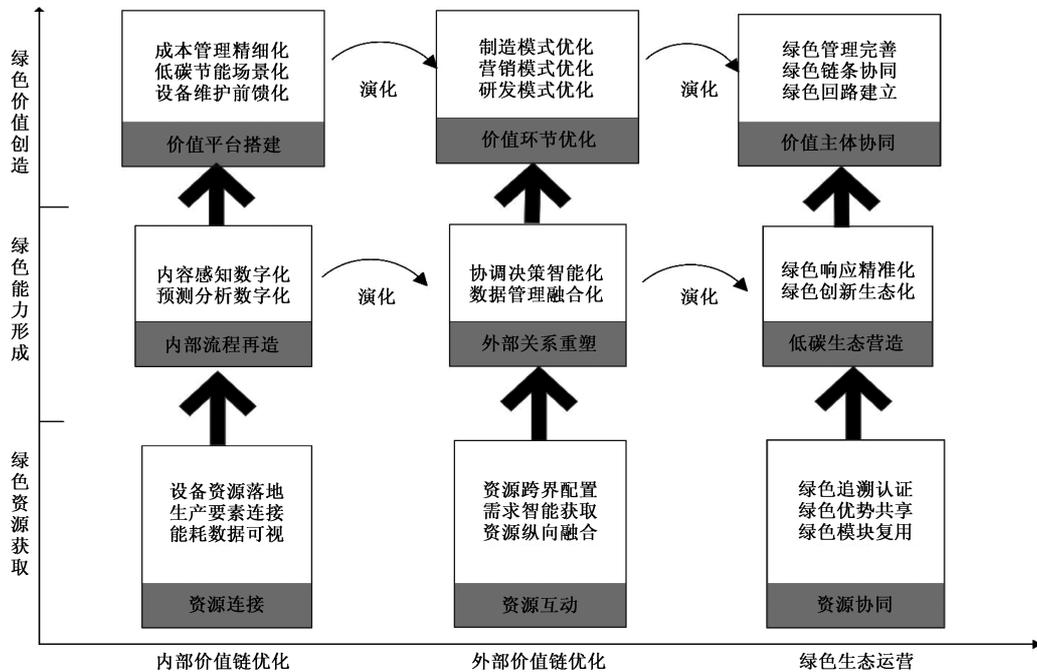


图3 工业互联网应用对绿色价值链促进作用的理论模型

色化进行了理论补合,弥补了现有内外价值链绿色机理讨论不足的问题,建立了工业互联网对绿色价值链促进作用的理论模型,既有效解释了3个案例企业的案例数据,也拓展了资源编排理论和价值链理论在绿色价值链研究领域的应用。

5.2 实践启示

第一,绿色化转型情境下,企业构建绿色价值链并非是一蹴而就的,而是逐步形成并不断演化的过程。在内部价值链优化时期,企业应积极连接资源,提升资源利用率,外部价值链优化时期,企业应基于资源的互动、协同形成纵向的低碳能力,最后在绿色生态营造阶段合理调配协同资源,营造低碳氛围,利用技术攻克推动高耗能、高污染能源体系升级向外输出并实现能力赋能,推动绿色价值链的可持续性。

第二,大力推广工业互联网在企业绿色化的建设和运行中的应用,把握工业互联网驱动价值链转型的阶段特征,发挥绿色化各阶段的关键能力。一方面,企业推进自身低碳化的绿色制造,降低能源浪费;另一方面,制造龙头企业不仅要实现自身的绿色化,更关键的作用在于辐射上下游企业的绿色化协同,充分融合释放工业互联网的能力,技术创新攻克推动高耗能、高污染能源体系升级引领平台生态实现价值链绿色价值提升。

5.3 研究局限与未来展望

本文尚存在以下研究局限有待未来推进:首

先,虽然选取了不同类型的案例企业,具有较好的典型性和代表性,但受时间和条件所限,可能还无法完全克服案例研究结论缺少普适性,未来可以考虑对不同类型的企业细化研究;其次,扎根理论编码过程难免存在主观性,并且对于工业互联网如何影响企业价值链绿色化以及影响程度如何缺乏深入研究,未来可通过实证分析加以论证。

参考文献

- [1] 刘俊伶,夏侯沁蕊,王克,等. 中国工业部门中长期低碳发展路径研究[J]. 中国软科学, 2019(11): 31-41.
- [2] 李芳. “双碳”目标下工业互联网推动工业低碳发展的内在逻辑与路径选择[J]. 贵州社会科学, 2023(5): 120-127.
- [3] 吕明元,程秋阳. 工业互联网平台发展对制造业转型升级的影响:效应与机制[J]. 人文杂志, 2022(10): 63-74.
- [4] 许晖,王泽鹏,刘田田,等. 数据驱动下高污染制造企业的绿色转型机制研究——基于新天钢的探索性案例分析[J]. 管理学报, 2023, 20(12): 1750-1761.
- [5] 戴建平,骆温平. 制造企业供应链数字化转型的机理与路径——基于工业互联网平台多边价值共创视角[J]. 财会月刊, 2023, 44(17): 137-144.
- [6] SIRMON D G, HITT M A, IRELANDR D, et al. Resource orchestration to create competitive advantage: breadth, depth, and life cycle effects[J]. Journal of Management, 2011, 37(5): 1390-1412.
- [7] 黄昊,王国红,秦兰. 科技新创企业资源编排对企业成长影响研究:资源基础与创业能力共演化视角[J]. 中国软科学, 2020(7): 122-137.

- [8] 解学梅, 韩宇航. 本土制造业企业如何在绿色创新中实现“华丽转型”? ——基于注意力基础观的多案例研究[J]. 管理世界, 2022, 38(3): 76-106.
- [9] GIOIA D A, CORLEY K G, HAMILTON A L. Seeking qualitative rigor in inductive research: notes on the gioia methodology [J]. *Organizational Research Methods*, 2013, 16(1): 15-31.
- [10] LI H, YANG Z, JIN C, 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.
- [11] 曹裕, 李想, 胡韩莉, 等. 数字化如何推动制造企业绿色转型? ——资源编排理论视角下的探索性案例研究[J]. 管理世界, 2023, 39(3): 96-112.
- [12] 陈剑, 刘运辉. 数智化使能运营管理变革: 从供应链到供应链生态系统[J]. 管理世界, 2021, 37(11): 227-240.
- [13] 解学梅, 朱琪玮. 企业绿色创新实践如何破解“和谐共生”难题? [J]. 管理世界, 2021, 37(1): 128-149.

Research on the Mechanism of Industrial Internet to Promote the Green Development of the Value Chain

ZHANG Manli, ZHAO Hongxia

(College of Economics and Management, Qingdao University of Science and Technology, Qingdao 266061, Shandong, China)

Abstract: Taking the perspective of value chain, a multi-case study method was used to deeply analyze the inherent mechanism of green value chain development. It is found that industrial internet goes through three stages in empowering the formation of green value chain: internal value chain optimization, external value chain optimization, and green value creation. The evolution process of the value chain follows the logical thread of “green resource acquisition, green capability formation, and performance creation through capability utilization”. This enriches the research on internal and external resource arrangement mechanisms of enterprises under the scenario of green development, fills the theoretical gap regarding the impact of industrial internet on green development of enterprises, and has certain reference value for the actual promotion of green development by industrial internet.

Keywords: resource allocation theory; industrial internet; green development; multi-case study