

“双碳”目标下河北省制造业数字化供应链转型升级研究

马志超, 李祺, 岳志春

(河北工程大学 管理工程与商学院, 河北 邯郸 056038)

[摘要] 基于“双碳”目标,以河北省制造业的数字化供应链为研究对象,从外部挑战与内部压力探析出其转型升级的困境,具体包括:环保形势严峻、管理意识薄弱与专业人才缺乏;利益均衡难以实现、内部经济阻力大与升级动力不足等层次。继而分析了河北省制造业在低碳政策、绿色产业与基础优势等方面实现“双碳”目标的现实条件,在此基础上,对河北省制造业数字化供应链系统的转型约束与升级决策进行了深入分析,最后提出了“双碳”目标下以提升战略力、数字领导力、变革力和驱动力为设计宗旨的河北省制造业数字化供应链转型升级的思路与策略。

[关键词] 数字化供应链;制造业;“双碳”目标;转型升级

doi:10.3969/j.issn.1673-9477.2024.02.004

[中图分类号] F49

[文献标识码] A

[文章编号] 1673-9477(2024)02-0027-09

党的二十大报告强调了加快发展数字经济的重要性,并提出了促进数字经济和实体经济深度融合的战略目标。2023年2月召开的河北省常委会(扩大)会议提出了系统谋划、整体推进中国式现代化河北场景,并致力于在河北书写美好篇章。为实现这一目标,河北省积极融入数字中国建设,推动制造业数字化转型,并加快数字化供应链进程。作为中国制造业大省之一,河北省将发展先进制造业视为占领新一轮工业革命高地的重要举措。这意味着制造业与信息化的结合已成为河北省发展的必然趋势。河北省虽然通过应用大数据、云计算与人工智能等技术使得先进制造业发展态势迅猛,但其发展仍存在自主创新能力不足、资源利用不充分等问题,尤其制造业供应链存在信息化集成性不足、自动化协同性较弱和智能化应用程度较低等问题,严重制约了先进制造业的高质量发展。因此,加快供应链与先进制造业数字化深度融合,深入推进其数字化供应链转型升级迫在眉睫。

制造业在国民经济中扮演着重要的角色,建设具有国际竞争力的制造业是我国实现强国目标的必经之路。自2020年9月22日第75届联合国大会,中国首次提出“双碳”目标之后,河北省提出以技术创新驱动制造业绿色发展,加速制造业产业转型升级,深度融入新发展格局。在理论上,制造业高端化、智能化是制造业转型升级的必由之路,同时制造业与数字经济深度融合本身也是制造业转型升级的内在要求。

因此,“十四五”期间河北省要大力发展数字经济,这为产业结构的调整升级指明方向,是未来产业结构调整升级的主要内容,同时河北省制造业将围绕“双碳”目标,推动高质量发展,打造绿色制造的名片。

一、文献回顾

国外供应链研究初始于20世纪80年代,是将制造业中的供应链管理应用到建筑行业。2000年以后数字化供应链的研究开始逐渐呈现出多元化、深入化的趋势,其为企业在实践中推进数字化供应链转型提供了重要的理论支持和指导。随着数字化供应链研究的深入,Bogers(2016)^[1]供应链分析视角已从以核心企业角度逐渐发展为以供应链上不同企业甚至消费者的角度。Li等(2020)^[2]分别在宏观与微观层面对数字化转型进行了研究分析,宏观上其认为先进数字技术会对社会和行业产生巨大影响,加速市场发展进程,提高人类生活质量;微观上其认为数字化转型是组织全面转型的关键,需在组织文化、员工态度、领导层支持等多方面的协同配合。Yang等(2021)^[3]认为新一轮信息技术变革能够提升企业竞争力,并推动产业转型升级;Li等(2009)^[4]认为微观上数字化转型会促进组织实施创新与变革活动,从而提升企业绩效。Kowalkiewicz等(2017)^[5]认为数字化转型可做到通过数字技术引发的不同技术组合来合理并且有效改变企业的生产方式与整体业务模式。

[投稿日期] 2023-10-26

[基金项目] 河北社会科学创新发展研究课题(编号:202307018)

[作者简介] 马志超(1984-),男,博士,讲师,研究方向:物流供应链管理。

早在20世纪90年代初,我国开展了关于“供应链在中国:概念引入、学术探讨与实践发展”的学术议题。进入21世纪,供应链深度研究后,制造业开始引入供应链,宋华(2002)^[6]借助成本分析模型、金融模型等对制造业供应链进行分类研究,将供应链管理体系不断细化,同时陈剑(2011)^[7]加入战略性思维和集成化管理理论等,为制造业运用供应链管理提供了理论支撑。在“互联网+”背景下,陈洁(2019)^[8]对先进制造业互联网供应链金融结构进行了效应分析;陈香(2020)^[9]认为从现有资源进行空间重构;李虹林(2020)^[10]指出我国应抓住全球制造业供应链重构和变革的重要机遇,加快推进先进制造业集群培育;王永龙(2020)^[11]指出为推动制造业的数字化转型升级,政府可以采取一系列政策手段,并综合运用财税、金融、保险和科技服务等方面的措施来提供支持。随着数字经济的崛起,先进制造业正迎来一个全新的需求转变,即从大规模生产少数产品到小批量生产多样化产品。而在这个转变过程中,汪阳洁(2020)^[12]指出供应链的数字化发展将成为至关重要的手段和依赖;翟伟峰(2021)^[13]指出供应链特征对企业数字化转型的影响是复杂多样的,可能具有双重作用;李婧婧(2022)^[14]指出中国若要实现从“制造业大国”向“制造业强国”的转变,就必须建设中国大型企业主导与控制的国内价值链及以此为基础所形成的全球价值链;邹梦婷(2023)^[15]指出数字化转型能显著促进产业链的现代化发展,虽然数字化转型可能会导致企业的收入增加而利润并没有相应提高,但是产业链的强链效应仍然是积极的。

然而,学界基于“双碳”目标下供应链如何驱动先进制造业数字化转型升级的理论研究相对较少,目前的研究多集中在供应链管理和先进制造业数字化的独立发展上,而缺乏深入探讨两者如何结合、共同推进的理论框架。特别是在考虑“双碳”目标这一重要政策导向时,缺乏针对性的理论分析和实证研究。从研究方法上看,现有研究多侧重于定性描述和案例分析,缺乏系统的定量分析和严谨的模型验证,应综合运用定性分析与定量研究,结合数学模型、仿真模拟等先进方法,以更准确地揭示供应链与先进制造业数字化之间的复杂关系。在研究对象上,尽管已有研究涉及供应链管理和先进制造业数字化,但鲜有研究将两者置于“双碳”目标的大背景下进行系统分析,应聚焦这一重要议题,深入分析供应链在推动先进制造业数字化转型升级过程中的作用及其机制。

随着全球温室效应影响的日益显著,“双碳”目标已成为全球共识,其对制造业的转型升级提出了更高要求。本研究不仅有助于从理论上明确供应链在先进制造业数字化转型升级中的关键作用,而且可以为政府和企业提供决策参考,推动河北省制造业在“双碳”目标下实现更高质量、更可持续的发展。因此,本研究具有较强的现实指导意义和实践应用价值。

二、“双碳”目标下河北省制造业数字化供应链转型升级的困境

(一)河北省制造业数字化供应链转型升级的外部挑战

在“双碳”目标的背景下,河北省正面临着严峻的环保形势与人才断层的困境,这一困境对于制造业供应链的转型升级提出了一系列外部挑战。

1. 制造业数字化供应链环保形势严峻

环保压力推动了对制造业的严格监管。企业需要遵守更为严格的环境法规和标准,这可能导致制造业供应链的重新梳理,即需要投入更多资源进行环保设施建设和更新,从而增加生产成本。同时,更高的环保标准要求可能使得一些传统制造业难以适应,需要进行技术改造和更新,以适应清洁生产的要求。此外,国际市场的竞争也是一个重要的外部挑战,随着全球对碳排放问题的关注不断增加,一些国家和地区采取更为积极的环保政策,形成了全球范围内的竞争态势。在传统成本优势逐渐消失、新的核心竞争力还未形成的现实状况下,河北省企业更应加快推动制造业数字化供应链转型升级,驱动制造企业提质增效与动能转换,构建竞争新优势,抢占未来全球产业价值链的制高点。^[17]

2. 制造业数字化供应链的绿色管理意识薄弱

河北省数字化供应链各环节的绿色管理意识薄弱加大了制造业转型升级的难度,河北省制造业普遍高碳的原因主要体现在以下几个方面:首先,传统制造业仍然存在能源和资源的浪费。一些企业仍在使用陈旧的生产设备和生产方法,无法充分利用现代的能源和技术,导致生产效率低下、产品浪费,直接增加了碳排放的数量。其次,河北省制造业存在产品多样化和供应链延长的特征。为了满足市场对多样化产品的需求,生产线需要进行多次调整,增加物流和人力成本;供应链延长,产品运输的距离增加,也导致了更多的能源和资源浪费。最后,河北省制造业的市场竞争压力较大。企业为了争取更多市场份额,会采用低成本的生产方式,这就会导致企业

过度追求价格竞争优势,而无法在其他方面进行更多的责任和环保等方面的考虑和投入,从而导致了碳排放量增加。上述问题均是阻碍河北省制造业数字化供应链实现“双碳”目标的重要因素。

3. 制造业数字化供应链转型升级亟需的专业性人才缺乏

随着制造业数字化供应链转型升级的发展,企业面临一个关键性问题,即如何匹配专业性人才,使数字化转型升级能够顺利进行,这个问题不仅是企业转型升级的挑战,也是企业不敢进行转型的原因之一。首先,在数字化供应链系统的建设过程中,需要具备数字化概念和技术的专业人才。目前,河北的数字化人才培养体系尚未完善,数字化技术和知识落后于其他地区,再加上京津的虹吸效应使得高质量人才不会留在河北,导致数字化转型升级的推行面临着技术壁垒。其次,数字化供应链的建设需要具备完整的业务流程知识和跨岗位的协同能力。传统制造业普遍存在职业分工严重、岗位相互独立、信息交流不畅等问题,但数字化供应链的应用需要具备跨功能、跨部门、跨企业的协同管理能力,这需要企业具备跨岗位的综合能力。

(二) 河北省制造业数字化供应链转型升级的内部压力

当前,国内环境日益复杂,河北省制造业发展面临严峻的外部挑战,同时还遭遇了自身发展瓶颈。究其原因,这与河北省制造业存在的技术文化转型利益分配、内部组织调整与经济阻力和转型动力等内部因素都密切相关。

1. 数字化供应链转型升级中难以实现利益均衡

“双碳”目标下河北省制造业的数字化供应链构建涉及多利益主体,但利益主体之间的利益诉求存在较大的差异性,难以实现供应链的利益均衡,这直接阻碍了数字化供应链的绿色转型升级。首先,数字化供应链转型升级需要企业进行技术更新和设备投入,这些成本需要企业承担。同时,数字化供应链

转型升级可能会影响供应链上游和下游的利益,以及参与者的经济利益分配,从而导致一些参与者的利益减少。其次,数字化供应链转型升级可能加剧企业间的竞争,从而影响企业经济利益。如果一些企业在数字化供应链转型升级中进展较慢或失败,就可能失去市场竞争力,导致其经济利益受损。最后,数字化供应链转型升级对于员工的素质要求更高,需要员工具备数字化技术和操作能力,如果企业缺少这样的人才,就可能产生一定的社会成本,同时也会影响参与者的利益均衡。

2. 数字化供应链转型升级内部调整阻力与经济阻力较大

企业内部组织结构和流程的调整会引发内部调整阻力。数字化供应链的成功实施通常需要企业内部各个部门的密切合作和信息共享,然而,企业中可能存在传统的部门独立和信息孤岛的问题,导致在整个数字化供应链中出现协同不畅的情况,增加了内部调整的难度。此外,投资成本也是一个内部压力点,数字化供应链的建设需要大量的资金投入,包括购买先进的数字信息技术设备、软件系统,进行培训和人才引进。对于一些中小型企业而言,这可能是一项较大的财务负担,增加了其内部的经济压力。

3. 企业数字化供应链转型升级动力不足

在河北省制造业中,传统加工制造业企业占较大比重。该类企业普遍存在的问题是科技含量低、创造相应的价值小、企业管理模式和方法相对滞后、人力资源水平较低、企业对数字化转型升级的需求不大等,难以真正理解数字化发展。尽管政府一些部门已经出台了相关的政策和措施,但在实施过程中,政策的执行力度并不够大,缺乏明确具体的计划和指标,从而导致企业会陷于三项难点中,如图 1 所示,其含义依次为出于路径依赖或风险规避缺乏数字化转型升级的意愿;有数字化转型升级意愿,然而自身资源或能力不足、转型成本偏高,无法完成数字化转型升级;既有数字化转型升级的意愿,也有数字化转型升级的能力,但转型升级方向不明确。^[18]

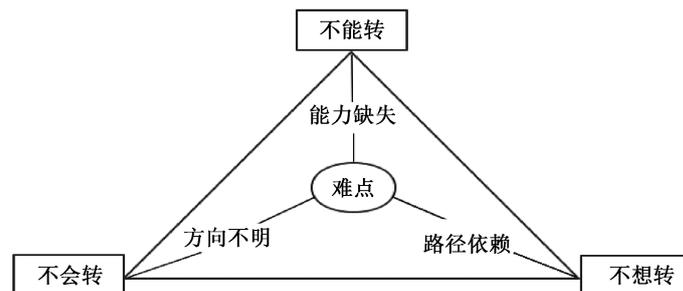


图 1 制造业数字化供应链转型升级的三项难点

三、河北省制造业实现“双碳”目标的现实条件

(一) 低碳政策助力转型

2021年12月,河北省发布了《河北省“十四五”工业绿色发展规划》,明确提出要在2035年前实现碳达峰,2060年前实现碳中和。2022年1月,河北省委、省政府发布了《关于完整准确全面贯彻新发展理念认真做好碳达峰碳中和工作的实施意见》,明确提出要不断选择并优化产业结构,走生态优先、绿色低碳的高质量发展道路,减少温室气体排放、促进经济社会可持续发展以及加强生态环境保护,河北省将为实现这一目标采取相应的措施。

作为制造业大省,河北省将致力于构建高效、清洁、低碳、循环的绿色制造体系,通过提高生产效率、推广清洁能源利用和促进循环经济的发展,来实现工业绿色发展,并为全面建设现代化经济强省和美丽河北作出积极贡献。同时,河北省也将持续走绿色低碳的发展之路,不断通过科技创新来调整优化相关产业结构,以此加快制造业的绿色数字化进程。这些都将是有助于推动河北省实现减排减碳的目标,并为全国的碳达峰碳中和作出积极的贡献。

(二) 绿色产业层出不穷

河北省制造业目前呈现欣欣向荣的趋势。在新能源汽车制造方面,河北省有多家新能源汽车制造企业,如北汽新能源、石家庄吉普汽车等,这些企业的产品可以有效减少汽车尾气对环境的污染。在风电装备制造方面,河北省是我国重要的风电装备制造基地之一,拥有多家风电设备和零部件生产企业,如唐山三友、华锋风电等,这些企业可以为我国清洁能源发展作出贡献。在智能制造方面,河北省制造业正在向智能化、数字化转型,推动传统制造业向绿色、高效、低碳方向发展。在节能环保产业方面,河北省有多家节能环保企业,如华泰智能控制、国轩环保等,这些企业致力于开发和生产高效、低耗、低排放的环保产品和技术,以减少对环境的影响。

总的来说,河北省制造业中绿色产业层出不穷,体现在多个领域。它们既推动了经济高质量发展,又为环保事业作出了积极贡献。

(三) 基础优势促进发展

河北省地处中国北方重要的能源区域,拥有非常丰富的清洁能源和资源,如风能、太阳能和地热能等。这些能源和资源的利用将大大促进河北省制造业向低碳环保方向发展。

河北省制造业有良好的技术基础和优质的产业链和供应链。随着数字技术的快速普及和数据管理的不断完善,河北省制造业已经形成了从设计、生产、销售到售后服务的完整产业链和供应链,并在这些环节中形成了较成熟的数字化管理和数据化控制的技术和工具。

综上所述,河北省具备实现制造业“双碳”目标的现实条件,三者相辅相成,关系如图2所示。

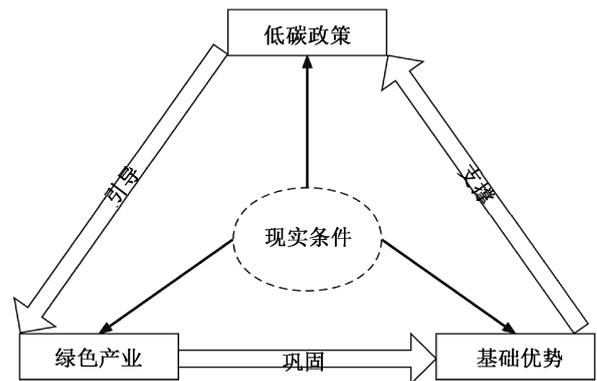


图2 河北省实现制造业“双碳”目标现实条件的关系图

四、“双碳”目标下河北省制造业数字化供应链系统转型升级分析

(一) 转型约束分析

1. 碳排放管理与碳交易市场的双重约束

数字化供应链系统需要适应限额与交易的约束。企业需要了解自己的碳排放量,根据排放量指标为其分配排放许可证,如果排放量高于许可证要求达到的指标,则需要购买更多的许可证。因此,在数字化供应链中,企业需要建立碳排放量计算与跟踪系统,及时监测和控制碳排放量。此外,企业还需要了解碳汇市场,有效利用碳交易市场的机制,以实现低碳经济运营。

2. 融资约束下的研发投入与专利产出挑战

数字化供应链系统需要适应对企业融资的约束。寻求外部融资是大多数制造业企业应对企业研发活动中的投入大、风险高特征的最常见途径。因此,当企业面临较大数字融资约束时,通常会减少对研发的投入,从而对供应链各项专利产出产生负面影响,此时企业需要正确采用数字技术,以便能够有效降低投资者的信息成本和交易成本,提升企业透明度,进而拓宽筹资渠道。^[19]

3. 技术与安全双重约束下的效能均衡

数字化供应链系统需要适应和应对技术与安全的约束。技术水平的不均衡会导致某些企业缺乏足

够的技术能力和资金支持,并且供应链中某些环节的数字化程度较低,难以进行数字化升级,从而影响整体系统的效能。同时,随着信息技术的发展,数字化供应链系统涉及大量的数据流动和信息交换,如果不能有效保障信息的安全性,将可能导致泄密、数据损坏等问题。

综上所述,随着“双碳”目标的推进,河北省制造

业数字化供应链系统要面对碳限额与碳交易、企业融资、技术与安全约束三个方面的转型挑战,如图 3 所示。因此,企业在转型时,需要升级数字化技术,建立低碳、数字融资、安全的技术和管理体系,同时积极参与碳交易市场,通过企业融资约束和低碳政策鼓励促进数字化供应链系统绿色转型,这样才能更好地推进河北省制造业数字化供应链的构建。

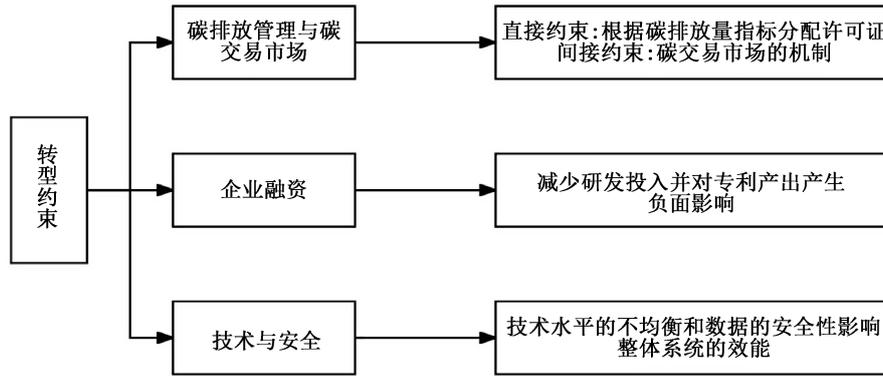


图 3 河北省制造业数字化供应链系统的转型约束

(二) 升级决策分析

1. 全产业链的共识与合作

在数字化供应链系统升级的过程中,河北省的决策者需关注与产业链上下游企业的协同发展。数字化供应链系统的升级不是一个孤立的过程,而是一个涉及众多企业、合作伙伴和政府的综合系统。因此,升级的决策需要建立在全产业链的共识和合作基础上。

2. 综合性的可持续发展

河北省制造业面临着数字化供应链系统升级的紧迫需求,数字化供应链系统升级的有效决策不仅有助于实现低碳生产,还能提升制造业的竞争力和可持续性。因此,在数字化供应链系统决策升级时需要充分考虑技术、数据安全、人才和政策等因素,促进制造业综合性的可持续发展,具体包括以下几个因素,如表 1 所示。

表 1 数字化供应链系统升级决策分析

因素	内容
技术选型	选择适合企业实际情况和需求的数字化供应链系统技术,包括物联网、人工智能、大数据、云计算等。
数据安全	数字化供应链系统需要处理大量的敏感数据,需采取有效的数据安全措施,保护企业和客户的隐私和知识产权。
人才培养	数字化供应链系统需要专业的人才进行设计、开发和运营,需要加强人才培养和引进。
政策支持	政府需要出台相关政策和措施,支持企业实施数字化供应链系统,促进制造业的转型升级和可持续发展。

综上所述,数字化供应链系统的决策分析对于实现“双碳”目标具有重要意义,数字化供应链系统的升级决策需要全产业链的协同努力与综合性考虑可持续发展的因素。只有通过共同努力,河北省制造业才能在“双碳”目标下实现可持续发展,实现经济、社会和环境的共赢。

五、“双碳”目标下河北省制造业数字化供应链转型升级思路与策略

(一) 河北省制造业数字化供应链转型升级思路

根据数字化供应链转型升级模式的发展趋势,

河北省需要建立基于数字化技术的制造业管理模式。这需要构建一个有效的管理体系,以应对尽可能多的不确定性,使数字化供应链转型升级能够得到成功运作。企业需要正确地定位自己的方向和目标,同时匹配新型数字领导力和变革管理机制,才能具备战略、领导和变革的力量。这样,无论数字技术如何演进或外部环境如何变化,企业都能够在面对快速变化的技术和市场环境时,确定正确的发展路径,以确保数字化供应链安全稳定发展战略目标的实现。^[20]

此外,在数字化供应链转型升级过程中,企业需

要采用渐进思维方式,逐步尝试和完善每个阶段的聚焦点,以面对转型推进中遇到的各种挑战。同时,在数字化转型过程中,企业需要结合行业发展阶段、自身业务特点、数字化基础及战略意图等因素来确定数字化供应链转型的优先级,并根据流程驱动、数据驱动与智能驱动三大关键技术的驱动需求,找到

最适合自己企业的数字化供应链转型升级模式。

总之,企业在数字化供应链转型升级过程中一定会有所取舍,需要注重发展平衡,在可持续性、经济效益、环保效益等方面作出整体考虑,使数字化转型能够适应企业的发展需求并实现高质量发展,具体思路如表2所示。

表2 河北省制造业数字化供应链转型升级思路

关键能力	内在特征	外在表现
战略力	本质纲领	共同目标和共享愿景将数字化供应链转型变成企业必须做、大家一起做的共同战略。
数字领导力	智能决策	企业领导者在数字化供应链转型过程中推动转型的决策能力和指挥能力。
变革力	规范重塑	规范化的制度管理加速数字化供应链转型的落地,并重塑人的行为。
驱动力	技术革新	数字化供应链实现业务流程场景智能在线与数据的资产化。

(二) 河北省制造业数字化供应链转型升级策略

制造业应该充分发挥自身现有的产业基础和各种资源的优势,同时认真对待发展中的结构性问题,以提高在价值链中的控制力和竞争力^[21],本文

基于河北省制造业发展现状与研究思路,将从三个层面提出“双碳”目标下河北省制造业的数字化供应链转型升级策略,如图4所示,具体策略如下。

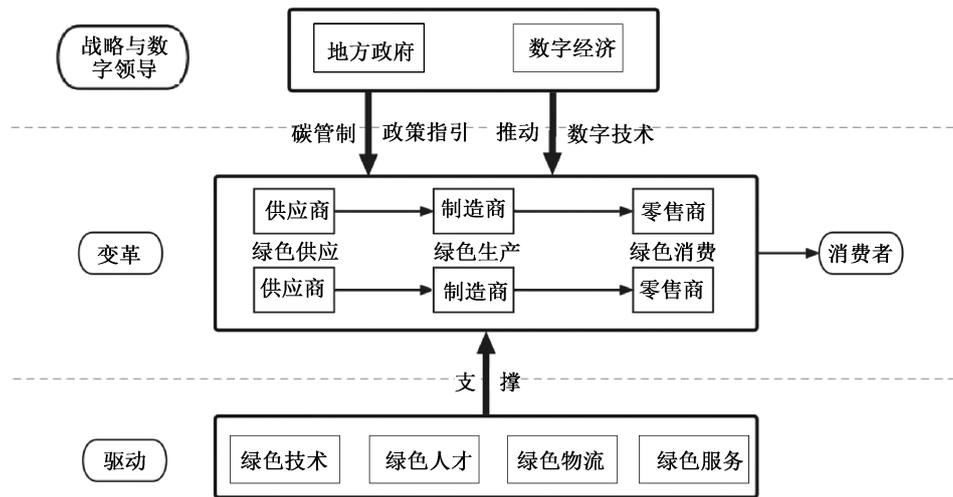


图4 河北省制造业数字化供应链转型升级策略

1. 加强顶层设计,为制造业数字化供应链创立低碳环境

地方政府要加强对数字化供应链的管理,建立正确的战略方向,在政策指引下配合碳管制要求,管控数字化供应链的碳排放。其中,政府应制定积极的碳排放政策,如碳限额、碳税等约束河北省制造业企业的碳排放量,或制定碳补贴等鼓励企业投入绿色技术优化生产流程以降低能源消耗。碳约束与碳补贴双管齐下,能够有效推进河北省制造业供应链的低碳运营。此外,政府应当积极对制造业进行政策引导,大力宣传“双碳”目标,提高河北省制造业绿色管理意识,从而尽快完成产业转型升级与结构调整任务,实现与京津产业协同发展,这样才有利于更

有效地借力京津创新环境。^[22]

数字经济是目前推动工业制造业的最重要力量。通过数字化技术,河北省的制造业可以整合各个领域的信息资源,实现数字化供应链管理,提高生产线的自动化程度,减少燃料消耗和碳排放量。因此,企业应有一定的数字领导力来选择引用优秀数字技术,比如说,通过物联网技术,制造业可以实现对设备、物资和工人的远程控制和信息采集,以此达到节能和碳减排的目的。通过人工智能技术,河北省的制造业可以快速获取数据,并进行数据分析预测未来的市场趋势和生产规划,从而能够减少不必要的运输、生产和货物储存过程中的碳排放。此外,利用区块链技术,完善供应链的数字化管理环节,以

保证数字化供应链管理中的数据安全性、可靠性和透明度,从而减少资源浪费和碳排放。

2. 立足绿色生态,推动制造业数字化供应链变革进程

(1) 构建数字化绿色供应链管理体系,实现环保、质量和社会责任一体化

绿色供应链的一体化闭合绿色循环模式通过供应商的绿色化管理,即绿色采购,可以实现从原材料采购到产品制造、物流配送以及废弃物回收等各个环节的绿色化,并构建一个高效、环保、可持续的社会产业生态系统。河北省制造业要做到以下三点。首先,企业可以建立数字化采购平台,从而方便地获取有关采购对象的环保、品质、安全和社会责任等信息。企业可以通过该平台对供应商进行评估,挑选出符合绿色采购的供应商。其次,企业建立供应商信用评估机制。企业通过数字化供应链管理平台,可以实时监控和评估供应商的环保和社会责任表现,根据环保和社会责任表现,制定有针对性的奖惩措施,建立绿色供应商名录。最后,企业实行全球供应链管理。企业通过数字化技术,可以跟踪监控所有供应链的环境和质量情况,同时,借助全球供应链管理的方式,选购来自绿色供应商的产品。

(2) 建设数字化绿色生产体系,实现监控、智能与节能的管理目标

河北省制造业数字化供应链绿色生产体系应考虑“双碳”目标对产品设计、生产、加工的影响。数字化技术为企业提供了实现绿色生产的技术手段,制造商可以利用数字化技术实现绿色生产。首先,实时监控生产过程。通过数字化技术,企业可以对生产过程实时监控,了解各工序的环保和质量情况。企业可以通过监控系统,调整生产过程中的参数,优化生产流程,实现绿色生产。其次,智能化生产管理。通过数字化技术企业可以实现生产过程的自动化,从而减少人类干预对环境的影响,提高产品质量和生产效率。同时,企业也可以利用数字化技术实现废物的资源再利用。最后,倡导节能环保生产。通过数字化技术,企业可以倡导节能、环保的生产方式。企业可以利用数字化技术制定生产计划和加工流程,并在生产过程中遵循环保、低碳、节能等标准。

(3) 搭建数字化绿色消费系统,实现数字化销售平台和绿色产品的推广

河北省制造业数字化供应链的绿色消费系统的核心是如何与消费者建立良好的环境关系,引导其绿色消费。可以通过以下方式:首先,建立数字化销售平台。通过建立数字化销售平台,企业可以推销

环保、安全、健康的产品,为消费者提供绿色消费的选择。同时,企业也可以在数字化销售平台上推广自己企业的绿色产品,来吸引更多的消费者。其次,推广绿色节能型商品。企业可以利用数字化技术推广绿色节能型商品,并在销售过程中为消费者提供附加值服务,如教育消费者绿色消费的意义和绿色产品的使用方法等。最后,加强售后服务。企业应加强售后服务,如对于绿色产品的质保和回收服务,以鼓励消费者购买绿色产品。

3. 完善支撑层面,多维度驱动优化数字化供应链
(1) 绿色技术有效推进数字化供应链发展

河北省制造业在各项绿色技术的驱动下可有效推进“双碳”目标下数字化供应链的发展。首先,推广环保技术。在数字化供应链管理的基础上,企业可以通过传感器技术、大数据等技术手段监测设备、工艺、废水排放等指标信息,将数据转化为可视化的生产数据,根据数据指导技术改进和设备优化,提高企业生产效率,实现绿色生产。其次,加强环保创新能力培养。河北省制造业可以依托科研机构、高等学校等组织建立环保创新平台,凝聚环保科技力量、研发高新环保技术、推广绿色生产方式。最后,开发绿色产品。基于数字化技术,企业可以利用环保材料和绿色生产工艺,开发绿色环保产品,实现绿色采购和绿色消费。

(2) 绿色人才强效推动数字化供应链进程

河北省制造业在各类绿色人才的挖掘下可推动“双碳”目标下数字化供应链的进程。首先,培养数字化专业人才。河北省制造业努力破除京津的虹吸效应,在引进高层次人才的过程中,注重培养数字化技术方面的专业人才。通过加强数字化技术人才营造,引领行业快速建设数字化业务。其次,加强环保意识教育。企业应加强环保意识教育,指导员工了解企业绿色生产的意义和要求。通过员工培训和环保文化建设,提高员工素质,增强员工环保意识。最后,创新人才培养模式。在数字化供应链管理的基础上,河北省制造业可以推广人才外部培养、内部培训和多元化实践等人才培养模式,吸纳优秀环保人才、培养高端技术人才,并提高企业环保创新能力。

(3) 绿色物流快速推进数字化供应链构建

河北省制造业在各种绿色物流的应用下可快速推进“双碳”目标下数字化供应链的构建。首先,应用物联网技术。企业可以应用物联网技术对货物进行追踪和监控,实现对物流环节的实时监控。在运输过程中控制燃料消耗并充分使用电子货运单、远程监控仪等环保、节能设备。其次,采用多式联运模

式。河北省制造业可以通过与铁路、海运、航空等公共交通运输部门合作,利用多式联运的方式开展业务,避免道路交通拥堵和污染,提高运输效率和降低碳排放。最后,配备绿色包装。企业可以采用环保材料进行产品包装,避免对环境的污染。因此,通过环保与可循环包装的使用可以有效地减轻企业对环境造成的压力。

(4) 绿色服务加快建设数字化供应链蓝图

河北省制造业在各种绿色服务的融合下可加快建设“双碳”目标下数字化供应链的蓝图。首先,在数字技术环境下加快制造业绿色服务化。通过数字技术,企业能够更加高效地确定产品的整个生命周期,并利用数字技术的力量,将现代服务业不断融入先进制造业中,形成“制造+服务”全产业链条^[23],实现产品设计过程中企业与企业、企业与用户之间信息的快速传递和共享。其次,建设绿色服务平台。企业可通过数字化技术建立绿色服务平台,为用户提供绿色、健康、安全的服务。通过绿色服务平台,企业可以回收废旧电器电子产品,促进产品的环保再利用等环保服务。最后,加强绿色售后服务。在数字化供应链管理的基础上,企业可以制定并推广绿色售后服务,加强对于环保产品的回收和回收后的处理,提高绿色生产的吸引力。

六、结论

随着数字经济时代的来临,现代数字技术快速发展,供应链集成制造企业面临着行业洗牌的挑战。传统企业管理、运营与商业模式已逐渐无法适应时代发展的步伐,数字化转型成为供应链集成企业升级的必然趋势。“双碳”目标背景下,河北省制造业数字化供应链在转型升级时面临着一定的转型约束与升级决策,本文主要围绕碳排放政策、融资利益、数字技术安全与人才等方面归纳总结其发展现状,研究得出以提升数字与战略领导力、变革力与驱动力为设计宗旨的思路,提出适合河北省制造业数字化供应链转型升级的策略,从顶层、立足、支撑三个层面实行不同的措施。其中,河北省制造业以绿色主导供应链的各项流程,紧跟绿色变革步伐,严格把控供应链全环节碳排放量(包括政府与数字经济的政策驱动,供应商、制造商与零售商之间绿色低碳化),以及相匹配的绿色人才助力升级之路,真正做到“双碳”目标下数字化供应链转型升级。

参考文献

[1] BOGERS M, HADAR R, BILBERG A. Additive manufac-

turing for consumer-centric business models: Implications for supply chains in consumer goods manufacturing[J]. *Technological Forecasting & Social Change*, 2016, 102(7): 225-239.

[2] LI Y, DAI J, CUI L. The impact of digital technologies on economic and environmental performance in the context of industry 4.0: A moderated mediation model[J]. *International Journal of Production Economics*, 2020, 229: 107777.

[3] YANG M Y, FU M T, ZHANG Z H. The adoption of digital technologies in supply chains: Drivers, process and impact[J]. *Technological Forecasting & Social Change*, 2021, 169: 120795.

[4] LI C F. Agile supply chain: Competing in volatile markets[J]. *Management Science and Engineering*, 2009, 3(2): 61-64.

[5] OSWALD G, KLEINEMEIER M. The business consequences of a digitally transformed economy[J]. Springer International Publishing, 2017(Chapter 2): 29-67.

[6] 宋华. 供应链管理中企业间的冲突和合作机制分析[J]. *中国人民大学学报*, 2002(4): 65-71.

[7] 陈剑, 肖勇波. 供应链管理研究的新发展[J]. *上海理工大学学报*, 2011, 33(6): 694-700.

[8] 陈洁, 宋梦莹, 李彩霞. 先进制造业互联网供应链金融运作模式研究[J]. *会计之友*, 2019(23): 148-152.

[9] 陈香, 李新剑. 先进制造业集群供应链空间布局合理性评估模型构建——基于集群可靠性分析[J]. *科技管理研究*, 2020, 40(20): 43-49.

[10] 李虹林, 陈文晖. 新冠疫情对全球制造业供应链的影响及我国应对策略[J]. *价格理论与实践*, 2020(5): 9-12.

[11] 王永龙, 余娜, 姚鸟儿. 数字经济赋能制造业质量变革机理与效应——基于二元边际的理论与实证[J]. *中国流通经济*, 2020, 34(12): 60-71.

[12] 汪阳洁, 唐湘博, 陈晓红. 新冠肺炎疫情下我国数字经济产业发展机遇及应对策略[J]. *科研管理*, 2020, 41(6): 157-171.

[13] 翟伟峰, 张学文. 供应链管理对制造业企业数字化投入的影响[J]. *中国流通经济*, 2021, 35(10): 82-92.

[14] 李婧婧. 论“赋能者”和“赋能者”的数字化供应链转型——基于联想全球供应链的案例分析[J]. *科学与科学技术管理*, 2022, 43(12): 117-131.

[15] 邹梦婷, 凌丹, 黄大禹, 等. 制造业数字化转型与产业链现代化关联性研究[J]. *科学学研究*, 2023, 41(4): 634-642.

[16] 焦云霞. 数字化驱动制造业升级的机制、困境与发展路径[J]. *价格理论与实践*, 2023(5): 14-18.

[17] 孔存玉, 丁志帆. 制造业数字化转型的内在机理与实现路径[J]. *经济体制改革*, 2021(6): 98-105.

- [18] 曾京艳, 曾国华. 数字化转型对制造业企业创新的影响研究——融资约束与政府补助中介效应检验[J]. 当代经济, 2023, 40(5): 12-23.
- [19] 王静. 数字化供应链转型升级模式及全链路优化机制研究[J]. 经济学家, 2022(9): 59-68.
- [20] 鲁达非, 江曼琦. 京津冀汽车制造业转型升级的思路与策略[J]. 河北学刊, 2021, 41(4): 164-172.
- [21] 徐蕾, 宋之杰. 创新价值链视角下制造业的创新效率——以河北省为例[J]. 中国流通经济, 2017, 31(9): 71-81.
- [22] 徐嘉, 赵爽. 京津冀协同发展背景下河北省先进制造业和现代服务业融合发展研究[J]. 河北工程大学学报(社会科学版), 2023, 40(2): 1-8.
- [责任编辑 李 新]

Research on the Transformation and Upgrading of Manufacturing Digital Supply Chain in Hebei Province Under the Goal of “Double Carbon”

MA Zhichao, LI Qi, YUE Zhichun

(School of Management Engineering and Business, Hebei University of Engineering, Handan, Hebei 056038, China)

Abstract: This paper, based on the double-carbon goal, takes the digital supply chain of manufacturing industry in Hebei Province as the research object, and explores the dilemma in its transformation and upgrading by analyzing external challenges and internal pressure it encounters, that is, environmental protection, management awareness weakness, professional talents lack, imbalance of interest, internal economy, and the motivation to transform, etc. Then the paper also analyzes the realistic conditions of achieving the double-carbon goal in terms of low carbon policy, green industry, and basic advantages. Based on this, this paper further analyzes the constraints and the policy-making process in the transformation and upgrading of manufacturing digital supply chain in Hebei Province. Finally, this paper puts forward some advice and strategies under the double-carbon goal, which is based on strategy and digital leadership, ability to reform, and driving forces.

Key Words: digital supply chain; manufacturing; “double-carbon” goal; transformation and upgrading