

数字经济下绿色制造企业的资源优化路径研究

卢佳音¹, 张人龙^{1,2}, 刘小红^{1,2}

¹贵州大学管理学院, 贵州 贵阳

²数字化转型与治理协同创新实验室, 贵州 贵阳

收稿日期: 2024年6月5日; 录用日期: 2024年6月19日; 发布日期: 2024年8月16日

摘要

在数字经济时代, 绿色制造企业面临着应用数字技术实现资源优化的新机遇和新挑战。然而, 在数字经济背景下, 绿色制造企业进行资源配置与优化仍面临数字化基础设施不完善、数据孤岛、供应链脆弱性和资源浪费与利用率低等挑战。本文提出了基于数字经济的资源优化策略, 包括建立数字化基础设施, 促进企业数字化转型; 促进数据共享与整合, 避免数据孤岛问题; 构建弹性供应链, 合理调配资源; 应用数字技术, 优化资源利用; 优化要素配置, 发展新质生产和加强人才培养与管理, 应对市场挑战等策略。研究结果为企业在数字化转型中的资源优化提供了科学的决策依据, 能为绿色制造企业在数字经济条件下进行资源配置与优化时提供一些参考, 旨在推动绿色制造企业实现可持续发展, 促进经济由高速增长向高质量发展转变, 实现资源配置与优化技术的不断融合, 为绿色制造的发展提供更多可能性。

关键词

数字经济, 绿色制造, 资源优化, 路径研究

Research on Resource Optimization Pathways for Green Manufacturing Enterprises under the Digital Economy

Jiayin Lu¹, Renlong Zhang^{1,2}, Xiaohong Liu^{1,2}

¹School of Management, Guizhou University, Guiyang Guizhou

²Digital Transformation and Governance Collaborative Innovation Laboratory, Guiyang Guizhou

Received: Jun. 5th, 2024; accepted: Jun. 19th, 2024; published: Aug. 16th, 2024

Abstract

In the era of digital economy, green manufacturing enterprises are facing new opportunities and

文章引用: 卢佳音, 张人龙, 刘小红. 数字经济下绿色制造企业的资源优化路径研究[J]. 电子商务评论, 2024, 13(3): 7400-7407. DOI: 10.12677/ecl.2024.133911

challenges in applying digital technology to achieve resource optimization. However, under the context of the digital economy, green manufacturing enterprises still face challenges such as imperfect digital infrastructure, data silos, supply chain fragility, and low resource waste and utilization rate for resource allocation and optimization. This paper proposes resource optimization strategies based on the digital economy, including the establishment of digital infrastructure to promote the digital transformation of enterprises. Promote data sharing and integration to avoid data silos; Build a flexible supply chain and rationally allocate resources; applying digital technologies to optimize the use of resources; Optimize the allocation of factors, develop new quality production, strengthen personnel training and management, and respond to market challenges. The research results provide a scientific basis for decision-making for the resource optimization of enterprises in the digital transformation, and can provide some references for green manufacturing enterprises to allocate and optimize resources under the conditions of digital economy, aiming to promote the sustainable development of green manufacturing enterprises, promote the transformation of the economy from high-speed growth to high-quality development, realize the continuous integration of resource allocation and optimization technology, and provide more possibilities for the development of green manufacturing.

Keywords

Digital Economy, Green Manufacturing, Resource Optimization, Path Study

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

自 2012 年以来,我国数字经济的增速已连续 11 年显著高于 GDP 的增速,2022 年数字经济占 GDP 比重进一步提升占比达到 41.5%,数字经济在国民经济中的地位更加稳固。同年我国数字产业化规模达到 9.2 万亿元,占 GDP 比重为 7.6%,占数字经济比重为 18.3%,意味着数字产业化正在向强基础、重创新、筑优势方向转变。与此同时产业数字化规模为 41 万亿元,占 GDP 比重为 33.9%,占数字经济比重为 81.7%,互联网、大数据、人工智能等数字技术更加突出赋能作用,与实体经济融合走深向实,产业数字化对数字经济增长的主引擎作用更加凸显。2021 年 11 月,工业和信息化部印发的《“十四五”工业绿色发展规划》指出:“统筹发展与绿色低碳转型,深入实施绿色制造”,并提出“以数字化转型驱动生产方式变革”。党的二十大报告提出:“加快建设制造强国”“数字中国”“推动制造业高端化、智能化、绿色化发展”。推动数字经济与绿色发展的深度融合已成为实现“碳达峰与碳中和”目标、推动国民经济发展迈向高质量阶段的重要途径,同时数字经济的发展也将为绿色制造提供更加广阔的市场和渠道,推动绿色制造技术的创新和应用。

数字经济为绿色制造企业提供了丰富的数据资源。通过物联网、大数据分析等技术,企业可以实现对生产过程的实时监控和数据分析,从而发现并优化资源使用中存在的问题,提高资源利用效率。其次,数字经济促进了绿色制造企业的生产过程智能化。人工智能、机器学习等技术的应用使得生产设备可以更加智能地运行和管理,进一步提高了资源利用效率。另外,数字经济还为绿色制造企业提供了与供应链各环节实时连接的可能性,使得企业能够更好地协调资源的流动和利用。数字技术的广泛应用为绿色制造提供了新的机遇,数字经济以信息技术为核心,通过数字化、网络化和智能化等手段,深刻改变了传统制造业的生产模式和商业模式,为绿色制造企业提供了全新的资源优化路径。帮助制造企业实现资

源优化, 提高生产效率, 降低成本, 减少环境影响, 提升竞争力。

因此, 研究数字经济下绿色制造企业的资源优化路径具有重要意义。通过深入研究企业在数字化转型过程中所面临的问题和挑战, 可以为企业提供科学的决策支持, 指导其实现资源的高效利用和生产的绿色化。未来, 随着数字经济和绿色制造的进一步发展, 资源配置与优化技术将不断创新, 为绿色制造的发展提供更多可能性。绿色制造资源优化在当前数字经济背景下具有重要的理论和实践意义。

2. 文献综述

2.1. 国外研究现状

绿色制造资源优化在当前数字经济背景下具有重要的理论和实践意义。美国制造工程师学会(SME)于1996年发布了绿色制造蓝皮书《Green Manufacturing》, 最早明确提出绿色制造这一新型的制造模式。王智认为绿色制造技术能有效降低能源消耗和环境污染、促进工业的可持续发展, 应该将其应用于机械制造过程的各个环节, 贯穿于产品的整个生命周期[1]。Nukman提出一种“绿色制造指数”(GMI)的技术, 根据经济和环境前景确定绿色制造过程的有效性, 并指出该技术将适用于工业中的任何制造过程[2]。Don Tapscott首次提出“数字经济”概念, 并认为其是网络智能时代由信息和通信技术支撑的经济社会运行新范式[3]。Walkers指出数字经济在制造业结构升级中发挥着越来越重要的作用[4]。Bloom等指出数字经济发展能构建数字化管理和销售模式, 从而促进技术创新, 同时也可以提升企业生产经营的信息化、智能化水平[5]。Arik指出数字技术创新能够加快推动制造业生产方式的转变, 实现新旧动能转换, 推动制造业产业由“高污染、高排放、高能耗”的粗放发展模式向集约化模式转变, 从而提高资源配置的效率并改善环境[6]。Marina构建了DES模型来评估PVC公司生产车间中的精益化和绿色制造, 指出采用精益生产对实现绿色制造是积极的、最有前途的途径之一[7]。

2.2. 国内研究现状

国内也有许多学者做了相关研究。钟玥, 陈伟栋提出了“工业工程 + 绿色制造”战略体系, 也指出绿色制造理念可以提高企业的绿色制造管理水平和产品绿色程度, 对节能降耗、减排增效起到了重要作用[8]。杨慧梅、江璐证实了我国数字经济发展对经济增长具有显著的促进作用[9]。黄令等构建了数字经济发展水平评价指标体系和制造业高质量发展水平评价指标体系, 证实了数字经济可通过提升人力资本、推动产业升级等间接途径促进制造业的高质量发展[10]。数字经济是以效率提升和经济结构优化为重要动力而展开的一系列经济活动, 也是推动制造业高质量发展、构建现代化经济体系的基础。吴非指出企业的数字化转型能过显著改善企业的经济效益, 与此同时也会在推动产业绿色转型的过程中起着至关重要的作用[11]。周晓辉等指出数字经济显著提升了中心城市的绿色全要素生产率, 但其引致的“虹吸效应”阻碍了外围城市绿色全要素生产率的提高, 产业数字化和数字产业化发展是绿色全要素生产率长久提升的动力来源[12]。伦晓波, 刘颜指出数字政府有利于市场更好地发挥其在经济发展中的作用, 激发了数字经济的发展潜力, 进而赋能绿色技术创新[13]。常华在传统绿色制造运行模式基础上融入互联网技术, 提出了一种新的绿色制造运行模式, 有效解决了单一绿色制造过程中的低效率、成本高、操作难等问题[14]。

尽管现有研究在绿色制造和数字经济融合方面取得了显著进展, 但仍存在一些不足。首先, 许多研究主要集中在单一领域, 缺乏对绿色制造和数字经济综合影响的系统分析。其次, 对如何在企业层面具体实施数字化转型和资源优化的实践指导仍然不足。所以本文通过对数字经济背景下绿色制造企业面临的资源配置困境进行了探讨, 找到了在数字经济背景下, 绿色制造企业仍面临着数据孤岛、供应链脆弱性和资源浪费与利用率低等难题, 并提出了相应的解决策略, 希望能为绿色制造企业在数

字经济条件下进行资源配置与优化时提供一些参考，以此来促进绿色制造企业的可持续发展与高质量发展。

3. 数字经济下绿色制造企业面临的资源配置困境

在数字经济背景下，绿色制造企业致力于通过先进的数字技术实现可持续发展和资源优化。然而，这些企业在资源配置过程中仍然面临诸多困境，主要包括数据孤岛与系统整合难题、技术标准化与互操作性不足、供应链脆弱性与风险管理、以及资源浪费与利用率低。

3.1. 数字化基础设施不完善

数字化基础设施不完善是绿色制造企业在数字经济时代面临的资源配置困境之一。许多绿色制造企业在数字化转型过程中，未能建立起足够强大的数字化基础设施，这包括高速互联网、云计算平台、大数据存储和处理系统等。这种不足限制了企业对生产过程进行实时监控和优化的能力，无法充分利用数字化技术带来的效率提升和成本降低优势。同时，不完善的数字化基础设施导致数据孤岛现象严重，不同生产环节、部门和系统之间的数据无法有效共享和整合，使得企业难以进行全面的数据分析和智能决策。此外，缺乏可靠的网络安全保障，增加了数据泄露和网络攻击的风险，进一步阻碍了企业推进数字化进程。整体来看，数字化基础设施的缺乏不仅影响了绿色制造企业的运营效率和资源利用率，还制约了其在激烈市场竞争中的创新能力和可持续发展潜力。

3.2. 数据孤岛与系统整合难题

数据孤岛问题在于企业内部和供应链各环节的数据分散且难以共享。不同部门和合作伙伴各自使用独立的数据系统，导致信息孤立、数据冗余和不一致。缺乏数据共享和协同机制，使得资源配置缺乏全局视角，难以实现最优配置。系统整合难题涉及不同数据系统的兼容性和数据格式差异。整合多个系统以创建统一的数据平台需要大量技术投入和时间，且在整合过程中会遇到安全性和隐私保护的问题。这导致企业难以获取全面、及时的数据支持，影响资源配置决策的准确性和效率。

3.3. 供应链脆弱性与风险管理

供应链脆弱性在于全球化和复杂化的供应链使得资源配置面临更大的不确定性。任何环节的中断(如自然灾害、地缘政治冲突、疫情等)都可能对资源配置产生重大影响。数字化供应链虽然提升了透明度和响应速度，但也增加了对技术的依赖，一旦技术系统出现问题，整个供应链的资源配置将受到严重影响。风险管理涉及供应链的稳定性和应急响应能力。企业需要通过数字化手段提高供应链的透明度和灵活性，及时预测和应对潜在风险。同时，数据安全和隐私保护问题也增加了供应链管理的复杂性。

3.4. 资源浪费与利用率低

资源浪费问题在于生产过程中的资源利用效率低下，导致原材料、能源和其他生产资源的浪费。缺乏精准的数据监控和分析，企业难以识别和消除生产过程中的资源浪费点。利用率低主要由于传统的资源管理方式依赖于经验和人工判断，难以实现资源的最优配置。数字技术虽然能够提供一定的优化支持，但在实际应用中仍面临技术瓶颈和管理挑战，导致资源利用率提升缓慢。

综上所述，数字经济下绿色制造企业在资源配置过程中面临数据孤岛与系统整合难题、技术标准化与互操作性不足、供应链脆弱性与风险管理、以及资源浪费与利用率低等困境。解决这些挑战需要企业加强技术创新和系统整合能力，提升管理水平和风险应对能力，并通过全面的数据共享和协同机制实现资源的最优配置和绿色制造目标的达成。

4. 构建数字经济推动绿色制造企业资源优化的路径

数字经济的发展对绿色制造企业而言是一把双刃剑，数字经济的发展给绿色制造提供更加广阔的市场和渠道，推动绿色制造技术的创新和应用但同时也给绿色制造企业在进行资源配置与优化时带来了巨大的挑战与难题，绿色制造企业想要借助数字经济这股“东风”，就必须迎难而上，让数字技术的应用与发展成为绿色制造企业发展的垫脚石而不是绊脚石。因此，本文构建了以下数字经济推动绿色制造企业资源优化的有关路径。

4.1. 路径一：建立数字化基础设施，促进企业数字化转型

在数字经济时代，绿色制造企业应该建立先进的数字化基础设施，包括物联网、大数据分析、人工智能(AI)等技术的应用。通过物联网技术，企业可以实时监测设备运行状态，及时发现问题并采取措施，提高设备利用率和生产效率。同时，大数据分析和人工智能可以帮助企业分析生产数据，优化生产计划，降低生产成本，实现资源的更加有效利用。通过将生产过程数字化、网络化和智能化，企业可以实现实时监测和管理生产过程，从而更好地优化资源配置。例如，山东汇丰石化集团有限公司为了有效地推进5G商用化，也为了给以炼化企业为代表的高污染化工企业输出成体系的安全生产数字化转型提供解决方案，其与中国电信淄博分公司合作打造基于5G的绿色化工厂，实现了化工行业与5G、AI、物联网、边缘计算等技术的深度融合。在果里镇工业园、果里德信联邦及汇丰石化东西两个厂区部署了14个5G基站，应用中国电信5G定制网“比邻”模式，将MEC边缘计算服务下沉到企业园区，打通企业内网，采用5G室外防爆宏站，实现园区5G信号的全覆盖，与AI、边缘智能云相结合，构建起安全、消防、环保、应急一体化的管理体系。使工厂的数据采集效率、监测点的数据传输效率均提升了30%。中国电信超级上行技术的应用，使得靠近基站区域上行速率提升20%~60%，偏远弱覆盖区域可提升最高300%。安全环保应急一体化平台的搭建，实现了厂区内各部门、各场景的精细化、差异化管控，实现了信息实时互联互通。

4.2. 路径二：促进数据共享与整合，避免数据孤岛问题

绿色制造企业需要促进企业内部各部门以及企业与供应链上下游之间的数据共享与整合。建立统一的数据标准和格式是实现这一目标的关键。通过统一的数据标准，不同系统和部门之间的数据可以更加容易地进行交换和共享，避免数据孤岛问题。同时，通过数据整合，企业可以更好地利用数据资源，优化生产过程，提高生产效率和产品质量，还可以通过整合供应链数据，优化供应链管理，减少库存和运输成本，提高供应链的整体效率和灵活性。

例如，在消费升级、绿色发展的新形势下传统印染行业迫切需要实现产业升级。因此，百度智能云为浙江美欣达纺织印染科技有限公司量身定制了智能制造整体解决方案，帮助其实现降低能耗、稳定工艺的目标。通过度能AIoT能碳数智化平台及开物工业互联网平台打通数据孤岛，实现数据全面、精准、实时接入，建立完整能源管理系统，通过对能源数据及过程数据的高频采集和分析，工厂构建了符合自身业务的能源模型，辅助工厂的生产和管理，实现能源数据监测、成本核算、用能分析、用能告警、能源报表等精细化管理。美欣达致力于智慧化转型升级，在选定的高能耗设备上通过AI算法模型达成了超10%的蒸汽单耗下降，年节能约百万，实现了能源管控的数字化和精准节能目标，为印染行业乃至制造业提供了可复制推广的成功经验。

4.3. 路径三：构建弹性供应链，合理调配资源

在数字经济背景下，建立弹性供应链是绿色制造企业的关键战略之一。通过数字技术监测供应链，

企业可以实时识别和应对各种风险，包括供应商问题、市场波动等。建立弹性供应链的关键是建立良好的供应商关系、建立备用供应链、实施有效的库存管理等措施；通过实时数据分析，企业可以及时调整生产计划，合理调配资源，确保供应链的稳定性和灵活性，提高企业对市场变化的应对能力。例如，为了促进南康家具产业实现数字化转型升级，南康家具运用“5G+人工智能+大数据+工业互联网”技术打造了南康家具产业物联网平台。平台构建了一个跨越设计、制造，销售、物流、服务等产品全生命周期的产业级网络化供应链(S端)，连接需求方(C端)和供给方(B端)，形成智能化供需配置对接平台，并同时为政府(G端)的产业政策与共享金融提供数据支持。平台通过工业云盒实时采集企业的设备生产与运行状态数据，通过云MES系统实时采集企业质量管理、计划采购、仓储物流等相关数据，并汇总于南康家具产业大数据中台：通过APS云引擎建设，实现整个家具产业智能接单、智能拼单、智能采购、智能工艺、智能物流等功能；通过智能区块链和数字金融技术的应用，为企业、政府和购买者提供智能可信服务；通过企业云MES系统与ERP系统的集成，实现系统、装备、零部件以及人员之间的信息互通和有效集成，对生产信息、物流信息等进行可追溯化管理。南康家具产业物联网联通了产业链上下游，重塑了整个产业链的资源、物流分配，形成了整个产业链的网络化生产、集约型供应和智能化服务，推动了家具产业“供产销”的产业大闭环，实现了南康家具智能化、个性化、品牌化链式发展，助力南康家具产业数字化转型，带来产业的量、质双提升。

4.4. 路径四：应用数字技术，优化资源利用

绿色制造企业应该采取措施优化资源利用，降低浪费，提高资源利用效率。通过数据分析和模拟，企业可以优化生产计划，减少不必要的资源消耗；通过精益生产理念，企业可以优化生产流程，减少废料和能源的消耗，提高资源的利用效率；另外，企业还可以采用循环经济的理念，将废料和废物重新利用，降低对新资源的依赖，实现资源的循环利用，减少环境污染。例如，山西路桥模板科技有限公司以公路工程模板类物资为循环利用对象，以盘活闲置资产为目标，采用“标准化研发+杆件式装配+数字化赋能+智能化制造+循环再利用”的业务模式，运用互联网+BIM技术，构建交通基建模板标准件云族库，实现物资编码上云，搭建交通基建物资数字化平台“桥路云模”，通过“线上物资匹配+线下基地共享”的运营模式，打通交通基建行业模板物资“供、需”两端的交易链，实现双方OMO交易闭环，释放物资数字循环经济潜能，助力企业网络化、数字化和智能化转型，实现企业降本增效、节能减排。公司通过“桥路云模”平台对模板类物资进行动态管控，为用户提供了便捷的可视化需求服务，改变了传统低效的交易习惯，提高了模板类物资的高效循环利用率，实现了交通模板的标准化研发、集中化管理、市场化经营。按照年运营模板4万吨计算，年节省费用1.6亿元，减少碳排放7万余吨。

4.5. 路径五：优化要素配置，发展新质生产力

在数字经济背景下，通过优化要素配置和发展新质生产力，绿色制造企业可以实现资源优化和可持续发展。优化要素配置是关键，绿色制造企业通过物联网和传感器技术全面收集生产设备、能源消耗及供应链物流等数据，并利用大数据分析工具进行深度挖掘，为科学决策提供依据；引入制造执行系统(MES)和企业资源计划(ERP)，实现生产流程的自动化和智能化，结合人工智能技术优化生产线运行参数，预测设备维护需求，减少停机时间，确保生产的连续性和稳定性；同时，企业应加大对绿色制造技术的研发投入，开发低能耗、低污染的新型生产技术和工艺，推动循环经济，实现废弃物资源化利用；探索新型商业模式，如电子商务、共享经济和平台经济，打破传统产业边界促进资源优化配置；通过多方合作构建创新生态系统，争取政策支持，推动绿色制造技术的持续创新和应用，实现企业的高质量增长和可持续发展。

4.6. 路径六：加强人才培养，应对市场挑战

人才是富国之本，兴国之邦。绿色制造企业需要加强人才培养与管理，培养具备数字化和绿色制造知识的专业人才，推动企业数字化转型和绿色制造的实践。企业可以通过建立人才培养计划、提供培训和发展机会等方式，吸引、培养和留住具有数字经济和绿色制造背景的人才。同时，建立良好的人才管理体系，激励员工的创新和发展，提高员工的工作积极性和创造力，推动企业的可持续发展。例如，在数字经济时代，海尔集团面临着数据孤岛、供应链脆弱性和资源浪费等多重困境。为了解决这些问题，海尔通过加强人才培养和管理，大力提升员工的数字化技能和管理能力。公司建立了内部培训体系，合作外部机构进行专项培训，提升员工对先进技术的掌握和应用能力。通过培训，员工能够有效地使用 COSMOPlat 平台，实现数据共享和整合，推动技术标准的统一和互操作性，增强供应链的韧性和风险管理能力。同时，借助大数据分析和 AI 技术，员工优化了生产流程，提高了资源利用率，减少了浪费。通过这种全方位的数字化技能提升和管理培训，海尔不仅克服了资源配置的困境，还在数字化转型中取得了显著成效。

5. 结论与思考

在数字经济的推动下，绿色制造企业面临着前所未有的机遇和挑战，资源优化路径研究不仅是理论研究的重要方向，也是实际应用中的关键议题。通过对现有文献的综合分析和理论探讨，我们可以得出以下结论与思考。

首先，数字经济为绿色制造企业的资源优化提供新的技术手段和方法。数字经济时代的信息技术、物联网、大数据和人工智能等新兴技术，使企业能够实现对资源的精细化管理和优化配置。这些技术可以帮助企业实时监控生产过程中的能耗和物料使用情况，通过数据分析优化生产工艺，减少资源浪费，提高生产效率。例如，智能传感器和大数据分析技术可以实时监控和预测设备运行状态，提前预警和维护，从而减少停机时间和维护成本，提升设备利用率和生产效率。其次，数字经济促进了供应链的透明化和协同化管理，为绿色制造企业资源优化提供了重要支撑。供应链的透明化管理可以帮助企业实时掌握供应链各环节的信息，减少信息不对称和管理盲区，提高供应链的反应速度和协调能力。通过数字化手段，企业可以实现供应链上下游的信息共享和协同作业，优化资源配置和调度。例如，基于区块链技术的供应链管理系统可以实现供应链各环节的全程可追溯，确保原材料的绿色采购和生产过程的环保合规，提升整个供应链的绿色水平和资源利用效率。

然而数字经济下绿色制造企业的资源优化路径研究也面临一些挑战和问题。首先是数字化基础设施不完善，许多绿色制造企业在数字化转型过程中，未能建立起足够强大的数字化基础设施，这包括高速互联网、云计算平台、大数据存储和处理系统等。这种不足限制了企业对生产过程进行实时监控和优化的能力，无法充分利用数字化技术带来的效率提升和成本降低优势。其次是数据孤岛和系统整合难题。尽管数字经济带来了大量的数据资源，但这些数据往往分散在不同的系统和部门之间，缺乏统一的标准和接口，难以实现有效的整合和利用。企业需要制定统一的数据标准和接口规范，加强系统集成和数据共享，打破数据孤岛，实现数据的互联互通和协同应用。

第三是供应链的脆弱性和风险管理问题。数字经济下的供应链更加复杂和全球化，供应链的脆弱性和风险也随之增加。企业需要建立健全的供应链风险管理机制，加强供应链的弹性和应变能力，确保供应链的稳定和可持续发展。例如，企业可以通过构建供应链风险预警系统，实时监控供应链的运行状态和风险因素，提前制定应对预案，减少供应链中断和资源浪费的风险。最后是资源浪费和利用率低的问题。尽管数字经济为资源优化提供了新的手段和方法，但实际应用中仍存在资源浪费和利用率低的问题。企业需要进一步加强资源管理和优化，采取更加精细化和智能化的管理手段，提升资源利用率和经济效

益。例如，企业可以通过构建绿色制造管理体系，制定资源节约和环境保护的管理目标和措施，推动企业在生产过程中实现资源的高效利用和循环利用，减少资源浪费和环境污染。

综上所述，数字经济下绿色制造企业的资源优化路径研究具有重要的理论和实践意义。通过充分利用数字经济带来的技术手段和管理方法，企业可以实现资源的高效利用和优化配置，提高新质生产力下的生产效率和竞争力，推动绿色制造的可持续发展。然而，企业在实践中还需要克服数据孤岛、技术标准、供应链脆弱性和资源浪费等问题，不断探索和创新资源优化的路径和方法，实现绿色制造的目标。政府和企业应共同努力，制定和推广相关政策和标准，推动数字经济与绿色制造的深度融合，为实现资源优化和可持续发展提供有力支持。

基金项目

国家自然科学基金项目(编号: 72261005); 贵州省省级科技计划项目(编号: 黔科合基础-ZK [2021]一般 339), 贵州省省级科技计划项目(编号: 黔科合基础-ZK [2022]一般 080); 贵州大学研究基地及智库重点专项课题(编号: GDZX2021031)。

参考文献

- [1] 王智. 机械制造过程中的绿色制造技术[J]. 机械管理开发, 2017, 32(4): 21-22+25.
- [2] Nukmana, Y., Awais, F., Osama, A.S., et al. (2017) A Strategic Development of Green Manufacturing Index (GMI) Topology Concerning the Environmental Impacts. *Procedia Engineering*, **184**, 370-380. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.04.107>
- [3] Tapscott, D. (1996) *The Digital Economy: Promise and Peril in the Age of Networked Intelligence*. McGraw Hill, New York.
- [4] Walkers, R. (2014) Poor Internet Blocks African Innovative Genius. *African Business*, **410**, 25-28.
- [5] Bloom, N.R., Sadun and van Reenen, J. (2012) The Organization of Firms across Countries. *Quarterly Journal of Economics*, **127**, 1663-1705. <https://doi.org/10.1093/qje/qje029>
- [6] Arik, L. (2009) Technology International Trade, and Pollution from U.S. Manufacturing. *American Economic Review*, **99**, 2177-2192. <https://doi.org/10.1257/aer.99.5.2177>
- [7] Marina, B.C., Lucila, C., Enzo, M.F., et al. (2019) Simulation-Based Analysis of Catalyzers and Tradeoffs in Lean & Green Manufacturing. *Journal of Cleaner Production*, **242**, Article ID: 118411. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118411>
- [8] 钟玥, 陈伟栋. “工业工程+绿色制造”战略研究体系的构建[J]. 中国管理信息化, 2018, 21(23): 131-134.
- [9] 杨慧梅, 江璐. 数字经济、空间效应与全要素生产率[J]. 统计研究, 2021, 38(4): 3-15.
- [10] 黄令, 王亚飞, 伍政兴. 数字经济影响制造业高质量发展的实证检验[J]. 统计与决策, 2023, 39(14): 22-27.
- [11] 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.
- [12] 周晓辉, 刘莹莹, 彭留英. 数字经济发展与绿色全要素生产率提高[J]. 上海经济研究, 2021(12): 51-63.
- [13] 伦晓波, 刘颜. 数字政府、数字经济与绿色技术创新[J]. 山西财经大学学报, 2022, 44(4): 1-13.
- [14] 常华, 胡大超. “互联网 + 绿色制造”方法研究[J]. 煤炭技术, 2016, 35(4): 309-310.