

制造业绿色转型支撑体系研究

Research on Support System for Green Transformation of Manufacturing Industry

范斌¹,徐存良²,苏均生³,谈霖²,苏燕强²,张延²(1. 中国联合网络通信集团有限公司,北京 100033;2. 联通数字科技有限公司,北京 100033;3. 中国矿业大学,江苏 徐州 221116)

Fan Bin¹, Xu Cunliang², Su Junsheng³, Tan Lin², Su Yanqiang², Zhang Yan²(1. China United Network Communications Group Co., Ltd., Beijing 100033, China; 2. China Unicom Digital Technology Co., Ltd., Beijing 100033, China; 3. China University of Mining and Technology, Xuzhou 221116, China)

摘要:

基于国内制造业绿色转型的现状,分析并总结了数字技术的应用情况,形成了制造业绿色转型的支持体系,同时围绕制造业绿色转型问题特点,重点开展了绿色低碳网络、数据融合治理和智能业务模型等关键技术研究。最后从业务管控的角度,对绿色转型的场景进行了初步分类分级研究。

关键词:

绿色转型;数字技术;低碳网络

doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2024.11.002

文章编号:1007-3043(2024)11-0007-05

中图分类号:TN915.1

文献标识码:A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Abstract:

Based on the current situation of green transformation in domestic manufacturing industry, the application of digital technology has been analyzed and summarized, a support system for green transformation in manufacturing industry is suggested. Focusing on the characteristics of green transformation in the manufacturing industry, key technologies such as green low-carbon networks, data fusion governance, and intelligent models have been researched. Finally, from the perspective of business control, a preliminary classification and grading study is conducted on the scenarios of green transformation.

Keywords:

Green transformation; Digital technology; Low carbon network

引用格式:范斌,徐存良,苏均生,等. 制造业绿色转型支撑体系研究[J]. 邮电设计技术,2024(11):7-11.

1 概述

制造业作为国民经济发展的支柱产业,既是能源资源的主要消耗者,也是污染排放的重要来源。我国制造业碳排放量在2014年由高位逐年下降,但从2019年开始,制造业碳排放量再次攀升^[1]。制造业伴随的高能耗、高污染、高排放等问题,阻碍了产业的可持续发展,绿色转型成为制造业发展的必然选择。随着国家“双碳”目标的提出,国内发布了一系列绿色发展政策,制造业绿色转型取得了一定的成效,但国内在创

新深度、质量和技术突破等方面与国外发达经济体仍存在差距。随着人工智能、工业互联网等数字化技术的出现及应用,数字化渗透到企业生产制造、经营管理和研发创新等生产经营的各个阶段,数字化已成为实现产业优化升级的新引擎。《“十四五”工业绿色发展规划》指出“要统筹发展与绿色低碳转型,深入实施绿色制造,加快产业结构优化升级,大力推进工业节能降碳,全面提高资源利用效率,积极推行清洁生产改造,提升绿色低碳技术、绿色产品、服务供给能力,构建工业绿色低碳转型与工业赋能绿色发展相互促进、深度融合的现代化产业格局”。

针对国内制造业绿色转型过程中的重大难题和

收稿日期:2024-10-09

阻碍,文献[2]结合国内制造业绿色化改造发展面临的挑战,探讨了“双碳”目标下我国制造业绿色化改造的路径。文献[3]对工业领域的绿色低碳技术进行了分类,指出数字技术能够与各类零碳、减碳、负碳、管碳技术相融合促进节能减排。文献[4]研究表明数字化主要通过规模效应和技术效应2个机制促进制造业企业绿色化转型。文献[5]通过A股上市公司2011—2021年数据,研究了数字化对制造业企业绿色转型的影响与作用机制,指出数字化可通过企业创新能力、结构优化和资源利用这3种途径助力制造业企业绿色转型。文献[6]总结美国、英国、日本等国数字经济发展态势及战略布局,结合中国制造业数字化转型与绿色发展的实践,从数字技术供给、绿色技术创新等方面,给出了推动制造业在数字化转型中实现绿色化发展的建议。文献[7]分析了国内绿色制造在数字要素培育、数字经济与绿色制造融合、数据资源流通等方面的不足。文献[8]分析了绿色制造的广义内涵,给出了我国绿色制造未来发展建议策略。文献[9]研究表明为推动制造业绿色转型,应加快推进数字产业化,提升产业数字化水平。文献[10]研究表明数字基础设施的投入可通过促进技术进步和改善技术效率来推动制造业绿色增长。文献[11]聚焦数字技术与工业领域的融合应用,从绿色制造和企业主体等维度,研究了数字技术赋能工业减碳管碳的实施路径和应用场景。文献[12]对有色金属行业和企业能源消费结构及碳排放情况进行了分析,提出了有色企业绿色低碳发展的战略目标和实现绿色低碳发展的7个主要路径。文献[13]对工业互联网推动工业绿色低碳发展的机理、路径和方向进行了研究,指出工业互联网能够提升资源利用效率、减少碳排放,促进产业链上下游的绿色协同。文献[14]结合我国标识解析体系、碳计量体系的实际情况,提出可信碳计量体系架构、建设思路,并对应用场景进行了思考。文献[15]对发挥工业互联网对于零碳园区的赋能效应给出了相关建议。文献[16]指出工业互联网依托“全面连接、信息共享、上下联动、资源整合”等优势,在多行业、领域取得良好的节能降碳实践成果,“双碳+工业互联网”模式也面临诸多挑战。

因此,综合运用工业互联网、人工智能等技术,打造数字技术和绿色技术相融合的绿色转型支撑体系,助力制造业重点区域和场景的绿色转型,是实现制造业数字化、绿色化协同发展的重要手段。

2 绿色转型支撑体系构建

针对制造业园区、工厂等空间绿色转型的需求,结合运营商在网络、算力、数据和应用等方面的技术优势,打造覆盖终端、网络、平台和方案的绿色转型支撑体系。图1所示为某运营商“1+1+N”(包括建设“1”张绿色低碳服务网络、打造“1”个数据智能服务中枢、研发“N”类绿色转型场景应用)绿色转型支撑体系架构。

绿色低碳服务网络由通信网络、边缘装置和连接管理模块组成,主要起到连接和通信的功能,可实现制造业现场各类设备、传感和业务系统数据的接入,支撑制造业能耗、碳排放、污染物排放、物料循环数据的分级分类以及实时、全面、有效的采集和传输;数据智能服务中枢构建在运营商云网算力能力之上,主要包括数据治理和3类智能模型,中枢通过建立绿色低碳主题数据域,形成数据管理标准和规范,支持能耗数据、设备数据和工艺数据的体系化治理,并结合内置的智能模型,提供相关决策支撑服务;绿色转型场景应用涉及制造业能源精细管控、碳排放管控、环境排放管控和资源循环管控等场景,可根据不同行业绿色转型的重点,提供针对性的定制化应用支撑方案。

3 绿色转型支撑体系关键技术

3.1 绿色低碳服务网络技术

制造业现场空间布局差异大、设备种类多、业务协议割裂,导致企业能碳数据孤岛化、离散化,迫切需要一张高效可靠、绿色低碳的服务网络,实现各类终端设备的泛在接入与数据分级分类采集,为绿色转型应用场景提供实时、准确的数据基础支撑。结合运营商在网络建设、服务和运营的技术优势和服务经验,绿色低碳监控网络一方面采用5G+F5G全设备接入技术,通过推动生产网、办公网、安防网三网统一规划、建设、配置,形成了模块化配置、场景化组合的网络管理服务能力,满足了不同业务数据差异化精准传输的需求,与原有网络架构相比,能耗降低了18%。另一方面,打造了具备主动能碳、主动标识能力的智能网关和一体化能碳分析的边缘设备,实现了多种网络和数据传输协议的兼容和统一管理,保障了全域能碳要素的一体化接入(见图2)。

3.2 数据融合治理服务技术

如图3所示,数字化和绿色化融合作用的关键在

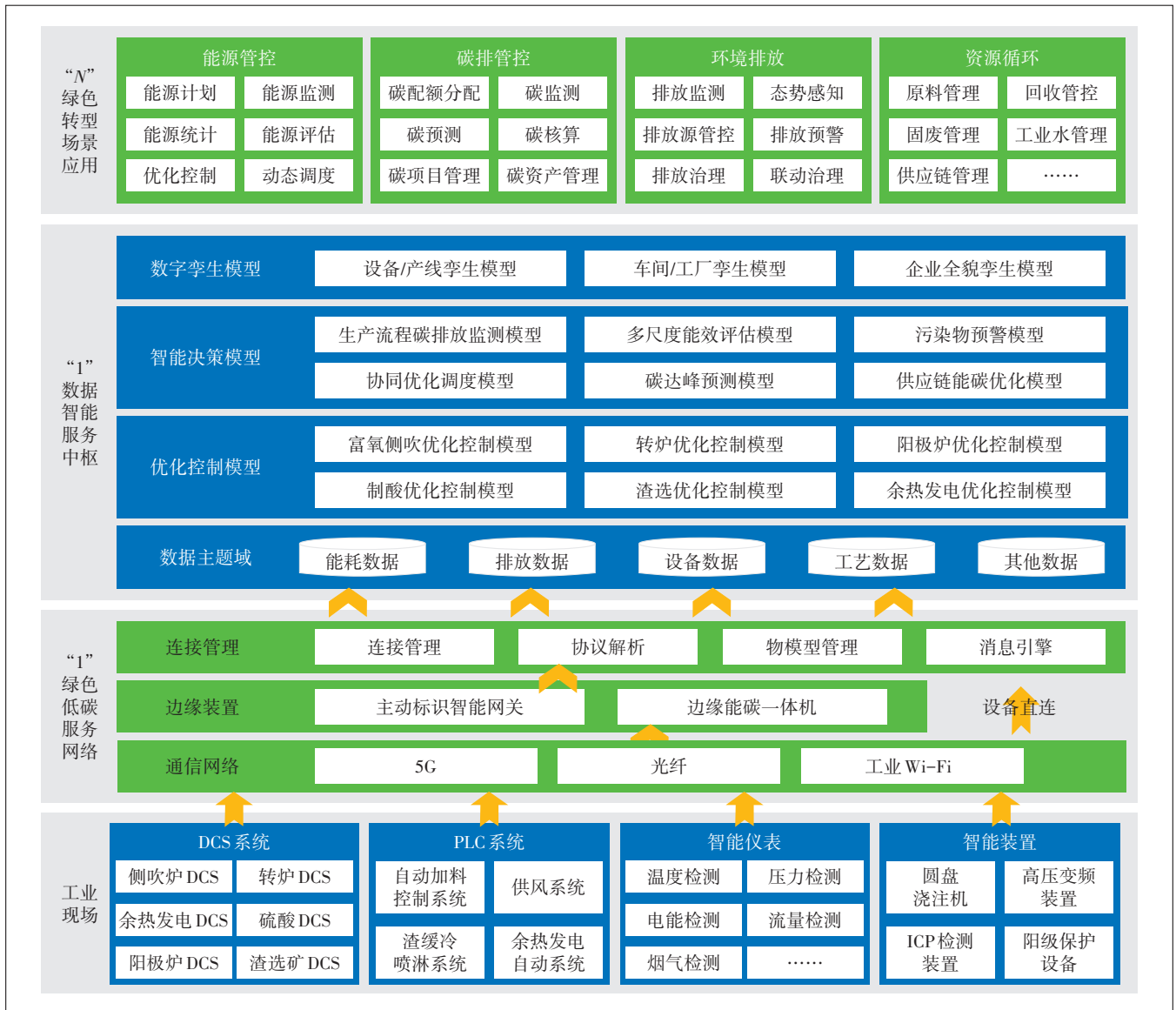


图1 某运营商“1+1+N”绿色转型支撑体系架构

于数据融合和服务,通过构建制造业绿色转型数据智能服务中枢,帮助制造业实现绿色低碳数据的高度整合,大幅提升数据能力复用,实现从业务数据化到数据服务化的全过程转变。针对制造业绿色转型数据融合和应用不足的问题,按照数据加工处理的全生命周期理论,结合运营商在基础设施绿色化治理的经验和体系,通过定义能碳数据标准、完整的实施和管理流程,打造主题数据域,以确保在数据整个生命周期中具备对业务的高可靠支撑效应,从而避免数据混乱引起的业务混乱。

3.3 绿色低碳智能模型技术

为提升绿色低碳模型构建、测试、调优及部署效

率,面向工业设备建模、工业过程仿真、工业算法集成及智能应用等领域,建设工业机理模型快速搭建功能组件库,内置优化控制类模型、智能决策类模型、数字孪生类模型,为绿色低碳场景化应用提供专业知识支撑。

a) 在优化控制类模型方面,基于设备运行数据,利用数学模型(如线性规划、遗传算法)优化设备运行策略,提高设备的性能、效率和可靠性,进而提升设备的能效水平,降低工序的污染排放。针对有色行业主要生产装置和工序,提供富氧侧吹优化控制模型、转炉优化控制模型、阳极炉优化控制模型、制酸系统优化控制模型、渣选优化控制模型、余热发电优化控制

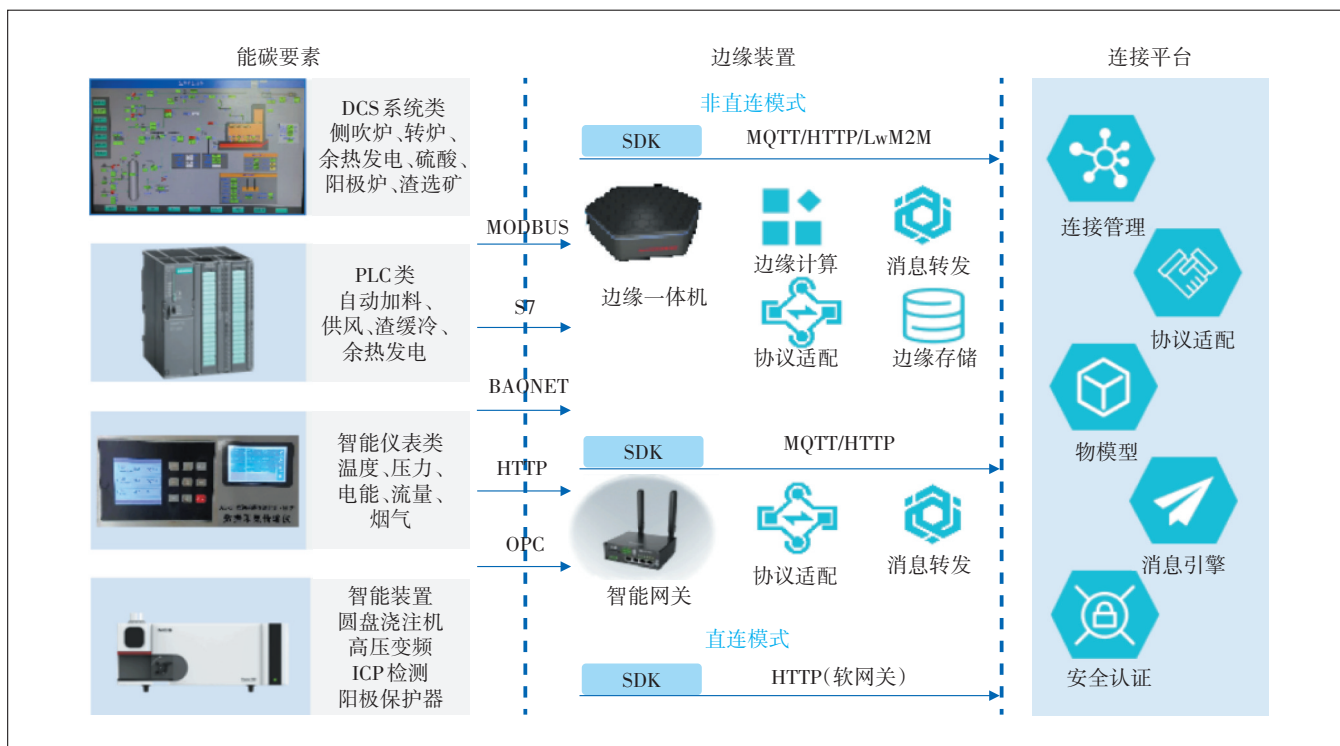


图2 绿色低碳监控网络架构

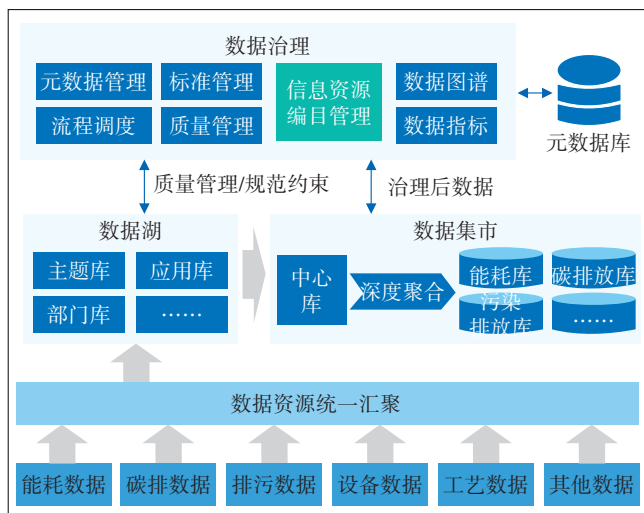


图3 数据融合治理服务技术体系

模型。以DWHs低温余热回收为例,对装置内部的复杂物质流的流量、压力、温度进行实时监控,通过余热回收系统优化控制模型,基于广义控制策略,优化反馈控制,保障生产运行的平稳性,提升余热回收效率。

b) 在智能决策模型方面,使用计算机模拟人类决策过程,基于数据和算法模型自动做出合理判断或选择,以适应制造业生产过程中复杂、动态变化的能源网络。智能决策模型包括生产流程碳排放监测模型、

多尺度能效评估模型、污染物预警模型、协同优化调度模型、碳达峰预测模型、供应链能碳优化模型。以生产流程碳排放监测模型为例,基于节点模型(见图4),内置设备节点、工序节点、工厂节点,支持碳排放多级核算和多级校验。管理人员可以通过低代码方式,拖拽组合实现复杂碳排放场景定义,内置物料平衡、能平衡、碳平衡方法,快速构建生产流程碳服务网络。

c) 在数字孪生模型方面,一方面通过绿色低碳服务网络,实时获取物理实体的数据,将生产实际和数

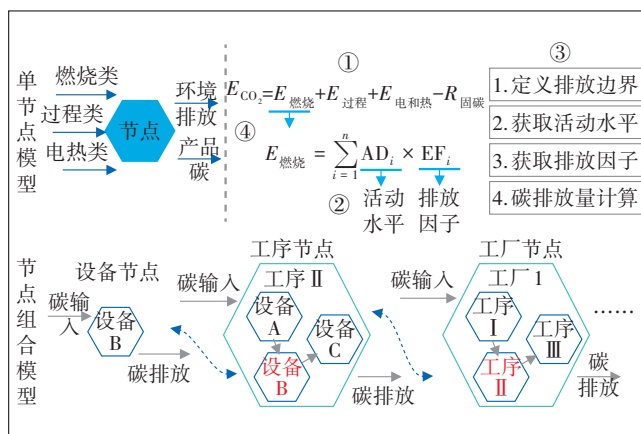


图4 节点模型

字世界紧密结合,实现对设备或系统的监测、分析、优化和预测。另一方面融合优化控制模型、智能决策模型,对采集的数据进行处理和分析,根据分析结果进行优化和控制,并反馈到物理实体。数字孪生模型包括设备/产线孪生模型、车间/工厂孪生模型、企业全貌孪生模型。以富氧侧吹模型为例(见图5),对富氧侧吹炉进行温度场、速度场建模,实时连续获取生产关键参数,仿真炉内温度场、速度场,实时调整控制策略,用于维持过程变量(如温度、压力)在设定点附近,减少波动,提高过程稳定性与效率,同时减少不必要的能源消耗。

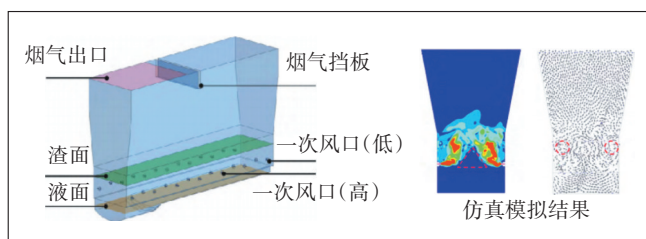


图5 富氧侧吹模型

4 绿色转型场景分类分级

制造业包括钢铁制造、石化化工、有色金属、汽车制造等行业,不同细分行业涉及的绿色转型重点生产工序或子行业的不同,导致制造业在绿色转型过程中呈现行业属性和场景属性,为满足不同行业的绿色转型需求,需要有针对性地构建绿色转型场景应用分类分级体系。制造业的绿色转型场景包括能源管控、碳排放、环境排放和资源循环等,其中能源管控具体包括企业能源计划、能源监测、能源统计、能效评估、优化控制、动态调度等细分场景;碳排放场景包括碳监测、碳预算、碳核算、碳额分配、碳资产管理等细分场景;环境排放场景包括排放监测、态势感知、排放预警、排放源控制、排放治理等细分场景;资源循环场景包括原料管理、固废利用、回收管控等细分场景。

5 总结

《关于加快经济社会发展全面绿色转型的意见》提出要加快数字化绿色化协同转型发展,支持企业用数智技术、绿色技术改造提升传统产业。但国内制造业企业数量多、发展潜力大,普遍面临绿色创新意识薄弱、绿色创新成果不多、绿色技术滞后等问题。运营商作为新一代信息技术的引领者和实践者,在工业

互联网、大数据、人工智能、物联网等方面具备技术和经验优势,应积极与主体制造业协同,打造制造业绿色转型支撑体系,协同推动制造业全面绿色转型。

参考文献:

- [1] 吴晓华,郭春丽,易信,等. “双碳”目标下中国经济社会发展研究[J]. 宏观经济研究,2022(5):5-21.
- [2] 徐红. “双碳”目标下我国制造业绿色化改造的路径研究[J]. 企业科技与发展,2023(8):10-12,32.
- [3] 中国信息通信研究院. 新发展阶段工业绿色低碳发展路径研究报告[EB/OL]. [2024-09-25]. https://mp.weixin.qq.com/s/hCx-wYn6GnAQ6M4ajz_wpzQ.
- [4] 戴翔,杨双至. 数字赋能、数字投入来源与制造业绿色化转型[J]. 中国工业经济,2022(9):83-101.
- [5] 刘玉斌,王丹婵. 数字化对制造业企业绿色转型的影响机制研究[J]. 山西大学学报(哲学社会科学版),2023,46(6):138-148.
- [6] 周珺,周明生,卓娜. 数字经济时代我国制造业的绿色转型发展[J]. 科技导报,2023,41(22):77-82.
- [7] 徐蒙. 数字经济赋能绿色制造的作用机制与实现路径[J]. 企业经济,2023,42(10):154-160.
- [8] 曹华军,李洪丞,曾丹,等. 绿色制造研究现状及未来发展策略[J]. 中国机械工程,2020,31(2):135-144.
- [9] 李绍东,刘永庆. 数字经济、技术创新与制造业绿色转型[J]. 聊城大学学报(社会科学版),2024(4):114-123.
- [10] 李健旋,姚韩之. 数字基础设施投入对中国制造业绿色增长的影响:空间效应与机制分析[J]. 科学学与科学技术管理,2022,43(8):82-98.
- [11] 卢春阳,祁航,郝响,等. 数字技术驱动工业绿色低碳转型的探索与路径[J]. 大数据时代,2024(8):72-80.
- [12] 董明. 有色金属行业推进绿色低碳发展的思考[J]. 绿色矿冶,2023,39(4):1-5.
- [13] 潘军,夏景. 工业互联网推动工业绿色低碳发展的机理、路径和方向[J]. 中国电信业,2024(8):26-29.
- [14] 张路争. 基于主动标识载体的“工业互联网+绿色低碳”可信碳计量研究[J]. 节能与环保,2024(7):72-78.
- [15] 刘希良,李文舒,王安东. 工业互联网助力零碳园区高质量发展[J]. 上海信息化,2024(5):26-30.
- [16] 孙頔,黄一中,靳锐敏,等. “双碳”+“工业互联网”模式发展情况研究及建议[J]. 通信世界,2024(3):8-12.

作者简介:

范斌,工程师,学士,主要从事工业互联网平台技术、工业互联网行业应用研究等工作;徐存良,高级工程师,硕士,主要从事制造业数字化转型技术与产品研究等工作;苏均生,正高级工程师,硕士,主要从事企业数字化及大数据管理技术研究等工作;谈霖,高级工程师,硕士,主要从事绿色低碳技术和应用产品研究等工作;苏燕强,硕士,智能制造成熟度评估和咨询专家,主要从事智能工厂、数字化车间等智改数转相关工作;张延,高级工程师,硕士,主要从事企业大数据、人工智能技术研究等工作。