

工业互联网双碳园区发展模式与推进路径研究

李琦琦, 杨静, 宋涛

中国信息通信研究院工业互联网与物联网研究所, 北京

收稿日期: 2022年6月15日; 录用日期: 2022年7月15日; 发布日期: 2022年7月21日

摘要

作为国民经济的重要组成部分, 工业领域的节能减排是实现“双碳”目标的重要途径之一。作为工业发展的基本载体, 园区的绿色低碳转型迫在眉睫。我国现已建成数量众多的各类工业园区, 但其低碳发展阶段和数字化发展程度各异, 双碳园区的建设仍处于初级阶段, 实现双碳目标仍有很大的提升空间。为更好地推动和实现工业领域科学精准的节能减排, 本文从双碳园区的建设现状和背景出发, 分析了基于工业互联网的双碳园区的建设目标和具体的建设、运营规划, 并从科研、产业、技术、应用、交易市场几个方面提出了工业互联网双碳园区的推进路径。

关键词

碳达峰碳中和, 园区, 工业互联网

Research on Development Mode and Promotion Path of Industrial Internet Double Carbon Park

Qiqi Li, Jing Yang, Tao Song

Industrial Internet and IoT Research Internet, China Academy of Information and Communications Technology, Beijing

Received: Jun. 15th, 2022; accepted: Jul. 15th, 2022; published: Jul. 21st, 2022

Abstract

As an important part of the national economy, energy conservation and emission reduction in the industrial sector is one of the important ways to achieve the goal of “dual carbon”. As the basic carrier of industrial development, the park’s green low-carbon carbon reduction transformation is imminent. China has built a large number of various industrial parks, but their low-carbon de-

velopment stage and digital development degree is different, the construction of dual carbon parks is still in the initial stage, there is still a lot of room for improvement to achieve the dual carbon goal. To better promote and implement industry science accurately, energy saving and emission reduction in this paper, starting from the construction situation and background of double carbon park, analyzes the double carbon based on Internet industry park construction goal and the concrete construction, operational planning, and from the scientific research, industry, technology, application, market several aspects proposed the industrial Internet double carbon park advance path.

Keywords

Peak Carbon Neutrality, Park, Industrial Internet

Copyright © 2022 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

以全球变暖为标志的气候变化正在对自然环境和人类生存产生巨大的威胁。联合国政府间气候变化专门委员会指出，人类活动使大气中二氧化碳等温室气体增加，导致 20~21 世纪初期间地球表面增温 0.74℃。为应对以二氧化碳为代表的温室气体排放问题给全球气候带来的挑战，多个国家共同签署了《联合国气候变化框架公约》等公约，碳排放问题已成为全球普遍关注的问题。中共中央国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见明确指出“深入贯彻习近平生态文明思想，立足新发展阶段，贯彻新发展理念，构建新发展格局，坚持系统观念，处理好发展和减排、整体和局部、短期和中长期的关系，把碳达峰、碳中和纳入经济社会发展全局” [1]，这是我国建成社会主义现代化强国的必经之路，是我国生态文明建设的内在要求，也是我国应对全球气候变化、维护地球资源可持续做出的贡献。

根据 IEA 数据显示，2018 年我国碳排放中，电力和供热碳排放约占 51%，工业碳排放占 28%。工业是我国国民经济的支柱产业，其低碳转型的成效深刻影响着我国“碳达峰、碳中和”的工作进展。工业园区是我国经济、城镇化发展的重要载体，是工业集约发展的重要战略 [2]，也是工业实现绿色低碳转型的重要环节。深入挖掘工业园区绿色低碳发展的系统作用和集成效应，对我国实现既定的脱碳目标至关重要。然而，目前我国双碳园区的建设仍面临着产业结构发展不均衡、建设标准规范滞后、低碳技术研发和应用水平低等问题 [3]。作为新一代信息通信技术和工业制造深度融合的新业态，工业互联网可推动工业园区实现绿色转型升级和能源高效利用，探索基于工业互联网的双碳园区发展模式和推进路径，对于园区的可持续发展和我国双碳目标的实现有重要意义。

2. 双碳园区发展概述

2.1. 工业互联网双碳园区发展内涵

工业互联网双碳园区是指利用工业互联网在工业园区的规划、建设、管理、运营等各个方面全方位系统性地融入碳中和理念，依托零碳智能化管理系统，以精准化规划碳中和目标设定和实践路径，以泛在化感知全面监测碳元素生成和消减过程，以数字化手段整合节能、减排、固碳、碳汇等碳中和措施，

以智慧化管理实现产业低碳化发展、能源绿色化转型、设施集聚化共享、资源循环化利用，实现园区内部碳排放与吸收自我平衡，生产生态生活深度融合的新型产业园区。自 2010 年起，低碳经济就已成为了国家工业园区建设的重要内容，通过引进新能源、节能减排、清洁生产等技术，促进工业园区向低能耗、循环利用、减量化的生产方式转型，从而降低企业成本，提升企业的经济效益[4]。根据我国工业园区绿色低碳化转型的发展历程，可将其分为四种类型：循环经济工业园、生态工业园区、低碳工业园区和近零碳排放示范区，其中，近零碳排放示范区指园区内部碳源减碳汇接近于零，最接近双碳园区的要求[3]。

2.2. 双碳园区发展现状

随着环境问题的加剧和国家对双碳目标的重视，双碳园区的概念逐步深入各地区和各行业，相关的政策文件密集出台，相关规划建设如火如荼，不少能源企业、建筑企业、生产制造企业、新材料企业等顺势而为、主动参与。

1) 政策现状

近期以来相关政策部署持续加码，推动 5G、工业互联网等新兴技术赋能传统产业绿色低碳发展，政策体系加速完善。工信部部长肖亚庆日前在国新办新闻发布会上表示，将稳妥有序推进工业绿色低碳转型，其中将实施制造业绿色低碳转型行动，发布绿色低碳升级改造导向目录，引导重点行业绿色低碳升级改造，推进重点行业和领域低碳工艺革新和数字化转型。2021 年 9 月 1 日，《关于推进国家生态工业示范园区碳达峰碳中和相关工作的通知》中，提出了以产业优化、技术创新、平台建设、宣传推广、项目示范为抓手，在“一园一特色，一园一主题”的基础上，形成碳达峰碳中和工作方案和实施路径的要求[5]。

政府也积极实行资金加码支持企业绿色改造，从部委到地方将进一步加大对企业数字化、绿色化改造的资金支持。工信部明确，将鼓励支持企业加大投入，引导金融机构加大对企业数字化、绿色化改造的支持力度。地方上也拿出“真金白银”的政策激励，例如内蒙古于 2022 年 2 月发布 30 条支持制造业高端化、智能化、绿色化发展的政策措施，明确支持绿色制造示范，对新认定为国家级绿色工厂、绿色产品、绿色供应链等主体给予 100 万元一次性奖励。2022 年 3 月，江苏宿迁市近日设立智改数转绿色化贷款风险补偿资金池，总规模不超过 5000 万元，对全市工业企业纳入智改数转绿色化项目融资增信，为企业提供低成本信贷支持。

2) 产业发展现状

“十三五”以来，工业领域以传统行业绿色化改造为重点，以绿色科技创新为支撑，以法规标准制度建设为保障，大力实施绿色制造工程，工业绿色发展取得明显成效。一是产业结构优化，高技术制造业、装备制造业增加值占规模以上工业增加值比重分别达到 15.1% 和 33.7%，分别提高了 3.3% 和 1.9%。二是能源资源利用效率提升，规模以上工业单位增加值能耗降低 16%，单位工业增加值用水降低 40%。三是清洁生产水平提高，重点行业主要污染物排放强度降低 20% 以上。四是绿色低碳产业初具规模，截至 2020 年底，节能环保产业产值约 7.5 万亿元。五是绿色制造体系构建，制定 468 项节能与绿色发展行业标准，建设 2121 家绿色工厂、171 家绿色工业园区、189 家绿色供应链企业，推广近 2 万种绿色产品。

目前，工信部在《“十四五”工业绿色发展规划》中明确指出，工业产业结构、生产方式绿色低碳转型取得显著成效，绿色低碳技术装备广泛应用，能源资源利用效率大幅提高，绿色制造水平全面提升，为后续工业领域碳达峰奠定坚实基础，其主要目标如下：a) 碳排放强度持续下降。单位工业增加值二氧化碳排放降低 18%，钢铁、有色金属、建材等重点行业碳排放总量控制取得阶段性成果。b) 污染物排放强度显著下降。有害物质源头管控能力持续加强，清洁生产水平显著提高，重点行业主要污染物排放强度降低 10%。c) 能源效率稳步提升。规模以上工业单位增加值能耗降低 13.5%，粗钢、水泥、乙烯等重

点工业产品单耗达到世界先进水平。d) 资源利用水平明显提高。重点行业资源产出率持续提升, 大宗工业固废综合利用率达到 57%, 主要再生资源回收利用量达到 4.8 亿吨。单位工业增加值用水量降低 16%。e) 绿色制造体系日趋完善。重点行业和重点区域绿色制造体系基本建成, 完善工业绿色低碳标准体系, 推广万种绿色产品, 绿色环保产业产值达到 11 万亿元。

3) 碳交易市场发展现状

2011 年 10 月, 北京、天津、上海、重庆、广东、湖北、深圳七省市启动了碳排放权交易地方试点工作。2013 年起, 七个地方试点碳市场陆续开始上线交易, 全国碳排放权交易于 2021 年 7 月 16 日开市, 全国碳市场推出后, 将成为全球覆盖温室气体排放量规模最大的碳市场。生态环境部数据显示, 截至 2021 年 6 月底, 试点省市碳市场累计配额成交量 4.8 亿吨二氧化碳当量, 成交额约 114 亿元, 首批纳入全国碳市场覆盖范围的企业碳排放量超过 40 亿吨。全国碳市场目前唯一的交易产品为碳排放配额, 在市场启动初期, 将只在发电行业重点排放单位之间开展配额现货交易, 暂时不允许机构和个人参与。在发电行业碳市场健康运行以后, 将进一步扩大碳市场覆盖行业范围, 充分发挥市场机制在控制温室气体排放、促进绿色低碳技术创新、引导气候投融资等方面的重要作用。

2.3. 双碳园区发展问题

随着国家将双碳目标上升为国家战略, 以及各地政府、行业和企业绿色低碳经济转型上的积极尝试, 低碳产业发展已取得一定成效。在绿色经济转型的大背景下, 双碳园区建设已成为发展硬指标。然而, 受限于产业、企业发展水平、绿色低碳技术以及园区建设规划等各方面的限制, 双碳园区的建设仍面临许多挑战与困难, 其主要面临的问题有以下几点:

1) 管理制度滞后, 规划路径模糊。一方面, 现阶段对于双碳园区的理解多停留在理论阶段, 缺乏具体的法律法规引导, 围绕“碳达峰碳中和”的相关技术标准、应用规范仍在研发之中; 另一方面, 对于双碳园区具体如何建设的指导性意见很少, 关于双碳园区建设的整体框架、建设重点、规划步骤、效益分析等尚不清晰。

2) 低碳技术支撑薄弱。技术进步是工业园区实现工业低碳化转型的核心内容, 园区要达到“零碳”的目标, 需要创新的节能降碳技术作为基本支持。虽然近年来我国的绿色低碳技术发展迅速, 尤其在关键的清洁能源方面展现出较大优势, 但与发达国家相比仍有一定差距, 目前仍存在理论支撑不足、技术体系思路构件不明确和创新路径不明确等发展瓶颈[6]。

3) 缺乏统一管理平台。目前大部分工业园区内各能源统计系统缺少集中规划平台和统一的智慧能源管理平台, 园区内各能源的使用监测、数据分析、优化调度等管理过程智慧化水平低, 造成资源配置结构不完善, 能源利用效率低下等问题。因此, 基于工业互联网建设双碳园区统一智慧能源管理平台, 对于园区内的能源信息的实时联动和稳定运行有重要意义。

4) 碳排放核算体系发展不成熟。碳排放核算体系是园区获取碳排放数据、评价碳排放水平和分析碳排放情况的核心内容, 是园区碳排放目标完成度的衡量方式, 也是根据园区运行情况制定合理减碳策略的基础[7]。我国虽然已经根据国际 ISO 标准建立了行业企业碳排放核算方法体系, 但工业园区在该体系中并非独立统计个体, 缺乏园区层面的碳排放核算范围、标准和清单编制指导[8], 阻碍了园区低碳、零碳的发展和碳交易的进行。

3. 工业互联网双碳园区发展模式

3.1. 总体发展目标

政府的政策引领和基本技术支持是工业互联网双碳园区的建设两大基本支撑。其中, 政府引导包括

积极出台双碳政策、完善相关法律法规、打造示范性产业引导、设计监督考核机制和统计监测系统等内容。基本技术支持包括完善相关技术标准、打造生态链接、实现产教融合等。

图 1 是工业互联网双碳园区总图规划，如图所示，双碳园区的整体建设目标可分为四个层次，一是双碳园区要充分发挥可信数字基础设施的作用，基于标识解析、区块链等技术构建工业互联网园区网络，实现园区内部双碳信息的传输、流动和共享；建立工业互联网平台，利用双碳模型算法、双碳数据和算力基础设施实现园区内双碳信息的数字化管理；建立园区内安全保护机制，提升企业安全、边界安全和园区公共安全防护能力。二是打造绿色制造公共服务平台，建立碳排放基础数据库、碳排放核算数据库、碳效率评价等双碳服务体系，为园区内部实现“零碳生产”提供综合服务。三是创新应用场景，在业务、要素、技术、关系四大维度层面创立全方位应用场景。四是实现产业生态协同，在园区内部围绕工业互联网和零碳生产，联合建设单位、运营单位、园区企业等开展低碳、零碳、负碳绿色基础研究，打造双碳数据流动闭环，推动园区内设备、工艺、物料等数据联动；在园区外部与政府、区域、能源供给单位、产学研共同构建园区协同零碳生态模式，同时对园区外产业链上下游的生产、物流、库存等数据互通，进而结合具体场景实现园区双碳数据洞察分析，促进资源的充分整合和共享，助力企业绿色化改造升级。

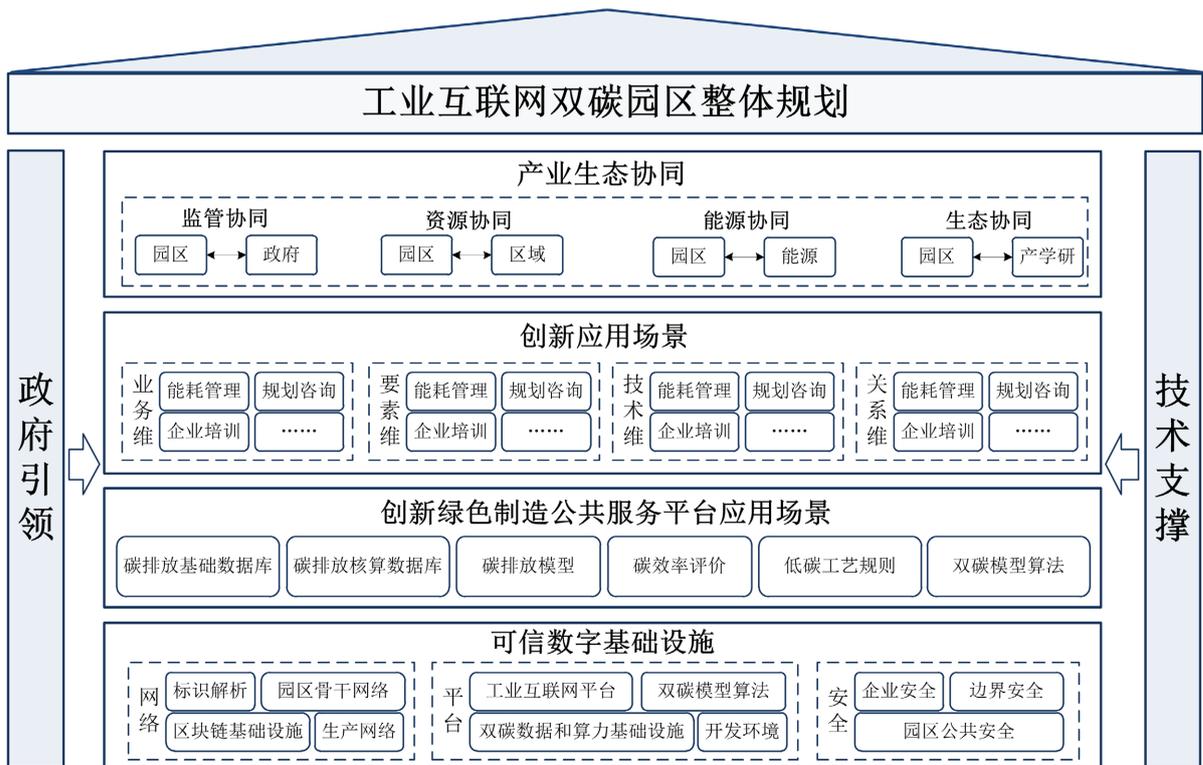


Figure 1. Industrial Internet double carbon park master plan

图 1. 工业互联网双碳园区总体规划

3.2. 园区规划阶段

1) 诊断规划

对于现有园区的零碳化改造，需要针对现有产业结构，构建碳核算模型，进行全量碳数据汇总，确定碳排放目标和线路图。首先，对全园区碳排放基础数据进行全面摸底，做好碳排放数据统计和核查等

基础工作，深入了解自身的碳排放情况。其次，在园区碳排放统计和核查的基础上，推进“碳达峰”测算，科学估算碳达峰目标值和达峰期限。梳理出潜在的减排途径，并对不同减排途径的减排潜力、减排成本和减排效益等进行详细评估和测算。最后，根据碳达峰目标值和测算结果，结合自身具备的能源转型、应用转型、数字化转型三大核心能力，科学选择碳中和路径，明确减排目标、重点任务、重点措施等事项，并制定分年度、分领域的详细减排时间表，形成精细化的碳排放控制计划和实施方案，以确保减排目标切实可行。

2) 顶设先行

对于新建园区，在园区定位、产业选择、空间布局等层面依据碳中和理念与数字融汇赋能的城市高质量发展空间的愿景目标统筹规划，基于创新成长、绿色高效、以人为本的建设理念，进行一体化的双碳园区建设规划。首先，根据诊断结果，坚持绿色、低碳、循环发展的原则，研究制定园区零碳行动方案，按照“规划、建设、运营”的基本思路，参照双碳园区蓝图有计划有安排地推进园区建设，完善园区双碳发展顶层设计。其次，全面考虑零碳能源体系、零碳建筑体系和零碳交通体系的布局，因地制宜规划园区可再生能源(风电、光伏、地热等)区域，充分利用已有规划设计蓝图布局新能源发电以及能源存储转化系统，合理规划充电桩和新能源车位。最后，充分发挥园区管委会的公共服务职能，强化零碳发展的资金支持力度，多渠道统筹资源，探索引入社会资本，建立稳定的资金投入机制，为园区建设提供资金保障。

3.3. 园区建设阶段

1) 产业优化

优化产业结构，加快推广普及碳应用，促进产业链优化，并结合实际情况设定产业优化方案，制定淘汰、改造和引进计划。一方面，在原有园区产业基础上，鼓励产业与城市融合发展，淘汰落后产能，促进第三产业发展，推动建立低能耗、低污染、低排放的新型产业集聚区。另一方面，推动园区企业利用低碳设备、低碳技术及低碳材料进行技术改造、装备升级，提高能源利用率，进一步实现园区高耗能行业转型升级。此外，在招商过程中，避免引入高耗能、高污染、高碳排放项目和企业进入园区，同时也加大对新能源、高新技术产业、节能环保等新兴产业的引进力度，从源头上筑起绿色低碳发展屏障。

2) 机制引导

通过建立相关组织机制，创新碳排放激励机制等，完善园区低碳管理机制，并积极探索建立园区零碳建设的长效机制与政策措施，为实现节能减排、低碳发展提供制度保障。一方面，建立健全专项工作推进机制，制定相关督查考核办法，常态化开展阶段绩效评估，将低碳责任与成效明确到个人，对完成目标任务的责任主体予以奖励，对未完成目标任务的责任主体追究责任。另一方面，鼓励园区企业积极参与碳市场交易，积极融入全国碳市场建设与运行。制定财税激励政策，综合考虑能源、环境和碳税的协同配置，引导形成园区低碳发展长效机制。

3) 零碳改造

根据园区碳排放碳达峰行动方案，完善空间布局，加强低碳基础设施建设，对园区用水、用电、用气等基础设施建设实施低碳化、智能化改造。一方面，推广新能源和可再生能源使用，鼓励在建筑、生活设施中使用可再生能源利用设施，包括如分布式光伏发电系统、风光互补太阳能路灯、智能充电桩等。另一方面，对园区采暖、通风、空调、热水供应、照明、电器等基础设施进行节能改造，提高能源利用效率。此外，加强园区数字化改造，建设碳监测体系，建立能源消耗和碳排放统计监测平台，加强对园区工业、建筑、交通用电等基础数据统计，建立并完善企业碳排放数据管理和分析系统，支撑园区管理者科学规划、精准部署。

3.4. 园区运营阶段

1) 数字赋能

通过智慧园区体系,对园区内水电、光伏、储能等各类能源数据进行全面管理及趋势分析,整合碳管理模块,建设零碳操作系统。基于零碳操作系统,利用大数据、云计算、边缘计算和物联网等技术对采集数据进行聚类、清洗和分析,建立企业范围内的资源-能源平衡模型,并设定评价指标体系,结合统计分析、动态优化、预测预警、反馈控制等功能,实现企业能源信息化集中控制、设备节能精细化管理和能源系统化管理,降低设备运行成本,提升能源利用效率。

2) 要素配置

强化要素支撑,对接配置相关土地、机制、金融、技术、人力、数据等资源要素,建设包括园区企业、园区管理机构、政府主管部门分层次、多角度的监管体系,实现多元化、信息化监测模式。建设能源与碳排放信息管理平台,积极推动与园区绿色金融综合服务平台、招商引资服务平台等互联互通,建立低碳企业库、低碳项目库、低碳人才库和政策工具库等专题数据库,加强企业碳排放统计监测及服务能力,实现对园区碳排放及用能的综合分析和实时监控,提升碳排放管理信息化水平。

4. 工业互联网双碳园区推进路径研究

4.1. 提升科研能力

根据《“十四五”工业绿色发展规划》相关要求,聚焦钢铁、有色金属、石化化工、建材等工业领域重点行业,研究编制“工业互联网+双碳”实施方案,指导利用工业互联网、大数据、5G等新一代信息技术提升能源、资源、环境管理水平,深化生产制造过程的数字化应用,赋能绿色制造。搭建技术载体,推动建设“工业互联网+双碳”评测实验室,开展节能诊断、能效对标、碳配额分析、区域/行业碳目标成效评价,支撑绿色低碳评估体系建设。联合行业龙头企业共建细分领域“工业互联网+双碳”联合实验室,狠抓绿色低碳技术攻关,加快先进技术研发和推广应用,打造应用示范。聚焦绿色制造体系和服务体系建设,将5G全连接工厂与绿色工厂建设结合,促进OT与IT、CT、DT深度融合,加强对再生资源全生命周期数据的智能化采集、管理与应用。

4.2. 深化产业融合

面向区域,推动建设“工业互联网+双碳”公共服务平台,高效配置政策、技术、数据、人才等要素资源,深化产品研发设计、生产制造、应用服役、回收利用等环节的数字化应用,推动新一代信息技术与绿色低碳产业深度融合,打造绿色制造体系和服务体系,促进数字化智能化绿色化融合发展。面向企业,积极推动数字技术赋能“专精特新”中小企业绿色发展,按产业链梳理“专精特新”中小企业数字化转型、绿色化发展共性需求,开展标准宣贯、现场诊断和供需对接,引导企业参与实施工业低碳行动和绿色制造工程,提升企业数字化水平,降低企业零碳化发展成本。

4.3. 拓展数据应用

依托国家工业互联网大数据中心体系,面向冶金、石化、建材等重点高耗能行业和京津冀、长三角、粤港澳、成渝等重点区域建设国家工业互联网大数据中心双碳分中心,支撑承载绿色低碳基础数据平台,统筹绿色低碳基础数据和工业大数据资源,建立数据共享机制,推动数据汇聚、共享和应用。一方面,基于平台数据,开展碳足迹、水足迹、环境影响分析评价,多维度汇聚工业数据资源,特别面向“两高”行业,切实提升重点行业领域能源供给与能耗监测预警能力,为“能耗双控”精准施策提供有力抓手,强化产业链绿色化治理能力。另一方面,探索数据要素市场和碳交易市场协同运行机制,有序推进基于

工业互联网的双碳金融产品和服务开发，设立碳减排货币政策工具，创新“工业互联网+双碳”产融模式，充分发挥市场机制作用，探索碳定价机制，支撑碳排放权交易、用能权交易、电力交易衔接协调。

4.4. 发展绿色低碳技术

科技创新是实现双碳目标的关键驱动力，中央财经委员会第九次会议强调：“要推动绿色低碳技术实现重大突破，抓紧部署低碳前沿技术研究，加快推广应用减污降碳技术，建立完善绿色低碳技术评估、交易体系和科技创新服务平台。”推动工业互联网双碳园区建设，主要包含推进绿色供应链体系建设、推进低碳工艺革新、推进绿色智能改造、推进生产精细化管理四个方面[9]，详细描述如下：

1) 推进绿色供应链体系建设

应利用工业互联网、大数据、区块链等信息化技术，构建数据支撑、网络共享、智能协作的园区绿色供应链管理体系，推动双碳数据自由流动、便捷交互，提升园区资源利用效率及供应链绿色化水平[9]。

2) 推进低碳工艺革新

利用工业互联网技术持续推进生产流程和工艺的绿色化、数字化节能升级，推动低碳工艺革新，实施工艺降碳升级改造。通过流程降碳、工艺降碳、原料替代，实现生产过程降碳。发展绿色低碳材料，推动产品全生命周期减碳[10]。

3) 推进绿色智能改造

积极发展新能源，进行绿色智能化改造，深化节能、降耗、提质、减碳、治污等碳减排重点方向。加强生产线改造，提高自动化生产水平，推广用能设备节能，对重点用能设备、工序等实施信息化数字化改造升级和上云用云，进而赋能产能提升，特别要引导企业采用符合碳排放约束性指标要求的设备、设施和系统[11]。

4) 推进生产精细化管理

利用工业互联网对生产实时数据进行碳排放全流程管控，推动园区内重点用能企业实施节能监察全覆盖，实现生产资源的协同与调度，提高单位能源资源产出效率，促进节能降耗、提质增效[12]。

4.5. 深化碳排放权交易市场建设

碳排放权交易即政府将允许的碳排放配额分发给控排企业，第三方机构每年对控排企业进行碳排放核查，控排企业碳配额充足时可以在交易中心销售剩余配额，控排企业碳配额不足时则可以去交易中心购买其他企业的额度。这种交易机制将碳排放内化为工业企业经营成本，交易形成的碳排放价格则会激励企业选择成本最优的减碳手段，比如生产流程节能减排改造、碳配额购买、碳捕捉等[13]。深化碳排放权交易市场建设，通过完善的交易体系和制度引导企业减少碳排放、进行碳排放的总量控制，有助于促进产业结构从高能耗向低能耗转变、降低全社会减排成本和经济结构绿色低碳转型。目前，建立双碳园区迫切需要融资支持，而低碳生产的成果在碳交易市场中也将转化为碳资产，从而吸引进一步的投资。

5. 结论

打造双碳园区是工业领域实现节能减排和绿色转型的重要途径，可利用工业互联网等数字化手段推进园区实现绿色低碳工艺创新和数字化转型，从而提高能源利用效率，实现“双碳”目标。为解决双碳园区目前面临的建设困境，推进园区绿色经济转型，本文以总体发展目标、园区规划、园区建设和园区运营四个阶段为基础，提出了工业互联网与双碳园区相融合的发展模式，并不断细化各阶段行动方案。同时，本文结合我国双碳园区发展现状，以发展绿色低碳技术为重点，提出了通过提升科研能力、深化产业融合、拓展数据应用、发展绿色低碳技术和深化碳排放权交易市场建设等方式推进工业互联网双碳

园区建设规划的路径。

随着国家“双碳”战略的不断推进,以及工业互联网的深度发展,基于工业互联网的精细化、动态化双碳园区建设将成为未来的发展趋势。各企业和单位应抓住机遇,以政策和机制为基础保障,用好国家、省市区的各项优惠政策,积极开展双碳园区的建设和创新。

基金项目

工业互联网创新发展项目:网络标识建设项目(2020)。

参考文献

- [1] 朱黎阳. 大力发展循环经济助力实现碳达峰碳中和目标——解读《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》[J]. 表面工程与再制造, 2022, 22(1): 11-14.
- [2] 吕一铮, 田金平, 陈吕军. 推进中国工业园区绿色发展实现产业生态化的实践与启示[J]. 中国环境管理, 2020, 12(3): 85-89.
- [3] 贺沛. “双碳”新政下的中国产业园区[J]. 产城, 2021(6): 44-47.
- [4] 蒋建胜. “双碳”背景下生态工业园区建设对策研究[J]. 中国产经, 2022, 289(9): 126-128.
- [5] 中华人民共和国生态环境部. 关于推进国家生态工业示范园区碳达峰碳中和相关工作的通知[EB/OL]. https://www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxgk/sthjbs/202109/t20210901_884575.html, 2022-05-26.
- [6] 刘仁厚, 杨洋, 丁明磊, 等. “双碳”目标下我国绿色低碳技术体系构建及创新路径研究[J]. 广西社会科学, 2022, 322(4): 8-15.
- [7] 晏为谦, 刘凯. 广东省产业园区低碳发展策略研究[J]. 广东科技, 2021, 30(8): 69-74.
- [8] 朱坦, 冯昱, 汲奕君, 等. 我国低碳产业园区建设与发展的推进路径探索[J]. 环境保护, 2014, 42(Z1): 43-45.
- [9] 舍得低碳频道. 工业互联网双碳园区系列 15——双碳园区的建设路径[EB/OL]. <https://www.bilibili.com/read/cv16731601>, 2022-05-22.
- [10] 舒扬. “工业互联网+双碳”实施方案呼之欲出[J]. 宁波经济: 财经视点, 2022(4): 37-38.
- [11] 王海. 建设国家能源工业互联网助力“双碳”目标实现[J]. 电气时代, 2022(1): 20-21.
- [12] 周德群, 吴菲, 邓海东, 等. 传统工业园区实现“双碳”目标路径研究[J]. 北京理工大学学报(社会科学版), 2022, 24(4): 1-15.
- [13] 王为东, 王冬, 卢娜. 中国碳排放权交易促进低碳技术创新机制的研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2020, 30(2): 41-48.