

基于数智化技术的能碳一体化管理模式探讨

俞凯

中车资产管理有限公司

DOI: 10.32629/jpm.v7i2.8723

[摘要] 在“双碳”目标推进与数智化转型深度融合的背景下，能源管理与碳管理的割裂困境日益凸显，传统管理模式已难以适配企业绿色低碳发展的多元需求。数智化技术凭借其数据聚合、智能分析与协同调控的核心优势，为打破能碳管理壁垒、构建一体化管理体系提供了全新路径。本文基于数智化技术的应用特征，结合当前能碳管理的现实痛点，探讨能碳一体化管理模式的构建逻辑、核心架构与实施路径，为各类主体实现能源高效利用与碳减排协同推进提供理论参考与实践借鉴。

[关键词] 数智化技术；能碳一体化；管理模式；双碳目标

Exploring an Integrated Energy–Carbon Management Model Through Digital Intelligence Technology

Yu Kai

CRRC Asset Management Co., Ltd.

[Abstract] Against the backdrop of the dual carbon goals and deep integration of digital intelligence transformation, the fragmentation between energy management and carbon management has become increasingly evident. Traditional management models can no longer meet the diverse needs of enterprises pursuing green and low-carbon development. Leveraging its core advantages in data aggregation, intelligent analysis, and collaborative regulation, digital intelligence technology offers a novel approach to break down barriers in energy-carbon management and establish an integrated management system. This paper examines the application characteristics of digital intelligence technology, addresses current pain points in energy-carbon management, and explores the construction logic, core architecture, and implementation pathways of an integrated energy-carbon management model. The findings provide theoretical references and practical insights for various stakeholders to achieve synergistic progress in energy efficiency and carbon reduction.

[Key words] digital intelligence technology; energy-carbon integration; management model; dual carbon goals

引言：

随着全国碳市场扩容、ESG披露要求趋严，以及能源价格波动带来的成本压力，企业面临着节能降本与降碳合规的双重挑战。能源与碳本是一体两面，能源消耗是碳排放的主要来源，节能更是最直接有效的降碳手段，但在传统管理框架中，二者往往被割裂为两个独立领域，形成数据孤岛、系统分立与决策协同困难等诸多困境。工业和信息化部印发的《工业企业和园区数字化能碳管理中心建设指南》明确提出，要依托数字技术实现能耗与碳排放的精准管控、智能决策，这为能碳一体化管理指明了方向。数智化技术涵盖人工智能、物联网、大数据、区块链等前沿领域，其与能碳管理的深度融合，能够打破传统管理的局限，推动管理模式从分散粗放向集成精细转型，实现

能源利用效率提升与碳减排目标的协同落地，这也是当前绿色低碳转型与数智化发展的必然趋势。

一、数智化技术赋能能碳一体化管理的核心逻辑

数智化技术对能碳一体化管理的赋能，本质上是通过技术手段打通能源消耗与碳排放的全链路，实现数据、流程与决策的深度协同，其核心逻辑体现在数据整合、智能分析与闭环管控三个层面，三者层层递进、有机衔接，构成能碳一体化管理的技术支撑体系。

数据整合是基础前提。数智化技术通过物联网智能传感、多系统接口对接等方式，实现电、气、水、热等能源消耗数据与化石燃料燃烧、外购电力等碳排放相关数据的全面采集，再通过大数据技术完成数据清洗、校准与标准化处理，构建统一

的能碳数据底座，打破部门间的数据壁垒，为后续的分析与决策提供精准、全面的数据支撑。

智能分析是核心支撑。依托人工智能与大数据分析技术，对统一数据底座中的能碳数据进行深度挖掘，可实现能耗与碳排放的动态监测、趋势预测与异常预警。通过构建能碳关联分析模型，能够清晰识别能源消耗与碳排放的核心影响因素，量化节能措施对应的碳减排效益，同时模拟不同用能方案、生产调整策略下的能碳变化趋势，为管理决策提供科学依据，改变传统管理中依赖经验判断的被动局面。

闭环管控是落地保障。数智化技术能够打通“数据采集—分析研判—策略制定—执行反馈”的全流程闭环，将智能分析得出的优化策略精准推送至各执行环节，实时跟踪策略执行效果，同步采集执行过程中的能碳数据，形成动态调整机制。这种闭环管控模式，能够确保能碳管理策略的精准落地，实现能源利用与碳减排的持续优化，推动管理从“事后补救”向“事前预防、事中管控”转型。

二、当前能碳管理的现实困境与数智化转型必要性

(一) 当前能碳管理的核心困境

当前我国能碳管理仍以分散式管理为主，尤其是在工业、园区等重点领域，诸多困境严重制约了绿色转型的效率与质量。数据孤岛与双重记账问题最为普遍，不同部门分管能源与碳管理工作，数据存储在不同系统中，口径不统一、采集不同步，导致后续数据整合与分析需要耗费大量人力，准确性与时效性大幅下降，甚至出现数据冲突，影响决策科学性。

系统分立带来的重复投资问题同样突出，许多企业先投资建设能源监控系统以实现节能目标，后又单独采购碳核算平台满足合规要求，这种烟囱式系统建设不仅造成硬件、软件与运维人力的浪费，更固化了数据割裂的格局，无法形成能碳协同优化的合力。

决策协同困难进一步加剧了管理困境，节能与降碳团队缺乏统一的数据语言与协同平台，一项节能技改可能未充分量化碳减排效益，导致综合价值被低估。而一项降碳策略可能脱离实际能源消耗与生产工艺约束，变得不切实际或成本过高，难以实现经济效益与环境效益的平衡。此外，传统管理模式以人工决策为主，响应速度滞后，无法适配能碳数据动态变化的需求，难以实现精细化管控。

(二) 数智化转型的必要性

从实践层面来看，数智化技术能够有效打破数据孤岛，通过统一数据底座实现能源与碳数据的协同管理，减少重复投资，提升管理效率。同时，智能分析与闭环管控能力能够弥补传统人工决策的不足，实现能碳管理的精准化、动态化与智能化，帮助企业在满足合规要求的同时，降低能源成本、挖掘碳资产价值。

从行业发展来看，随着全国碳市场建设的不断完善，以及欧盟碳边境调节机制的实施，企业面临的碳约束日益严格，数智化赋能的能碳一体化管理模式，能够帮助企业提升核心竞争力，实现绿色可持续发展，同时推动整个行业从要素驱动向创新与绿色双驱动转型。

三、基于数智化技术的能碳一体化管理模式构建

基于数智化技术的能碳一体化管理模式，以“数据协同、智能驱动、闭环管控、价值共生”为核心，依托数智化技术构建“数据层—技术层—应用层”的三级架构，实现能源管理与碳管理的深度融合，兼顾合规、节能、降碳与价值变现多重目标。

(一) 数据层：构建统一能碳数据底座

数据层是能碳一体化管理模式的基础，核心任务是实现多源能碳数据的全面采集、整合与标准化，打破数据孤岛。数据采集范围覆盖能源消耗全环节与碳排放全场景，包括工业生产、建筑运营、交通运输等领域的电、气、水、热等能源数据，以及化石燃料燃烧、外购电力热力、工业生产过程等碳排放相关数据。通过物联网智能传感设备、MES系统、能源监控系统等多渠道采集数据，确保数据采集的实时性与全面性，其中工业领域可实现多道工序的海量数据采集，为精准管理提供支撑。

数据整合阶段，利用大数据技术对采集到的多源数据进行清洗、去重、校准，解决不同数据口径不统一、采集颗粒度不一致的问题，建立统一的数据标准与编码体系，实现能源数据与碳排放数据的同源同步。同时，借助区块链技术对数据进行加密存证，确保数据的真实性、完整性与安全性，防止数据篡改，为碳核算、碳交易等业务提供可信的数据支撑，构建覆盖全场景、全流程的统一能碳数据底座。

(二) 技术层：强化数智化技术支撑体系

技术层是能碳一体化管理模式的核心驱动力，整合物联网、大数据、人工智能、区块链等数智化技术，为数据层与应用层提供技术支撑，实现数据的高效处理与智能应用。物联网技术承担数据采集与传输的核心功能，通过智能传感设备、无线传输模块等，实现能碳数据的实时采集与远程传输，确保数据能够及时汇总至统一数据底座，打破传统人工采集的局限。

大数据技术负责数据的存储、处理与挖掘，通过分布式存储技术实现海量能碳数据的安全存储，借助数据挖掘算法挖掘能碳数据之间的关联关系，识别能源消耗与碳排放的关键影响因素，为智能分析与决策提供支撑。人工智能技术则通过构建能碳预测模型、异常预警模型、优化调度模型等，实现能耗与碳排放的动态预测、异常情况的实时预警，以及优化策略的智能生成，推动管理决策从经验驱动向数据驱动转型。

区块链技术主要保障数据安全与可信共享，通过多节点存证实现数据不可篡改，在企业、政府、核查机构之间建立可信的数据协同机制，简化碳核查、碳交易等流程，提升管

理效率。各技术并非孤立存在，而是相互融合、协同发力，形成全方位、多层次的数智化技术支撑体系，为能碳一体化管理提供核心动力。

（三）应用层：实现能碳协同管控与价值挖掘

应用层是数智化技术赋能能碳一体化管理的具体落地载体，基于数据层与技术层的支撑，构建覆盖能碳监测、核算、管控、价值挖掘的全流程应用体系，实现管理目标的落地。能碳动态监测应用通过实时汇聚数据底座中的能碳数据，实现能耗与碳排放的可视化展示，实时跟踪能碳指标的变化情况，当出现数据异常时，自动发出预警信号，提醒管理人员及时处置，实现能碳管理的事中管控。

智能核算分析应用依据温室气体核算体系与相关标准，实现能源消耗统计、碳排放核算的自动化的，支持不同时间维度、不同边界范围的能碳核算，自动生成能碳清单、碳盘查报告、产品碳足迹报告等，满足合规披露与内部管理需求，大幅提升核算效率。以部分企业应用为例，通过该应用可使各类报告产出效率提升80%以上，显著降低人工核算成本。

协同管控执行应用将智能分析生成的优化策略，精准推送至各执行环节，包括能源调度调整、生产工艺优化、绿电替代等，实时跟踪策略执行效果，同步采集执行过程中的能碳数据，形成“分析—决策—执行—反馈”的闭环管控，确保节能降碳目标落地。价值挖掘赋能应用则聚焦碳资产与节能效益的挖掘，通过分析能碳数据，识别节能降碳潜力，指导企业开展绿电交易、碳配额交易等，实现节能效益与碳资产收益的双赢，激发企业绿色转型的内生动力。

四、基于数智化技术的能碳一体化管理模式实施路径

基于数智化技术的能碳一体化管理模式的实施，需结合不同主体的实际需求，遵循“统筹规划、分步推进、试点先行、持续优化”的原则，从基础建设、技术融合、机制完善、人才培养四个方面有序推进，确保模式落地见效，避免盲目建设与形式化转型。

统筹规划，夯实基础建设。首先要明确能碳一体化管理的目标，结合自身行业特点、能源消耗与碳排放现状，制定针对性的实施规划，明确各阶段的任务与重点。基础建设方面，优先完善数据采集基础设施，部署智能传感设备、升级数据传输系统，实现多源能碳数据的全面采集。同时，搭建统一的能碳数据底座，建立数据标准与编码体系，打破数据孤岛，为后续技术融合与应用落地奠定基础。对于园区等集中场景，可依托统一平台实现区域内企业能碳数据的汇聚与协同管理，提升区域能碳管理水平。

技术融合，推动应用落地。聚焦核心技术的融合应用，优先推广成熟的数智化技术与应用场景，避免盲目追求高端技

术。对于工业企业，重点推进物联网与生产系统的融合，实现生产环节能碳数据的实时采集与精准管控。利用人工智能技术优化生产工艺与能源调度，提升能源利用效率与碳减排效果。对于园区，可搭建能碳数字化运营管理平台，实现区域内能源与碳的协同管控，推动工业余热等资源的循环利用，形成区域绿色发展良性循环。同时，逐步引入区块链技术，保障数据安全与可信共享，支撑碳交易等业务开展。

完善机制，强化保障支撑。建立健全能碳一体化管理机制，明确各部门、各岗位的职责，形成协同推进的工作格局，避免管理脱节。完善考核激励机制，将能源利用效率、碳减排目标纳入绩效考核体系，激发员工参与能碳管理的积极性。建立数据安全管理制度，规范数据采集、存储、使用、共享等环节的管理，防范数据安全风险。同时，加强与政府部门、科研机构、行业协会的合作，借鉴先进经验，获取技术支持与政策指导，推动管理模式持续优化。

培育人才，提升管理能力。数智化能碳一体化管理需要复合型人才，既要掌握数智化技术，又要熟悉能源管理与碳管理相关知识。因此，需加强人才培育，开展针对性的培训，提升现有管理人员的数智化应用能力与能碳管理水平。同时，引进数智化、绿色低碳领域的专业人才，组建专业的管理团队，为模式实施提供人才支撑。此外，可通过搭建线上知识库、开展行业培训等方式，提升从业人员的专业素养，推动行业整体管理水平提升。

五、结论

数智化技术的发展为破解传统能碳管理的割裂困境提供了全新路径，基于数智化技术的能碳一体化管理模式，通过构建“数据层—技术层—应用层”的三级架构，实现了能源管理与碳管理的深度融合，能够有效打破数据孤岛、优化管理流程、提升决策科学性，兼顾合规、节能、降碳与价值变现多重目标。该模式的核心在于依托数智化技术实现能碳数据的统一管理与智能应用，通过闭环管控确保管理策略落地见效，为各类主体绿色低碳转型提供了可行的解决方案。实践证明，数智化赋能的能碳一体化管理能够有效提升能源利用效率、降低碳排放，同时带来显著的经济效益，是推动“双碳”目标实现与数智化转型深度融合的重要抓手。

【参考文献】

- [1]工业和信息化部. 工业企业和园区数字化能碳管理中心建设指南[Z]. 2025.
- [2]生态环境部. 加快建设全链条、数字化、智能化的全国碳市场管理平台[J]. 环境经济, 2025(18): 28-33.
- [3]李娟, 王浩. 数智化赋能工业能碳一体化管理的路径研究[J]. 中国能源, 2025, 47(05): 45-51.