

“双碳”背景下企业碳审计框架及评价指标体系研究

——以能源、化工行业为例

刘静远*, 孙欣颜, 周小轲, 高楠

南京审计大学内部审计学院, 江苏 南京

收稿日期: 2025年11月3日; 录用日期: 2025年12月1日; 发布日期: 2025年12月11日

摘要

围绕“双碳”背景下企业碳治理与审计监督的双重变革, 依据能源、化工行业的碳审计现状与困境, 探究推动“双碳”战略目标达成的审计工具与实施策略。在文献研究的基础上, 分析现有企业内部碳审计意义和存在的障碍, 指出企业内部碳审计对实现碳减排的重要性和紧迫性, 构建企业碳审计框架和评价指标体系。通过案例验证企业碳审计框架和评价指标的科学性和可行性。并凸显碳审计框架和评价指标对中国碳审计发展的重要性。

关键词

碳审计, “双碳”, 评价体系

Research on Corporate Carbon Audit Framework and Evaluation Indicator System under the “Dual Carbon” Goals

—Evidence from the Energy and Chemical Industries

Jingyuan Liu*, Xinyan Sun, Xiaoke Zhou, Nan Gao

School of Internal Audit, Nanjing Audit University, Nanjing Jiangsu

Received: November 3, 2025; accepted: December 1, 2025; published: December 11, 2025

*通讯作者。

文章引用: 刘静远, 孙欣颜, 周小轲, 高楠. “双碳”背景下企业碳审计框架及评价指标体系研究[J]. 国际会计前沿, 2025, 14(6): 1503-1509. DOI: 10.12677/fia.2025.146168

Abstract

Focusing on the dual transformation of corporate carbon governance and audit supervision under the context of “Dual Carbon” goals, and based on the current situation and challenges of carbon auditing in the energy and chemical industries, this study explores the audit tools and implementation strategies to promote the achievement of the “Dual Carbon” strategic goals. Building on literature research, it analyzes the significance and existing obstacles of internal corporate carbon auditing, points out its importance and urgency for achieving carbon emission reduction, and constructs a corporate carbon audit framework and evaluation indicator system. The scientific nature and feasibility of this framework and evaluation indicators are verified through case studies, underscoring their importance for the development of carbon auditing in China.

Keywords

Carbon Auditing, “Dual Carbon”, Evaluation System

Copyright © 2025 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

2020 年 9 月, 在第 75 届联合国大会上中国提出 2030 年前碳达峰、2060 年前碳中和目标(简称“双碳”)并在之后的一系列重大生态与战略会议上多次重复强调此项目标。“碳达峰、碳中和”已成为我国生态环境发展中的一项重要指标。碳审计逐渐成为各国可持续发展绿色经济的重要手段, 我国碳审计起步较晚, 到目前为止仍处于发展阶段, 发展空间比较宽广, 但在发展过程中问题也逐渐暴露出来。现阶段, 我国开展的碳审计主要是国家审计, 社会审计与企业内部审计等领域参与度不高。存在政策措施不完善, 碳审计人才匮乏, 信息披露不完整, 监督不到位等问题。在“双碳”背景下, 碳审计应在“碳达峰、碳中和”目标达成的进程中有效履行其职能。

全球化石燃料碳排放峰值预计 2025 年全球化石燃料二氧化碳排放量将达到峰值约 390 亿吨, 其中 2022 年排放量已创历史新高(383 亿吨)。电力和热力部门是主要排放源, 2022 年直接碳排放达 144 亿吨, 工业部门排放约 99.5 亿吨, 交通运输部门排放 78 亿吨[1]。预计 2025 年后, 可再生能源新增装机量将显著抑制化石能源需求, 推动排放下降。

中国化工行业年碳排放量超过 10 亿吨, 其中重点子行业如炼油、煤化工、合成氨、纯碱等占比最大。例如, 煤制甲醇、合成氨等煤化工过程的碳排放占比高达全流程的 50%~70% [2]。2022 年全球化石燃料碳排放约 99.5 亿吨, 预计 2025 年达峰值 390 亿吨后逐步下降。中国工信部提出, 到 2025 年单位工业增加值二氧化碳排放需较当前水平降低 18%, 重点控制石化、化工等行业的总量。

根据国际能源署(IEA): 《Global Energy Review 2023》和中国碳核算数据库(CEADs): 《中国能源碳排放年度报告 2022》的统计, 当前中国能源碳排放占全球总排放约 31%, 主要来自煤炭和石油; 化工行业碳排放占全国总排放量的 10%~12%, 占全球化工行业总排放的 40%。现有的统计数据表明, 中国能源、化工行业碳排放量巨大, 要实现“双碳”目标, 必须要强力推进企业碳审计工作。

课题研究主要对企业碳审计存在的问题进行梳理, 结合能源、化工行业高碳排放问题引出开展企业碳审计的紧迫性, 分析我国企业碳审计现状和发展趋势。

2. 碳审计国内外研究现状和发展

碳审计最早源于政府审计，Jessie Francois 于 2003 年最早提出“碳审计”的概念，其认为碳审计是环境审计的一个分支[3]。全球范围内，荷兰率先在 2007 年对碳排放量的核查工作做出了规定，成为最早推行碳审计国家；英国在 2009 年成为提出“低碳审计”的国家，英国碳审计由政府审计主导，社会和企业内部审计高效协同。日本碳审计以社会审计为主、政府和内部审计为辅。美国重视碳审计人才培养，成为碳审计最先进的国家。中国最初进行碳审计的是香港特别行政区，2008 年香港颁布了第一部为碳审计提供科学系统方法的指引。随着经济的发展以及对低碳发展的需求，碳审计逐渐从单纯的政府审计扩散到社会审计，不足的是社会审计缺乏强制性，仍然依赖于自觉性[4]。

2022 年国务院印发的《计量发展规划(2021~2035)》指出，建立碳排放计量审查制度，强化重点排放单位的碳计量要求，尤其是碳排放量大的高耗能、高能耗的企业应该更重视碳审计。目前，我国碳排放审计以国家审计为主导，社会审计和内部审计与政府审计之间的协同性不够。而企业碳减排对“双碳”目标实现具有决定性意义，在这样的背景条件下，研究“双碳”背景下企业审计体系重建及运行机制设计，具有重要的理论指导意义和实际应用价值。

“双碳”背景下，能源、化工行业实施碳审计具有充分的理由和必要性。包括但不限于能源化工企业作为碳排放的主要来源之一对其碳排放量的控制对于实现碳达峰碳中和的重要意义和与生俱来的重要责任。碳审计已经成为了评估企业社会形象与品牌价值的重要组成部分。截止 2022 年，中石油已经连续 11 年获评《中国新闻周刊》低碳榜样企业。在第九届“国企好新闻”颁奖仪式上，中石油 5 件作品从全国 4570 件作品中脱颖而出，获评一等奖 1 项、三等奖 4 项。碳审计还能够提高企业的社会形象和品牌价值。随着社会对环保问题的关注度不断提高，企业的低碳转型已经成为了一种企业绿色形象展示[5]。在对企业能源、生产、供应链等全过程的碳足迹追踪分析的过程中，企业能够识别出碳排放的关键节点，对此环节可以采取针对性措施采取一系列节能减排措施，优化碳排放的相关节点，降低成本并助力企业进行产业升级。

石化行业碳排放来源主要包括化石燃料的直接燃烧、工业生产过程的排放、企业外购电力及热力造成的间接排放以及供应链排放[6]。石化行业碳排放结构如图 1 所示：

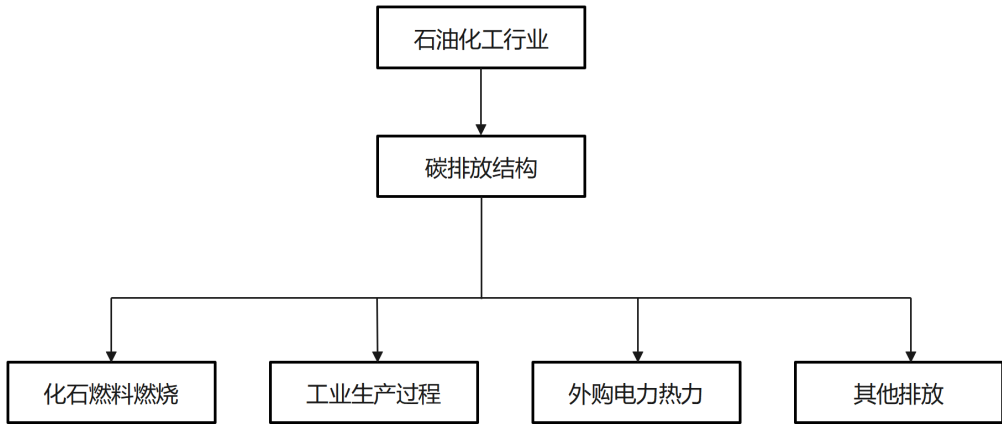


Figure 1. Structure diagram of carbon emissions in the petrochemical industry
图 1. 石化行业碳排放结构图

3. 碳审计发展困境

我国碳审计相关政策法规与标准体系仍然不完善，缺乏统一标准。我国尚未建立全国性的碳审计准

则,行业间、区域间的核算方法、数据口径存在差异,导致审计结果可比性和公信力不足。现阶段,我国开展的碳审计主要是国家审计,社会审计参与较少,企业自愿进行内部审计的也很少[7]。法律约束力弱,碳审计多以自愿性为主,缺乏强制性要求,企业参与动力不足;现有环保法规对碳审计的覆盖范围和责任界定不清晰。政策衔接不足,碳审计与碳排放权交易、绿色金融等政策协同性不足,难以形成系统性监管合力。

我国碳审计在技术方法与数据基础上稍显薄弱。在核算方法方面,碳排放核算涉及直接排放、间接排放(如供应链)和隐含碳排放,方法学不统一(如 IPCC、ISO 14064 等标准应用混乱),技术门槛高。在数据质量方面,企业碳排放数据监测、报告与核查(MRV)体系不健全,数据造假或遗漏现象存在;跨部门、跨行业数据共享机制缺失。在技术工具方面,缺乏高效的碳审计信息化平台,区块链、AI 等新技术应用不足,难以实现全流程透明化与自动化。

碳审计所需的专业人才与机构能力不足。专业性的人才缺口大,碳审计需要复合型人才(环境科学、会计学、数据技术等交叉领域),但目前高校培养体系不完善,专业培训机构稀缺。第三方机构参差不齐,具备资质的碳审计机构数量有限,部分机构专业性不足,存在“重形式、轻实质”问题,影响审计结果权威性。

我国对于碳审计市场机制与激励机制的设定存在缺失。企业碳审计多依赖政府要求,主动披露意识薄弱;中小企业和非重点排放行业参与度低。实施碳审计的成本压力大,碳审计涉及设备升级、数据采集等投入,中小企业难以负担,缺乏财政补贴或税收优惠等配套政策。碳审计所得结果不能得到有效应用,审计结果与融资、信贷、政府采购等挂钩机制尚未普及,未能形成市场驱动的正向循环。

4. 碳审计发展策略

碳审计与传统审计不同,传统审计涉及国民经济的所有部门,包括行业、组织和各级政府。相反,碳审计侧重于碳排放的来源,包括采矿、制造、电力、天然气、建筑、运输[8]。是一种通过审计监督来促进节约资源和保护环境工具。碳审计以碳足迹理论为基础,监测个人或团体的碳排放总量,将外部经济影响内化,具体化公司碳排放的社会责任。对相关企业开展碳审计需要有相应的机制支撑。

4.1. 构建企业碳审计多维评价指标体系

碳审计评价指标的选取必须做到指标可行、定性和定量相结合。企业碳审计评价指标的选择要兼顾动态性,比如选择一些与企业持续碳排放监控相关的指标,对于企业对于碳排放的控制能力进行综合评价。同时,企业碳审计评价既要兼顾经济发展,也要兼顾碳排放量的审计,及既要选取与碳排放相关的指标,也要选取企业发展中的经济指标。另外,在企业碳审计评价指标体系构建过程中,还应当设计相关约束性指标[9]。课题拟从环境、经济、技术、人员、制度五个方面选取企业碳审计评价指标,构建多维评价指标体系,即目标层为企业碳审计多维评价指标体系。根据碳审计评价的目标,选择环境、经济、人员、技术、制度五个方面指标作为准则层的指标;再进一步将准则层进行分解,分解为可操作的、可量化的具体指标层[10]。目标层、准则层和指标层的指标设置完成后,结合层次分析法和专家打分法对评价指标体系中的指标赋予权重,并对评价指标体系中的评分依据进行设计,根据评分依据,审计人员可以对评价指标体系中的具体指标进行打分,根据总评分,确定目前该企业碳审计最终结果以及最终评价等级。

企业碳审计多维评价指标体系涵盖环境、经济、技术、人员和制度五个核心维度,各维度下设具体指标以全面评估企业的碳管理能力。

环境维度聚焦碳排放强度,包括单位产值碳排放量和单位产品全生命周期碳排放量,同时关注能源结构优化,如可再生能源消费占比和化石能源替代率(如绿氢替代煤制氢比例)。污染物协同控制方面,通

过废气、废水、固废合规处理率及有毒有害物质排放强度(如 NO_x、SO_x 排放量/万元产值)衡量环境合规性,而碳汇能力则体现为碳捕集与封存(CCUS)技术应用规模及生态修复项目碳汇量(如植树造林面积或碳汇量)。

经济维度从成本投入切入,包括低碳技术投资占比(占年度总投资的%)和碳审计与核查费用;经济效益则通过能源节约收益(基于节能设备节能量与能源价格计算)和碳交易收益(如碳配额交易收入)量化;风险控制强调碳关税应对能力(如出口产品碳足迹达标率)及绿色金融支持度(如绿色信贷或债券规模占比)。

技术维度覆盖减排技术应用水平,如清洁生产工艺覆盖率和低碳技术应用数量(如 CCUS、绿氢制备等),数字化能力体现为碳排放监测系统覆盖率(实时监测设备占比)及大数据与 AI 在碳管理中的应用深度(如预测模型精度),技术创新则通过研发投入占比和低碳专利数量衡量。

人员维度注重专业能力,包括碳审计专业人员占比(如注册碳审计师数量与员工总数之比)和员工低碳培训覆盖率;协作机制通过跨部门碳管理协作效率(如减排目标达成率与部门协同度评分)及外部专家智库支持度(合作机构数量与咨询频次)评估;激励机制则涉及低碳绩效考核权重和员工低碳行为参与率(如节能建议采纳数占总建议数的比例)。

制度维度以管理体系为核心,包括碳管理组织架构完善度(如专职部门设立情况)和碳审计流程标准化水平(符合 ISO 14064 等标准的程度);政策合规性通过国家或地方碳减排政策执行率和碳配额履约率体现;信息披露则关注碳审计报告透明度(第三方认证报告占比)及社会责任报告中碳相关内容完整性。该体系通过多维度联动,为企业的碳审计提供科学、动态的评估框架,助力实现“双碳”目标下的精准管理。

4.2. 构建企业内部碳审计的运行机制

运用三角稳定原理,分析政府审计、社会审计和企业内部审计之间的关系,分析碳审计过程中各有关主体的行为特征和相互关系,构建企业内部碳审计的运行机制,提出不同视角下,企业碳审计的政策建议和实施方法。由专门的碳审计管理部门统筹制定碳审计战略目标及实施方案,明确各部门的职责所在,整合能源、生产、供应链等全过程碳排放数据。

运行机制需包含动态核查程序,通过季度盘查与年度审计相结合,委托第三方机构进行数据核证。建立碳排放绩效 KPI 体系,将减排目标分解至部门及岗位,与绩效考核挂钩。同时设立碳账户管理制度,对节能技改项目实行碳效益评估,建立碳排放审计验证制度[11],通过内部碳定价实现部门间减排激励。

最后构建 PDCA 循环改进机制,定期发布碳审计报告并向利益相关方披露,依据审计结果调整减排路径。配套开展全员碳管理培训,将碳审计纳入企业 ESG 治理框架,形成覆盖计划(Plan)、执行(Do)、检查(Check)、处理(Act)的闭环管理体系。企业碳资产管理结构如图 2 所示:

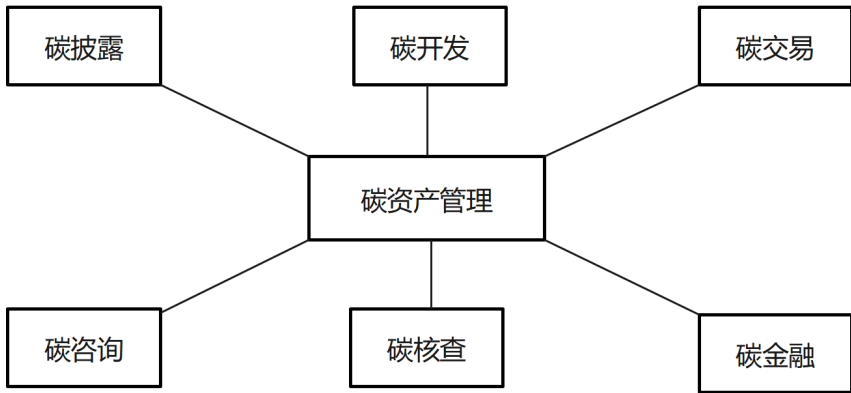


Figure 2. Enterprise carbon asset management structure
图 2. 企业碳资产管理结构

4.3. 碳审计人才培养

碳审计人才培养是实现“双碳”目标的关键支撑。当前，我国碳审计领域面临专业人才短缺、跨学科能力不足等问题，亟需通过系统性培养机制构建高素质队伍。实现路径如图 3 所示：

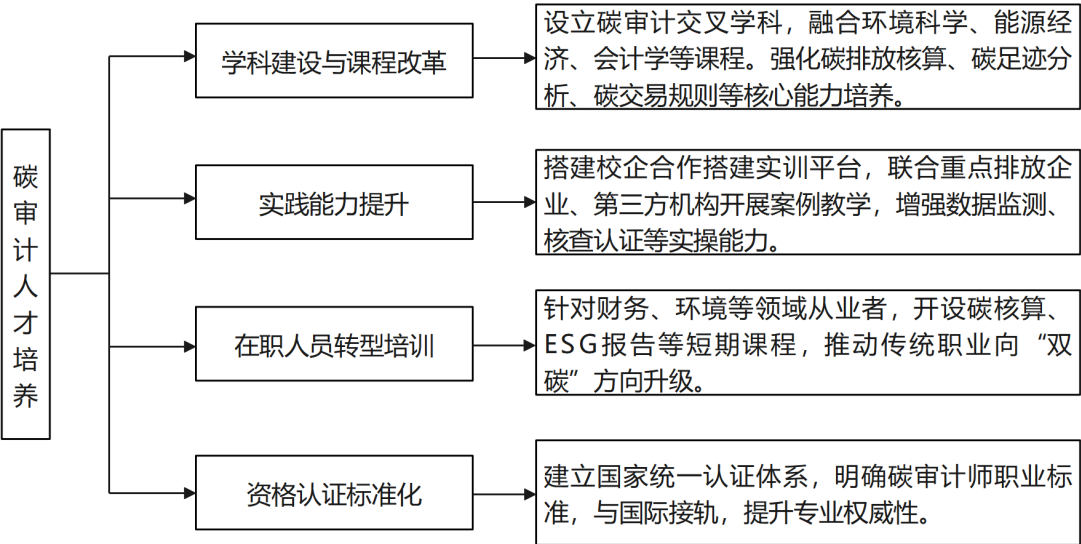


Figure 3. Carbon audit talent cultivation
图 3. 碳审计人才培养

通过教育链、产业链、政策链深度融合，我国将加速形成专业化、规范化的碳审计人才梯队，为绿色低碳转型提供核心支撑。

5. 榆林能源集团案例分析

5.1. 碳审计成就

榆能集团联合万泽时代科技推出“碳资产管理平台”，实现全生命周期碳管控。该平台紧密贴合榆能集团的战略规划和双碳目标，覆盖碳排放数据采集、分析、交易管理，并引入 AI 算法优化减排潜力。通过 ISO 14064 标准认证，建立数据质量控制体系，确保数据合规性[12]。通过构建集团内部碳交易市场，实时监控碳资产损益，提升管理效率。建立了动态绩效评估体系，划分高、中、低碳等级企业，针对性推动技术改造。

5.2. 碳审计实践的关键举措

在企业内部碳审计组织架构方面，通过建立“报送考核 - 数据质量 - 履约时效”动态绩效指标，对成员企业进行分级评估(高碳、中碳、低碳)，推动技术改造和咨询服务。引入第三方独立审计(如 ISO 14064 认证)，确保数据透明度和合规性，为政府决策提供支持。

在技术应用与创新方面，做到了整合数据。平台能够覆盖碳排放、碳交易、碳核查等全流程的数据。从生产设备到大数据分析的校准，提高了碳审计流程的效率。并且在 AI 技术的应用中，通过交叉验证和异常检测，优化碳数据的质量，减少可能的误差，确保数据的真实可靠性。

5.3. 成效与社会价值

提高了管理效率，获得了卓有成效的减排成果，通过平台实现碳资产集中化管理，碳交易效率提升

50%，碳排放数据核算周期缩短至实时监控。虽未明确披露具体减排量，但平台为榆能集团成为陕西省绿色发展示范区标杆提供支持，获评“数字化碳管理行业示范”。成为了行业示范，建设的平台实现标准化输出。该案例被推广为“榆能样板方案”，为能源行业提供可复制的碳管理路径，尤其在火电、煤化工等高排放领域具有参考价值。通过第三方审计(如 SGS)强化公信力，推动产业链上下游企业参与低碳转型。

5.4. 未来挑战

能源化工产业工艺流程复杂，碳排放分散且复杂导致数据采集与核算仍然存在困难，跨区域碳交易市场规则不统一，内部市场与外部政策需要进一步协调。

6. 结语

碳审计作为实现“双碳”目标的关键工具，其理论与实践的发展正在深刻重塑企业的环境治理模式。碳审计不仅是环境治理的工具，更是企业向可持续发展范式转型的基石。随着全球气候治理体系的深化，其理论与实践必将持续迭代，为人类应对气候变化提供更科学的决策支撑。

对能源化工企业而言，碳审计已从被动合规的工具升级为了主动战略核心，其价值贯穿技术革新、成本控制、风险防范与品牌增值全链路。未来，随着碳核算标准趋严、数字化技术深化，碳审计将进一步推动行业从“高碳依赖”向“低碳创新”的范式转型，成为全球碳中和进程中不可或缺的基石。

基金项目

该论文由 2024 年江苏省高等学校大学生创新创业训练计划项目省级项目：“双碳”背景下企业碳审计框架及评价指标体系研究——以能源、化工行业为例资助课题编号：202411287106Y。

参考文献

- [1] 李嵩. 全球化石燃料碳排放量将在 2025 年前达到峰值[N]. 中国石化报, 2023-11-10(7).
- [2] 招商银行研究. “双碳”研究之化工降碳篇——迈向零碳的挑战与途径[EB/OL]. 2024-11-15. <https://wukongzhiku.com/wechatreport/236088.html>
- [3] 李成, 王佳琳. 碳审计研究综述[J]. 财会月刊, 2024, 45(2): 71-77.
- [4] 侯依冉. 双碳目标下发电企业碳减排的审计评价研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 华北电力大学(北京), 2024.
- [5] 姜佳岐. “双碳”背景下能源企业内部碳审计研究——以中石油为例[D]: [硕士学位论文]. 哈尔滨: 哈尔滨商业大学, 2024.
- [6] 洪新益. “双碳”背景下我国石化企业碳审计问题与对策研究——以荣盛石化为例[D]: [硕士学位论文]. 成都: 四川师范大学, 2024.
- [7] 吕伶俐. “双碳”目标下碳审计的发展现状及改进策略[J]. 财会月刊, 2022(S1): 3-7.
- [8] 俞惠园. 碳审计与传统财务审计的比较研究[J]. 绿色财会, 2016(7): 25-28.
- [9] Guo, J. (2022) Construction of Carbon Audit and Verification System Framework Based on Intelligent Wireless Sensor Network. *Mobile Information Systems*, 2022, Article ID: 1973370. <https://doi.org/10.1155/2022/1973370>
- [10] 张虢烽. 碳达峰和碳中和背景下企业碳审计评价指标体系构建研究[J]. 理财, 2023(10): 70-72.
- [11] Zhang, Y., Gu, L. and Guo, X. (2020) Carbon Audit Evaluation System and Its Application in the Iron and Steel Enterprises in China. *Journal of Cleaner Production*, 248, Article ID: 119204. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119204>
- [12] 中国经济网. 万泽时代: 以“数智”之力, 驱动榆林能源集团碳管理数字化转型[EB/OL]. <https://ccidnet.com/zn/102907.jhtml>, 2025-01-16.