

# 煤炭行业新质生产力的探索：创新驱动与绿色转型

王洪亮<sup>1</sup>, 马 龙<sup>2</sup>, 仙文豪<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>国家能源集团内蒙古平庄煤业(集团)有限责任公司六家煤矿, 内蒙古 赤峰

<sup>2</sup>煤炭科学研究总院有限公司应急科学研究院, 北京

收稿日期: 2024年12月17日; 录用日期: 2025年1月12日; 发布日期: 2025年1月28日

## 摘 要

在“双碳”目标和全球能源转型的背景下, 煤炭行业作为我国能源供应的重要支柱, 面临着向高质量、可持续发展的转型挑战。本文围绕煤炭行业新质生产力的建设, 从政策导向、科技创新、绿色低碳转型、智能化建设及产业链延伸五个方面进行系统探讨。研究指出, 煤炭行业应通过完善政策体系、强化技术研发、推进绿色低碳技术应用、建设智能化生产体系以及延伸产业链条, 全面推动行业创新驱动和绿色转型, 突破资源利用与环境保护的双重瓶颈, 为煤炭行业实现高质量发展提供技术支撑与实践路径。

## 关键词

煤炭行业, 新质生产力, 绿色低碳转型, 科技创新, 智能化建设

# Exploration of New Quality Productivity in Coal Industry: Innovation Drive and Green Transformation

Hongliang Wang<sup>1</sup>, Long Ma<sup>2</sup>, Wenhao Xian<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Liuji Coal Mine, Inner Mongolia Pingzhuang Coal Industry (Group) Co., Ltd., CHN Energy, Chifeng Inner Mongolia

<sup>2</sup>Emergency Science Research Institute, China Coal Research Institute, Beijing

Received: Dec. 17<sup>th</sup>, 2024; accepted: Jan. 12<sup>th</sup>, 2025; published: Jan. 28<sup>th</sup>, 2025

## Abstract

Against the backdrop of the “dual carbon” goals and global energy transition, the coal industry, as an

\*通讯作者。

important pillar of China's energy supply, faces the challenge of transitioning towards high-quality and sustainable development. This article systematically explores the construction of new quality productivity in the coal industry from five aspects: policy orientation, technological innovation, green and low-carbon transformation, intelligent construction, and industrial chain extension. Research suggests that the coal industry should comprehensively promote innovation drive and green transformation by improving the policy system, strengthening technology research and development, promoting the application of green and low-carbon technologies, building an intelligent production system, and extending the industrial chain, breaking through the dual bottlenecks of resource utilization and environmental protection, and providing technical support and practical paths for the coal industry to achieve high-quality development.

## Keywords

Coal Industry, New Quality Productivity, Green and Low-Carbon Transformation, Technological Innovation, Intelligent Construction

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

煤炭行业是我国能源供应的基石，也是推动经济高质量发展的重要领域。在当前国家“双碳”目标与全球能源转型的背景下，煤炭行业正面临着转型升级的重要任务[1]。新质生产力作为推动高质量发展的关键，要求行业通过创新驱动、绿色转型、智能化升级和产业链延伸等手段，实现可持续发展和全面提升[2]。本文将从政策导向、科技创新、绿色低碳转型、智能化建设及产业链延伸等五大方面，系统探讨煤炭行业如何实现新质生产力的跨越式发展，为推动行业高质量发展提供理论思考与实践路径。

## 2. 构建煤炭行业新质生产力的顶层设计与政策支持

政策是推动行业转型发展的核心抓手。发展新质生产力需要科学规划、统筹部署，煤炭行业应紧密结合国家发展战略，积极完善政策体系，构建发展新质生产力的坚实基础。

### 2.1. 推动“双碳”目标实现，助力煤炭行业绿色转型

煤炭行业作为碳排放的重点领域，应当将“双碳”目标纳入顶层设计，推动减排增效政策落地[3]：

1) 制定减排路线图和时间表：明确煤炭行业碳达峰、碳中和的具体路径，并将其作为企业规划的重要内容。这需要综合考虑不同区域的资源禀赋、产业结构以及技术水平，分阶段、分步骤实施达峰行动计划。例如，西部能源大省可优先推动新能源与煤炭的融合发展，东部地区则可聚焦于高效利用和技术升级。这一过程中，政府需要通过政策引导企业优化能源结构，支持先进绿色技术的推广和应用，同时确保阶段性目标的实现。

2) 推动碳交易机制的完善：碳交易是实现“双碳”目标的重要市场化手段，但其运行效率和公平性需要进一步优化。政府应制定清晰的交易规则，包括碳排放核算方法、减排量认证标准等。推动碳市场与国际碳交易机制的接轨，为企业参与国际碳市场创造条件。此外，可以引入智能化技术提升碳交易平台的效率，例如区块链技术用于确保交易数据透明与不可篡改。

3) 政策激励绿色投资：绿色投资是煤炭行业向低碳转型的核心推动力。政府可以通过增加绿色信贷

额度、设立绿色发展基金等方式，降低煤炭企业投资绿色项目的成本[4]。同时，通过政策激励措施，例如税收优惠、补贴计划和贴息贷款，推动社会资本流入煤炭清洁利用领域。对于重大绿色技术研发项目，建议提供专项奖励，鼓励行业龙头企业发挥引领作用。

## 2.2. 加强技术研发支持，推动煤炭行业创新驱动发展

技术研发是发展新质生产力的核心动力。国家应围绕技术研发与创新，提供全方位支持，构建完善的技术支持体系：

1) 设立专项科研基金：当前，煤炭行业的技术瓶颈主要集中在清洁利用、CCUS 技术和绿色开采技术等领域[5]。国家科技计划应加大专项科研基金投入，尤其是在煤炭清洁利用、煤基新能源转化技术方面形成重点支持。例如，煤制氢、煤基合成燃料等低碳技术方向，需要建立长期稳定的资金支持机制，以保障技术开发的连续性和深度。

2) 推动产学研协同创新：产业界、高校和科研机构的协作是实现技术创新的有效路径。煤炭行业应鼓励龙头企业牵头组建跨领域的技术创新联盟，与国内外知名高校、研究机构建立战略合作关系，共同承担国家重大科研项目。同时，政府应设立针对中小企业的技术支持平台，帮助中小企业获得前沿科技资源。

3) 技术孵化与应用平台建设：创新技术从实验室到产业化的过程需要一个高效的孵化与转化平台。建议各省份设立煤炭技术转化示范基地，通过政策支持和资源整合，推动技术在实际生产中的试验应用。设立技术交易平台，为技术供需双方提供对接服务，降低技术转化的交易成本，提升转化效率。

## 2.3. 优化资源配置，提升煤炭行业资源利用效率

资源配置的优化是提升煤炭行业整体效率的重要保障。通过政策调控，可以有效提高资源利用率，避免资源浪费和无序开发。

1) 淘汰落后产能：政府应出台强制性政策，要求高能耗、高污染的落后煤矿尽快退出市场。对于产能过剩的地区，可通过兼并重组、优化布局等方式提高行业集中度[6]。例如，西部煤炭资源丰富地区应加快推动煤炭开采的规模化、机械化和智能化转型，减少对环境的破坏，并通过标准化生产降低运营成本。

2) 推动区域协调发展：我国煤炭资源分布不均，东部地区煤炭资源相对贫乏，而西部地区则资源集中且开采条件较好[7]。因此，需通过跨区域合作机制，合理调配资源。例如，建设区域能源交易中心和煤炭物流枢纽，提高资源流通效率。同时，在煤炭资源丰富的西部地区，优先发展深加工和转化产业链，为东部地区提供高附加值的煤炭产品。

3) 设立资源利用考核机制：将资源回收率、能源利用效率和环境保护绩效纳入企业的年度考核指标体系。对于实现高效资源利用和清洁生产的企业，应给予政策奖励，如税收优惠和绿色认证，鼓励更多企业积极参与资源优化配置。利用智能化监测手段，实现对资源利用过程的动态监督，为政策调整提供数据支持。

通过以上政策优化，煤炭行业将从传统粗放式生产向高效、绿色、可持续方向迈进，为新质生产力的发展创造良好的环境。

## 3. 科技创新驱动煤炭行业新质生产力发展

科技创新是煤炭行业发展的第一动力，是推动新质生产力的重要抓手。煤炭行业应立足全球科技前沿，在基础研究和技术应用上取得重大突破。

### 3.1. 深化前沿基础研究，攻克煤炭行业技术瓶颈

基础研究是科技创新的源泉，也是解决煤炭行业技术瓶颈的关键：

1) 突破煤炭清洁利用技术：煤炭清洁利用技术的核心在于如何最大程度减少煤炭使用过程中的污染物排放。当前，煤炭燃烧排放的二氧化硫、氮氧化物及颗粒物是影响环境质量的主要因素之一[8]。推进煤炭清洁燃烧技术的研发，可以通过高效燃烧、催化分解等手段减少排放。同时，发展煤气化技术，可将煤炭转化为清洁气体燃料，为后续的能源转化提供清洁原料。

2) 发展 CCUS 核心技术：碳捕集与封存技术是实现煤炭低碳化发展的重要路径。目前，CCUS 技术的高成本和复杂性限制了其大规模应用[9]。通过基础研究，降低碳捕集过程的能耗和成本，例如研发新型吸附剂和高效捕集设备。同时，探索碳的资源化利用途径，例如将捕集的二氧化碳用于生产化工原料或农业用途，提高 CCUS 的经济性。

3) 创新煤矿生态修复技术：煤矿开采对生态环境的影响主要体现在地表塌陷、水资源破坏和土地退化等方面。针对这些问题，基础研究应聚焦于矿山生态修复材料和修复技术的开发。例如，利用生物技术修复受损土壤，结合植物种植技术恢复矿区生态系统。

### 3.2. 加快技术转化与应用，促进科研成果落地

推动技术从实验室走向市场是实现新质生产力的重要一环：

1) 打造技术示范工程：示范工程是新技术产业化应用的桥梁。政府应鼓励企业牵头建设煤炭清洁利用技术、低碳煤化工等领域的示范项目。例如，建设一批以煤制天然气、煤制氢为核心的工业园区，通过实际运行验证技术的可行性和经济性。同时，这些示范工程还可作为技术推广的窗口，吸引更多企业参与技术应用。

2) 加速成果转化平台建设：当前，煤炭行业的科技成果转化效率较低，主要原因在于企业与科研机构之间的沟通不畅。通过建立科技成果转化服务平台，可以为技术供需双方提供高效对接服务，减少技术转化过程中的信息不对称问题。同时，政府应通过政策支持，降低技术转化的交易成本，例如减免技术转让税费、提供技术转化补贴等。

### 3.3. 构建全球化技术创新平台，提升国际竞争力

构建开放的技术创新平台，吸引全球资源共同推进科技进步：

1) 成立国际化研发中心：煤炭行业的技术创新需要与国际接轨。例如，可以与欧美发达国家的知名研究机构合作，共同开展煤炭清洁利用和低碳技术的研究。同时，通过参与国际科研合作项目，提升我国在煤炭技术领域的国际影响力。

2) 创建国家级实验室：实验室是基础研究和攻关的核心载体。国家应支持建设一批煤炭行业的重点实验室，例如煤炭清洁燃烧实验室、矿区生态恢复实验室等。通过集中资源开展科研攻关，推动行业技术水平迈上新台阶。

通过不断深化科技创新，煤炭行业将具备更强的技术优势，为新质生产力发展提供源源不断的动力。

## 4. 绿色低碳转型：煤炭行业新质生产力发展的关键路径

绿色低碳转型是煤炭行业实现可持续发展的关键路径，也是构建新质生产力的重要目标。通过绿色开采、清洁利用、低碳技术推广等多方面努力，煤炭行业能够在实现能源保障的同时，助力全球气候目标的达成。数字智能绿色三化协同模式是煤炭行业探索新质生产力的重要路径之一。这一模式通过数字化赋能、智能化驱动和绿色低碳转型的深度融合，实现资源高效利用、环境友好和产业协同升级。数字

化技术提升了信息流通效率，为智能化提供精准决策支持；智能化技术则通过大数据、人工智能等手段优化生产流程，降低碳排放；绿色转型进一步通过清洁技术和可再生能源的引入，助力行业可持续发展。

#### 4.1. 推进绿色开采与生产，实现低碳高效开采

绿色开采与生产是煤炭行业实现低碳发展的首要任务。通过采用绿色开采技术，能够降低煤炭开采过程对环境的破坏程度，同时实现资源的高效利用。

1) 推广充填开采技术：充填开采技术能够有效减少地表塌陷，保护生态环境。通过将废弃物或低品位矿石填充到采空区，不仅降低了废弃物的占地面积，还能实现资源的循环利用。例如，近年来在一些矿区实施的废料充填开采工程，不仅显著减少了矿山环境破坏，还提高了资源回采率。

2) 发展水力采煤技术：水力采煤是通过高压水流将煤层切割、破碎并输送至地面。这种方式不仅能减少井下作业的安全风险，还能降低粉尘、噪音和振动污染，极大改善了矿区的作业环境。水力采煤技术特别适用于深埋煤层和复杂地质条件的矿区，其应用前景广阔。

3) 智能绿色采矿系统建设：引入人工智能和自动化设备，实现采矿全流程的绿色化、智能化管理。例如，通过大数据分析优化采矿作业计划，利用无人驾驶运输设备减少人为干预，从而降低作业对生态环境的影响。

通过绿色开采技术的推广与应用，煤炭行业可以实现从传统高污染、高消耗的生产模式向绿色低碳模式的转型，为行业的可持续发展奠定基础。

#### 4.2. 加快煤炭清洁利用，推动能源高效转化

煤炭清洁利用技术是煤炭行业实现绿色低碳转型的关键。通过深度加工和高效转化技术的研发与应用，可以大幅减少煤炭燃烧过程中的污染物排放。

1) 发展煤制氢技术：氢能是清洁能源的重要方向之一，而煤制氢是现阶段具有成本优势的制氢路径之一。在煤制氢过程中，通过气化技术将煤炭转化为合成气，再进一步分离得到氢气。同时，结合碳捕集与封存技术，可将煤制氢过程中的碳排放降至最低，助力氢能经济的发展。

2) 推广煤基化学品生产：煤基化学品是煤炭清洁利用的重要形式之一。例如，通过煤炭间接液化技术，可以生产清洁燃料油、甲醇等高附加值产品。此外，煤基化学品生产过程中可实现污染物的集中处理，有效减少传统燃烧方式的环境影响。

3) 加速煤电高效清洁发电技术的应用：通过超超临界发电技术、循环流化床发电技术等，提升煤电机组的热效率，同时降低氮氧化物和硫化物的排放。例如，某些地区已经开始实施“超净排放”改造工程，使煤电排放达到甚至优于燃气电厂的排放标准。

通过推动煤炭清洁利用技术的发展，煤炭行业能够在保持能源安全的同时，实现经济效益与环境效益的双赢。

#### 4.3. 推广碳捕集、利用与封存(CCUS)技术，推动碳中和目标实现

CCUS 技术是煤炭行业减少碳排放的重要技术路径，也是实现碳中和目标的核心技术手段。

1) 推广规模化 CCUS 示范工程：目前，CCUS 技术的推广应用主要面临高成本和技术复杂性问题。因此，政府和企业应共同推动大规模示范工程的建设，例如在大型煤电厂和煤化工项目中应用 CCUS 技术，以验证其经济性和技术可行性。

2) 探索碳资源化利用的多样化路径：将捕集的二氧化碳用于生产高附加值化工品，例如聚碳酸酯、甲醇等，既能提高经济效益，又能降低碳排放强度。同时，利用二氧化碳进行增强油气开采(EOR/EGR)，实现经济价值的最大化。

3) 优化 CCUS 全生命周期管理：在实施 CCUS 项目时，需要从捕集、运输到封存的全过程进行优化设计。例如，通过优化管道运输方案降低二氧化碳的运输成本，利用地质条件优越的储存库提高封存效率，从而提升整体效益。

通过 CCUS 技术的推广与应用，煤炭行业将为实现碳中和目标提供重要技术支撑，同时开拓低碳发展的新路径。

## 5. 智能化建设：提升煤炭行业效率与安全的核心动力

智能化建设是煤炭行业实现现代化发展的重要路径。通过智能化技术的应用，可以显著提升行业生产效率和安全水平，同时实现资源利用效率的最大化。

### 5.1. 智能矿山建设：提升生产安全与效率的智能化方案

智能矿山建设是煤炭行业实现生产安全化、高效化的重要方向[10]。通过应用先进的信息技术和自动化设备，能够全面提升矿山作业效率，降低安全风险。

1) 矿山自动化设备的普及：自动化采掘设备的应用可以显著减少矿山作业中的人工参与，降低安全事故风险。例如，智能采掘机和无人运输车能够高效完成采掘、运输等高危工作，同时通过实时监控保障设备的正常运行。这些设备还能够在复杂环境下持续高效作业，提高了资源回采率并降低了成本[11]。

2) 智能监控系统的部署：通过构建物联网传感器网络，可以实现对矿区环境、设备运行状态的全方位监控。例如，对瓦斯浓度、地层移动、温湿度等关键参数进行实时监测，提前预警潜在风险，确保作业安全。特别是在高瓦斯矿井，智能监控系统能够显著降低瓦斯爆炸等重大事故的发生概率。

3) 人工智能算法优化矿山管理：利用人工智能技术分析矿山生产数据，可以优化采掘路径，制定高效的生产计划，减少资源浪费[12]。同时，基于 AI 的故障预测技术可以提前发现设备隐患，降低维护成本。例如，一些先进矿山已经实现了 AI 驱动的全生命周期管理，大幅提升了设备的利用效率和生产安全性。

智能矿山的全面建设将大幅提升煤炭行业的生产效率与安全水平，为推动行业现代化发展提供重要支撑。

### 5.2. 智慧能源管理：优化煤炭全生命周期能源利用

智慧能源管理是实现能源利用效率最大化的重要工具。通过构建能源管理数字化平台，可以实现对煤炭开采、加工、运输及利用全生命周期的动态优化。

1) 能源数字化平台的构建：利用大数据技术整合能源供需信息，构建智慧能源管理平台，实时分析能源流向和效率。例如，通过优化运输路径、调配储存资源，可以显著降低物流环节的能耗。此外，数字化平台还能提高能源使用透明度，帮助企业发现生产过程中的能耗瓶颈，从而制定针对性的节能方案。

2) 智能能源调度系统：结合人工智能和机器学习技术，建立智能能源调度系统，根据市场需求和生产能力动态调整煤炭产量和分配计划，减少资源浪费，提升供应链效率。例如，在用电高峰期，通过智能调度系统优先分配低碳煤电，可以有效缓解供需压力，保证能源稳定供应。

3) 碳足迹监测与管理：在能源管理平台中集成碳足迹计算模块，对煤炭开采、运输和利用过程中的碳排放进行精确追踪，为企业制定减排策略提供数据支持[13]。例如，某些煤炭企业已经通过智能系统将碳排放核算精度提高至小时级别，实现了对碳排放的实时优化管理。

智慧能源管理的广泛应用将帮助煤炭行业实现绿色高效的能源利用目标，为实现“双碳”目标提供重要支撑。

### 5.3. 数字孪生技术：推动矿山全生命周期精准管理

数字孪生技术是一种通过虚拟仿真技术构建矿山全生命周期管理的创新工具。它能够在虚拟空间中模拟真实矿山的运作情况，为决策提供科学依据[14]。

1) 虚拟矿山建模：通过高精度数据采集和处理技术，将矿山的地质结构、设备运行状态等信息集成到虚拟模型中。例如，某些大型矿区已经开始试点虚拟矿山系统，实现了采掘计划、环境监测等工作的实时模拟和优化。

2) 生产流程的优化：基于数字孪生模型，可以对采掘、运输等环节进行多场景仿真，预测不同操作方式的影响，从而选择最优方案。例如，通过模拟井下运输路径，可以有效减少设备运行时间和能耗。

3) 故障预测与维护管理：数字孪生技术还可以用于预测设备故障，提升维护效率。例如，通过虚拟系统实时监测设备运行参数，可以提前识别潜在问题，避免因设备故障导致的停工。

数字孪生技术的应用将推动煤炭行业向智能化、精准化方向发展，为新质生产力的构建提供技术支撑。

## 6. 产业链延伸：释放煤炭行业新质生产力的潜能

煤炭行业的价值提升不仅体现在传统能源领域，还可以通过产业链延伸释放更大的潜能。通过深度加工、与新能源融合发展以及服务业拓展，煤炭行业可以突破单一能源供应的传统定位，实现更高的附加值和多元化发展。

### 6.1. 深度发展煤化工产业：提升煤炭附加值

煤化工产业是煤炭行业实现高附加值的重要途径。通过深度加工和转化，煤炭可以成为多种高附加值产品的原料，推动产业链向高端延伸。

1) 煤制烯烃和芳烃：煤制烯烃和芳烃是煤化工的重要产品，用于制造塑料、纤维等高附加值材料[15]。例如，通过煤炭间接液化技术，可将煤炭转化为甲醇，再进一步制成乙烯、丙烯等烯烃产品。这些产品具有广阔的市场需求，是化工行业的重要原料。

2) 煤制乙二醇：乙二醇是制造聚酯纤维和防冻剂的重要原料。近年来，通过技术改进，煤制乙二醇的生产成本和能耗显著降低，逐步具备了与传统石油路线竞争的能力。

3) 煤基合成氨和尿素：煤基化工产品农业领域的应用同样具有重要意义。例如，利用煤制氢技术生产合成氨，可进一步转化为高效化肥，助力农业绿色发展。

通过发展煤化工产业，煤炭行业可以突破传统能源原料的单一地位，实现产业链高端化转型。

### 6.2. 拓展新能源融合应用：实现煤炭与清洁能源互补

煤炭与新能源的融合发展是实现多能互补的重要方向。通过整合煤炭与风能、太阳能等清洁能源的优势，煤炭行业可以实现能源利用效率的最大化。

1) 煤矿区光伏发电：利用废弃煤矿区和采空区建设光伏电站，不仅能为矿区提供清洁电力，还能有效利用土地资源。例如，某些地区已经建成了“采煤沉陷区光伏发电示范项目”，每年可提供数亿度清洁电力。

2) 煤电与储能结合：通过建设储能设施，将煤电厂与储能系统联动运行，可以有效提高煤电机组的调峰能力。例如，在用电低谷期，利用储能系统存储富余电力，在高峰期释放，既能提升煤电经济效益，又能满足清洁能源调节需求。

3) 氢能与煤炭融合：结合煤制氢技术与新能源制氢技术，可打造煤基氢能供应链。例如，利用风电、

光伏发电为煤制氢过程提供可再生能源支持,进一步降低氢能生产的碳排放。

通过多能融合应用,煤炭行业能够在能源转型中找到新的发展机遇,助力我国构建多元化、清洁化的能源体系。

### 6.3. 发展煤炭服务业:拓展新的盈利增长点

煤炭服务业是煤炭行业实现价值延伸的重要方向。通过发展能源交易、物流管理等增值服务,煤炭企业可以在传统生产之外开拓新的利润增长点。

1) 建设能源交易平台:利用区块链等新技术构建能源交易平台,可以实现能源交易的透明化和高效化。例如,通过区块链技术跟踪煤炭物流和碳排放数据,为买卖双方提供精准的交易支持。

2) 智慧物流管理:在煤炭运输环节,引入智能物流系统,通过大数据分析优化运输路径、提高装卸效率。例如,某些大型煤炭企业已经采用智能化运输平台,将物流成本降低了20%以上。

3) 设备租赁与智能运维:提供采掘设备的租赁与运维服务,是煤炭服务业的重要发展方向。例如,通过智能化管理平台,为设备租户提供远程维护和性能优化服务,可以显著延长设备寿命。

通过发展服务业,煤炭行业可以摆脱对原料市场的单一依赖,形成更加多元化的收入结构。通过系统推动煤炭行业在智能化建设和产业链延伸方面的改革创新,将为行业的可持续发展注入强大动力。在实现“双碳”目标的大背景下,煤炭行业必将在创新驱动中迎来新一轮转型升级,为高质量发展作出积极贡献。

## 7. 总结与展望

煤炭行业作为我国能源安全的重要保障,需要在新发展阶段中主动顺应时代变化,积极推进新质生产力的构建。在“双碳”目标的指引下,通过政策引领、科技创新、绿色低碳转型、智能化建设和产业链延伸,煤炭行业不仅能够满足传统能源供应需求,还能够探索出更加可持续、高效和多元化的增长路径。

当前,全球能源转型进入加速阶段,我国煤炭行业面临着前所未有的挑战和机遇。一方面,传统高碳能源模式逐渐失去竞争力,清洁、高效、智能化成为行业发展的主旋律;另一方面,煤炭在未来能源结构中的角色定位逐渐向综合能源服务商转变。

未来,煤炭行业需要持续深化技术创新,推动清洁能源与传统煤炭的深度融合。同时,通过加强国际合作与经验交流,吸纳全球先进技术与理念,为行业发展注入新活力。政府与企业需要通力合作,共同构建政策支持与市场驱动相结合的发展机制,确保煤炭行业在经济、社会和生态效益之间实现平衡发展。

在这个承前启后的发展阶段,煤炭行业只有牢牢把握新质生产力发展的契机,勇于改革,敢于创新,才能在能源革命和“双碳”目标的历史机遇中发挥更大的作用,成为新时代高质量发展的重要力量。

## 参考文献

- [1] 王国法. 煤矿智能化最新技术进展与问题探讨[J]. 煤炭科学技术, 2022, 50(1): 1-27.
- [2] 魏崇辉. 新质生产力的基本意涵、历史演进与实践路径[J]. 理论与改革, 2023(6): 25-38.
- [3] 庄贵阳. 我国实现“双碳”目标面临的挑战及对策[J]. 人民论坛, 2021(18): 50-53.
- [4] 安国俊. 碳中和目标下的绿色金融创新路径探讨[J]. 南方金融, 2021(2): 3-12.
- [5] 谢和平, 任世华, 谢亚辰, 等. 碳中和目标下煤炭行业发展机遇[J]. 煤炭学报, 2021, 46(7): 2197-2211.
- [6] 王青. 节能降耗视角下工业落后产能加速淘汰问题的探究[J]. 中国市场, 2021(3): 59-60.
- [7] 谭旭红. 打造黑龙江省东部区域城市群推动煤炭资源型城市协调转型发展[J]. 煤炭经济研究, 2021, 41(11): 1.
- [8] 袁亮. 我国煤炭主体能源安全高质量发展的理论技术思考[J]. 中国科学院院刊, 2023, 38(1): 11-22.
- [9] 桑树勋, 袁亮, 刘世奇, 等. 碳中和和地质技术及其煤炭低碳化应用前瞻[J]. 煤炭学报, 2022, 47(4): 1430-1451.

- 
- [10] 王国法, 庞义辉, 仙文豪, 等. 持续开展智能矿山建设赋能矿业高质量发展[J]. 中国应急管理, 2024(10): 11-15.
- [11] 张林, 王国法, 刘治国, 等. 煤矿智能化建设市场现状及发展趋势研究[J]. 煤炭科学技术, 2024, 52(11): 29-44.
- [12] 王国法, 杜毅博. 煤矿智能化标准体系构建与建设内容解析[J]. 智能矿山, 2024, 5(5): 2-12.
- [13] 霍广龙, 潘晓滨. “双碳”目标下碳足迹标准认证的挑战与应对[J]. 资源节约与环保, 2024(8): 128-131+136.
- [14] 陶飞, 刘蔚然, 刘检华, 等. 数字孪生及其应用探索[J]. 计算机集成制造系统, 2018, 24(1): 1-18.
- [15] 王伟. 煤化工行业提质增效现状及对策思考[J]. 现代工业经济和信息化, 2024, 14(11): 21-22+26.