

露天煤矿智能化开采技术与绿色生态修复协同发展研究

吴国庆, 贺红军

新疆哈密三塘湖能源开发建设有限责任公司, 新疆 哈密

收稿日期: 2024年7月18日; 录用日期: 2024年8月26日; 发布日期: 2024年10月9日

摘要

随着全球能源需求的持续增长, 露天煤矿作为煤炭资源的主要开采方式之一, 其产量和规模不断扩大。传统的露天开采方式对生态环境造成了严重破坏, 包括地形改变、水土流失、空气和水污染等问题。即推动露天煤矿的智能化开采与绿色生态修复的协同发展显得尤为迫切。本研究通过聚焦于露天煤矿智能化开采技术与绿色生态修复技术的协同发展, 研究提出智能化开采与绿色生态修复协同发展的策略, 强调政策与制度保障、技术创新与人才培养以及社会参与的重要性。

关键词

露天煤矿, 智能化开采, 绿色生态修复, 协同发展

Research on the Coordinated Development of Intelligent Mining Technology and Green Ecological Restoration in Open-Pit Coal Mines

Guoqing Wu, Hongjun He

Xinjiang Hami Santanghu Energy Development and Construction Co., Ltd., Hami Xinjiang

Received: Jul. 18th, 2024; accepted: Aug. 26th, 2024; published: Oct. 9th, 2024

Abstract

With the continuous growth of global energy demand, open-pit coal mines, as one of the main ways

to mine coal resources, have continued to expand in output and scale. Traditional open-pit mining methods have caused serious damage to the ecological environment, including terrain changes, soil erosion, air and water pollution, etc. That is, it is particularly urgent to promote the coordinated development of intelligent mining and green ecological restoration in open-pit coal mines. This study focuses on the coordinated development of intelligent mining technology and green ecological restoration technology in open-pit coal mines, and proposes a strategy for the coordinated development of intelligent mining and green ecological restoration, emphasizing the importance of policy and institutional guarantees, technological innovation and talent training, and social participation.

Keywords

Open-Pit Coal Mine, Intelligent Mining, Green Ecological Restoration, Coordinated Development

Copyright © 2024 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

在全球能源结构转型与可持续发展战略背景下,煤炭作为传统能源的重要组成部分,其开采方式的革新与生态环境保护的和谐共生显得尤为重要。近年来,中华人民共和国工业和信息化部、中共中央办公厅国务院办公厅等多部门相继出台了一系列政策文件,如《关于加快推动制造业绿色化发展的指导意见》《关于进一步加强矿山安全生产工作的意见》《关于组织推荐绿色技术的通知》《“十四五”现代能源体系规划》等,明确提出了推动煤炭行业智能化、绿色化转型的迫切需求与具体路径,为露天煤矿智能化开采技术与绿色生态修复技术的协同发展提供了强有力的政策支撑。本研究聚焦智能化开采技术的最新进展,如无人驾驶、精准爆破与远程监控等,揭示其提升效率、降低风险、减少环境影响的潜力,探讨绿色生态修复技术,如植被恢复与废弃物资源化,以实现矿区环境的可持续恢复,能为煤炭行业绿色、智能、可持续发展提供理论与实践指导,助力全球能源结构优化与生态保护。

2. 智能化开采技术

智能化开采技术[1]是指在不需要人工直接干预的情况下,通过采掘环境的智能感知、采掘装备的智能调控、采掘作业的自主导航,由采掘装备自动、独立完成采掘作业过程的技术。智能化开采技术是在机械化开采、自动化开采基础上,信息化与工业化深度融合的煤炭开采技术的深刻变革。智能化开采技术原则是提高开采效率、降低人力成本、保障生产安全,并减少对环境的影响。

3. 智能化开采技术体系构成

智能化开采技术[2]体系是通过构建一套全面感知、实时互联、智能决策、自主执行的技术系统,实现对煤炭开采全过程的智能化管理。这一体系不仅提高了煤炭生产效率,降低了安全事故发生率,还促进了煤炭行业的可持续发展,具体如下:

(1) 感知与监测系统。通过部署高精度的智能感知设备,如传感器网络和高清摄像头,全方位捕捉井下的环境动态、设备健康状况及煤岩界面信息,确保数据收集的即时性与全面性,为后续智能决策提供坚实基础。

(2) 数据分析与决策系统。该系统运用大数据处理平台和前沿的智能算法, 深度挖掘采集到的数据价值, 构建精准的预测与优化模型, 为开采策略的制定、调整与优化提供科学依据, 实现开采过程的智能化决策。

(3) 控制与执行系统。通过智能控制系统精确操控采掘设备, 如采煤机、液压支架等, 根据实时数据分析结果自动调整作业参数, 确保开采作业的高效、精准与安全, 真正实现“机器代人”的自动化生产。

(4) 远程监控与调度系统。依托先进的通讯技术, 实现对采掘现场的远程、实时、高清监控, 并通过集中调度中心, 对开采作业进行全局性、动态性的优化调度, 确保开采活动的有序进行与高效协同。

(5) 安全保障系统。该系统集安全监测、预警与应急响应于一体, 通过全方位的安全监测手段及时发现潜在风险, 并依托完善的应急预案与快速响应机制, 有效应对各类安全事故, 为露天煤矿的智能化开采筑起坚不可摧的安全防线。

4. 露天煤矿智能化关键技术分析

(1) 无人驾驶技术。无人驾驶技术在露天煤矿中引领了开采的智能化革命, 通过集成高精度传感器、自主导航系统与强大计算能力, 实现设备在复杂环境中的自主作业, 显著提升开采效率, 降低人为错误风险, 并提升作业安全性, 标志着煤矿开采进入了一个高效、安全的新时代。

(2) 精准爆破技术。精准爆破技术通过优化起爆方式、精确设计爆破参数及采用新型爆破材料, 有效减少了对环境的破坏和振动影响, 同时利用智能化爆破控制系统提高了爆破作业的精确性和安全性, 是露天煤矿实现绿色开采和高效生产的关键技术之一。

(3) 远程监控与智能调度。依托物联网、大数据、云计算和人工智能等先进信息技术, 远程监控与智能调度系统实现了对矿山生产过程的全面实时监控和智能优化调度, 不仅提高了开采效率, 还能预测并预防设备故障, 确保矿山生产的连续性和稳定性, 是现代露天煤矿实现智能化管理的重要工具。

5. 绿色生态修复技术

5.1. 生态修复理论基础

(1) 生态系统理论。生态系统理论是生态修复的重要理论基础之一。生态系统理论强调生态系统内部各组分之间的相互联系和相互作用, 以及生态系统与外部环境的动态平衡。在生态修复过程中, 需要充分考虑生态系统的整体性和复杂性, 通过恢复或重建受损生态系统的结构和功能, 实现生态系统的自我维持和可持续发展。

(2) 绿色低碳修复理念。绿色低碳修复理念是指在生态修复过程中, 注重节能减排、降低碳排放和推动绿色发展。这一理念强调在修复过程中采用环保材料、清洁能源和低碳技术, 减少对环境的负面影响, 并促进生态系统的可持续发展。

5.2. 生态修复技术与方法

(1) 植被恢复技术。植被恢复技术[3]是通过自然恢复与人工辅助恢复双轨并行的方式, 精准应对不同受损程度的区域。自然恢复法以低成本高效益著称, 适用于轻度受损且自然恢复力强的区域, 通过减少人为干预, 让自然演替的力量逐步恢复植被[4]。而人工辅助恢复则针对重度受损或自然恢复缓慢的区域, 通过精细化的种植、抚育与管理, 显著缩短恢复周期, 提升恢复效果, 确保生物多样性的快速恢复。

(2) 水土保持与治理技术。作为生态修复的重要环节, 采取工程措施与生物措施相结合的方式, 全面防控水土流失。工程措施, 如梯田、水平沟等坡面治理工程及小型水利工程建设, 通过物理手段改变地形、增强地面覆盖, 有效减少水土流失[5]。而生物措施, 如植树造林与种草, 则通过增加植被覆盖度,

提高土壤抗蚀能力, 在保护水土资源的同时, 也改善了生态环境, 促进了生物多样性的提升。

(3) 废弃物资源化利用。作为生态修复的创新方向, 展现了循环经济的无限潜力。该技术通过科学手段将废弃物转化为有价值的资源或能源, 实现了废弃物的减量化、资源化和无害化[6]。无论是将园林废弃物、畜禽粪便转化为有机肥料以改善土壤质量, 还是将木质材料、农作物秸秆加工成生物质能源用于供暖与发电, 亦或是将植物纤维转化为建筑材料替代传统木材, 都极大地促进了资源的循环利用, 减少了环境污染, 为生态修复工作注入了新的活力与动力。

6. 露天煤矿智能化开采与绿色生态修复协同发展策略

6.1. 完善政策与制度保障机制

露天煤矿智能化开采与绿色生态修复的协同发展, 需要坚实的政策与制度保障。在政策上应出台一系列鼓励和支持露天煤矿智能化建设的指导意见和实施方案, 如《煤矿智能化建设指南》等, 明确智能化建设的总体目标、技术路径和验收标准。另外, 要建立健全相关法律法规体系, 强化环境保护和生态修复的法律约束, 确保露天煤矿开采活动符合生态文明建设的总体要求。在制度方面应建立跨部门协调机制, 加强煤炭、生态、科技等部门的协同合作, 共同推进露天煤矿智能化与绿色生态修复工作。此还要实施严格的监督管理和考核制度, 确保政策与制度的有效执行, 为露天煤矿的智能化与绿色化发展提供坚实的制度保障。

6.2. 创新技术与人才培养模式

技术创新是推动露天煤矿智能化开采与绿色生态修复协同发展的关键。一方面, 应加大对智能化开采技术的研发投入, 推动大数据、人工智能、5G、边缘计算等前沿技术在露天煤矿的广泛应用, 实现生产全环节的设备大型化、少人化、无人化。通过智能化改造, 提高开采效率, 降低生产成本, 减少人工作业带来的安全风险。另一方面, 注重绿色生态修复技术的研发与应用, 如植被恢复、土壤改良、水资源循环利用等, 实现露天煤矿开采后的生态修复与环境保护。还要加强人才培养和引进, 建立一支具备高水平技术能力和创新精神的专业化团队, 为露天煤矿的智能化与绿色化发展提供坚实的人才支撑。

6.3. 倡导社会参与共建共享

露天煤矿智能化开采与绿色生态修复的协同发展, 一方面应加大宣传力度, 提高公众对露天煤矿智能化与绿色化发展的认识和支持度, 鼓励社会各界积极参与相关项目的建设和监督。另一方面, 建立政府、企业、社会组织和公众共同参与的工作机制, 形成合力推进露天煤矿智能化与绿色化发展的良好氛围。通过共享发展成果, 让社会各界共享露天煤矿智能化开采与绿色生态修复带来的经济、社会和生态效益。在此基础上, 还要加强国际合作与交流, 借鉴国际先进经验和技术, 推动露天煤矿智能化与绿色化发展的国际化进程。

6.4. 加强资金投入与金融支持

为了确保露天煤矿智能化开采与绿色生态修复的协同发展得以顺利实施, 充足的资金投入与有效的金融支持是至关重要。首先, 政府应加大财政投入, 设立专项基金或提供补贴政策, 用于支持露天煤矿的智能化改造项目和绿色生态修复工程。资金的支出可以用于技术研发、设备购置、生态修复材料采购以及后期维护等各个环节, 为项目的顺利推进提供坚实的经济基础。另外, 金融机构应积极参与, 为露天煤矿智能化与绿色化项目提供多样化的金融服务, 包括但不限于贷款支持、风险投资、绿色债券发行等, 以满足项目不同阶段的资金需求。政府可以出台相关政策, 引导社会资本进入这一领域, 通过公私

合营(PPP)模式、股权融资等方式, 拓宽融资渠道, 降低融资成本, 为项目的可持续发展提供源源不断的动力。

7. 结论

通过本研究深入探讨露天煤矿智能化开采技术与绿色生态修复技术的协同发展, 无人驾驶、精准爆破及远程监控等智能化开采技术的应用, 将会显著提升开采效率, 降低安全事故风险, 并减少环境破坏。结合生态系统理论与绿色低碳修复理念, 采用植被恢复、水土保持及废弃物资源化利用等绿色生态修复技术, 有效促进矿区生态环境的恢复与可持续发展。政策引导、技术创新、人才培养及社会参与等多方面的协同作用, 是推动露天煤矿智能化开采与绿色生态修复协同发展的关键, 为实现煤炭行业的绿色、智能、可持续发展提供了有力支撑。

参考文献

- [1] 赵士虎. 煤矿综采工作面自动化智能化开采技术研究[J]. 科学与信息化, 2024(2): 127-129.
- [2] 李全生. 煤炭生态型露天开采理论与技术体系及其应用[J]. 煤炭学报, 2024, 49(5): 2426-2444.
- [3] 安传志, 田静, 张东坡. 太行山片麻岩区植被恢复技术[J]. 现代农村科技, 2020(6): 47-48.
- [4] 祝小科, 陈桂平. 露采矿山几种边坡类型植被恢复技术——以紫金山金铜矿区为例[J]. 中国水土保持科学, 2008, 6(s2): 180-186.
- [5] 朱兆荣, 吴红刚, 赵守全, 等. 拉林铁路弃渣场水土保持型生态恢复技术探讨[J]. 科技创新与应用, 2024, 14(2): 87-91.
- [6] 贾倩, 串丽敏, 王爱玲, 等. 国内外农业废弃物资源化利用技术对比研究[J]. 世界农业, 2023(11): 19-30.