

绿色节能视角下的露天煤矿开采技术分析与应用

贾权

准格尔旗神山煤炭有限责任公司, 中国·内蒙古 鄂尔多斯 017000

摘要: 论文基于绿色节能理念, 深入剖析露天煤矿开采技术。首先, 阐述了露天煤矿开采中绿色节能的重要性, 分析当前面临的能源与环境挑战。接着探讨绿色节能视角下的多种露天煤矿开采技术, 包括高效开采工艺技术、节能设备应用技术、生态修复与资源综合利用技术等, 深入分析其技术原理、优势以及应用要点。对这些技术的综合研究, 旨在为露天煤矿开采企业提供可持续发展的技术路径, 实现煤炭资源的高效开发与生态环境的有效保护, 推动露天煤矿开采行业向绿色、节能、环保方向迈进, 在保障能源供应的同时, 最大限度地降低对环境的负面影响, 促进经济与环境的协调发展。

关键词: 绿色节能; 露天煤矿; 开采技术; 生态修复

Analysis and Application of Open Pit Coal Mining Technology from the Perspective of Green Energy Conservation

Quan Jia

Zhungeer Banner Shenshan Coal Co., Ltd., Ordos, Inner Mongolia, 017000, China

Abstract: Based on the concept of green energy conservation, this paper deeply analyzes the open-pit coal mining technology. Firstly, the importance of green energy conservation in open-pit coal mining was elaborated, and the current energy and environmental challenges were analyzed. Continuing to explore various open-pit coal mining technologies from the perspective of green energy conservation, including efficient mining technology, energy-saving equipment application technology, ecological restoration and comprehensive resource utilization technology, etc., in-depth analysis of their technical principles, advantages, and application points. The comprehensive research on these technologies aims to provide sustainable development paths for open-pit coal mining enterprises, achieve efficient development of coal resources and effective protection of the ecological environment, promote the open-pit coal mining industry to move towards green, energy-saving, and environmentally friendly directions, while ensuring energy supply, minimizing negative impacts on the environment, and promoting coordinated development of economy and environment.

Keywords: green and energy-saving; opencut coal mine; mining technology; ecological restoration

0 前言

露天煤矿开采在中国煤炭工业中占据重要地位, 为经济发展提供关键的能源支持。然而, 传统的露天煤矿开采模式往往伴随着高能耗、高污染以及生态破坏等问题, 与当今社会倡导的绿色发展理念背道而驰。随着全球对能源需求的持续增长和环境问题的日益严峻, 在露天煤矿开采中贯彻绿色节能理念已成为行业发展的必然趋势。通过采用先进的开采技术和工艺, 优化开采流程, 提高能源利用效率, 加强生态环境保护 and 资源综合利用, 不仅降低开采成本, 提高企业经济效益, 还能实现煤炭资源的可持续开发, 为社会经济的可持续发展奠定坚实基础。

1 露天煤矿开采中绿色节能的重要性

1.1 能源可持续性

煤炭作为中国主要的能源资源之一, 其合理开发与高效利用对于保障国家能源安全具有重要意义。在露天煤矿开

采中推行绿色节能技术, 能够提高煤炭资源的回收率, 减少资源浪费, 延长煤矿的服务年限, 确保能源的稳定供应, 满足经济社会持续发展的需求^[1]。

1.2 环境保护

露天煤矿开采活动对土地、水资源、大气环境等会造成不同程度的破坏和污染。采用绿色节能技术可有效减少开采过程中的扬尘、废气排放、废水排放以及土地塌陷等环境问题, 保护周边生态环境, 维护生态平衡, 减少对居民生活和生态系统的负面影响, 实现经济发展与环境保护的良性互动。

1.3 经济效益提升

绿色节能技术的应用, 有助于降低露天煤矿开采的能耗和物耗, 减少设备维护成本和开采成本, 提高生产效率和煤炭产品质量, 增强企业的市场竞争力, 从而为企业带来显著的经济效益。同时, 促进资源综合利用和生态修复, 还可创造额外的经济收益, 实现企业经济效益与社会效益的双赢^[2]。

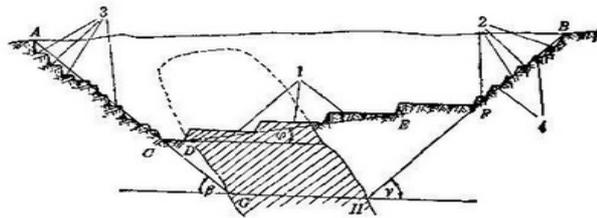
2 露天煤矿开采中绿色节能面临的挑战

2.1 技术研发与应用成本高

许多先进的绿色节能开采技术在研发阶段，需要投入大量的资金和人力，且技术的应用涉及对现有开采设备和工艺的改造升级，这对于煤矿企业来说是一笔不小的开支。一些新型的节能设备和智能化控制系统价格昂贵，部分中小企业难以承担技术更新换代的成本，限制了绿色节能技术的推广应用^[1]。

2.2 传统开采观念的束缚

长期以来，一些露天煤矿企业习惯于传统的开采模式和管理方式（见图 1），对绿色节能技术的认识不足，缺乏采用新技术、新工艺的积极性和主动性。部分企业担心新技术的应用，会影响生产进度和短期经济效益，更倾向于维持现状，导致绿色节能技术在行业内的普及速度较慢。



1—工作平台；2—安全平台；3—运输平台；4—清扫平台。

图 1 露天矿场构成要素

2.3 技术集成与协同难度大

露天煤矿开采是一个复杂的系统工程，涉及多个环节和多种技术的综合应用。绿色节能技术的有效实施，需将开采工艺、设备、生态修复、资源综合利用等多方面技术进行有机集成和协同优化，但目前的技术集成方面还存在一些问题，如不同技术之间的兼容性差、接口不统一等，影响了绿色节能技术整体效益的发挥^[4]。

3 绿色节能视角下的露天煤矿开采技术

3.1 高效开采工艺技术

陡帮开采是相对于缓帮开采而言的一种高效开采工艺，合理加大工作帮坡角，减少剥离量和开采成本，提高煤炭资源的回采率。在开采过程中，采用组合台阶开采、分区分期开采等方式，充分利用边坡的空间，实现采剥作业的优化配置。采用横采内排技术与陡帮开采相结合，能够使工作帮坡角增大 50 度左右，在保证安全生产的前提下，显著缩短采场的推进距离，减少剥离工程量，降低能耗和生产成本，同时提高煤炭资源的采出速度和回采率（见图 2）；此外，抛掷爆破—胶带运输—排土机排土工艺是一种高效的连续开采技术，利用抛掷爆破技术将岩石抛掷到预定的排土场位置，然后借助胶带输送机将煤炭和岩石分别运输到指定地点，最后由排土机进行排土作业。与传统的单斗—卡车运输工艺相比，该工艺具有运输效率高、能耗低、成本少等优点。

胶带运输系统能够实现大运量、连续化作业，减少运输过程中的能源消耗和尾气排放；抛掷爆破技术提高了岩石的抛掷率和破碎效果，降低后续的二次破碎工作量和能耗；排土机排土作业自动化程度高，能精确控制排土位置和形状，提高排土场的稳定性和土地复垦的便利性。

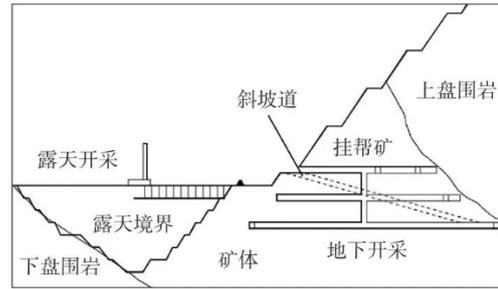


图 2 陡帮开采技术

3.2 节能设备应用技术

一方面，新型高效节能挖掘机采用先进的液压系统和动力匹配技术，能根据挖掘作业的实际负荷自动调节发动机的输出功率，避免发动机在高负荷下长时间运行，从而降低燃油消耗。例如，一些节能挖掘机配备了智能功率控制系统，利用传感器实时监测挖掘力和作业速度，自动调整发动机的转速和扭矩，使发动机始终工作在最佳经济运行区间，与传统挖掘机相比，燃油消耗可降低 30% 左右。此外，高效节能挖掘机还在结构设计上进行优化，减轻设备自身重量，降低运行阻力，进一步提高能源利用效率。另一方面，在露天煤矿运输环节，采用低能耗运输车辆是实现节能降耗的重要措施之一。天然气卡车以压缩天然气（CNG）或液化天然气（LNG）作为燃料，相比传统的柴油卡车，具有排放低、能耗小的优点。天然气燃烧后产生的污染物主要是二氧化碳和水，一氧化碳、碳氢化合物和氮氧化物等污染物的排放量大幅减少，对大气环境的污染明显减轻。同时，天然气的价格相对较低，能够有效降低运输成本。此外，电动运输车辆也是未来露天煤矿运输的发展方向之一，电动车辆在运行过程中不产生尾气排放，能源利用效率高，通过合理的充电设施布局和电池管理技术，实现零排放、低能耗的运输作业，为露天煤矿的绿色开采提供有力支持。

3.3 生态修复与资源综合利用技术

露天煤矿开采会造成大面积的土地破坏和植被损毁，土地复垦与生态重建技术是实现绿色开采的关键环节。在开采过程中，根据土地破坏的程度和类型，制定科学合理的复垦方案。对于排土场和采空区，采用土壤重构技术，将剥离的表土进行收集和保存，在复垦时将其覆盖在排土场表面，然后进行植被恢复。通过种植适合当地生长的草种、树种和农作物，建立起稳定的植被群落，改善土壤结构和生态环境，实现土地资源的可持续利用。同时，结合景观设计理念，对复垦后的土地进行合理规划和布局，打造生态公园、农田、

林地等多种生态景观,提高土地的生态价值和经济价值;此外,煤矸石是露天煤矿开采过程中的主要固体废弃物之一,长期堆放不仅占用大量土地,还会对环境造成污染。通过煤矸石综合利用技术,可以将其变废为宝。煤矸石可用于发电、生产建筑材料、充填采空区等领域。利用煤矸石发电技术,将煤矸石作为燃料在沸腾炉中燃烧,产生的热能用于发电,不仅解决煤矸石的处置问题,还能为煤矿企业提供电力,降低外购电成本;利用煤矸石生产建筑材料,既减少对天然骨料的开采,又降低建筑材料的生产成本,具有良好的经济效益和环境效益。最后,将煤矸石作为充填材料用于采空区充填,能够有效控制地表沉陷,减少土地破坏,提高煤炭资源的回收率,实现资源开发与环境保护的有机结合。

4 绿色节能开采技术的综合应用与优化

4.1 技术综合应用策略

在露天煤矿开采中,应将高效开采工艺技术、节能设备应用技术、生态修复与资源综合利用技术等进行有机结合,形成一套完整的绿色节能开采技术体系。首先,根据煤矿的地质条件和开采规模,选择合适的高效开采工艺,如陡帮开采技术与抛掷爆破—胶带运输—排土机排土工艺相结合,实现采剥作业的高效、低耗运行;其次,配备高效节能的挖掘机、运输车辆等设备,优化设备的运行参数和调度方案,降低设备能耗和运行成本;最后,在开采过程中同步实施生态修复与资源综合利用措施,将煤矸石、矿井水等废弃物进行有效处理和利用,对土地进行复垦和生态重建,实现开采与环境的协调发展。促进技术的综合应用,充分发挥各项技术的优势,提高露天煤矿开采的整体绿色节能水平。

4.2 优化措施

首先,运用计算机模拟技术和优化算法,对露天煤矿的开采参数进行优化设计,如台阶高度、工作帮坡角、开采顺序等。通过合理确定这些参数,在保证安全生产的前提下,最大限度地减少剥离量和开采能耗,提高煤炭资源的回收率。利用数值模拟软件对不同工作帮坡角下的边坡稳定性和采剥比进行分析,确定最优的工作帮坡角,既能确保边坡安全稳定,又能降低剥离成本和能耗;其次,根据露天煤矿的开采工艺和生产规模,对设备的选型和配置进行优化。选

择技术先进、性能可靠、能耗低的设备,并合理确定设备的数量和规格,避免设备的闲置和过度投资。同时,建立设备维护管理系统,加强设备的日常维护和保养,确保设备的高效运行,延长设备的使用寿命,降低设备的运行成本和维修费用;最后,建立完善的能源管理体系,加强对露天煤矿开采过程中能源消耗的监测和分析。安装能源计量仪表,实时掌握各生产环节的能源消耗情况,找出能源浪费的关键点,并采取针对性的节能措施进行优化。对采场照明系统进行智能化改造,采用节能灯具和自动控制系统,根据光线强度和作业需求自动调节照明亮度,降低照明能耗;对锅炉房、空压机房等重点耗能设备进行节能改造,采用余热回收、变频调速等技术,提高能源利用效率。

5 结语

绿色节能视角下的露天煤矿开采,采用高效开采工艺技术、节能设备应用技术以及生态修复与资源综合利用技术等,并对这些技术进行综合应用和优化,能有效提高露天煤矿开采的能源利用效率,降低环境污染,实现煤炭资源的高效开发与生态环境的保护协调共进。尽管目前在绿色节能技术的推广应用过程中还面临一些挑战,但随着技术的不断进步和创新以及政策的支持引导,露天煤矿开采企业将逐渐认识到绿色节能的重要性和必要性,加大技术研发和应用投入,推动绿色节能开采技术在行业内的广泛普及。

参考文献:

- [1] 陈兵.基于绿色节能视角的露天煤矿开采研究[J].内蒙古煤炭经济,2023(6):62-64.
- [2] 朱朋朋.绿色节能视角下的露天煤矿开采技术分析[J].新疆有色金属,2024,47(4):19-20.
- [3] 路艳欣.绿色节能视角下的露天煤矿开采技术分析[J].矿业装备,2023(1):100-101.
- [4] 冯庆全.绿色节能视角下的露天煤矿开采技术分析[J].煤炭新视界,2023(1):115-117.

作者简介:贾权(1988-),男,中国内蒙古鄂尔多斯人,本科,工程师,从事露天开采技术研究。