

露天煤矿剥离工艺优化与资源综合利用研究

蒲应录 王质彬 郭卫东

新疆雪峰爆破工程有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]随着煤炭需求的增长, 露天煤矿的开采成为主要方式, 但传统的剥离工艺存在资源浪费和环境污染等问题。当前, 煤矿剥离工艺和废弃物处理技术仍面临不少挑战, 影响了资源利用效率和环境保护。近年来, 随着机械化和自动化技术的进步, 煤矿剥离工艺得到了一定程度的优化, 同时废弃物的综合利用也取得了进展。本研究分析了露天煤矿剥离工艺的现状, 探讨了煤矿资源的合理开采与废弃物的综合利用, 旨在为煤矿行业的可持续发展提供解决方案。

[关键词]露天煤矿; 剥离工艺优化; 资源综合利用

DOI: 10.33142/ec.v8i4.16320

中图分类号: X7

文献标识码: A

Research on Optimization of Stripping Technology and Comprehensive Utilization of Resources in Open-pit Coal Mines

PU Yinglu, WANG Zhibin, GUO Weidong

Xinjiang Xuefeng Blasting Engineering Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract: With the increasing demand for coal, open-pit coal mining has become the main method, but traditional stripping processes have problems such as resource waste and environmental pollution. Currently, the coal mine stripping process and waste disposal technology still face many challenges, which affect resource utilization efficiency and environmental protection. In recent years, with the advancement of mechanization and automation technology, the coal mine stripping process has been optimized to a certain extent, and the comprehensive utilization of waste has also made progress. This study analyzed the current situation of stripping technology in open-pit coal mines, explored the rational mining of coal resources and the comprehensive utilization of waste, aiming to provide solutions for the sustainable development of the coal mining industry.

Keywords: open-pit coal mine; optimization of stripping process; comprehensive utilization of resources

引言

随着全球能源需求的不断增长, 煤炭作为重要能源之一, 依然占据着全球能源结构的核心地位。露天煤矿, 作为一种常见的煤炭开采方式, 因其开采成本低、效率高等优势, 被广泛应用。然而, 这种开采方式也伴随着资源浪费、环境污染等诸多问题, 尤其是在传统剥离工艺中, 煤矿资源的利用率较低, 废弃物的处理与综合利用亟待改进。随着技术的进步以及环保要求的提升, 优化露天煤矿剥离工艺, 提高资源利用效率, 并实施废弃物的综合利用, 成为煤矿行业面临的重要课题。本研究的目的是探讨露天煤矿剥离工艺的优化策略, 重点分析煤矿地质条件与剥离工艺的关键影响因素。现代技术结合后, 提出了可行的解决方案。同时, 研究了废弃物的有效利用途径, 降低了环境污染, 提升了资源回收率, 从而推动煤矿开采向绿色、低碳、高效的方向发展。目标是为煤矿企业提供理论依据与实践指导, 助力其优化剥离工艺与资源综合利用, 推动煤矿行业可持续发展。

1 露天煤矿传统开采工艺

1.1 露天煤矿开采工艺特点

露天煤矿开采工艺, 是一种广泛应用于煤矿资源开采

的关键技术, 主要通过露天开挖、剥离覆盖层后直接开采矿体。相较于地下开采, 露天开采以其更低的成本和较高的生产效率而被广泛应用。工艺流程通常包括表土剥离、矿石开采、运输及废料处理等环节。露天煤矿开采的特点, 在于其较浅的开采深度, 使得机械设备能够大规模作业; 同时, 作业面广阔, 能够一次性开采较大范围的矿体。由于不需要复杂的地下通道建设, 矿石运输相对简便, 运输过程可通过卡车或输送带直接送往加工厂。尽管露天开采具有上述优势, 但它也带来了一定的环境影响, 如土地破坏、水土流失及生态环境污染。因此, 采取有效的防治措施, 以减轻这些负面影响, 变得尤为重要。露天煤矿开采工艺的顺利实施, 还需综合考虑地质条件、气候变化、设备选型及安全管理等多方面因素。

1.2 表土剥离工艺

表土剥离工艺, 是露天煤矿开采中的一个核心步骤, 旨在去除覆盖在煤层上的表土、植被以及其他无用的地层, 从而暴露出矿体, 为后续开采提供便利。该工艺通常通过机械化作业来实现, 常用设备包括大型挖掘机、推土机及铲运机等, 这些设备可将表层土壤与岩石层逐层剥离。表土剥离的实施, 对于煤矿开采的顺利推进至关重要; 只有

在去除表土层后,矿层才能完全暴露,从而为矿石的开采与运输提供条件^[1]。表土剥离的深度与范围,需综合考虑矿区的地质条件、气候特点及环境保护要求,以选择合适的作业方式。合理规划表土剥离工艺,能够不仅提升煤矿的开采效率,还能有效减少后续开采过程中可能出现的土壤侵蚀及环境破坏问题。

1.3 填充式开采工艺

矿床倾斜度低于 120° 的为平缓矿床。针对实际煤矿围岩稳定性差、易发生脱落的结构,采用填充式开采工艺能够有效保护矿体,并控制落石范围。该工艺不仅能保障煤矿回采的安全性,还具有较高的实际应用灵活性。与其他开采工艺相比,填充式开采可以大幅减少煤矿贫化损失,并有效保护围岩的安全性,从而降低开采过程中坍塌的风险。该工艺主要包括两种常用技术:水砂填充开采工艺和干式煤矿开采技术。通过综合考虑实际煤矿的地质条件,灵活应用这些技术,可以显著提高煤矿的开采稳定性,且不受剥离岩石厚度的影响。

2 露天煤矿剥离工艺的影响因素

露天煤矿剥离工艺,受到多种因素的综合影响,包括地质条件、煤层结构、机械设备、技术水平以及环境与安全等方面,这些因素对剥离效率、成本与安全性起着关键作用。地质条件,对剥离作业有着直接的影响,矿区的岩层分布、岩性特点以及矿体的倾角等因素,决定了剥离的难易程度。例如,硬岩与软岩的剥离难度差异较大,剥离工艺必须根据实际地质条件作出相应调整。煤层结构的复杂性,包括煤层的厚度、倾斜度及煤与岩的界面特征,也显著影响剥离过程。复杂的煤层结构,增加了剥离作业中的技术难度,进而影响了作业的效率与成本。

机械设备与技术水平,也是决定剥离工艺效果的重要因素。高效的设备,不仅能够提升剥离效率,降低能源消耗,还能减少设备故障的发生。然而,设备的维护与管理同样至关重要,因为设备故障可能导致作业中断,甚至引发安全事故。技术水平的提升,通过优化操作流程、提高精准度以及减少人为误差,能够进一步改善工艺效果。最后,环境与安全因素,亦不能忽视^[2]。露天剥离作业,涉及爆破、运输及堆料等环节,产生的粉尘、噪声、振动等污染,对周围环境造成了影响。同时,作业过程中的安全管理若不到位,可能会导致事故发生危及作业人员及居民的安全。

3 露天煤矿剥离工艺的优化策略

3.1 剥离工艺的优化目标

露天煤矿剥离工艺的优化目标,主要集中在提高剥离效率、降低作业成本、保障作业安全以及减少对环境的负面影响等方面。提高剥离效率,是优化过程中的一项重要任务。通过精准的地质勘探与作业规划,合理安排剥离顺序与方法,能够显著提升煤层剥离进度,缩短停工时间,

从而确保生产的连续性与稳定性。降低作业成本,也是优化目标之一。通过合理配置机械设备,优化燃料与材料的使用,并结合高效的作业流程,不仅能减少能源消耗,还能降低人力成本,同时确保作业安全。安全性问题,在优化剥离工艺时同样不可忽视。通过改进作业流程、提升技术措施、提高设备可靠性及强化现场安全管理,能够有效预防事故,保障作业人员的生命安全及矿区周围环境的稳定性。环保目标,在现代矿山作业中越来越重要。通过实施防尘、防噪音、振动控制等措施,能够减轻对周围生态环境的负面影响,促进矿山的可持续发展。

3.2 机械设备的优化与升级

机械设备的优化与升级,在露天煤矿剥离工艺中占据着重要地位,直接影响着剥离作业的效率、安全性与经济性。随着矿山开采规模的扩大与作业环境的日益复杂,传统设备,已无法满足对高效、精确与安全作业的需求,这使得机械设备的优化与升级显得尤为关键。设备现代化,被认为是提升剥离效率的核心途径。通过引入高效能的机械设备,如先进的挖掘机、翻斗车、装载机等,可以显著提高煤层剥离的速度与精度,减少停工时间,从而提高整体生产效率。智能化技术的应用,也为设备优化提供了新的可能性。集成了传感器、GPS定位、自动控制系统等技术的智能设备,可以实现作业过程的实时监控与调度,精确控制设备的运行状况,从而降低故障发生率并提升设备利用率。自动化技术的提升,减少了对人工操作的依赖,降低了操作风险,尤其是在复杂且危险的作业环境中,自动化设备能够有效减少安全隐患。在设备升级过程中,除了提升机械设备的作业能力外,环保性能也应被重视,如降低噪音、减少排放等,以符合更加严格的环保要求。此外,提高设备的节能性能,通过采用更高效的动力系统来降低能耗,也是优化策略中的重要方面,这有助于进一步降低作业成本。

3.3 煤矿资源的合理开采与保护

煤矿资源的合理开采与保护,是露天煤矿剥离工艺优化中的关键策略,其目标是实现矿产资源的高效利用与可持续发展。在传统开采过程中,常见的过度开采与资源浪费现象,导致矿层严重破坏、矿石回收率低以及环境负担加重,这使得合理的资源开采策略变得尤为重要。为了实现资源的最大化利用,科学的矿山设计,被认为至关重要。通过合理规划开采过程中的各个环节,能够确保每一步操作都符合资源优化的原则。采用分层开采、选择合适的采掘方式等技术手段,不仅能减少煤层浪费,还能保障煤矿的经济效益。在保护煤矿资源方面,煤矿外圍岩层与生态环境的保护,必须得到重视。在开采过程中,合理的边坡设计、有效的支护措施以及水土保持技术的应用,能够有效减少矿山开采对周围环境的负面影响,防止水土流失及污染问题的发生^[3]。此外,矿山开采,必须遵循矿产资源

的可持续利用原则,确保采矿活动不会导致资源的不可逆枯竭或环境的严重破坏。

3.4 先进技术在剥离工艺中的应用

先进技术在露天煤矿剥离工艺中的应用,对于提升剥离效率、降低成本、减少资源浪费及保障环境安全,起着至关重要的作用。随着科技的迅速进步,自动化、信息化、遥感技术以及人工智能等现代化技术,已广泛渗透至矿山开采领域,特别是在优化剥离工艺方面,取得了显著成效。自动化设备的引入,尤其是自动化钻机、装药设备及智能挖掘机,使得剥离作业的精准度与效率大幅提升。智能控制系统的应用,使得作业状态能够实时监控,并进行动态调整,从而优化作业流程,减少人工操作带来的误差及安全隐患。信息化管理系统的使用,使得矿山作业数据能够实时传输、存储与分析,管理人员可根据这些实时数据,对剥离工艺进行调整,优化资源配置,提升整体工作效率。借助地质信息系统(GIS)及遥感技术,煤层与围岩的分布图,能够被准确绘制,从而为合理设计剥离方案提供支持,有效避免资源浪费。此外,采用3D地质建模与计算机模拟技术,矿山开采过程的虚拟仿真,能够进行预测不同剥离工艺的效果,从而为现场决策提供科学依据。

3.5 数据分析与信息化管理对优化的作用

数据分析与信息化管理,在露天煤矿剥离工艺优化中,具有关键作用。随着信息技术的快速发展,矿山管理的核心,已逐步转向数据采集、处理与分析。通过在矿区部署传感器与智能设备,各项作业数据能够被实时采集,并通过网络传输至中央管理系统,从而为决策者提供精准且及时的作业信息。数据分析,帮助管理人员评估不同剥离方案的效果,监控作业过程中的各种参数,如设备状态、煤层厚度、爆破效果及作业进度等。这些信息,能够帮助及时识别潜在问题,优化资源配置,并提高工作效率。例如,通过对历史作业数据的分析,矿山在不同条件下的剥离效果,能够被预测,从而制定更加科学合理的开采计划,确保作业的顺利进行。

4 资源综合利用的策略与方法

4.1 剥离矿石的资源化利用途径

剥离矿石的资源化利用,是提高露天煤矿开采效益、减少资源浪费的重要途径。随着环保要求日益严格,以及对资源利用效率需求的不断增加,作为采矿过程中副产品的剥离矿石,其资源化利用,受到了越来越多的关注。剥离矿石中的某些矿物成分,经过加工处理后,能够实现其再利用价值。例如,煤矸石、废石等剥离矿石,可用于生产建筑材料,如水泥、砖块等,这不仅减少了废弃物的堆积,还有效降低了采矿成本。同时,一些矿石中可能富含有用金属矿物,经过适当的选矿工艺处理后,金属元素,可以从中提取,推动矿产资源的再生利用。除此之外,剥离矿石还可以作为土地复垦的重要材料。通过将其回填至

采矿区,土壤质量,得以改良,为生态恢复提供必需的资源。这种做法,减少了废弃物对环境的负面影响,同时为矿区周边的农业与生态系统的恢复,创造了有利条件。随着技术的不断进步,剥离矿石的资源化利用途径,持续拓宽,新工艺和新技术的出现,使得废弃矿石的潜在价值得到了进一步的开发与利用,进而为矿山企业带来更多的经济与环境效益。

4.2 废弃物的综合利用技术

废弃物的综合利用技术,在露天煤矿开采过程中,具有重要意义,尤其是在资源逐渐匮乏及环保压力增大的背景下。合理处理与再利用废弃物,不仅能够有效减少环境污染,还能带来显著的经济效益。煤矿开采过程中产生的废弃物,如煤矸石、废矿渣、尾矿等,通常占用大量土地资源。如果这些废弃物得不到妥善处理,它们将成为环境污染的潜在源头。废弃物的综合利用技术,可分为物质转化利用和能量回收利用两大类。在物质转化方面,通过现代选矿与加工技术,可以从煤矸石、废矿渣等废弃物中提取有用矿物及化学成分,推动资源的回收与再利用。例如,煤矸石,经加工后,可以成为水泥、砖块、轻质骨料等建筑材料,用于工程建设,减少对天然资源的依赖^[4]。此外,某些废弃物,还可以作为土地复垦及园艺土壤改良的原料,改善土壤结构,促进农业产量的提升。在能量回收方面,煤矿废弃物中,蕴含一定的能量。

4.3 资源综合利用的环境效益

在露天煤矿开采中,资源综合利用不仅能带来显著的经济效益,还对环境产生深远影响。随着矿产资源的逐渐枯竭及环保要求的不断提高,煤矿企业,面临着减少开采过程中负面环境影响的迫切需求。应对这一挑战的重要手段,便是资源综合利用技术。煤矿开采过程中,产生的废弃物,如煤矸石、尾矿及废矿渣等,通过资源化利用,能够有效减少废弃物的堆积量,并降低污染物的排放。通过先进的处理技术,这些废弃物,可以转化为有价值的产品,如建筑材料、土壤改良剂以及能源,进而减少了对自然资源的消耗及环境的污染。此外,资源综合利用,能够降低废弃物堆放对土地和水源的污染,改善周围的生态环境。例如,煤矸石与尾矿,可用于土地复垦与绿化,提升矿区土地的生态恢复能力,减少矿山开采对生态环境的破坏。在能源回收方面,热能回收技术,不仅能减轻对传统能源的依赖,还能有效减少温室气体的排放,推动煤矿行业向低碳环保的方向发展。此外,废弃物的再利用,还可减轻矿山的环境负担,如减少堆放场地的占用、避免地下水污染,并减少风蚀和水蚀对环境的危害,从而改善矿区周围的空气质量与水质。

5 结语

本文,通过研究露天煤矿剥离工艺的优化及资源综合利用,总结了影响剥离工艺的关键因素,并提出了相应的

优化策略。矿石回收率的提升、作业成本的降低,都是通过优化剥离工艺可以实现的目标,同时,减少对环境的负面影响,也得到了有效推动,这将有助于煤矿行业朝着可持续发展方向迈进。废弃物的合理利用,以及资源综合利用技术的应用,进一步提高了资源利用效率,促进了绿色开采模式的实现。随着技术的不断发展与优化,煤矿行业,必将朝着更加安全、高效、环保的方向发展。希望,本研究能够为相关领域提供有价值的参考与借鉴。

[参考文献]

[1]刘晓光.露天煤矿薄煤层安全开采工艺优化[J].山西

化工,2024,44(12):160-161.

[2]张帅.露天煤矿轮斗工艺系统优化与应用研究[D].北京:中国矿业大学(北京),2018.

[3]周玉祥.露天煤矿绿色开采技术与评价研究[D].辽宁:辽宁工程技术大学,2018.

[4]李海斌.新疆黑山露天煤矿内排方案及剥离工艺研究[D].东北:东北大学,2020.

作者简介:蒲应录(1984.11—),毕业院校:云南开放大学,所学专业:机电一体化技术,当前就职单位:新疆雪峰爆破工程有限公司,职称级别:工程师。