

Study on optimization of mining methods and improvement of mining efficiency of high water content ore bodies

Jun Li

Shanxi Jinxing Energy Co. Ltd., Lvliang, Shanxi, 033600, China

Abstract

To address challenges in mining high-water-content ore bodies such as water surges, ore layer collapse, and low mining efficiency, this study proposes a series of optimized mining methods and efficiency-enhancing technologies. By analyzing the geological conditions and hydrological features of high-water-content ore bodies, the integrated optimization of drainage systems, improvement of support schemes, and intelligent mining methods have achieved both ore body stability maintenance and production increase. The optimized mining approach significantly reduces water surge risks, enhances tunneling and excavation efficiency, and ensures production safety, providing technical support for similar ore body mining operations.

Keywords

high water content ore body; mining method optimization; mining efficiency; water hazard control; intelligent mining

高含水率矿体采矿方法优化与开采效率提升技术研究

李军

山西锦兴能源有限公司, 中国·山西 吕梁 033600

摘要

针对高含水率矿体开采时面临的涌水、矿层坍塌、开采效率不高等状况, 推出了一系列采矿方法优化与开采效率提升的技术。通过分析高含水率矿体的地质情况与水文条件, 融合排水系统的优化、支护方案的改良以及智能化开采方式, 达成了矿体稳定性维护与产量提高。采用优化后的开采方法能显著降低涌水风险, 提高掘进与采掘的效率, 并且保障生产安全, 为类似矿体开采提供技术支持。

关键词

高含水率矿体; 采矿方法优化; 开采效率; 水害控制; 智能化开采

1 引言

煤矿和金属矿开采中常见高含水率矿体, 其开采难度和安全风险比普通矿体高很多。高含水率的矿体极易出现涌水事故, 造成采场坍塌、运输中断, 极大降低开采效率并威胁生产安全。传统人工开采手段面对复杂水文地质情形时, 常出现响应迟缓、效率欠佳以及矿体受损等状况。伴随智能化开采、排水优化及支护技术进步, 为高含水率矿体的安全高效开采带来了新途径。本文依托对矿体地质特征、水文条件以及生产数据的研究, 探究高含水率矿体采矿方法的优化方案, 还给出提升开采效率的技术, 为矿山企业给予实践借鉴和理论依据。

2 水害防控与排水优化

高含水率矿体开采面临的首要挑战是应对水害问题,

矿体所含的大量水分, 提升了采掘作业的难度, 又显著影响了巷道稳定性与采场安全。为此, 可采取预排水与系统排水相组合的综合办法来降低矿体水分含量, 预排水技术涵盖钻孔排水、抽水排矸以及降压导水等手段, 可于开采前减小矿层水压力, 进而降低涌水几率。在实际操作时, 依据矿体地质状况与含水特性, 恰当布设排水钻孔, 搭配高效抽水泵站有效疏导水体, 能大幅减轻局部涌水对采掘作业的干扰。同时, 系统排水凭借完备的排水管网、泵站以及集水沟槽, 达成开采进程中连贯、稳定的排水任务, 保证掘进与采掘设备正常运行。在规划采掘顺序时, 需依据水文地质条件, 优先选取水分含量低的区域进行开采, 减少高含水量区域作业产生的涌水风险。采用这种同时推进的排水策略, 不但能保证矿体稳定性与安全生产, 而且为机械化及智能化采掘打造出稳定的作业环境, 推动矿山开采安全高效进行^[1]。

3 支护方案设计与巷道稳定

3.1 高含水率矿体支护方案设计的重要性

采掘高含水率矿体期间, 科学设计支护方案是保障巷

【作者简介】李军(1975-), 男, 中国江苏徐州人, 本科, 工程师, 从事采矿工程研究。

道与采场安全的关键。随着矿体含水率升高,围岩强度会下降,使巷道易于产生坍塌、顶板下沉以及边墙位移等不稳定现象,加大作业风险。特别是在深部矿体或者高水压的区域,局部围岩经水浸蚀后变形显著,若没有有效的支护手段,会直接危及采掘设备运行与作业安全。因此,科学支护既是保障采掘安全的技术措施,也是实现高效生产的基础要素,支护方案要按照矿体的地质条件、水文特征、围岩力学性质精确规划,保证在不同区域能有效承受围岩压力,杜绝局部失稳或整体垮塌,为机械化开采与人员操作创造安全空间。该科学设计理念注重使支护与矿体实际状况相契合,并非单纯凭借经验或者固定支护模式,以此增强巷道稳定性与生产连贯性。

3.2 钢支架与喷射混凝土结合支护技术应用

在含水量高、围岩偏软的矿区,钢支架和喷射混凝土相结合的支护手段优势突出。钢支架具备强大的承载能力,可稳固支撑顶板和边墙,喷射混凝土可与围岩紧密黏合,增强整体刚度,避免围岩出现松动或局部剥落现象。这种支护既能适应高含水率环境里的地质变动,还可在施工起始阶段迅速搭建起稳定的作业空间,降低突水或围岩破裂几率。同时,喷射混凝土可依照现场条件来调节厚度和配比,实现对不同强度围岩的针对性加固。钢支架和喷射混凝土组合的方案既能确保巷道的承载能力,兼顾施工的高效性,为机械化设备持续作业提供坚实支撑,且在遭遇突发水害或围岩变形情况时,维持作业区的安全稳定,显著降低事故发生率^[2]。

3.3 预支护与锚杆加固在软弱夹矸层的应用

鉴于高含水率矿体中存在软弱夹矸层,单一的支护手段难以达成稳定需求,故而需采用预支护与锚杆加固相配合的方式。预支护可在巷道掘进前,借助布设临时支撑或进行注浆来加固围岩,让软弱岩体在开采前实现初步稳定;锚杆加固能在关键部位增强约束力,把岩层稳定在预设位置,降低出现塌方或位移的风险。运用此项双重加固手段,可有力抑制夹矸层的不稳定现象,为高含水率矿体的持续开采营造安全环境。可依据矿体水文状况和开采次序对预支护与锚杆加固设计进行动态调整,比如当采区作业高度集中或局部水压上升时,加大支护数量与强度,以应对突发水患和围岩变形难题,做到灵活且高效的安全管理。

3.4 支护与采掘方法的综合应用

科学支护的功效不只是保障单体稳定,还需和排水、开采顺序以及采掘方法进行有机融合,实现矿体整体安全管控。在具有高含水率特征的矿体里,科学规划采区开采顺序与分段作业,可减轻局部水压集中对巷道产生的影响;同步实施支护与加固举措,给机械化设备作业打造稳定操作空间。采用临时支撑及充填材料,可于作业高峰期进一步稳固作业区,防止设备集中作业引发局部塌方或顶板下沉。借助支护与开采方法的协同式优化,既保障了作业安全,又提升了机械化采掘效能,达成了矿体开采的安全、高效与连续作

业,为高含水率矿体的稳定生产筑牢了技术根基。

4 采矿方法优化与智能化应用

4.1 分段开采与涌水风险控制

分段开采高含水率矿体是管控涌水风险的关键举措。较高的矿体水分含量,既加大了采掘工作的难度,又提升了巷道和采场塌方的可能性。把矿体划成若干独立采区,每个采区可分别控制水压以及围岩的稳定性,进而有效降低整体作业风险。在实际操作时,需按照地质条件与水文特征合理界定采区面积、安排采掘顺序,优先对水分含量低或者支护条件良好的区域开展开采。同时,每个采区段落均应配备健全的排水系统与监测设备,对涌水、矿体变形及围岩压力实施实时监测。若检测到局部水压异常或是有潜在涌水风险的迹象,即刻采取排水、对支护进行加固或者改变采掘顺序等举措。这种分段开采模式不但强化了矿体开采的安全性,又为后续的机械化与智能化作业营造了稳定环境,让高含水率矿体的采掘管理更具科学合理性与可控性^[3]。

4.2 连采连运模式与生产连续性

开采高含水率矿体时,连采连运模式可提升采掘效率并降低设备闲置率。通过优化运输路线、作业节点及作业衔接,达成矿石从采区到运输系统的无阻碍对接,防止因等待或搬运不及时造成生产停滞。同时,连采连运可依托分段开采方式,让各采区的生产活动实现有效衔接,让整个工作面实现连续作业。该模式要求运输设备和采掘设备紧密配合,像连续采煤机工作时,转载机以及输送带系统得同步运行,保障矿石及时输送到出矿口。连采连运既缩短了设备空转时长,提升了资源利用效率,而且降低了人工介入的频次,保证了生产的安全和效能。在实际操作时,生产调度系统借助实时数据监测,能灵活调节作业节奏与运输次序,达成高含水率矿体的持续高效开采。

4.3 智能化采矿技术应用

智能化采矿技术的引入是优化高含水率矿体开采的关键措施之一。借助在采区设置传感器,可即时监测矿体水位、围岩压力、地层变形以及机械运行情况,为采掘作业提供数据支撑。数据分析平台借助历史数据与地质模型,对异常数据展开分析,给出操作建议或预警提示。例如,若传感器监测到局部水压增大或围岩发生微小位移,系统能给出调节采煤机截割高度、调整支架压力或变更作业顺序的提示,实现动态反馈。“边采边控”这一模式使采掘作业精准性与安全性提升,降低突发涌水或塌方的风险。同时,智能化采矿技术可优化作业参数,提升采掘设备运行效率,让矿体开采实现科学管理,为高含水率矿体安全开采筑牢可靠根基。

4.4 综合效率提升与安全保障

智能化与分段连采相融合的采矿手段提高了生产效率,又保障了作业安全。凭借数据驱动实施动态调控,各采区可按照实际矿体情形灵活调整作业次序、采掘速率以及支护形

式,保障矿石质量与作业安全。同时,机械化和自动运输系统协同运作,削减了等待与停机时长,达成生产连续性。此外,智能化采矿系统可为矿山管理者给予实时数据可视化展示和决策支撑,让调度安排更为科学合理。在开采高含水率矿体过程中,此综合优化举措达成了涌水风险防控、巷道稳定维护、生产效率增进和安全保障强化的统一,为矿山安全高效生产提供技术支撑与实践指引。

5 机械化与自动化开采效率提升

5.1 机械化采掘设备提升开采速度

在高含水率的矿体里,运用机械化采掘设备是提升开采效率的关键举措。传统人工采掘受制于复杂的作业环境与安全风险,很难维持生产的连续性,引入高效掘进设备和连续采矿机后,采掘作业得以快速稳定推进。例如,连续采矿机可在较短时间里完成大段矿体的开采掘进,与此同时搭配高性能支护设备,保障巷道处于稳定状态,减少因围岩变形造成的停机或返工现象。机械化开采既缩减了工作时长,还提升了矿石回收率,原因在于设备作业时能精确把控截割高度与作业位置,防止过量矸石混入和煤体损失。此外,机械化设备凭借标准化操作和高可靠性,降低了人为操作失误,保障了矿体开采稳定高效作业。采用该方式,高含水率矿体开采速度大幅提高,还为后续自动化与智能化调控奠定了基础^[5]。

5.2 自动化运输系统优化矿石流动

自动化运输系统对高含水率矿体开采起到关键作用。若矿石在从采掘区运往出矿口的运输过程中出现等待、拥堵或设备闲置情况,会直接降低整体生产效率。借助自动化输送带、转载机和智能运输车辆的引入,可达成矿石的连贯、高效搬运,减少人工介入与运输环节阻碍。例如,连续采矿机运行过程中,自动输送系统可实时承接矿石,让采掘和运输同步衔接顺畅,防止矿石堆积或输送滞后。此外,自动化运输系统能借助智能监控与调度系统,对运输速度、负载及作业次序加以优化,达成各环节的协调配合。这类系统既提升了矿石运输效能,又降低了人员暴露于高湿、高压环境的

风险,保证了生产的安全进行。面对高含水率矿体的情况,自动化运输系统是达成采掘连续与高效的关键部分。

5.3 智能调度与作业协调优化效率

智能调度系统是提高高含水率矿体开采效率的关键支撑。系统依据采掘、运输、支护和排水等环节的实时数据分析,合理规划作业顺序并调控设备运行,达成生产全流程的优化协同。例如,若采区局部水压上升或设备负荷出现异常,调度系统可动态调节采掘顺序或者运输优先级,减少因停机、返工或者设备等待所引发的效率损失。智能调度系统能优化作业任务的排班安排,实现机械化设备和人员资源的充分利用,防止重复作业与时间浪费。通过智能调度,智能调度使矿体开采保障了生产的持续进行,又提高了整体效能,达成了采掘、运输和支护各环节的协同运作,为高含水率矿体的高效开采给予数据支持与决策凭据。

6 结语

本文结合高含水率矿体的开采特性,给出了排水优化、支护改良、采矿方法优选及智能化开采技术综合运用策略。研究成果显示,运用预排水与系统排水相融合、支护设计合理化、分段开采并采用连采连运方式,加上智能化监控与机械化操作,可有效降低水患风险,维持矿体稳定,明显提升开采效能。该技术体系既增强了矿山生产的安全性,又提高了经济效益,还为相似高含水率矿体的安全高效开采提供了可供借鉴的实践案例和理论支撑。

参考文献

- [1] 连欢超,杨坤尧,荣辉,邓艳霞,孙琳琳,张素娜.破碎矿体采矿方法优选及采场参数优化[J].河北冶金,2025,(06):53-59.
- [2] 冯勇.缓倾斜薄矿体采矿方法优化及应用研究[J].矿业工程,2025,23(03):11-14+19.
- [3] 刘军.矿山采矿技术优化与金属矿开采效率提升策略研究[J].世界有色金属,2025,(10):123-125.
- [4] 陈庆发,玄昊然,商昱,甘泉,付振宇,李建辉.“采矿工艺重构”思想及其在采矿方法开发中的应用[J].金属矿山,2025,(07):1-7.
- [5] 张健,邱雪.提高金属矿地下开采的开采效率分析[J].世界有色金属,2017,(03):172-173.