

综述露天煤矿边帮压煤的开采方法

刘志亮

蒙东能源控股有限责任公司，内蒙古自治区锡林郭勒盟锡林浩特市，026000；

摘要：露天煤矿边帮压煤的开采方法是煤矿开采技术中的一个重要环节，对于提高煤炭回收率、保障矿山安全及环境保护具有重大意义。本文主要探讨了露天煤矿边帮压煤的几种主要开采技术，并分析了各自的优势与适用条件。

关键词：综述露天煤矿；边帮压煤；开采方法

DOI:10.69979/3029-2727.24.03.032

1 露天煤矿边帮压煤采煤特点

1.1 边帮压煤的开采难度大

露天煤矿的边帮压煤开采具有显著的复杂性，主要体现在矿体的倾斜角度大、地质结构复杂、压煤量大且分布不均。这种特殊的地质条件往往导致开采作业的难度增加，对开采技术和设备的要求更高。

1.2 安全风险较高

边帮压煤的开采过程中，由于煤层与边帮岩石的相互作用，容易引发边坡稳定性问题，对作业人员和设备安全构成威胁。同时，压煤的处理不当还可能引发地质灾害，如滑坡、崩塌等，因此，安全风险管理是开采工作中的重要环节。

1.3 技术要求复杂

在保证安全的前提下，有效开采边帮压煤需要综合运用多种开采技术和方法，如分层开采、预裂爆破、边坡加固等，以确保煤层的顺利剥离和矿石的稳定回收。

2 边帮压煤的开采方法

2.1 陡帮开采

陡帮开采，作为一种针对煤层边帮压煤问题的先进技术，尤其在面对倾角大、压煤量集中的地质条件时，其优势尤为凸显。这种开采方法的核心在于对边坡设计的优化，通过增大边坡的倾斜角度，以达到最大化地减少压煤量，从而提高煤炭的开采效率和经济效益。然而，这并不意味着可以忽视边坡的稳定性。相反，陡帮开采过程中，高强度的边坡支护系统是不可或缺的，它能有效防止因边坡角度增大可能引发的滑坡、崩塌等安全事故，确保开采工作的安全进行。

为了实施陡帮开采，地质勘查工作显得至关重要。这包括对煤层结构、地质构造、地下水分布等多方面因素的详细调查，以准确评估边坡的稳定性。同时，需要

运用地质力学、工程力学等多学科知识，进行复杂的计算，以确定最佳的边坡角度和支护方案。任何微小的误差都可能导致边坡的失稳，因此，这项工作需要极高的专业性和精确度。

2.2 端帮开采

在探索高效的边帮压煤开采策略时，端帮开采技术以其独特的优势脱颖而出，尤其在那些煤层沿走向宽度较大的露天煤矿中，其应用价值尤为显著。端帮开采的核心理念是通过有序的分段推进，逐步释放边帮的压煤压力，同时确保边坡的稳定，以防止因过度开采引发的地质灾害。

实施端帮开采首先需要在煤层的边缘设立临时的挡墙或支护结构，这些结构如同坚固的屏障，有效防止了开采过程中煤体的滑移，确保了作业的安全性。接着，采用先进的爆破技术，如同精心编排的旋律，逐步剥离压煤，每一步都精确到毫厘。在剥离的同时，对开采后的边坡进行及时加固，如同修补乐章中的破损，确保其稳定性，防止边坡的坍塌。

2.3 井工平巷开采

井工平巷开采是针对边帮压煤的另一种有效解决方案，尤其适用于地质条件复杂、煤层厚度变化大的露天煤矿。这种方法主要通过煤层下方或侧方开凿一系列的平巷，形成一个稳定的开采平台，从而分层次、分步骤地解除边帮压煤的压力。井工平巷开采的优势在于其灵活性和适应性，可以根据煤层的具体情况调整巷道布局，以最小化对边坡稳定性的影响。

在实施井工平巷开采时，需要进行精确的巷道设计和施工，确保巷道与煤层的精确对接，同时要考虑到地下水的疏排和通风系统的设置。巷道内的开采作业通常采用机械化设备，以提高开采效率和安全性。此外，巷道与边坡之间的连接部分需要进行特殊加固，如设置支撑架或采用锚杆支护技术，以防止因开采引发的边坡变

形。

2.4 露井协调开采

露井协调开采是结合露天与井工开采优势的一种综合方法,尤其适用于那些煤层分布广、开采深度大且边帮压煤问题突出的矿区。这种方法旨在通过露天开采与井工开采的协同作业,实现对边帮压煤的高效、安全处理。

在露井协调开采中,首先进行露天开采,以快速回收表层的煤炭资源,同时通过合理的边坡设计和管理,尽量减少边帮压煤。随着开采深度的增加,当露天开采难以维持边坡稳定性时,转为井工开采模式。在煤层下方开凿一系列的井巷,通过这些井巷对深层的压煤进行分层、分步开采,同时确保边坡的稳定。露井协调开采的关键在于两者之间的无缝衔接,需要精确的地质预测、井巷设计和开采计划,以实现露天与井工开采的高效转换和协同作业。

2.5 邻近煤矿开采

邻近煤矿开采是解决边帮压煤问题的另一种策略,尤其适用于相邻矿体或矿段的开采。这种方法通过规划和设计,使相邻的煤矿开采作业相互影响最小化,同时最大化地回收压煤资源。在实施邻近煤矿开采时,需要对相邻矿体的边界进行精确划定,确保在开采一个矿体时不会对另一个矿体的边帮稳定性造成威胁。这通常需要采用先进的三维地质建模技术和动态监测系统,以实时掌握边帮压煤的状态和变化。

在开采过程中,可能需要采用特殊的分隔技术,如设置隔离带或采用特殊的支护结构,以防止开采活动导致的边坡变形影响到相邻的矿体。同时,邻近煤矿开采还需要强化地质环境的监测和预警,一旦发现潜在的稳定性问题,可以及时采取补救措施,确保开采作业的安全进行。

3 露天煤矿边帮压煤开采的应用措施

3.1 定期监测与动态调整策略:确保边帮压煤开采安全的基石

在边帮压煤的实际开采过程中,对边坡稳定性的监测是保障作业安全的首要任务。随着科技的飞速发展,拥有了诸如 GPS 定位、遥感监测以及高精度应力应变监测等先进技术手段,这些工具如同我们开采过程中的“千里眼”和“顺风耳”,能够实时、准确地捕捉边坡的微妙变化。

具体而言, GPS 定位技术能够精确测定边坡的位移情况,为提供直观的边坡变形数据;遥感监测则通过卫星或无人机等高空平台,对边坡进行大范围、高分辨率

的扫描,及时发现潜在的滑坡、崩塌等地质灾害隐患;而应力应变监测则深入边坡内部,通过测量岩土体的应力变化,揭示边坡稳定性的内在机制。

基于这些监测数据,能够迅速响应,对开采方案进行动态调整。例如,当发现边坡角度过大、支护强度不足或开采顺序不合理时,可以及时采取措施,如调整边坡角度以减小下滑力、增加支护结构以提高边坡稳定性或改变开采顺序以平衡应力分布,从而确保边坡在开采过程中的动态稳定性。

此外,还应建立完善的监测预警系统,对监测数据进行实时分析和处理,一旦发现异常情况立即发出预警信号,为作业人员提供充足的避险时间。

3.2 预防性维护与加固

在边帮压煤的处理中,预防性维护和加固工作如同为边坡穿上了一层“防护服”,能够有效防止小范围的不稳定现象扩大为严重的地质灾害。这要求对边坡的支护结构进行定期、全面的检查和维护,及时发现并修复可能存在的损坏或缺陷。

具体而言,可以采用无损检测技术对支护结构进行快速扫描,准确判断其健康状况;同时,利用无人机等高科技手段对边坡进行空中巡查,提高检查效率和准确性。对于发现的问题,应迅速组织专业人员进行修复处理,确保支护结构始终保持良好的工作状态。

此外,对于潜在的高风险区域,还应提前进行加固处理。例如,在边坡上增设锚杆、喷射混凝土护坡或设置防滑平台等措施,可以显著提高边坡的抗灾能力。

3.3 采用先进的开采与支护技术

随着科技的不断发展,新型的开采技术和支护技术不断涌现,为边帮压煤的安全开采提供了更多的可能性。例如,智能爆破技术通过精确控制爆破参数和爆破顺序,能够最大限度地减少爆破对边坡稳定性的影响;自适应支护系统则能够根据边坡的实际变形情况自动调整支护力度和方式,确保支护结构始终与边坡保持紧密贴合。

这些先进技术的应用不仅提高了开采效率和质量,还显著降低了安全风险。因此,应积极引进和更新开采技术,不断推动边帮压煤开采向智能化、自动化方向发展。同时,还应加强技术研发和创新力度,不断突破技术瓶颈和难题,为边帮压煤的安全开采提供更加坚实的技术支撑。

3.4 安全培训与应急响应

提高作业人员的安全意识和应对能力是确保边帮压煤开采安全的重要环节。为此,应定期开展安全培训活动,组织专家为作业人员讲解边坡稳定性的重要性、

安全操作规程以及紧急情况下的自救和互救技能等知识。通过培训活动,可以帮助作业人员树立正确的安全观念、掌握必要的安全技能、提高应对突发事件的能力。

同时,还应建立健全的应急预案体系,明确各级人员的职责和任务分工、制定详细的应急响应流程和措施、定期组织应急演练活动。这些措施可以确保在地质灾害发生时能够迅速、有效地进行救援工作,最大限度地减少人员伤亡和财产损失。

3.5 环境恢复与可持续开采

在边帮压煤的开采过程中,还应注重环境保护工作,实现边开采边恢复的目标。具体而言,可以在开采后的边坡上种植植被、设置防尘设施等措施来改善边坡的环境质量;同时加强对周边生态环境的监测和保护工作,防止开采活动对生态环境造成破坏。

此外,还应考虑开采的长期可持续性问题。通过合理规划资源的开采顺序和强度、采用先进的开采技术和设备、加强资源综合利用等措施来实现经济、社会和环境的和谐发展。只有这样才能在保障安全开采的同时实现绿色发展的目标。

4 未来发展趋势

4.1 智能化开采技术的广泛应用

随着人工智能、大数据、云计算等技术的飞速发展,露天煤矿边帮压煤开采将步入智能化时代。通过构建智能开采系统,实现开采过程的自动化、远程化监控和精准化管理。智能机器人、无人驾驶设备将广泛应用于开采作业,不仅提高开采效率,还能显著降低人工操作带来的安全风险。同时,利用大数据分析技术,对开采过程中产生的海量数据进行实时处理和分析,为开采决策提供科学依据,进一步优化开采方案,提高资源回收率。

4.2 绿色开采与生态修复技术的融合

面对日益严峻的环境保护压力,绿色开采将成为露天煤矿边帮压煤开采的必然趋势。未来,开采企业将更加注重开采过程中的环境保护,采用更加环保的开采技术和工艺,减少对环境的影响。同时,生态修复技术将得到广泛应用,如采用微生物修复、植被恢复等手段,对开采后的边坡进行生态重建,恢复其原有的生态功能,实现开采与生态保护的和谐共生。

4.3 多学科交叉与综合技术的创新

露天煤矿边帮压煤开采涉及地质学、采矿学、岩土工程、机械工程等多个学科领域。未来,随着学科交叉与融合的加深,将催生出一系列创新性的综合技术。这些技术将综合运用各学科的理论和方法,对开采过程中

的复杂问题进行综合分析和解决,为露天煤矿边帮压煤开采提供更加科学、高效的解决方案。

4.4 国际化合作与标准制定

随着全球化进程的加快,露天煤矿边帮压煤开采领域的国际合作将日益紧密。各国将共同分享开采经验和科技成果,推动全球范围内开采技术的进步和发展。同时,为规范开采行为,保障开采安全,国际间将加强合作,共同制定和完善相关标准和规范,推动露天煤矿边帮压煤开采行业的健康发展。

4.5 数字化矿山与智慧矿山建设

数字化矿山和智慧矿山是露天煤矿边帮压煤开采的未来发展方向。通过构建数字化矿山平台,实现矿山信息的全面采集、集成和共享,为矿山管理提供智能化支持。智慧矿山则进一步融合了物联网、人工智能等先进技术,实现矿山的自主感知、自主决策和自主执行,使矿山开采更加安全、高效和环保。未来,露天煤矿边帮压煤开采将向数字化、智慧化方向不断迈进,推动矿业行业的转型升级和可持续发展。

结语

随着科技的飞速发展和全球对资源可持续利用的重视,露天煤矿边帮压煤开采技术正经历着前所未有的变革。从传统的经验开采到如今的智能化、绿色化开采,每一步都凝聚着人类的智慧和努力。在这个过程中,深刻认识到,安全、环保、高效是露天煤矿边帮压煤开采不可或缺的三大要素。展望未来,智能化开采技术将彻底改变露天煤矿的生产面貌。通过智能机器人、无人驾驶设备等高科技手段的应用,开采作业将实现自动化、远程化,大幅减少人工操作带来的安全风险,提高开采效率。

参考文献

- [1] 蒋红军,董辉. 露天煤矿边帮压煤充填开采技术研究[J]. 煤炭工程,2019,51(12):53-57.
- [2] 侯殿坤,赵焱,张雪虎. 露天矿边帮压煤井工开采工作面塑性区分析[J]. 煤炭技术,2019,38(01):10-12.
- [3] 侯殿坤,赵焱,张雪虎. 露天矿边帮压煤井工开采边坡破坏分析[J]. 煤炭技术,2018,37(08):132-134.
- [4] 曹兰柱,王珍,王东,宋子岭,白继元. 扎哈淖尔露天煤矿南帮压煤回采边坡稳定性分析[J]. 安全与环境学报,2018,18(01):113-118.
- [5] 陈宪武. 露天煤矿端(边)帮压煤回收工艺探讨[J]. 内蒙古煤炭经济,2016(13):135-137.