

# 煤矿采掘工作面顶板管理问题的处理方法探析

张雷<sup>1</sup> 党龙<sup>2</sup>

1. 夏阔坦公司榆树田煤矿 新疆 阿克苏 843000

2. 中煤科工集团沈阳研究院有限公司 辽宁 沈阳 110000

**摘要:** 煤矿采掘工作面顶板管理是保障煤矿安全生产的关键环节。当前,顶板管理面临顶板压力监测不精准、支护技术与管理存在缺陷、采空区处理措施不完善以及复杂地质条件应对不足等问题。本文深入探析了这些问题,并针对性地提出了优化顶板压力监测系统、改进支护技术与管理、完善采空区处理措施以及制定应对复杂地质条件管理策略等一系列处理方法,旨在为煤矿顶板管理工作提供有效参考,提升煤矿生产的安全性与稳定性。

**关键词:** 煤矿;采掘工作面;顶板管理;问题;处理方法

## 1 煤矿采掘工作面顶板管理概述

### 1.1 顶板结构与分类

顶板结构复杂多样,根据其岩性、厚度、强度及赋存条件等因素,可大致分为以下几类:(1)伪顶,位于煤层之上,直接与煤层接触的薄层岩层,通常由炭质泥岩、泥岩等软弱岩层组成,厚度较小,易随煤层开采而垮落。(2)直接顶,位于伪顶之上或直接覆盖在煤层之上(无伪顶时),由砂岩、泥岩等较稳定的岩层构成,是顶板管理的主要对象之一。其稳定性直接影响采掘工作面的安全。(3)基本顶(又称老顶),位于直接顶之上,由厚层坚硬岩层如砂岩、石灰岩等组成,具有较大的强度和稳定性,但在一定条件下也会发生周期性垮落,对采掘工作面产生较大影响。

### 1.2 顶板管理的重要性

第一,保障安全生产。顶板事故是煤矿常见的灾害之一,有效的顶板管理能够显著降低顶板垮落、冒顶等事故的发生概率,为作业人员提供安全的工作环境。第二,提高生产效率。稳定的顶板条件有利于采掘设备的正常运行和作业人员的连续作业,减少因顶板问题导致的停工停产时间,从而提高整体生产效率。第三,保护设备设施。顶板垮落不仅会造成人员伤亡,还可能损坏采掘设备、运输系统等基础设施,增加维修成本和生产中断风险。良好的顶板管理能够保护这些设备设施免受损害<sup>[1]</sup>。第四,促进可持续发展。通过科学的顶板管理,可以合理利用煤炭资源,减少资源浪费和环境污染,同时保障煤矿企业的经济效益和社会效益,促进煤矿行业的可持续发展。

## 2 煤矿采掘工作面顶板管理常见问题

在煤矿采掘作业过程中,顶板管理是确保安全生产的核心与关键环节。然而,由于多种复杂因素相互交

织,顶板管理在实际操作中常常面临一系列棘手问题,这些问题不仅严重威胁着作业人员的生命安全,还可能对生产效率造成不利影响,甚至干扰煤炭资源的合理有序开采。

### 2.1 顶板压力监测问题

顶板压力监测作为顶板管理的基石,其准确性和及时性对于预防顶板事故至关重要。然而当前部分煤矿在顶板压力监测方面存在诸多显著问题。从监测设备层面来看,一些煤矿所使用的监测设备技术落后,难以满足现代煤矿顶板监测的高精度、高稳定性要求。或者设备维护保养工作不到位,导致设备频繁出现故障,数据采集不准确、不及时的情况时有发生。在监测点布置方面,存在不合理现象。部分煤矿为了节省成本或简化操作,未能根据顶板岩性、厚度、强度等地质条件以及采掘工艺特点,科学合理地布置监测点。导致一些顶板压力变化敏感区域未能得到有效监测,潜在的安全隐患无法被及时发现和预警。对监测数据的分析利用也存在严重不足。部分煤矿虽然采集了大量的监测数据,但缺乏专业的数据分析人员和科学有效的数据分析方法,无法从海量数据中提取有价值的信息,难以建立准确的顶板压力变化模型和预警机制。这使得顶板压力监测仅停留在数据采集阶段,无法真正发挥其预防顶板事故的作用。

### 2.2 支护不合理问题

支护设计不合理是首要问题,部分煤矿在进行支护设计时,未能充分考虑顶板的地质条件,如岩性、厚度、强度、节理裂隙发育情况等,以及采掘工艺、开采顺序等因素。导致支护强度不足,无法有效抵抗顶板压力,容易发生顶板垮落事故;或者过度支护,造成支护材料的大量浪费,增加了支护成本,同时还会影响作业人员的操作空间和采掘效率。支护材料质量参差不齐也

是一个突出问题,市场上支护材料种类繁多,质量良莠不齐。部分煤矿为了降低成本,采购了质量不合格的支护材料,如锚杆(索)的抗拉强度、抗剪强度不达标,锚固剂的粘结力不足等。这些质量低劣的支护材料在承受顶板压力时,容易发生断裂、失效等情况,无法为顶板提供可靠的支护。支护施工不规范同样不容忽视,在实际施工过程中,部分作业人员操作技能不熟练,责任心不强,导致支护施工存在诸多质量问题。

### 2.3 采空区处理问题

采空区处理是顶板管理的重要环节,处理不当极易引发顶板事故,对煤矿安全生产构成严重威胁。在煤炭开采过程中,未能及时对采空区进行充填或支护,导致采空区顶板悬空时间过长。随着采空区面积的不断扩大,顶板所承受的压力逐渐增大,当压力超过顶板的承载能力时,就会发生顶板垮落事故。采空区长时间悬空还可能导致地表塌陷,破坏周边环境<sup>[2]</sup>。充填材料选择不当或充填不密实也是常见问题,目前,煤矿采空区充填材料主要有矸石、粉煤灰、水泥等。部分煤矿在选择充填材料时,未能充分考虑材料的性能和适用性,导致充填效果不佳。对采空区积水、瓦斯等有害气体的监测与治理不足也是一个重要问题,采空区积水会软化顶板岩层,降低顶板的强度和稳定性;瓦斯等有害气体在采空区内积聚,一旦遇到火源,就可能引发瓦斯爆炸事故。部分煤矿对采空区积水、瓦斯的监测手段落后,监测频率不足,治理措施不到位,无法及时发现和消除安全隐患。

### 2.4 地质条件复杂带来的问题

地质条件复杂是煤矿采掘工作面顶板管理面临的又一重大难题。在断层发育区域,断层带附近的岩层受到构造应力的作用,破碎严重,完整性差。采掘作业过程中,容易发生冒顶、片帮等事故。而且,断层的存在还会改变地下水的渗流通道,增加采空区积水的风险。褶皱构造会使岩层产生弯曲变形,导致顶板岩层受力不均匀,局部区域容易产生应力集中,从而引发顶板垮落。岩溶发育区域,溶洞、溶隙等地质现象普遍存在,顶板岩层稳定性受到严重影响。采掘作业时,一旦揭露溶洞,可能会导致顶板突然垮落,造成严重的人员伤亡和财产损失。煤层厚度变化大、倾角陡峭等地质条件也会增加顶板管理的难度。煤层厚度变化大时,顶板的支护方式需要根据不同厚度的煤层进行调整,增加了支护设计的复杂性。倾角陡峭的煤层,顶板的自稳能力较差,容易发生滑移、垮落等事故。面对如此复杂的地质条件,如果缺乏有效的地质勘探和预测手段,难以准确掌握顶板岩性、结构、厚度等信息,导致顶板管理措施缺

乏针对性和有效性,无法有效防范顶板事故的发生。

## 3 煤矿采掘工作面顶板管理问题处理方法

煤矿采掘工作面顶板管理是保障煤矿安全生产、提高生产效率的核心环节。然而,在实际作业中,顶板管理面临着诸多复杂问题,如顶板压力监测不准确、支护不合理、采空区处理不当以及复杂地质条件带来的挑战等。针对这些问题,需要采取科学有效的方法进行处理,以确保煤矿的安全稳定生产。

### 3.1 优化顶板压力监测系统

顶板压力监测是顶板管理的基础,准确的监测数据能够为顶板管理决策提供重要依据。针对当前顶板压力监测存在的问题,可从引入先进的顶板压力监测设备,如高精度压力传感器、分布式光纤传感系统等。这些设备具有测量精度高、稳定性好、抗干扰能力强等优点,能够实时、准确地采集顶板压力数据。同时建立设备定期维护和校准制度,确保设备的正常运行和测量准确性。根据顶板的地质条件、采掘工艺和开采顺序,科学合理地布置监测点<sup>[3]</sup>。在顶板压力变化敏感区域,如断层附近、褶皱轴部、煤层厚度变化带等,应适当增加监测点的密度。还应考虑监测点的覆盖范围,确保能够全面监测顶板的压力变化情况。建立专业的数据分析团队,运用先进的数据分析方法,如时间序列分析、神经网络模型等,对监测数据进行深入分析。通过建立顶板压力变化模型,预测顶板压力的发展趋势,及时发出预警信息。将监测数据与顶板管理决策相结合,为支护设计、采空区处理等提供科学依据。利用现代信息技术,建立顶板压力监测信息化平台,实现监测数据的实时传输、存储和分析。通过平台,管理人员可以随时随地查看顶板压力监测数据,及时掌握顶板的动态变化情况,平台还可以实现与其他生产管理系统的信息共享,提高顶板管理的信息化水平。

### 3.2 改进支护技术与管理

支护是保障顶板稳定性的关键措施,改进支护技术与管理对于提高顶板管理水平具有重要意义。在进行支护设计时,应充分考虑顶板的地质条件、采掘工艺和开采顺序等因素。采用数值模拟、物理试验等方法,对不同支护方案的支护效果进行评估和优化。根据评估结果,选择合适的支护方式、支护参数和支护材料,确保支护方案的科学性和合理性。加强对支护材料的质量监管,建立严格的材料采购、检验和使用制度。选择质量可靠、性能优良的支护材料,如高强度锚杆(索)、高性能锚固剂等。同时加强对支护材料的储存和运输管理,防止材料在储存和运输过程中受到损坏。制定详细

的支护施工操作规程,加强对作业人员的培训和教育,提高作业人员的操作技能和质量意识。在支护施工过程中,严格按照操作规程进行施工,确保支护质量。加强对支护施工质量的检查和验收,对不合格的支护工程及时进行整改。建立支护效果监测与评估体系,定期对支护结构的稳定性、变形情况进行监测和评估。根据监测和评估结果,及时调整支护方案和支护参数,确保支护结构始终处于良好的工作状态。

### 3.3 完善采空区处理措施

采空区处理不当易引发顶板事故,完善采空区处理措施是保障煤矿安全生产的重要环节。制定科学合理的采空区处理规划;在煤炭开采前,应根据煤层赋存条件、开采方法和顶板管理要求,制定科学合理的采空区处理规划。明确采空区处理的方式、时间和顺序,确保采空区处理与煤炭开采协调进行。选择合适的采空区充填材料和方法;根据采空区的地质条件、顶板压力和环境要求,选择合适的采空区充填材料和方法。目前,常用的采空区充填材料有矸石、粉煤灰、水泥等,充填方法有干式充填、水力充填、膏体充填等。在选择充填材料和方法时,应综合考虑充填效果、成本和环境影响等因素。加强采空区积水与有害气体治理;建立采空区积水监测系统,定期对采空区积水情况进行监测。当采空区积水达到一定水位时,应及时采取排水措施,防止积水软化顶板岩层。加强对采空区瓦斯等有害气体的监测和治理,采用瓦斯抽采、通风稀释等方法,降低采空区瓦斯浓度,防止瓦斯爆炸事故的发生。对采空区进行定期巡查;安排专人对采空区进行定期巡查,检查采空区顶板的稳定性、充填体的密实度等情况。发现异常情况时,应及时采取措施进行处理,确保采空区的安全。

### 3.4 应对复杂地质条件的管理策略

复杂地质条件给煤矿采掘工作面顶板管理带来了极大的挑战,需要采取针对性的管理策略。加强地质勘探与预测;在煤炭开采前,应加强对采煤区域的地质勘探工作,采用先进的勘探技术,如三维地震勘探、地球物理测井等,准确掌握煤层赋存条件、地质构造和顶板岩性等信息<sup>[4]</sup>。在开采过程中,应建立地质动态监测系统,

实时监测地质条件的变化情况,为顶板管理提供及时、准确的地质信息。制定个性化的顶板管理方案;根据不同的地质条件,制定个性化的顶板管理方案。在断层、褶皱、岩溶等地质构造发育区域,应加强顶板支护,采用加密锚杆(索)、注浆加固等措施,提高顶板的稳定性。在煤层厚度变化大、倾角陡峭的区域,应调整采掘工艺和支护方式,确保作业安全。加强现场管理与应急处置;在复杂地质条件下作业时,应加强现场管理,严格执行安全操作规程,加强对作业人员的安全培训和教育。同时应制定完善的应急预案,配备必要的应急救援设备和物资,定期组织应急演练,提高应急处置能力。一旦发生顶板事故,能够迅速、有效地进行救援,减少事故损失。开展技术攻关与创新;针对复杂地质条件下顶板管理的难题,应积极开展技术攻关与创新。加强与科研院所的合作,引进和吸收国内外先进的技术和经验,研发适合复杂地质条件的顶板管理新技术、新工艺和新材料,提高顶板管理的科技水平。

### 结束语

煤矿采掘工作面顶板管理问题复杂多样,对煤矿安全生产构成严重威胁。通过本文对顶板管理问题的深入探析,提出的一系列处理方法具有针对性和可操作性。煤矿顶板管理工作是一项长期而艰巨的任务,需要持续关注、不断探索和创新。未来,应进一步加强技术研发投入,提高管理人员的专业素养,不断完善顶板管理体系,以适应不断变化的开采条件,确保煤矿安全生产形势持续稳定向好。

### 参考文献

- [1]焦云刚.玉溪煤矿大采高工作面顶板定向爆破切顶卸压技术研究与应用[J].煤矿现代化,2022(3):1-3, 10.
- [2]申毅青.试论煤矿井下掘进作业面顶板的管理[J].能源与节能,2020(10):26-27.
- [3]杜龙龙,宋宜猛,冯宇峰.煤矿顶板事故分析与防治对策研究[J].中国煤炭,2020,46(10):50-54.
- [4]张吉昌.关于煤矿顶板管理的现状及解决对策研究[J].矿业装备, 2021(03):162-163.