

煤矿掘进巷道的顶板支护技术探析

杜一峰

国能神东煤炭集团哈拉沟煤矿

DOI:10.12238/gmsm.v7i5.1813

[摘要] 煤矿作为重要的能源产业,其安全生产一直是国家和社会关注的焦点。掘进巷道顶板支护是煤矿开采过程中的重要环节,直接关系到矿工的生命安全和矿井的经济效益。随着矿井开采深度的增加,顶板压力增大,地质条件变得更加复杂,传统的顶板支护技术面临着严峻的挑战。因此,研究和应用先进的顶板支护技术能够提高支护效率和安全性。基于此,本文对煤矿掘进巷道的顶板支护技术进行了探讨,以供相关从业人员参考。

[关键词] 煤矿掘进巷道; 顶板支护技术; 应用

中图分类号: X752 **文献标识码:** A

Discussion on roof support technology of coal mine driving roadway

Yifeng Du

Guoneng Shendong Coal Group Halagou Coal Mine Yulin

[Abstract] As an important energy industry, coal mine's safety production has always been the focus of national and social attention. Roof support of driving roadway is an important link in the process of coal mining, which is directly related to the life safety of miners and the economic benefits of the mine. With the increase of mine mining depth, the roof pressure increases and the geological conditions become more complicated. The traditional roof support technology is facing severe challenges. Therefore, the research and application of advanced roof support technology can improve the support efficiency and safety. Based on this, this paper discusses the roof support technology of coal mine driving roadway, for the reference of relevant practitioners.

[Key words] coal mine driving roadway; Roof support technology; app; application

引言

煤矿掘进巷道的顶板支护是煤矿开采过程中至关重要的环节,随着煤矿开采深度的不断增加和地质条件的日益复杂,顶板支护的难度和重要性也日益凸显。顶板支护技术的选择和应用直接关系到掘进作业的安全和效率,对于保障矿工生命财产安全和促进煤矿生产的持续发展具有重要意义。

1 煤矿掘进巷道中顶板支护技术的要点

1.1 地质调查

地质调查旨在全面了解掘进巷道周围的地质条件,为后续的支护方案设计提供科学依据。通过钻探、取样和实验室测试,详细了解巷道所在岩层的物理力学性质,如岩石的强度、硬度、弹性模量等,以及岩层的分层情况和层理特征。断层是影响巷道稳定性的重要因素。调查断层的位置、走向、倾角和活性,评估其对巷道稳定性的潜在影响。水是影响煤矿巷道稳定性的另一个重要因素。通过水文地质调查,了解巷道周围的水文地质条件,包括地下水位、水压、水质和涌水量等,评估水对巷道顶板稳定性的影响。地应力是影响巷道变形和破坏的主要因素之

一。通过地应力测量,了解巷道所在区域的地应力分布情况,为顶板支护设计提供依据。

1.2 巷道掘进

采用适当的掘进设备和技术,如钻爆法、掘进机掘进等,按照设计断面和方向进行巷道掘进。在掘进过程中,要控制好掘进速度,避免因过快掘进导致顶板失稳。在掘进过程中通过安装顶板监测设备,如顶板位移传感器、应力传感器等,实时监测顶板的变形和应力状态。一旦发现异常,立即采取措施进行处理,如加强支护、调整掘进参数等,确保巷道的安全稳定。掘进过程中会遇到未预见的地质变化,如断层、软弱夹层、突水等。对于这些情况,需要及时调整支护方案,采取相应的应急措施,如增加支护强度、进行预注浆加固等,以应对地质变化带来的风险。掘进作业中,安全管理至关重要。要严格执行安全操作规程,加强现场安全监督,确保施工人员的安全。

1.3 临时支护

随着掘进工作的推进,暴露出来的顶板岩石由于失去了周围岩体的支撑,容易出现冒落的风险,及时安装临时支架进行初

步支护显得尤为重要。临时支架的选择通常基于掘进巷道的实际情况和地质条件,常用的临时支架包括单体液压支柱、木支架等。这些支架能够快速安装,为掘进作业提供临时的安全保障。在安装临时支架时,必须确保支架的稳固性和可靠性,能够承受顶板的压力,防止冒落事故的发生。临时支护的作用不仅在于防止顶板冒落,还能为永久支护的施工提供支撑。在掘进过程中,随着巷道的不断延伸,临时支架需要随着工作面的推进而不断前移,以确保整个掘进作业始终在安全的支护下进行。

1.4 永久支护

锚杆(索)支护的原理是通过在巷道顶板钻孔并安装锚杆(索),利用锚杆(索)与岩层的粘结力或锚索的预应力,将巷道顶板与周围岩体紧密连接在一起,形成一个整体稳定的结构。这种支护方式能够有效增强顶板的稳定性,防止顶板垮落或冒顶事故的发生。除了锚杆(索)支护外,金属网或喷浆支护也是常用的永久支护方式。金属网能够覆盖在巷道顶板上,防止岩石碎块的掉落,提高巷道的安全性。而喷浆支护则是通过在巷道顶板上喷射混凝土等材料,形成一层坚硬的保护层,提高巷道的稳定性和耐久性。根据具体情况还会采用棚式支护、注浆加固等其他支护方式,这些支护方式的选择和应用需要根据掘进巷道的实际情况和地质条件进行综合考虑,以确保支护效果的最优化。

1.5 监测与调整

支护工程完成后应立即部署顶板位移监测设备,以便实时监控顶板的动态变化。根据巷道的具体条件和支护方案,选择合适的监测设备,并合理布置在关键位置,如顶板中央、两侧和支护结构的连接处。设备的布置应确保能够全面反映顶板的稳定性状况。监测设备应具备自动数据采集和实时传输功能,以便技术人员能够随时获取最新的监测数据。数据的准确性和实时性对于及时发现问题和采取措施至关重要。技术人员应定期分析监测数据,识别顶板位移的趋势和异常变化。通过对比设计参数和实际监测结果,评估支护效果,并预测潜在的风险。如果监测数据显示顶板稳定性不足或存在异常变化,应及时调整支护方案。这包括增加支护结构的密度、强度,或者采用其他支护技术,如预应力锚杆、注浆加固等。

2 煤矿掘进巷道中顶板支护技术的问题

2.1 支护技术选择不当

煤矿地质条件千变万化,包括岩层的物理力学性质、断层和裂隙的分布、地下水的影响等。这些因素都会对顶板稳定性产生重大影响,如果对这些地质条件认识不足容易选择不适合的支护技术。在软弱岩层中使用传统的锚杆支护,无法提供足够的支撑力,导致顶板失稳。在煤矿开采前虽然会进行地质勘探由于勘探技术的限制和成本的考虑,勘探数据无法完全反映实际的地质情况。这就导致在设计支护方案时,依据的是不完全或不准确的数据,从而选择了不合适的支护技术。

2.2 支撑力度不足

在煤矿掘进巷道的顶板支护过程中,支撑力度的大小直接关系到巷道的稳定性和安全性。支撑力度不足由多种因素引起,

支护材料的选择和使用不当。使用的锚杆或支架的强度不足,或者材料的质量不符合标准,就无法提供足够的支撑力。支护结构的布置不合理,锚杆的间距过大,或者支架的布置过于稀疏,也会导致支撑力度不足。施工质量的不达标也是导致支撑力度不足的一个重要原因,施工过程中存在偷工减料、操作不规范等问题,就会影响支护结构的稳定性和支撑力。

2.3 维护不及时

长期得不到有效维护的顶板,其稳定性会逐渐下降。随着巷道掘进的不断深入,顶板岩石的应力状态会发生变化,原有的支护结构逐渐失去效能。如果此时未能及时进行维护,顶板的稳定性将进一步恶化,甚至引发冒顶、垮落等严重事故。随着时间的推移,支护材料会受到腐蚀、磨损等自然因素的影响,其强度和稳定性会逐渐降低。如果未能及时更换或加固这些支护材料,它们将无法有效支撑顶板,从而增加顶板垮落的风险。

3 煤矿掘进巷道中顶板支护技术应用的优化措施

3.1 重视技术的创新与集成

通过引入先进的支护技术和设备优化施工流程,提高作业效率和安全性。钻锚一体化技术实现了钻孔和锚杆安装的一体化作业,简化了施工工序,减少了作业人员的劳动强度,同时提高了锚固力和支护效果。这种技术的应用不仅提高了施工效率,还增强了支护结构的稳定性,为煤矿巷道的安全提供了有力保障。“110工法”通过爆破切顶卸压,有效地减少了巷道受回采动压的影响,降低了巷道维修成本,延长了巷道的使用寿命。这种技术的核心在于通过精确控制爆破参数,实现对顶板的有效卸压,从而减少顶板下沉和冒落的风险。“110工法”还能够减少对巷道周边岩体的破坏,保护巷道的完整性,提高巷道的稳定性和安全性。

3.2 优化支护材料

用高性能的锚杆、锚索和喷射混凝土等支护材料,可以显著提高支护结构的稳定性和承载能力。这些高性能材料通常具有更高的强度、更好的耐腐蚀性和更长的使用寿命,能够更好地适应煤矿复杂多变的地质条件和恶劣的工作环境。研发和应用双液喷涂支护材料和自动化喷涂施工装备,是支护材料优化的另一个重要方向。双液喷涂支护材料能够在短时间内固化,形成坚固的支护层,有效地抵抗顶板的压力和冲击。自动化喷涂施工装备则能够提高施工效率,减少人工操作,降低作业风险,特别是在高粉尘和复杂环境下,自动化设备的优势更加明显。支护材料的优化不仅需要材料本身的性能提升,还需要施工工艺的改进。通过改进锚杆和锚索的安装工艺,可以提高锚固效果;通过优化喷射混凝土的配比和施工参数,可以提高支护层的密实度和强度。

3.3 提升监测技术的水平

利用双目视觉巷道随掘变形动态监测系统可以实现对巷道表面位移的实时监测,该系统通过高清摄像头捕捉巷道表面的图像,利用双目视觉原理对图像进行处理和分析,从而得到巷道表面的位移数据。这种监测方式具有实时性强、精度高等优点,

能够及时发现巷道变形情况,为安全预警和支护参数优化提供准确的数据支持。采用钻孔窥视仪等设备对顶板结构进行窥视是了解顶板状况的重要手段,钻孔窥视仪能够深入到顶板岩石内部,通过摄像头拍摄顶板岩石的图像,并将图像传输到地面进行分析。通过这种方式直接观察到顶板岩石的裂隙、节理等结构特征,了解顶板岩石的完整性、强度等物理性质,为支护设计提供准确的数据支持。通过对监测数据的分析可以了解巷道和顶板的受力情况,预测其未来的变形趋势,从而制定出更加合理的支护方案。

3.4改进施工工艺

通过精确控制爆破参数,如炸药量、爆破顺序和爆破时间,可以最大限度地减少对周围岩体的破坏。采用先进的爆破设计软件,结合现场实际情况,进行爆破方案的优化,可以有效降低爆破引起的顶板松动和裂缝扩展。现代掘进机械通常配备有减震系统,能够减少机械作业时对巷道顶板的冲击。掘进机械的自动化和智能化水平的提高,可以实现更加精确的掘进控制,减少人为操作失误,降低顶板事故的风险。采用临时支护设备如《一种巷道掘进工作针对圈者顶部的临时支护设备》是施工工艺改进的另一项重要措施,这种设备能够在巷道掘进的快速形成弧形支护,及时对顶板进行支撑,防止顶板松动和冒落。临时支护设备的快速响应能力,大大提高了顶板支护的及时性和有效性,保障了巷道掘进的安全。

3.5围岩稳定性分析

水对巷道支护效果的影响是围岩稳定性分析中的一个重要方面,因为水的存在会改变围岩的物理和力学性质,影响巷道的稳定性。数值模拟方法以模拟巷道开挖后围岩的应力重分布和变形过程,通过这些模拟预测巷道顶板和侧壁的变形趋势,评估支护结构的承载能力,为支护设计提供参考。数值模拟还可以分析不同支护方案的效果,帮助选择最优的支护措施。水对巷道支护效果的影响主要体现在两个方面:一是水会使围岩软化,降低其强度和稳定性;二是水压的作用导致围岩裂缝扩展和顶板脱落。在围岩稳定性分析中需要考虑水的存在并采取相应措施,可以通过排水措施降低巷道内的水压,减少水对围岩的影响;或者采用防水支护材料,提高支护结构的防水性能。围岩稳定性分

析还需要结合现场监测数据进行动态分析和调整,通过在巷道内部和周围岩体中布置传感器,可以实时监测围岩的应力和变形情况,及时发现潜在的安全隐患。

3.6制定个性化支护方案

不同地质条件、含水情况和采动影响下的巷道需要采用不同的支护技术,以实现最佳的支护效果。根据不同地质条件选择合适的支护技术,在软弱岩层或破碎带中掘进巷道时采用强度较高的支护方式;在坚硬岩层中掘进时采用较为简单的支护方式;在制定支护方案时必须充分考虑地质条件的影响,选择合适的支护技术。在含水丰富的地层中掘进巷道时必须采取防水措施,防止水对支护结构的侵蚀和破坏,可以采用注浆止水、铺设防水层等方法来降低地下水对支护结构的影响。在受采动影响的区域掘进巷道时加强支护措施,以防止巷道变形和垮落,通过加密锚杆(索)布置、增加支护强度等方式来提高巷道的稳定性。通过优化巷道断面形状和尺寸改善巷道围岩的受力情况,提高承载能力,采用拱形顶板可以减少顶板跨度,降低顶板压力。

4 结束语

综上所述,随着科技的不断进步和煤矿开采条件的不断变化,顶板支护技术也在不断创新和发展。未来,我们需要继续加强顶板支护技术的研究和创新,探索更加先进、高效、安全的支护技术,为煤矿掘进巷道的支护提供更加可靠的保障。

[参考文献]

- [1]张书豪.煤矿掘进巷道的顶板支护技术探析[J].矿业装备,2022,(06):52-54.
- [2]陈路强.浅谈煤矿井下巷道掘进顶板支护技术[J].内蒙古煤炭经济,2022,(17):33-35.
- [3]房博.浅谈煤矿掘进巷道的顶板支护技术[J].中国设备工程,2022,(03):218-219.
- [4]马帅.煤矿巷道掘进施工及顶板支护技术研究[J].中国石油和化工标准与质量,2021,41(21):180-181.
- [5]杨超.煤矿井下巷道掘进顶板支护技术探析[J].当代化工研究,2021,(16):49-50.
- [6]吴晓军.煤矿井下巷道掘进顶板支护技术研究与应用[J].内蒙古煤炭经济,2021,(02):64-65.