

煤炭采矿工程巷道掘进和支护技术的应用分析

刘松敏

郑州煤炭工业(集团)杨河煤业有限公司 河南 郑州 452370

摘要: 煤炭资源在国家经济发展中占据重要地位,其安全高效开采是保障能源供应的关键。煤矿巷道掘进和支护技术作为煤炭采矿工程的核心环节,对保证开采作业的安全性和效率至关重要。本文将从巷道掘进技术和支护技术两个方面进行详细分析,探讨其应用现状、影响因素及优化策略,以期为煤炭采矿工程提供理论支持和技术指导。

关键词: 煤炭采矿工程;巷道掘进;支护技术;优化策略

引言

煤炭采矿工程中的巷道掘进和支护技术是确保煤矿安全生产和提高开采效率的基础。巷道掘进技术涉及破煤、装煤、运输等多个环节,而支护技术则直接关系到巷道的稳定性和安全性。随着煤炭开采技术的不断进步,巷道掘进和支护技术也在不断创新和发展。本文旨在通过对这些技术的深入分析,为煤炭采矿工程提供科学合理的技术方案。

1 煤炭采矿工程巷道掘进技术及其应用

1.1 综合机械化掘进技术

综合机械化掘进技术是当前煤矿巷道掘进的主流技术,它集成了悬臂式掘进机、转载机、输送机等一系列先进设备,实现了巷道掘进的全机械化作业。在这一技术体系中,悬臂式掘进机是核心设备,其性能参数如切割功率、截割头转速、行走速度等,直接决定了掘进效率和进尺。悬臂式掘进机通过高强度的截割头对煤岩进行破碎,再利用转载机和输送机将破碎的煤岩运出巷道,从而实现了连续、高效的掘进作业。该技术具有显著的安全高效和自动化程度高的优点。在掘进过程中,操作人员只需在控制室内通过远程操控即可完成所有掘进动作,大大降低了操作人员面临的安全风险。同时,综合机械化掘进技术通过精确的控制系统和高效的设备协同作业,实现了掘进速度的大幅提升,进一步提高了煤矿的生产效率。我国煤炭行业在综合机械化掘进技术的研发和应用方面取得了显著成果。针对我国煤巷的特点,如煤层厚度变化大、地质构造复杂等,我国已自主研发出了一系列适合我国煤巷特点的悬臂式掘进机。这些掘进机在切割功率、截割头设计、行走机构等方面都进行了优化和创新,有效提高了掘进效率和作业安全性。

1.2 多巷掘进、交叉换位掘进技术

多巷掘进、交叉换位掘进技术是一种针对大断面煤巷的高效掘进方法。此技术通过连续采煤机与锚杆钻车

的紧密配合和交叉换位作业,实现了落煤、装运及支护的一体化施工流程,极大地提高了掘进效率。在具体实施过程中,连续采煤机负责落煤和初步装运,而锚杆钻车则紧跟其后进行支护作业。当连续采煤机完成一段巷道的落煤和装运任务后,会迅速撤离至下一段待掘进区域,此时锚杆钻车立即进入刚掘进完成的区域进行支护作业。通过这种交叉换位的方式,落煤、装运和支护作业可以在不同的巷道段同时进行,从而大大减少了设备换位所需的时间,提高了整体掘进效率。此外,多巷掘进、交叉换位掘进技术还注重巷道的稳定性和安全性^[1]。在支护作业中,锚杆钻车会使用高质量的锚杆和锚索对巷道围岩进行加固,确保巷道的稳定性。同时,通过精确的测量和定位,可以确保支护作业的准确性和有效性,进一步保障巷道的安全性。该技术是现代化大断面煤矿开采的重要技术支撑。它不仅能够显著提高掘进效率,减少设备换位时间,还能够确保巷道的稳定性和安全性。

1.3 掘锚一体化掘进技术

掘锚一体化掘进技术是一种创新的巷道掘进方法,它将掘进与支护两个环节紧密结合,通过研发高效掘锚一体化设备,实现了掘进与支护的同步进行,从而大大缩短了掘进周期,提高了掘进效率。这一技术的核心在于掘锚一体化设备的研发与应用。该设备集成了掘进机和锚杆钻车的功能,能够在掘进的同时进行支护作业。具体来说,掘进机在完成落煤和装运任务后,无需撤离,即可立即切换至支护模式,使用锚杆和锚索对巷道围岩进行加固。这种一体化作业方式避免了传统掘进方法中掘进和支护作业之间的时间间隔,显著提高了掘进效率。掘锚一体化掘进技术的优势不仅在于提高掘进效率,还在于其对巷道稳定性的保障。由于掘进和支护作业同时进行,巷道围岩在掘进过程中即得到及时加固,有效防止了顶板冒落和坍塌等安全事故的发生。此外,

该技术还减少了设备换位次数,降低了设备磨损和维修成本。目前,掘锚一体化掘进技术正处于不断研发和完善阶段。科研人员正致力于提高掘锚一体化设备的性能,优化掘进与支护的作业流程,以进一步提升掘进效率和巷道稳定性。同时,针对不同地质条件和巷道类型,研发人员也在探索更具针对性的掘锚一体化解决方案。

2 煤炭采矿工程支护技术及其应用

2.1 锚杆支护技术

锚杆支护技术作为全球煤炭行业应用最为广泛的支护技术之一,以其成本低、效果好等优点,在煤炭采矿工程中发挥着重要作用。该技术通过向围岩中安装锚杆,利用锚杆的拉力作用,增加围岩的强度,从而提高巷道的稳定性,有效防止顶板冒落和坍塌等安全事故的发生。锚杆支护技术的实施过程包括锚杆的选择、安装以及预紧力的施加等环节。在选择锚杆时,需考虑巷道的地质条件、围岩性质以及服务年限等因素,以确保锚杆的支护效果。在安装锚杆时,需按照设计要求进行钻孔、清孔、安装锚杆以及施加预紧力等步骤,确保锚杆与围岩之间的紧密结合。在软岩和动压巷道中,锚注支护技术作为一种有效的支护方式,将锚杆支护与注浆加固相结合,进一步增强了支护效果。注浆加固通过向围岩中注入浆液,填充围岩裂隙,提高围岩的整体性和强度,从而为锚杆提供更好的支护条件^[2]。同时,锚杆的拉力作用也可以限制注浆体的变形,使注浆体与围岩形成一个整体,共同承担巷道围岩的压力。锚杆支护技术的应用不仅提高了巷道的稳定性,还降低了支护成本,提高了煤炭采矿工程的经济效益。同时,该技术还具有施工简单、操作方便等优点,适用于各种地质条件下的巷道支护。

2.2 锚索支护技术

锚索支护技术是一种先进的支护方式,它通过组合梁作用、悬吊作用以及深部锚固作用,能够显著提高围岩的整体性和柔性,对于增强巷道围岩的稳定性具有显著效果。这一技术在矿山井巷、交通隧道等工程中得到了广泛应用,特别是在需要提高巷道围岩深层加固效果的场合,锚索支护技术更是发挥着不可替代的作用。组合梁作用是指锚索能够将巷道顶板的岩层连接起来,形成一个整体的梁式结构,从而增强顶板的抗弯强度和稳定性。悬吊作用则是利用锚索将松动的围岩悬吊在稳定的岩层上,防止其冒落和坍塌。而深部锚固作用则是通过锚索将巷道围岩的深部岩层与浅部岩层紧密连接起来,形成一个整体的锚固体系,从而提高围岩的整体稳定性。在实际应用中,锚索支护技术的施工流程包括锚

索孔的设计、钻孔、清孔、安装锚索以及张拉等环节。每个环节都需要严格按照设计要求进行,以确保锚索的支护效果。特别是在钻孔和张拉过程中,需要精确控制钻孔的深度和张拉的力度,以保证锚索能够充分发挥其支护作用。与传统的支护方式相比,锚索支护技术具有显著的优势。它不仅能够显著提高围岩的稳定性和整体性,还能够有效防止顶板冒落和坍塌等安全事故的发生。同时,锚索支护技术的施工周期短、成本低,对于提高工程的经济效益也具有积极意义。

2.3 锚喷支护与混凝土支护

锚喷支护技术是一种充分利用岩体自身强度的支护方式。它通过向岩体表面喷射混凝土,形成一层保护层,同时结合锚杆的拉力作用,将岩体紧密地连接在一起,从而实现自撑效果。这种支护方式能够显著增加岩体的整体性和稳定性,对于防止岩体松动、脱落和坍塌具有显著效果。因此,锚喷支护技术广泛应用于IV、V类围岩巷道中,成为保障巷道稳定的重要手段。在具体实施过程中,锚喷支护技术需要严格控制喷射混凝土的厚度和强度,以确保其能够有效地保护岩体。同时,锚杆的选择和安装也是关键环节,需要根据巷道的地质条件和围岩性质进行合理设计。而混凝土支护则是另一种常见的支护方式。它采用喷射混凝土制作支架,将混凝土直接喷射到巷道围岩表面,形成一层坚固的保护层。这种支护方式能够快速、有效地覆盖围岩,防止其进一步风化、破碎。当混凝土支护与锚杆支护结合使用时,可以进一步增强巷道的稳定性^[3]。锚杆的拉力作用能够将混凝土支护层与围岩紧密地连接在一起,形成一个整体的支护结构,共同承担巷道围岩的压力。在实际应用中,混凝土支护需要根据巷道的具体情况进行设计。例如,在围岩较为破碎的区段,可以适当增加混凝土支护的厚度和强度;在围岩较为稳定的区段,则可以适当减少支护量,以降低成本。

3 影响因素与优化策略

3.1 地质条件与围岩强度

地质条件是影响巷道掘进和支护效果的首要因素,其复杂性常常给工程带来诸多挑战。褶皱断层是地质条件中的一个重要方面,其存在往往导致岩体破碎、节理裂隙发育,从而影响巷道的稳定性。岩体硬度也是一个关键因素,硬度高的岩体掘进难度大,但对支护的要求相对较低;反之,硬度低的岩体虽然掘进容易,但支护难度却大大增加。此外,储气储水条件也不容忽视,它们可能对巷道掘进和支护造成潜在威胁,如突水、突泥、瓦斯突出等。巷道围岩的强度直接决定了巷道的稳

定程度。强度高的围岩能够更好地承受地压，保持巷道的稳定；而强度低的围岩则容易发生变形和破坏，给支护工作带来困难。因此，在巷道掘进前，必须对地质特征进行全面考察，充分了解褶皱断层、岩体硬度、储气储水等条件，以便选择科学合理的掘进和支护技术。为了优化掘进和支护效果，可以采取以下策略：首先，加强地质勘探工作，准确掌握地质条件，为掘进和支护设计提供可靠依据；其次，根据地质条件和围岩强度选择合适的掘进设备和支护材料，确保掘进效率和支护效果；最后，加强施工过程中的监测和控制，及时发现并处理地质变化和围岩变形情况，确保巷道的稳定性和安全性。

3.2 设备配置与施工技术

掘进设备的配置和施工技术的选择，对于掘进效率和支护效果具有直接影响。在实际工程中，应根据具体的地质条件和施工要求，科学合理地配置掘进设备，以提高掘进效率，并确保支护作业的科学性和规范性。在设备配置方面，首先要考虑的是地质条件。例如，在硬岩地层中，应选择功率大、破岩能力强的掘进机；而在软岩或破碎地层中，则需选择对围岩扰动小、掘进速度适中的设备。同时，设备的选型还应考虑巷道的断面尺寸、服务年限以及后续支护作业的需求。施工技术的选择同样至关重要。不同的地质条件和施工环境需要采用不同的支护技术。例如，在地质条件复杂、围岩稳定性差的区域，应采用锚喷支护与混凝土支护相结合的方式，以增强巷道的整体稳定性。而在地质条件相对简单、围岩稳定性较好的区域，则可以选择单一的锚杆支护或锚索支护。为确保支护作业的科学性和规范性，加强施工技术培训是必不可少的。施工人员应熟练掌握各种支护技术的施工流程、操作要点以及质量控制标准^[4]。同时，还应定期对施工人员进行技术考核和实操演练，以提高其技能水平和应对复杂地质条件的能力。

3.3 通风与安全监测

巷道掘进过程中，由于岩石的破碎和机械的运行，

会产生大量的烟尘和有害气体，如粉尘、一氧化碳、二氧化氮等。这些有害物质不仅影响施工人员的健康，还可能引发爆炸等安全事故。因此，科学设计通风系统，确保巷道内部风压符合施工要求，是巷道掘进过程中必不可少的一环。通风系统的设计应考虑巷道的长度、断面面积、掘进速度以及地质条件等因素。一般来说，通风系统应包括进风口、排风口、风筒以及通风机等设备。进风口应设置在巷道口附近，以便将新鲜空气引入巷道；排风口则应设置在巷道深部，以便将有害气体排出。风筒是连接进风口和排风口的通道，其直径和长度应根据巷道的具体情况进行选择。通风机则是提供动力的设备，其选型应考虑巷道的通风阻力和所需风量。除了通风系统外，安全监测设备也是确保掘进环境安全的重要手段。常用的安全监测设备包括瓦斯浓度传感器、温度传感器、湿度传感器等。这些设备可以实时监测巷道内的瓦斯浓度、温度和湿度等参数，一旦发现异常，即可立即采取措施进行处理，防止安全事故的发生。

结语

煤炭采矿工程巷道掘进和支护技术的应用是确保煤矿安全生产和提高开采效率的关键。通过综合机械化掘进技术、锚杆支护技术、锚索支护技术等先进技术的应用和优化管理，可以显著提高巷道的稳定性和掘进效率。未来，随着技术的不断进步和创新，巷道掘进和支护技术将在煤炭采矿工程中发挥更加重要的作用。

参考文献

- [1]赵连欢.煤炭采矿工程巷道掘进和支护技术的应用分析[J].内蒙古煤炭经济,2024,(12):136-138.
- [2]闫伟.煤炭采矿工程巷道掘进和支护技术分析[J].低碳世界,2024,14(02):49-51.
- [3]姜鹏涛.煤炭采矿工程巷道掘进和支护技术的应用探讨[J].内蒙古煤炭经济,2024,(10):162-164.
- [4]王文杰,张峰,李超.煤炭采矿工程巷道掘进和支护技术的应用探讨[J].内蒙古煤炭经济,2023,(14):160-162.