

采矿工程巷道掘进及支护技术的运用

万 勇

贵州盘江精煤股份有限公司 贵州 六盘水 553529

摘 要：随着煤炭资源的不断开采，采矿工程的安全性和效率成为行业关注的焦点。巷道掘进与支护技术作为采矿工程的重要组成部分，直接关系到矿井的生产效率和作业安全。本文旨在探讨采矿工程巷道掘进及支护技术的运用，分析不同掘进方法和支护技术的特点与应用效果，以期为采矿工程提供技术参考。

关键词：采矿工程；巷道掘进；支护技术；钻眼爆破法；锚杆支护

引言

采矿工程中的巷道掘进与支护是确保矿井安全高效生产的关键环节。巷道掘进技术通过破碎煤层与周围岩体形成巷道空间，而支护技术则保证巷道的稳定性和安全性。随着科技的进步，巷道掘进与支护技术也在不断发展，为采矿工程提供了更多高效、安全的选择。

1 采矿工程巷道掘进技术的运用

1.1 钻眼爆破法

钻眼爆破法，作为采矿工程中最传统且至今仍广泛应用的巷道掘进方法，其核心在于通过气动凿岩机、液压凿岩机等现代钻孔设备在煤层或岩体中钻出炮眼，然后填充适量的炸药进行爆破，利用爆炸产生的巨大能量破碎煤层或岩体，从而形成所需的巷道空间。这一方法之所以能够在采矿工程中长盛不衰，主要得益于其强大的适应性和相对较高的掘进速度。无论是坚硬的岩体还是松软的煤层，钻眼爆破法都能通过调整炮眼的布局、炸药的种类和用量来适应不同的地质条件，实现有效的破碎和掘进。同时，相比于其他掘进方法，钻眼爆破法在设备投入和施工技术上的要求相对较低，使得其在资源有限、技术条件相对落后的地区也能得到广泛应用。然而，钻眼爆破法也并非完美无缺。其最大的缺点在于爆破过程中产生的震动、飞石和粉尘对周围环境和作业人员的安全构成威胁^[1]。因此，在运用钻眼爆破法时，必须严格控制炸药的用量和爆破的参数，以确保爆破效果的同时，最大限度地减少对周围环境的影响。为了实现这一目标，技术人员需要合理设计炮眼的布局和炸药的量。炮眼的布局要根据煤层或岩体的性质、厚度以及巷道的断面形状来确定，以确保爆破后形成的巷道空间符合设计要求。同时，炸药的量也要根据炮眼的直径、深度以及周围环境的敏感性来精确计算，避免过量或不足导致的爆破效果不佳或安全隐患。此外，为了减少爆破过程中产生的粉尘，可以采用湿式凿岩技术。湿式凿岩

是在钻孔过程中向钻杆和炮眼内注入水，通过水的湿润作用来捕捉和沉降粉尘，从而有效降低粉尘的浓度，改善作业环境。同时，加强通风防尘措施也是保障作业环境安全的重要一环。在巷道掘进过程中，应设置合理的通风系统，确保新鲜空气能够及时送入工作面，同时将产生的粉尘和有害气体排出巷道，保持作业环境的清洁和舒适。

1.2 机械化掘进技术

随着科技的进步和采矿技术的不断发展，机械化掘进技术逐渐成为采矿工程巷道掘进的主流方法。机械化掘进技术利用掘进机、连续采煤机等机械化设备进行巷道掘进，具有掘进速度快、作业效率高、劳动强度低等优点。机械化掘进设备的种类繁多，其中悬臂式掘进机和连续采煤机是最为常见的两种。悬臂式掘进机适用于中硬及硬岩巷道的掘进，其结构紧凑、操作灵活，能够根据巷道的断面形状和掘进方向进行调整，实现高效的掘进作业。而连续采煤机则更适用于煤层巷道的快速掘进，其采煤和装载功能集成在一起，能够实现连续作业，大大提高掘进效率。在运用机械化掘进技术时，首先需要根据煤层或岩体的地质条件选择合适的掘进机型号。不同的掘进机在适应的地质条件、掘进速度、作业效率等方面存在差异，因此选择适合的掘进机对于提高掘进效率和保障作业安全至关重要。其次，优化掘进工艺也是提高掘进效率的关键。在掘进过程中，应合理安排掘进机的作业顺序和作业方式，减少设备的空转和等待时间，提高设备的利用率。同时，还可以采用先进的导航技术和自动化控制系统来辅助掘进作业，提高掘进的准确性和效率。最后，加强设备的维护和管理也是确保掘进作业顺利进行的重要保障。机械化掘进设备结构复杂、零部件众多，因此需要定期进行维护和保养，确保设备的正常运转。同时，还应建立完善的设备管理制度和维修体系，对设备进行定期的检查和维修，及时发

现并处理设备故障，避免因设备故障导致的掘进作业中断或安全事故的发生。

2 采矿工程巷道支护技术的运用

2.1 锚杆支护技术

锚杆支护技术的基本原理是通过在巷道围岩中打入锚杆，利用锚杆与围岩的共同作用，增强巷道的稳定性。锚杆作为连接围岩与支护结构的桥梁，能够有效地将围岩的应力传递到支护结构上，从而分散和减少围岩的压力，提高巷道的承载能力。锚杆支护技术的施工简便、成本低廉，是其得以广泛应用的重要原因之一。在施工过程中，首先需要根据巷道围岩的性质选择合适的锚杆类型和规格。不同类型的锚杆在材质、直径、长度等方面存在差异，因此选择适合的锚杆对于提高支护效果至关重要。例如，在坚硬的岩体中，可以选择直径较大、长度较长的锚杆，以增强其锚固力和稳定性；而在松软的煤层中，则需要选择直径较小、长度适中的锚杆，以避免对煤层的过度破坏。除了选择合适的锚杆类型和规格外，合理设计锚杆布局和锚固力也是确保支护效果的关键。锚杆的布局应根据巷道的断面形状、围岩的性质以及支护结构的要求来确定^[2]。一般来说，锚杆应均匀布置在巷道的顶板和两帮，以形成稳定的支护体系。同时，锚杆的锚固力也需要根据围岩的性质和支护结构的要求来精确计算，以确保锚杆能够牢固地锚固在围岩中，发挥有效的支护作用。在锚杆施工过程中，加强施工质量控制也是确保支护效果的重要环节。施工人员应严格按照施工规范进行操作，确保锚杆的打入深度、角度和间距符合设计要求。同时，还需要对锚杆的锚固质量进行检查和验收，确保锚杆与围岩之间的粘结力达到规定标准。此外，对于施工过程中出现的问题和异常情况，应及时进行处理和调整，以确保支护结构的稳定性和安全性。

2.2 喷射混凝土支护技术

喷射混凝土支护技术是一种适用于围岩破碎、节理发育等复杂地质条件下的巷道支护方法。其基本原理是利用喷射机械将混凝土喷射到巷道围岩表面，形成一层坚固的保护层，从而增强巷道的承载能力和稳定性。在选择喷射混凝土支护技术时，首先需要确定合适的混凝土配合比。混凝土配合比应根据巷道围岩的性质、支护结构的要求以及施工条件来确定。一般来说，混凝土应具有较高的强度、良好的粘结力和耐久性，以满足支护结构的需求。同时，还需要考虑混凝土的流动性、可泵性等施工性能，以确保喷射过程的顺利进行。除了选择合适的混凝土配合比外，加强喷射过程中的质量控制

也是确保支护效果的关键。在喷射过程中，应严格控制喷射厚度、均匀性和密实度。喷射厚度应根据支护结构的要求来确定，过薄或过厚的混凝土层都会影响支护效果。同时，还需要确保混凝土层均匀、密实，避免出现空洞、裂缝等缺陷。为此，施工人员应熟练掌握喷射机械的操作技巧，合理调整喷射参数，确保喷射过程的稳定性和连续性。喷射混凝土支护技术还需要及时对混凝土层进行养护，以提高其强度和耐久性。养护过程中，应采取适当的保湿、保温措施，避免混凝土层因干燥、温差过大等原因而产生裂缝或脱落。同时，还需要对养护过程中的混凝土层进行定期检查和维修，及时发现并处理出现的问题和异常情况。

2.3 联合支护技术

联合支护技术是一种将多种支护方式相结合，形成综合性的支护体系的方法。它旨在应对复杂多变的地质条件，提高巷道的稳定性和安全性。常见的联合支护方式包括锚杆+喷射混凝土、锚杆+金属网等。在选择联合支护方式时，需要根据巷道围岩性质和地质条件进行综合考虑。例如，在围岩破碎、节理发育的地段，可以采用锚杆+喷射混凝土的联合支护方式。锚杆能够增强围岩的稳定性，而喷射混凝土则能够形成一层坚固的保护层，进一步提高巷道的承载能力。而在围岩较为稳定但存在局部破碎或裂隙的地段，则可以采用锚杆+金属网的联合支护方式。金属网能够有效地防止围岩的碎块脱落，而锚杆则能够将金属网牢固地固定在围岩上，形成稳定的支护结构^[3]。除了选择合适的联合支护方式外，合理设计支护参数和布局也是确保支护效果的关键。支护参数应根据巷道围岩的性质、支护结构的要求以及施工条件来确定。例如，锚杆的直径、长度、间距以及喷射混凝土的厚度等都需要根据具体情况进行精确计算和设计。同时，还需要合理布局支护结构，确保各个支护部分之间的协调性和整体性。在联合支护施工过程中，加强质量控制和监测工作也是必不可少的。施工人员应严格按照施工规范进行操作，确保各个支护部分的施工质量和效果。同时，还需要对支护结构进行定期监测和检查，及时发现并处理出现的问题和异常情况。例如，可以通过安装监测仪器对巷道的变形、位移等进行实时监测，以便及时采取相应的支护措施和调整方案。

3 巷道掘进与支护技术的优化与应用

3.1 地质条件勘察与评估

在巷道掘进与支护作业前，对矿区地质条件进行全面、细致的勘察和评估是至关重要的一步。这一步骤旨在为后续的掘进与支护方案设计提供准确、可靠的地

质依据,确保方案的科学性和可行性。地质条件勘察的内容主要包括煤层厚度、倾角、节理发育情况、岩层硬度、含水层分布以及地质构造等。煤层厚度和倾角决定了巷道的掘进方向和坡度,对掘进设备的选择和作业效率有着直接影响。节理发育情况则关系到巷道的稳定性和支护难度,节理发育的岩层更易发生片帮和冒顶事故,因此需要采取更为有效的支护措施。岩层硬度和含水层分布则影响着掘进速度和支护材料的选择,硬度大的岩层掘进困难,含水层则可能对支护材料造成腐蚀。地质条件的评估应综合考虑上述各种因素,结合矿区的开采历史和现状,对巷道的掘进和支护条件进行全面分析。评估结果应形成详细的地质报告,包括地质剖面图、岩层柱状图、地质构造图等,为掘进与支护方案的设计提供直观、准确的地质依据。

3.2 掘进与支护方案优化

根据地质条件勘察和评估的结果,结合掘进与支护技术的特点和应用效果,制定合理的掘进与支护方案是确保巷道掘进与支护作业顺利进行的关键。优化方案应充分考虑掘进速度、支护效果、作业安全等多个因素,实现掘进与支护作业的协调、高效进行。在掘进方案方面,应根据煤层和岩层的性质选择合适的掘进方法和设备。对于硬度较大的岩层,可采用机械化掘进技术,如悬臂式掘进机或连续采煤机,以提高掘进速度。对于节理发育的岩层,则应采用钻眼爆破法,通过合理设计炮眼布局和炸药量,确保爆破效果的同时减少对周围岩层的破坏。在支护方案方面,应根据巷道的稳定性和支护难度选择合适的支护方式和材料。对于稳定性较好的巷道,可采用锚杆支护技术,通过打入锚杆增强巷道的稳定性。对于节理发育、易冒顶的巷道,则应采用喷射混凝土支护技术或联合支护技术,形成坚固的保护层,提高巷道的承载能力。此外,优化方案还应考虑作业安全因素,确保掘进与支护作业过程中的人员和设备安全。例如,应设置合理的通风系统,确保巷道内的空气流通,降低粉尘和有害气体的浓度;应配备必要的安全防护设备,如安全帽、防护眼镜、防尘口罩等;还应加强

对作业人员的安全培训和教育,提高其安全意识和操作技能。

3.3 掘进与支护技术监测与反馈

在巷道掘进与支护作业过程中,加强监测工作是确保巷道稳定性和安全性的重要保障。监测工作应及时掌握巷道变形、支护效果等情况,为调整掘进与支护方案提供准确的数据支持。监测工作可采用多种手段进行,如安装位移监测仪、应力监测仪等监测设备,对巷道的变形和支护结构的受力情况进行实时监测。同时,还可以采用人工观测的方法,对巷道的表面状况、支护材料的完好程度等进行定期检查。根据监测结果,应及时调整掘进与支护方案。例如,当发现巷道变形过大或支护结构受力异常时,应立即停止掘进作业,加强对支护结构的加固和维护;当发现支护材料出现损坏或失效时,应及时更换或修复,确保支护效果的可靠性^[4]。此外,还应建立反馈机制,总结掘进与支护作业中的经验教训。对于成功的经验和做法,应加以推广和应用;对于存在的问题和不足,应进行深入分析和研究,提出改进措施和建议。通过不断总结经验教训,不断完善掘进与支护技术,提高巷道掘进与支护作业的效率 and 安全性。

结语

采矿工程巷道掘进及支护技术的运用对于确保矿井安全高效生产具有重要意义。通过合理选择掘进与支护技术、优化作业方案、加强监测与反馈等措施,可以有效提高巷道掘进速度和支护效果,降低作业风险,为采矿工程的发展提供有力保障。

参考文献

- [1]王冬冬,陶彦名,李刚,等.煤矿采矿工程中巷道掘进和支护技术应用研究[J].内蒙古煤炭经济,2024,(23):67-69.
- [2]史荣平,李正虎.煤矿采矿工程巷道掘进和支护技术探析[J].内蒙古煤炭经济,2024,(21):64-66.
- [3]林涛,李长河,裴东伦.煤矿采矿工程巷道掘进和支护技术的应用[J].内蒙古煤炭经济,2024,(20):175-177.
- [4]孔磊,宋士涛.煤炭采矿工程巷道掘进和支护技术应用[J].科技资讯,2024,22(20):212-215.