采矿工程巷道掘进和支护要点

刘世兵
盐源西钢精煤有限责任公司　四川　凉山　635700

摘　要：采矿工程中，巷道掘进与支护是保障采矿作业顺利推进、安全生产及可持续发展的关键。巷道掘进前期规划中，精准地质勘探是基础，科学设计巷道断面尺寸需兼顾多方面功能需求。掘进工艺里，钻爆法需合理设计炮孔参数，机械掘进要严格把控操作要点。巷道支护方面，初期支护以锚杆支护和喷射混凝土为主，二次支护常用钢拱架支护和钢筋混凝土衬砌，不同支护方式需依据围岩条件精准适配，确保支护质量与效果，为采矿工程提供稳定保障。

关键词：采矿工程；巷道掘进；支护要点

引言

在采矿工程领域，巷道作为资源运输、通风、人员通行等的重要通道，其掘进与支护质量直接关系到采矿作业的效率、安全与可持续发展。随着采矿技术的不断进步，对巷道掘进与支护的要求也日益提高。合理的巷道掘进能够高效获取资源，保障生产顺利进行；而有效的支护措施则能确保巷道稳定，为矿工创造安全的工作环境。本文将深入探讨采矿工程巷道掘进与支护的要点，以期为采矿工程实践提供有益参考。

1 采矿工程巷道掘进的重要性

在采矿工程领域，巷道掘进占据着举足轻重的地位，是整个采矿作业得以顺利推进的关键环节。从资源开采层面看，巷道作为煤炭、矿石等资源运输的通道，其合理布局与高效掘进，是保障资源开采效率的基础。优质的巷道能够为运输设备提供良好的通行条件，减少运输过程中的阻碍，使资源能够快速、稳定地从开采面运出，进而提高整个采矿工程的经济效益。在安全生产方面，巷道掘进质量直接影响着矿井的通风效果。良好的通风系统是降低瓦斯、粉尘等有害气体浓度、改善作业环境的关键。合理的巷道设计能确保通风气流顺畅，为矿工创造安全的工作条件，有效预防瓦斯爆炸、粉尘危害等安全事故的发生。巷道的稳定性对于防止冒顶、片帮等地质灾害至关重要，稳固的巷道结构能够为矿工提供可靠的避难空间，保障其生命安全，巷道掘进还为后续的支护作业提供了前提条件。精确的掘进能够保证巷道的几何形状和尺寸符合设计要求，为支护结构的安装和承载提供良好的基础。合理的掘进参数和工艺能够减少对围岩的扰动，降低支护难度，提高支护效果，延长巷道的使用寿命。总之，采矿工程巷道掘进的重要性不言而喻，它关系到资源开采的效率、矿井的安全生产以及整个采矿工程的可持续发展。在采矿工程实践中，必须高度重视巷道掘进工作，采用先进的掘进技术和科学的管理方法，确保巷道掘进的质量和安全。

2 巷道掘进要点

2.1 前期规划

在采矿工程巷道掘进工作中，前期规划里精准的地质勘探起着决定性作用，是整个掘进工作得以顺利开展的根本前提。借助先进的钻探技术，深入地下获取岩芯样本，通过对岩芯的细致分析，能够清晰判断地层岩性，明确岩石的种类、结构与力学特性。运用物探技术，如地质雷达、瞬变电磁法等，对地层结构与地质构造进行全面扫描，精准探测断层、褶皱等地质构造的具体位置与延展方向。对于水文地质条件，需详细勘察地下水水位、流向以及含水层分布情况。以复杂地质区域为例，若提前通过地质勘探明确了断层与破碎带的位置，在规划掘进路径时，便能巧妙调整方向，有效规避这些地质灾害频发区域，降低掘进过程中遭遇坍塌、涌水等事故的风险。在巷道设计环节，要紧密依据矿井的实际生产能力以及运输需求，科学规划巷道断面尺寸。矿井生产能力决定了巷道所需承担的矿石运输量，进而影响巷道的宽度与高度设计。运输需求则涉及运输设备的类型与规格，需确保巷道空间能满足设备的顺畅运行，要兼顾通风、排水以及设备安装的空间要求。通风方面，需依据巷道内的风量需求，保证足够的通风断面，防止通风不畅导致瓦斯积聚等安全隐患。排水设计要考虑矿井涌水量，预留合适的排水坡度与排水空间。在满足上述各项功能需求的基础上，应秉持节约资源、降低成本的原则，尽量优化巷道断面形状与尺寸，减少不必要的岩体开挖量，降低工程建设成本，提高采矿工程的经济效益[1]。

2.2 掘进工艺

2.2.1 钻爆法

（1）钻爆法是巷道掘进的经典工艺，在施工过程中，科学设计炮孔参数至关重要，涵盖炮孔位置、深度、间距等，直接影响爆破效果与掘进效率、质量。这需综合衡量岩石硬度、节理裂隙发育状况等。面对高硬度岩石，因其抗压强度高，深孔爆破是有效手段。增加炮孔深度能扩大爆破作用范围，提高单次爆破进尺量，进而提升掘进效率。例如，在硬岩掘进中，合理运用深孔爆破可使单次爆破的岩体崩落量大幅增加，加快巷道推进速度。（2）在软岩环境中开展爆破作业，需格外谨慎。由于软岩强度低，炮孔深度不宜过大，否则岩石易过度破碎，引发超挖问题。因此，要合理缩短炮孔深度，精准调控爆破能量释放，降低对围岩的扰动，炮孔布置是关键环节。周边眼对控制巷道轮廓成形起着重要作用，应沿着设计轮廓线均匀分布，严格把控其角度与深度，以此保障爆破后巷道周边岩体的平整与稳定，确保施工安全与质量。（3）掏槽眼在爆破作业里起着关键作用，它是为后续爆破创造自由面的重要环节，其布置位置与起爆顺序对爆破效果影响重大。通常，爆破流程是先起爆周边眼，以此形成初步轮廓，随后掏槽眼按特定顺序依次爆破，逐步扩大爆破空间。当运用光面爆破技术时，精准把控周边眼的装药量以及起爆时间极为关键。通过合理控制，可有效约束周边岩体的破坏范围，降低超挖与欠挖情况的发生，最大程度减少对围岩的扰动，为后续巷道支护工作营造良好的条件，保障巷道掘进的质量与安全，提高整体施工效率[2]。

2.2.2 机械掘进

在煤巷或软岩巷道掘进作业中，悬臂式掘进机凭借其高效、灵活的特点得到广泛应用。悬臂式掘进机主要依靠截割头的高速旋转来切割岩石，通过履带式行走机构实现设备在巷道内的灵活移动与连续掘进。在操作过程中，须严格把控截割高度与速度。截割高度需依据巷道设计高度进行精准调整，避免因截割过高或过低导致巷道断面尺寸不符合设计要求。截割速度则要根据岩石硬度与设备性能进行合理控制，若截齿吃入岩石过深，会加剧截齿的磨损，缩短其使用寿命，还会导致设备过载，引发故障，甚至在软岩条件下引发冒顶事故，机械掘进作业的高效开展离不开配套的装载与运输设备的协同配合。在掘进作业中，掘进机切割下的矸石需快速处理。借助刮板输送机、装载机等装载设备，能及时将矸石转运至胶带输送机、矿车等运输设备上。这一过程中，装载与运输设备的运输能力至关重要，必须与掘进机的掘进速度紧密匹配。只有如此，才能保证矸石及时、顺畅地运出作业区域，防止矸石堆积阻碍掘进机作业。如此可保障掘进工作连续高效进行，有效提升巷道掘进的整体进度。

3 巷道支护要点

3.1 初期支护

3.1.1 锚杆支护

（1）锚杆支护作为巷道初期支护的主动手段，能深入围岩内部，将松散岩体锚固成整体，充分调动围岩自身强度，显著增强其承载能力，保障巷道稳定与安全。安装锚杆时，锚杆角度与间排距精准契合设计要求是关键基础。锚杆角度偏差会使锚固方向和受力效果改变，如角度过大，锚杆承受围岩压力时易偏斜失效。间排距合理设置，能让锚杆在围岩中构建的锚固体系更均匀稳定，均匀分布的锚杆可更好地分散围岩应力，抑制围岩变形。（2）树脂药卷的凝固过程，是锚杆与岩体粘结质量的关键所在。给予树脂药卷足够的凝固时间，能让其充分发生化学反应，促使锚杆与岩体紧密相连，构建起稳固的锚固结构。岩体条件各异，锚杆类型也需相应适配。在坚硬且完整的岩体环境中，端部锚固锚杆便足以满足支护要求，凭借其端部的锚固力，能够有效固定岩体，维持岩体的稳定性。（3）破碎岩层环境下，岩体结构松散、稳定性差，加长或全长锚固锚杆更为适用。施加预紧力后，这类锚杆可将松散岩体紧密连接，形成组合拱结构。该结构能调整围岩内部应力分布，将分散的围岩压力集中传递到稳定岩体区域，有效限制围岩变形，提升巷道整体稳定性。如在某煤矿破碎页岩巷道施工中，采用全长锚固锚杆并施加适当预紧力，巷道围岩位移量显著降低，支护效果良好[3]。

3.1.2 喷射混凝土

喷射混凝土在巷道初期支护中具有独特优势，其早期强度增长迅速，能够在巷道掘进完成后，快速对围岩表面进行封闭，有效抵御围岩风化与掉块现象。在喷射混凝土施工进程中，对多个关键参数的严格把控是确保支护质量的核心。混凝土配合比的科学设计是基础，它直接决定了混凝土的强度、耐久性等性能指标。依据巷道所处地质条件与支护要求，精确调配水泥、骨料、外加剂等成分比例，方能满足工程实际需求。喷射厚度与均匀度同样不容忽视，需严格按照设计要求分层喷射至预定厚度，保证混凝土在围岩表面形成均匀、致密的支护层。尤其要重点关注墙脚与拱顶等特殊部位，墙脚作为支撑结构的基础，承受着较大的垂直压力，喷射质量直接关系到整体稳定性；拱顶则因受力复杂，易出现应力集中，确保该部位喷射质量，可有效预防坍塌事故。为进一步优化喷射混凝土性能，可在其中添加速凝剂、

纤维等外加剂。速凝剂能够显著加快混凝土的凝固速度，使其在短时间内形成一定强度，快速发挥支护作用，特别适用于围岩稳定性较差、需立即封闭的情况。纤维的加入则可有效改善混凝土的抗裂与抗渗性能。纤维在混凝土内部均匀分布，如同增强筋一般，能够有效抑制裂缝的产生与扩展，提高混凝土的韧性与整体性。在潮湿巷道中，添加纤维的喷射混凝土可有效阻挡水分侵入，延长支护结构使用寿命，保障巷道长期稳定。

3.2 二次支护

3.2.1 钢拱架支护

（1）在地压显著、围岩变形剧烈的巷道区域，钢拱架支护是常用的二次支护手段。其高强度与高刚度特性，使其具备承受巨大围岩压力的能力，为巷道提供坚实支撑。成熟的加工工艺和便捷的安装流程，让钢拱架能快速投入使用，及时发挥支护作用。在钢拱架间距设置上，需依据精确的围岩压力计算结果进行科学规划。合理的间距能确保钢拱架与围岩协同工作，均匀分担地压，充分展现钢拱架的支护效能。（2）借助连接筋和拉杆，将钢拱架与前期安装的锚杆紧密相连，可构建起整体受力体系。此体系整合了钢拱架的刚性支撑与锚杆的锚固作用，能有效抑制围岩过度变形，增强巷道稳定性。在钢拱架安装时，垂直度是关键要点。垂直安装的钢拱架能更好地承受垂直与水平方向的围岩压力，若垂直度偏差过大，会导致受力不均，降低支护能力。（3）拱架接腿的严密性同样不容忽视，紧密的接腿连接能保证力的顺畅传递，避免应力集中。底脚需具备足够的支撑力，可通过设置垫板、浇筑混凝土基础等方式实现。稳定的底脚支撑能防止钢拱架因不均匀沉降而失稳，确保支护结构长期可靠运行。在深部高应力巷道中，对钢拱架底脚进行特殊加固处理后，显著提高了钢拱架的稳定性，有效控制了围岩变形[4]。

3.2.2 钢筋混凝土衬砌

对于服务年限长、跨度尺寸较大的巷道工程，钢筋混凝土衬砌凭借其高强度和出色的耐久性，是极为理想的支护结构形式。在开展钢筋混凝土衬砌浇筑作业之前，钢筋骨架的绑扎工作必须严格依照设计标准执行。合理均匀地设置钢筋间距，能够确保钢筋在混凝土中均匀承受拉力，有效避免应力集中现象的出现。对钢筋节点进行牢固处理，可保障钢筋骨架的整体性，使其在承受外力时能够协同工作，防止出现松动或位移等问题。模板支设环节同样至关重要，牢固可靠的模板能够承受混凝土浇筑过程中产生的侧压力，保证衬砌结构的形状和尺寸精度符合设计要求。模板应具备良好的密封性，以防止漏浆现象的发生，避免混凝土出现蜂窝麻面等质量缺陷，影响结构的整体强度。在混凝土浇筑过程中，振捣工作的质量直接决定了混凝土的密实度和强度。通过高频振捣，可以排出混凝土内部的气泡，使骨料与水泥浆充分融合，形成致密的混凝土结构。浇筑完成后，养护环节也不容忽视。为混凝土提供适宜的温度和湿度条件，能促进水泥的水化反应，确保混凝土强度稳步增长。如果养护不当，混凝土容易出现裂缝，降低结构的耐久性和承载能力。在大型地下硐室的钢筋混凝土衬砌施工过程中，施工人员严格把控浇筑和养护环节，有效保障了衬砌结构的质量，为硐室的长期稳定运行奠定了坚实基础。

结束语

采矿工程巷道掘进与支护是采矿作业中不可或缺的重要环节，其质量与效果直接影响着采矿工程的整体效益与安全。在巷道掘进过程中，前期规划的精准性、掘进工艺的科学性是保障掘进质量的关键；而巷道支护中，初期支护与二次支护的合理选择与精准实施则是确保巷道稳定的核心。通过不断优化掘进与支护技术，采用先进的管理方法，能够提高巷道掘进与支护的质量和效率，降低事故风险，为采矿工程的可持续发展奠定坚实基础。

参考文献

[1]李泽林,余猛.采矿工程巷道掘进和支护要点[J].当代化工研究,2023(7):125-127.

[2]万国星.采矿工程巷道掘进和支护要点分析[J].当代化工研究,2022(1):81-83.

[3]王佳麒.采矿工程巷道掘进和支护要点分析[J].当代化工研究,2021(6):22-23.

[4]杨浩.浅谈采矿工程巷道掘进和支护要点分析[J].中国科技期刊数据库工业A,2021(10):244-246.