

采矿工程巷道掘进和支护技术的应用分析

贺国庆

国电建投内蒙古能源有限公司 内蒙古 鄂尔多斯 017209

摘要：采矿工程中，巷道掘进与支护技术至关重要。巷道掘进涵盖破岩、装岩等工序，有常规及高新技术应用，需兼顾效率与安全。支护技术分被动与主动，传统与现代支护方式各有优劣。当前面临地质条件复杂、安全管理及人员素质等问题。为此，需加强技术研发创新、优化设备选型与升级改造、强化安全管理与人员培训，以提升技术水平，保障矿井安全生产。

关键词：采矿工程；巷道掘进；支护技术；应用分析

1 采矿工程巷道掘进技术原理与应用

1.1 巷道掘进技术概述

采矿工程中，巷道掘进是构建地下开采通道的关键环节，直接关系到矿井的生产能力、运输效率以及作业安全。巷道掘进技术的核心目标是在满足地质条件和开采要求的前提下，以高效、安全、经济的方式开拓出符合设计规格的巷道空间。从技术原理上看，巷道掘进主要涉及破岩、装岩、运输和支护四个基本工序。破岩是掘进的首要步骤，通过机械、爆破等手段将岩石破碎成小块；装岩则是将破碎后的岩石收集并装入运输设备；运输环节负责将岩石运出巷道，为后续掘进创造条件；支护则是在掘进过程中及时对巷道围岩进行加固，防止围岩变形和坍塌，保障作业安全^[1]。随着采矿技术的不断发展，巷道掘进技术也经历了从传统到现代的演变。传统掘进技术主要依赖人工和简单的机械设备，效率较低且安全性差；现代掘进技术则广泛应用了自动化、智能化设备，结合先进的爆破技术和支护理念，实现了掘进效率与安全性的显著提升。

1.2 常规掘进技术应用分析

常规掘进技术主要包括钻眼爆破法和机械破岩法两大类。钻眼爆破法是一种历史悠久的掘进方法，其基本原理是通过钻眼设备在岩石中钻出一定深度和直径的炮眼，然后装入炸药进行爆破，将岩石破碎。该方法适用于各种硬度的岩石，尤其在大断面巷道掘进中具有优势。然而，钻眼爆破法也存在一些缺点，如爆破震动对围岩的破坏较大，容易引发巷道变形和坍塌；同时，爆破产生的粉尘和有害气体对作业人员的健康构成威胁。机械破岩法则是利用机械设备直接对岩石进行破碎，常见的设备有掘进机、钻井机等。掘进机通过旋转的刀盘或截齿对岩石进行切削和破碎，具有掘进速度快、效率高、对围岩破坏小等优点。机械破岩法对设备的要求较

高，设备成本和维护费用较大；同时在硬岩条件下，机械破岩的效率会显著降低。在实际应用中，常规掘进技术的选择需根据地质条件、巷道断面尺寸、设备条件以及经济因素等综合考虑。

1.3 高新技术在巷道掘进中的应用

随着科技的进步，高新技术在巷道掘进中的应用日益广泛，为掘进技术的革新提供了强大动力。激光指向技术是高新技术在巷道掘进中的一个典型应用。通过激光指向仪发射出的激光束，可以为掘进作业提供精确的方向指引，确保巷道掘进的直线度和坡度符合设计要求。激光指向技术具有指向精度高、操作简便等优点，大大提高了掘进作业的准确性和效率。微电子技术也在巷道掘进中发挥着重要作用。例如，智能掘进控制系统通过集成传感器、控制器和执行器等元件，实现了对掘进设备的实时监控和智能控制。该系统可以根据地质条件和掘进参数自动调整设备的工作状态，优化掘进过程，提高掘进效率和安全性。另外，遥控技术、自动化技术以及人工智能技术等也在巷道掘进中得到了广泛应用。遥控技术使得作业人员可以在安全距离外对掘进设备进行操作，降低作业风险；自动化技术则通过预设的程序和算法，实现掘进设备的自动作业，减少人工干预；人工智能技术则可以通过对大量掘进数据的分析和学习，为掘进作业提供优化建议，进一步提升掘进效率和安全性。

1.4 掘进效率与安全性分析

掘进效率和安全性是衡量巷道掘进技术优劣的重要指标。提高掘进效率可以缩短矿井建设周期，降低生产成本；而保障掘进安全则是矿井生产的前提和基础。在提高掘进效率方面，可以通过优化掘进工艺、选用高效掘进设备、加强施工组织管理等措施来实现。在保障掘进安全方面，需要从多个方面入手。首先，要加强地

质勘探工作, 准确掌握巷道掘进区域的地质条件, 为掘进作业提供可靠的地质依据。其次, 要选用合适的掘进方法和支护方式, 确保掘进过程中围岩的稳定性和巷道的安全性。此外, 还需要加强作业人员的安全教育和培训, 提高他们的安全意识和操作技能; 同时建立健全的安全管理制度和应急预案, 确保在发生安全事故时能够及时、有效地进行应对和处理。

2 巷道支护技术原理与应用

2.1 支护技术概述

巷道支护是采矿工程中不可或缺的一环, 其目的是通过加固巷道围岩, 防止围岩变形和坍塌, 保障巷道的安全和稳定。巷道支护技术的选择和应用需根据地质条件、巷道断面尺寸、服务年限以及经济因素等综合考虑。从技术原理上看, 巷道支护主要分为被动支护和主动支护两种类型^[2]。被动支护是在巷道掘进后, 通过安装支护结构来承受围岩的压力和变形; 而主动支护则是通过向围岩内部注入支护材料或施加预应力等手段, 主动改善围岩的力学性质, 提高围岩的自承能力。

2.2 传统支护技术应用分析

传统支护技术主要包括木支架支护、金属支架支护和砌碇支护等。木支架支护是一种历史悠久的支护方式, 其优点是材料来源广泛、加工方便、成本低廉; 然而, 木支架的强度较低、易腐朽、耐火性差, 且需要大量的木材资源, 不符合现代矿井对环保和可持续性的要求。金属支架支护则克服了木支架的某些缺点, 具有强度高、耐久性好等优点。常见的金属支架有U型钢支架、工字钢支架等。然而, 金属支架也存在重量大、运输和安装不便等问题; 在复杂地质条件下, 金属支架的适应性较差, 容易发生变形和破坏。砌碇支护是一种将混凝土或砖石等材料砌筑成拱形或圆形结构的支护方式。砌碇支护具有强度高、稳定性好等优点, 适用于服务年限较长或地质条件复杂的巷道; 然而, 砌碇支护的施工周期长、成本高, 且对施工技术要求较高。

2.3 现代支护技术应用分析

随着采矿技术的不断发展, 现代支护技术应运而生, 为巷道支护提供了新的解决方案。锚杆支护是现代支护技术中的一种重要方式。其原理是通过在巷道围岩中钻设锚杆孔, 然后安装锚杆并注入锚固剂, 使锚杆与围岩紧密结合, 形成一个整体支护结构。锚杆支护具有主动加固围岩、提高围岩自承能力、施工简便、成本低廉等优点, 在煤矿、金属矿山等领域得到了广泛应用。锚索支护则是在锚杆支护的基础上发展起来的一种更强大的支护方式。锚索通常采用高强度钢绞线制成, 通过

预应力张拉技术将锚索固定在围岩深部, 形成对围岩的强大拉力, 从而有效控制围岩的变形和破坏。锚索支护适用于大断面巷道、软岩巷道以及受动压影响的巷道等复杂地质条件。喷射混凝土支护、注浆加固支护以及联合支护等现代支护技术也在巷道支护中发挥着重要作用。喷射混凝土支护通过高压喷射设备将混凝土材料喷射到巷道围岩表面, 形成一层致密的混凝土支护层, 具有施工速度快、支护效果好等优点; 注浆加固支护则是通过向围岩内部注入水泥浆或其他化学浆液, 填充围岩裂隙和空隙, 提高围岩的完整性和强度; 联合支护则是将多种支护方式结合起来使用, 以充分发挥各种支护方式的优点, 提高巷道支护的整体效果。

2.4 支护效果评估与维护管理

支护效果评估是巷道支护技术中的重要环节, 其目的是通过定期检测和评估巷道支护结构的稳定性和安全性, 及时发现潜在的安全隐患并采取相应的处理措施。支护效果评估的方法主要包括现场观测、仪器监测和数值模拟等。现场观测是通过目视检查巷道支护结构的变形、裂缝等情况来评估支护效果; 仪器监测则是利用各种监测仪器对巷道支护结构的位移、应力等参数进行实时监测和分析; 数值模拟则是通过建立巷道支护结构的数值模型, 模拟其在不同地质条件和荷载作用下的响应和变形情况, 为支护效果评估提供科学依据。维护管理是确保巷道支护结构长期稳定和安全的關鍵^[3]。在维护管理过程中, 需要定期对巷道支护结构进行检查和维护, 及时修复损坏的支护构件和更换老化的支护材料; 同时, 还需要根据巷道的使用情况和地质条件的变化, 及时调整支护参数和支护方式, 确保巷道支护结构的适应性和有效性。

3 采矿工程巷道掘进与支护技术面临的挑战

3.1 地质条件复杂带来的技术难题

采矿工程中, 地质条件的复杂性是巷道掘进与支护技术面临的主要挑战之一。不同地区的地质条件差异巨大, 包括岩石类型、岩层结构、断层构造、水文地质条件等, 这些因素都会对巷道掘进与支护技术的选择和应用产生重要影响。例如, 在软岩巷道中, 由于岩石强度低、易风化、易膨胀等特性, 巷道掘进过程中容易出现围岩变形和坍塌等问题; 而在硬岩巷道中, 虽然岩石强度高, 但爆破震动对围岩的破坏较大, 也容易引发巷道变形和安全隐患。断层构造、水文地质条件等复杂地质因素也会增加巷道掘进与支护的难度和风险。

3.2 安全管理与人员素质问题

安全管理与人员素质是影响巷道掘进与支护技术效

果的另一个重要因素。在矿井生产过程中,安全管理制度完善程度和执行力度直接关系到作业人员的生命安全和矿井的生产安全。然而,在实际生产中,一些矿井存在安全管理制度不健全、执行不到位等问题,导致安全事故频发。同时,作业人员的素质也是影响巷道掘进与支护技术效果的关键因素。一些作业人员缺乏必要的安全意识和操作技能,对巷道掘进与支护技术的原理和应用了解不足,容易在作业过程中出现违规操作和行,从而引发安全事故。

4 提高采矿工程巷道掘进与支护技术水平的对策

4.1 加强技术研发与创新

技术研发与创新是推动巷道掘进与支护技术持续进步、不断突破的核心动力。在复杂多变的采矿工程环境下,各种地质难题层出不穷,对巷道掘进与支护技术提出了更高要求。为有效应对这些挑战,提升技术效果,加大相关技术研发与创新力度刻不容缓。一方面,要着重加大对基础研究的投入,组织专业科研团队,深入探究巷道掘进与支护过程中岩石的力学机制、围岩的变形规律以及支护结构的破坏模式等关键问题。通过系统的实验研究和理论分析,为技术研发提供坚实的科学依据。另一方面,要秉持开放合作的态度,积极引进和吸收国内外先进的巷道掘进与支护技术成果。在引进过程中,不能简单照搬照抄,而是要紧密结合我国矿井的实际情况,进行有针对性的消化吸收和再创新,逐步形成具有自主知识产权的核心技术,提升我国在该领域的国际竞争力。

4.2 优化设备选型与升级改造

设备作为巷道掘进与支护技术的重要载体,其性能和质量直接影响着技术的实施效果。为提高巷道掘进与支护技术的整体水平,优化设备选型与升级改造至关重要。在设备选型环节,需全面综合考虑地质条件、巷道断面尺寸以及经济因素等多方面因素。针对不同地质条件,如软岩、硬岩或断层破碎带等,选择与之相适应的掘进与支护设备;根据巷道断面尺寸,确保设备能够高效作业且满足空间要求;同时,兼顾经济因素,选择性价比比较高的设备。要高度重视设备的可靠性和耐久性,确保设备在恶劣的矿井环境下,如高温、高湿、粉尘大等条件下,能够长期稳定运行,减少设备故障和维修次

数。在设备升级改造方面,要针对现有设备存在的不足和缺陷,如掘进机刀盘破岩能力不足、支护设备注浆系统效果不佳等问题,进行有针对性的改进和优化,提高设备的性能和效率,降低生产成本。

4.3 强化安全管理与人员培训

安全管理与人员培训是保障巷道掘进与支护技术效果、确保矿井安全生产的重要举措。在安全管理方面,要建立健全一套科学完善的安全管理制度和应急预案。明确各级管理人员的职责和权限,将安全管理责任落实到具体岗位和个人,确保安全管理制度能够得到有效执行。同时加强对作业现场的安全监管和检查力度,采用定期检查与不定期抽查相结合的方式,及时发现和消除安全隐患。对违规行为要严肃处理,形成有效的安全约束机制^[4]。在人员培训方面,要加强对作业人员的安全教育和技能培训,通过举办安全知识讲座、案例分析会等形式,提高他们的安全意识和风险防范能力。定期组织技能培训和考核,通过技能竞赛等活动激发作业人员的学习热情和积极性。建立严格的作业人员考核机制,对考核不合格的人员进行再培训或调整岗位,确保每一位作业人员都具备必要的安全意识和操作技能,为巷道掘进与支护技术的顺利实施提供有力保障。

结束语

采矿工程巷道掘进与支护技术是保障矿井生产安全、高效推进的关键所在。面对复杂地质条件带来的诸多挑战,以及安全管理和人员素质方面的现实问题,必须坚定不移地加强技术研发创新、优化设备选型与升级改造、强化安全管理与人员培训。唯有如此,才能不断提升巷道掘进与支护技术水平,为采矿工程的可持续发展筑牢坚实根基,推动行业迈向新的高度。

参考文献

- [1] 张晓东. 矿产巷道掘进支护技术存在的问题及对策[J]. 当代化工研究, 2021(06): 89-90.
- [2] 牛永顺. 矿产巷道快速掘进影响因素分析与对策研究[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2020(10): 128-130.
- [3] 沈广成. 矿产采矿工程巷道掘进和支护技术的运用研究[J]. 华东科技: 综合, 2021(02): 35-36.
- [4] 张森波. 采矿工程巷道掘进和支护技术的应用分析[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2020, 40(20): 154-156.