

金属矿山地下开采支护技术与安全实践

邹晓甜

河南众昂安全技术有限公司 河南 郑州 450000

摘要: 金属矿山地下开采中, 支护技术至关重要, 确保开采安全高效。支护技术采用金属支架、锚杆、喷射混凝土等手段, 保障巷道与矿井稳定。随着科技进步, 支护技术不断创新, 高强度材料、自动化设备的应用提高了其效能。同时, 加强安全管理, 优化通风体系, 防范透水事故, 提升运输设备安全性, 确保采空区稳定。综合支护技术与安全实践, 为金属矿山地下开采提供坚实保障。

关键词: 金属矿山; 地下开采支护技术; 安全实践

引言: 在金属矿山的地下开采活动中, 面对复杂多变的地质条件和严苛的工作环境, 支护技术及其安全管理显得尤为重要。随着开采深度和规模的扩大, 如何确保巷道和矿井的稳定, 预防安全事故的发生, 已成为金属矿山开采领域亟待解决的关键问题。本文将从支护技术的最新进展与安全实践的角度出发, 深入剖析其在金属矿山地下开采中的应用与挑战, 以期为促进矿山安全、高效、可持续发展提供有益参考。

1 金属矿山地下开采概述

1.1 地下开采的基本流程

(1) 巷道开挖与矿井开掘: 这是地下开采的首要环节。巷道是开采过程中人员、设备和物资的通道, 同时也是通风、排水等系统的基础设施。矿井开掘则是为了揭露矿体, 为后续的采矿作业创造条件。这一步骤需要对地质条件进行详细的勘探和分析, 确保巷道的稳定性和安全性。(2) 设备运输与矿石提升: 在巷道和矿井开掘完成后, 采矿设备、人员等需要通过巷道运输到指定位置。同时, 开采出的矿石也需要通过一定的方式提升到地面, 以便进行后续的加工和处理。这一步骤需要高效的运输系统和提升设备, 同时还需要严格的安全管理措施, 确保人员和物资的安全运输。

1.2 地下开采面临的主要挑战

(1) 复杂的地质条件: 矿体赋存状态复杂多样, 岩石力学性质各异, 地质构造发育等, 都给巷道开挖、矿井开掘和矿石开采带来了极大的困难。(2) 深部开采的压力与安全问题: 随着开采深度的增加, 地应力逐渐增大, 巷道和矿井的稳定性受到严重威胁。同时, 深部开采还面临着高温、高湿等恶劣的工作环境, 对人员的安全和健康构成了挑战。(3) 环境与资源保护的需求: 在追求经济效益的同时, 地下开采也需要注重环境和资源的保护。减少开采过程中的污染排放, 实现资源的可持

续利用, 是当前地下开采需要解决的重要问题。

2 支护技术在金属矿山地下开采中的应用

2.1 支护技术的种类及原理

(1) 金属支架支护。金属支架支护是传统的支护方式之一, 主要通过金属材质(如钢)制成的支架来支撑巷道围岩。其原理是通过支架的刚性和强度, 抵抗围岩的变形和压力, 保持巷道的稳定性。金属支架支护适用于围岩条件较差、开采深度较大的巷道。(2) 锚杆支护。锚杆支护是一种主动支护技术, 通过将锚杆锚入巷道围岩中, 利用锚杆与围岩之间的摩擦力或粘结力, 将围岩加固为一个整体, 提高围岩的自承能力。锚杆支护具有成本低、施工方便、支护效果好的优点, 广泛应用于各种地质条件下的巷道支护。(3) 喷射混凝土支护。喷射混凝土支护是将混凝土通过喷射设备直接喷射到巷道围岩表面, 形成一层连续的混凝土层。这层混凝土能够紧密贴合围岩, 填充裂隙, 提高巷道的整体性和稳定性。喷射混凝土支护适用于围岩破碎、节理发育的巷道^[1]。(4) 新型支护技术。随着科技的进步, 新型支护技术不断涌现。纤维网片支护是将高强度纤维材料制成的网片与锚杆结合使用, 提高支护的柔韧性和抗冲击能力。混凝土预应力支架则是利用预应力技术, 通过预先施加张力, 提高支护结构的承载能力。这些新型支护技术具有更高的支护效率和更强的适应性。

2.2 支护技术的选择原则

(1) 根据地质条件与开采深度选择。支护技术的选择应根据矿山的具体地质条件和开采深度来确定。例如, 在软弱岩层或开采深度较大的巷道中, 金属支架支护或锚杆+喷射混凝土联合支护可能更为合适; 而在岩石坚硬、节理较少的巷道中, 单一锚杆支护或纤维网片支护可能就足够了。(2) 考虑支护设备的稳定性与安全性。支护设备的稳定性与安全性是支护技术选择的重要

考量。支护结构应能够抵抗围岩的变形和压力,保持巷道的稳定性,同时确保施工人员的安全。在选择支护技术时,应对支护结构的承载能力、变形性能进行详细分析,确保其满足安全要求。(3) 经济性与实用性分析。支护技术的选择还应考虑其经济性和实用性。在满足安全要求的前提下,应选择成本较低、施工方便、支护效果好的支护技术。同时,支护材料应易于采购、运输和储存,以降低支护成本。

2.3 支护技术的实际应用案例

(1) 不同金属矿山支护技术的运用情况。在不同类型的金属矿山中,支护技术的运用情况各不相同。例如,在铜矿开采中,由于岩石硬度较高、节理发育,锚杆支护和喷射混凝土支护被广泛采用;而在铁矿开采中,由于开采深度较大、围岩条件复杂,金属支架支护和锚杆+喷射混凝土联合支护更为常见。此外,随着开采深度的增加,新型支护技术如纤维网片支护和混凝土预应力支架也逐渐得到应用。(2) 支护效果的评价与反馈。支护效果的评价主要通过巷道围岩的稳定性、支护结构的变形情况、施工成本等指标来衡量。在实际应用中,支护效果的评价需要结合现场监测数据和支护结构的性能分析来进行。通过定期对巷道围岩进行变形监测、支护结构应力测试等,可以及时了解支护效果,发现潜在问题,并采取相应的补救措施。同时,收集施工人员的反馈意见,了解支护技术的实用性和可操作性,为支护技术的改进和优化提供依据。

3 金属矿山地下开采的安全实践

3.1 通风系统的优化与改善

通风系统是金属矿山地下开采安全的基础保障。良好的通风系统能够有效排除有毒有害气体,提供新鲜空气,降低井下温度和湿度,保障作业人员的身体健康。

(1) 通风系统的设计要求。通风系统的设计首先要满足矿井的通风需求,确保每个作业面都能得到足够的新鲜空气。设计应考虑矿井的布局、开采深度、地质条件以及潜在的安全隐患。同时,通风系统应具备灵活性和可靠性,能够根据矿井开采进度的变化进行调整,以应对突发事件。(2) 通风设备的选择与配置。通风设备的选择应根据矿井的通风需求和地质条件进行。主通风机、局部通风机等关键设备应具备高效、节能、防爆等特点。设备的配置应合理,确保风流稳定、风量充足。此外,还应考虑设备的维护和保养,确保设备长期稳定运行^[2]。(3) 通风效果的监测与评估。通风效果的监测与评估是确保通风系统有效性的关键。应定期对井下空气质量、风流速度、风量等指标进行监测,确保满足安全

标准。同时,应对通风系统进行调整和优化,以适应矿井开采进度的变化。评估结果应作为改进通风系统、提高通风效率的重要依据。

3.2 水患的安全管理与防范措施

水患是金属矿山地下开采中的重大安全隐患。有效的水患管理能够降低水灾发生的概率,保障矿井安全。

(1) 水文地质调查与评估。水文地质调查是预防水患的基础。通过详细调查矿井周围的水文地质条件,了解地下水的赋存状态、流动规律和潜在威胁,为水患管理提供科学依据。评估结果应作为制定水患防范措施的重要依据。(2) 防洪工程的设计与施工。防洪工程是预防水患的重要手段。应根据矿井的水文地质条件和潜在威胁,设计合理的防洪工程,如防水墙、防水闸门、排水系统等。施工过程中应确保工程质量,防止因施工质量问题导致的水患事故。(3) 采空区透水事故的防范。采空区是矿井水患的重要来源。应加强对采空区的监测和治理,及时发现并处理透水隐患。同时,应建立完善的透水预警系统,确保在透水事故发生时能够迅速响应,采取有效措施防止事态扩大^[3]。

3.3 采空区管理与地表塌陷的预防

采空区管理和地表塌陷预防是金属矿山地下开采中的重要安全问题。有效的管理能够降低地表塌陷的风险,保障周边环境和居民的安全。(1) 采空区的监测与治理。应定期对采空区进行监测,了解采空区的稳定性状况。对于存在安全隐患的采空区,应及时进行治理,如充填、加固等。同时,应建立采空区管理档案,记录采空区的监测数据和治理情况。(2) 地表塌陷的预警与应对。地表塌陷是采空区管理不善的严重后果。应建立完善的地表塌陷预警系统,通过地质勘探、遥感监测等手段及时发现塌陷隐患。同时,应制定有效的应对措施,如疏散周边居民、限制活动范围等,确保在塌陷事故发生时能够迅速响应,降低损失。

3.4 提升运输设备的安全管理

提升运输设备是金属矿山地下开采中的重要设施。其安全管理关系到作业人员的生命安全和矿井的生产效率。(1) 运输设备的选择与配置。运输设备的选择应根据矿井的开采需求和地质条件进行。设备应具备高效、安全、可靠等特点。配置过程中应确保设备之间的协调性,避免超载、超速等不安全现象的发生。(2) 设备的定期检查与维护。应建立完善的设备检查与维护制度。定期对运输设备进行全面检查,包括机械部件、电气系统、安全装置等方面。发现问题应及时处理,确保设备处于良好状态。同时,应加强设备的维护和保养,延长

设备使用寿命,降低维修成本^[4]。(3)交通事故的预防与处理。交通事故是提升运输设备安全管理中的重要问题。应加强作业人员的安全培训和教育,提高他们的安全意识和操作技能。同时,应制定严格的交通规则和操作规程,明确运输设备的行驶路线、速度限制、信号指示等,确保设备在有序、安全的状态下运行。此外,还应建立健全的交通事故应急预案,一旦发生事故能够迅速启动应急响应机制,及时救援受伤人员,保护现场,调查事故原因,并采取措施防止类似事故再次发生。

4 金属矿山地下开采的安全管理体系构建

4.1 安全管理制度的制定与执行

(1)安全生产责任制。安全生产责任制是确保各级管理人员和从业人员履行安全职责的关键。它要求明确各岗位的安全职责,将安全生产责任落实到人。通过签订安全生产责任书、设立安全奖励机制等措施,激励全员参与安全管理,形成人人关心安全、人人参与安全的良好氛围。(2)安全隐患排查与治理制度。安全隐患排查与治理制度是预防事故发生的重要手段。它要求建立健全的隐患排查机制,定期对矿山进行全面的安全检查,及时发现并消除潜在的安全隐患。同时,对于查出的隐患,应制定详细的治理方案,明确治理责任人和治理期限,确保隐患得到及时有效的治理。(3)应急预案的制定与演练。应急预案的制定与演练是提高矿山应对突发事件能力的重要途径。应根据矿山的实际情况,制定详细的应急预案,明确应急指挥体系、应急响应程序、应急资源调配等内容。同时,应定期组织应急预案演练,提高从业人员的应急反应能力和自救互救能力。

4.2 安全培训与教育

(1)从业人员的安全培训。从业人员是矿山安全生产的直接参与者。他们必须接受系统的安全培训,了解矿山安全管理制度、操作规程、危险源辨识及防护措施等内容。通过培训,提高员工的安全意识和操作技能,减少因操作不当导致的安全事故。(2)安全管理人员的专业培训。安全管理人员是矿山安全管理的中坚力量。他们应接受专业的安全管理培训,掌握安全管理理论、方法和技术,提升安全管理能力和水平。同时,鼓励安

全管理人员参加相关的职业资格认证考试,提升专业素养。(3)新技术与新方法的普及教育。随着科技的进步,矿山开采技术不断更新。矿山应定期组织新技术与新方法的普及教育,让员工了解并掌握最新的开采技术和安全设备,提高生产效率和安全保障。

4.3 安全监管与评估

(1)政府部门的监管职责。政府部门应加强对金属矿山地下开采的监管力度,定期检查矿山的安全生产制度执行情况、隐患治理情况、应急预案演练情况等,确保矿山安全生产符合国家法律法规和标准要求。(2)第三方评估机构的引入。引入第三方评估机构对矿山的安全管理绩效进行评估,可以提供更加客观、专业的评价和建议。这有助于矿山及时发现安全管理中存在的问题和不足,并采取有效措施进行改进。(3)安全管理绩效的评估与反馈。建立安全管理绩效评估机制,定期对矿山的安全管理绩效进行评估,并将评估结果反馈给矿山管理层和员工。通过评估与反馈,激励矿山不断提升安全管理水平,实现安全生产目标。

结束语

综上所述,金属矿山地下开采中的支护技术与安全实践对于保障矿山稳定运营、提升开采效率具有重要意义。在科技的推动下,支护技术持续创新,安全管理措施日益精细,共同为矿山的安全生产筑起了坚实的防线。展望未来,我们应继续深化支护技术的研究与应用,不断完善安全管理体系,积极探索新技术、新方法,确保金属矿山地下开采的安全、高效与可持续发展,为矿业行业的繁荣做出更大贡献。

参考文献

- [1]胡乃联,李国清.我国金属矿山智能化现状与问题探讨[J].金属矿山,2024,(02):18-19.
- [2]郭玉杰.金属矿山充填采矿技术要点及应用分析[J].世界有色金属,2023,(12):78-80.
- [3]朱必勇,费汉强,史键波.地下金属矿山通风系统可靠性评价模型研究[J].矿业研究与开发,2023,(11):122-128.
- [4]廖永斌.金属矿山开采方法选择与影响因素分析[J].世界有色金属,2021,(06):43-44.