

金属矿深部开采的安全保障措施

●隋广进 高 健 兰 超



[摘要] 随着金属矿产资源的日益枯竭,矿山开采逐步向深部发展。然而,深部开采面临诸多安全挑战,如地质条件复杂、通风排水困难、设备适应性不足等。本文旨在探讨金属矿深部开采的安全保障措施,从地质监测、通风排水系统优化、设备智能化以及安全管理四个方面展开论述。通过采用先进的监测技术、智能化通风与排水系统、适应深部环境的采矿设备,以及严格的安全管理制度,可以有效提升深部开采的安全性 with 经济效益,为矿业的可持续发展提供技术支持。

[关键词] 金属矿深部开采;安全保障措施;地质监测;通风排水系统

金属矿产资源是我国经济发展的重要物质基础,随着浅部资源的逐渐枯竭,深部开采已成为矿业发展的必然趋势。然而,深部开采面临诸多技术难题和安全挑战,如地质条件复杂、地压增大、通风排水困难、设备适应性不足等。这些挑战直接影响到矿山的生产效率和安全管理,甚至威胁到矿工的生命安全。因此,研究金属矿深部开采的安全保障措施具有重要意义。本文将重点探讨地质监测、通风排水系统优化、设备智能化以及安全管理等方面的安全保障措施,旨在为金属矿深部开采提供科学的技术支持和管理方法。

Q 地质监测与支护技术优化

(一)地质监测技术提升

在深部开采过程中,由于地质条件复杂,地压变化频繁,传统的监测手段已难以满足现代矿业安全管理的需求。因此,地质监测技术的提升显得尤为重要。现代地压监测系统通过集成高精度传感器、数据分析算法和远程通信技术,实现了对岩体应力变化的实时监测。这些系统能够捕捉到微小的应力波动,并对其进行深入分析,从而及时发现潜在的地压危险。这种实时监测不仅提高了预警的准确性,还为矿山企业提供了宝贵的时间窗口,以便采取必要的预防措施。除了地压监测外,位移监测和声发射监测也是地质监测技术的重要组成部分。位移监测通过测量岩体的位移量,可以评估岩体的稳定性和变形情况。而声发射监测则利用岩体内部微小裂缝产生的声波信号,来探测岩体的损伤程度和范围。这两种监测技术相互补充,共同构成了对深部开采地质环境的全面监测网络。在实际应用中,地

质监测技术的提升还体现在数据的处理和分析上。通过运用大数据和人工智能技术,对监测数据进行深度挖掘和分析,可以更加准确地预测地质灾害的发生概率和趋势。这种基于数据的决策支持,为矿山企业制定科学合理的支护方案提供了有力依据。

(二)支护技术优化

随着开采深度的增加,地质条件变得更加复杂,传统的支护方式已难以满足深部开采的需求。因此,支护技术的优化显得尤为迫切。支护技术的优化主要体现在支护材料和支护结构设计上。传统的支护材料如木材、石材等已逐渐被高强度、高耐久性的新型材料所取代。这些新型材料如钢纤维混凝土、高强度锚杆等,具有更好的抗拉、抗压性能,能够更有效地支撑深部开采过程中的岩体压力。在支护结构设计方面,传统的支护方式如棚式支护、锚喷支护等已难以满足深部开采的复杂地质条件。因此,需要采用更加灵活、高效的支护结构,如锚杆支护、注浆加固等。锚杆支护通过将锚杆插入岩体内部,利用锚杆与岩体的摩擦力来支撑岩体压力。注浆加固则是通过向岩体内部注入高强度浆液,填充岩体内部的微小裂缝和空隙,从而提高岩体的整体强度和稳定性。支护技术的优化还体现在支护施工过程的智能化和自动化上。通过运用现代施工设备和工艺,如自动化锚杆钻机、智能注浆系统等,可以大大提高支护施工的效率和质量。这些智能化和自动化的施工设备不仅减少了人工干预,降低了施工风险,还提高了支护结构的稳定性和可靠性。

Q 通风排水系统优化

(一)通风系统优化

在金属矿深部开采的复杂环境中，传统的通风管理方式往往依赖于人工经验和固定设定，难以应对井下环境的多变性。因此，智能化通风管理系统的引入成为了必然趋势。该系统通过遍布矿区的传感器网络，实时监测空气质量、温度、湿度等关键参数，为管理者提供了详尽而准确的数据支持。智能化通风管理系统能够根据实时监测到的数据，自动调整风机的运转状态，实现通风量的精准调节。当井下气体浓度超标或温度过高时，系统会迅速响应，增加通风量以改善空气质量；而当环境参数处于理想范围时，系统则会适度减少通风量，以达到节能降耗的目的。这种智能化的管理方式不仅提高了通风效率，更在很大程度上降低了人工干预的频率和难度，使得通风管理更加科学、精准。此外，针对深部矿井通风距离长、阻力大的问题，优化通风网络设计、采用高效风机设备也成为了通风系统优化的重要内容。通过科学合理的通风网络布局，可以有效减少通风阻力，提高通风效率；而高效风机设备的应用，则能够在保证通风效果的同时，降低能耗和噪音污染。这些措施共同构成了深部开采通风系统优化的重要支撑，为井下作业创造了更加舒适、安全的环境。

（二）排水系统优化

深部开采过程中，排水系统的优化同样至关重要。由于深部矿井地质条件复杂，容易积水，排水系统需要承受更大的压力和流量。传统的排水方式往往依赖于人工监控和手动调节，不仅效率低下，还存在较大的安全隐患。为了应对这一挑战，优化排水系统设计、采用智能排水技术成为了解决问题的关键。智能排水技术通过集成传感器、控制器和执行器等设备，实现了对水位、水压等关键参数的实时监测和自动调节。当水位超过预设阈值时，系统会自动启动排水设备，将积水迅速排出；而当水位恢复正常时，系统则会关闭排水设备，以达到节能降耗的目的。优化排水系统的设计还包括选择高效、节能的排水设备，以及合理规划排水管道布局等方面。高效排水设备的应用可以在保证排水效果的同时，降低能耗和噪音污染；而合理的排水管道布局则可以减少水流阻力，提高排水效率。这些措施共同构成了深部开采排水系统优化的重要内容，为矿井的安全生产提供了有力保障。

Q 设备智能化与技术创新

（一）设备智能化发展

在金属矿深部开采的极端环境中，智能化设备通过集成先进的传感技术和自动化控制系统，实现了对设备状态的实时监测和远程操控。这些设备能够在高温、高压等恶劣条件下稳定运行，提高了设备的可靠性和操作精度。远程操控技术的引入，使得矿工可以在远离危险作业环境的地方进

行设备操作，大大降低了矿工进入危险区域的风险。同时，智能监测技术能够实时监测设备的运行状态，及时发现并预警潜在故障，从而有效降低了设备故障率，延长了设备的使用寿命。这种智能化的管理方式不仅提高了设备的利用率，还减少了因设备故障导致的生产中断，为金属矿深部开采的连续稳定生产提供了有力保障。智能化设备还具备更高的灵活性和响应速度，能够更快速地适应井下环境的变化。例如，智能化通风系统能够根据井下空气质量、温度、湿度等参数的变化，自动调整风机的运转状态，实现通风量的精准调节。这种智能化的调节方式不仅提高了通风效率，还为矿工创造了更加舒适、安全的工作环境。

（二）技术创新与研发

针对金属矿深部开采的特殊环境，传统设备在深部开采中往往面临着高温、高压、高湿等极端条件的挑战，难以满足高效、安全的生产需求。因此，研发适应深部开采环境的专用设备成为了当务之急。这些专用设备不仅需要具备更强的耐久性和抗疲劳性，还应具备更高的操作灵活性和响应速度。例如，无人驾驶技术、自动钻孔技术等先进技术的引入，使得设备能够在无人干预的情况下进行精确作业，大大提高了作业效率和安全性。这些技术的创新不仅突破了传统设备的限制，还为金属矿深部开采的智能化发展提供了有力支撑。技术创新与研发还推动了金属矿深部开采的智能化进程。通过集成大数据、人工智能等先进技术，实现了对开采过程的实时监测和智能决策。这种智能化的管理方式不仅提高了开采效率，还降低了生产成本，为金属矿深部开采的可持续发展注入了新的活力。通过不断提升设备的智能化水平和研发适应深部开采环境的专用设备，可以为矿工创造更加安全、舒适的工作环境，提高开采效率和经济效益。

Q 安全管理措施

（一）完善安全管理制度

在金属矿深部开采中，完善的安全管理制度能确保生产安全，降低事故风险。矿山企业需认识到其重要性，视为生产与员工安全的保障。为实现这一目标，矿山企业应明确各级安全管理职责，确保从高层管理者到一线矿工都对自己的安全责任有清晰的认识。同时，制定详细的安全操作规程和应急预案，为矿工提供具体、可操作的指导。这些规程和预案应基于深入的风险评估和事故模拟，确保在紧急情况下能够迅速、有效地采取行动，最大限度地减少人员伤亡和财产损失。安全培训和教育是提高矿工安全意识和操作技能的关键。矿山企业应定期组织安全培训课程，邀请经验丰富的讲师，结合实际操作案例，深入浅出地讲解安全法规、操作规程和应急处理知识。通过培训，矿工将能够

更深入地了解开采过程中的潜在风险,掌握正确的操作方法,从而降低因操作不当而引发的安全事故风险。矿山企业还应建立安全考核机制,将矿工的安全表现纳入绩效考核体系。通过定期的安全检查和评估,对矿工的安全行为进行监督和考核,激励他们积极参与安全管理,共同营造安全、和谐的生产环境。这样的制度设计将有助于提高矿工的安全意识和责任感,为金属矿深部开采的安全生产提供有力保障。

(二)加强安全监督检查

安全监督检查对矿山安全生产不可忽视。行政监管部门应履行职责,加强对矿山企业的监督,确保其遵守安全生产法规,执行安全措施,预防事故,减少伤害。行政监管部门应采用定期检查和专项检查相结合的方式,对矿山的安全生产进行全面排查。通过细致的现场检查,及时发现和纠正矿山企业在安全生产方面存在的问题,督促其调整落实,消除安全隐患。同时,行政监管部门还应加强对矿山企业安全管理制度执行情况的监督,确保其各项安全制度得到有效执行,形成闭环管理。矿山企业也应加强内部安全监督检查,建立科学、有效的安全巡查制度。定期对井下作业环境、设备设施等进行全面检查,确保作业环境整洁、设备设施完好。巡查过程中,应重点关注通风、排水、支护等关键系统,确保其正常运行,及时发现并处理潜在的安全隐患,防止事故发生。矿山企业还应建立健全安全隐患排查管理体系。对发现的安全隐患进行分类管理,明确责任人和调整期限,确保隐患得到及时、有效的处理。同时,加强隐患排查管理的信息化建设,利用现代信息技术手段提高隐患排查处理的效率和准确性,为矿山安全生产提供有力保障。

(三)强化应急救援能力

应急救援能力是矿山安全生产的核心,对保护矿工生命至关重要。矿山企业必须高度重视,确保紧急情况下能迅速救援。为此,矿山企业应建立健全的应急救援体系,明确应急救援组织机构和职责分工,确保在发生安全事故时能够迅速启动应急救援程序,调动各方力量,迅速控制事态发展。同时,配备必要的应急救援设备和器材,包括消防器材、救援车辆、通讯设备等,确保在紧急情况下能够迅速响应,为救援工作提供有力支持。除了硬件设备的准备,矿山企业还应定期组织应急救援演练,通过模拟真实事故场景,检验应急救援预案的可行性和有效性,提升救援人员的应急响应能力和协同作战能力。演练过程中,要注重发现问题和不足,及时进行改进和完善,确保应急救援预案的实

用性和可操作性。此外,矿山企业还应加强与行政救援部门的协作配合,建立联动机制,以便在发生安全事故时能够迅速与行政救援部门取得联系,共同开展救援工作。通过加强协作配合,充分利用行政救援部门的资源和专业优势,提高救援效率和效果。同时,为了进一步提升矿山安全生产的管理水平,矿山企业还应加强隐患排查管理的信息化建设。利用现代信息技术手段,如大数据分析、物联网技术等,对矿山生产过程中的安全隐患进行实时监测和预警,提高隐患排查管理的效率和准确性。这将有助于矿山企业及时发现并处理潜在的安全隐患,降低事故发生的概率,为矿山安全生产提供更加有力的支持。

Q 结束语

金属矿深部开采面临诸多安全挑战,但通过地质监测与支护技术优化、通风排水系统优化、设备智能化与技术创新以及安全管理措施等手段,可以有效提升开采的安全性和经济效益。地质监测实时掌握岩体状态,预防地压事故;通风排水系统改善作业环境,减少水患;设备智能化与技术创新提高效率和稳定性;安全管理措施规范行为,提升矿工安全意识。随着科技进步,安全保障措施将不断完善,为矿业可持续发展提供支持。

参考文献

- [1]赵春刚.金属矿山井下开采采矿方法及安全管控措施探讨[J].中国金属通报,2022(20):26-28.
- [2]马选林.金属矿山地下开采的安全管理与防护措施[J].管理学家,2021(07):87-89.
- [3]张文华.金属矿山机电运输设备安全管理及技术保障措施[J].科学技术创新,2020(01):191-192.
- [4]林毅斌.金属矿地下开采安全防护方法探析[J].中国金属通报,2020(17):28-29.
- [5]翟鲲鹏.矿山测量在金属矿山安全生产中的应用研究[J].世界有色金属,2022(11):28-30.

作者简介:

隋广进(1992—),男,汉族,山东烟台人,本科,助理工程师,招远市河西金矿有限公司,研究方向:采矿工程。

高健(1992—),男,汉族,山东烟台人,本科,助理工程师,招远市河西金矿有限公司,研究方向:采矿工程。

兰超(1994—),男,汉族,山东烟台人,本科,助理工程师,招远市河西金矿有限公司,研究方向:采矿工程。