

金属矿山深部开采中的地压控制技术及其应用实例分析

李罗飞

福建省长龙矿山工程有限公司 福建泉州

【摘要】随着金属矿山开采深度不断增加，地压问题成为制约深部开采的关键因素。本文系统分析了金属矿山深部开采中地压控制技术的重要性、技术体系、应用实例及其发展方向。研究表明，综合运用多种地压控制技术能够有效降低矿山开采风险，提高开采效率。为金属矿山的安全生产和可持续发展提供了理论支持和技术参考。

【关键词】金属矿山；深部开采；地压控制；技术体系；应用实例

【收稿日期】2025 年 1 月 23 日 **【出刊日期】**2025 年 2 月 26 日 **【DOI】**10.12208/j.jer.20250077

Analysis of ground pressure control technology and its application in deep mining of metal mine

Luofei Li

Fujian Changlong Mining Engineering Co., Ltd, Quanzhou, Fujian

【Abstract】 With the increasing depth of metal mining, the ground pressure problem has become the key factor restricting the deep mining. This paper systematically analyzes the importance of technical system, application examples and development direction of ground control technology in deep mining of metal mine. The research shows that the comprehensive application of various pressure control technologies can effectively reduce the mining risk and improve the mining efficiency. It provides theoretical support and technical reference for the safe production and sustainable development of metal mine.

【Keywords】 Metal mining; Deep mining; Ground pressure control; Technical system; Application examples

引言

金属矿山深部开采是当前矿业领域的重要发展方向，但随着开采深度的增加，高地压问题对矿山安全生产构成了严重威胁。地压过高可能导致巷道变形、矿柱失稳甚至岩爆灾害，严重影响矿山的经济效益和人员安全。本文旨在探讨金属矿山深部开采中的地压控制技术及其应用，分析其在实际矿山生产中的效果，为矿山行业提供科学指导。

1 金属矿山深部开采地压问题现状与挑战

在金属矿山深部开采过程中，地压问题的复杂性主要体现在多个方面。随着开采深度的不断增加，岩体应力场发生显著变化，地压显著升高。研究表明，开采深度每增加 100 米，地压可能增加 0.2~0.3MPa。这种高地压环境对矿山开采造成了诸多挑战，例如矿柱稳定性降低、巷道变形加剧等。高

地压还可能引发岩爆等灾害，严重威胁矿山的安全。岩爆是一种突发性岩石破裂现象，通常在高地压区域发生，其能量释放可能导致人员伤亡和设备损坏。高地压还可能引发矿柱失稳，导致顶板冒落，进一步影响矿山的正常生产。如何有效控制地压成为深部矿山开采亟待解决的问题。

地压控制技术的研究和应用是应对深部开采挑战的关键。目前，矿山行业已发展出多种地压控制技术，如支护技术、监测技术等^[1]。这些技术通过改善岩体应力状态、实时监测地压变化等方式，为矿山开采提供安全保障。支护技术是地压控制的基础，通过合理设计支护结构，能够有效支撑岩体，减少地压对巷道和矿柱的影响。采用高强度锚杆支护技术，可以提高巷道的稳定性，防止岩体变形。新型支护材料的应用也为地压控制提供了更多选择，如复

合支护材料能够在复杂地质条件下发挥更好的支护效果。不同矿山的地质条件差异较大,单一技术往往难以满足复杂开采环境的需求。需要综合运用多种技术手段,针对矿山的具体情况进行定制化的地压控制方案。

2 金属矿山深部开采地压控制技术体系

支护技术是地压控制的基础,通过合理设计支护结构,能够有效支撑岩体,减少地压对巷道和矿柱的影响。在深部矿山开采中,支护技术的选择至关重要。高强度锚杆支护技术是目前应用较为广泛的一种支护方式。它通过在巷道壁上安装高强度锚杆,将岩体与支护结构紧密连接,从而提高巷道的稳定性,防止岩体变形。新型支护材料的应用也为地压控制提供了更多选择。复合支护材料能够在复杂地质条件下发挥更好的支护效果^[2]。复合支护材料通常由多种材料组成,具有高强度、耐腐蚀和抗冲击等特点,能够在高地压环境下保持稳定。支护技术的关键在于根据矿山的具体地质条件和开采需求,选择合适的支护方式和材料。矿山地质条件的复杂性要求支护技术必须具备一定的灵活性和适应性。在软岩地区,可能需要采用更加密集的锚杆支护或增加支护结构的强度;而在硬岩地区,则可以适当减少锚杆的密度。支护技术还需要与矿山的开采工艺相结合,以确保支护结构在开采过程中的稳定性。通过合理设计支护结构,不仅可以有效减少地压对巷道和矿柱的影响,还可以提高矿山开采的安全性和经济性。

监测技术是地压控制技术体系的重要组成部分。通过安装地压监测设备,如应力传感器、位移监测仪等,能够实时获取岩体应力和变形数据。这些数据为矿山开采提供了科学依据,帮助技术人员及时发现地压异常变化,采取相应的措施。在某深部矿山中,通过监测系统发现岩体应力突然升高,及时调整开采方案,避免了岩爆事故的发生^[3]。监测技术不仅可以用于实时监测地压变化,还可以用于评估地压控制效果,为技术优化提供支持。通过对监测数据的分析,技术人员可以了解地压控制技术的实际效果,及时调整支护方案或优化开采工艺。随着科技的不断进步,监测技术也在不断发展。物联网技术的应用使得地压监测设备可以实现远程控制和数据实时传输,大大提高了监测效率和数据的准确

性。大数据分析和人工智能技术的应用也为监测数据的处理和分析提供了更科学的方法。技术人员可以通过人工智能算法对监测数据进行分析,预测地压变化趋势,提前制定地压控制方案。

3 金属矿山深部开采地压控制技术的应用实例

以某大型金属矿山为例,该矿山开采深度达到1000米,地压问题突出。矿山在开采过程中面临巷道变形严重、矿柱稳定性差等问题,严重影响了矿山的安全生产。为解决这一问题,矿山采用了多种地压控制技术,取得了显著的效果。在开采过程中,矿山的巷道变形问题尤为突出。由于高地压的影响,巷道壁的岩石不断发生变形,导致巷道断面缩小,影响了矿山的通风和运输。矿柱的稳定性也受到严重威胁。矿柱是矿山开采中的重要支撑结构,其稳定性直接关系到矿山的安全。由于高地压的影响,矿柱的稳定性降低,容易发生冒顶事故。岩爆问题也是该矿山面临的重大挑战之一。岩爆是一种突发性岩石破裂现象,通常在地压区域发生,其能量释放可能导致人员伤亡和设备损坏。为解决这些问题,矿山采用了多种地压控制技术,取得了显著的效果。

在支护方面,矿山采用了高强度锚杆和锚索支护技术,对巷道和矿柱进行加固。这种支护方式有效提高了岩体的稳定性,减少了地压对巷道的影响^[4]。高强度锚杆支护技术通过在巷道壁上安装高强度锚杆,将岩体与支护结构紧密连接,从而提高巷道的稳定性,防止岩体变形。锚索加固技术则通过在矿柱中安装锚索,增强矿柱的整体性,提高其稳定性。在监测方面,矿山安装了先进的地压监测系统,实时监测岩体应力和变形情况。通过监测数据,技术人员能够及时发现地压异常变化,提前采取措施,避免了多次岩爆事故的发生。地压监测系统包括应力传感器、位移监测仪等多种设备,能够实时获取岩体应力和变形数据。通过对这些数据的分析,技术人员可以了解地压的变化趋势,及时调整开采方案。矿山还采用了岩体加固技术和开采顺序优化措施。通过注浆加固技术,增强了岩体的整体性,减少了岩体破裂的风险。合理安排开采顺序,避免了岩体应力集中,进一步降低了地压对矿山开采的影响。经过一系列地压控制技术的应用,该矿山的开采效率显著提高,安全生产形势得到极大改善。巷

道变形问题得到有效控制,通风和运输条件得到改善。矿柱的稳定性也得到提高,冒顶事故的发生概率显著降低。岩爆问题也得到有效缓解,矿山的安全性得到极大提升。

这一案例充分证明了地压控制在金属矿山深部开采中的重要性和有效性。也表明综合运用多种技术手段是解决深部开采地压问题的关键。矿山行业应根据自身实际情况,选择合适的技术方案,以实现安全高效的开采目标^[5]。通过这一案例的分析,可以看出地压控制在深部矿山开采中的应用不仅能够有效降低地压风险,还能够显著提高矿山的经济效益和社会效益。未来,随着技术的不断进步,地压控制技术将在更多矿山中得到广泛应用,为矿山行业的可持续发展提供有力支持。矿山行业应加强技术研发和应用,推动地压控制技术的不断创新。

4 金属矿山深部开采地压控制技术的发展与展望

随着科技的不断进步,金属矿山深部开采地压控制技术也在不断发展。未来,地压控制技术将更加智能化和精准化。通过物联网技术,实现地压监测设备的远程控制和数据实时传输。物联网技术的应用使得地压监测设备可以实现远程控制和数据实时传输,大大提高了监测效率和数据的准确性。技术人员可以通过手机或电脑随时随地查看监测数据,及时发现地压异常变化。大数据分析和人工智能技术的应用也为地压控制提供了更科学的决策支持。技术人员可以根据监测数据,通过人工智能算法预测地压变化趋势,提前制定地压控制方案。

未来,新型支护材料和岩体加固技术的研发也将为地压控制提供新的思路。高强度、耐腐蚀的复合支护材料将在复杂地质条件下发挥更好的支护效果。复合支护材料通常由多种材料组成,具有高强度、耐腐蚀和抗冲击等特点,能够在高压环境下保持稳定^[6]。新型注浆材料和加固技术的研发也将进一步提高岩体的稳定性和抗压能力。新型注浆材料具有更好的流动性和填充性,能够更好地填充岩体中的裂隙和孔隙,提高岩体的强度和稳定性。绿色开采技术的应用也将成为未来地压控制的重要方向^[7]。绿色开采技术通过减少开采活动对岩体的扰动,降低地压风险。采用充填开采技术,可以减少岩

体的变形和应力集中,从而降低地压风险。

金属矿山深部开采地压控制技术将朝着智能化、精准化、高效化的方向发展。矿山行业应加强技术研发和应用,推动地压控制技术的不断创新。应注重多学科交叉研究,结合地质学、力学、材料科学等多领域知识,为矿山行业的可持续发展提供有力保障。通过不断的技术创新和应用,金属矿山深部开采将更加安全、高效和环保,为矿业行业的可持续发展奠定坚实基础^[8]。矿山行业应加强与高校和科研机构的合作,共同开展技术研发和应用。应注重人才培养,提高矿山从业人员的技术水平和创新能力。只有通过不断的技术创新和应用,才能推动矿山行业的可持续发展。

5 结语

金属矿山深部开采中地压控制技术的研究和应用对于保障矿山安全生产和提高开采效率具有重要意义。通过综合运用多种技术手段,能够有效解决深部开采中的地压问题。未来,随着科技的不断进步,地压控制技术将更加智能化和精准化,为矿山行业的可持续发展提供有力支持。

参考文献

- [1] 辛阳.为隧道装上岩爆“听诊器”[N].人民日报,2025-01-06(006).
- [2] 霍丹丹.卸压爆破开采技术在金属矿山深部矿体中的应用分析[J].山西冶金,2024,47(09):207-209+212.
- [3] 郑国雄.金属矿山深部开采中充填结顶技术的创新与挑战[J].冶金与材料,2024,44(09):160-162.
- [4] 刘路,许恒朋,苑正涛.深井采矿技术在金属矿山中的意义分析[J].中国设备工程,2024,(18):8-11.
- [5] 李广,史志远,余洪伟.金属矿山深井大规模提升关键技术装备进展与发展趋势[J].矿业研究与开发,2024,44(09): 1-8.
- [6] 刘福春,郭钦鹏,熊有为.金属矿山深部硬岩矿床非爆连续采矿技术及应用[J].有色金属(矿山部分),2024, 76(06): 64-69+83.
- [7] 赵兴东.黄金矿山深井开采研究进展与发展趋势[J].黄金,2024,45(08):1-18.
- [8] 陈璐,郭利杰,杨小聪.金属矿深部开采岩爆灾害防控研究进展与工程实践[J].矿冶,2024,33(04):482-494+514.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

