

地下采矿对矿山地质的影响与应对分析

丁占平

宁夏鑫汇矿山勘查设计研究院有限公司 宁夏 银川 750000

摘要：本文深入探讨了地下采矿活动对矿山地质环境的综合影响，重点分析了沉降塌陷、地下岩体应力破坏及岩体构造受损等关键问题。针对这些影响，文章提出了多项解决策略，包括加强地质环境安全建设，构建高效的地质灾害防控机制，推进绿色矿山建设以减少生态破坏，并强调合理选择探矿方式以减少对地质结构的扰动。通过这些措施，旨在实现矿山开采与环境保护的和谐共生，为可持续发展提供有力支撑。

关键词：地下采矿；矿山地质；影响；应对策略

引言

地下采矿不仅改变了原有岩体的应力平衡状态，引发沉降塌陷等地质灾害，还可能破坏岩体构造，对区域生态环境构成威胁。因此，深入研究地下采矿对矿山地质的影响，并探索有效的应对策略，对于保障矿山安全生产、维护生态平衡具有重要意义。本文将围绕这一主题，系统分析影响与策略，为矿山可持续发展提供参考。

1 地下采矿对矿山地质的影响

1.1 破坏地下岩体应力

地下采矿活动作为一项复杂且深入的工程作业，其对矿山地质环境的影响是多维度、深层次的，不仅局限于局部区域，还涉及到整个矿区的生态系统平衡与地质稳定性。这种影响不仅体现在地质结构的直接变化上，还间接影响到水文地质条件、土壤质量、植被覆盖乃至周边社区的安全与福祉。地下采矿通过开挖巷道、采空区形成等作业，直接破坏了原有岩体的连续性和完整性，导致地质结构发生显著变化。这种重塑过程不仅限于开采区域，还可能通过应力传递和扩散，影响到更广泛的地质体。长期且大规模的开采活动，使得地下空间形成复杂的空洞网络，降低了岩体的整体强度和稳定性，增加了地质灾害的风险。正如所述，地下采矿活动实质上是对地下岩体施加的一种长期性、大面积的外力破坏。随着矿体的逐步采出，原本处于平衡状态的地下岩体应力场发生剧烈变化，形成减压区和增压区。减压区内的岩体受到拉应力的作用，当拉应力超过岩体抗拉强度时，便会导致顶板岩层、侧壁乃至整个矿柱的断裂、垮塌。这种应力状态的重新分布和平衡过程往往伴随着能量的释放，可能引发地震、岩爆、地面沉降、地裂缝等一系列地质灾害，对矿山安全构成严重威胁。地下采矿还会对矿区的水文地质条件产生深远影响。开采过程中，地下水的自然流场可能被破坏，导致水位下

降、泉水干涸、井泉水量减少等现象。

1.2 沉降、塌陷

随着地下矿体的逐渐剥离，采空区范围不断扩大，原本由矿体及周围岩体共同支撑的地表失去了下部的支撑体系，开始出现不均衡的沉降。这种沉降初期可能表现为微小的地面裂缝或局部下沉，但随着时间的推移和开采活动的持续，最终可能形成大面积的塌陷坑或沉降盆地，彻底改变矿区原有的地形地貌。地表沉降和塌陷直接威胁到矿区及周边地区的建筑物安全。建筑物的地基稳定性受损，可能导致墙体开裂、结构变形，甚至整体坍塌，严重威胁居民的生命财产安全。道路、桥梁等交通设施也可能因地表沉降而受损，出现路面开裂、桥墩倾斜等问题，影响交通安全和畅通。河流、水库等水利设施若位于开采影响区域内，其堤岸稳定性可能受到威胁，引发洪水、渗漏等灾害，对农业灌溉、居民生活用水及防洪安全构成风险。地下电缆、通信线路等基础设施也可能因地表塌陷而受损，导致通讯中断、电力供应不稳定，影响当地居民的生产生活^[1]。地表沉降和塌陷不仅直接破坏地表植被和土壤结构，还可能引发水土流失、土地荒漠化等生态问题。此外，塌陷坑的形成还可能成为积水区，改变区域水文条件，影响地下水位的动态平衡，进而对地下水资源和生态环境造成长远影响。地下采矿引起的地表沉降和塌陷不仅造成直接的经济损失，还可能引发一系列社会问题。居民被迫迁移、企业停产搬迁、土地价值下降等，都会对社会经济稳定造成冲击。治理和修复这些受损区域需要投入大量的人力、物力和财力，加重了经济负担。

1.3 破坏岩体构造

地下采矿过程中，随着矿石的开采，原本处于应力平衡状态的岩体受到扰动，内部应力重新分布。这种应力变化往往导致岩层产生断裂、裂缝甚至错动，特别是

在地质构造复杂、岩层强度差异大的区域,这种破坏尤为显著。裂缝的规模和方向往往难以预测,它们可能沿着岩层的节理、层理或断层扩展,形成错综复杂的裂缝网络。岩体构造的破坏直接削弱了其整体稳定性。原本能够支撑上部岩层和土壤重量的完整岩体,在采矿活动影响下变得支离破碎,降低了其承载能力。既增加了山体滑坡、崩塌等地质灾害的风险,还可能导致采空区上方地表发生沉降或塌陷,对地面建筑、交通设施及居民安全构成威胁。裂缝的形成不仅破坏了岩体的完整性,还为地下水提供了新的渗流通道。在岩溶充水矿区,地下水是维持岩溶地貌稳定和生态平衡的关键因素。采矿活动导致的地下水疏干,不仅减少了地下水资源,还可能引发地面塌陷、地裂缝等地质灾害,破坏矿区生态环境。地下水位的下降还可能影响周边植被生长,导致土地荒漠化、盐碱化等问题。除地下水,裂缝还可能成为有害气体(如甲烷、硫化氢等)的释放通道。这些气体在地下封闭环境中积累,一旦通过裂缝逸出至地表或井下作业空间,不仅威胁矿工的生命安全,还可能对大气环境造成污染。特别是在煤层开采中,瓦斯爆炸是常见的安全事故之一,其根源往往与采矿活动导致的岩体构造破坏密切相关。

2 针对矿山地质问题提出的应对策略

2.1 地质环境安全建设

在采矿活动启动之前,应组织专业团队进行全方位、高精度的地质勘察。利用现代地质勘探技术,如无人机航拍、三维地质建模、地球物理勘探(如重力勘探、电磁法)及水文地质钻探等,全面掌握矿区地质构造、岩石力学性质、断层与节理发育情况、地下水分布及动态变化等关键信息。通过大数据分析,对矿区地质环境稳定性进行科学评估,为采矿设计与实施提供坚实的数据支撑。采矿过程中,需建立覆盖整个矿区的地质环境监测网络,包括地表变形监测站、地下水位观测井、岩体应力应变监测点等。利用物联网技术,实现监测数据的实时采集、传输与分析,形成动态监测预警系统。该系统能及时发现地质环境的微小变化,预测潜在的地质灾害风险,如地面塌陷、滑坡、泥石流及突水等,为应急响应提供宝贵时间窗口。在采矿方法选择上,优先考虑对地质环境影响小的技术,如充填采矿法、房柱式采矿法等,以减少采空区形成,控制地表沉降。推广使用低污染、低能耗的采矿设备和工艺,减少采矿活动对地质环境的直接破坏。针对已识别的地质灾害隐患,制定详细的防治与治理方案。如采用注浆加固、锚杆支护等技术手段加固不稳定岩体;实施地下水

疏干与排水工程,控制地下水位;对于已发生的地面塌陷区域,采用回填复垦或生态修复措施,恢复土地功能。加强矿山地质环境保护的法律法规建设,明确矿山企业的责任与义务,加大违法违规行为的处罚力度。通过政策激励,如税收减免、补贴奖励等,鼓励企业采用先进的环保技术和措施,提升地质环境安全管理水平^[2]。加强矿山地质环境保护的公众宣传与科普教育,提高公众对地质环境重要性的认识。鼓励社区居民参与矿山地质环境监测与保护活动,形成政府、企业、公众共同参与的地质环境保护良好氛围。

2.2 建立地质灾害防控机制

首先,组织地质、工程、环境等多学科专家团队,对矿山区域进行全面的地质勘查,识别潜在的地质灾害风险点,如滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝等。利用GIS(地理信息系统)技术,绘制详细的地质灾害风险分布图,明确各风险点的等级和影响范围。基于勘查结果,编制《矿山地质灾害风险点排查指导图册》,明确排查流程、方法、标准以及应急处置措施。图册应图文并茂,便于一线工作人员理解和操作。针对不同类型的地质灾害,制定详细的技术操作规范,包括监测设备的安装与维护、数据收集与分析、预警信号的发布与响应等,确保防控工作有章可循、有据可依。

建立年度地质灾害安全隐患排查制度,结合季节性特点,如雨季前、融雪期等,组织专业人员对矿山区域进行全面细致的排查,及时发现并消除隐患。利用现代科技手段,如卫星遥感、无人机航拍、地面监测站等,对重点风险区域实施全天候、高精度监测。通过数据分析,预测地质灾害发生的可能性,为预警预报提供科学依据。与安全生产监督管理部门、气象部门、水利部门、水文部门等建立紧密的合作关系,形成地质灾害防控的合力。通过定期召开联席会议、信息共享等方式,加强沟通与协作,共同应对地质灾害挑战。利用云计算、大数据等现代信息技术,构建地质灾害防控信息共享平台。平台应集成地质灾害监测数据、预警信息、应急资源分布等多源信息,实现数据的实时更新与共享。平台应具备智能分析功能,为决策提供有力支持。

根据矿山实际情况,制定针对性强、可操作性强的地质灾害应急预案。预案应明确应急组织机构、职责分工、响应流程、救援措施等内容,确保在灾害发生时能够迅速、有序地开展应急处置工作。定期组织地质灾害应急演练,提高矿山企业和相关部门的应急响应速度和处置能力。通过演练,检验应急预案的可行性和有效性,及时发现并纠正存在的问题。加强对矿山工作人员

及周边群众的地质灾害防治知识宣传教育,提高公众的地质灾害防范意识和自救互救能力。通过宣传栏、宣传册、培训讲座等多种形式,普及地质灾害防治知识,营造良好的防灾减灾氛围。

2.3 绿色矿山建设

积极引进和应用低能耗、高效率、智能化的采矿技术和设备,如无人驾驶矿车、自动化钻机、远程监控与智能调度系统等,减少人力依赖,降低能源消耗,提高开采效率和安全性。通过地质勘探技术的提升,实现矿体精准定位与边界控制,减少过度开采和废石排放,提高资源回收率。采用低震动、低粉尘、低噪音的爆破方法,减少爆破对周围环境的破坏。制定并实施详细的矿区生态修复方案,包括土地复垦、植被恢复、水土保持等措施,确保开采结束后矿区生态环境得到有效恢复。利用生物技术和工程手段,恢复土壤肥力,种植适宜的植被,构建稳定的生态系统。建立矿区水循环利用系统,对采矿废水进行处理后循环利用,减少废水排放;加强对地下水位的监测与保护,防止因采矿活动导致的水资源污染和枯竭。严格控制粉尘、废气排放,采用湿法作业、除尘设备等措施减少粉尘产生;对排放的废气进行净化处理,确保达到国家环保标准。对采矿过程中产生的废石、尾矿等废弃物进行资源化利用,通过选矿、深加工等手段提取有价值元素,或用于建筑材料、充填材料等领域,实现变废为宝。利用采矿过程中产生的余热、余压等资源,进行发电、供暖等能源回收利用,提高能源利用效率。加强上下游产业协作,构建循环经济产业链,实现矿产资源的深度加工和高效利用,提升产业附加值。

2.4 合理选择探矿方式

在选择探矿方式之前,必须对矿区的地质条件进行全面而细致的评估。这包括矿体的形态、规模、产状、矿化特征,以及矿区的构造特征、岩石性质、水文地质条件等。通过地质条件综合评估,可以明确矿区的复杂性和特殊性,为探矿方式的选择提供科学依据。资源储量和开采条件是决定探矿方式的关键因素。对于资源储量丰富、矿体连续性好、开采条件简单的矿区,可以优

先考虑使用高效的机械化探矿方式,如钻探、坑探等。而对于资源储量较小、矿体形态复杂、开采条件困难的矿区,则需要选择更为灵活、适应性强的探矿方式,如浅井、槽探等。随着科技的进步,勘查技术也在不断发展。在探矿方式的选择上,应积极引进和应用先进的勘查技术,如地球物理勘探、遥感技术、三维地质建模等。这些技术能够提高勘查的精度和效率,降低勘查成本,为采矿提供更加准确、全面的地质信息。在选择探矿方式时,还需充分考虑环境保护和生态友好的要求。应优先选择对地表植被、水体等环境影响小的探矿方式,减少探矿活动对生态环境的破坏。在探矿过程中应采取有效的环境保护措施,如合理布置探矿工程、及时处理废弃物、恢复植被等。探矿方式的选择还需考虑经济效益与社会效益的平衡。在追求经济效益的同时不能忽视社会效益和环境保护的重要性。应选择既能满足采矿需求,又能兼顾环境保护和社会效益的探矿方式,实现矿山地质环境的可持续发展。探矿方式的选择并非一成不变,应根据勘查过程中遇到的实际情况进行灵活调整和优化^[3]。在勘查过程中,可能会遇到新的地质问题或发现新的资源信息,此时需要及时调整探矿方式,以确保勘查工作的顺利进行和采矿活动的安全有效。

结束语

综上所述,地下采矿活动对矿山地质环境的多方面影响不容忽视,但通过实施地质环境安全建设、构建地质灾害防控体系、推进绿色矿山建设及合理选择探矿方式等策略,可以有效减轻这些负面影响,促进矿山与环境的协调发展。随着科技的不断进步和环保意识的增强,地下采矿活动将更加科学、环保,为实现矿产资源开发与生态环境保护的双赢目标奠定坚实基础。

参考文献

- [1]张文敏.分析地下采矿对矿山地质环境的影响[J].世界有色金属,2020(01):57+59.
- [2]蔡建,韦铁.地下采矿对矿山地质环境的影响[J].中国金属通报,2019(08):39+41.
- [3]李鹏.地下采矿对矿山地质的影响与应对分析[J].当代化工研究,2022(05):87-89.