

分析地下采矿对矿山地质环境的影响

谢 凡

陕西地矿汉中地质大队有限公司 陕西 汉中 723000

摘 要：地下采矿对矿山地质环境产生深远影响。采矿活动改变地下岩体应力，导致岩层破坏、移动，进而引发地表变形、沉降等地质灾害。同时，采矿还破坏水文地质环境，造成水资源污染与枯竭，以及土壤质量下降。为减轻这些影响，需加强法规执行、推进技术创新与绿色采矿、实施地质环境恢复治理工程，并提升公众环保意识与参与度，共同保护矿山地质环境。

关键词：地下采矿；矿山地质环境；影响

引言：地下采矿作为获取深埋矿产资源的重要方式，对矿山地质环境产生了显著且复杂的影响。随着矿石的开采，地下空间结构发生变化，导致岩体应力重新分布，岩层稳定性受到威胁。此外，采矿活动还引发了一系列环境问题，如水资源污染、土壤质量下降及地质灾害频发。因此，深入分析地下采矿对矿山地质环境的影响，对于制定有效的环境保护措施具有重要意义。

1 地下采矿的基本概述

1.1 地下采矿的定义与分类

地下采矿是指在不能直接露天作业的矿体中，通过地下工程按一定工艺过程将矿石开采出来的活动。由于矿体埋藏较深，或矿体赋存条件不适于露天开采，地下采矿成为获取这些矿产资源的主要方式。地下采矿根据开采方式和技术手段的不同，有多种分类方法。常用的分类方法之一是按照地压管理方法，将其分为空场采矿法、崩落采矿法和充填采矿法。此外，还可以根据支护方式的不同，将其划分为自然支护采矿法、人工支护采矿法等。这些采矿方法的选择受到多种因素的影响，包括矿床地质条件、矿山技术条件和经济因素等。

1.2 地下采矿的流程与特点

(1) 开采前的勘探与规划。地下采矿前需要进行详尽的地质勘探，以了解矿体的形状、倾角、厚度、有用成分的分布等地质条件。勘探结果将直接影响后续的开采规划，包括开拓方式的选择、矿块采准的设计、切割工作的安排等。(2) 开采过程中的关键技术环节。开采过程中，关键技术环节包括矿床开拓、矿块采准、切割、回采以及矿石的运输和提升。矿床开拓旨在形成从地表到矿体的运输、通风、排水和行人等系统。矿块采准则是掘进一系列巷道，为矿块的切割和回采创造条件。切割工作开辟出自由面和落矿空间，而回采则是从矿块中采出矿石并运送到地表或指定地点。(3) 采后处

理与废弃物管理。采后处理包括矿石的选别、加工和综合利用。同时，对产生的废弃物进行科学管理，如利用废矿石、矿渣等填充采空区，或采取注浆法等方法防止塌陷和沉降。废弃物处理的目标是减少对环境的影响，并尽可能实现资源的回收和再利用^[1]。

2 地下采矿对矿山地质环境的直接影响

2.1 地下岩体应力的变化

(1) 采空区形成导致的岩体应力重新分布。地下采矿过程中，随着矿石的开采，原本充满矿石的地下空间逐渐被挖空，形成采空区。这一变化导致采空区周围岩体的应力状态发生显著改变，原有的应力平衡被打破。为了维持新的平衡状态，岩体内部的应力开始重新分布，这一过程中往往伴随着一系列复杂的力学变化。

(2) 应力变化对岩层稳定性的影响。应力重新分布后，岩体内部的拉应力和压应力可能达到或超过岩体的承受能力，导致岩层发生破坏。这种破坏可能表现为岩层断裂、裂隙产生、岩层垮落等形式。这些变化不仅影响岩层的稳定性，还可能对矿山安全构成严重威胁。

2.2 岩层的破坏与移动

(1) 岩层断裂、裂隙产生及其扩展机制。随着采矿活动的进行，采空区周围的岩层在应力的作用下逐渐发生破坏。首先是岩层的微小裂隙产生，随着应力的继续作用，这些裂隙逐渐扩展，最终可能形成贯通性的断裂。岩层的断裂不仅影响岩层的完整性，还可能导致地下水、矿物质的流失，进一步加剧岩层的破坏^[2]。(2) 岩层移动造成的地表变形与沉降。岩层破坏后，在重力和其他应力的作用下，岩层开始发生移动。这种移动可能表现为岩层整体的倾斜、弯曲、下沉等。随着岩层移动的持续进行，地表也开始发生变形和沉降。地表变形和沉降不仅影响矿区周围的生态环境，还可能对基础设施、建筑物等造成破坏，甚至引发地质灾害。

2.3 地表形态的改变

(1) 矿坑、废石堆等地貌景观的破坏。地下采矿过程中,矿坑的开挖和废石堆的堆放对地表形态造成显著改变。矿坑的开挖破坏了原有的地形地貌,形成了新的地貌景观。同时,废石堆的堆放不仅占用大量土地资源,还可能改变地表的水文条件,影响植被的生长和分布。这些变化对矿区的生态环境造成严重影响。(2) 地表植被与土壤的侵蚀与退化。地表形态的改变导致地表植被和土壤受到严重侵蚀和退化。矿坑的开挖和废石堆的堆放破坏了原有的土壤结构,降低了土壤的肥力和保水能力。同时,采矿活动产生的粉尘和废水对植被的生长造成不利影响。这些变化导致矿区周围的生态环境恶化,植被覆盖率降低,土壤侵蚀加剧,进一步加剧了生态系统的脆弱性。

3 地下采矿对矿山地质环境的间接影响

3.1 水资源的污染与枯竭

(1) 采矿废水对地表水、地下水的污染。地下采矿过程中,会产生大量废水,这些废水中往往含有重金属、有毒化学物质、悬浮物等污染物。如果这些废水未经妥善处理直接排放,将对地表水和地下水造成严重污染。地表水被污染后,将影响水生生物的生存和整个水生生态系统的平衡。地下水污染则更为隐蔽且难以治理,直接影响居民饮用水安全和农业灌溉水质。(2) 地下水位下降及其对生态环境的影响。采矿活动还可能导致地下水位的显著下降。这是因为采矿过程中需要抽取地下水以维持坑道稳定或进行矿石洗选等工艺,加上岩层破坏导致的地下水流失,共同造成了地下水位的下降。地下水位的降低将直接影响周边生态系统的水分补给,导致湿地萎缩、植被枯死、生物多样性减少等生态问题。此外,地下水位下降还可能加剧地面沉降和土壤盐渍化等问题。

3.2 土壤质量的下降

(1) 采矿导致的土壤结构破坏与肥力降低。采矿活动会破坏土壤结构,造成土壤紧实、板结、通透性降低等问题。同时,采矿产生的废石、尾砂等废弃物堆积在地表,不仅占用土地资源,还可能随风飘散或随水流扩散,污染周边土壤。这些变化导致土壤肥力降低,有机质含量减少,土壤微生物群落失衡,从而影响农作物的生长和产量。(2) 土壤污染对农业生产与食品安全的影响。土壤污染不仅影响农作物的生长,还可能通过食物链传递至人体,对食品安全构成严重威胁。重金属、农药残留等污染物在土壤中的积累,会导致农产品中这些有害物质的超标。长期摄入这些被污染的农产品,将增

加人体患病的风险,如重金属中毒、癌症等。

3.3 地质灾害的诱发

(1) 地面塌陷、地裂缝、滑坡、泥石流等地质灾害的形成机制。地下采矿活动改变了地下岩体的应力分布,导致岩层破坏和移动。这些变化在地表表现为地面塌陷、地裂缝等地质灾害。此外,采矿废弃物的不合理堆放还可能加剧山体滑坡、泥石流等自然灾害的风险。这些地质灾害不仅破坏生态环境,还可能对人民生命财产安全构成严重威胁^[3]。(2) 地质灾害对人身安全与财产损失的危害。地质灾害的发生往往具有突发性、难以预测性和破坏性强的特点。它们不仅直接威胁人民的生命安全,还可能造成巨大的财产损失。例如,地面塌陷可能导致房屋倒塌、道路中断;滑坡和泥石流则可能摧毁农田、冲毁村庄和道路。因此,地下采矿活动引发的地质灾害问题不容忽视。

4 应对地下采矿对矿山地质环境影响的策略与建议

4.1 加强法规政策制定与执行

(1) 完善矿山地质环境保护法律法规。矿山地质环境的保护需要完善的法律法规体系作为支撑。当前,应尽快填补相关法律法规的空白,明确矿山地质环境保护的基本原则、责任主体、具体措施以及法律责任等。具体而言,应制定或修订《矿山地质环境保护条例》、《矿山生态恢复与治理管理办法》等,确保矿山地质环境保护有法可依。同时,法律法规中应明确矿山地质环境评价、矿山地质灾害防治、矿山废弃地复垦与生态重建等方面的具体要求,为矿山地质环境保护提供坚实的法律保障。(2) 强化政府监管与执法力度。法律法规的生命在于执行。为确保矿山地质环境保护法律法规得到有效落实,政府应强化监管与执法力度。一方面,应建立健全矿山地质环境保护监管体系,明确各级政府和部门的职责分工,形成上下联动、部门协同的工作格局。另一方面,应加大对矿山企业的监督检查力度,采用卫星遥感、无人机巡查、在线监测等现代化技术手段,提高监管效率和准确性。对于发现的违法违规行为,应依法依规进行严厉处罚,形成有效震慑,确保矿山地质环境保护法律法规得到严格执行。

4.2 推进技术创新与绿色采矿

(1) 鼓励研发新技术、新方法以减少对地质环境的破坏。技术创新是减少矿山地质环境破坏的有效途径。政府应加大对矿山地质环境保护技术研发的支持力度,鼓励科研机构、高校和企业开展联合攻关,研发更加环保、高效的采矿技术和方法。例如,可以研发低能耗、低排放的采矿设备,优化采矿工艺,减少矿石开采过程

中的能源消耗和废弃物排放。同时,应积极探索废弃物资源化利用技术,将采矿过程中产生的尾砂、废石等废弃物转化为建筑材料、填坑材料等,实现资源的循环利用。(2)推广绿色采矿理念与实践。绿色采矿是一种将环境保护理念融入采矿全过程的新型采矿模式。政府应积极推广绿色采矿理念,引导矿山企业转变发展方式,从传统的粗放式开采向精细化、智能化开采转变。同时,应制定绿色采矿标准体系,明确绿色采矿的具体要求和评价指标,为矿山企业开展绿色采矿提供指导和支持。此外,政府还应加强对绿色采矿实践的宣传推广,树立典型示范,激发矿山企业开展绿色采矿的积极性。

4.3 实施地质环境恢复与治理工程

(1)制定科学的恢复治理方案。对于已经遭受破坏的矿山地质环境,应制定科学的恢复治理方案。这些方案应根据矿山地质环境的实际情况,综合考虑地质结构、水资源、土壤质量、生态环境等多个因素,提出针对性的恢复治理措施。例如,对于因采矿导致的地面塌陷、地裂缝等地质灾害,应采用工程措施进行加固修复;对于因采矿破坏的水资源,应采取措施进行水质净化和生态补水;对于因采矿造成的土壤污染,应采用土壤修复技术进行治理。同时,恢复治理方案应明确治理目标、治理期限、治理费用以及责任主体等,确保治理工作的有序进行^[4]。(2)加强恢复治理工程的监督与验收。恢复治理工程的实施是关键,但监督与验收同样重要。政府应加强对恢复治理工程的监督管理,确保工程按照既定方案有序推进。同时,应建立完善的验收机制,对恢复治理工程进行严格的验收评估。验收评估应综合考虑治理效果、工程质量、生态环境改善程度等多个方面,确保治理工作达到预期目标。对于验收不合格的治理工程,应责令整改并追究相关责任。

4.4 提升公众环保意识与参与度

(1)加强矿山地质环境保护的宣传与教育。提升公众的环保意识是保护矿山地质环境的重要基础。政府应

加强对矿山地质环境保护的宣传与教育,通过电视、广播、报纸、网络等多种媒体渠道,普及矿山地质环境保护的知识和理念。同时,应在学校、社区、企业等场所开展形式多样的宣传教育活动,提高公众对矿山地质环境保护的认识和重视程度。(2)鼓励公众参与地质环境保护活动。公众参与是保护矿山地质环境的重要力量。政府应鼓励公众参与地质环境保护活动,如组织志愿者参与矿山恢复治理、开展环保知识讲座和实践活动等。通过这些活动,不仅可以增强公众的环保意识和责任感,还可以促进社会对矿山地质环境保护的关注和支持。同时,政府应建立公众参与的反馈机制,及时听取公众的意见和建议,不断改进和完善矿山地质环境保护工作。此外,政府还可以设立举报奖励制度,鼓励公众积极举报破坏矿山地质环境的违法行为,形成全社会共同保护矿山地质环境的良好氛围。

结束语

地下采矿对矿山地质环境的影响深远且复杂,需多方共同努力应对。政府应加强监管,完善法规,矿山企业应积极探索绿色采矿技术,减少对环境的破坏。同时,提升公众环保意识,鼓励社会参与,形成保护环境合力。只有这样,我们才能有效缓解采矿带来的地质环境问题,保障矿山地质环境的可持续发展,维护生态平衡与人民安全。

参考文献

- [1]张应和.地下采矿对矿山地质的影响与应对分析[J].市政工程,2022,(06):62-63.
- [2]贺文强.地下采矿对矿山地质的影响与应对分析[J].建筑理论,2022,(08):87-88.
- [3]李鹏宇.采矿活动对矿山地质环境影响研究[J].市政工程,2021,(07):75-76.
- [4]刘元华,阮诗昆.采矿活动对矿山地质环境影响研究[J].建筑技术科学,2024,(09):91-92.