

矿山地质灾害治理及生态环境修复

石继峰

河南省地质局生态环境地质服务中心 河南 郑州 450000

摘要：矿山地质灾害治理及生态环境修复是一项复杂而艰巨的任务。本文探讨了矿山地质灾害的类型与特点，针对这些灾害，提出了滑坡灾害的支撑加固与排水减重治理技术、泥石流灾害的排导与拦挡工程治理技术、地面塌陷的填充与加固治理技术，以及含水层的保护与恢复技术。本文还阐述了矿山生态环境修复技术，包括土壤改良、水体净化、植被恢复及生物多样性保护，旨在为矿山地质灾害治理及生态环境修复提供科学依据和技术支持。

关键词：矿山；地质灾害治理技术；生态环境修复技术

引言：随着矿产资源的不断开发，矿山地质灾害频发，危害矿工生命安全，破坏采矿设施，还严重影响土地资源、水资源和矿区环境。因此矿山地质灾害治理及生态环境修复显得尤为重要。该文旨在综合探讨矿山地质灾害的类型、特点及其治理技术，同时深入分析矿山生态环境修复的关键技术。

1 矿山地质灾害类型及特点

1.1 矿山地质灾害的主要类型

矿山地质灾害的主要类型

灾害类型	内容
地面灾害	地面塌陷、地面沉降、地裂缝、滑坡、崩塌、泥石流、煤自燃
井下灾害	冒顶、片帮、突水、突泥、井下热害、矿震、岩爆、井下煤自燃、油气井管套损坏、矿坑水污染

1.2 矿山地质灾害的特点

矿山地质灾害的特点

序号	矿山地质灾害特点	具体描述
1	突发性和不可预测性	如井下突水、突泥和岩爆等灾害，一旦发生，往往造成严重后果，且难以提前准确预测
2	影响范围广泛	灾害不仅影响矿区本身，还可能对周边地区的环境和居民生活造成严重影响
3	与人类活动密切相关	不合理的开采方式和缺乏环境保护意识是导致灾害发生的重要原因
4	治理和修复难度大	需要投入大量的人力、物力和财力，同时还需要长期的监测和维护

2 矿山地质灾害治理技术

2.1 滑坡灾害治理技术

滑坡是矿山地质灾害中常见的一种，其发生往往与地质构造、岩土性质、降雨和人类活动等因素有关。滑坡灾害的治理技术主要包括以下几种：（1）抗滑挡土墙工程：抗滑挡土墙通过在滑坡体的前缘或潜在滑动面附近修建挡墙，利用挡墙的抗滑力来阻止滑坡体的滑动。

抗滑挡土墙的设计和施工需要充分考虑滑坡体的地质条件、滑动面的位置和形状、挡墙的材料和结构等因素，以确保其稳定性和耐久性。（2）抗滑桩技术：抗滑桩是一种通过打入或浇筑在滑坡体中的桩体，利用桩体的抗剪强度和抗弯强度来阻止滑坡体的滑动^[1]。抗滑桩的材料可以是木桩、钢板桩、钢筋混凝土桩等，具体选择需要根据滑坡体的地质条件和治理要求来确定。抗滑桩的施工需要严格控制桩体的位置和深度，以确保其能够有效发挥抗滑作用。（3）削坡减载与加固措施：削坡减载是通过削除滑坡体上部的岩土体，减轻滑坡体的重量和下滑力，从而提高滑坡体的稳定性。加固措施则包括在滑坡体上修建加固结构，如护坡、挡土墙等，以增强滑坡体的抗滑能力。这些措施往往需要结合使用，以达到最佳的治理效果。（4）排水措施：滑坡的发生往往与地下水活动密切相关。排水措施是通过修建排水沟、排水孔等排水设施，将滑坡体内的地下水排出，降低地下水位，减少地下水对滑坡体的软化作用，从而提高滑坡体的稳定性。

2.2 泥石流灾害治理技术

泥石流是一种由暴雨、冰雪融化等水源激发，含有大量固体物质（如石块、泥沙等）的特殊洪流。泥石流灾害的治理技术主要包括以下几种：（1）拦挡工程：拦挡工程是通过在泥石流沟道内修建拦砂坝、固床坝等工程设施，拦截泥石流中的固体物质，减少泥石流的流量和能量，从而减缓泥石流的冲刷和撞击作用^[2]。拦挡工程的设计和施工需要充分考虑泥石流沟道的地形、地质条件以及泥石流的流量、流速等参数。（2）排导工程：排导工程是通过修建导流堤、急流槽等工程设施，改变泥石流的流势和流向，将泥石流引导至安全区域或排入河道，从而避免泥石流对人员和财产的危害。排导工程的设计和施工需要充分考虑泥石流的特点和治理要求，以

确保其能够有效地发挥排导作用。(3) 植被恢复与水土保持措施: 植被恢复和水土保持措施是泥石流治理中的重要手段。通过恢复植被、修建梯田、水土保持林等措施, 可以减少泥石流沟道内的水土流失, 降低泥石流的发生频率和危害程度。(4) 预警与避险措施: 由于泥石流灾害具有突发性和不可预测性, 因此预警与避险措施也是泥石流治理中的重要组成部分。通过建立泥石流监测预警系统, 及时发现和预测泥石流灾害的发生, 为人员和财产的转移提供足够的时间。

2.3 地面塌陷治理技术

地面塌陷是矿山开采过程中常见的一种地质灾害, 其发生往往与地下采空区的形成和扩大有关。地面塌陷的治理技术主要包括以下几种: (1) 回填与加固措施: 回填与加固措施是通过将采空区进行回填, 并修建加固结构(如注浆加固、锚杆加固等), 以增强采空区的稳定性和承载能力。(2) 监测与预警系统: 建立地面塌陷监测与预警系统, 可以及时发现和预测地面塌陷灾害的发生。通过监测地下采空区的变形情况、地表裂缝的发展情况等参数, 可以判断地面塌陷的潜在危险性和发展趋势, 为采取相应的治理措施提供科学依据。开采工艺优化: 优化开采工艺是预防地面塌陷的重要手段。通过采用合理的开采顺序、控制开采强度、加强支护等措施, 可以减少地下采空区的形成和扩大, 从而降低地面塌陷的发生概率。(4) 生态修复与土地利用: 对于已经发生地面塌陷的区域, 可以通过生态修复和土地利用措施进行治理。通过恢复植被、修建梯田、水土保持林等措施, 可以改善塌陷区域的环境条件, 提高土地的利用价值。

2.4 含水层防治技术

含水层的破坏往往会导致地下水位的下降、水质恶化等环境问题。含水层的防治技术主要包括以下几种: (1) 水文地质勘探: 在矿山开采前进行水文地质勘探, 了解含水层的分布、水量、水质等基本情况, 为制定合理的开采方案和防治措施提供科学依据。(2) 地下水治理: 对于已经受到破坏的含水层, 可以采取地下水治理措施进行修复。通过修建地下水回灌井、地下水帷幕注浆等措施, 可以恢复含水层的水位和水质。(3) 矿井排水与水处理: 在矿山开采过程中, 需要建立完善的矿井排水系统和水处理设施^[3]。通过排水系统将矿井内的积水排出, 避免积水对矿井生产和安全的影响; 通过水处理设施对排出的水进行处理, 达到环保要求后再进行排放或回用。(4) 监测与评估: 建立含水层监测与评估体系, 定期对含水层的水位、水质等参数进行监测和评

估。通过监测数据的分析, 可以及时发现含水层的变化情况, 为采取相应的防治措施提供科学依据。

3 矿山生态环境修复技术

3.1 土壤修复技术

矿山开采过程中, 土壤往往受到严重破坏, 包括物理结构破坏、养分流失、重金属污染等问题。针对这些问题, 开发了以下一系列土壤修复技术。(1) 物理修复技术。物理修复技术主要通过物理手段去除土壤中的污染物, 如重金属离子、有机污染物等。常见的物理修复方法包括客土法、换土法和翻土法等。客土法是指将未受污染的土壤覆盖在受污染土壤之上, 以降低污染物的浓度; 换土法则是将受污染土壤全部或部分挖出, 换上新土; 翻土法则是通过深耕深翻, 将污染土壤与下层未污染土壤混合, 降低污染物的浓度。(2) 化学修复技术。化学修复技术主要通过向土壤中添加化学物质, 与污染物发生化学反应, 从而降低其毒性或将其转化为无害物质。常见的化学修复方法包括化学稳定化、化学淋洗和化学氧化等。化学稳定化是通过添加稳定剂, 使污染物与稳定剂结合形成稳定的化合物, 降低其迁移性和生物可利用性; 化学淋洗则是利用淋洗液将污染物从土壤中洗出; 化学氧化则是通过添加氧化剂, 将污染物氧化为无害物质。(3) 生物修复技术。生物修复技术主要利用微生物、植物和动物等生物体的代谢活动, 将土壤中的污染物转化为无害物质。常见的生物修复方法包括微生物修复、植物修复和动物修复等。微生物修复是利用微生物的代谢活动降解污染物; 植物修复则是利用植物对污染物的吸收、富集和转化能力, 将污染物从土壤中去; 动物修复则是利用土壤动物(如蚯蚓、蜗牛等)的活动, 促进土壤污染物的分解和转化。

3.2 水体修复技术

矿山开采过程中, 往往会产生大量的废水, 包括矿井水、洗选废水和尾矿库废水等。这些废水中含有大量的重金属离子、悬浮物、有机物等污染物, 对水体环境造成了严重的破坏。为了修复受损的水体环境, 开发了以下一系列水体修复技术。

(1) 物理处理技术。物理处理技术主要通过物理手段去除水体中的污染物, 如悬浮物、重金属离子等。常见的物理处理方法包括沉淀法、过滤法、气浮法和磁分离法等。沉淀法是利用重力作用, 使水体中的悬浮物和重金属离子沉淀到底部; 过滤法则是通过过滤介质(如砂、活性炭等)去除水体中的悬浮物和有机物; 气浮法则是利用气泡的浮力, 将水体中的悬浮物带到水面; 磁分离法则是利用磁场作用, 将水体中的磁性颗粒分离出

来。(2) 化学处理技术。化学处理技术主要通过向水体中添加化学物质,与污染物发生化学反应,从而降低其毒性或将其转化为无害物质。常见的化学处理方法包括中和法、混凝法、氧化还原法和离子交换法等^[4]。中和法是通过添加酸碱物质,调节水体的pH值,使污染物沉淀或转化为无害物质;混凝法则是通过添加混凝剂,使水体中的悬浮物和胶体颗粒聚集成大颗粒,便于沉淀或过滤;氧化还原法则是通过添加氧化剂或还原剂,将污染物氧化或还原为无害物质;离子交换法则是利用离子交换树脂,去除水体中的重金属离子等污染物。(3) 生物处理技术。生物处理技术主要利用微生物的代谢活动,将水体中的有机物、重金属离子等污染物转化为无害物质。常见的生物处理方法包括活性污泥法、生物膜法、生物滤池法和人工湿地等。活性污泥法是利用活性污泥中的微生物降解有机物;生物膜法则是利用附着在载体上的微生物降解有机物;生物滤池法则是利用滤料上的微生物降解有机物;人工湿地则是通过模拟自然湿地环境,利用湿地植物和微生物的代谢活动,去除水体中的污染物。

3.3 植被恢复技术

矿山开采过程中,植被往往受到严重破坏。为了恢复矿区的植被覆盖,开发了以下一系列植被恢复技术。

(1) 先锋植物种植技术。先锋植物是指那些能够在恶劣环境下生长、繁殖并改善环境的植物。通过选择适宜的先锋植物进行种植,可以迅速恢复矿区的植被覆盖,改善土壤环境,为后续植被的生长创造条件。(2) 乔灌木结合技术。乔灌木结合技术是指将乔木、灌木和草本植物结合起来进行种植,形成多层次的植被群落。这种方法可以充分利用不同植物的生长特性和生态功能,提高植被的覆盖率和生物多样性。(3) 生态工程技术。生态工程技术结合了生态学、工程学和环境科学等多学科的知识和技术。通过设计和实施生态工程措施(如梯田、水土保持林、护坡等),可以有效地防止水土流失和土壤侵蚀,为植被的生长提供良好的环境。

3.4 生物多样性保护技术

生物多样性是生态系统的重要特征之一,也是维持生态平衡和提供生态系统服务的基础。矿山开采过程中,生物多样性往往受到严重破坏。为了保护 and 恢复矿区的生物多样性,开发了以下一系列生物多样性保护技术。(1) 栖息地恢复技术。栖息地恢复技术是指通过恢复或重建生物栖息地,为生物提供适宜的生存环境。通过恢复或重建湿地、森林、草地等生态系统,可以为生物提供适宜的栖息地和繁殖场所,促进生物多样性的恢复和增长。(2) 物种引入与保护技术。物种引入与保护技术是指通过引入或保护特定物种,来维持或增加生物多样性的方法。在矿区生物多样性保护中,可以根据实际情况引入适宜的物种(如鸟类、昆虫等),以增加生态系统的复杂性和稳定性。还可以通过建立自然保护区、野生动植物保护区等措施,保护珍稀濒危物种及其栖息地。(3) 生态监测与评估技术。生态监测与评估技术通过定期监测生态系统的结构和功能、生物多样性的变化等参数,可以及时发现生态系统的问题和趋势,为制定和调整生物多样性保护措施提供科学依据。

结束语:通过科学合理的治理技术和修复措施,我们可以有效减轻地质灾害带来的损失,恢复矿山区域的生态环境。未来,随着科技的进步和环保意识的增强,矿山地质灾害治理及生态环境修复技术将不断完善和创新,为矿业可持续发展和生态环境保护作出更大贡献。

参考文献

- [1]陈像,杨毅.矿山地质灾害治理及生态环境修复探讨[J].中国井矿盐,2022,53(02):28-30.
- [2]李亚丽.矿山地质灾害治理及生态环境修复措施[J].有色金属设计,2021,48(04):72-73+77.
- [3]廖静.关于矿山地质灾害治理及生态环境修复的探究[J].世界有色金属,2021(18):123-124.
- [4]赵克锋,张阿嫒.矿山地质灾害防治与地质环境保护[J].环境与发展,2020,32(01):244-245.