

Research on ecological restoration and management technology of geological disasters in mining areas

Siyi Yang

Xinjiang Geological Engineering Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830091, China

Abstract

As the scale of mining operations expands, geological disasters in mines occur more frequently, posing significant threats to local ecosystems and people's daily lives. Therefore, enhancing research on ecological restoration and management technologies for geological disasters in mining areas is essential for achieving sustainable development in these regions. This paper focuses on the core of ecological restoration and management technologies for geological disasters in mines, systematically discussing common types of geological disasters and their impacts, analyzing their theoretical foundations, and providing a comprehensive review of current engineering treatments, ecological restoration, monitoring, and early warning technologies. It is hoped that through this research project, scientific significance and practical value can be provided for the efficient prevention and control of geological disasters in mines and the sustainable recovery of the ecological environment, thereby promoting the healthy development of the mining area's ecosystem.

Keywords

geological disaster in mining area; ecological restoration; treatment technology; monitoring and early warning

矿区地质灾害的生态修复与治理技术研究

杨思奕

新疆地质工程有限公司, 中国·新疆 乌鲁木齐 830091

摘要

随着矿山开采规模的增大, 矿山地质灾害频繁发生, 给当地的生态环境和人民的生产生活带来了极大的危害。因此加强矿区地质灾害的生态修复与治理技术研究, 是实现矿区可持续发展的必然要求。本文以矿山地质灾害生态修复与治理技术为核心, 对矿区常见的地质灾害类型及危害进行系统的论述, 剖析其理论依据, 对现行工程治理、生态修复、监测预警等技术进行综合论述。希望通过本研究, 能够为矿山地质灾害的高效防治及生态环境的可持续恢复提供科学意义和应用价值, 进而促进矿区生态环境健康发展。

关键词

矿区地质灾害; 生态修复; 治理技术; 监测预警

1 引言

矿产资源是国民经济和社会发展不可或缺的物质基础, 在工业生产和能源供给等方面具有举足轻重的地位。但是随着矿山规模的不断扩大, 矿山原有的地质构造、生态环境发生了巨大变化, 给矿山带来一系列的地质灾害。滑坡、崩塌、泥石流、地面塌陷等地质灾害, 不仅对矿区土地、水资源、植被造成了极大的破坏, 而且对矿区工作人员和周围群众的生命财产造成了极大的危害。通过对矿山进行有效的生态修复, 可以使矿山受到破坏的生态环境得到修复, 从而增强矿山生态系统的稳定与服务功能, 同时, 采取合适的防治措施, 也能减少矿山地质灾害的危险性, 保证矿山生产及周围群众

的生命安全。本文通过对矿区地质灾害生态修复与治理技术的系统研究, 旨在为解决矿区生态环境问题和地质灾害防治提供科学依据和技术支撑。

2 矿区地质灾害类型及危害

2.1 主要地质灾害类型

2.1.1 滑坡

在矿山开采过程中, 大型矿山开采导致山体失稳, 导致边坡岩土体沿某一薄弱面或薄弱区整体或离散地沿坡面滑移。滑坡的发生通常是突发性的, 其滑动速度快, 破坏力大, 易造成建筑物、道路和设备的破坏。

2.1.2 崩塌

矿山开采造成的高陡边坡和井下开采引起的顶板垮落是诱发崩岗的主要原因。滑坡是一种地质现象, 它是在陡峭的边坡上以及岩层在重力的作用下, 突然从母体崩落、滚落、

【作者简介】杨思奕(1993-), 男, 中国河南许昌人, 本科, 工程师, 从事工程地质与环境地质研究。

堆积于坡脚（或沟谷）的现象。坍塌形成的岩石或泥土具有很强的冲击力，会对下面的人员和设施造成毁灭性的破坏。在一些露天煤矿开采区，由于边坡角度过大，时常发生小规模的山体崩塌，对矿区作业人员的安全构成威胁^[1]。

2.1.3 泥石流

由于开采过程中产生的大量废渣和废石以及植被的破坏，使得泥石流的发生成为可能。当遇到降雨或冰雪融水等水分补给时，其与水分混溶，沿沟谷迅速运动，从而诱发泥石流。由于其极强的冲蚀、输移能力，易冲毁桥梁、公路、房屋等基础设施，造成河流淤积，对矿区及其周围区域造成重大灾害。例如某矿区周边因废渣堆积在沟谷中，在一场暴雨后引发泥石流，泥石流冲毁了下游的村庄和农田，造成大量人员伤亡和财产损失。

2.1.4 地面塌陷

煤矿井下开采产生的采空区是造成地表坍塌的重要因素。随着矿山开采的进行，采空区上部岩体在自重的影响下，逐渐发生变形和坍塌，形成地表塌陷坑。地面塌陷是造成地表土地资源损失、农业生产及基础设施建设的主要原因，也是导致房屋倒塌的主要原因。

2.2 对生态环境和人类活动的危害

2.2.1 生态环境破坏

滑坡、泥石流等灾害，往往会造成较大面积的耕地被填埋，丧失其原来的使用价值；地表塌陷是引起地表变形、开裂的主要原因，严重影响农田耕作与植被的生长。根据有关资料，在一些地区，由于地质灾害而导致的土地损失达到几十亩。

滑坡和崩塌是导致地表植被破坏的主要原因，植被破坏可引起土壤侵蚀、土壤肥力降低，进而对生态系统的修复与发展产生不利影响。同时由于植被的退化，也导致地区的生物多样性下降，部分珍贵的动植物资源丧失。

2.2.2 对人类活动的影响

由于矿区地质灾害具有突发性、毁灭性等特点，会给煤矿生产和生活带来极大的危害，滑坡、崩塌、泥石流等灾害，往往会将人员及工程建设直接埋在地下，造成巨大的生命和财产损失。比如，在某些山矿区，由于塌方、矿工被埋，给家人、社会造成很大的伤害。

此外，地质灾害的发生不仅对公路、桥、厂等基础设施造成严重的破坏，而且还会对矿山的正常生产造成一定的阻碍。地表坍塌也会对矿井下的矿道造成破坏，对矿井作业人员的人身安全构成极大的威胁，同时也加大开采的费用和困难。某矿山由于地表塌陷，造成一些巷道的塌方，被迫停止采矿并对其进行维修，造成了巨大的经济损失。

3 生态修复与治理的理论基础

3.1 生态学原理

3.1.1 生态系统平衡原理

生态系统是指在特定的条件下，有机体和无机体之间

的相互影响所组成的一个有机的整体，矿山地质灾害破坏了原有的生态平衡，必须通过对生物-无机环境的重构，实现生态系统结构与功能的再平衡。比如在植被修复时，应选用与该地区的生态环境相适应的植物品种，利用植物的光合作用、呼吸等生理行为，调控大气组成，改良土壤结构，推动生态系统的物质循环与能量流通，逐渐恢复生态平衡。

3.1.2 生态演替原理

生态演替是指随着时间的推移，一个群落被另一个群落代替的过程，在矿区生态修复中，可以利用生态演替原理引导生态系统向良性方向发展。例如在废弃矿区的生态修复中，首先会出现一些先锋植物，它们能够适应恶劣的环境条件，逐渐改善土壤条件，随着土壤条件的改善，其他植物种类会逐渐侵入，群落结构逐渐复杂，生态系统的稳定性和功能也逐渐增强，最终实现生态系统的自然演替和恢复^[2]。

3.2 环境科学理论

3.2.1 环境容量理论

环境承载力是指在特定的环境条件下，在一定范围内能够对人类产生影响的最大容纳量。在矿山生态恢复和治理过程中，要根据环境承载力，对其进行合理地开发，以防止超出环境承载力而造成的生态破坏。确定矿区废渣和废水排放量时，应按照当地的环境承载力，严格控制排放，保证环境质量不受损害，进而建立一套适合我国国情的生态恢复模式。

3.2.2 环境自净能力理论

环境自我净化能力是环境本身清除污染物质的能力，在矿山生态恢复与治理过程中，可充分发挥其自身的净化作用，并对其进行有效的降解与转化。如建立人工湿地，利用湿地植物和微生物的功能，净化矿山废水、改善水质。在此基础上，通过对土壤微生物及植物根系的影响，实现对土壤中有毒物质的降解以及对土壤养分的有效回收^[3]。

4 现有生态修复与治理技术分析

4.1 工程治理技术

4.1.1 岩土体加固技术

锚杆支护是指在岩土体中钻孔，向孔内嵌入锚杆、注浆，实现锚杆与岩土体的紧密连接，增强岩土体的稳定，锚固作用是将危岩与边坡结构联结在一起，承担滑坡、崩塌等地质灾害。某山区矿山边坡处理工程中，通过在边坡锚固多排锚索，使边坡稳定性得到改善，防止边坡滑塌。而锚碇是一种与锚碇相似的加固方法，但其锚固长度、张拉数均较大，适合于高陡边坡及大型滑坡的防治，锚索通过钻孔深入到稳定的岩土体中，利用锚索的拉力将不稳定的岩土体固定住。在某大型露天矿的边坡治理中，采用锚索加固技术，成功地治理了高陡边坡的稳定性问题，保障了矿区的安全生产。

4.1.2 排水与防洪工程

要防治矿山地质灾害，必须有完善的排水系统，城市污水处理系统分为地面污水处理和地下水排放处理。其中地

面排水是指通过修建排水沟、截水沟等措施,使地面上的雨水、积水能够在短时间内排出,防止雨水进入岩土体,从而导致岩土体的稳定性下降。地下排水系统是指在地下水中设置排水孔、排水隧道等措施,以减小地下水对岩土体的浮升力及软化效应。在某矿山滑坡治理工程中,采用合理的排水措施,可有效地降低地下水水位减小滑坡含水率,使滑坡整体稳定。

此外,防洪工程是指以堤坝和堤坝为主体的工程,拦河坝具有拦截泥石流、洪水等灾害的功能,降低其对下游区域的影响与损害;防洪堤具有防洪减灾、保障矿山和周围区域安全的作用。通过对某矿山周围河道的整治,采取拦河坝、堤坝等措施,有效地防御山洪灾害,确保矿区及周围群众的生命与财产安全^[4]。

4.2 生态修复技术

4.2.1 植被恢复技术

选择适宜的树种是矿山生态修复的关键,选用适应性强、抗逆性强、生长快以及根系发达的品种为宜。在干旱地区,可选用沙棘和柠条等抗旱树种;在酸性土壤的矿区,可选用耐酸性的马尾松和杜鹃花等。同时在选择固氮、保土、改良土壤等方面,还要兼顾其生态功能与经济效益,选用具有较高经济价值的中药材、果树等。

4.2.2 土壤改良技术

土壤改良技术能有效地改善土壤理化性状,增强土壤肥力并且保持土壤肥力,主要有石灰、石膏、有机肥料以及生物菌肥等。其中石灰能改善土壤 pH,石膏能改善盐碱地,减少盐分含量;有机肥与生物菌肥能有效地提高土壤有机质,改良土壤结构并且培肥地力。对某矿田进行改良试验,结果表明,该方法能显著提高土壤肥力,提高土壤结构,为植物的正常生长创造有利的土壤条件。

此外,“客土法”是从其它地方运来好土,用来代替或覆盖被破坏的土,从而提高土质。采用“客土法”技术,可用于土壤污染严重,土壤肥力极差的矿山开采,例如某地利用“客土法”对重金属污染矿区进行治理,使其在土壤中的含量得到了显著地下降,并为植被的恢复提供了有利的条件。

4.3 监测与预警技术

4.3.1 监测技术手段

GPS 是一种能够对矿区地表形变进行实时监测的方法,它是一种通过在矿区布设多个 GPS 监测点,并由 GPS 接收机接收卫星信号来获得其空间位置信息的方法。在此基础上,将各时段的空间坐标信息进行比较和分析,能够较好地

把握地表形变,并能及时发现潜在的地质灾害。将 GPS 定位技术应用于矿山边坡的监测中,能够实现对边坡细微变形的实时监控,为矿山边坡稳定评价及灾害预警提供重要依据。

遥感监测是指通过在地面上安装卫星或飞行器上安装的传感器,获得煤矿区内的图像信息。在此基础上,提出了一种基于遥感数据的矿山地质灾害预警方法。例如,通过遥感影像可以发现滑坡体的边界、泥石流的堆积区等,为地质灾害的监测和预警提供直观的信息^[5]。

4.3.2 预警系统构建

预报指数是判别地质灾害发生与否的一个重要基础,基于地质、气候和开采方式的综合预警指数,能够针对滑坡,可将滑坡位移速率、地下水水位变化和岩土体应力等参数作为预警标志,在泥石流发生过程中,将降雨、沟谷径流量等指标作为滑坡的早期预警标志。由此构建网络的城市道路交通安全预警系统,数据采集模块采用多种检测方法,对所采集的数据进行采集;数据传送部向数据中心传送监控数据;数据分析部分利用预警模型对监测数据进行分析 and 处理;预警发布部分根据分析结果,通过短信、广播、网络等方式及时发布预警信息,提醒相关人员采取防范措施。

5 结语

总之,本文通过对矿山地质灾害的类型、危害、理论依据、现有技术和工程实例等方面进行系统的研究。明确滑坡、崩塌、泥石流、地面塌陷等地质灾害的类型,以及它们对生态环境和人为活动的影响,为有针对性地进行防治提供依据。同时论述生态、环保等学科在生态恢复、治理中的重要作用,并为其在工程中的运用提供理论基础。由此分析对工程治理、生态修复、监测与预警等技术的基本原理及适用场合,证明这些技术在矿区地质灾害防治中的有效性和可行性。

参考文献

- [1] 李聪聪,王佟,赵欣,等.边坡监测与治理技术在高寒矿区露天煤矿生态修复中的应用研究[J].中国矿业,2024,33(04):122-131.
- [2] 杨翔,寇雨,唐光清.金属矿山地质灾害治理与生态环境修复技术研究[J].世界有色金属,2024,(23):91-93.
- [3] 孙梦瑶,宋先富.基于矿山地质灾害治理及生态环境修复技术研究[J].中国金属通报,2024,(17):207-209.
- [4] 李雨浓,李琬欣,杨显华,等.基于遥感技术的雅安市矿区生态修复治理规划研究[J].四川地质学报,2024,44(02):289-293.
- [5] 景琨翔.矿山地质灾害综合治理的技术与方法研究[J].世界有色金属,2024,(10):157-159.