

矿山环境治理中水土流失防治对策

代宁宁

郭家河煤业公司

DOI：10.32629/jpm.v7i7.8983

[摘要] 在我国工业经济持续发展、矿产资源开发力度持续加大的背景下，矿山开采引发的生态破坏问题日益凸显，其中水土流失是最为普遍且危害深远的生态问题之一。矿产开采过程中对地表地貌、植被土壤、水文系统的人为扰动，打破了区域自然生态平衡，造成水土资源流失、土地损毁、地质灾害频发等一系列问题，严重制约矿区生态修复与区域可持续发展。本文基于当前我国矿山环境治理工作实际，梳理矿山治理工作现状，深入剖析矿区水土流失的核心成因，从工程防护、生态修复、长效管控三个维度制定针对性的水土流失防治策略，旨在提升矿山环境治理实效，修复矿区生态系统，为矿山生态环境保护与资源绿色开发提供理论参考与实践支撑。

[关键词] 矿山环境；环境治理；水土流失

Countermeasures for Soil and Water Erosion Prevention in Mine Environmental Remediation

Dai Ningning

Guojiahe Coal Industry Company

[Abstract] Against the backdrop of sustained industrial economic development and increasingly intensive mineral resource exploitation in China, ecological damage caused by mining activities has become increasingly prominent, among which soil and water erosion stands as one of the most prevalent and far-reaching ecological issues. The anthropogenic disturbances inflicted upon surface topography, vegetation, soil, and hydrological systems during mineral extraction disrupt the regional natural ecological balance, leading to a series of problems—including soil and water resource loss, land degradation, and frequent occurrence of geological hazards—which severely hinder ecological restoration in mining areas and impede regional sustainable development. Based on the current realities of mine environmental remediation efforts in China, this paper reviews the current status of mine remediation work, conducts an in-depth analysis of the core causes of soil and water erosion in mining areas, and formulates targeted prevention and control strategies from three dimensions: engineering protection, ecological restoration, and long-term management. The objective of this study is to enhance the effectiveness of mine environmental remediation, restore the ecosystem within mining areas, and provide theoretical references and practical support for the protection of the mine's ecological environment and the green development of mineral resources.

[Key words] Mining environment; environmental remediation; soil erosion

一、引言

随着我国城市化、工业化的不断推进，企业对矿产资源的需求逐渐增多，需要不断提升矿产资源的开采力度。但是，矿产资源企业在开采矿产的同时，如果仅仅重视效率和收益，往往会忽视对生态环境的保护，不断破坏矿山周边的生态环境，直接威胁人类的生存环境^[1]。实行矿山环境治理，能够有效解决现阶段存在的问题，促进人与自然的和谐共处。但在实际治理过程中，由于各种问题的存在导致矿山环境治理效果较差，必须根据矿山环境治理常见的问题提出针对性的对策，以有效治理矿山环境，促进社会的可持续发展。

二、矿山治理现状

（一）治理成效初显，生态修复稳步推进

随着国家生态文明建设相关政策的落地实施，各级政府逐步摒弃“重开发、轻保护”的传统发展理念，将矿山生态环境治理纳入生态保护重点工作范畴，陆续出台多项矿山生态修复专项政策与实施方案，推动矿山环境治理工作规范化、常态化开展。目前，全国矿山生态治理工作已取得阶段性成效，多数存量废弃矿山、生产矿山均已开展针对性的生态修复作业，矿区生态环境得到初步改善^[2]。

在工程治理层面，各地针对矿区边坡裸露、废渣堆积、沟

壑纵横等问题，大规模开展边坡修整、场地平整、废渣清运、沟壑回填等基础治理工程，有效改善了矿区破损的地形地貌，降低了地表坡面侵蚀的基础条件。多数生产矿山严格落实边开采、边治理的作业要求，在开采作业同步修建排水、拦土、护坡等防护工程，从源头减少水土流失的发生概率。在生态修复层面，各地结合矿区土壤、气候、地形条件，因地制宜开展植被复种工作，通过种植乡土乔木、灌木、草本植物，构建复合型植被群落，逐步恢复矿区地表植被覆盖，部分老旧矿区已实现裸地复绿，生态景观得到显著提升。

（二）历史欠账沉重，损毁面积依然广阔

我国矿产资源开采历史悠久，尤其是改革开放以来，工矿产业快速发展，大量中小型矿山遍地开花，长期粗放式、无规范的开采模式，遗留了大量的生态环境问题，矿山生态历史欠账问题极为突出^[3]。从全国矿区生态调研数据来看，目前我国因矿产开采损毁的土地面积基数庞大，其中包含大量露天采场、排土场、尾矿库、废弃巷道等损毁区域，这类区域地表结构破损严重，植被完全退化，土壤裸露，是水土流失的高发区域。

大量早期建设的小型矿山存在开采工艺落后、环保设施缺失、治理标准空白等问题，开采过程中未采取任何水土保持与生态保护措施，随意开挖山体、堆放废渣，造成大面积山体破损、土壤剥离。且多数小型矿山因经营不善、资源枯竭等原因关停废弃后，未落实生态修复责任，遗留的破损矿区长期处于无人治理的状态，历经常年雨水冲刷、风力侵蚀，水土流失问题持续加剧。

（三）监管体系完善，防治标准逐步细化

为规范矿山资源开发与生态治理工作，国家及地方相关部门持续完善矿山生态环境保护的法律法规与行业标准体系，逐步构建起权责清晰、监管严格的矿山环境管控体系。目前，我国已出台《中华人民共和国水土保持法》《矿山生态环境保护与恢复治理技术规范》等一系列法律法规与行业标准，明确了矿山开采过程中的水土保持要求、生态修复标准、企业主体责任，为矿山水土流失防治工作提供了明确的制度依据与技术规范。

在监管机制层面，自然资源、生态环境、水利等多部门建立联合监管机制，构建起常态化巡查、专项督查、动态监测的监管模式，实现对矿山开采作业、环保设施运行、生态修复落实情况的全方位监管^[4]。针对新建矿山，严格落实环境影响评价、水土保持方案审批制度，从源头管控矿山开发的生态破坏问题；针对生产矿山，定期开展环保核查与水土保持专项检查，督促企业落实边开采边治理的要求；针对废弃矿山，建立台账管理制度，明确治理责任主体、治理时限与治理标准，有序推进存量问题整改。

三、矿山治理水土流失原因分析

（一）地貌重塑剧烈，地表植被破坏殆尽

矿区原生地形地貌是长期自然演化形成的稳定结构，山体

坡度、地表沟壑、地形走势均与区域水土保持规律高度适配，能够有效抵御雨水冲刷与风力侵蚀，维持区域水土平衡。而矿山开采的核心作业就是对地表地貌进行人为重塑，高强度的开挖、剥离、堆填作业，会彻底打破原有地形地貌的稳定性，为水土流失的发生提供了基础条件。露天矿山开采过程中，需要大面积剥离地表土层与山体岩层，形成大面积的裸露采场与陡峭边坡，原本平缓的地表变得崎岖破碎，坡面坡度大幅增加，雨水降落之后极易形成地表径流，冲刷力大幅提升，极易造成表层土壤流失。

排土场、尾矿库的人工堆填作业，会形成大量松散的人工堆积坡面，这类堆积体结构松散、稳定性极差，无固土防护能力，在降雨天气下极易发生坡面冲刷、垮塌，引发严重的水土流失。同时，矿山开采对地表植被的破坏性极强，矿区原生乔木、灌木、草本植被会随着土方剥离、场地平整被彻底清除，开采作业区、废渣堆积区、施工道路区域完全丧失植被覆盖。植被是水土保持的核心载体，能够通过根系固定土壤、截留雨水、减缓径流速度，地表植被完全破坏后，土壤失去防护屏障，抗侵蚀能力大幅下降，这也是矿区水土流失频发的核心诱因。此外，矿山开采过程中的机械碾压、人员踩踏，会进一步抑制周边残存植被的生长，导致矿区植被自然恢复难度极大，水土流失问题难以自行缓解。

（二）土壤结构劣化，抗蚀保水能力锐减

土壤是水土保持的核心基础，良好的土壤结构具备疏松多孔的特性，能够有效涵养水源、固定土体，抵御外力侵蚀。矿山开采作业会对矿区土壤圈层造成全方位、高强度的扰动，彻底破坏原有土壤结构，导致土壤质量持续劣化，抗蚀保水能力大幅衰减。在矿山土方剥离作业中，表层肥沃的耕作土壤、腐殖土层被大面积剥离、搬运，剩余底层生硬的母质土层，这类土层有机质含量极低、土壤颗粒单一、孔隙度小，透水透气性能极差，保水固土能力薄弱^[5]。

矿区施工过程中，大型机械设备的反复碾压，会导致表层土壤板结严重，土壤孔隙被压实堵塞，雨水无法下渗，只能在地表形成快速径流，加剧土壤冲刷侵蚀。同时，矿山废渣、尾矿的随意堆放，会造成土壤混杂、污染，大量碎石、矿渣混入土壤中，破坏土壤团粒结构，导致土壤质地变差、肥力流失，不仅难以支撑植被生长，还会让土体稳定性持续下降。松散的矿渣、碎石土体粘结力极低，遇水极易松散坍塌，形成泥沙流失。除此之外，长期的雨水冲刷会带走矿区土壤中仅存的有机质与细颗粒土壤，造成土壤沙化、贫瘠化，形成恶性循环，使得矿区土壤抗蚀、保水、固土能力持续降低，水土流失问题不断加剧。

（三）水文系统扰动，径流泥沙运移失控

自然状态下，矿区区域水文系统处于动态平衡状态，大气降水、地表径流、地下渗水形成稳定的循环体系，能够有序疏导雨水，避免径流集中冲刷。矿山开采作业会彻底扰动区域原生水文系统，破坏水系平衡，导致径流泥沙运移失控，大幅加

剧水土流失风险。矿山开挖、巷道掘进会破坏地下岩层结构，改变地下水的径流路径与储存条件，导致地下水位下降、地下水渗漏加剧，表层土壤失去地下水涵养，土体干燥松散，抗侵蚀能力进一步降低。

在地表水文方面，矿区原有自然沟渠、排水沟、蓄水洼地会因场地平整、土方回填被填埋堵塞，区域自然排水体系遭到破坏，降雨天气下地表雨水无法及时有序疏导，容易在低洼区域形成积水、汇流，集中的水流会大幅提升冲刷力度，冲刷地表裸露土壤与松散堆积体，产生大量泥沙。同时，矿山开采形成的陡峭边坡、采空塌陷区，会改变地表径流流向，原本分散的地表径流转变为集中式径流，水流速度加快、冲刷力增强，对地表土体的切割、冲刷作用显著提升，极易形成冲沟、切沟，造成大面积水土流失。矿区大量松散废渣、尾矿堆积体，会随着地表径流发生泥沙迁移，泥沙随雨水进入周边河道、沟渠，不仅加剧矿区水土流失，还会造成下游水系淤积、水体污染，引发生态连锁问题。

四、矿山治理水土流失防治策略

（一）工程拦排并举，构筑立体防护网络

工程防护是矿山水土流失防治的基础性手段，针对矿区地形破损、径流紊乱、土体松散等问题，需坚持拦排并举、综合治理的原则，搭建系统化、立体化的水土保持工程防护体系，从源头拦截泥沙、疏导径流、稳固土体，杜绝水土流失问题发生。结合矿区不同区域的地形特征与损毁情况，差异化布设拦挡、排水、护坡、固土等工程设施，实现全方位防护。

在矿区边坡治理方面，针对开采形成的裸露陡峭边坡，优先开展边坡修整作业，通过削坡减载、平整坡面的方式，降低边坡坡度，缓解坡面径流冲刷力度，避免边坡坍塌垮塌。对于稳定性较差的松散边坡，采用浆砌石护坡、格构护坡、喷播护坡等工程方式加固坡面，固定松散土体，抵御雨水侵蚀。在废渣堆积场、尾矿库等松散堆积区域，修建挡土墙、拦沙坝、渣体固脚等拦挡工程，有效拦截坡面冲刷产生的泥沙，防止废渣、泥沙随径流流失，稳固堆积体整体结构。

在排水系统建设方面，结合矿区地形走势，搭建分级式排水网络，在矿区顶部、边坡中部、场地底部布设配套的截水沟、排水沟、泄洪渠，形成完整的排水体系。顶部截水沟可拦截外部坡面汇水，避免雨水汇入矿区作业区域；边坡排水沟可疏导坡面径流，减少雨水在坡面滞留冲刷；底部泄洪渠可快速疏导场地积水，避免低洼积水浸泡土体。

（二）植被恢复优先，重建生态缓冲体系

工程防护仅能实现短期固土拦沙效果，想要彻底根治矿区水土流失，必须依托生态修复手段，恢复地表植被覆盖，重建矿区自然生态缓冲体系，实现水土保持的长效稳定。植被修复需遵循因地制宜、乡土优先、生态适配的原则，结合矿区不同区域的土壤条件、坡度特征、光照水文条件，构建乔灌木相结合的复合型植被群落，提升植被固土、截留雨水、涵养水源的

能力。

对于矿区平缓场地、废弃采场等地形平整、土壤条件相对较好的区域，以生态复绿、植被重建为核心，优先种植适应性强、根系发达、固土效果好的乡土乔木与灌木，搭配多年生草本植物，构建多层次植被体系。乔木可选择杨树、槐树、松柏等乡土树种，灌木可搭配紫穗槐、荆条等固土能力强的品种，草本植物选用狗牙根、黑麦草等耐贫瘠、易存活的品种，通过多样化植被搭配，提升地表覆盖度与生态稳定性。对于坡度较大的边坡区域，土壤贫瘠、保水能力差，不适宜种植高大乔木，以灌木、草本植物为主，配合喷播植草、穴植灌木的方式开展修复，利用植物发达的根系穿插固结土体，稳固边坡土壤，减缓雨水冲刷。

对于尾矿库、废渣堆积区等土壤条件极差的区域，先开展土壤改良作业，通过回填种植土、施加有机肥、添加土壤改良剂等方式，改善土壤结构、提升土壤肥力，再开展植被复种。

（三）管理监测并重，构建长效管控机制

建设一套比较完善化、系统性的监测、监督制度支持矿山环保和治理工作的开展。政府需要加强对矿山环境管理的监督检查力度，全面落实矿山企业执行各项环境保护规定，如有情况，可以采取强制执行手段。从根本上保障各项体制的执行，需要建设矿山环境治理的监督检查制度，落实各项监督检查内容，如：落实矿山开采、环保和环境治理等计划，采用的环保设备、工艺和环境治理效果、质量是否符合原环境评价报告和环境许可证的要求。

五、总结

综上所述，矿山环境治理和保护是一项耗时较长、较为繁琐的工作，需要政府和企业相互合作，共同探索稳定和改善矿山环境治理和保护工作的有效措施。加强矿山环境治理和保护的监管和控制，规范有关企业的开采行为，加大执法力度，健全矿山环境治理的法律法规，确保政府有法可依，真正有效防范和保护矿山的生态环境，促进矿山开采的可持续发展。

【参考文献】

- [1]任天航,郑莉,何也.现代测绘地理信息技术在智慧矿山环境治理中的应用进展[J].稀有金属, 2024, 48(3):427-439.
- [2]靳茹,李俊杰,常治国,等.以绿色矿业为支撑的现代产业体系改革背景下矿山环境治理与保护课程思政建设初探[J].石材, 2025(5):116-118.
- [3]李金刚,张锦灵,赵丹,等.滴灌技术在矿山环境治理项目中的应用研究[J].西部探矿工程, 2024(002):036.
- [4]魏会娇.航空摄影测量在矿山环境治理中的应用[J].中文科技期刊数据库(全文版)自然科学, 2024(003):000.
- [5]蔡蝶.闭坑露天金属矿山环境治理修复技术的应用探究[J].中国金属通报, 2025(4):213-215.

作者简介：代宁宁，1985.01，女，山东聊城，汉族，研究生，环保部部长，工程师，研究方向：矿山环境治理。