

Discussion on the application and effect evaluation of environmental protection engineering in mine ecological restoration

Fuyun Zhang Yanqing Yang Yanli Mu

Yunnan Yizuo Environmental Technology Co., Ltd., Weishan, Yunnan, 672100, China

Abstract

In the long process of mine ecological restoration, environmental protection engineering undoubtedly plays a crucial and irreplaceable core role. Through a series of systematic and effective measures such as land leveling, soil improvement, vegetation reconstruction, water restoration, and waste disposal, the mine's original devastated ecological environment has gradually been effectively restored and improved. In this process, a scientific, rigorous, comprehensive and complete evaluation index system was constructed at the same time, and the comprehensive use of field monitoring data, combined with the accurate analysis presented by the model simulation, can carry out a comprehensive and in-depth evaluation of the restoration effect from multiple dimensions and different levels.

Keywords

environmental protection engineering; mine ecological restoration; Apply; Evaluation of effectiveness

浅谈环保工程在矿山生态修复中的应用与效果评估

张富运 杨彦青 沐艳丽

云南翊佐环境科技有限公司, 中国 · 云南 巍山 672100

摘 要

在矿山生态修复的漫长征程中, 环保工程无疑扮演着极为关键且无可替代的核心角色。通过施行土地平整、推进土壤改良, 开展植被重建、水体修复、废弃物处置等一系列系统且极具成效的举措, 矿山原本千疮百孔的生态环境逐步实现了卓有成效的修复与改善。在此过程中, 同步构建起一套科学严谨、全面完善的评估指标体系, 综合运用实地监测数据, 结合模型模拟所呈现的精准分析, 可从多个维度、不同层面对修复效果展开全方位的深度评估。

关键词

环保工程; 矿山生态修复; 应用; 效果评估

1 引言

矿山生态系统包括土壤、植被、水体和动物等多方面, 特点是结构破碎化、物质循环和能量流动受阻、稳定性下降。矿山生态环境破坏表现为多种类型, 如土地破坏、植被损毁、水体污染、固体废物污染、生物多样性丧失、水文地质条件变化等。破坏原因涉及开采方式粗放、开采技术水平落后、过度开采和环保意识淡薄等多方面。矿山生态修复旨在重建受损矿山生态系统, 在遵循生态优先、因地制宜、绿色发展等原则的基础上, 通过植被恢复、土地复垦和水体净化、废弃物处置等环保工程的实施, 以恢复其长期自我维持能力, 实现矿区生态环境持续改善和区域经济的可持续发展。

2 环保工程在矿山生态修复中的应用

2.1 土地修复工程

土地平整是基础工作, 通过机械作业对因开采造成的

高低不平的土地进行平整, 为后续的土壤改良和植被重建创造条件。通常采用客土法对土壤进行改良, 对已受污染或已荒芜的土壤, 通过加入优质土壤, 达到土壤质地改善、土壤肥力增强的目的; 土壤培肥则增强土壤保水保肥能力, 通过增施有机肥、微生物菌剂等方式提高土壤营养成分含量。植被重建选用适应矿场环境的植物品种, 以科学的栽培方法, 构筑稳定的植被群落, 进行植被重建^[1]。

参考金沙县新化乡化竹煤矿矿山地质环境保护与恢复治理工程, 其通过平整土地, 重塑废弃矿区地形地貌, 使之符合农业种植和园区建设要求, 并采取土壤改良措施, 对土壤结构和肥力进行改善, 在此基础上进行植被重建, 种植了大量适合当地气候和土壤条件的农作物和经济作物, 成功将废弃矿区转变为农业产业园区, 实现了废弃资源的有效利用和土地价值的提升。

超前治理规划是根据煤矿开采计划, 提前对可能出现沉陷的区域进行规划和治理, 制定合理的土地利用方案和生态修复措施。“边采边复”施工技术在煤矿开采过程中同步进行生态修复, 减少开采活动对生态环境的累积影响, 如在

【作者简介】张富运 (1988-), 女, 中国云南巍山人, 工程师, 从事生态环境工程与咨询类研究。

采煤沉陷积水区,通过这种技术构建了集建筑区、绿地广场、水域、道路四大系统于一体的城市中央湿地公园系统,有效控制了地表变形,恢复了土地功能,实现了人居环境与生态的一体化重构。

2.2 植被修复工程

适生植物品种筛选至关重要,参考云南安宁磷矿区排土场修复治理经验,针对修复区地处亚热带高原季风气候区的特点,不同修复模式选择了不同的植物。景观修复模式下,选择云南红豆杉、北美红栎等乔木,云南含笑、云南黄素馨等灌木,以及黑麦草、早熟禾等草本植物,以营造美观的景观效果;生态修复模式下,选择油橄榄、紫玉兰等植物,注重生态功能的恢复。

植被混凝土/植生土生态修复技术:该技术在边坡防护与生态修复的有机结合上,添加了以水泥基为构架和胶结材料的生境基材改良剂;过程包括坡面的预处理,将坡面上的杂物、松动的山石等清除干净;设置截流、排水系统,防止坡地水土流失;设置增强基材与坡面附着力的加筋系统;进行基材配制,按一定比例混合水泥、土壤、植物种子、肥料等;进行基材喷植,对配制好的基材进行坡面喷涂;覆盖滋润物质,促使植物种子发芽生长;养护管理,定时浇水,定期施肥,定期除虫。在实际应用中,该技术适用于各类土质、岩质、土石混合、人工硬化边坡的防护及生态修复,在江西省瑞昌市黄金乡江联矿区生态修复项目中取得了良好效果,有效防止了边坡水土流失,促进了植被生长。

以中广核湖南益阳邱家仑风电场为例,其针对高陡溜渣边坡和基岩边坡植被恢复难题,利用自主研发的柔土土壤活化剂、柔土生物水肥仓、柔土固结纤维等材料,创新性地提出了“藤先锋”、柔性生态水肥仓、耐瘠低耗水植物预培、自稳定多维生态位植配等技术。^[2]通过这些技术,系统性解决了高山风电场高陡溜渣坡植被恢复难题,修复6个月后植被覆盖率达80%,一年后在无养护情况下覆盖率达95%,有效恢复了风电场周边的生态环境。

2.3 水体修复工程

关停煤矿酸性废水污染治理技术对治理区域的水文地质条件、污染机理、采空空间、污染源头、通道等进行了精密刻画,采用空地深综合手段进行了精细化勘探。实行源头减排,降低废水酸度;堵塞酸性废水传播路径的关键通道控制;将排出的酸性废水堵在末端处理;应急抽排保障,遇有突发事件,及时抽排酸性废水,及时处置。以广元市朝天区关口煤矿矿井涌水治理试点项目为例,通过该技术实现了矿井封隔回填,污染源得到有效控制,治理的运营成本大幅度降低,为同类煤矿酸性废水治理提供了成功范例。

微渗式负压防渗净化技术:该技术广泛应用于土壤修复、地下水污染控制、垃圾填埋场防渗等领域,主要通过弧形垂直防渗屏障与降水井群配合设置,利用水压差改变地下水污水渗水方向,使地下污水始终沿着同一条路径流向降水井

群,通过动力部件将沉淀井群内的地下污水抽送集液池,再通过污水处理装置进行集中处理。该项技术在云南金鼎锌业有限公司某冶炼厂渣库环保治理中得到了较好应用,面对国内施工最高的复杂水文地质条件,在高海拔地区成功将地下水污染原位控制施工深度提升至95米,实现了井下水质主要污染指标大幅降低,帷幕外井下水质稳定达到地下水三类标准,有效防止了污染外溢,实现了地下水污染原位控制在95米以下的目标要求,确保了渣土储存库常年安全无事故。如图1所示,

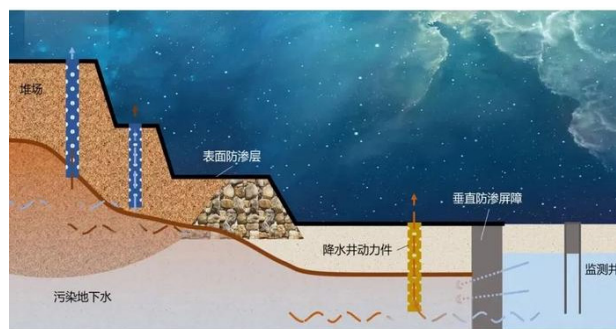


图1 金沙县新化乡化竹煤矿矿山

2.4 废弃物处理工程

煤矸石山治理方法:煤矸石山生态环境综合治理方法包括自燃煤矸石灭火、防火减灾技术与植被重建技术。对于自燃煤矸石山,通过结合山体施工道路建设修整山形,完善截排水系统,防止雨水冲刷引发自燃;采用埋压、挖除、注浆、喷射注浆等多种矸石灭火技术实施整体灭火降温,消除火灾隐患。参考汾西矿业两渡河东矿自燃煤矸石山综合治理项目,其针对不同堆积体的自燃状况,采用差别化治理方法,对一号矸石山进行山形修整和植被恢复,对二号、三号矸石山进行灭火降温处理,经过治理,矸石山治理率达99%,水土流失治理达98%,植被恢复系数达98%,水土流失控制率达98%,实现了煤矸石山的生态环境改善。

尾矿库闭库、光伏发电与生态修复耦合技术:该技术首先利用改良剂、添加有机质等土壤改良技术对尾矿库沉积滩面的物理和化学性质进行改良,创造植被生长的条件,其次根据工程所在地的气候条件,优选耐贫瘠、耐污染、易成活的乡土植物进行植被修复,打造植被稳定群落,再结合尾矿库地形和太阳能资源分布,安装光伏面板发电制造能源,实现资源综合利用。^[3]该技术可推广到排土场、采空区等撂荒地,解决了大面撂荒地利用难、经济性差等问题,帮助传统矿山企业转型升级,实现绿色、智慧发展。

3 环保工程在矿山生态修复中的效果评估

3.1 评估指标体系构建

植被与生物多样性:可实地设样方测量,也能借助遥感技术从卫星图像获取。高覆盖度利于水土保持、气候改善及生态稳定。生物多样性调查,涵盖物种丰富度与生态系统

多样性,通过样方、样线、陷阱等方法调查,其丰富程度标志着生态系统的稳定性与自我调节能力。

水土流失与环境:对比修复前后水土流失量,通过坡面径流小区观测等获取数据。生态修复措施能提高该比率,保护土壤资源。监测矿山周边水体酸碱度、重金属、COD、BOD等指标,在监测点采样送检,以判断水体修复成效。利用监测站监测PM₁₀、PM_{2.5}、SO₂、NO_x等,分析修复前后变化,反映对居民健康和生态系统的影响。

社会经济指标:废弃矿区土地整理为建设用地,或农业产业园区用地后,土地利用效率与经济价值。

3.2 评估方法选择

直观数据分析:在矿山现场设点,定期采集土壤、植被、地表水、地下水样本进行监测。土壤测质地、肥力、重金属;植被记录种类、覆盖度等;水体按质量标准分析水质状况。初期每月监测,后期视情况减少频率。例如东部草原区煤电基地项目以此获取直观数据。

模型模拟:运用InVEST生态模型模拟生态系统碳储存、水源涵养等功能,USLE模型预测水土流失量。通过输入修复区参数以模拟生态演变趋势,为长期评估和方案制定提供支撑。

社会经济调查:调查修复工程创造的经济价值,如年光伏发电量、农林业增收等;通过问卷、访谈等方式了解区域居民对修复工程的满意程度、促进就业与增收情况等。

3.3 案例分析

参考东部草原区大型煤电基地生态修复工程,其通过研发创建采排复一体化露天开采生态减损型和水土植被一体化修复技术体系,建成占地10394亩露天矿生态修复示范工程,经生态修复与综合整治后,植被覆盖度提高37.96%,荒地治理率达到100%。坑水做到了生态显著、经济显著、社会效益显著的“冬储夏用”。

参考河北省承德市鹰手营子矿区资源枯竭城市矿山地质环境治理工程,其通过平整场地、河道沟道整理、植树绿化、景区建设、修建防护堤、修建碎石土坝、挡土墙等环保工程的实施,完成了采空区治理50亩、矿山环境治理

22030亩,建成地下水水源地2处,改善了城市投资环境和人居环境。^[4]

在土地修复方面,上述案例通过土地平整、土壤改良等措施,提高了土地质量,增加了土地利用价值。植被修复方面,植被覆盖度明显增加,一定程度上恢复了生物多样性。在对水体进行修复的同时,改善了水质状况,保障了水资源安全。废弃物处理方面,有效治理了煤矸石山、尾矿库等废弃物,减少了环境污染。

实际实施过程中,矿山生态修复成功经验包括采用先进的环保技术体系和科学的治理方案,以及注重多部门合作和产学研结合,不足之处在于部分环保工程技术的推广应用存在难度,如复杂地质条件下的生态修复技术在不同地区适应性有待提高,另外,部分生态修复项目资金短缺也会对修复进度和修复效果产生影响。

4 结语

矿山生态修复是一项复杂而系统的工程,可选用的环保工程和技术方法种类繁多,因地制宜地选用修复技术和方法,可为修复区带来更加显著的成效。矿山生态修复效果评估则是一个多维度多方法的系统过程,科学评估矿山生态修复效果,通过建立考核指标体系和评选考核办法,有力地支持了矿山的绿色、可持续发展。展望未来,仍需进一步研究和探索更先进的矿山生态修复技术和效果评估体系,以推动矿山环境保护事业的持续发展。

参考文献

- [1] 白智密.生态绿化在治理水土流失中的应用与效果评估[J].农村科学实验,2024,(10):22-24.
- [2] 王宵寅,罗建东,米建丽.土壤污染修复技术在环保工程中的应用与效果评价[J].中国哈尔滨经济贸易洽谈会会刊,2023,(02):46-47.
- [3] 马国梁.生态修复工程在矿山地质环境治理中的应用实践[J].安家,2022,(02):0238-0240.
- [4] 刘壮.无人机在矿山生态修复工程中的应用——以会昌县背坑矿山为例[J].中国高新科技,2022,(14):153-156.