

建筑工程分包安全管理模式的优化与创新

申海杰¹, 于相海²

¹云浮市荔园房地产开发有限公司 广东云浮

²上海市建筑装饰工程集团有限公司 上海

【摘要】尾矿库作为矿山生产过程中的主要环境风险源, 其生态修复对推动绿色矿山建设具有重要意义。围绕尾矿库生态修复技术的应用与发展, 分析了物理、化学与生物修复手段的实践进展, 探讨了当前面临的技术瓶颈与管理挑战, 并介绍了创新技术在修复过程中的具体应用。在此基础上, 提出推动矿山环境可持续发展的未来方向, 涵盖科技创新、制度完善、资金保障与区域协同等多个方面, 旨在为提升矿区生态环境质量提供理论支持与实践路径。

【关键词】绿色矿山; 尾矿库; 生态修复; 可持续发展; 技术创新

【收稿日期】2025 年 2 月 12 日 **【出刊日期】**2025 年 3 月 16 日 **【DOI】**10.12208/j.ace.2025000108

Optimization and innovation of safety management models in construction project subcontracting

Haijie Shen¹, Xianghai Yu²

¹Yunfu Liyuan Real Estate Development Co., Ltd., Yunfu, Guangdong

²Shanghai Construction Decoration Engineering Group Co Ltd, Shanghai

【Abstract】 As a major source of environmental risk in mining operations, the ecological restoration of tailings ponds plays a crucial role in promoting the development of green mines. This paper focuses on the application and development of ecological restoration technologies for tailings ponds, analyzing the practical progress of physical, chemical, and biological remediation methods. It also discusses current technical bottlenecks and management challenges, while introducing the specific applications of innovative technologies in the restoration process. Based on this, future directions for promoting sustainable development of mine environments are proposed, covering aspects such as technological innovation, institutional improvement, financial support, and regional coordination. The aim is to provide theoretical support and practical pathways for improving the ecological quality of mining areas.

【Keywords】 Green mine; Tailings pond; Ecological restoration; Sustainable development; Technological innovation

引言

随着矿产资源开发规模的不断扩大, 尾矿库所引发的生态环境问题日益突出, 成为制约矿区可持续发展的关键因素。传统治理方式难以满足复杂污染条件下的修复需求, 亟需探索更加高效、系统、可持续发展的生态修复路径。在此背景下, 尾矿库生态修复技术的创新与应用不断推进, 成为绿色矿山建设中不可或缺的重要环节, 也为矿区生态环境的长期改善提供了新的发展方向。

1 尾矿库生态修复技术的实践进展

随着绿色矿山建设理念的深入推进, 尾矿库作

为矿山生产过程中固体废弃物的主要堆存场所, 其生态环境问题日益受到关注。尾矿库在运行过程中往往存在重金属污染、土壤退化、水体渗漏及扬尘污染等环境风险, 严重制约了矿区生态系统的恢复与重建。为应对这些问题, 近年来国内外在尾矿库生态修复技术方面开展了大量实践探索, 并逐步形成了一系列具有工程可行性和生态效益的技术路径。

在物理修复方面, 覆盖封场和地形重塑是当前较为成熟的技术手段。通过在尾矿表面铺设防渗层并进行覆土处理, 可以有效阻隔污染物迁移路径, 同时为植物生长提供基础介质。部分矿区采用多层覆

盖系统, 结合黏土、膨润土或高分子材料构建复合防渗结构, 显著提升了尾矿库的长期稳定性。在地形重塑过程中, 结合尾矿坝体特征进行坡度调整与排水系统优化, 有助于减少地表径流侵蚀, 提升场地的生态承载能力。化学修复技术主要集中在钝化稳定化处理方面, 通过向尾矿中添加石灰、磷酸盐、铁锰氧化物等改良剂, 促使重金属形成难溶性沉淀物, 从而降低其生物可利用性和迁移能力^[1]。这类方法操作简便、见效较快, 适用于中轻度污染区域的初步治理。

然而, 由于其作用机制依赖于外源物质的持续供给, 因此在长期效果和成本控制方面仍存在一定局限。生物修复技术则强调利用植物、微生物及其协同作用实现污染物的吸收、转化与降解。耐性植物的选择与配置成为该类技术的核心内容之一, 部分研究集中于筛选适应尾矿特殊环境条件的本土物种, 并通过菌根共生、根际促生等方式提高植被成活率与生长势。与此微生物修复技术也在不断发展中, 特别是对重金属超富集菌株的培养与应用, 为尾矿污染治理提供了新的技术路径。

2 技术瓶颈与管理挑战的应对策略

针对现存问题提出系统性的应对策略, 成为当前研究与实践的重点方向。技术层面的主要瓶颈体现在修复材料适应性不足、污染物控制效果不稳定以及生态系统重建难度大等方面。由于尾矿成分复杂、理化性质差异显著, 许多修复材料在不同区域表现出明显的适用性局限。例如, 部分钝化剂在特定 pH 条件下难以维持稳定作用, 导致重金属重新活化; 而某些植物修复品种虽具备一定富集能力, 但其生长周期长、覆盖率低, 难以在短期内形成稳定的植被群落。

尾矿库区域土壤结构松散、养分贫瘠, 使得生态系统的自然恢复能力受限, 需依赖长期的人工干预与维护。为突破上述技术难题, 近年来研究者逐步加强了对修复材料功能化、修复过程协同化的探索。一方面, 新型纳米材料、生物炭及复合改良剂的研发提升了污染物固定与转化效率, 增强了修复体系的稳定性与持久性。另一方面, 多技术联用模式逐渐成为主流趋势, 如将物理隔离、化学钝化与生物修复相结合, 形成梯度治理路径, 在不同阶段实现污染阻控与生态功能重建的有机衔接。遥感监测、物联网传感等现代信息技术的引入, 也为修复过程的动态调控提供了技术支持。除了技术障碍, 尾矿库生态修复还面临管理体系不健全、监管机制滞后的问题。

当前, 部分矿区尚未建立完善的修复责任机制, 导致治理工作缺乏统一规划与有效监督。修复资金投入不足、专业人才匮乏以及政策法规执行不到位等问题, 也在一定程度上削弱了修复工作的推进力度。面对这些管理挑战, 亟需构建以政府引导、企业主导、社会参与为核心的多元化治理体系, 推动形成全过程、全链条的生态修复管理模式。在制度建设方面, 应强化法律法规支撑, 明确尾矿库生态修复的责任主体与实施标准, 并通过财政补贴、税收优惠等方式激励企业加大环保投入^[2]。完善生态修复项目评估机制, 建立科学合理的绩效考核体系, 确保修复工程的质量可控与效果可测。依托科研机构与高校资源, 开展专业技术培训与人才培养, 提升从业人员的技术水平与管理能力, 也是推动行业整体进步的重要举措。

3 创新技术在尾矿库生态修复中的应用实例

近年来, 多项创新技术逐步应用于尾矿库生态修复实践中, 涵盖材料科学、生物工程、智能监测等多个领域, 显著提升了修复效率与生态功能恢复水平。在新型修复材料的应用方面, 纳米材料和功能型生物炭成为研究热点。这些材料具有较大的比表面积和丰富的表面官能团, 能够有效吸附重金属离子并降低其迁移活性。部分矿区已在尾矿覆盖层中引入改性生物炭与纳米氧化铁复合材料, 通过物理包裹与化学沉淀双重作用实现污染物的高效固定。缓释型改良剂的研发也为长期稳定修复提供了保障, 能够在较长时间内持续释放有效成分, 维持尾矿基质的理化稳定性。

植物修复技术的创新主要体现在耐性植物选育与微生物协同机制的优化上。科研人员通过对本土物种进行筛选与遗传改良, 培育出一批适应尾矿高重金属含量、低养分环境的植物品种。这些植物不仅具备较强的抗逆能力, 还能通过根系分泌物促进土壤微生物活动, 改善微生态环境。与此利用菌根真菌、固氮菌及重金属转化菌等微生物制剂, 进一步增强了植物对污染物的吸收与转化能力, 提高了植被恢复的成功率。在修复过程智能化管理方面, 遥感监测与物联网传感技术的应用为尾矿库生态修复提供了精准的数据支持。

通过部署多参数传感器网络, 可实时获取尾矿区域的水分、pH 值、电导率以及重金属浓度等关键指标, 实现对修复进程的动态调控。结合地理信息系统 (GIS) 与大数据分析平台, 研究人员能够快速识别

修复薄弱环节,并针对性地调整治理方案,提升整体修复效果^[3-5]。水文调控与防渗系统的集成创新也是当前尾矿库生态修复的重要方向之一。针对尾矿库渗漏风险高、地表径流冲刷严重的问题,部分地区开始采用复合防渗膜与生态滞留池相结合的技术模式,在控制污染物迁移的构建起稳定的水循环系统。该系统不仅有助于减少尾矿扬尘和地表侵蚀,还为植被生长提供了必要的水分支撑,促进了生态系统的良性循环。

4 推动矿山环境可持续发展的未来方向

面向未来,如何在现有技术与管理基础上进一步提升修复效率、延长治理周期、增强生态系统稳定性,成为矿山环境保护工作的核心目标。科技创新将继续在矿山生态修复中发挥关键作用。随着材料科学、生物工程、人工智能等领域的快速发展,更多高效、环保、经济的修复技术将逐步应用于尾矿库治理实践。智能响应型修复材料的研发可实现对污染物的靶向处理,提升修复精准度;合成生物学手段有望培育出更具适应性和修复能力的植物与微生物组合;而遥感监测、无人机巡检和大数据分析等技术的应用,则将进一步提高尾矿库生态环境的动态感知与管理能力,为修复过程提供数据驱动的技术支持。

制度体系的完善是保障矿山生态修复持续推进的基础。当前,亟需建立覆盖全生命周期的尾矿库生态管理机制,从项目立项、施工建设、运行监管到后期维护形成闭环管理体系。通过明确企业主体责任、强化政府监管职能、引入第三方评估机制,构建起多方协同、责任清晰、执行有力的治理体系。应加强法律法规配套建设,细化尾矿库生态修复的技术标准与验收规范,确保各项治理工作有章可循、有据可依。资金投入与政策激励机制的优化将为矿山生态修复注入持续动力。由于尾矿库修复周期长、成本高,仅依靠企业自身难以形成长期稳定的投入保障。应探索多元化投融资模式,鼓励社会资本参与生态治理,推动设立专项绿色基金或生态补偿机制。

通过税收减免、绿色信贷、碳汇交易等经济激励手段,激发企业在生态修复方面的积极性与主动性,形成政府引导、市场驱动、企业实施的良好格局^[6-8]。区域协同与生态功能整合正逐步成为矿山环境治理的重要发展方向。尾矿库分布广泛、环境影响具有扩散性,其修复工作不应局限于局部治理,而需纳入更大尺度的生态网络进行系统规划。通过与土地复垦、流域综合治理、生态廊道构建等工程联动,可有效增

强尾矿库所在区域的生态连通性与服务功能。结合矿区周边社区发展需求,推动生态修复与产业转型融合,不仅有助于改善生态环境,还能带动区域经济实现绿色可持续发展。在此基础上,人才培养和技术推广体系的建设同样关键。强化专业技术人才的引进与培养,提升从业人员在生态修复、环境管理及资源利用等方面的能力,为技术落地和项目实施提供保障。

5 结语

尾矿库生态修复作为绿色矿山建设的重要组成部分,其技术水平与管理能力直接影响矿区生态环境的改善与可持续发展。通过技术创新、制度完善、资金支持及区域协同等多维度推进,尾矿库生态修复正逐步实现由被动治理向主动防控、由单一手段向系统集成的转变。未来,随着先进材料、智能监测与生态工程的深度融合,矿山环境治理将迈向更高水平,为构建人与自然和谐共生的矿业发展新格局提供坚实支撑。

参考文献

- [1] 张海艳.建筑施工企业工程分包业务的税务会计处理探讨[J].上海企业,2025,(05):246-248.
- [2] 王俊杰.房屋建筑工程分阶段竣工验收优化路径探究[J].新城建科技,2025,34(02):162-165.
- [3] 柳耀强.建筑智能化工程质量管理的项目实际应用要点分析[J].中国建筑金属结构,2024,23(12):170-173.
- [4] 张小艳.大数据背景下建筑工程造价预结算审核管理策略研究[J].中国建筑金属结构,2024,23(12):186-188.
- [5] 刘彪.建筑外墙铝合金门窗的安装与防渗技术要点[J].中国建筑金属结构,2024,23(12):31-33.
- [6] 林滇祺.公共建筑项目的设计管理原则及应用要点分析[J].中国建筑金属结构,2024,23(12):119-121.
- [7] 李某友与商丘鑫某置业有限公司、河南省合某建筑工程有限公司建设工程分包合同纠纷执行监督案[N].人民法院报,2024-12-26(008).
- [8] 宋健健.建筑施工企业工程分包业务的税务处理及会计核算探讨[J].投资与创业,2024,35(11):112-114.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS