

环境敏感区的最小扰动。通过优化施工图纸与工艺工法,采用预制化、装配化、模块化构件技术,减少施工现场大面积开挖与地表扰动。限制施工区域范围,明确施工红线与生态缓冲线,配合布设临时排水沟、隔离围栏及防护带,保障周边生态系统不被波及。在高寒山区与沙漠边缘地带,应根据季节气候条件调整施工节奏,避开融水期、植被抽芽期与野生动物繁殖期。材料堆放区、弃渣场选址避开河谷湿地与坡面水源径流带,并设置挡渣墙、渗滤沟等生态工程措施防止二次污染。配套完善施工期生态监测与扰动信息追踪机制,动态调整施工节奏与工艺路线,确保生态干扰可控、生态功能可恢复、生态损害可修复。

5 环境敏感区的综合修复与生态补偿措施

5.1 人工湿地与水生态系统功能恢复路径

在新疆水资源调配工程实施过程中,部分湿地系统因径流改变与水源切断而失去生态功能,人工湿地成为恢复区域水生态系统结构与功能的重要手段。应依据区域气候水文特征、原生植被类型与水质污染指标,构建表流型、潜流型或复合型人工湿地,优先部署在河湖边缘退化地带、水源涵养斑块断裂区域与调配出水口下游。通过高差调控与微地形设计,引导水流形成缓慢、稳定流态,增强泥沙沉降、水体净化与微生境构建能力。种植本地挺水植物、沉水植物与湿生灌草,营造生物群落多样性与垂直生态结构,提升生态恢复稳定性与系统自调节能力。在艾比湖、乌伦古河、博斯腾湖等典型湿地系统周边区域建设人工湿地带,既能恢复生境完整性,也可构建调蓄缓冲空间,为调水工程下游生态安全提供结构性支持。

5.2 水土保持与植被重建的系统性修复措施

新疆调配工程沿线常伴随不同程度的地表扰动与边坡切割,易引发水土流失、植被破坏与土地荒漠化加剧等生态连锁反应。为恢复区域生态承载能力,应制定系统性的水土保持与植被重建策略。边坡区采用混合型护坡措施,将土工格栅、生态袋、喷播草籽与乔灌草结合,增强边坡稳定性与抗冲刷能力。绿洲边缘地带可因地制宜进行灌草复合恢复,选择胡杨、柽柳、沙拐枣等抗旱耐盐植物群落进行封育栽植,提升植被覆盖率与地表抗风蚀能力。退化湿地周边通过调整水位节律与土壤水分保持措施,促进天然草本植被自然恢复与逐级替代演替。对人为扰动严重地块结合土壤改良技术、

微喷灌溉与土壤生物修复手段,提高种植成功率与地表绿化持久性。全过程应同步设定生态恢复考核指标与验收机制,确保生态结构、功能与服务效能同步提升。

5.3 生态补偿机制在调配工程中的嵌入模式

新疆水资源调配工程在提升水资源空间配置效率的同时,也对生态系统产生客观影响,建立健全生态补偿机制是保障生态平衡与社会效益的重要举措。生态补偿应贯穿规划、建设与运行全流程,依据工程占用范围、影响程度与生态损失价值进行科学核算,明确受益方与受损方之间的生态责任关系。补偿方式可采用资金补助、生态修复工程、绿色基础设施建设及功能区联动治理等多元机制,并依据不同生态单元的实际情况进行差异化配置。在塔里木河流域、额敏河谷与博斯腾湖区域,可探索建立流域共建共治共享补偿模式,推动上下游地区之间的水—生态协同保护。补偿资金应设立专项账户,明确使用用途、监管机制与绩效评估体系,确保生态修复与保护支出目标明确、路径清晰、效果可量化,实现生态保护制度化、常态化与精准化,为调配工程生态融合奠定制度基础。

6 结语

水资源调配工程在保障区域用水安全的同时,对环境敏感区生态格局与系统稳定性提出了严峻挑战。应对这一复杂局面,需要在规划、设计、建设、运行和补偿等各环节中统筹生态保护理念,推动工程与自然系统之间形成动态平衡。通过优化线路避让、强化生态通道构建、最小化施工扰动以及健全生态修复和补偿机制,可逐步构建兼顾资源调配效率与生态安全底线的技术体系。未来相关工程应以系统思维强化环境管控责任,以技术集成为支撑提升生态兼容能力,实现水资源开发利用与生态环境保护的协调共生。

参考文献

- [1] 张修宇,肖恒,张亮,翟家齐,魏冲,闫旖君.变化环境下引黄灌区水资源安全保障关键技术[M].中国水利水电出版社:202310.
- [2] 魏娜,解建仓,罗军刚,宋孝玉,王义民,黄强.水资源与水环境虚拟仿真实验教学平台的建设[J].实验技术与管理,2019,36(09):100-102.
- [3] 付强,郎景波,李铁男,刘东,李天霄.三江平原水资源开发环境效应及调控机理研究[M].中国水利水电出版社:201605.
- [4] 苑长春.乌议滞洪区对大庆环境的影响及其水资源的综合利用[J].黑龙江水利科技,2011,39(03):170-171.

Risk identification and control path of environmental monitoring of solid waste heap

Jiani Gong Yuqin Zhou Tingting Yao Xiubo Zhang

Zhejiang Qiusi Environmental Monitoring Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310000, China

Abstract

Solid waste heap environmental monitoring is an important component of environmental protection, capable of effectively identifying and assessing the potential risks that solid waste heaps pose to the surrounding environment. With the increasing number and scale of solid waste heaps, environmental risk issues have become more prominent, particularly the risks of pollutant leakage and infiltration, which may lead to long-term and severe pollution of water bodies, air, and soil. Therefore, the risk identification and control pathways for solid waste heap environmental monitoring are of great significance. This paper analyzes the development trends of current solid waste heap environmental monitoring technologies and the challenges faced, aiming to provide theoretical support and practical guidance for the effective management of environmental risks related to solid waste heaps.

Keywords

Solid waste heap; Environmental monitoring; Risk identification; Risk assessment; Control pathways

固废堆体环境监测的风险识别与控制路径

龚佳妮 周玉琴 姚婷婷 张秀博

浙江求实环境监测有限公司, 中国·浙江 杭州 310000

摘要

固废堆体环境监测是环境保护领域中的重要环节,能够有效识别和评估固废堆体对周围环境的潜在风险。随着固废堆体数量的增加和规模的扩大,环境风险问题日益突出,特别是污染物的泄漏、渗透等风险,可能对水体、空气及土壤造成长期且严重的污染。因此,固废堆体环境监测的风险识别与控制路径显得尤为重要。本文分析了当前固废堆体环境监测技术的发展方向以及面临的挑战,旨在为固废堆体环境风险的有效管理提供理论依据和实践指导。

关键词

固废堆体; 环境监测; 风险识别; 风险评估; 控制路径

1 引言

固废堆体是指固体废弃物长期堆放并形成的堆积体,广泛存在于各类工业、矿业及生活垃圾处理过程中。固废堆体因其长期积累和堆放,常常成为潜在的环境风险源。随着环保意识的增强和政策的推进,固废堆体的环境监测日益受到重视。环境监测技术能够及时发现固废堆体可能带来的环境污染风险,为环境治理和风险控制提供科学依据。然而,固废堆体环境监测面临着多方面的挑战,尤其是如何有效识别环境风险、选择合适的监测技术以及如何建立有效的风险控制路径。

2 固废堆体环境监测的风险识别

2.1 固废堆体环境风险的定义与分类

固废堆体环境风险指的是固废堆体在堆积过程中或由于外部因素的影响,可能对周围环境造成污染、破坏或健康危害的潜在威胁。其风险主要包括污染物泄漏、土壤与水源污染、气体泄露等。根据不同的影响范围与方式,固废堆体环境风险可分为三类:物理风险、化学风险和生物风险。物理风险通常涉及堆体不稳定引发的滑坡或沉降问题,化学风险指堆体中有害物质对水土的渗透或泄露,生物风险则包括堆体中微生物的繁殖及其对生态环境的负面影响。这些风险不仅直接威胁生态环境,还可能对人类健康造成长期危害,特别是在工业废物和生活垃圾堆放区域。

2.2 固废堆体环境风险的主要来源

固废堆体环境风险的主要来源包括固废本身的成分、堆积方式、环境条件及外部干扰因素。固废堆体中的有毒有害物质,如重金属、化学品、挥发性有机物等,具有较强的

【作者简介】龚佳妮(1996—),女,中国浙江台州人,本科,助理工程师,从事生态环境监测与分析研究。

污染性，易通过水土流失、气体挥发或地下水渗透等途径污染周边环境。堆积方式也是风险来源之一，若堆放不当或防渗措施不完善，极易导致有害物质的扩散。环境因素如降水量、温度、风力等也在一定程度上加剧了风险的发生。此外，外部干扰因素，如地震、交通、洪水等突发事件，也可能导致堆体失稳，增加环境污染的风险。这些因素共同作用，促使固废堆体成为不可忽视的环境风险源^[1]。

2.3 固废堆体环境风险的识别方法与流程

固废堆体环境风险的识别通常包括现场调查、实验室检测与数值模型分析三大步骤。现场调查通过对堆体的地理位置、堆积方式、堆放年限、物质成分等因素的详细检查，初步评估潜在的环境风险。实验室检测则通过对堆体中所含有害物质的定量分析，识别污染源及其可能的扩散路径。数值模型分析则运用计算机模拟技术，根据气候、地质、水文等参数建立风险预测模型，评估不同情境下堆体的风险变化。整个识别流程需要对多维度的数据进行综合分析，以确保风险识别的准确性与全面性，最终为后续的风险防控提供科学依据。

3 固废堆体环境监测的技术路径

3.1 环境监测设备与技术手段

固废堆体环境监测所需的设备与技术手段主要包括气体监测仪器、土壤与水质分析设备、遥感技术与无人机监测等。气体监测仪器用于检测堆体内外挥发性有机物（VOCs）及温室气体的浓度变化，以识别堆体内的有害气体泄漏风险。土壤与水质分析设备则用于检测堆体周边土壤和水体中的有毒重金属和化学物质，评估其污染程度。遥感技术与无人机监测能够从空中获取堆体的整体情况，并实时监测堆体表面形变、积水等潜在风险。此外，基于物联网技术的智能传感器网络可实现对堆体环境的实时监测，并通过数据传输系统进行远程监控。

3.2 监测数据采集与处理方法

监测数据的采集与处理是固废堆体环境监测的关键步骤。数据采集通常通过安装于堆体及周边的多种传感器设备进行，包括气体传感器、土壤温湿度传感器、地下水位及水质传感器等。采集到的原始数据需经过数据清洗、去噪处理，以确保数据的准确性与可靠性。随后，利用统计分析方法对数据进行进一步处理与分析，包括时间序列分析、相关性分析、趋势预测等，以识别环境变化的潜在风险。数据处理结果可通过图形化展示和报告系统传递给决策者，支持决策和应急响应。

3.3 固废堆体环境监测的技术难点与解决方案

固废堆体环境监测面临多项技术难点，主要包括数据覆盖范围不足、监测设备的准确性和稳定性问题以及突发事件的实时响应能力不足。首先，固废堆体广阔且复杂，单一设备可能难以全面覆盖所有风险点。针对这一问题，可以通

过多设备协同监测和数据融合技术提高监测的全面性和准确性。其次，设备的长期运行稳定性和在恶劣环境中的表现仍然是挑战。为此，选择高精度、耐用且适应性强的设备，并定期进行设备校准和维护，能有效提高监测质量。最后，突发环境事件的应急响应需要快速、精准的监测数据支持，采用自动化监测系统和智能化预警系统，可以大大提高响应速度，减少环境污染风险^[2]。

4 固废堆体环境风险的评估与分析

4.1 风险评估模型的构建与应用

风险评估模型的构建是固废堆体环境管理的重要环节。通过建立多维度的风险评估模型，可以量化固废堆体的潜在环境风险。模型构建通常涉及危险性分析、污染物扩散模拟、堆体稳定性分析等多个方面。基于现场监测数据和理论模型，通过定量计算与模拟仿真，评估固废堆体在不同环境条件下的风险情况。例如，结合环境影响因子和堆体物理化学特性，可以构建综合风险评估模型，帮助预测未来潜在的环境污染事件，并为风险控制策略的制定提供依据。

4.2 环境监测数据与风险评估的关系

环境监测数据为固废堆体风险评估提供了基础支撑。通过对堆体及周围环境的长期监测，能够及时获取气体、土壤和水质等方面的变化数据。监测数据的变化趋势和规律能够为风险评估提供直观的参考依据，例如，气体浓度的波动可能指示堆体内的危险物质正在泄漏，水质污染数据的异常可能预示着堆体对周围水源的污染。通过对监测数据的持续跟踪与分析，可以实时评估固废堆体的环境风险，进而为决策提供及时的支持。

4.3 风险评估结果的分析与解读

风险评估结果的分析与解读至关重要。评估结果需要结合监测数据、现场调查情况以及环境变化趋势，进行综合分析判断。例如，通过比较不同时间段、不同条件下的评估结果，可以识别出风险高发期或高风险区域。解读这些结果时，不仅要考虑当前环境状态，还要评估潜在的长期环境影响，分析风险可能对生态环境、公众健康和社会经济造成的影响。最终，通过深入的结果分析，为后续的风险管理、控制措施以及政策调整提供可靠依据。

5 固废堆体环境风险的控制路径

5.1 源头控制与预防措施

固废堆体环境风险的源头控制与预防是确保堆体环境安全的关键步骤。源头控制的主要目的是减少有害物质的产生与堆积，通过优化废物分类、减量化和无害化处理来降低环境污染。对有毒有害固废的管理应严格按照相关法规进行，确保其在处置过程中的环保标准得到严格遵守。此外，堆体选址时应充分考虑地质、气候和水文等自然因素，选择适合的区域，以减少自然灾害对堆体的影响。加强对堆体材料的监控，防止含有重金属或有害化学物质的废弃物进入堆