

关于污染场地土壤环境管理与修复对策探讨

罗庆忠

扬州市高邮环境监测站 江苏 扬州 225600

摘要: 工业污染场地土壤具备复合性、滞后性与空间异质性等特征,当前土壤环境管控与修复工作存在研判粗放、管控体系不完善、技术适配性不足等诸多短板。通过梳理场地污染治理现存问题,从风险研判、全周期管控、技术优化、生态养护等维度提出改良路径,为场地土壤生态修复与土地高效利用提供理论支撑。

关键词: 污染场地; 土壤环境; 环境管理; 土壤修复; 风险防控

引言: 城市化与工业产业迭代遗留大量污染场地,土壤生态受损、土地资源闲置等问题日益突出,对区域生态安全与国土空间规划发展形成制约。立足污染场地土壤的独特污染特征与治理价值,结合当下行业治理痛点,针对性探究科学的环境管理与修复策略,为场地土壤污染综合治理提供参考。

1 污染场地土壤环境核心特征与治理价值

污染场地土壤区别于常规农田土壤、自然林地土壤,具备独特的污染属性与生态特征,精准把握其核心特点是开展环境管理与修复工作的基础前提。从污染分布特征来看,场地土壤污染存在显著的空间异质性,受生产活动布局、污染物迁移规律、土壤分层结构影响,污染区域多呈斑块状、点状集中分布,垂直方向上表层、亚表层、深层土壤污染程度差异极大,不存在统一的污染规律。从污染物属性来看,工业类场地多富集重金属、持久性有机物、挥发性有机物等复合型污染物,各类污染物相互耦合叠加,会改变土壤孔隙结构、胶体稳定性与微生物群落结构,形成顽固性复合污染体系。

从生态影响层面分析,场地土壤污染具备持续性与滞后性特征,污染物可长期留存于土壤颗粒与孔隙水中,缓慢向下渗透迁移,不仅会造成土壤自身肥力丧失、结构板结退化,还会联动影响周边地下水、植被生态系统,形成区域性生态隐患。开展污染场地土壤环境管理与修复工作,具备极强的生态价值与资源价值。生态层面可重构场地土壤生态结构,恢复土壤微生物活性,阻断污染物扩散迁移链条,修复区域生态循环体系;资源层面可盘活存量闲置污染土地,破解土地资源闲置与供需失衡的矛盾,提升土地资源集约化利用水平,为城乡空间优化、产业布局升级提供基

础保障^[1]。

2 污染场地土壤环境管理与修复现存核心问题

2.1 场地土壤污染排查与研判体系精细化不足

精准的污染排查与风险研判,是开展场地土壤环境治理和修复工作的重要基础,现阶段大部分污染场地的排查研判工作,普遍存在精细化程度不足的问题,多数检测工作仅针对土壤表层开展,深层土壤以及土壤孔隙水中的污染物富集情况往往被忽视,难以全面掌握污染物的垂直分布状态、迁移规律和累积范围;常规研判工作大多只检测污染物浓度数值,缺少对土壤结构、微生物种群及理化功能的综合评估,单纯依靠污染浓度判定治理标准,容易忽略土壤生态系统的功能损耗,复合型污染场地的污染物协同影响也难以精准甄别,核心污染因子与高危污染区域无法精准锁定,造成后续管控工作针对性不足,修复方案和场地实际污染状况的匹配度偏低。

2.2 土壤环境常态化管控体系存在结构性短板

场地土壤环境管理是一项长期性、动态化的工作,而非单一的阶段性治理任务,当前多数污染场地存在重治理、轻管控的普遍问题。在日常管控环节,缺乏常态化的动态监测机制,多数场地仅在修复施工阶段开展集中检测,修复完成后缺乏持续性的跟踪监测,无法及时发现污染物反弹、二次迁移等隐性问题。在分区分管层面,未依据场地污染程度、污染类型、土地利用功能完成精细化分区,高、中、低污染区域管控标准统一,造成管控资源浪费或管控力度不足的问题。同时,场地土壤管控缺乏全周期衔接机制,污染溯源、过程管控、后期运维各环节相互割裂,未形成闭环式管理体系,导致部分场地污染问题反复出现,

治理成效难以长效维持^[2]。

2.3 土壤修复技术适配性与集成化水平偏低

当前土壤修复技术体系日趋多元,但在实际场地应用中仍存在明显短板。一方面,修复技术选型存在同质化、单一化问题,针对重金属、有机物复合污染的复杂场地,单一修复技术难以实现彻底治理,而多种技术的组合应用缺乏科学配比与工艺优化,各类技术的协同治理优势无法充分发挥,易出现表层污染治理彻底、深层污染残留的问题。另一方面,部分修复技术存在适用性局限,物理修复易破坏土壤原有结构,化学修复易引入外源药剂造成二次污染,生物修复周期长、稳定性差,各类技术的短板在复杂场地治理中被持续放大。此外,修复技术的本土化适配改造不足,多数技术沿用通用化工艺参数,未结合区域土壤质地、气候条件、污染特征优化调整,导致修复效率偏低、治理成本偏高。

3 污染场地土壤环境管理与修复优化对策

3.1 构建精细化污染排查与风险研判体系

场地土壤治理工作的整体成效,很大程度取决于污染排查和风险研判的精准度,传统粗放的检测模式需要进行优化调整,以此搭建全方位、立体化的场地污染综合评估体系。污染勘察工作可以结合网格化布点、分层采样的实施方式,全面覆盖地表面层及深层土壤,同时兼顾土壤孔隙水与浅层地下水关联区域,系统摸排污染物的空间分布、富集深度与扩散范围,清晰划分出核心污染区、次要污染区以及清洁区域,能够为场地污染空间信息数据库的搭建积累基础数据。污染研判的评价维度也需要进一步拓展,不再单一依靠污染物浓度检测结果,可将土壤理化状态、孔隙结构、微生物活力、生态承载能力等内容纳入评估范畴,综合判别土壤结构破损与功能退化的实际程度,科学划分土壤污染风险等级。对于存在多重污染物叠加的场地,需分析各类污染因子的协同作用机理与迁移转化特点,精准锁定场地主要生态风险源;再结合地块后续的土地开发利用规划,分级划分高、中、低风险管控区域,针对不同区域制定适配的修复标准、治理目标与管控方案,有效改善传统治理方案与场地实际情况脱节、资源利用低效、风险管控疏漏等问题,为后续土壤精细化管理与精准修复工作提供可靠的科学依据与数据支撑^[3]。

3.2 搭建全周期闭环式土壤环境管理体系

场地土壤污染存在持续变化的相关特点,可搭建包含污染源头排查、过程约束、实时监测、后期维护在内的全周期闭环管理体系,改善行业普遍偏重治理、轻视

日常管控的现存问题,源头排查阶段,结合场地过往产业分布、各类生产作业情况,梳理污染物质流入途径、堆积方式以及移动变化规律,从源头切断污染物持续堆积扩散的渠道,避免新增污染叠加原有污染,过程约束阶段采用分区域区别管理的方式,高污染风险区域做封闭管理并开展定期巡查,减少人为活动搅动带来的污染扩散问题;中低污染区域开展常态化监测,持续掌握土壤各项环境指标波动情况,配套建设智能实时监测系统,依靠现场监测仪器自动收集土壤污染物含量、基础理化参数、水文数据并同步完成分析预警,取代传统分阶段人工取样检测,提升监测数据的实时性与完整度,同步设置管理信息更新机制,及时录入场地污染相关数据、治理推进情况、监测数值、维护运行状态,生成可视化土壤环境资料台账,让土壤环境变化能够追溯、分析与预判,打通各管理步骤之间的衔接阻碍,让污染排查、方案编制、修复施工、后期养护、风险预警各个流程相互联动,形成完整闭环管理模式,稳定维持场地土壤环境管控工作的连贯运行。

3.3 优化适配化、集成化土壤修复技术体系

各类场地会存在不一样的污染种类、土质条件与生态基底,通用单一的修复手段不再适用,可搭建区分场地条件、多工艺组合、资源消耗更少的修复技术框架,以此提高土壤修复操作的合理程度与实际成效,仅存在重金属污染的地块,可优先选用固化稳定、原地钝化这类对土层干扰较小的处理手段,土层原有结构不会遭受破坏,重金属存在形态经过转变后,移动能力与生物毒害作用会持续下降,实现污染长期管控;有机污染地块可依据污染物挥发、分解的固有特性,搭配热脱附、生物分解、氧化还原多种处理手段,完全分解清除有机类污染物,重金属与有机物共存的复合污染地块可组合多项修复工艺,依靠各类技术各自优势补齐单一工艺存在的处理缺陷,改善复合污染治理成效,各地块土层孔隙、酸碱值、有机质含量等基础条件会存在区别,修复工艺参数、药剂调配比例、现场施工手段都需要对应调整,减少通用工艺引发的治理低效、次生污染等状况,施工全程落实环保管控标准,改良施工操作步骤,降低作业扰动对周边土层、植被、水源带来的负面影响,施工产生的残余污染物、废弃药剂全部做无害化处理,提前规避二次污染隐患,低能耗、低土层干扰、环境友好型修复工艺可做重点改良推广,逐步替换能耗高、土层破坏严重的传统处理方式,推动土壤修复工艺朝着环保、精细、高效的方向迭代,兼顾修复成效与区域生态收益^[4]。

3.4 完善修复后土壤生态重构与长效养护机制

土壤修复的核心目标是恢复土壤生态功能,实现土地资源可持续利用,因此需将生态重构与长效养护纳入场地治理核心环节,构建“污染修复+生态培育+常态化养护”的一体化模式。修复施工完成后,针对性开展土壤生态改良工作,通过有机质补充、酸碱平衡调节、土壤孔隙结构优化等方式,改善土壤理化性质,修复受损的土壤结构,提升土壤保水保肥能力与自我净化能力。依托微生物接种、土著菌群培育等方式,重构土壤微生物群落体系,恢复土壤生物活性,激活土壤生态循环功能,解决修复后土壤贫瘠、生态脆弱的问题。

结合场地土地利用规划,开展适配性植被生态修复,筛选耐受性强、固土净化效果好的本土植被品种,构建稳定的场地植被生态体系,通过植被吸附、根系富集、微生物协同作用,持续巩固土壤修复成果,形成土壤-微生物-植被协同共生的生态系统。建立常态化的后期养护机制,定期对修复后土壤的理化指标、污染物含量、微生物活性、植被生长状态进行跟踪检测,根据指标变化及时开展土壤改良、菌群优化、植被养护等工作。建立生态风险动态预警机制,对土壤指标异常波动情况及时研判、及时处置,杜绝污染物反弹与生态退化问题,保障修复后场地土壤生态系统的稳定性与持续性。

3.5 工程案例分析

以某退役工业建设用地土壤污染状况调查修复项目为例,该地块曾用于化工生产,存在有机物、重金属复合污染问题,本次调查严格遵循 HJ 25.1—2019、HJ 25.2—2019 技术规范开展采样监测与污染治理。项目结合地块生产布局、管线分布及土壤质地特征划分调查工作单元,单单元面积严格控制在 1600m²以内,小地块布设不少于 5 个工作单元,针对污染不均的区域采用分区布点

法,精准锁定污染核心区域。垂直分层采样严格执行规范要求,扣除地表硬化层厚度后,统一采集 0~0.5m 表层土壤样品;0.5m 以下下层土壤采用判断布点法采样,0.5~6m 深度区间采样间隔严格控制在 2m 以内。针对地块粉质黏土、砂土交替的分层结构,在不同性质土层均布设采样点,对于厚度超 3m 的均质土层及存在污染痕迹的层位,额外增设采样点位,精准捕捉垂向污染分布规律。本次分层采样方式有效规避了传统浅层采样的局限性,全面摸清了污染物垂向迁移范围与富集深度,精准识别出深层残留污染区域。基于精细化采样数据制定分区差异化修复方案,针对性治理深浅层污染,有效提升了修复精准度,降低治理成本,验证了规范分层采样、精细化布点在工业污染场地治理中的实操价值,为同类地块调查修复提供了实践参考^[5]。

结束语: 场地土壤污染治理是兼具生态意义与资源价值的系统性工程,需摒弃粗放治理模式。精细化风险研判、全周期闭环管控、适配化修复技术及长效生态养护的协同落地,可有效破解土壤治理难题,助力污染场地生态恢复与土地资源的可持续集约化利用。

参考文献

- [1] 任凯,孟斌. 污染场地岩土环境调查与修复对策研究[J]. 大众科学,2026,47(3):147-149.
- [2] 仝立. 基于环境地质学视角的污染场地土壤修复技术研究与应用[J]. 中国地名,2026(4):0256-0258.
- [3] 兰艳红. 土壤重金属污染区域环境监测精准化对策研究[J]. 中国科技期刊数据库工业 A,2026(1):149-152.
- [4] 彭云霞,刘茜,王俊. 重金属污染场地土壤隐患排查与风险分级评估体系的构建与应用探索[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)自然科学,2026(3):017-021.
- [5] 马健. 关于污染场地土壤环境管理与修复对策探讨[J]. 中国科技期刊数据库工业 A,2022(11):063-065.