

工业遗留地块土壤污染现状调查与风险评估研究

孙乐乐

江苏方正环保集团有限公司 江苏 徐州 221000

摘要：工业遗留地块的土壤环境受长期生产活动扰动，污染分布隐蔽且赋存形态复杂，常规场地环境研判难以覆盖深层潜在隐患。梳理这类地块的污染基础特征与全流程调查技术路径，结合场地实际污染发育规律拆解风险识别逻辑，本文搭建适配地块特性的分层评估框架，梳理差异化的长效管控思路，为同类场地的土壤环境排查与风险梳理提供可落地的实操参考。

关键词：工业遗留地块；土壤污染调查；污染赋存特征；风险分层研判；场地长效管控

引言：大量长期承载工业生产活动的遗留地块，土壤原始结构与自然赋存状态已被深度改变，各类隐蔽污染在土层内部长期留存，逐步演化成难以快速厘清的场地环境问题。这类地块的污染分布无固定规律，不同深度土层的污染活性差异明显，传统的场地排查模式容易出现局部遗漏。顺着污染从产生、赋存到扩散的完整脉络逐层推进调查，可完整摸清地块内部的污染分布全貌，为后续的风险梳理与场地管控筑牢扎实基础。

1 工业遗留地块土壤污染基础特征

1.1 工业遗留地块场地环境特点

工业遗留地块长期承载各类工业生产活动，场地环境相较于普通建设用地存在明显特殊性。场地内部原有生产设施、构筑物、作业平台分布密集，土地表层受到长期人工扰动。土壤原始结构在多年生产、堆放、施工活动中遭到破坏，土层均匀性大幅下降^[1]。场地水文环境受人工改造影响明显，地下水径流、表层积水渗透条件更为复杂。封闭或半封闭的作业空间会减弱自然通风与光照条件，污染物质难以通过自然方式分解消散。复杂的场地环境会改变土壤原有承载状态，为污染物留存、积累和迁移提供稳定环境条件。

1.2 工业生产引发土壤污染的固有属性

工业生产流程包含原料堆放、生产加工、废液废渣排放等多个环节，各类作业行为都会对土壤环境造成持续性影响。生产过程中泄露的各类物质会缓慢渗入土层内部，与土壤颗粒、土壤水分发生融合反应。污染积累过程具备缓慢隐蔽的特点，表层土壤污染特征并不直观，深层污染会长期潜伏在土层结构中。污染问题具备不可逆特性，多数工业污染物质难以在自然环境中完成降解。持续的生产扰动会不断叠加污染负荷，让地块土

壤污染状态逐步趋于稳定固化，形成长期存在的场地环境问题。

1.3 土壤污染物类别与赋存形态

工业遗留地块土壤污染物来源多样，物质组成存在明显差异化特征。常见污染类型包含重金属类污染物、有机污染物以及各类残留化工物质。不同污染物的理化性质存在明显区别，在土壤内部呈现出不同的存在形式。部分污染物以游离状态附着在土壤颗粒表面，容易随水体渗透发生迁移。部分污染物会与土壤胶体、矿物质结合，形成稳定性更强的结合态物质，长期留存于土层内部。污染物赋存形态的差异，会直接改变污染扩散能力与污染活跃程度，让地块污染表现出多层次、复杂化的分布状态。

1.4 土壤污染空间分布与扩散特点

工业地块土壤污染空间分布并不均匀，污染聚集位置大多对应原有生产区域、排污点位、物料堆放区域。浅层土壤污染受地表活动影响较大，污染分布相对零散。深层土壤污染依托地下水渗透路径扩散，会形成连续性的污染富集区域。污染扩散会顺着土层孔隙、地下水径流方向逐步延伸，跨越原有污染源头区域。土层结构的差异性会阻碍或加速污染迁移，让污染范围呈现不规则扩张趋势。这类空间分布特征，让工业遗留地块污染治理具备较强的复杂性与针对性。

2 工业遗留地块土壤污染调查技术体系

2.1 场地环境调研与信息收集方式

工业遗留地块土壤污染调查工作以场地信息收集为前期基础，全面的资料调研可以为后续调查工作提供清晰指引。场地调研工作围绕地块利用沿革、生产作业类

型、场地改造历史展开,梳理地块长期生产活动中可能产生的污染来源。细致摸排场地内部构筑物分布、原有生产区域、物料堆放区域及排污区域的分布情况。系统整理场地水文地质资料、土层结构资料,掌握区域土壤与地下水的基础环境条件^[2]。通过现场踏勘的方式记录场地地表现状,排查地表残留污渍、土层裸露、植被异常等环境特征。多维度的信息收集能够理清场地基础条件,为采样布设、污染排查提供科学的前期铺垫。

2.2 土壤采样布局与样品采集规范

土壤采样是污染调查的核心环节,采样点位的布设与采集操作直接决定调查工作的精准程度。采样点位结合场地功能分区合理布置,重点覆盖生产核心区域、物料存储区域及废弃排污路径。根据土层分布特点设置不同深度的采样点位,兼顾浅层表层土壤与深层原状土壤的样本采集。严格遵循标准化采集流程开展作业,规范采样工具的使用方式,避免外源物质对样品造成干扰。采集完成的土壤样品做好分类封存与信息标注,完整记录采样位置、采样深度、采集时间等基础信息。标准化的采样模式可以保障样品代表性,支撑后续检测工作有序开展。

2.3 土壤样品检测与污染判别技术

土壤样品检测依托专业实验技术完成,针对不同类型污染物选用适配的检测手段,精准识别土壤内部污染组分。通过精细化实验手段测定土壤样品中各类污染物质的含量与组分特征,明确地块主要污染类型。结合土壤理化指标检测内容,分析污染物质与土壤环境的相互作用关系。依托专业判别技术区分正常土壤组分与污染组分,识别土壤异常污染特征。通过批量样品检测对比,梳理不同区域土壤的污染差异,精准捕捉地块内部的污染异常区域,为污染特征分析提供详实的数据支撑。

2.4 地块污染系统化排查流程

工业遗留地块污染排查遵循系统化、层级化的作业流程,循序渐进完成全域污染排查工作。前期依托场地调研成果划定重点排查区域,明确整体排查范围与作业重点。依次开展点位布设、样品采集、样品送检等基础工作,逐步完成场地土壤的全覆盖排查。结合检测数据梳理污染分布特征,定位污染集中区域与污染扩散范围。逐层排查表层、中层、深层土层的污染状态,掌握地块整体污染发育情况。完整的排查流程可以规避局部排查遗漏问题,全面掌握工业遗留地块的土壤污染整体状态。

3 工业遗留地块土壤污染风险识别分析

3.1 土壤污染风险源头梳理

工业遗留地块的污染风险源头大多源自长期工业生产活动遗留的各类污染遗存。地块原有生产工序、物料存储、废弃物堆放等作业行为,都会在土层中留存不同类型的污染物质。各类泄漏、沉降、残留的污染组分长期留存于土壤环境,构成地块最基础的风险本源。场地原有排污通道、生产装置布设区域、原料堆放区域,通常是污染源头的集中分布区域^[3]。土壤深层滞留的陈旧污染物质,会随环境变化持续活化,成为长期存在的风险来源。全面梳理各类污染源头,可以精准锁定风险产生的本源位置,为后续风险研判提供清晰依据。

3.2 污染物迁移扩散演变规律

土壤内部的污染物会依托场地水文与土层条件持续发生迁移与转化。降水入渗会带动表层污染物质向下层土壤渗透,逐步扩散至深层土层结构。地下水的缓慢流动会带动溶解态污染物横向迁移,扩大污染的范围。土壤自身的吸附、固化作用会改变污染物的活跃状态,部分组分长期稳定留存,部分组分持续参与扩散运动。不同理化特性的污染物,扩散速度与迁移路径存在明显区别。环境条件的细微变化都会改变污染演变节奏,让地块污染状态持续发生动态变化,催生新的污染风险。季节交替带来的地下水位升降,会反复带动污染物质在不同土层间往返运移,进一步拉长污染扩散的影响路径。

3.3 土壤污染风险组成类别

工业遗留地块土壤污染风险具备多元组成特征,可根据影响形式划分为多种风险类型。土壤结构受损带来的场地环境风险,会破坏土层原有稳定状态,影响地块土体基础性能。污染物持续扩散带来的环境扩散风险,会逐步影响周边土壤与地下水体系。污染物质长期留存会形成生态风险,干扰地块内部植被与微生物的正常生存环境。地块后期开发利用过程中,残留污染还会带来场地利用风险。各类风险相互关联、相互叠加,共同构成工业地块完整的污染风险体系。

3.4 土壤污染潜在隐患发展趋势

工业地块土壤污染隐患具备潜伏性与渐进性的发展特点,不会在短时间内完全显现。稳定留存的污染物质会随季节干湿交替、温度变化持续活化,逐步从固定状态转化为活跃状态。浅层污染隐患容易随外力扰动不断加剧,深层污染会缓慢向上迁移,逐步影响表层土壤环境。污染范围会在长期演变中持续扩张,隐患影响程度会逐步加深。掌握隐患发展趋势,可以提前预判地块污

染的演变走向,为污染防控与治理工作提供科学的参考依据。

4 工业遗留地块土壤污染风险评估与管控思路

4.1 土壤污染风险评估整体框架

土壤污染风险评估是场地污染管控工作的重要基础,依靠系统完整的研判流程,全面挖掘工业遗留地块潜藏的土壤污染危害。整套评估体系贴合场地实际环境条件搭建,适配地块独有的污染发育特征,涵盖场地前期调研、风险因子逐一识别、污染危害辨析、风险等级判定与层级划分等各个环节。评估过程充分结合土壤污染物的赋存形态、富集规律和扩散变化特点,综合考量场地水文地质状况、土层分层结构以及周边环境条件^[4]。从场地环境稳定、土地后续利用安全、区域生态存续多个角度开展综合研判,摆脱单一指标评判带来的片面性,形成多维度的立体化评估逻辑。评估过程中还需兼顾不同土层的污染差异,避免用统一标准覆盖所有深度的土壤环境,保障评估结果更贴合场地真实状态。

4.2 污染风险影响因子分析思路

土壤污染风险不会单独形成,是多种物质与环境因子共同作用的结果,各类因子的作用方式和影响程度各有不同。污染物自身的理化特质是风险形成的内在关键,物质毒性大小、在土层中的迁移活性、自然降解的难易程度,直接决定污染隐患的危害强度和留存时间。场地土壤的密实程度、孔隙发育状态、酸碱环境以及胶体结构,都会影响污染物的吸附固化与活化迁移过程,持续改变污染风险的演变状态。区域降水下渗、地下水水位波动、水体径流变化,会带动土层内部污染物持续迁移扩散,不断扩大污染影响范围。场地地形起伏、土层分层差异和岩土结构特点,也会改变污染物的堆积位置、富集厚度,让污染危害呈现出不同的表现形式。不同影响因子之间还会产生协同作用,多个因子的叠加影响会大幅放大污染风险的危害程度,需要逐一厘清各因子的关联逻辑。

4.3 土壤污染风险层级划分依据

土壤污染风险层级划分围绕地块污染发育程度、空间扩散范围和潜在危害特点展开,搭建层次清晰、梯度明确的分级标准。分级过程综合考量地块内部污染物富集情况、不同土层深度的污染分布范围,以及污染物本身的状态,结合整体场地污染格局完成综合判断。划分标准充分结合污染对土体结构稳定、区域生态平衡、场地后续开发利用的干扰程度,清晰区分不同地

块区域的风险强弱差异。结合污染物向下渗透、横向扩散的运动特点,预判污染隐患后续的发展走向,为风险等级的精准划分提供充足的研判依据。划分过程中还需兼顾不同区域的污染扩散潜力,将尚未出现明显污染特征但存在高扩散风险的区域同步纳入分级考量范围。

4.4 工业遗留地块污染长效管控思路

工业遗留地块土壤污染大多隐蔽性强、存续周期久,隐患发展循序渐进,对应的管控工作需要秉持长期防控、持续治理的思路,搭建适配场地特征的长效管理模式。根据地块不同区域的风险等级差异,推行分区管控、分级治理的处置方式,针对高风险污染集中区域落实专项防控与治理作业,缓解中低风险区域的污染积累问题^[5]。搭建常态化的场地环境动态监测机制,持续关注土层内部污染物活化状态、迁移趋势和富集变化,及时发现隐蔽的污染动态变化。依托土层修复、土体结构改良、场地环境优化等技术方式,改善土壤基础理化性能,弱化污染物留存和富集的环境条件。完善常态化场地管理机制,规范地块后续改造与开发利用行为,避免人为施工扰动再次激活土层内部污染。管控过程中还可结合场地自然植被的生态修复作用,逐步优化表层土壤环境,形成人工干预与自然调节协同推进的管控模式。

结束语

顺着从污染特征摸排、全域调查到风险分层梳理的完整逻辑推进,可逐步厘清工业遗留地块土壤环境的真实状态,跳出传统粗放式场地排查的局限。贴合地块独有环境特性搭建的分级管控路径,能适配不同污染区域的差异化处置需求,逐步消解土层内部长期留存的各类潜在隐患,让遗留地块的土壤环境逐步回归稳定状态。

参考文献

- [1] 高丽. 上海某工业地块土壤污染现状调查研究 [J]. 生态与资源,2025(1):26-28.
- [2] 唐保勇. 工业园区土壤污染现状调查及治理措施研究 [J]. 皮革制作与环保科技,2024,5(22):147-149.
- [3] 吴柯平, 吴小燕, 项丹. 土壤污染现状与修复策略分析 [J]. 生态与资源,2024(6):68-70.
- [4] 何帅, 严文保, 梁凯. 浅谈土壤污染重点监管企业土壤隐患排查现状及对策研究 [J]. 清洗世界,2025,41(7):181-183.
- [5] 童晓玉, 郭静静, 高瑞丽, 等. 宁夏某工业园周边农田土壤重金属分布特征及风险评估 [J]. 环境监测管理和技术,2025,37(1):50-56.