

非正规垃圾填埋场环境调查技术集成与应用研究

屈乡泽 王梦黎 毕涛 李超

华测生态环境科技(天津)有限公司, 中国·天津 300300

摘要: 随着城市化的不断发展, 如何应对不断扩大的生活垃圾产生规模, 保障城市生态环境可持续发展已成为人们关注的焦点。本文以非正规垃圾填埋场环境调查技术研究背景与开展价值作为切入点, 立足实际阐述了非正规垃圾填埋场概况及其主要特性, 分别从场地样本采集、健康风险评估、生态风险评估、地下水污染模拟以及调查结果分析等角度明确了非正规垃圾填埋场环境调查技术要点, 同时系统阐述了相关环境调查技术的经济效益与社会效益, 旨在为有关从业者提供参考。

关键词: 非正规垃圾填埋场; 环境调查; 技术集成; 应用路径

Integrated Technology and Application Research for Environmental Investigation of Informal Landfills

Qu Xiangze, Wang Mengli, Bi Tao, Li Chao

Huace Eco-Environmental Technology (Tianjin) Co., Ltd., China Tianjin 300300

Abstract: With the continuous advancement of urbanization, addressing the growing scale of domestic waste generation and ensuring the sustainable development of urban ecological environments have become focal points of public concern. This paper takes the research background and practical significance of environmental investigation techniques for informal landfills as its starting point. Based on practical considerations, it outlines the general characteristics and key features of informal landfills. The study clarifies the essential aspects of environmental investigation techniques for informal landfills from perspectives such as site sample collection, health risk assessment, ecological risk assessment, groundwater contamination simulation, and analysis of investigation results. Additionally, it systematically elaborates on the economic and social benefits of relevant environmental investigation techniques, aiming to provide valuable references for practitioners in the field.

Keywords: Informal landfill; Environmental investigation; Technology integration; Application path

0 引言

相关从业者应当立足实际, 针对性强化对非正规垃圾填埋场的清运管控力度, 通过系统化的环境调查, 为后续工作的组织开展提供准确完整的参考资料, 促进非正规垃圾填埋场及其周边生态环境的有效修复。

1 非正规垃圾填埋场环境调查技术研究背景与开展价值

1.1 研究背景

结合《中国统计年鉴》等相关资料进行分析过后能够发现, 近年来我国生活垃圾产量与清运量逐年上升, 但受制于源头控制、技术因素以及成本因素影响, 导致现阶段天津市正规垃圾卫生填埋场仅有 4 座, 原有部分生活垃圾处理厂已达到处理上限, 无法正常进行垃圾处理工作, 生活垃圾存量的持续增长导致非正规垃圾填埋场数量也在进一步扩大, 一些非正规垃圾填埋场不仅成为了地下水的潜在污染源, 同时在城市化发展进程当中已处于城市规划建

设区甚至核心区以内, 垃圾渗滤液泄露风险频发, 修复治理工作刻不容缓^[1]。

1.2 研究开展价值

组织专业力量针对非正规垃圾填埋场环境进行调查, 不仅能够使治理技术人员了解场地基本情况, 同时还能保障后续场地环境治理体系的科学性与资金投入有效性, 为相关治理工作奠定坚实基础。针对性组织开展适配的非正规垃圾填埋场环境调查, 能够明确填埋场当中具体的生活垃圾体量规模, 使场地环境修复治理团队能够清晰掌握场地内生活垃圾的组分状况、渗滤液污染特征以及潜在污染的分布发展情况, 使相关工程量的计算更加准确可靠, 推动场地环境修复治理资源的优化配置, 促进非正规垃圾填埋场治理修复工作的持续发展。

2 非正规垃圾填埋场概况及其主要特性

2.1 非正规垃圾填埋场概况

为更加系统地针对非正规垃圾填埋场环境调查技术进

行深入分析,现结合天津市某非正规垃圾填埋场具体情况组织开展研究。案例填埋场界内面积约为 1.8 万 m^2 , 原为废弃取土坑,后作为垃圾填埋场地,主要垃圾类型包括周边城镇居民生活垃圾以及一定规模的工业生产垃圾等。案例区域周边地形地势较为平坦,通过钻探勘察能够明确现场土层自上而下分别涵盖人工填土层、全新统中组海相沉积层、全新统下组沼泽相沉积层以及全新统下组陆相冲积层等。区域内地下水净水标高为 $-11.57 \sim -12.18\text{m}$, 呈现西北—东南流向,场地内水位最大高差为 0.61m。

2.2 非正规垃圾填埋场主要特性

首先是周边生态环境配套设施不够完善,由于技术、成本等因素影响,非正规垃圾填埋场周边通常未能设置场地防渗以及渗滤液收集处理设施,垃圾填埋过程中可能会对周边土壤以及地下水造成严重污染^[2]。其次是现场状态不确定性较为突出,在案例非正规垃圾填埋场当中,很难具备对垃圾填埋规模、填埋深度以及填埋范围的详细资料,因此在环境调查以及生态修复治理过程中,需要循序渐进完成对垃圾填埋体量与边界情况的综合识别。最后是垃圾形态与类别较为复杂,在案例填埋场现场,涉及到的垃圾形态除常规居民生活垃圾外,还涵盖一定量的工业生产垃圾,因此在治理、修复等工作开展进程当中,需要明确现场填埋垃圾的具体类别、垃圾组分、热值、填埋气情况、渗滤液情况等基础参数,为保障填埋治理与垃圾处置工作的持续开展提供参考。

3 非正规垃圾填埋场环境调查技术要点

3.1 场地样本采集

作为非正规垃圾填埋场环境调查工作开展进程中的基础与前提,结合实际进行场地样本采集分析,能够使环境整治修复团队及时掌握垃圾填埋污染的区域分布、土层深度影响以及污染物具体类别,从而保障结果可靠性与参考价值。在本文所述案例项目现场,严格遵循了《建设用地土壤污染状况调查技术导则》(HJ 25.1—2019)当中的具体要求,区域内共布设了 12 个土壤样本采集点、5 个地下水样本采集点以及 2 个垃圾样本采集点^[3]。

样本采集完成后,按照填埋场生态环境治理的具体要求,分别完成了土壤样品、地下水样品以及垃圾样品的实验室送检工作,实现了对上述样本关键性项目组分的精准识别与评估分析。

3.2 健康风险评估

作为分析非正规垃圾填埋场环境影响状况的关键性依据,在完成场地分析以及样品送检等常规工作流程过后,需要结合污染场地风险评估的相关目标要求,组织针对垃圾填埋过程中对于人体健康状况产生的具体影响进行系统

化识别与综合分析判断。为保障结果参考价值,使其能够为后续的环境整治工作提供必要参照,本次风险评估过程中主要采用了 HERA 软件平台作为主要载体,分别进行了场地参数特征分析、毒性参数评估、风险表征分析以及风险控制值计算等具体的流程内容。

3.3 生态风险评估

非正规垃圾填埋过程中将会给周边生态环境造成严重威胁和影响。因此需要及时针对其潜在生态风险进行评估,明确实测污染浓度与预测安全浓度之间的比值,并将其作为填埋场场地内生态风险的主要参照依据。

本次非正规垃圾填埋场环境调查技术实践过程中,为保障最终调查结果的精度与准确性,引入了风险熵值法进行环境生态风险评估与分析,具体的表达式为:

$$RQ = MEC / PNEC$$

$$PNEC = LC_{50} / AF$$

其中, RQ 为非正规垃圾填埋过程中潜在的生态风险指标, MEC 为周边水土环境当中的垃圾污染实测浓度, $PNEC$ 为周边水土环境当中的污染预测无效应浓度, LC_{50} 为半数严重影响浓度, AF 为安全评价指标,研究过程中取值为 100。经评估计算过后所得到的结果,以 0.1~1.0 为阈值,当 $RQ > 1.0$ 时,对应非正规垃圾填埋过程中生态环境处于高风险状态,当 $RQ < 0.1$ 时,对应非正规垃圾填埋过程中生态环境处于低风险状态。

3.4 地下水污染模拟

由于案例非正规垃圾填埋场填埋作业过程当中未按照实际要求以及生态环保要求配备完善的污染处治设施以及渗漏防治设施,导致其成为周边地下水的重要污染源。为针对填埋场周边地下水污染状况进行有效治理,实现对污染源头的针对性控制与发展预测,需要结合数值量化分析的方式对污染状态进行模拟分析,从而保障后续工作的针对性与实效性。

在本文所述项目生态环境调查处置工作开展过程中,分别基于 GMS 软件平台实现了对地下水环境潜在污染物浓度的模拟评价,同时分别依托了 MODFLOW 功能模块以及 MT3DMS 模块完成了对填埋场周边地下水流动状态以及污染物输送情况的跟踪预测,构建起了符合实际、功能完善的地下水污染模拟模型。

为保障结果的参考价值与应用效能,还可通过流场模拟分析以及溶质输送模拟分析等方式对一定时间周期内垃圾填埋过程中污染物在地下水环境当中的输送发展状况进行跟踪分析,从而强化环境调查结果的作用,使其能够为非正规垃圾填埋场的环境调查与生态环境污染处治提供更加积极的支持。

3.5 环境调查结果分析

首先,从填埋场周边水土环境污染物的分布发展状态来看,区域内样本土壤 pH 值在 9.1~9.8 之间,呈现偏碱性特点,各类送检指标重金属均有检出。但针对垃圾污染深度特点进行评估过后能够发现,受到区域内地层地质状态的影响,使垃圾填埋过程中对深层土质的污染依然较为有限,粉质黏土层对于深层水土环境起到了一定保护作用。

其次,针对填埋场周边地下水环境污染状况以及潜在发展情况进行评估过后能够发现,镉、铬、铜、铅、镍、锌和锡等重金属元素均有检出,地下水 pH 值在 7.4~7.5 之间,且相关重金属元素污染存在一定迁移与延伸现象,这与周边地下水高程指标以及流动状态具有一定关联特性。从地下水样品中有机物送检指标测定结果看,相关有机物指标存在一定超标现象,不仅影响了周边地下水环境,同时还可能会导致上述风险因素持续对人体健康以及生态环境发展造成一定威胁,亟待采取措施对其进行处治和反馈。

最后,从填埋场内部垃圾组分类别以及填埋规模进行分析过后能够发现,现场垃圾填埋状态与填埋量呈现从西南到西北逐步下降的趋势,其中西南、东北区域填埋规模较大,西北、东南区域填埋规模较小,由于垃圾类别当中的建筑垃圾比重较为突出,因此场地内垃圾样品的整体含水量偏低,渗漏情况较少,但其逸散到大气中的气态污染物存在一定风险表征,可能会对身体健康以及大气生态环境产生一定威胁。

4 非正规垃圾填埋场环境调查技术集成应用效益

4.1 经济效益

按照《固体废物污染环境防治法》要求的环境评估标准,在非正规垃圾填埋场环境调查技术集成应用过程中对应的成本支出主要涵盖技术研发设备投入、人力劳务费用、填埋场地项目环境调查运行成本以及关键性数据指标分析开发成本等,其中现场调查成本在整体成本当中的比重约占 20%。在本文所述案例项目的填埋场环境调查与分析工作开展前,结合了既有经验以及项目实际情况,分别组织开展了垃圾体量与边界调查、垃圾特征调查以及环境影响调查等相关工作,初步调查阶段垃圾填埋体量和填埋边界准确率平均提高至 85% 左右,在详细调查阶段减少了约 40% 调查点位,调查成本降低约 50%,同时在一定程度上实现了现场调查空气的有效控制。

在非正规垃圾填埋场环境调查过程中,按照具体调查工程量、填埋场地具体规模以及垃圾形态等要素,独立填埋场地调查市场平均价格在 10~50 万元之间,毛利率可达到 45%~55%,针对现阶段我国现存非正规垃圾填埋场进行统计分析过后能够发现,相关填埋场地存量超过 2000 余

个,“十四五”规划当中针对现存非正规垃圾填埋场的调查治理工作进行了明确部署,因此相关领域具备一定市场前景与市场规模,基于上述技术流程与措施,能够相对精准地确定垃圾填埋体量和填埋边界,进而对填埋场内的垃圾进行分类处理和资源化利用,因此预计未来项目营业收入将持续递增,年均增长幅度将达到 20% 以上。

4.2 社会效益

除经济效益外,非正规垃圾填埋场环境调查技术的集成应用还能带来积极的社会效益,使垃圾填埋场生态环境治理工作具备直观的参考依据,最大限度减少污染物的排放和扩散,降低对居民健康的影响,提高居民的生活质量。同时使有关治理技术团队以及环境整治管控部门能够准确评估填埋场对生态环境的影响,并采取相应的治理措施,保护生态环境,维护生态平衡。通过积极推进非正规垃圾填埋场环境调查技术的集成应用还能够为城市规模的建设发展提供更加广阔的土地资源与环境容量,实现城市的持续发展与生态环境治理水平的不断进步。

5 结语

综上所述,作为城市生态环境治理进程当中的重要环节,加强非正规垃圾填埋场环境调查与整治工作,能够促进既有污染的有效应对,推动城市生态健康发展,具备良好的推广作用与推广价值。相关从业人员以及技术团队应当结合具体实例,针对非正规垃圾填埋场环境调查整治过程中的原则要求以及相关注意事项进行全面梳理,积极推进相关场地调查工作方案的进一步优化,明确填埋场的调查方式、调查内容、评估方法等内容,有助于得到科学合理的调查评估结果,进而为非正规垃圾填埋场后续修复治理提供技术支撑,同时还能对环保产业发展、资源回收利用、处理成本控制以及填埋场产业转型发展提供重要动力,减轻行政部门面临的治理成本与财政负担,具备一定市场前景。

参考文献:

- [1] 梁峰. 高原区生活垃圾填埋场环境风险识别与防控技术——以康定某项目为例[J]. 农村科学实验, 2025(23): 69-71.
- [2] 任君焄, 雷江含, 刘楠楠等. 垃圾填埋场周边环境传统及改性硅氧烷的分布与迁移特征[J]. 环境化学, 2025,44(09):3503-3512.
- [3] 马宝强, 王潇, 汤超等. 垃圾填埋场地下水环境状况调查评估关键技术研究[J]. 地下水, 2024,46(06):65-67.

作者简介: 屈乡泽(1995.08-),女,内蒙古赤峰人,汉族,本科,中级工程师,研究方向:从事非正规垃圾填埋场环境调查技术集成与应用研究。