

环境工程中固体废弃物的处理和污染防治探讨

吴 潇

赛迈科先进材料(宁夏)有限公司 宁夏 银川 750101

摘要: 随着工业化与城镇化进程加快, 固体废弃物污染已成为生态环境保护的核心痛点, 其全流程治理是环境工程领域的关键课题。系统阐释固废处理的核心价值与减量化、无害化、资源化等核心技术体系, 深入剖析固废多介质污染的形成机理与环境传导路径, 提出全流程污染防治与风险防控的实施路径, 为固废绿色低碳治理与生态环境可持续发展提供理论与技术支撑。

关键词: 固体废弃物; 污染防治; 资源化利用; 环境工程

引言: 工业化与城市化快速推进, 固体废弃物产生量持续攀升, 无序处置引发的土壤、水体、大气多介质交叉污染问题日益凸显, 严重威胁生态系统稳定与人体健康, 成为环境工程领域亟待破解的核心难题。当前固废治理仍存在源头减量不足、过程管控不严、末端处置效能偏低等短板, 厘清固废污染形成机理、构建全流程治理体系, 对生态环境保护与循环经济发展具有重要现实意义。

1 固体废弃物处理在环境工程中的核心价值

体现在对自然生态系统的保护与修复, 通过物质属性精准鉴别、科学分类、无害化处置及资源化利用, 可有效阻断废弃物对土壤、水体、大气的污染扩散, 降低重金属、有机污染物等在环境介质中的累积风险, 维护生态系统物质循环平衡与生物多样性稳定。其技术实践聚焦物理、化学、生物多学科交叉融合, 以物质属性判定为基础完善全链条治理逻辑, 推动废弃物减量化、稳定化、无害化技术创新, 为环境工程提供关键技术支撑, 助力构建低碳循环可持续发展的生态发展模式, 提升环境质量与生态承载能力, 实现经济发展与环境保护协同共进^[1]。

2 固体废弃物处理的核心技术体系

2.1 固体废弃物减量化处理技术

固体废弃物减量化处理技术以源头控制与过程优化为核心, 以物质属性全周期精准判定为基础, 通过技术创新实现废弃物产生量最小化。产品设计阶段引入生态设计, 优化结构与材料减少原料消耗及废弃物生成; 在生产环节明确产物边界, 优化工艺提升目标产物转化率, 将合格副产物循环纳入生产原料以减少废弃量。采用破碎、分选等物理技术提升废弃物密度与纯度, 降低处置成本; 结合化学改性、生物酶解预处理增强废弃物可利用性, 降低后续处理难度, 通过智能监测系统实时监控废弃物产生量与成分, 动态调整工艺参数, 实现减量化

精准控制与效率提升, 为环境工程提供可持续的废弃物管理技术路径。

2.2 固体废弃物无害化处理技术

固体废弃物无害化处理技术聚焦消除或降低废弃物对环境与生物健康的潜在危害, 以物质污染风险精准鉴别为前提, 通过多技术协同实现安全处置。对丧失利用价值、存在环境迁移风险的物质, 高温焚烧可氧化分解有害物质与病原体, 同步回收热能; 化学稳定化技术通过试剂反应生成稳定无害化合物, 降低重金属及有机污染物迁移风险; 生物处理借助微生物代谢分解有机废弃物, 转化为无害物质并减少异味与病原体。通过技术集成优化, 对处置产生的次生残余物质开展二次属性鉴别并匹配对应工艺, 构建全流程无害化技术链, 保障处理过程的环境安全性与生态可持续性, 为环境工程提供可靠的无害化技术解决方案^[2]。

2.3 固体废弃物资源化利用技术

固体废弃物资源化利用技术以利用产物属性与性能精准鉴别为核心前提, 通过转化废弃物为有价值资源实现循环再生, 涵盖物理再生、化学转化与生物合成多维度路径。物理再生通过分选、破碎等工艺, 将废弃物加工为再生建材等产品, 保障其性能与环境安全指标达标, 延长材料生命周期; 化学转化通过热解、气化等过程, 将有机废弃物转化为能源产品或新型材料, 管控次生污染物排放; 生物合成借助微生物作用, 将有机成分转化为生物肥料等, 实现高值化利用。通过产业链匹配与质量管控, 将生产副产物纳入原料体系循环利用, 依托技术创新提升转化效率与产品附加值, 推动废弃物从“末端处置”向“资源再生”转型, 为环境工程构建绿色低碳可持续的资源循环技术体系。

2.4 固体废弃物稳定化处置技术

固体废弃物稳定化处置技术, 通过物理封装、化学

固定及生物稳定化手段, 将经属性鉴别确认需长期处置的废弃物有害成分, 转化为环境迁移性低、生物可利用性差的稳定形态, 降低长期环境风险。物理封装用水泥、沥青形成致密屏障, 阻止有害组分渗出; 化学固定通过专用试剂与有害成分反应生成难溶化合物, 减少释放风险; 生物稳定化借助微生物或植物作用, 促进有机物分解稳定, 抑制病原体与异味。技术集成与材料创新可提升稳定化效果, 对大宗废弃物预处理后匹配生态化消纳路径, 确保长期贮存处置安全, 为环境工程构建安全可控的稳定化技术体系, 推动废弃物处置从“被动防护”向“主动稳定”转型, 实现环境风险有效管控与生态安全长期保障。

3 固体废弃物污染的形成机理与环境影响路径

3.1 固体废弃物土壤污染的形成逻辑

固体废弃物土壤污染的形成逻辑, 源于物质属性界定不清、未经过无害化处置的废弃物中有害成分, 在土壤环境中的迁移、转化与累积过程。废弃物中的重金属、有机污染物等通过雨水淋溶、地表径流或地下渗透进入土壤, 与土壤颗粒发生吸附、沉淀或化学反应, 形成难以降解的污染复合体; 微生物代谢活动可能加速污染物转化, 如有机污染物分解为毒性更强的中间产物, 或促进重金属的生物有效性提升; 土壤物理结构改变如孔隙度降低、渗透性减弱, 进一步加剧污染物滞留与扩散风险。这些过程相互作用, 导致土壤生态功能退化、农作物污染风险增加及地下水污染隐患, 形成从废弃物到土壤环境的污染传递链, 威胁生态安全与人类健康。

3.2 固体废弃物水体污染的传导路径

固体废弃物水体污染的传导路径, 始于属性界定模糊的废弃物中有害成分通过多种途径进入水体环境。雨水冲刷、地表径流携带废弃物中的颗粒物、重金属及有机污染物进入河流、湖泊等水体, 形成直接污染; 地下渗透作用使污染物通过土壤孔隙进入地下水系统, 造成隐蔽且长期的污染风险; 污染物在水体中发生迁移转化, 如重金属通过吸附-解吸过程在水体与沉积物间分配, 有机污染物经生物降解或光解生成毒性更强的中间产物; 水体物理化学条件如pH、溶解氧的变化, 进一步影响污染物形态与生态效应。这些过程共同构成从废弃物到水体的污染传导链, 导致水生生态系统失衡、饮用水源安全受威胁及水生生物毒性累积, 形成多维度、跨介质的环境影响路径^[3]。

3.3 固体废弃物大气污染的释放机制

固体废弃物大气污染的释放机制, 涉及经判定丧失原有利用价值的废弃物中挥发性成分的逸散、微生物代

谢产气及物理化学反应生成的气态污染物。废弃物无控堆存或不当处理过程中, 有机物厌氧分解产生氨气、硫化氢等恶臭气体, 挥发性有机物通过蒸发或生物降解释放到大气环境; 颗粒物在风力或机械扰动下扬起, 形成可吸入颗粒物污染; 重金属在高温焚烧或化学氧化过程中可能转化为气态化合物, 如汞蒸气、铅烟等, 增加大气环境的毒性负荷。污染物在大气中通过扩散、沉降或化学转化进一步影响空气质量, 形成从废弃物到大气环境的污染传递链, 威胁呼吸系统健康与区域空气质量稳定, 需通过技术创新与过程控制实现污染源头的有效管控与生态风险的长期降低。

3.4 固体废弃物生态系统的累积影响

固体废弃物在生态系统中通过生物地球化学循环形成长期累积效应, 其核心诱因是物质属性与生态风险的界定不清, 导致有害组分持续进入自然环境并影响生物群落结构与功能稳定性。污染物在食物链中逐级传递, 导致高营养级生物体内污染物浓度显著升高, 引发慢性毒性效应与繁殖能力下降; 微生物群落结构改变可能破坏物质循环平衡, 如分解者活性降低导致有机物非正常积累, 或病原体滋生增加疾病传播风险; 污染物与生态系统组分相互作用, 如重金属在土壤-植物-微生物系统中持续富集, 改变土壤酶活性与养分循环效率。这些累积影响通过时间与空间尺度叠加, 形成难以逆转的生态退化趋势, 威胁生态系统服务功能与生物多样性维持, 需通过多学科交叉研究揭示累积机制并探索生态修复路径。

4 固体废弃物全流程污染防治的核心实施路径

4.1 固体废弃物源头端的污染防控逻辑

固体废弃物源头端污染防控聚焦物质流动全周期特性, 以物质属性精准鉴别为核心, 通过工艺革新与材料替代实现污染前置阻断。强化生产环节物料精细化管控, 减少原料浪费与次生污染物生成, 采用模块化设计提升产品可拆解性, 降低废弃后处理难度; 构建动态监测网络, 实时追踪废弃物产生量、成分特征及迁移路径, 为防控策略调整提供数据支撑。推动跨行业协同创新, 将工业副产物转化为建材原料或能源载体, 挖掘资源二次价值; 建立标准化操作流程, 规范废弃物分类、暂存、转运, 避免操作不当引发二次污染。注重技术迭代与知识共享, 通过产学研合作加速先进防控技术落地, 培育全员参与意识, 提升从业人员认知与执行能力, 最终构建“减量、提质、增效”的源头防控闭环体系^[4]。

4.2 固体废弃物转运过程的污染管控要点

固体废弃物转运过程需聚焦动态路径中的污染风险防控, 基于物质属性鉴别结果匹配差异化的转运防护方

案,通过优化运输路线与时间规划减少环境暴露时长。应强化运输工具的密封性与防泄漏设计,采用耐腐蚀材料构建容器内壁,避免废弃物在移动中因振动、颠簸产生泄漏;需建立实时定位与状态监测系统,追踪车辆位置、温度、湿度等参数,及时发现异常并预警;应规范装卸操作流程,通过机械化设备替代人工搬运,降低作业过程中的粉尘扩散与物料洒落风险。需构建多层次防护屏障,阻断废弃物与外界环境的直接接触;应推动转运设施的标准化改造,统一容器规格、标识系统,提升不同环节的衔接效率与污染控制水平;需培育从业人员专业素养,通过技能培训强化操作规范意识,确保每个环节的污染管控措施精准执行,最终形成“安全、高效、低污染”的转运管控体系。

4.3 固体废弃物处置末端的污染治理核心

固体废弃物处置末端聚焦污染治理技术创新与过程优化,基于废弃物属性鉴别结果匹配精准处置及资源化路径,通过物理、化学、生物技术协同应用,提升污染物降解效率并降低二次污染风险。强化处理设施动态监测,实时追踪温度、压力、排放浓度等参数,保障处理过程稳定可控;构建多级净化系统,通过预处理、主处理及后处理单元逐步削减污染物含量;推动资源化利用,将处理后合格物质转化为建材原料、能源载体或土壤改良剂,实现价值再生;规范操作流程,以机械化、自动化设备减少人为误差与污染扩散。提升从业人员专业素养与应急能力,对处置产生的次生残余物质开展二次属性鉴别并匹配后续路径,最终形成“高效、低耗、无害化”末端治理体系,推动固废全流程污染防治向绿色可持续发展。

4.4 固体废弃物污染的环境风险防控体系

固体废弃物环境风险防控,以物质属性与污染风险精准鉴别为前置核心,聚焦污染物迁移转化规律与暴露

路径识别,通过多维度监测网络追踪污染物浓度、扩散范围及生态影响。强化风险评估模型开发,结合物质特性、环境条件与受体敏感性,精准预测污染事件概率与危害程度;建立动态预警机制,利用传感器网络与数据分析捕捉异常信号,及时启动应急响应。推动防控技术创新,开发高效吸附材料与生物降解菌剂,提升污染拦截与降解能力;规范应急操作流程,通过演练强化人员处置能力,确保快速控制污染事态。培育全员风险意识,提升从业人员防控认知与主动性,最终构建“识别精准、响应迅速、处置高效”的风险防控体系,实现固废污染防治全程可控与持续优化^[5]。

结束语:固体废弃物全流程治理是守护生态环境安全、推动循环经济发展的核心抓手,其核心要义是以精准的物质属性鉴别为基础,构建源头防控、过程管控、末端治理与风险防控的全链条闭环体系。通过核心处理技术的协同创新与集成应用,可有效阻断固废多介质污染传导,实现废弃物高值化循环利用,为生态环境持续保护与经济社会绿色低碳发展筑牢坚实根基。

参考文献

- [1]肖建平.环境工程中固体废弃物的处理和污染防治探讨[J].清洗世界,2025,41(11):111-113.
- [2]龙莉华.环境工程中固体废弃物的处理与污染防治措施探究[J].中文科技期刊数据库(全文版)自然科学,2025(9):149-152.
- [3]梁虹.环境工程中固体废弃物的处理与污染防治措施[J].山西化工,2025,45(8):250-251+268.
- [4]程素梅.环境工程建设中固体废弃物治理研究[J].中国厨卫,2025,24(2):25-27.
- [5]史圆.固体废弃物能源与材料协同利用的环境工程路径集成研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)自然科学,2025(10):063-066.