

团 体 标 准

T/CSES 20XX—XXXX

重金属污染土壤稳定化效果评估技术导则

Technical guidelines for the evaluation of stabilization effects of heavy metal
contaminated soil

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本原则和工作内容	2
5 确认处置或安全利用情景	2
6 浸出测试方法	3
7 现场采样与实验室检测	3
8 确定评价标准	5
9 效果评价	5

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由同济大学提出。

本文件由中国环境科学学会归口。

本文件起草单位：同济大学、生态环境部土壤与农业农村生态环境监管技术中心、贵州省环境科学研究设计院、上海交通大学、华东理工大学、青岛理工大学、西北矿冶研究院、东方国际集团上海环境科技有限公司、上海申环环境工程有限公司、江苏中吴环保产业发展有限公司。

本文件主要起草人：付融冰、许大毛、温东东、周友亚、郭小品、姚佳斌、余志、申哲民、张卫、孙英杰、朱来东、卢聪、徐伟、周美春。

重金属污染土壤稳定化效果评估技术导则

1 范围

本文件规定了重金属污染土壤经稳定化处理后进行处置及安全利用时的浸出测试方法及评价标准，适用于建设用地重金属污染土壤。

本文件不适用于挥发性或半挥发性有机污染土壤、放射性污染土壤和病毒性生物污染土壤。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- HJ 25.2-2014 场地环境监测技术导则
- HJ 25.5-2018 污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则
- HJ 25.1-2019 建设用地土壤污染状况调查技术导则
- HJ 25.2-2019 建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则
- HJ12826-2023 污染土壤修复工程技术规范 固化/稳定化
- HJ 557-2010 固体废物浸出毒性浸出方法水平振荡法
- HJ/T 299-2007 固体废物 浸出毒性浸出方法 硫酸硝酸法
- HJ/T 300-2007 固体废物 浸出毒性浸出方法 醋酸缓冲溶液法
- HJ 557-2010 固体废物 浸出毒性浸出方法 水平震荡法
- HG/T 20713-2020 重金属铅、锌、镉、铜、镍污染土壤原地修复技术规范
- HJ/T 166-2004 土壤环境监测技术规范
- GB/T 32722-2016 土壤样品长期和短期保存指南
- HJ 168-2020 环境监测分析方法标准制订技术导则
- GB/T 14848-2017 地下水环境质量标准
- GB 3838-2002 地表水环境质量标准
- GB 16889—2008 生活垃圾填埋场污染控制标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

重金属 heavy metal

是指比重大于5.0或密度大于4.5 g/cm³的金属元素。

3.2

稳定化 stabilization

向污染土壤中添加稳定化药剂，通过吸附、离子交换、共沉淀、表面络合和氧化还原等复杂物理化学反应以固定重金属污染物，从而使其转化成难溶解和低浸出潜力的过程。

3.3

效果评估 assessment of stabilization effects

针对经稳定化处理后污染土壤的不同处置或安全利用情景，采用相应的采样方法、浸出测试方法及评价标准，评定稳定化后污染土壤是否达到规定的要求或可接受风险水平的过程。

3.4

评价标准 assessment criterion

根据稳定化后污染土壤中重金属的浸出浓度，用于判断稳定化处理后土壤是否达到规定的要求或可接受风险水平的准则。

3.5

浸出 Leaching

污染物的可溶性组分溶解后，从固相进入液相的过程。

3.6

浸出测试 leaching test

按照规定的浸出程序和方法，采用液态物质对土壤进行提取，并测定浸出液中污染物浓度的过程。

3.7

浸出浓度 leaching concentration

对污染土壤执行标准的浸出程序和方法后，污染物在浸出液中的浓度。

4 基本原则和工作内容

4.1 污染物

4.1.1 本文件中的重金属主要包括：铅、镉、砷、锌、铬、铜、镍、镭、汞、钴等。

4.1.2 重金属污染土壤包括单一重金属污染或者多种重金属同时共存的多金属污染。

4.2 处置和安全利用情景

4.2.1 本文件中稳定化后的污染土壤的处置和安全利用情景包括填埋场填埋、原位回填、不规范填埋与堆存、绿化用土、路基材料等，各类处置或安全利用方式应符合国家和地方的环境管理要求。

4.2.2 本文件的评估方法针对稳定化后污染土壤的处置或安全利用情景确定；在极端环境条件下，应根据环境胁迫主导因素确定其他相应的评价方法。

4.3 工作内容

4.3.1 评估工作内容主要包括稳定化工程资料回顾、确定处置或安全利用情景、现场采样与实验室检测、确定评价标准和效果评价。

4.3.2 评估工作内容和流程应符合 HJ25.5 中相关要求。

5 确认处置或安全利用情景

5.1 对稳定化工程资料进行回顾，核实土壤污染特征、土壤理化性质、稳定化工艺、稳定化材料、稳定化模式与工艺等。

5.2 确认稳定化方案、施工组织方案、处置或利用方案等资料，核实稳定化后污染土壤的处置或安全利用方式。

5.3 根据处置或安全利用方式查验稳定化后污染土壤所处的环境条件，确定关键的环境影响因素。

6 浸出测试方法

6.1 当稳定化后污染土壤进入生活垃圾填埋场时，浸出测试方法采用《固体废物 浸出毒性浸出方法 醋酸缓冲法》（HJ300）。

6.2 当稳定化后污染土壤进行不规范填埋、堆存时，浸出测试方法采用《固体废物 浸出毒性浸出方法 硫酸硝酸法》（HJ299）。

6.3 当稳定化后污染土壤进行原位回填时，浸出测试方法采用《固体废物浸出毒性浸出方法水平振荡法》（HJ 557）。若所在区域有酸雨时，浸出测试方法宜采用《固体废物 浸出毒性浸出方法 硫酸硝酸法》（HJ299）。

6.4 当稳定化后污染土壤用作绿化用土时，宜采用土壤植物有效性评价方法，参考 HJ804。

6.5 当稳定化后污染土壤用作场地内路基材料时，宜采用半动态槽浸出方法。

7 现场采样与实验室检测

7.1 布点采样方案

布点采样方案应包括采样区域、采用节点、采样点位、采样深度、采样数量、检测因子等内容。

7.2 原位稳定化效果评估布点采样

7.2.1 采样节点

应在原位稳定化施工完成后进行采样，可按照修复进度、修复设备设置等情况分区域采样。

7.2.2 布点数量和位置

布点数量与布点位置原则上参照HJ 25.1、HJ25.2和HJ 25.5。采样点的位置可根据土壤污染特征、稳定化工艺特点以及现场快速检测结果确定：

（a）平面布点考虑土壤污染空间分布异质性和修复效果的空间差异性。在污染程度和加药量都一致的情况下，可采用系统布点法，不一致时可采用分区布点法。布点时可采用网格布点法，网格不大于10 m×10 m；同时，再增加总采样数量的10%的随机采样。必要时结合专业判断法。在高度污染聚集区、修复效果较差区域、修复边界处等位置增设采样点。

（b）当垂向深度不超过1 m时，采集表层土壤；当垂向深度大于1 m时，第一层为表层土壤，根据土层性质分层进行采样点，原则上垂向采样单元之间距离不大于3 m；垂直方向上采样深度应不小于地块调查评估确定的深度以及施工修复过程中可能造成污染物迁移的深度。

（c）每个点位的采样量应根据评估方法需要的量确定。

7.2.3 采样频次

自稳定化施工结束后应采集4个批次的土壤样品，每个季度采集一次。有地下水时还应采集涵盖丰水期、枯水期和平水期在内的8个批次的地下水样品，相邻两次采样时间间隔不少于1个月，采样周期为1年；后期应进行长期监控。

7.3 异位稳定化效果评估布点采样

7.3.1 采样节点

异位稳定化效果评估应在异位稳定化完成后、再利用之前采样；同时可根据工程进度对堆体进行分批次采样。

7.3.2 布点数量和位置

布点数量与布点位置原则上参照HJ 25.1、HJ25.2和HJ 25.5。采样点的位置可根据土壤污染特征、稳定化工艺特点以及现场快速检测结果确定：

(a) 在符合上述要求的同时，需分稳定化处理批次进行采样。

(b) 根据异位处理后的土壤堆置的形态不同，可进行分段和分层采样，每个点位代表的土壤采样单元体积不大于500 m³；采样位置宜在采样单元的中间处；同时，再增加总采样数量10%的随机采样。

(c) 每个点位采样量应根据评估方法需要的量确定。

7.3.3 采样频次

(a) 异位稳定化回填时，第1批土壤样品检测数据合格后可回填，自稳定化施工结束后应采集4个批次的土壤样品，每个季度采集一次。在填埋体位于地下水水位之下时，还应采集涵盖丰水期、枯水期和平水期在内的8个批次的地下水样品，相邻两次采样时间间隔不小1个月，采样周期为1年；后期应进行长期监测。

(b) 异位稳定化后土壤安全利用时，在满足采样条件下应开展长期检测，前期每个季度检测1次，后期每年检测1~2次。

7.4 二次污染区域效果评估布点采样

7.4.1 评估范围

二次污染区域应包括污染土壤临时储存和处理区域、修复设施所在区、设施拆除过程的遗撒区域、运输车辆临时道路、污染物可能扩散的区域以及其他潜在的二次污染区域。

7.4.2 采样节点

潜在的二次污染区域土壤可在稳定化工程结束后，地块开发利用前进行采样。

7.4.3 布点数量和位置

布点数量与布点位置原则上参照 HJ 25.1、HJ25.2 和 HJ 25.5，具体遵循以下原则：

(a) 潜在二次污染区域内土壤采集应根据潜在二次污染来源判断布点，也可采用系统布点法设置采样点，采集的土壤应以0~20 cm的表层土壤为主，并采集部分深层土壤。

(b) 潜在二次污染区域应有20%的点位采样深度与修复深度保持一致。

7.5 实验室检测

7.5.1 检测指标

检测指标为风险评估报告和稳定化工程方案中确定的目标污染物，必要时也包括稳定化药剂施加可能引入的二次污染物以及处理过程可能产生的二次污染物。

7.5.2 检测对象

检测对象应为包括原位/异位稳定化处理后污染土壤和潜在的二次污染区域土壤。

7.5.3 样品采集与实验室检测

样品采集、保存与流转、现场质量控制与保证、现场人员防护和污染应急处理、检测分析方法、实验室质量控制等可遵照GB/T 32722、HJ 168、HJ/T 166、HJ25.1、HJ25.2、HJ25.5中相关规定执行。

8 确定评价标准

8.1 当稳定化后污染土壤进入生活垃圾填埋场时，评价标准执行《生活垃圾填埋场污染控制标准》(GB 16889)

8.2 当稳定化后污染土壤进行原位回填或不规范处置堆存时，评价标准应满足《地下水环境质量标准》GB/T 14848 中 IV 类水质标准和堆存地点对应《地表水环境质量标准》GB 3838 中环境功能区规定的水质标准。若污染土壤处置地环境涉及饮用水源地和自然保护区等环境敏感点时，则应根据稳定化后污染土壤对地下水和地表水的影响情况，分别或同时满足地下水环境质量标准 GBT14848 和 GB3838 中相应标准限值。

8.3 当稳定化后污染土壤用作绿化用土时，评价标准可采用通过合理性论证的土壤处置或利用方案中确定的生物有效态限值。

8.4 当稳定化后污染土壤用作路基材料时，评价标准应分别或同时满足 GBT14848 中 IV 类和地表水环境功能区对应的 GB3838 中标准

8.5 评估标准应根据修复后污染土壤最终去向或用途确定，若同一处置情景下，适用多个标准限值时，取最低限值

9 效果评价

9.1 根据稳定化处理后污染土壤在不同处置或安全利用情景下适用的评价标准值，采用逐一对比和统计分析的方法对土壤样品中污染物浸出浓度进行评估。原则上统计分析方法应在单个基坑或单个修复区域中使用。

9.2 当样品数量小于 30 时，应将检测值与评价标准值逐个对比，若样品中所有目标污染物的浸出浓度均低于或等于评估标准值时，则认为该样品代表的土壤的稳定化处理是合格的；若样品中有一种或多种目标污染物的浸出浓度高于评估标准值时，则认为是不合格的。

9.3 当样品数量大于或等于 30 时，可采用逐个对比法或统计分析方法进行评价。采用统计分析法时，当样品中污染物浸出浓度均值的 95%置信上限低于或等于评估标准值时，且样品浸出浓度的最大值不超过评价标准值的 2 倍时，则认为该样品代表的土壤的稳定化处理是合格的；否则就是不合格的。

9.4 对于样品的浸出浓度未检出时，可用方法检测限值或仪器检测限值进行统计分析。