

ICS 13.080

Z 18

# 团 体 标 准

T/ACEF□□□-2023

## 建设用地污染土壤固化/稳定化效果 评估指南

Verification guidelines for solidification/stabilization of  
contaminated soil of development land

(送审稿)

2023-□□-□□ 发布

2023-□□-□□ 实施

中 华 环 保 联 合 会 发布

# 目 次

1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	2
4 基本要求.....	4
5 评估指标与方法选择.....	5
6 评估标准选择.....	6
7 评估报告编制.....	7
附 录 A（资料性）.....	9
附 录 B（资料性）.....	14
附 录 C（资料性）.....	8
附 录 D（资料性）.....	9
附 录 E（资料性）.....	18

## 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这些专利的责任。

本文件由中华环保联合会归口管理。

本文件由中国环境科学研究院、生态环境部土壤与农业农村生态环境监管技术中心、北京市科学技术研究院资源环境研究所、中华环保联合会绿色技术发展专业委员会提出。

本文件主编单位：

本文件参编单位：

本文件主要起草人：

# 建设用地污染土壤固化/稳定化效果评估指南

## 1 范围

本文件提供了建设用地污染土壤固化/稳定化效果评估的内容、程序、方法和技术要求等信息，适用于建设用地污染土壤固化/稳定化修复工程，可为该类工程项目修复效果评估提供依据和技术指导。

本文件给出了固化/稳定化效果评估的适用范围建议，即适用于重金属（铅、锌、铜、镉、铬、汞、砷和镍）、半挥发有机物（多环芳烃、多氯联苯、长链润滑油（ $>C_{28}$ ）和二噁英），不适用于挥发性有机物污染土壤和放射性污染土壤，以及农用地污染土壤。

## 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。

GB 3838	地表水环境质量标准
GB 8978	污水综合排放标准
GB/T 14848	地下水质量标准
GB 16889	生活垃圾填埋场污染控制标准
GB 18599	一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准
GB/T 50082	普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准
GB/T 50123	土工试验方法标准
GB/T 50218	工程岩体分级标准
GB/T 50266	工程岩体试验方法标准
GB 50286	堤防工程设计规范
GB 50869	生活垃圾卫生填埋处理技术规范
CJT 340	绿化种植土壤
HJ 25.5	污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则
HJ/T 299	固体废物浸出毒性浸出方法 硫酸硝酸法
HJ/T 300	固体废物浸出毒性浸出方法 醋酸缓冲溶液法
HJ 557	固体废物浸出毒性浸出方法 水平振荡法
HJ 682	建设用地土壤污染风险管控和修复术语
HJ 761	固体废物 有机质的测定 灼烧减量法
HJ 1282	污染土壤修复工程技术规范 固化/稳定化
JDG D30	公路路基设计规范

JTG 3430	公路土工试验规程
JTG E51	公路工程无机结合料稳定材料试验规程
NY/T 1121.16	土壤检测 第16部分：土壤水溶性盐总量的测定标准

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

#### 3.1

##### **固化/稳定化 solidification/stabilization**

将污染土壤与水泥等胶凝材料或稳定化药剂相混合，通过形成晶格结构或化学键等，将土壤中污染物固定在固体结构中或者捕获，从而降低有害组分的移动性或浸出性的过程。固化通过采用结构完整性的整块固体将污染物密封起来以降低其物理有效性，而稳定化则降低了污染物的化学有效性。

[来源：HJ 1282]

##### 3.1.1

##### **原位固化/稳定化 in-situ solidification/stabilization**

不移动土壤，直接在发生污染的位置进行固化/稳定化的过程。

[来源：HJ 1282]

##### 3.1.2

##### **异位固化/稳定化 ex-situ solidification/stabilization**

将受污染的土壤从发生污染的位置挖掘出来，搬运或转移到其它位置或场所进行固化/稳定化的过程。

[来源：HJ 1282]

#### 3.2

##### **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浸取，并测定浸出液中污染物浓度或浸出总量的过程。

[来源：HJ 1282]

#### 3.3

##### **修复目标 remediation target**

由地块环境调查和风险评估确定的目标污染物对人体健康和环境不产生直接或潜在危害，或不具有环境风险的污染修复终点。

[来源：HJ 25.5]

## 3.4

**评估标准 assessment criteria**

评估污染土壤是否达到环境和健康安全的标准或准则，本指南所指评估标准包括目标污染物浓度达到修复目标值、二次污染物不产生风险、工程性能指标达到规定要求等准则。

[来源：HJ 25.5，有修改]

## 3.5

**无侧限抗压强度 unconfined compressive strength**

固化/稳定化土壤在无侧向压力条件下，抵抗轴向压力的极限强度。

[来源：HJ 1282，有修改]

## 3.6

**渗透系数 permeability coefficient**

固化/稳定化土壤在单位水压梯度下，水分通过垂直于水流方向单位截面的速度。

[来源：HJ 1282，有修改]

## 3.7

**抗冻融等级 resistance class to freezing-thawing**

用冻融循环法测得的最大冻融循环次数来划分的固化/稳定化土壤的抗冻融性能等级。

[来源：GB/T 50082，有修改]

## 3.8

**抗干湿等级 resistance class to drying-wetting**

用干湿交替法测得的最大干湿循环次数来划分的固化/稳定化土壤的抗干湿等级。

[来源：GB/T 50082，有修改]

## 3.9

**压实度 degree of compaction**

固化/稳定化土壤压实后的干密度与标准最大干密度之比，以百分比表示。

[来源：JTG D30，有修改]

## 3.10

**回弹模量 modulus of resilience**

固化/稳定化土壤在荷载作用下，产生的竖向应力与其相应的回弹应变之比。

[来源：JTG 3430，有修改]

## 3.11

**抗剪强度 shear strength**

固化/稳定化土壤在剪切面上所承受的极限剪应力。

[来源：JTG 3430，有修改]

### 3.12

**加州承载比** california bearing ratio

土壤贯入量达到规定值时，单位压力与标准碎石压入相同贯入量时标准荷载强度的比值。

[来源：JTG 3430，有修改]

### 3.13

**碳化时间** carbonation time

一定浓度 (20%以内) 的二氧化碳气体对固化/稳定化土壤的侵蚀时间。

[来源：GB/T 50082，有修改]

## 4 基本要求

### 4.1 基本原则

4.1.1 建设用地污染土壤固化/稳定化效果评估指南应对固化/稳定化后土壤污染风险可接受水平、固化/稳定化效果进行科学、系统地评估。

4.1.2 固化/稳定化处理的土壤经效果评估达到标准后优先进行资源化利用，需要送一般工业固废等填埋场处置的，应符合该类填埋场的污染控制要求。

### 4.2 评估程序

4.2.1 固化/稳定化效果评估指标和方法应根据最终处置方式 (固化、稳定化)、用途 (回填、路基、绿化等) 或接受地的相关要求来确定。固化/稳定化效果评估还应依据我国不同区域实际情况设置评估参数，开展长效性监测，以保证在预期时间范围内固化/稳定化效果持久有效。

4.2.2 固化/稳定化后土壤中污染物的浸出浓度应达到接受地地下水、地表水或周边土壤对应标准值或不会对其造成危害。固化/稳定化后土壤卫生填埋时，应满足入场要求；资源化利用应满足利用情景的相关要求。

4.2.3 效果评估报告编制参照 HJ 25.5 要求，并补充评估指标和方法、评估标准选择及后期环境监管建议等内容。固化/稳定化土壤效果评估工作流程如图 1 所示。

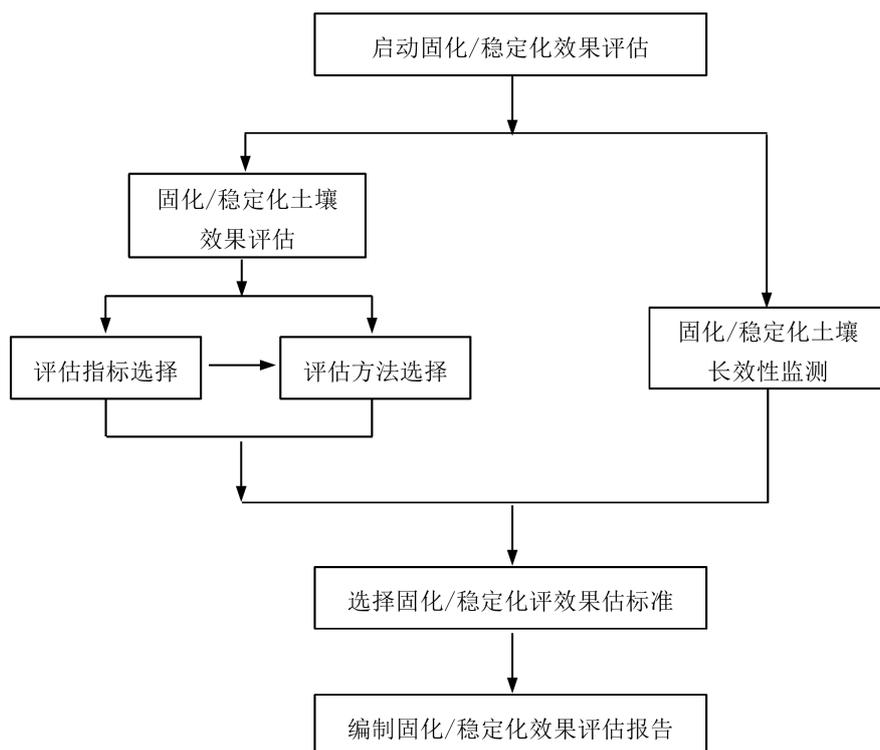


图 1 固化/稳定化土壤效果评估工作流程

## 5 评估指标与方法选择

### 5.1 一般规定

5.1.1 具体应用情景的评估指标与方法，依据固化/稳定化方式、固化/稳定化土壤再处置利用情景确定。固化/稳定化土壤通常需要评估浸出毒性、长效性、抗冻融、抗干湿和碳化性能指标。评估指标与方法选择参考附录 A。

5.1.2 除卫生填埋外，固化土壤污染物浸出浓度评估方法参考附录 B，长效性监测方法参考附录 C；稳定化土壤污染物浸出浓度评估方法参考 HJ/T 299，长效性监测方法参考附录 D。

5.1.3 固化/稳定化后土壤评估抗冻融性能时，测定方法参考 JTG 3430。

5.1.4 固化/稳定化后土壤评估抗干湿性能时，测定方法参考 JTG 3430。

5.1.5 异位固化/稳定化后土壤用作再开发填土（广场、停车场）、河道堤坝、护坡/护岸、路基用土、绿化用土，需要评估碳化性能，测定方法参考 GB/T 50082。

### 5.2 不同应用情景的评估指标与方法

5.2.1 原位固化/稳定化土壤、异位固化/稳定化后土壤原位回填或用作再开发填土（广场、停车场）时，固化土壤需评估无侧限抗压强度、渗透系数，测定方法参考 GB/T 50123。

5.2.2 异位固化/稳定化后土壤用作河道堤坝或护坡/护岸时，固化/稳定化土壤位置应处于河道长期稳定的水位线以上。评估指标包括无侧限抗压强度、渗透系数，测定方法参考 GB/T 50123。

5.2.3 异位固化/稳定化后土壤用作公路路基时，评估指标包括如下：加州承载比、压实度，测定方法参考 JTG 3430；无侧限抗压强度、渗透系数和回弹模量，测定方法参考 JTG E51；抗剪强度根据现场原位试验确定，测定方法参考 GB/T 50266，当无条件进行试验时，测定方法参考 GB/T 50218 和 JDG D30 综合确定。

5.2.4 异位固化/稳定化后土壤用作绿化用土时，评估指标及方法参考 CJT 340。

5.2.5 异位固化/稳定化后土壤进入填埋场

a) 进入生活垃圾填埋场时，浸出浓度评估方法参考 HJ 300。无侧限抗压强度、十字板抗剪强度和渗透系数测定方法参考 GB/T 50123。

b) 进入工业固体废弃物填埋场时，浸出浓度评估方法参考 HJ 557。有机质和水溶性盐总量测定方法分别参考 HJ 761 和 NY/T 1121.16。

## 6 评估标准选择

### 6.1 一般规定

6.1.1 固化/稳定化后污染土壤的评估标准值应根据其最终去向或用途确定，若同一处置情景下，适用多个标准中浓度限值时，取最低限值。评估标准选择参考附录 E。

6.1.2 固化/稳定化后土壤抗冻融等级不少于 10 次，冻融后固化/稳定化土壤满足指南评估标准。

6.1.3 固化/稳定化后土壤抗干湿等级不少于 5 次，干湿循环后固化/稳定化土壤满足指南评估标准。

6.1.4 异位固化/稳定化后土壤用作再开发填土（广场、停车场）、河道堤坝、护坡/护岸、路基用土、绿化用土时，碳化时间不少于 28d，碳化后固化/稳定化土壤满足指南评估标准。

### 6.2 不同应用情景的评估标准

6.2.1 原位固化/稳定化土壤、异位固化/稳定化后土壤原位回填或用作再开发填土（广场、停车场）时，污染物浸出浓度应达到 GB/T 14848 IV 类及 IV 类以上的标准限值要求，并满足地下水用途要求。采用固化技术时，无侧限抗压强度和渗透系数满足 HJ 1282 规定。

6.2.2 异位固化/稳定化后土壤用作河道堤坝或护坡/护岸时，浸出浓度应达到 GB 3838 IV 类及 IV 类以上的标准限值要求，并满足地表水用途要求；若附近 2000 m 范围内存在饮用水源地，浸出浓度应达到 GB 3838 集中式生活饮用水地表水源地特定项目标准限值。无侧限抗压强度、渗透系数满足 GB 50286 要求。

6.2.3 异位固化/稳定化后土壤用作公路路基时，浸出浓度应达到 GB/T 14848 IV 类及 IV 类以上的标准限值要求，并满足地下水用途要求。加州承载比、压实度、无侧限抗压强度、渗透

系数、回弹模量和抗剪强度满足 JTG D30 要求。

6.2.4 异位固化/稳定化后土壤用作绿化用土时，污染物浸出浓度应同时达到 GB/T 1484 和 GB 3838 IV 类及 IV 类以上的标准限值要求，并满足其用途要求；其他指标需满足 CJT 340 要求。

6.2.5 进入生活垃圾填埋场时，污染物浸出浓度应满足 GB 16889 要求。无侧限抗压强度、十字板抗剪强度和渗透系数满足 GB 50869 入场技术要求。

6.2.6 进入工业固体废弃物填埋场时，污染物浸出浓度应按 GB 18599 第 I 类一般工业固体废物规定判断，即污染物浸出浓度未超过 GB8978 最高允许排放浓度。有机质和水溶性盐总量满足 GB 18599 要求。

## 7 评估报告编制

效果评估报告按照效果评估的程序对污染土壤治理修复工程是否达到修复目标给出结论，并根据效果评估的结果，对该土壤后续的安全利用或风险管理提出建议。报告内容参照 HJ 25.5。

附录 A  
(资料性)

表 C.1 建设用地污染土壤固化/稳定化效果评估指标与方法

		浸出方法	无侧限抗压强度	渗透系数	回弹模量	加州承载比	压实度	抗剪强度	有机质	水溶性盐	其他
原位固化/稳定化 原位回填 再开发填土	固化	附录 D 或 HJ/T 299	GB/T 50123	GB/T 50123							
	稳定化										
河道堤坝或护坡/护岸			GB/T 50123	GB/T 50123							
公路路基			JTG E51	JTG E51	JTG E51	JTG 3430	JTG 3430	GB/T 50266 或 GB/T 50218 和 JDG D30			
绿化用土											CJT 340
生活垃圾填埋场		HJ 300	GB/T 50123	GB/T 50123				GB/T 50123			
工业固体废弃物填埋		HJ 557							HJ 761	NY/T 1121.16	

注：<sup>a</sup>固化土壤污染物浸出浓度评估方法参考附录 D，稳定化土壤污染物浸出浓度评估方法参考 HJ/T 299。

<sup>b</sup>固化/稳定化后土评估抗冻融性能时，测定方法参考 JTG 3430。

<sup>c</sup>固化/稳定化后土壤评估抗干湿性能时，测定方法参考 JTG 3430。

<sup>d</sup>异位固化/稳定化后土壤用作再开发填土（广场、停车场）、河道堤坝、护坡/护岸、路基用土、绿化用土时，需要评估碳化性能，测定方法参考 GB/T 50082。

<sup>e</sup>固化土壤长效性监测方法参考附录 A，稳定化土壤长效性监测方法参考附录 B。

## 附录 B (资料性)

### 固化土壤浸出毒性浸出方法 硫酸硝酸法

本方法规定了固化土壤浸出毒性的浸出程序及其质量保证措施，适用于固化土壤样品中有机物和无机物的浸出毒性鉴别。

#### C.1 试剂

C.1.1 试剂水：使用复合待测物分析方法标准中所要求的纯水。

C.1.2 浓硫酸：优级纯。

C.1.3 浓硝酸：优级纯。

C.1.4 浸提剂：将质量为 2:1 的浓硫酸和浓硝酸混合溶液加入至试剂水 (1 L 水约 2 滴混合液) 中，使 pH 为  $3.20 \pm 0.05$ 。该浸提剂用于测定样品中重金属和半挥发性有机物的浸出毒性。

#### C.2 仪器设备

C.2.1 振荡设备：转速为  $30 \pm 2$  r/min 的翻转式振荡装置。

C.2.2 提取容器：2 L 具旋盖和内盖的广口瓶 (瓶口直径不小于 5 cm)，用于浸出样品非挥发性和半挥发性物质。提取瓶应由不能浸出或吸收样品所含成分的惰性材料制成。分析无机物时，可使用玻璃瓶或聚乙烯瓶；分析有机物时，可使用玻璃瓶或聚四氟乙烯瓶。

##### C.2.2 过滤装置

C.2.2.1 真空过滤器或正压过滤器：容积  $\geq 1$  L。

C.2.2.2 滤膜：玻璃纤维滤膜或微孔滤膜，孔径 0.6~0.8  $\mu\text{m}$ 。

C.2.3 pH 计：在 25  $^{\circ}\text{C}$  时，精度为  $\pm 0.05$  pH。

C.2.4 实验天平：精度为  $\pm 0.01$  g。

C.2.5 烧杯或锥形瓶：玻璃，500 mL。

C.2.6 表面皿：直径可盖住烧杯或锥形瓶。

### C.3 样品的保存和处理

C.3.1 固化土壤样品为边长 5 cm 的立方体固化块。

C.3.2 除非冷藏会使样品性质发生不可逆改变，样品应于 4 °C 冷藏保存。

C.3.3 用于金属分析的浸出液在储存之前应用硝酸酸化至  $\text{pH} < 2$ ；用于有机成分分析的浸出液在贮存过程中不能接触空气，即零顶空保存。

### C.4 浸出步骤

C.4.1 将固化土壤样品置于 2 L 提取瓶中，按液固比为 10:1 (L/kg) 计算出所需浸提剂的体积，加入浸提剂，盖紧瓶盖后固定在翻转式振荡器上，调节转速为  $30 \pm 2 \text{ r/min}$ ，于  $23 \pm 2 \text{ °C}$  下振荡  $18 \pm 2 \text{ h}$ 。在振荡过程中有气体产生时，应定时在通风橱中打开提取瓶，释放过度的压力。

C.4.2 在压力过滤器上装好滤膜，用稀硝酸淋洗过滤器和滤膜，弃掉淋洗液，过滤并收集浸出液，于 4 °C 下保存。

C.4.3 除非消解会造成待测金属损失，用于金属分析的浸出液应按分析方法的要求进行消解。

### C.5 质量保证

C.5.1 分析仪器应经过国家计量认证，并在有效试用期内。

C.5.2 每做 20 个样品或每批样品至少做一个空白。将浸提剂按照 4.1~4.3 步骤进行浸提分析。

C.5.2 每批样品至少做一个加标回收样品。取过筛后的待测样品，分成相同的两份。向其中一份中加入已知量的待测物质，按照 4 规定步骤进行浸提分析，计算待测物的百分回收。

C.5.4 样品浸出实验应在表 C.1 所规定的时间内完成。

表 C.1 样品的最大保留时间 (d)

物质类别	从野外采集到浸出	从浸出到预处理	从预处理到定量分析	总实验周期
半挥发性物质	14	7	40	61
汞	28	—	28	56
汞以外的金属	180	—	180	360

## 附录 C (资料性)

### 固化土壤浸出毒性长期监测方法 槽浸出法

本方法规定了固化土壤浸出毒性长期监测的浸出程序及其质量保证措施，适用于固化土壤长效性监测效果评估。

#### A.1 试剂

A.1.1 试剂水：使用复合待测物分析方法标准中所要求的纯水。

A.1.2 浓硫酸：优级纯。

A.1.3 浓硝酸：优级纯。

A.1.4 浸提剂：将质量为 2:1 的浓硫酸和浓硝酸混合溶液加入到试剂水中，使 pH 为当地近三年降雨平均 pH 值。

#### A.2 仪器设备

##### A.2.1 浸出装置

A.2.1.1 浸出槽：三联式，单个槽边长为 10 cm 的立方体，壁厚 5 mm，用于浸出样品非挥发性和半挥发性物质。浸出装置应由不能浸出或吸收样品所含成分的惰性材料制成。分析无机物时，可使用玻璃瓶或聚乙烯瓶；分析有机物时，可使用玻璃瓶或聚四氟乙烯瓶。

A.2.1.2 进水空：浸出槽上表面设置进水圆孔，孔径为 3 cm，厚度 1 cm。底部设置圆形分流孔，直径 4 cm，厚度 1 cm，保证进水均匀散开。

A.2.1.3 出水孔：浸出槽侧壁靠底部设置一个出水孔，孔径 1 cm。

A.2.1.4 底座：固化土壤底座长、宽 7 cm，高 0.5 cm。

##### A.2.2 过滤装置

A.2.2.1 真空过滤器或正压过滤器：容积  $\geq 1$  L。

A.2.2.2 滤膜：玻璃纤维滤膜或微孔滤膜，孔径 0.6~0.8  $\mu\text{m}$ 。

A. 2. 3 pH 计：在 25 °C 时，精度为±0.05 pH。

A. 2. 4 实验天平：精度为±0.01 g。

A. 2. 5 烧杯或锥形瓶：玻璃，500 mL。

A. 2. 6 表面皿：直径可盖住烧杯或锥形瓶。

### A. 3 样品的保存和处理

A. 3. 1 固化土壤样品为边长 5 cm 的立方体固化块。

A. 3. 2 除非冷藏会使样品性质发生不可逆改变，样品应于 4 °C 冷藏保存。

A. 3. 3 用于金属分析的浸出液在储存之前应用硝酸酸化至 pH<2；用于有机成分分析的浸出液在贮存过程中不能接触空气，即零顶空保存。

### A. 4 浸出步骤

采用槽浸出实验，模拟固化土壤在自然条件下的长期浸出行为，考察浸出时间超过 30 d 的污染物的浸出特征，评估固化土壤的长效性。

A. 4. 1 将立方体固化块置于浸出槽中，样品与各内壁间距不小于 2 cm。

A. 4. 2 向浸出装置中添加浸提剂，确保浸提剂浸没固化样品不小于 2 cm，记录浸提剂体积。

A. 4. 3 分别在 1、5、10、15、20 和 30 d，排出并收集浸出液，排空后向浸出装置中加入相同等体积的浸提剂。

A. 4. 4 在压力过滤器上装好滤膜，用稀硝酸淋洗过滤器和滤膜，弃掉淋洗液，过滤并收集浸出液，于 4 °C 下保存。

A. 4. 5 测定浸出液的污染物浓度，计算并记录 6 次污染物浸出浓度的平均值。

A. 4. 6 除非消解会造成待测金属损失，用于金属分析的浸出液应按分析方法的要求进行消解。

### A. 5 质量保证

A. 5. 1 分析仪器应经过国家计量认证，并在有效试用期内。

A. 5. 2 每做 10 个样品或每批样品至少做一个空白。将浸提剂按照 4. 1~4. 3 步骤进行浸提分析。

A. 5. 3 每批样品至少做一个加标回收样品。取过筛后的待测样品，分成相同的两份。向其中一份中加入已知量的待测物质，按照 4 规定步骤进行浸提分析，计算待测物的百分回收。

A. 5. 4 样品浸出实验应在表 A. 1 所规定的时间内完成。

表 A. 1 样品的最大保留时间 (d)

物质类别	从野外采集到浸出	从浸出到预处理	从预处理到定量分析	总实验周期
半挥发性物质	14	7	40	61
汞	28	—	28	56
汞以外的金属	180	—	180	360

附 录 D  
(资料性)

稳定化土壤浸出毒性长期监测方法 柱淋溶法

本方法规定了稳定化土壤浸出毒性长期监测的浸出程序及其质量保证措施，适用于稳定化土壤长效性监测效果评估。

**B.1 试剂**

B.1.1 试剂水：使用复合待测物分析方法标准中所要求的纯水。

B.1.2 浓硫酸：优级纯。

B.1.3 浓硝酸：优级纯。

B.1.4 浸提剂：将质量为 2:1 的浓硫酸和浓硝酸混合溶液加入到试剂水中，使 pH 为当地近 3 年降雨平均 pH 值。浸提剂体积取当地近 3 年降雨量平均值。

**B.2 仪器设备**

**B.2.1 淋溶装置**

B.2.1.1 淋溶柱：柱体内径 5 cm，壁厚 7 mm，柱体高度 20 cm，用于浸出样品非挥发性和半挥发性物质。淋溶柱应由不能浸出或吸收样品所含成分的惰性材料制成。分析无机物时，可使用玻璃瓶或聚乙烯瓶；分析有机物时，可使用玻璃瓶或聚四氟乙烯瓶。

B.2.1.2 法兰：为增加柱体稳定性，在淋溶柱底部和顶部分别黏结一个空心法兰盲板，内径与柱体外径一致，法兰上设置 6 个螺栓口。法兰外径 12.5 cm，厚度 1 cm，宽度 3 cm。

B.2.1.3 淋溶柱盖：1 cm 厚圆板，直径 12.5 cm，与法兰外径一致。柱体与盖体外径吻合处加置橡胶圈，用以加强盖与柱体间密闭性。安装时，将螺栓套入柱体盖和法兰的螺栓口中，并拧紧。

B.2.1.4 入流、出流衔接：淋溶柱摆正后，浸提剂于柱体下端进入，并与待测土壤发生反应。反应后淋溶液在柱体上端流出。柱体盖下端和上端分别安置入流管和出流管接口。

B. 2. 1. 5 石英砂：在填充淋溶柱时，柱体上端和下端设置 1 cm 厚凹槽，用于铺设石英砂。

#### B. 2. 2 过滤装置

B. 2. 2. 1 真空过滤器或正压过滤器：容积 $\geq 1$  L。

B. 2. 2. 2 滤膜：玻璃纤维滤膜或微孔滤膜，孔径 0. 6~0. 8  $\mu\text{m}$ 。

B. 2. 3 pH 计：在 25  $^{\circ}\text{C}$ 时，精度为 $\pm 0. 05$  pH。

B. 2. 4 实验天平：精度为 $\pm 0. 01$  g。

B. 2. 5 烧杯或锥形瓶：玻璃，500 mL。

B. 2. 6 表面皿：直径可盖住烧杯或锥形瓶。

### B. 3 样品的保存和处理

B. 3. 2 除非冷藏会使样品性质发生不可逆改变，样品应于 4  $^{\circ}\text{C}$ 冷藏保存。

B. 3. 3 用于金属分析的浸出液在储存之前应用硝酸酸化至  $\text{pH} < 2$ ；用于有机成分分析的浸出液在贮存过程中不能接触空气，即零顶空保存。

### B. 4 浸出步骤

#### B. 4. 1 含水率测定

B. 4. 1. 1 称取 50~100 g 样品置于具盖容器中，于 105  $^{\circ}\text{C}$ 下烘干，恒重至两次称量值的误差小于 $\pm 1\%$ ，计算样品含水率。

B. 4. 1. 2 样品中含有初始液相时，应将样品进行压力过滤，再测定滤渣的含水率，并根据总样品量（初始液相与滤渣重量之和）计算样品中的干固体百分率。

B. 4. 1. 3 进行含水率测定后的样品，不得用于浸出毒性试验。

#### B. 4. 2 样品破碎

B. 4. 2. 1 样品颗粒应可以通过 9. 5 mm 孔径的筛，对于粒径大的颗粒可通过破碎、切割或碾磨降低粒径。

B.4.2.2 测定样品中挥发性有机物时，为避免过筛时待测成分有损失，应使用刻度尺测量粒径：样品和降低粒径所用工具应进行冷却，并尽量避免将样品暴露在空气中。

### B.4.3 淋溶柱填装

B.4.3.1 采用 1 mol/L 稀硝酸清洗淋溶柱内壁，再用去离子水清洗。安装淋溶柱底部法兰盲板，在底部凹槽处填装 20~30 目石英砂，称重。

B.4.3.2 分 5 次填装土壤，每次用玻璃棒轻轻捣夯实，确保样品均匀填装并呈水平，填装完毕后称重，计算土壤样品添加质量。

B.4.3.3 在顶部凹槽中填装 20~30 目的石英砂，并安装法兰盲板，固定。

B.4.4 将入流管和淋溶柱底部入口连接，并与蠕动泵连接。利用蠕动泵将浸提剂徐徐泵入样品中，流速  $q \leq am$ ，其中  $a$  为 0.025 L/(kg·h)， $m$  为土壤样品质量。

B.4.5 观察出水口状况，当出水口有淋溶液出现时，视为土柱达到水饱和状态，进一步开展浸出实验，收集淋溶液。

B.4.6 在压力过滤器上装好滤膜，用稀硝酸淋洗过滤器和滤膜，弃掉淋洗液，过滤并收集淋溶液，于 4 °C 下保存，测定淋溶液的污染物浓度。

B.4.7 除非消解会造成待测金属损失，用于金属分析的浸出液应按分析方法的要求进行消解。

### B.5 质量保证

B.5.1 分析仪器应经过国家计量认证，并在有效试用期内。

B.5.2 每做 10 个样品或每批样品至少做一个空白。将浸提剂按照 4.1~4.5 步骤进行浸提分析。

B.5.3 每批样品至少做一个加标回收样品。取过筛后的待测样品，分成相同的两份。向其中一份中加入已知量的待测物质，按照 4 规定步骤进行浸提分析，计算待测物的百分回收。

B.5.4 样品浸出实验应在表 B.1 所规定的时间内完成。

表 B.1 样品的最大保留时间 (d)

物质类别	从野外采集到浸出	从浸出到预处理	从预处理到定量分析	总实验周期
半挥发性物质	14	7	40	61
汞	28	—	28	56
汞以外的金属	180	—	180	360

附录 E  
(资料性)

		浸出标准	无侧限抗压强度	渗透系数	回弹模量	加州承载比	压实度	抗剪强度	有机质	水溶性盐	其他
原位固化/稳定化 原位回填 再开发填土	固化	GB/T 14848 IV 类及 IV 类以上的标准限值，并满足地下水用途要求。	HJ 1282	HJ 1282							
	稳定化										
河道堤坝或护坡/护岸		GB3838 IV 类及 IV 类以上的标准限值要求，并满足地表水用途要求；若附近 200 m 范围内存在饮用水源地，浸出浓度应达到 GB3838 集中式生活饮用水地表水源地特定项目标准限值。	GB 50286	GB 50286							
公路路基		GB/T 14848 IV 类及 IV 类以上的标准限值要求，并满足地下水用途要求。	JTG D30	JTG D30	JTG D30	JTG D30	JTG D30	JTG D30			
绿化用土		GB/T 14848 和 GB3838 IV 类及 IV 类以上的标准限值要求，并满足其用途要求。									CJT 340
生活垃圾填埋场		GB 16889	GB 50869	GB 50869				GB 50869			
工业固体废物填埋		满足 GB 8978 第 I 类一般工业固体废物。							GB 18599	GB 18599	

表 E.1 建设用地污染土壤固化/稳定化效果评估标准

注：<sup>a</sup> 固化/稳定化后土壤抗冻融等级不少于 10 次，冻融后固化/稳定化土壤满足指南评估标准。

<sup>b</sup> 固化/稳定化后土壤抗干湿等级不少于 5 次，干湿循环后固化/稳定化土壤满足指南评估标准。

<sup>c</sup> 异位固化/稳定化后土壤用作再开发填土（广场、停车场）、河道堤坝、护坡/护岸、路基用土、绿化用土时，碳化时间不少于 28d，碳化后固化/稳定化土壤满足指南评估标准。