

中华人民共和国国家环境保护标准

HJ 25.4—2019

代替 HJ 25.4-2014

建设用地土壤修复技术导则

Technical guidelines for soil remediation of land for construction

(发布稿)

本电子版为发布稿。请以中国环境出版集团出版的正式标准文本为准。

2019-12-5 发布

2019-12-5 实施

生态环境部 发布

目 次

| | |
|-------------------------------|----|
| 前 言..... | ii |
| 1 适用范围..... | 1 |
| 2 规范性引用文件..... | 1 |
| 3 术语和定义..... | 1 |
| 4 基本原则和工作程序..... | 2 |
| 5 选择修复模式..... | 3 |
| 6 筛选修复技术..... | 4 |
| 7 制定修复方案..... | 4 |
| 8 编制修复方案..... | 5 |
| 附录 A（资料性附录） 地块土壤修复方案编制大纲..... | 7 |

前 言

根据《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国土壤污染防治法》，为保障人体健康，保护生态环境，加强建设用地环境监督管理，规范建设用地土壤修复方案编制，制定本标准。

本标准规定了建设用地土壤修复方案编制的基本原则、程序、内容和技术要求。

本标准附录 A 为资料性附录。

本标准首次发布于 2014 年，此次为第一次修订。此次修订的主要内容包括：

- 1.标准名称由《污染场地土壤修复技术导则》修改为《建设用地土壤修复技术导则》；
- 2.适用范围参照标准名称作相应修改；
- 3.增加了规范性引用文件《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（GB 36600），更新了规范性引用文件的其他标准相关内容；
- 4.删除了“场地”和“潜在污染场地”的术语和定义；
- 5.将“修复技术方案”和“修复方案”统一表述为“修复方案”，并明确修复方案与后续修复工程设计和施工的关系；
- 6.修改了“提出修复目标值”以及“选择修复模式”小节的内容；
- 7.将“修复工程验收”修改为“修复效果评估”。

本标准与以下标准同属建设用地土壤污染风险管控和修复系列环境保护标准：

- 《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ 25.1）；
- 《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ 25.2）；
- 《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ 25.3）；
- 《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则》（HJ 25.5）；
- 《污染地块地下水修复和风险管控技术导则》（HJ 25.6）。

自本标准实施之日起，《污染场地土壤修复技术导则》（HJ 25.4-2014）废止。

本标准由生态环境部土壤生态环境司、法规与标准司组织制订。

本标准主要起草单位：上海市环境科学研究院、生态环境部南京环境科学研究所、生态环境部环境标准研究所、轻工业环境保护研究所、沈阳环境科学研究所。

本标准生态环境部 2019 年 12 月 5 日批准。

本标准自 2019 年 12 月 5 日起实施。

本标准由生态环境部解释。

建设用地土壤修复技术导则

1 适用范围

本标准规定了建设用地土壤修复方案编制的基本原则、程序、内容和技术要求。
本标准适用于建设用地土壤修复方案的制定。地下水修复技术导则另行公布。
本标准不适用于放射性污染和致病性生物污染的土壤修复。

2 规范性引用文件

本标准内容引用了下列文件中的条款。凡是不注明日期的引用文件，其有效版本适用于本标准。

| | |
|----------|-----------------------|
| GB 36600 | 土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准 |
| HJ 25.1 | 建设用地土壤污染状况调查技术导则 |
| HJ 25.2 | 建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则 |
| HJ 25.3 | 建设用地土壤污染风险评估技术导则 |
| HJ 25.5 | 污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则 |

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

土壤修复 soil remediation

采用物理、化学或生物的方法固定、转移、吸收、降解或转化地块土壤中的污染物，使其含量降低到可接受水平，或将有毒有害的污染物转化为无害物质的过程。

3.2

修复目标 target for remediation

由土壤污染状况调查和风险评估确定的目标污染物对人体健康和生态受体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。

3.3

修复可行性研究 feasibility study for remediation

从技术、条件、成本效益等方面对可供选择的修复技术进行评估和论证，提出技术可行、经济可行的修复方案。

3.4

修复模式 remediation strategy

对地块进行修复的总体思路，包括原地修复、异地修复、异地处置、自然修复、污染阻隔、居民防护和制度控制等，又称修复策略。

4 基本原则和工作程序

4.1 基本原则

4.1.1 科学性原则

采用科学的方法，综合考虑地块修复目标、土壤修复技术的处理效果、修复时间、修复成本、修复工程的环境影响等因素，制定修复方案。

4.1.2 可行性原则

制定的地块土壤修复方案要合理可行，要在前期工作的基础上，针对地块的污染性质、程度、范围以及对人体健康造成或生态环境造成的危害，合理选择土壤修复技术，因地制宜制定修复方案，使修复目标可达，且修复工程切实可行。

4.1.3 安全性原则

制定地块土壤修复方案要确保地块修复工程实施安全，防止对施工人员、周边人群健康以及生态环境产生危害和二次污染。

4.2 工作程序

地块土壤修复方案编制的工作程序如图 1 所示。

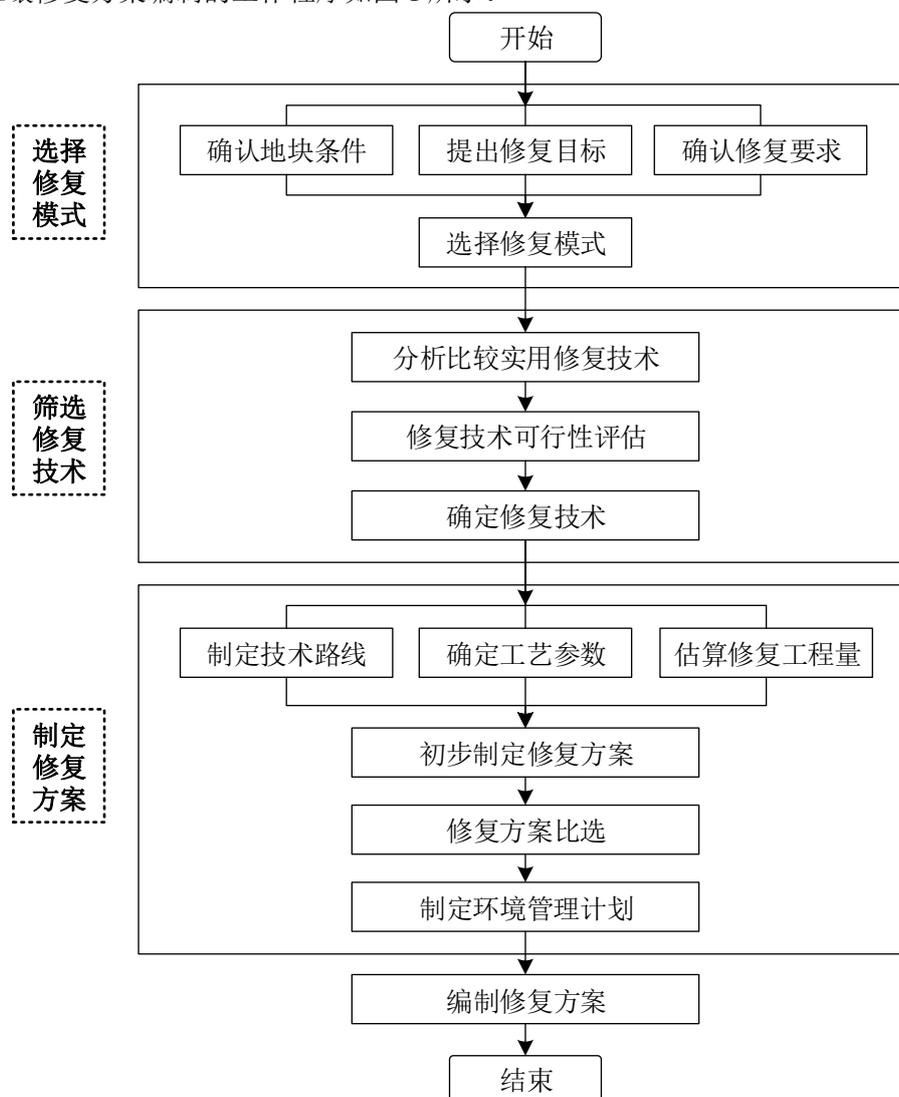


图 1 地块土壤修复方案编制程序

地块土壤修复方案编制分为以下三个阶段：

4.2.1 选择修复模式

在分析前期污染土壤污染状况调查和风险评估资料的基础上，根据地块特征条件、目标污染物、修复目标、修复范围和修复时间长短，选择确定地块修复总体思路。

4.2.2 筛选修复技术

根据地块的具体情况，按照确定的修复模式，筛选实用的土壤修复技术，开展必要的实验室小试和现场中试，或对土壤修复技术应用案例进行分析，从适用条件、对本地块土壤修复效果、成本和环境安全性等方面进行评估。

4.2.3 制定修复方案

根据确定的修复技术，制定土壤修复技术路线，确定土壤修复技术的工艺参数，估算地块土壤修复的工程量，提出初步修复方案。从主要技术指标、修复工程费用以及二次污染防治措施等方面进行方案可行性比选，确定经济、实用和可行的修复方案。

5 选择修复模式

5.1 确认地块条件

5.1.1 核实地块相关资料

审阅前期按照 HJ 25.1 和 HJ 25.2 完成的土壤污染状况调查报告和按照 HJ 25.3 完成的地块风险评估报告等相关资料，核实地块相关资料的完整性和有效性，重点核实前期地块信息和资料是否能反映地块目前实际情况。

5.1.2 现场考察地块状况

考察地块目前现状情况，特别关注与前期土壤污染状况调查和风险评估时发生的重大变化，以及周边环境敏感目标的变化情况。现场考察地块修复工程施工条件，特别关注地块用电、用水、施工道路、安全保卫等情况，为修复方案的工程施工区布局提供基础信息。

5.1.3 补充相关技术资料

通过核查地块已有资料和现场考察地块状况，如发现不能满足修复方案编制基础信息要求，应适当补充相关资料。必要时应当开展补充监测，甚至进行补充性土壤污染状况调查和风险评估，相关技术要求参考 HJ 25.1、HJ 25.2 和 HJ 25.3。

5.2 提出修复目标

通过对前期获得的土壤污染状况调查和风险评估资料进行分析，结合必要的补充调查，确认地块土壤修复的目标污染物、修复目标值和修复范围。

5.2.1 确认目标污染物

确认前期土壤污染状况调查和风险评估提出的土壤修复目标污染物，分析其与地块特征污染物的关联性和与相关标准的符合程度。

5.2.2 提出修复目标值

分析比较按照 HJ 25.3 计算的土壤风险控制值、GB 36600 规定的筛选值和管制值、地块所在区域土壤中目标污染物的背景含量以及国家和地方有关标准中规定的限值，结合目标污染物形态与迁移转化规律等，合理提出土壤目标污染物的修复目标值。

5.2.3 确认修复范围

确认前期土壤污染状况调查与风险评估提出的土壤修复范围是否清楚，包括四周边界和污染土层深度分布，特别要关注污染土层异常分布情况，比如非连续性自上而下分布。依据土壤目标污染物的修复目标值，分析和评估需要修复的土壤量。

5.3 确认修复要求

与地块利益相关方进行沟通，确认对土壤修复的要求，如修复时间、预期经费投入等。

5.4 选择修复模式

根据地块特征条件、修复目标和修复要求，选择确定地块修复总体思路。永久性处理修复优先于处置，即显著地减少污染物数量、毒性和迁移性。鼓励采用绿色的、可持续的和资源化修复。治理与修复工程原则上应当在原址进行，确需转运污染土壤的，应确定运输方式、路线和污染土壤数量、去向和最终处置措施。

6 筛选修复技术

6.1 分析比较实用修复技术

结合地块污染特征、土壤特性和选择的修复模式，从技术成熟度、适合的目标污染物和土壤类型、修复的效果、时间和成本等方面分析比较现有的土壤修复技术优缺点，重点分析各修复技术工程应用的实用性。可以采用列表描述修复技术原理、适用条件、主要技术指标、经济指标和技术应用的优缺点等方面进行比较分析，也可以采用权重打分的方法。通过比较分析，提出1种或多种备选修复技术进行下一步可行性评估。

6.2 修复技术可行性评估

6.2.1 实验室小试

可以采用实验室小试进行土壤修复技术可行性评估。实验室小试要采集地块的污染土壤进行试验，应针对试验修复技术的关键环节和关键参数，制定实验室试验方案。

6.2.2 现场中试

如对土壤修复技术适用性不确定，应在地块开展现场中试，验证试验修复技术的实际效果，同时考虑工程管理和二次污染防范等。中试试验应尽量兼顾到地块中不同区域、不同污染浓度和不同土壤类型，获得土壤修复工程设计所需要的参数。

6.2.3 应用案例分析

土壤修复技术可行性评估也可以采用相同或类似地块修复技术的应用案例分析进行，必要时可现场考察和评估应用案例实际工程。

6.3 确定修复技术

在分析比较土壤修复技术优缺点和开展技术可行性试验的基础上，从技术的成熟度、适用条件、对地块土壤修复的效果、成本、时间和环境安全性等方面对各备选修复技术进行综合比较，选择确定修复技术，以进行下一步的制定修复方案阶段。

7 制定修复方案

7.1 制定土壤修复技术路线

根据确定的地块修复模式和土壤修复技术，制定土壤修复技术路线，可以采用单一修复技术制定，也可以采用多种修复技术进行优化组合集成。修复技术路线应反映地块修复总体思路和修复方式、修复工艺流程和具体步骤，还应包括地块土壤修复过程中受污染水体、气体和固体废物等的无害化处理处置等。

7.2 确定土壤修复技术的工艺参数

土壤修复技术的工艺参数应通过实验室小试和/或现场中试获得。工艺参数包括但不限于药剂投加量或比例、设备影响半径、设备处理能力、处理需要时间、处理条件、能耗、设备占地面积或作业区面积等。

7.3 估算地块土壤修复的工程量

根据技术路线，按照确定的单一修复技术或修复技术组合的方案，结合工艺流程和参数，估算每个修复方案的修复工程量。根据修复方案的不同，修复工程量可能是调查和评估阶段确定的土壤处理和处置所需工程量，也可能是方案涉及的工程量，还应考虑土壤修复过程中受污染水体、气体和固体废物等的无害化处理处置的工程量。

7.4 修复方案比选

从确定的单一修复技术及多种修复技术组合方案的主要技术指标、工程费用估算和二次污染防治措施等方面进行比选，最后确定最佳修复方案。

7.4.1 主要技术指标

结合地块土壤特征和修复目标，从符合法律法规、长期和短期效果、修复时间、成本和修复工程的环境影响等方面，比较不同修复方案主要技术指标的合理性。

7.4.2 修复工程费用

根据地块修复工程量，估算并比较不同修复方案所产生的修复费用，包括直接费用和间接费用。直接费用主要包括修复工程主体设备、材料、工程实施等费用，间接费用包括修复工程监测、工程监理、质量控制、健康安全防护和二次污染防治措施等费用。

7.4.3 二次污染防治措施

地块修复工程的实施，应首先分析工程实施的环境影响，并应根据土壤修复工艺过程和施工设备清洗等环节产生的废水、废气、固体废物，噪声和扬尘等环境影响，制定相关的收集、处理和处置技术方案，提出二次污染防治措施。综合比较不同修复方案二次污染防治措施有效性和可实施性。

7.5 制定环境管理计划

地块土壤修复工程环境管理计划包括修复工程环境监测计划和环境应急安全计划。

7.5.1 修复工程环境监测计划

修复工程环境监测计划包括修复工程环境监测、二次污染监控和修复效果评估中的环境监测。应根据确定的最佳修复方案，结合地块污染特征和地块所处环境条件，有针对性地制定修复工程环境监测计划。相关技术要求按照 HJ 25.2、HJ 25.5 执行。

7.5.2 环境应急安全计划

为确保地块修复过程中施工人员与周边居民的安全，应制定周密的地块修复工程环境应急安全计划，内容包括安全问题识别、需要采取的预防措施、突发事件时的应急措施、必须配备的安全防护装备和安全防护培训等。

8 编制修复方案

8.1 总体要求

修复方案要全面和准确地反映出全部工作内容。报告中的文字应简洁和准确，并尽量采用图、表和照片等形式描述各种关键技术信息，以利于后续土壤修复工程的设计与施工。

8.2 主要内容

修复方案应根据地块的环境特征和地块修复工程的特点选择附录 A 全部或部分内容进行编制。

附录A
(资料性附录)
地块土壤修复方案编制大纲

- 1 总论
 - 1.1 任务由来
 - 1.2 编制依据
 - 1.3 编制内容
- 2 地块问题识别
 - 2.1 所在区域概况
 - 2.2 地块基本信息
 - 2.3 地块环境特征
 - 2.4 地块污染特征
 - 2.5 土壤污染风险
- 3 地块修复模式
 - 3.1 地块修复总体思路
 - 3.2 地块修复范围
 - 3.3 地块修复目标
- 4 修复技术筛选
 - 4.1 土壤修复技术简述
 - 4.2 土壤修复技术可行性评估
- 5 修复方案设计
 - 5.1 修复技术路线
 - 5.2 修复技术工艺参数
 - 5.3 修复工程量估算
 - 5.4 修复工程费用估算
 - 5.5 修复方案比选
- 6 环境管理计划
 - 6.1 修复工程监理
 - 6.2 二次污染防范
 - 6.3 修复效果评估监测
 - 6.4 环境应急方案
- 7 成本效益分析
 - 7.1 修复费用
 - 7.2 环境效益、经济效益、社会效益
- 8 结论
 - 8.1 可行性研究结论

8.2 问题和建议