

附件 2

广东省污染地块治理与修复效果评 估技术指南

Technical guidelines for contaminated site remediation evaluation in
Guangdong province

目 录

前言.....	1
1 适用范围.....	2
2 引用文件.....	2
3 术语和定义.....	3
4 工作程序.....	4
5 资料整理与现场踏勘.....	9
6 效果评估采样布点要求.....	11
7 现场采样与实验室检测.....	16
8 修复效果评估方法.....	17
9 绿色可持续修复评估.....	18
10 效果评估报告编制.....	20
附录 A（资料性附录） 污染场地修复工程效果评估 t 检验方法.....	22
附录 B（资料性附录） 污染地块治理修复效果评估报告编写提纲.....	28
附录 C（资料性附录） 绿色可持续修复评估记录表.....	29

前 言

为加强污染地块环境保护监督管理，规范广东省开展污染地块治理工程，根据《中华人民共和国环境保护法》、《关于保障工业企业场地再开发利用环境安全的通知》（环发〔2012〕140号）、《关于加强工业企业关停、搬迁及原址场地再开发利用过程中污染防治》（环发〔2014〕66号）、《土壤污染防治行动计划》（国发〔2016〕31号）、《广东省土壤污染防治行动计划实施方案》（粤府〔2016〕145号）和《污染地块土壤环境管理办法》（环境保护部第42号令）等有关法律和通知的规定，结合广东省实际，制定本技术指南。

本技术指南规定了污染地块治理修复工程效果评估工作中的基本概念、工作程序、资料整理与现场踏勘、采样布点要求、实验室检测、效果评估、报告编制要求等。

广东省污染地块治理与修复效果评估技术指南

1 适用范围

本指南规定了污染地块治理修复工程效果评估的内容、程序、方法和技术要求。

本指南适用于污染地块范围内的污染土壤、地下水治理修复工程效果的评估。

本指南不适用于放射性物质、致病性生物污染地块污染治理修复工程效果评估。

本指南的使用对象包括污染地块治理修复效果评估工作的技术人员、责任主体、进行监督管理的环境保护行政主管部门的工作人员以及其他相关人员等。

2 规范性引用文件

本技术指南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指南。

HJ682	污染场地术语
HJ 25.1	场地环境调查技术导则
HJ 25.2	场地环境监测技术导则
HJ 25.3	污染场地风险评估技术导则
HJ 2.1	建设项目环境影响评价技术导则 总纲
HJ2.2	环境影响评价技术导则 大气环境
HJ/T 20	工业固体废物采样制样技术规范
HJ/T 91	地表水和污水监测技术规范
HJ/T 164	地下水环境监测技术规范
HJ/T 166	土壤环境监测技术规范
HJ/T 194	环境空气质量手工监测技术规范
HJ/T 55	大气污染物无组织排放监测技术导则
HJ/T 298	危险废物鉴别技术规范
HJ 493	水质 样品的保存和管理技术规定
GBT2589	综合能耗计算通则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 污染地块 contaminated site

指从事过有色金属冶炼、石油加工、化工、焦化、电镀、制革等行业生产经营活动，以及从事过危险废物贮存、利用、处置活动的用地，按照国家技术规范确认超过有关土壤环境标准的疑似污染地块。

3.2 可接受风险水平 acceptable risk level

对暴露人群不会产生不良或有害健康效应的风险水平，包括致癌物的可接受致癌风险水平和非致癌物的可接受危害商。

3.3 原位修复 in-situ remediation

不移动受污染的土壤或地下水，直接在地块发生污染的位置对其进行原地修复或处理。

3.4 异位修复 ex-situ remediation

将受污染的土壤或地下水从场地发生污染的原来位置挖掘或抽提出来，搬运或转移到其他场所或位置进行治理修复。

3.5 关注污染物 contaminants of concerns

根据场地污染特征和场地利益相关方意见，确定需要进行调查和风险评估的污染物。

3.6 目标污染物 targeted contaminants

在场地环境中其数量或浓度已达到对生态系统和人体健康具有实际或潜在不利影响的，需要进行修复的关注污染物。

3.7 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。

3.8 治理修复工程 clean up and remediation project

采用工程、技术和政策等管理手段，将地块污染物移除、削减、固定或将风险控制在可接受水平的活动。

3.9 土壤修复 soil remediation

采用物理、化学或生物的方法固定、转移、吸收、降解或转化场地土壤中的污染物，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。

3.10 效果评估 site evaluation

根据治理修复工程实施后的情况，评估污染地块的现状和污染物削减、去除或风险管控的成效。

3.11 回顾性评估监测 monitoring for retrospective assessment of contaminated site

在污染场地治理修复工程效果评估完成后，特定时间范围内，为评价治理修复后场地对地下水、地表水及环境空气的环境影响所进行的监测，同时也包括针对场地长期原位治理修复工程措施效果开展的验证性监测。

3.12 绿色可持续修复 green and sustainable remediation

针对场地条件，使用特定的产品、方法、技术和规程，在平衡社会目标、经济影响和纯环境效应，同时减轻受体的环境风险。

4 工作程序

4.1 效果评估的工作程序

对于原位和异位治理修复效果评估包含资料整理与现场踏勘，明确评估对象、范围和时间段，制定效果评估工作方案，现场布点采样，实验室检测，效果评估报告编制及提出后期监测建议；风险管控工程效果评估包含资料整理与现场踏勘，明确评估对象、范围和时间段，制定效果评估工作方案，工程实施效果评估，现场布点采样，实验室检测，效果评估报告编制及提出后期监测建议。工作程序流程见图4-1。同时符合两种类型效果评估的地块治理修复，应根据治理修复过程特点，对修复过程进行细分，并在各个修复阶段选用适合的效果评估程序进行评估，在汇总各阶段效果评估结果的基础上，最终形成修复工程治理修复效果评估报告。

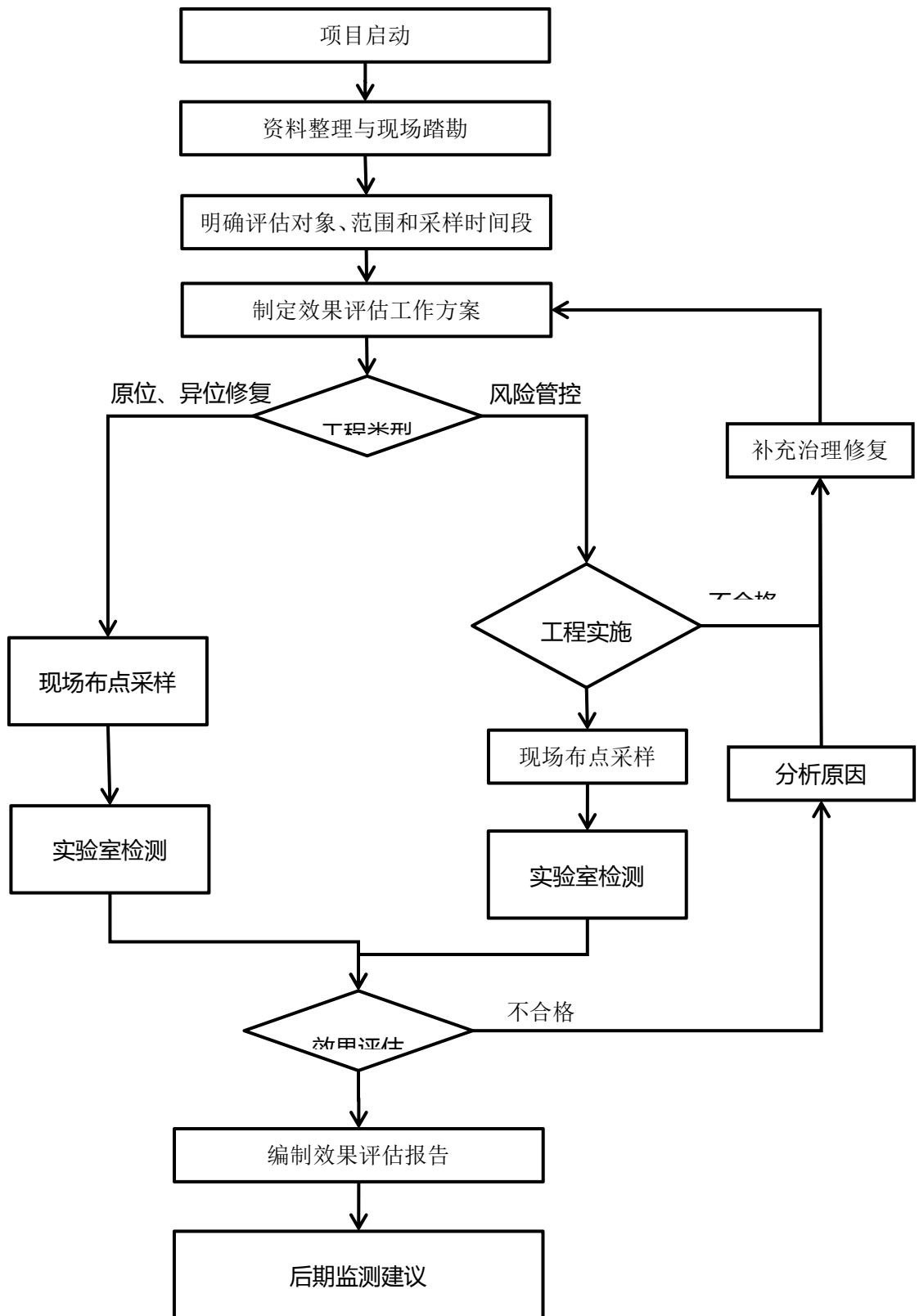


图 4-1 治理修复效果评估工作程序

4.2 效果评估的范围和对象

效果评估的范围主要为污染地块中需治理修复的区域及修复过程中可能受扰动的区域，包括暂存、处置和修复过程中污染物迁移涉及的区域。风险管控工程效果评估的范围应当完全覆盖关注污染物浓度超过可接受风险值水平的区域及可能受影响的区域。对于涉及危险废物清除的污染地块，应对清除后的区域进行采样评估。

原位修复地块效果评估的对象包括评估范围内的土壤、地下水等环境介质。

异位修复地块效果评估的对象包括评估范围内的土壤、地下水等，离场污染土壤和固体废物，以及修复过程中可能受到扰动区域的土壤、地下水等环境介质；若治理与修复过程涉及筛分，应对筛上物进行采样检测。

风险管控工程效果评估评估对象包括评估范围内的土壤、地下水等，离场、暂存、处置的土壤、地下水等环境介质。

4.3 效果评估的项目

4.3.1 修复效果评估

修复效果评估主要包括污染物残余浓度评估、环境风险水平评估、二次污染防治的评估及其他。

（1）污染物残余浓度

污染物残余浓度指标指修复方案确定的污染物浓度限值，评价标准为修复目标值或风险管控值，相应的数值应直接引用修复方案或风险管控方案中确定的修复目标值。修复过程涉及的筛上物效果评估指标应依据场地调查评估、治理修复环境监理报告等资料确定，效果评估标准值应根据其最终去向确定。

（2）环境风险水平评估

对于有效消除或减轻风险保护对象的暴露风险，根据风险管控方案或修复方案中提出的量化的管控目标限值，作为环境风险水平指标的标准。

（3）二次污染防治的评估

土壤污染治理修复工程的实施过程、治理修复工程完成后，应避免对环境造

成二次污染。在治理修复实施方案中应明确治理修复工程产生的废气、废水、废渣（或涉重植物体）等处理处置措施，在工程实施过程应严格执行，若实施过程中二次污染防治措施有调整，应有合理的调整原因解释，并对其处理处置措施情况评估；如修复工程可能导致二次污染的，应评估二次污染排放相关污染物，二次污染排放的污染物执行相应的环境质量标准和污染物排放标准。

（4）其他

对于土壤阻隔填埋技术等工程控制措施效果评估指标还应考虑对应的工程指标，如阻隔层厚度等。土壤固化/稳定化修复效果通常需要物理和化学两类评价指标：物理指标包括无侧限抗压强度、渗透系数；化学指标为修复方案中确定的修复范围内土壤中的指标。固化/稳定化后土壤，根据其不同再利用和处置方式，采用合适的浸出方法和效果评估标准值。此外，化学氧化/还原技术等还应考虑可能产生的有毒有害物质，对其进行检测。化学氧化/还原技术等可能产生的有毒有害物质，效果评估标准值可参照相关的土壤筛选值标准执行。

4.3.2 绿色可持续修复评估

绿色可持续性修复评估是为了考查修复行为对环境、经济及社会等可能产生的负面影响，对修复项目实施产生的环境影响和环境效益进行的综合评估，重点包括能耗、水量消耗、固体废弃物产生量、废气排放量、修复时长、修复成本六个评估指标。该部分可作为推荐性评估，用于对污染地块治理修复工程项目的质量评定。

4.4 效果评估的采样时间

4.4.1 土壤原位修复的采样时间

应在修复完成后，且所有影响土壤与地下水状态的临时性措施取消后，方可开展效果评估的采样。临时性措施包括但不限于：热脱附产生的土壤升温效应、止水帷幕产生的地下水水位变化等。应考虑可能出现的拖尾、反弹或可逆现象、考虑平衡时间，判断修复终点，确定土壤中污染物浓度的统计特征处于稳定状态后的采样检测数据方可作为修复效果评估的依据。

考虑到原位修复的反弹效应，相应污染区域的效果评估监测应持续足够的时间。对于土壤原位修复，达到修复目标值或不存在残余风险，但未达到无限制使用要求，应提出后期监管建议，监管内容主要包括其去向、用途等。

4.4.2 土壤异位修复的采样时间

基坑土壤应在污染土壤挖掘之后、回填之前进行采样。异位修复后的土壤和地下水，在其最终处置（如土壤外运或回填，地下水回灌或排放等）之前进行监测评估。必要时可开展分批次采样，但各批次应相互独立，对后续的修复不产生影响。基坑清理效果应综合各批次采样数据、场地修复过程监管等资料进行整体评估。按照批次开展修复的土壤，比如热脱附等，可根据修复进程对修复后土壤开展分批次采样工作，土壤修复效果应综合分批次采样结论确定。按照堆体模式进行修复的土壤，比如SVE、生物堆等，宜在堆体拆除之前进行采样。若治理与修复过程涉及筛分，筛上物应在清洗后、外运或回填之前进行采样。潜在二次污染区域土壤应在此区域开发使用之前进行采样。

4.4.3 地下水修复的采样时间

地下水修复效果评估采样工作开始前需确定地下水修复活动已经终止、并须判断地下水处于稳定状态。地下水稳定状态后的采样检测数据方可作为修复效果评估的依据。地下水采样频率和采样持续时间应根据具体场地的水流条件来确定，如水力梯度、渗透系数、季节变化和其他因素等，采样频次应确保有足够的数用于修复监测和达标监测评估，同时应避免采样间隔过长。

4.4.4 风险管控的采样时间

风险管控效果评估采样工作应在工程措施实施完成且按风险管控方案进行定期监测结果达标后开展。

5 资料整理与现场踏勘

5.1 资料整理

在效果评估工作开展之前，效果评估机构应收集与地块污染和治理修复相关的资料，对收集的资料进行整理和分析，并通过与地块责任人、调查评估负责人、修复施工负责人、监理人员等进行沟通和访谈，明确效果评估的关键因素。效果评估机构应根据专业知识和经验识别资料的有效性，并在工作过程中根据需要对资料进行深入研究和了解。需收集的资料清单主要包括如下：

- (1) 地块环境调查与风险评估报告、修复技术方案等设计文件；
- (2) 地块修复施工组织方案、施工进度计划、施工记录等工程资料；
- (3) 地块修复监理方案、监理报告以及监理现场记录等监理资料，包括修复过程中其他可能产生二次污染的区域及周边区域的现场监测记录；
- (4) 相关合同协议（委托处理污染土壤的相关文件和合同、实施方案变更协议等）；
- (5) 其它文件和图件（地块用地规划、地块所在地环境功能区划、相关环境保护规划和行政规范性文件等）；
- (6) 修复过程中消耗的化工产品记录、能源消耗记录、机械设备、人员劳务等涉及修复成本消耗的信息资料；
- (7) 长期监测数据等资料；
- (8) 风险管控类项目除以上资料外，还需收集地块管控期的规章制度、技术标准、采样方案和计划、现场记录、月度或季度风险管控报告等资料。

效果评估机构应核查并分析场地修复的初期建立的场地概念模型，如在修复过程中模型有所更新，则效果评估的采样方案也应根据更新后的场地概念模型进行相应调整。

5.2 现场踏勘

效果评估机构应开展现场踏勘工作，了解污染地块治理修复实施相关情况，包括核实现场状况与资料文件的相符性、治理修复设施运行情况、现场治理修复工程实施情况、现场遗留污染情况、风险管控期间地块及周边敏感区域现状等。

调查人员可根据实际情况需要，参照HJ 25.1-2014规定的程序和技术要求，

开展现场踏勘，通过摄影、拍照、文字记录等方式，记录场地勘察情况。

6 效果评估的采样布点

修复项目效果评估主要针对地块土壤和地下水中的目标污染物是否达到预期的地块修复目标值开展相应的工作，具体评估包括：污染土壤清挖效果、污染土壤异位修复效果、污染土壤原位修复效果、污染地块地下水修复效果、受扰动区域验证性调查等。

6.1 污染土壤异位修复采样布点

评估单位应对清挖范围基坑内部和边缘的原址土进行采样，采样点位于基坑底部和侧壁，以采集土壤样品以表层样为主（0~20cm），在有必要时也可采集深层样品。

基坑采样前，应先核对基坑的位置并进行记录，并在基坑的东南西北四个方位进行拍照，照片应能反映周边建构筑物、设施、拍照位置信息等情况，以基坑编号+E、S。现场采样时应对采样点现场进行拍照记录。

相邻基坑目标污染物不同时，基坑交界线两侧2米之内应同时检测相邻基坑的目标污染物。

开展清挖效果评估的时间段按照4.4.2节中的要求执行。

6.1.1 坑底采样布点

坑底表层采用网格布点的方法，采样数量不应少于表6-1规定的数量。网格的大小应根据基坑的大小和形状均匀布设。采样点的位置可依据土壤异常气味和颜色、并结合地块污染状况确定。

表 6-1 土壤清挖坑底表层采样点数量

采样区域面积/m ²	土壤采样点数目（个）
$x < 500$	3
$500 \leq x < 1600$	6
$1600 \leq x < 2800$	7
$x \geq 2800$	不超过 20m×20m 网格为一个采样单元

6.1.2 侧壁采样布点

修复范围侧壁在横向上采用等距离布点方法，根据边长按照确定采样点数量，且不应少于表6-2规定的数量。当在纵向上当修复深度小于等于1米时，侧壁不进行垂向分层采样。当修复深度大于1m时，侧壁应进行垂向分层采样，采样的第一层为表层（0~20cm），其下则每隔一定距离进行分层，分层的距离不小于1m且不大于3m。

分层后采样数量=单层的采样数量（不少于表6-2规定的数量）×层数。

采样点的位置应结合场地地层特征、土壤异常气味和颜色等情况进行确定。

表 6-2 土壤清挖侧壁采样数量

采样区域周长/m	土壤采样点数目（个）
$x < 100$	4
$100 \leq x < 200$	6
$200 \leq x < 300$	8
$x \geq 300$	以 40m 为一个采样单元

6.1.3 异位修复土壤布点

修复后土壤一般采用系统随机布点法，建立三维网格均匀布点。对于修复效果不均匀的技术，应根据修复效果空间差异，在修薄弱点增加判断布点。对于异位修复过程中进行过均质化处理（如热脱附）的土壤，原则上每个样品代表的土壤体积不应超过500m³。

开展污染土壤异位修复效果评估的时间段按照4.4.2节中的要求执行。开展分批次评估的项目应具备独立分别堆放待检污染土壤和评估合格土壤的能力，否则该项目不宜采用分批次评估的方式对异位修复效果进行评估。

6.1.4 筛上物布点

修复过程涉及的筛上物，原则上每500m³ 采集一个样品。

6.2 污染土壤原位修复采样布点

原位修复效果评估一般采用系统随机布点法，应结合场地污染特征、场地土层分布、污染物迁移特征、不同修复技术的潜在薄弱点等因素适当增加布点数量，通过钻孔方式进行分层对修复范围内的土壤进行钻孔分层采样，在每一个水平采样单元采集土壤样品。水平采样单元面积按6.1.1中基坑底部采样布点方法确定，修复范围边界采样单元长度按6.1.2中侧壁采样布点方法确定。各采样单元须分别采集1个表层（0~20cm）样品，表层以下的土壤样品采集深度按6.1.2中侧壁垂向采样布点方法确定。

采样前，应先核对采样点的位置并进行记录，可按照东、南、西、北四个方向进行拍照记录，照片应能反映周边建构筑物、设施、点位坐标等情况，以基坑编号+E、S。钻孔采样的技术要求应按照HJ 25.2-2014中7.1.4节执行。

采样点原则上应位于每个采样单元的几何中心位置，可根据土壤异常气味和颜色并结合场地污染状况、修复技术薄弱点确定。针对挥发性有机物污染土壤不宜采用混合取样，应在每个采样单元表观最严重的区域采集1个表层（0~20cm）以下土壤样品。

对于原位热脱附、原位气相抽提、原位化学氧化、原位电动修复等介入性原位修复技术，采样数量不应少于上述采样布点要求的数量，评估单位还应根据修复技术介入方法、影响半径等技术因素结合现场实施情况，适当增加采样点位数量。

6.3 污染地块地下水修复采样布点

6.3.1 地下水原位修复布点

地下水修复效果评估应涵盖地下水修复区域及其上下游，修复区域上游采样点不少于1个，修复区域内采样点不少于3个，修复区域下游采样点不少于2个，需增加额外地下水监测点位的项目，可参照HJ 25.2-2014中6.2.2节的要求执行。对地下水进行效果评估，可利用地块环境调查、评价和修复过程建设的监测井，但原监测井数量不应超过效果评估时监测井总数的60%，新增监测井位置布设在

需修复的地下水污染最严重的区域。

6.3.2 地下水异位修复布点

对地下水污染抽提范围内的效果评估监测采样参照地下水原位修复效果评估监测采样方法执行。

对抽提后修复完毕的地下水，效果评估监测采样方法按下述执行：

（1）采用序批式处理方式对污染地下水进行修复时，效果评估监测采样可以每1个批次地下水为1个采样单元。

（2）采用连续处理方式对污染地下水进行修复时，可在单日施工周期内于出水口位置每2h采集一个样品，制成1个混合样。

（3）针对挥发性有机物污染地下水不宜采用混合取样。

6.4 风险管控工程

风险管控工程效果评估主要针对地块土壤和地下水中的目标污染物是否仍然对周边敏感受体产生环境风险开展相应的工作。风险管控工程的内容一般以降低目标污染物对周边敏感受体的环境风险为主要目标，主要以污染物阻隔工程为主，其效果评估主要包括风险管控工程实施效果评估和现场采样评估。对于采用污染源削减或去除方式的风险管控工程，其效果评估要求参照6.1、6.2和6.3节执行。

6.4.1 风险管控工程实施效果

效果评估单位应根据风险管控技术方案确定的技术路线、参数和工程要求，对工程实施情况的符合性进行验证，主要包括：材料用量和施工工程审核、地下水阻隔性能测试、保护对象浓度监测、制度控制落实情况等。

6.4.1.1 材料用量与施工审核

（1）通过审查相关运输清单和接收函件，审核材料用量和使用计划是否与方案一致。

(2) 通过审查地块风险管控过程监理记录和监测数据，核实材料的用量、施工进度和施工方法落实情况。

6.4.1.2 地下水阻隔性能测试

地下水阻隔管控效果可参照表6-3进行性能测试。

表 6-3 地下水阻隔性能测试参数和方法

参数	监测方法	用途
地下水中污染物浓度	阻隔墙上游和下游水质分析	建立背景浓度和浓度梯度及渗漏探测
阻隔墙的渗透性	测渗计	阻隔墙的渗流速率
垂直阻隔墙连续性	地球物理方法，阻隔墙导水系数、水头及阻隔墙内外组分浓度的现场测量	识别垂直阻隔墙的缺陷

6.4.1.3 保护对象的浓度监测

如果长期监测保护对象的污染浓度持续降低，说明污染迁移途径得到控制。保护对象的监测验收根据实施方案提出的验收标准执行。

6.4.1.4 制度控制的落实情况

效果评估制度控制的落实情况，包括：明确要求不允许开发利用污染地块；隔离并设立风险标识牌和定期发布监测公告等内容。

6.4.2 采样布点

评估单位应根据前期调查评估相关资料和数据，结合场地污染特征、场地土层分布、污染物迁移特征、不同修复技术的潜在薄弱点等因素，制定评估监测方案，具体可参照HJ 25.2-2014中6.1和6.5节的要求，评估单位可根据场地大小、风险管控目标、监测频次等因素对点位布设密度进行自主选择。监测的项目和标准参照4.3节执行。对于采取阻隔措施的风险管控项目，在阻隔墙上游和下游分别设置至少2口监测井，及时监测隔离墙的隔离效果。在关注对象周边布设至少2口监测井，监测地下水浓度是否保持持续下降，同时也侧面反映隔离墙的隔离效

果。

6.5 地块回顾性评估

如需对场地土壤和地下水的状况进行回顾性评估监测时，回顾性评估监测布点可根据工程设计提出要求确定。回顾性评估的监测点位设置按HJ 25.2执行。可根据实际情况对场地地表水及环境空气进行回顾性评估监测，监测点位布设要求按HJ 25.2执行。

考虑到原位修复的反弹效应，相应污染区域的效果评估监测应持续足够的时间。地下水与地表水交换频繁的地块应增加监测频率，以保证修复效果，并设置永久监测井，进行跟踪监测。

风险管控工程回顾性评估监测点位布设原则上沿用风险管控区域定期监测的点位布设。

一般根据场地实际情况，自开始时间起，小于等于5年内评估一次，评估周期不得大于5年。

6.6 受扰动区域的验证性评估

受扰动区域验证性调查应根据项目二次污染防治和修复情况进行有针对性的采样布点，重点关注污染土壤暂存区、固体废物堆放区、异位土壤修复处置区、尾水尾气处置区、运输车辆临时道路等，原则上采用判断布点法，根据场地布设情况及现场勘查情况进行布点，在必要的情况下也可采用网格布点法。

采样深度可参照HJ 25.2-2014中6.2.1.1节的要求执行。

7 现场采样与实验室检测

7.1 现场采样要求

土壤、底泥、地下水、地表水、环境空气和残余废弃物样品的采样过程涉及的采样方法、现场质量控制、采样工作的组织和现场人员防护等按照HJ 25.2-2014的要求执行，具体样品的采集、保存与流转按照HJ/T 164、HJ/T 166、HJ/T 91、HJ/T 493、HJ/T 194、HJ/T 20和HJ/T 298执行。

7.2 实验室检测要求

效果评估检测过程选用的方法检测限应低于对应的污染物修复目标值。实验室检测报告内容应包括检测条件、检测仪器、检测方法、检测结果、检测限、质量控制结果等。

效果评估单位应委托具备第三方检测资质的单位开展样品分析工作。

8 修复效果评估方法

8.1 污染物残余浓度

样品采集和检测后，应分析检测数据，根据污染地块是否达到效果评估标准，判定是否达到修复目标要求。若效果评估未通过，应指出不达标区域，便于项目后期管理。

当样本数量不超过8个，或样本数量超过8个但低于检出限的样本数占总体样本数比例大于或等于25%时，应采用逐个对比法进行评价。在该情况下，某点位中所有目标污染物的检测值均低于或等于评估标准时，则判定该点位为合格点位。

当样本数量超过8个，且低于检出限的样本数占总体样本数比例小于25%时，应按下述方法进行评价：

（1）对总体样本进行逐个对比法评价，若某点位中所有目标污染物的检测值均低于或等于评估标准时，则判定该点位为合格点位。

（2）对总体样本进行逐个对比法评价，若某点位中有一种或多种目标污染物的检测值超过评估标准倍数大于或等于1倍时，则判定该点位为不合格点位。

（3）对总体样本进行逐个对比法评价，若某点位中有一种或多种目标污染物检测值超过评估标准倍数小于1倍时，应采用t检验法对该点位进行评价。当样本所有目标污染物的检测值均显著低于评估标准或与评估标准差异不显著时，则判定该点位为合格点位；当样本中有一种或多种目标污染物的检测值显著高于评估标准时，则判定该点位为不合格点位。t检验法示例及说明见附录A。

（4）在t检验评价过程中，应至少有4组平行样本数据，若参与t检验的样本数据低于检出限，则在统计处理中将其等同于检出限。t检验过程中总体样本的置信水平应不小于95%。

只有所有点位均合格，方可判定场地达到修复效果。

8.2 环境风险水平

以降低目标污染物对周边敏感受体的环境风险为主要目标，效果评估单位应对工程实施情况的符合性进行验证，场地的环境风险水平应低于管控目标限值。

8.3 二次污染防治

土壤污染治理修复工程的实施过程、治理修复工程完成后，应避免对环境造成二次污染。在治理修复实施方案中应明确治理修复工程产生的废气、废水、废渣（或涉重植物体）等处理处置措施，在工程实施过程应严格执行。

修复工程完成后，对于在场内和周边环境中采集的地表水和大气等样品，若超过工程设计中提出的相关标准，应查找原因，并识别影响范围，尽快开展处理工作，并对污染区域重新进行评估监测和评估。

对于生产过程中产生的废弃物，应有完善的处理处置方案，并提供相关证明材料阐明废弃物去向，废弃物产生量和处理处置量应基本吻合。

9 绿色可持续修复评估方法

9.1 综合能耗

综合能耗是修复施工单位在施工期内实际消耗的各种能源实物量，按规定的计算方法和单位分别折算后的总和，包括一次能源、二次能源、耗能工质消耗的能源等。综合能耗计算可参照《综合能耗计算通则》，公式如下：

$$E = \sum (e_i \times p_i) \dots\dots\dots 1$$

式中：E—综合能耗；n—消耗的能源品种数； e_i —施工中消耗的第i种能源实物量； p_i —第i种能源的折算系数，按能量的当量值或能源等价值折算。

单位修复量综合能耗按式2计算：

$$e_g = E/Q \dots\dots\dots 2$$

式中： e_g —单位修复量综合能耗；Q—总修复量。

绿色能源使用比例的计算按式3计算：

$$\eta = E g_i / E \dots\dots\dots 3$$

式中：Eg_i—施工中使用第i种绿色能源，E—综合能源。

9.2 耗水量

指整个工程项目消耗掉的新鲜水量总和，可通过水费单确定用水量。包括施工用水、生活用水和消防用水三部分。即：

$$H = W_1 + W_2 + W_3 \dots\dots\dots 4$$

式中：W₁—施工用水；W₂—生活用水；W₃—消防用水。

单位修复方量耗水量按式5计算：

$$H_g = H / Q \dots\dots\dots 5$$

式中：H_g—单位修复量耗水量；Q—总修复量。

9.3 废气排放量

指整个工程项目过程中所产生的废气，一般可分为有组织排放的废气和无组织排放的废气。废气的排放统计可参照《环境影响评价技术导则 大气环境》。排放量的计算如下所示：

$$A = \sum_{i=1}^n \left[\left(M_{i\text{有组织}} \times H_{i\text{有组织}} \right) + \left(M_{i\text{无组织}} \times H_{i\text{无组织}} \right) \right] \times p_i \dots\dots\dots$$

...6

式中：M_{i 有组织} —第i个污染物有组织排放污染源排放速率；H_{i 有组织} —第i个污染物有组织排放污染源有效排放时长；M_{i无组织} —第i个污染物无组织排放污染源排放速率；H_{i 无组织} —第i个污染物无组织排放污染源有效排放时长。p_i—第i种污染物的污染当量，可参照《中华人民共和国环境保护税法》计算。

单位修复量废气产生量按式7计算：

$$A_g = A / Q \dots\dots\dots 7$$

式中：A_g—单位修复量废气排放量；Q—总修复量。

9.4 固体废弃物产生量

指整个工程项目过程中所产生的污染环境的物质，一般可根据废弃物的性质和实际状况，分为危险废弃物和一般废弃物两大类。危险废弃物产生量，可通过物料平衡核算或转运联单等方式获取，一般废弃物产生量，可根据物料平衡等方式来进行核算。

单位修复量一般固体废弃物产生量按式8计算：

$$S_i = S_1/Q \dots\dots\dots 8$$

式中：S_i—单位修复量固体废弃物产生量；S₁—一般废弃物产生量；Q—总修复量。

单位修复量危险废弃物产生量按式9计算：

$$S_g = S_2/Q \dots\dots\dots 9$$

式中：S_g—单位修复量固体废弃物产生量；S₂—危险废弃物产生量；Q—总修复量。

9.5 修复成本

综合修复成本包括修复工程期内发生的人工费、材料费、机械使用费、检测费、土方工程费用、其他直接费用以及各种间接费用等，一般按照项目工程总投资计算。单位修复量综合修复成本按式10计算：

$$c_g = C/Q \dots\dots\dots 10$$

式中：C-总投资；c_g—单位修复量综合修复成本；Q—总修复量。

9.6 修复时长

修复时长一般从进场开工之日起至项目通过效果评估为止。

单位修复量综合修复时长按式12计算：

$$t_g = T/Q \dots\dots\dots 12$$

式中：T—综合修复时长；Q—总修复量。

10 效果评估报告编制

效果评估报告内容应真实、全面。至少包括以下内容：场地环境风险评估结论概述、治理修复方案实施情况、环境监理主要结论、效果评估工作程序与方法、资料审核与现场勘察、监测方案、现场采样、实验室检测及结果、修复效果评价、效果评估结论和建议。效果评估报告的格式可参照附录B编写。

附录 A（资料性附录） 污染场地修复工程效果评估 t 检验方法

附录 A.1 t 检验方法

t检验是判定给定的常数是否与变量均值之间存在显著差异的常用方法。

假设一组样本，样本数为 n ，样本均值为 $\bar{X}$ ，样本修正标准差为 S^* ，利用t检验判定一给定值 μ_0 是否与样本均值 $\bar{X}$ 存在显著差异，步骤为：

1) 确定显著性水平，如 $\alpha=0.05$ 或 0.01 ；

2) 计算检验统计量 $t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{S^*} \sqrt{n}$ ；

3) 根据样本自由度和显著水平查t分布分位数表，确定临界值

$$C = t_{1-\frac{\alpha}{2}}(n-1);$$

4) 统计推断：若 $|t| > C$ ，即 $\mu_0 > \bar{X} + C \cdot S^* / \sqrt{n}$ 或 $\mu_0 < \bar{X} - C \cdot S^* / \sqrt{n}$ ，则给定的常数与样本均值存在显著差异；若 $|t| < C$ ，即 $\bar{X} - C \cdot S^* / \sqrt{n} \leq \mu_0 \leq \bar{X} + C \cdot S^* / \sqrt{n}$ ，则给定的常数与样本均值不存在显著差异。下文中将 $C \cdot S^* / \sqrt{n}$ 计为 u 。

附录 A.2 t 检验方法效果评估示例

假设某污染场地修复工程效果评估监测总体样本数和样本观测值质量满足t检验法评价要求，样本中的平行样监测数据如表A-1所示。

表 A-1 平行样本监测值

样本	污染物浓度 (mg/kg)	
	砷	镉
修复目标值	20.0	4.7
S1	<0.5*	<0.01*
S1-平行	0.61	0.011
平均值	0.555	0.0105
S2	19	1.8
S2-平行	22	1.6
平均值	20.5	1.7
S3	33	10.8
S3-平行	38	11.7
平均值	35.5	11.25
S4	58	4.9
S4-平行	55	5.3
平均值	56.5	5.1

*低于检出限的平行样品以检出限值计。

计算各平行样样本值与均值的百分比例，以反映监测值精度。通过上述方法对各统计参数进行计算，并确定样本的置信区间，具体计算如表A-2所示。

表 A-2 置信区间计算过程

样本	污染物浓度占均值百分比 (%)	
	砷	镉
S1	90.09	95.24
S1-平行	109.91	104.76
S2	92.68	105.88
S2-平行	107.32	94.12
S3	92.96	96.00
S3-平行	107.04	104.00
S4	102.65	96.08
S4-平行	97.35	103.92
均值 (%)	100	100
修正标准差 S* (%)	7.72	5.03
t 分布分位数 C ($\alpha=0.05$)	2.365	2.365

u (%)	6.46	4.20
修复目标值 (mg/kg)	20.0	4.7
显著小于修复目标值 (达标) (mg/kg)	<18.71	<4.50
与修复目标值不存在显著差异 (达标) (mg/kg)	[18.71, 21.29] *	[4.50, 4.90]
显著大于修复目标值 (不达标) (mg/kg)	>21.29	>4.90

注：* 18.71=20.0× (100%-6.46%)， 21.29=20.0× (100%+6.46%)

附录 A.3 t 分布的分位数表

表中是与显著性水平 α 和自由度（ $n-1$ ）对应的 t 分布的分位数 $t_{1-\frac{\alpha}{2}}(n-1)$ 。

α n-1	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01	0.002	0.001
1	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	318.309	636.619
2	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	33.327	31.599
3	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	10.215	12.924
4	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	7.173	8.610
5	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	5.839	6.869
6	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.208	5.959
7	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.785	5.408
8	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	4.501	5.041
9	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.297	4.781
10	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.144	4.587
11	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.025	4.437
12	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.930	4.318
13	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.852	4.221
14	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.787	4.140
15	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.733	4.073
16	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.686	4.015
17	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.646	3.965
18	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.610	3.922
19	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.579	3.883
20	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.552	3.850
21	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.527	3.819
22	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.505	3.792
23	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.485	3.768
24	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.467	3.745
25	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.450	3.725
26	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.435	3.707
27	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.421	3.690
28	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.408	3.674
29	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.396	3.659
30	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.358	3.646
31	1.309	1.696	2.040	2.453	2.744	3.375	3.633
32	1.309	1.694	2.037	2.449	2.738	3.365	3.622
33	1.308	1.692	2.035	2.445	2.733	3.356	3.611
34	1.307	1.691	2.032	2.441	2.728	3.348	3.601
35	1.306	1.690	2.030	2.438	2.724	3.340	3.591

α n-l	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01	0.002	0.001
36	1.306	1.688	2.028	2.434	2.719	3.333	3.582
37	1.305	1.687	2.026	2.431	2.715	3.326	3.574
38	1.304	1.686	2.024	2.429	2.712	3.319	3.566
39	1.304	1.685	2.023	2.426	2.708	3.313	3.558
40	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.307	3.551
41	1.303	1.683	2.020	2.421	2.701	3.301	3.544
42	1.302	1.682	2.018	2.418	2.698	3.296	3.538
43	1.302	1.681	2.017	2.416	2.695	3.291	3.532
44	1.301	1.680	2.015	2.414	2.692	3.286	3.526
45	1.301	1.679	2.014	2.412	2.690	3.281	3.520
46	1.300	1.679	2.013	2.410	2.687	3.277	3.515
47	1.300	1.678	2.012	2.408	2.685	3.273	3.510
48	1.299	1.677	2.011	2.407	2.682	3.269	3.505
49	1.299	1.677	2.010	2.405	2.680	3.265	3.500
50	1.299	1.676	2.009	2.403	2.678	3.261	3.496
51	1.298	1.675	2.008	2.402	2.676	3.258	3.492
52	1.298	1.675	2.007	2.400	2.674	3.255	3.488
53	1.298	1.674	2.006	2.399	2.672	3.251	3.484
54	1.297	1.674	2.005	2.397	2.670	3.248	3.480
55	1.297	1.673	2.004	2.396	2.668	3.245	3.476
56	1.297	1.673	2.003	2.395	2.667	3.242	3.473
57	1.297	1.672	2.002	2.394	2.665	3.239	3.470
58	1.296	1.672	2.002	2.392	2.663	3.237	3.466
59	1.296	1.671	2.001	2.391	2.662	3.234	3.463
60	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	3.232	3.460
61	1.296	1.670	2.000	2.389	2.659	3.229	3.457
62	1.295	1.670	1.999	2.388	2.657	3.227	3.454
63	1.295	1.669	1.998	2.387	2.656	3.225	3.452
64	1.295	1.669	1.998	2.386	2.655	3.223	3.449
65	1.295	1.669	1.997	2.385	2.654	3.220	3.447
66	1.295	1.668	1.997	2.384	2.652	3.218	3.444
67	1.294	1.668	1.996	2.383	2.651	3.216	3.442
68	1.294	1.668	1.995	2.382	2.650	3.214	3.439
69	1.294	1.667	1.995	2.382	2.649	3.213	3.437
70	1.294	1.667	1.994	2.381	2.648	3.211	3.435
71	1.294	1.667	1.994	2.380	2.647	3.209	3.433
72	1.293	1.666	1.993	2.379	2.646	3.207	3.431
73	1.293	1.666	1.993	2.379	2.645	3.206	3.429
74	1.293	1.666	1.993	2.378	2.644	3.204	3.427
75	1.293	1.665	1.992	2.377	2.643	3.202	3.425

α n-1	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01	0.002	0.001
76	1.293	1.665	1.992	2.376	2.642	3.201	3.423
77	1.293	1.665	1.991	2.376	2.641	3.199	3.421
78	1.292	1.665	1.991	2.375	2.640	3.198	3.420
79	1.292	1.664	1.990	2.374	2.640	3.197	3.418
80	1.292	1.664	1.990	2.374	2.639	3.195	3.416

附录 B（资料性附录） 污染地块治理修复效果评估报告编写提纲

1. 治理修复工程简介
 2. 效果评估依据
 3. 场地概况
 - 3.1 场地环境风险评估结论
 - 3.2 场地修复方案
 - 3.3 修复实施情况
 - 3.4 环境监理主要结论
 4. 效果评估内容与方法
 - 4.1 工作范围
 - 4.2 效果评估重点
 - 4.3 效果评估程序与方法
 5. 资料审核与现场勘察
 - 5.1 资料审核
 - 5.2 现场勘察
 6. 监测方案
 - 6.1 监测项目
 - 6.2 布点原则
 - 6.3 布点方案
 7. 样品采集及实验室分析检测
 - 7.1 样品采集
 - 7.2 分析方法及结果
 - 7.3 质量控制
 8. 修复效果评估
 9. 绿色可持续修复评估
 10. 结论和建议
- 附件
- 效果评估过程影像、采样记录等资料
 - 检测报告
 - 完工报告（业主提供，独立成册）
 - 环境监理报告（业主提供，独立成册）

附录 C（资料性附录） 绿色可持续修复评估统计表

绿色可持续修复评估	核心参数			单位	数值
项目基本情况	修复量			t	
	修复时长			d	
综合能耗	综合能耗			kJ	
	其中绿色能耗			kJ	
	单位修复量综合能耗			kJ	
	绿色能耗			kJ	
	绿色能源使用比例			kJ	
耗水量	耗水总量			t	
	其中	施工用水		t	
		生活用水		t	
		消防用水		t	
	单位修复量耗水量			t	
废气排放量	废气排放总量			kg	
	其中	有组织排放	排放速率	kg	
		废气	有效排放时长	kg	
		无组织排放	排放速率	kg	
		废气	有效排放时长	kg	
	单位修复量废气产生量			kg	
固体废弃物产生量	危险废弃物产生量			kg	
	一般废弃物产生量			kg	
	单位修复量危险废弃物产生量			kg	
	单位修复量一般废弃物产生量			kg	
修复成本	综合修复成本			万元	
	单位修复量综合修复成本			万元	

广东省污染地块治理与修复效果评估技术指南

编制说明

为落实《土壤污染防治行动计划》《污染地块土壤环境管理办法(试行)》和《广东省土壤污染防治行动计划实施方案》有关要求,加强污染地块在二次开发利用过程中的土壤环境管理工作,广东省环境保护厅组织编制《广东省污染地块治理与修复效果评估技术指南(征求意见稿)》,有关情况说明如下:

一、起草过程

2017年6月,广东省环境保护厅启动《广东省污染地块治理与修复效果评估技术指南》编制工作。

2017年7月-10月,编制组广泛查阅国内外相关文献,涉及国家及地方政策、指南、相关案例,内容覆盖污染地块治理与修复工程环境管理、污染地块环境调查、污染地块环境风险评估、污染地块治理与修复、环境监理等多个技术领域。结合我国和广东省污染地块治理与修复工程效果评估相关案例。

2017年12月,编制完成《广东省污染地块治理与修复效果评估技术指南》初稿,编制组召开了多次内部讨论会。

2018年4月,征求相关专家意见,进一步修改完善。

2018年5月,组织召开专家评审会,进一步修改完善后形成了目前的《广东省污染地块治理与修复效果评估技术指南(征求意见稿)》。

二、定位与功能

本指南是污染地块风险管理框架体系的重要技术文件之一,是我省落实《广东省土壤污染防治行动计划实施方案》相关要求的重要内容。污染地块治理与修复效果评估工作主要遵循以下原则:

(1) 公正性原则。评估机构和人员应遵守国家和地方有关法律法规和技术规范,公平、公正、客观、规范地开展效果评估工作。

(2) 真实性原则。评估机构和人员应当运用专业知识和实践经验独立客观地开展评估工作，不受委托方及其他方面的影响，保证评估结果的真实可靠。严禁伪造数据、弄虚作假。

(3) 科学性原则。综合考虑评估对象和范围的调查结果、治理修复方案和实施情况等，科学合理的开展效果评估工作。

(4) 一致性原则。治理与修复效果评估应以项目修复方案或合同书为依据，评估对象与评估任务应和项目设置的任务和要求相关联。

(5) 连续性原则。目前我国已经形成了一些与土壤调查、监测和评价相关的标准和规范，如《场地环境调查技术导则》(HJ 25.1-2014)、《污染场地风险评估技术导则》(HJ 25.3-2014)、《污染场地土壤修复技术导则》(HJ 25.4-2014) 等项技术导则。污染地块治理修复的对象是污染地块的土壤，具有土壤本身的共性。因此，本指南应以现有的国家标准、行业标准及规范为基础，以保证其连续性。

三、 主要内容

制定本指南的目的主要是为确认污染地块经修复治理后是否达到了风险评估中所确定的修复目标值及工程设计所提出的相关要求，**对绿色可持续修复情况、二次污染防治情况等过程进行分析，综合评估治理修复效果。**适用于污染地块治理修复效果评估工作的技术人员、责任主体、进行监督管理的环境保护行政主管部门的工作人员以及其他相关人员等。

《技术指南》共分为 10 条。第 1 条为适用范围，明确《技术指南》的实用对象；第 2 条为规范性引用文件，明确了《技术指南》在制定过程中引用的相关标准和规范等；第 3 条为术语和定义，明确了《技术指南》中相关术语及其定义；第 4 条为工作程序，制定了《技术指南》的基本结构框架，明确了修复效果评估的工作流程；第 5 条为资料整理与现场踏勘，确定了资料整理与现场踏勘的主要内容；第 6 条为效果评估的采样布点，规定了土壤和地下水等样品的采集原则、布点方案、样品量要求、采样记录方法、分析指标以及场地中对照样品的采集和分析技术方案等；第 7 条为现场采样与实验室检测，规定了现场采样、现场质量控制、实验室检测与检测报告的相关要求；第 8 条为修复效果评估方法，明确了不同的修复效果评估指标的评估方法；第 9 条为绿色可持续修复评估方法，确定

了修复项目实施产生的环境影响和环境效益的综合评估方法；第 10 条为效果评估报告编制，明确了修复效果评估报告的结构框架及主要内容。

四、 重要问题说明

1. 效果评估采样布点要求。效果评估过程中的采样布点是整个工作程序中的重点内容，选择一个科学合理、能够真实反映修复效果的采样点布设方法是十分重要的。因此，本指南基于最低采样布点密度要求并兼顾修复薄弱区域加密布点的原则，分别设定了异位修复和原位修复现场效果评估时土壤和地下水等样品的采样布点要求，包括采样布点原则、布点方案、样品数量要求、采样记录方法、分析指标确定以及场地中对照样品的采集和分析技术方案等。对于异位修复场地，规定了现场清挖区域坑底和坑壁、经异位修复后的污染土壤以及修复过程涉及的筛上物的样品采集方法与要求。对于原位修复场地，修复区域土壤采样布点原则与异位修复场地相同，采样点深度需结合修复工程方案、场地环境风险评估报告和现场污染土层厚度进行确定。对于涉及地下水修复的工程，应依据地下水流向及污染区域地理位置合理布设地下水效果评估采样点。对于采用风险管控技术的地块，参考修复类项目的效果评估方法采用工程实施审查、采样检测评估的方法对风险管控类项目的效果进行相应评估。其中，土壤样品的布点和采样方法等应符合《场地环境监测技术导则》（HJ 25.2-2014）的要求确定；地下水采样点的布设位置、数量等应符合《地下水环境监测技术规范》（HJ/T 164）及《场地环境监测技术导则》（HJ 25.2-2014）中的要求；地表水样点布设方法等应符合《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T 91）的技术要求；固体废弃物样品的采集等应符合《工业固体废物采样制样技术规范》（HJ/T 20），分析和鉴别方法参照《危险废物鉴别技术规范》（HJ/T 298）。

2. 现场采样与实验室检测。现场采样与实验室检测方法应尽量与场地调查及修复过程保持一致，参照场地调查及修复过程中使用规范进行。表层土壤样品的采集一般采用挖掘方式进行，也可进行钻孔取样。土壤采样的基本要求为尽量减少土壤扰动，保证土壤样品在采样过程不被二次污染；地下水采样时应依据场地的水文地质条件，结合调查获取的污染源及污染土壤特征，应利用最低的采样频次获得最有代表性的样品。土壤样品和地下水样品采样方法、现场质量控制、现场人员防护和现场污染应急处理、样品的保存与运输方法、样品分析方法等应

符合《场地环境监测技术导则》（HJ 25.2-2014）的规定执行。具体土壤样品的保存与流转应符合土壤环境监测技术规范（HJ/T 166）的要求进行。具体地下水样品的采集、保存与流转应按照《地下水环境监测技术规范》（HJ/T 164）的要求进行。

3. 修复效果评估。根据修复工程的修复目标、修复技术方法、修复工程可能产生的环境问题等多方面因素，将修复效果评估的内容分为污染物残余浓度评估、环境风险水平评估、二次污染防治评估。污染物残余浓度指标是修复领域最基本的效果评估指标，主要关注修复场地本身的污染物浓度的降低，确保评估范围内的污染物残余浓度达到修复目标。环境风险水平评估是指在场地开展部分治理行动（如被动修复措施、阻隔和阻断措施等）后用于评估治理措施是否达到预期目标的一系列监测行动（例如对风险的管控效果）。二次污染防治评估是指对污染场地土壤修复工程可能产生的废水、废气、废渣（或涉重植物体）等二次污染问题进行监测、处理与评估。

4. 绿色可持续性修复评估。绿色可持续性修复评估是为了考查修复行为对环境、经济及社会等可能产生的负面影响，对修复项目实施产生的环境影响和环境效益进行的综合评估。绿色可持续性修复评估一般可从以下几个方面进行分析评估：1）使用可再生能源、绿色能源或清洁能源，减少能源消耗、提高能效，再利用修复过程中所产生的二次能源；3）减少修复过程中污染物及温室气体的产生量、排放量；4）减少修复的过程中水资源利用、原材料和化学品利用量；5）分析通过绿色修复降低工程成本的方法与措施。为便于实际工程中的评估，《技术指南》提出了能耗、水量消耗、固体废弃物产生量、废气排放量、修复成本、修复时长六个评估指标，以及相应的定量方法。该部分可作为推荐性评估，用于对污染地块治理修复工程项目的质量评定。