

ICS

DB11

北京市地方标准

DB11/T 1280-xx
代替 DB11/T 1280-2015

建设用地土壤污染修复方案编制导则

Guidelines for remediation scheme of soil contamination of land for construction

(征求意见稿)

2020-xx-xx 发布

2020-xx-xx 实施

北京市市场监督管理局 发布

目 次

前言	II
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 工作程序与工作内容	2
5 地块修复技术确定	4
6 修复工程施工组织设计	8
7 修复过程污染防治	10
8 修复工程环境监理	12
9 修复工程后期管理	12
附 录 A（资料性） 风险管控技术筛选表	14
附 录 B（资料性） 修复技术筛选矩阵	16
附 录 C（资料性） 地块适用修复技术	19
附 录 D（资料性） 修复技术可行性试验示例	20
附 录 E（资料性） 修复技术评估工具	22
附 录 F（资料性） 污染土壤转运计划表	23
附 录 G（资料性） 修复工程需关注的施工环节和可能防治措施	24
附 录 H（资料性） 建设用地土壤污染修复方案编制大纲	26

前 言

本文件按照 GB/T1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规则起草。

本文件是对《污染场地修复技术方案编制导则》(DB11/T 1280-2015)的修订。

本文件与 DB11/T 1280-2015 相比，主要的修订内容如下：

- 将导则题目修订为《建设用地土壤污染修复方案编制导则》
- 增加了修复工程施工组织
- 增加了修复过程污染防治
- 增加了修复工程环境监理
- 增加了修复工程后期管理

本文件由北京市生态环境局提出并归口。

本文件由北京市生态环境局组织实施。

本文件起草单位：北京市环境保护科学研究院。

本文件主要起草人：

引 言

为贯彻《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》等规定，规范建设用地污染土壤修复方案的编制，管控建设用地环境风险，保障人居环境安全，结合北京市实际，制定本文件。

本文件规定了建设用地污染土壤修复过程中地块修复技术、修复工程施工组织、修复过程污染防治、修复工程环境监理和修复工程后期管理的工作程序、内容和技术要求。

建设用地土壤污染修复方案编制导则

1 范围

本文件规定了建设用地土壤污染修复过程中地块修复技术、修复工程施工组织、修复过程污染防治、修复工程环境监理和修复工程后期管理等工作程序、内容和技术要求。

本文件适用于建设用地土壤污染修复方案的编制。

本文件不适用于放射性污染和致病性生物污染地块的修复方案编制。

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 12523 建筑施工场界环境噪声排放标准
- GB 36600 土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）
- GB/T 14554 恶臭污染物排放标准
- GB/T 14848 地下水质量标准
- GB/T 50502 建筑施工组织设计规范
- 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
- HJ 25.6 污染地块地下水修复和风险管控技术导则
- HJ 610 环境影响评价技术导则 地下水环境
- HJ/T 55 大气污染物无组织排放监测技术导则
- 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 169 建设项目环境风险评价技术导则
- HJ/T 397 固定源废气监测技术规范
- DB11/ 307 水污染物综合排放标准
- DB11/ 501 大气污染物综合排放标准
- DB11/T 656 建设用地土壤污染状况调查与风险评估技术导则
- DB11/T 1279 污染场地修复工程环境监理技术导则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

建设用地 land for construction

建造建筑物、构筑物的土地，包括城乡住宅和公共设施用地、工矿用地、交通水利设施用地、旅游用地、军事设施用地等。

3.2

地块概念模型 conceptual site model

用文字、图、表等方式来综合描述污染源、污染物迁移途径、人体或生态受体接触污染介质的过程和接触方式等。

3.3

目标污染物 target contaminant

在地块环境中其数量或浓度已达到对人体健康和生态受体具有实际或潜在不利影响的，需要进行修复的污染物。

3.4

环境风险 environmental risk

修复工程实施过程中的突发事故对人体健康及环境的危害程度。

4 工作程序与工作内容

4.1 工作程序



图1 地块修复方案编制的工作程序

4.2 工作内容

4.2.1 地块修复技术

通过资料搜集，确认地块条件，更新地块概念模型。依据地块用地规划，结合地块环境风险评估确定的修复目标值，确认地块修复目标。根据污染地块的具体情况，结合地块概念模型和地块修复目标，确定地块修复策略。通过修复技术初步筛选、修复技术可行性试验、修复技术综合评估，最终确定地块修复技术方案。

4.2.2 修复工程施工组织

根据地块修复技术方案和工程建设相关材料，编制工程概况，对修复工程进行施工组织部署、施工平面规划，制定施工计划、运行维护计划和修复过程监测计划。

4.2.3 修复过程污染防治

根据修复工程相关资料，结合相关法律法规政策等，识别修复过程中的潜在环境问题，确定污染防治目标，制定污染防治措施，编制环境应急预案和环境监测计划。

4.2.4 修复工程环境监理

结合地块特点和修复工程相关材料，依据环境保护相关法律法规和技术规范，确定环境监理工作目标与范围，建立环境监理工作程序，梳理环境监理工作内容，建立环境监理工作方法和制度。

4.2.5 修复工程后期管理

依据修复后的残留污染物及其风险水平，对修复工程提出后期管理要求，制定后期管理目标，确定后期管理方式。

5 地块修复技术

5.1 确认地块条件

5.1.1 核实地块环境调查与风险评估中的目标污染物、地块水文地质条件、土壤与地下水污染特征，进一步明确地下水埋藏和补径排条件，识别土壤和地下水污染程度、范围和空间分布，明确用地规划，开展参数识别和模型验证等，必要时还应开展地块污染状况补充性调查、风险评估与模拟预测，相关技术要求按照 HJ 25.1、HJ25.2、HJ 25.3 和 HJ 610 要求执行。

5.1.2 现场踏勘地块与周边环境现状，识别周边敏感点，评估地块修复工程施工条件，重点关注修复工程的用电、用水、道路、地下水监测井等情况，为修复工程施工提供基础信息。

5.2 更新地块概念模型

5.2.1 结合地块水文地质条件、污染物的理化参数、空间分布及其潜在迁移途径等因素，更新地块调查和风险评估阶段的地块概念模型。

5.2.2 修复技术确定阶段的地块概念模型应重点描述修复前及修复过程对污染物的空间分布特征、迁移过程、迁移途径及受体暴露途径等的可能影响。

5.2.3 修复技术确定及修复工程施工过程中，应根据小试、中试以及施工过程中获得相关数据，不断更新地块概念模型，预测评估修复技术方案的实施效果，动态优化工艺或调整技术路线。

5.3 确认地块修复目标

依据地块用地规划，结合地块环境风险评估确定的修复目标值，明确地块修复目标。对于修复周期较长的地块，修复目标也可分为不同阶段的目标，并明确达到各个阶段目标的时间要求。

5.4 确定修复策略

5.4.1 修复策略

根据地块条件、地块概念模型、地块修复目标，确定地块修复策略。地块修复策略应明确修复方式、修复介质与范围、目标污染物、修复目标值/风险管控目标。

5.4.2 修复方式

修复方式可包括治理修复和风险管控方式中的任意一种及其组合。

5.4.3 修复目标值

5.4.3.1 原位修复的地块：土壤和地下水的修复目标值应采用风险评估报告确定的修复目标值。

5.4.3.2 异位修复的地块：

- a) 若修复后土壤回填到原基坑，则采用风险评估报告提出的修复目标值；若修复后地下水回灌到原地块，则采用风险评估报告提出的地下水修复目标值；
- b) 若修复后土壤外运至其它地块，则采用根据接收地土壤暴露情景进行风险评估确定的修复目标值，或采用接收地土壤背景浓度与接收地用地性质对应 GB 36600 中筛选值的较高者；若污染地下水修复后排放，则采用相应的地表水排放标准或根据最终去向确定的标准值。

5.4.3.3 化学氧化/还原修复、微生物修复涉及的潜在二次污染物的修复目标值，可按照 GB 36600 中同类用地类型对应的筛选值和 GB/T 14848 中地下水使用功能对应标准值执行，或根据暴露情景进行风险评估确定，风险评估可按照 HJ 25.3 和 DB 11/T 656 要求执行。

5.4.4 风险管控目标

5.4.4.1 根据用地规划，结合目标污染物的暴露途径、暴露方式、迁移转化规律，地块水文地质条件、修复治理的难度及成本，采用止水帷幕、覆盖等阻隔方式阻止污染物进一步迁移扩散、切断污染物与暴露人群的接触或限制地块用地功能，以控制人群暴露频率与周期，控制污染物的暴露风险。

5.4.4.2 风险管控目标主要包括污染物浓度目标和风险管控工程设计指标：

- a) 风险管控污染物浓度目标应为暴露点浓度低于可接受风险水平。如对于受 VOCs 污染的地块，其覆盖阻隔层上方大气环境质量或其上建筑物室内空气质量应稳定持续低于风险控制值；对于采用阻隔措施控制地下水污染扩散的地块，则其下游地下水中污染物浓度应持续下降；对于采用固化/稳定化的地块，土壤中污染物的浸出浓度应达到接收地地下水用途对应标准值或不会对地下水造成危害；
- b) 依据风险管控污染物浓度目标，进行工程设计并确定可达到风险管控浓度目标的工程设计指标。

5.4.5 治理修复和风险管控范围

土壤和地下水的治理修复和风险管控范围应依据风险评估报告确定或按照DB11/T 656的要求确定。

5.5 修复技术初步筛选

5.5.1 根据风险评估结果，并结合地块开发利用计划，有针对性地实施风险管控：

- a) 对暂不开发利用的地块，实施以防止污染扩散为目的的风险管控；
- b) 对拟开发利用为居住用地和商业、学校、医疗、养老机构等公共设施用地的地块，实施以安全利用为目的的风险管控。

5.5.2 风险管控技术的筛选主要从技术原理、适用目标污染物、技术成熟度、风险管控时间、潜在环境风险、建设成本及运行维护成本等方面考虑。风险管控技术筛选可参见附录 A。

5.5.3 根据风险评估结果，并结合地块开发利用计划，对需要治理修复的地块，有针对性地选择治理修复技术。

5.5.4 治理修复技术的筛选主要依据地块修复策略，结合地块土壤和地下水特征、污染物类型，利用文献调研、应用案例分析或相关筛选工具，从技术的修复效果、可实施性、成本等方面考虑。治理修复技术筛选见附录 B。

5.6 修复技术可行性试验

5.6.1 筛选性试验

5.6.1.1 筛选性试验的目的是定性判断技术是否适用于目标地块，即评估技术是否有效，能否达到修复目标值。

5.6.1.2 当修复技术及其对应的目标污染物、污染介质与附录 C 列表一致时，该技术可省略筛选性试验。

5.6.1.3 筛选性试验一般为实验室规模的批次小试，至少重复 1 次，试验结果应具有一致性。

5.6.1.4 若所有潜在可行技术均未通过筛选性试验，应重新制定地块修复策略。

5.6.2 选择性试验

5.6.2.1 选择性试验的目的是验证修复技术的实际效果，确定关键工艺参数，估算修复成本、周期等。

5.6.2.2 选择性试验一般为小试、中试；小试应采集实际地块的污染介质，中试应根据修复和风险管控技术的特点，选择地块不同深度、不同浓度的污染介质开展异位试验，或在具有代表性的区域开展原位试验；至少重复 2 次，试验结果应具有一致性。

5.6.2.3 地下水修复试验还应建立地下水水流模型和溶质运移模型，利用解析法或数值法开展模拟预测，选择目标污染物作为模拟因子，根据不同修复和风险管控技术的设计情景，评估地下水修复和风险管控技术的工程实施效果和修复周期等，优化并获得设计和施工所需的工艺参数。常用地下水水流模型和溶质运移模型应符合 HJ 610 要求。

5.6.2.4 若所有潜在可行技术均未通过选择性试验，应重新制定地块修复策略。

5.6.2.5 附录 D 为修复技术可行性示例，其他技术的可行性试验可参考示例进行。

5.7 修复技术综合评估

可采用列举法对各技术的原理、适用性、修复成本等进行定性评估，或利用修复技术评估工具表对可接受性、可操作性、修复效率、修复时间、修复成本等进行定量评估，确定目标地块可行的修复技术。修复技术评估工具表可参见附录E。

5.8 修复技术方案确定

5.8.1 修复技术备选方案确定

5.8.1.1 制定地块修复技术路线

根据地块修复策略、修复技术筛选与评估结果，结合地块环境管理要求等因素对各种可行技术进行合理组合集成，形成修复技术路线。

5.8.1.2 确定地块修复技术的工艺参数

修复技术的工艺参数包括但不限于地下水抽出或注入的流量、影响半径，修复材料投加量或比例、设备处理能力、处理所需时间、处理条件、能耗、设备占地面积或作业区面积，工程控制措施的规模、材料、规格等。

5.8.1.3 估算地块修复工程量

根据技术路线、工艺参数，估算每个修复技术备选方案的工程量。修复工程量包括但不限于不同区域污染土壤和地下水需要修复的面积、深度等，同时应考虑修复过程中开挖、围堵等工程辅助措施的工程量。

5.8.1.4 估算费用

根据地块修复工程量进行费用估算。费用估算包括所选择的各种修复技术的基本建设费用、运行费用、后期管理费用等。

5.8.1.5 估算周期

根据地块修复工程量、修复工期，以及地块平整、设备安装调试、残余风险消除时间等进行周期估算。

5.8.2 技术方案比选

5.8.2.1 技术方案比选应建立涵盖技术、经济、环境、社会的比选指标体系，采用对比分析、综合判断或专家评分等方式，确定地块修复技术方案。

5.8.2.2 技术指标应包括：

- a) 可操作性：修复技术的可靠性；技术在国内应用的成熟度；设备和资源的可获得性；异位修复过程中污染介质的贮存、运输、安全处置等支撑条件；原位修复施工对土壤承载力、土壤 pH 等参数的影响；以及与地块再利用方式或后续建设工程的匹配性、土方平衡等。
- b) 污染物去除效率：目标污染物的有效去除数量与总数量的比值。
- c) 修复周期：达到修复目标所需要的时间、设备安装调试、残余风险消除时间等。

5.8.2.3 经济指标应包括：

- a) 基本建设费用：包括直接费用和间接费用。其中直接费用包括原材料、主体设备、地块准备等费用，间接费用包括工程设计、许可、启动、意外事故等费用。
- b) 运行费用：人员工资、培训、防护等费用，水电费，采样、监测费用，残余物处理费用，维修和应急等费用，以及保险、税务、执照等费用。
- c) 后期费用：日常管理、周期性监测等费用。

5.8.2.4 环境指标应包括：

- a) 残余风险：残余污染物或修复过程产物的类型、数量、特征、风险，以及风险处理的难度和不确定性。
- b) 长期效果：修复工程达到修复目标后的污染物毒性、迁移性或数量的减少程度，是否存在潜在的其他污染问题，需要修复后长期风险管理的类型和程度等。
- c) 健康影响：修复期间需要应对的健康风险（例如异位修复期间的清挖工程中污染物可能对工作人员的健康造成危害）以及减少健康风险的措施。

5.8.2.5 社会指标应包括：

- a) 政府可接受程度：区域适宜性，与现行法律法规、相关标准和规范的符合性等。
- b) 公众可接受程度：施工期对周围居民可能造成的气味、噪声等影响，长期的健康风险影响等。

6 修复工程施工组织

6.1 工程概况

根据地块修复技术方案、工程建设相关材料和地块调查材料编写修复工程概况，主要阐述修复工程的基本情况、特征特点以及有关要求等。

6.2 施工组织部署

6.2.1 根据工程概况、修复过程污染防治及修复工程环境监理相关要求，对施工工程进行部署。部署内容包括但不限于项目管理组织、项目管理目标、工程施工目标、施工工程交付计划、施工进度安排、项目重难点分析、项目施工计划等。具体可按照 GB/T 50502 要求执行。

6.2.2 工程施工目标应根据施工合同、招标文件以及工程管理目标要求确定，包括进度、质量、安全和环境等目标。

6.2.3 项目重难点分析应根据合同文本、地块环境等方面的情况，从组织管理和施工技术两方面提出重点和难点，并且提出简要的应对措施。

6.2.4 修复工程施工期间应设立公告牌和警示标识，公开工程基本情况、环境影响及其防范措施等。工程基本情况包括但不限于工程名称，施工现场建设单位、设计单位、监理单位等名称，各单位现场负责人、施工单位项目经理以及专职安全员的基本情况，施工许可证，工程工期等。

6.3 施工平面规划

根据修复技术方案、施工组织部署等内容，按照科学、安全、文明、节约、环保的原则进行施工平面规划。施工平面规划的内容包括但不限于拟建的建（构）筑物，临时办公、生活设施，临电及临水布置，材料及主要施工设备位置，现场施工道路等。

6.4 施工计划

6.4.1 根据修复技术方案、工程概况、施工组织部署等内容编制施工计划。施工计划应包括施工进度计划、施工准备计划、施工材料计划、主要施工方法等。

6.4.2 施工进度计划的内容应包括：编制说明，施工进度计划表（图），分期（分批）实施工程的开、竣工日期，工期一览表等。

6.4.3 主要施工方法应简要说明测量施工、基坑支护施工、土壤修复施工、地下水修复施工、季节性施工等专项工程所采用的方法。

6.4.4 治理与修复工程原则上应当在原址进行，对采取异位修复方式且需转运污染土壤的，应制定土壤转运计划。转运计划内容包括运输时间、方式、线路和污染土壤数量、去向、最终处置措施等，并提前5个工作日向所在地和接收地区生态环境部门报告。转运计划表见附录F。

6.5 运行维护计划

6.5.1 对修复设施建设完成后需继续运行或地块采取风险管控方式的修复工程，应制定运行维护计划。根据地块调查和风险评估结论、修复技术方案和主要施工方案，确定运行维护应关注的信息。运行维护计划包括运行维护内容和方式等。

6.5.2 运行维护内容包括检查、日常运行与维护、报告等。

6.5.3 运行维护方式包括日常巡视检查、文件检查、日常操作与维护、记录与报告等。

6.5.4 运行维护的情况要及时记录和整理，形成运行维护工作报告。报告中应包含运行与维护的对象、目的、计划、实际运行与维护情况、运行与维护效果。发生意外状况时，还应编制专题报告，对意外状况进行描述、原因分析、记录应对措施、分析应对效果、提出优化意见。

6.6 修复过程监测计划

6.6.1 根据修复技术方案、施工组织、运行维护计划等内容制定修复过程监测方案。监测方案内容应包括监测项目、监测点位的布设、样品的采集及分析、监测周期、监测频率、监测评估和动态优化等。

6.6.2 土壤和地下水的监测项目为需治理修复的目标污染物。

6.6.3 土壤和地下水修复过程各项指标监测点位的布设、样品的采集及分析可按照 HJ 25.2 和 HJ 25.6 相关要求执行。

6.6.4 监测评估内容包括运行工况评估、修复进程评估、修复目标可达性评估等。

6.6.5 评估方法可包括但不限于计算法（污染物运移模型、流动模型等）、统计法（方差分析、协方差分析、学生 t 检验法、克里格法等）和图表法（流线图、等高线图）。

6.6.6 根据监测评估结果，及时提出修复工程的优化建议，包括工艺参数的优化和监测计划的优化。对于评估认为修复技术路线不能达到预期修复目标的，应及时提出并论证修复技术路线调整的可能性，甚至要提出并论证修复策略调整的可能性。

6.6.7 地块修复工作完成后，可选择自主开展修复效果评估工作。修复效果自主评估工作内容及要求可按照 HJ 25.5 的相关要求执行。

7 修复过程污染防治

7.1 问题识别

根据前期收集的资料，分析修复工程关键环节中可能产生的大气、水、噪声、固废等污染及排放特征等，识别污染产生重点环节，绘制产污环节图，估算污染物排放量及其影响。

7.2 污染防治目标确定

根据法律法规、政策、标准等相关规定，提出修复工程实施过程中的废水、废气、噪声排放限值和固体废物管理要求。对于标准中没有的特征污染物指标，可参考国外的相关标准，或进行风险计算来确定。

7.3 污染防治措施

7.3.1 原位修复污染防治

7.3.1.1 原位修复工程需关注的关键环节及污染防治要点分别为：

- a) 处理系统建设环节：系统安装过程产生的含污染物的粉尘及扬尘，钻井过程产生的固体废物、废气等；
- b) 修复环节：该环节污染防治要点主要与采取的修复技术有关，如修复药剂的遗撒、原位化学氧化/还原过程中有机污染气体和气味的产生、化学淋洗过程中淋洗废水的排放、热脱附过程中循环液的排放和除尘灰的收集、尾气处理装置更换下来的活性炭等；
- c) 处理系统拆除环节：拆除过程中产生的粉尘及扬尘、处理设施清洗过程中产生的废水、带有污染土壤的拆除设施的暂存等。

7.3.1.2 可采取的防治措施见附录 G。

7.3.2 异位修复污染防治

7.3.2.1 异位修复工程需关注的关键环节及污染防治要点分别为：

- a) 土壤挖掘环节：挖掘过程中产生的有机污染气体和气味，含污染物的粉尘及扬尘污染，以及固废尤其是危险废物，酸碱等废液，含污染物的废弃土壤等；
- b) 土壤运输环节：运输过程中污染土壤的遗撒以及含污染物的粉尘及扬尘的产生、设备在使用或清洗过程中的交叉污染、含污染物的土壤渗滤液的排放等；
- c) 土壤暂存环节：因大风等天气原因产生含污染物的粉尘及扬尘、因下雨等原因产生含污染物的渗滤液、因接触暂存地块的土壤造成的交叉污染等；
- d) 土壤修复环节：药剂和污染土壤混合过程中产生含污染物的粉尘及扬尘、化学药剂的遗撒、洗土过程产生的含污染物的废水、使用或清洗设备过程中产生的交叉污染等；
- e) 土壤回填/外运环节：运输过程中产生的粉尘及扬尘等；
- f) 地下水抽出环节：钻井过程产生的污水、固体废物、废气等，因操作不当影响其他含水层等；
- g) 地下水处理环节：水处理过程中产生的废水、含污污泥、有机污染气体及气味等；
- h) 地下水排放环节：地下水修复后产生的废水等。

7.3.2.2 可采取的防治措施见附录 G。

7.4 环境应急预案

7.4.1 环境风险评价

按照HJ/T 169的要求进行环境风险评价，评价结果应包括但不限于以下内容：地块修复工程环境风险源识别，突发事故可能产生的污染物种类、最大数量、浓度及环境影响类别，自然条件（汛期、地震等）可能造成的污染事件等。

7.4.2 环境应急能力评估

在环境风险评价的基础上，评估现有突发环境事件预防措施、应急装备、应急队伍、应急物资等应急能力，明确进一步需求。

7.4.3 应急预案编制

7.4.3.1 在风险分析和应急能力评估基础上，针对可能发生的环境事件的类型和影响范围，编制应急预案。对应急机构职责、人员、技术、装备、设施、物资、救援活动及其指挥与协调方面做出具体安排。

7.4.3.2 还应编制公众投诉应急预案，主动、及时、准确、客观向公众发布突发环境事件和应对工作信息，回应公众关切。信息发布内容包括事件原因、污染程度、影响范围、应对措施、需要公众配合采取的措施和事件调查处理进展情况等。

7.5 环境监测计划

7.5.1 根据修复过程的污染识别和环境风险识别结果，制定环境监测计划，判定大气、水体、土壤、噪声等能否达到国家或地方相关标准的要求。环境监测计划应包括施工过程的环境监测和修复设施的污染源监测等。

7.5.2 施工过程的环境监测

7.5.2.1 大气监测

大气监测内容包括污染土壤挖掘、修复区修复施工过程中污染物无组织排放空气样品的采集、分析及质量评价。一般根据地块污染土壤修复作业功能区规划及修复作业进度，按照HJ/T 55中相关规定，应在污染源的上风向（对照点）、下风向（污染扩散点）环境空气敏感区布设监测点；有异味污染源的修复工程，应对居民区等敏感点布设异味监测点。无组织排放大气污染物的采集和废气排放标准应符合DB11/501的相关规定和要求。涉及恶臭气体的按照GB/T 14554的要求执行。

7.5.2.2 地表和地下水监测

如果地块内有流经的或汇集的地表水，则在受影响的地表水区域布点，同时应在地表水上游一定距离布设对照监测点位。地表水的采样应避免搅动水底沉积物。对于地下水，应在受影响或可能受影响的区域设置地下水监测井，同时考虑在地块内地下水径流的上游和下游布点。地下水采样前应先进行洗井，采样应在水质参数和水位稳定后进行。具体按照HJ/T 91和HJ/T 164的相关规定和要求执行。废水排放标准按照DB11/307的相关规定和要求执行。

7.5.2.3 土壤监测

应在受影响或可能受影响的区域（如污染土壤暂存场，运输车辆临时道路，土壤待检区）设置土壤监测点。可根据工程进度进行分批次采样。土壤原则上根据修复设施设置、潜在污染来源等资料判断布点，也可采用系统布点法设置采样点。样品以去除杂质后的土壤表层样为主（0~20 cm），不排除深层采样。具体按照HJ 25.2和HJ 25.5的相关规定和要求执行。

7.5.2.4 噪声监测

应在施工场界和噪声敏感区布设监测点。具体按照GB 12523的相关规定和要求执行。

7.5.3 修复设施污染源监测

在了解修复施工工艺过程、生产设施性能、主要技术指标、排放的主要污染物种类及排放浓度大致范围的基础上，确定修复设施污染源监测方法、监测内容和采样位置，如有组织排放修复设施应在排放口设置监测点，施工和堆放储存等面源污染应在污染产生区布设监测点，异位热解析、焚烧等土壤修复设施大气有组织排放口应安装在线监测系统。采样频次和采样时间应结合设施的运行工况、污染物的排放方式和排放规律来确定。具体应符合HJ/T 397的相关规定和要求。

8 修复工程环境监理

8.1 环境监理工作目标与范围

依据修复工程施工组织及修复过程污染防治相关内容和要求，结合地块特点和修复工程相关材料，确定地块修复工程环境监理的工作目标和工作范围。

8.2 环境监理工作程序

地块修复工程环境监理可包括修复工程设计阶段环境监理、修复设施建设阶段环境监理和修复工程实施阶段环境监理。各个阶段的程序应符合DB11/T 1279要求。

8.3 环境监理工作内容

依据相关法律法规和技术规范，以及地块修复技术方案、修复工程施工组织方案、环境影响评价报告及其批复、修复过程污染防治等文件，梳理环境监理工作内容，包括但不限于以下内容：

- a) 项目规模、工艺、施工平面规划等内容的合理性和完整性；
- b) 修复工程施工组织方案中主体修复工程施工计划是否合理可行；重点关注修复工程施工位置和异位修复外运土壤去向的合法性；
- c) 修复工程污染防治环节和要点识别是否准确，修复过程中水、大气、噪声等污染防治措施是否合理；
- d) 修复工程环境应急预案是否合理；
- e) 环境监管体系和污染防治措施的完善性；
- f) 季节性或专项施工方案的可行性、合理性和先进性；
- g) 施工过程中其它环境保护相关的内容。

8.4 环境监理工作方法和制度

根据环境监理的工作内容和要求，建立环境监理的工作方法和制度，以协调解决修复工程实施过程中出现的问题。环境监理的工作方法和制度具体可按照DB11/T 1279要求执行。

9 修复工程后期管理

9.1 后期管理要求

9.1.1 对于修复后土壤中污染物浓度未达到 GB 36600 第一类用地筛选值的地块或者实施风险管控的地块，原则上应开展后期管理。

9.1.2 后期管理方式应包括长期环境监测与制度控制，两者可结合使用。

9.2 后期管理目标

原则上后期管理直至地块土壤中污染物浓度达到 GB 36600 第一类用地筛选值、地下水中污染物浓度达到 GB/T 14848 中地下水使用功能对应标准值为止。

9.3 后期管理方式

9.3.1 长期环境监测

9.3.1.1 一般通过设置地下水监测井进行周期性地下水样品采集和检测，也可设置土壤气监测井进行土壤气样品采集和检测，监测井位置应优先考虑污染物浓度高的区域、受体所处位置等。

9.3.1.2 应充分利用地块内符合采样条件的监测井。

9.3.1.3 长期监测宜 1~2 年开展一次，可根据实际情况进行调整。

9.3.2 制度控制

制度控制包括限制地块使用、限制地下水利用、通知和公告地块潜在风险、制定限制进入或使用条例等方式，多种制度控制方式可同时使用。

附 录 A
(资料性)
风险管控技术筛选表

表A.1 风险管控技术筛选表

技术分类	技术名称	技术原理	适用目标污染物	技术成熟度	时间	环境风险	建设成本	运行维护成本
工程控制	水平覆盖系统 (也称表面阻隔)	将污染物与人、动物和植物隔开,抬高地面以提供适当的坡度,促进地表水径流,以达到减少地表水渗透到地下,造成污染物的迁移;同时也减少污染气体的排放的。	适用多种污染物	国外已广泛应用,国内已有工程应用	周期较长,需要数年或更长时间	低	低	低
	被动减压系统	安装被动蒸汽控制系统,并在建筑物下方安装蒸汽屏障,通过一系列的收集和排放管道将建筑物下方土壤气排放到大气中,以尽量减少挥发性污染物向室内空气迁移的可能性。	适用多种污染物,如石棉、重金属、挥发性有机化合物(VOCs)、半挥发性有机化合物(SVOC)和多氯联苯(PCBs)的污染等	国外已广泛应用	周期较长,需要数年或更长时间	中	高	高
	主动减压系统	安装主动蒸汽控制系统,并在建筑物下方安装蒸汽屏障,通过一系列的收集和排放管道将建筑物下方土壤气排放到大气中,以尽量减少挥发性污染物向室内空气迁移的可能性。	适用多种污染物,如石棉、重金属、挥发性有机化合物(VOCs)、半挥发性有机化合物(SVOC)和多氯联苯(PCBs)的污染等	国外已广泛应用	周期较长,需要数年或更长时间	中	高	高
	地下水运移屏障	使用垂直的不透水屏障,通过切断路线来防止污染地下水或渗滤液迁移。	适用多种污染物	国外已广泛应用,国内已有工程应用	周期较长,需要数年或更长时间	低	中	中
	安全屏障和围栏	采用板材围挡、砌体围挡等阻止污染物与潜在污染受体的接触	适用多种污染物	国外已广泛应用,国内已有工程应用	周期较长,需要数年或更长时间	低	低	低
	固化/稳定化	通过向受污染的土壤中注入或混合水泥,将污染物固定在结构完好的固体材料中以降低其浸出浓度	适用多种污染物	国外已广泛应用,国内已有工程应用	周期较长,需要数年或更长时间	低	低	低

技术分类	技术名称	技术原理	适用目标污染物	技术成熟度	时间	环境风险	建设成本	运行维护成本
工程控制	土工织物护栏	采用苫网等阻止污染物与潜在污染受体的接触	适用多种污染物	国外已广泛应用，国内已有工程应用	周期较长，需要数年或更长时间	低	低	低
	渗滤液收集系统	直接收集含污染物的渗滤液，将其无害化处理	适用多种污染物	国外已广泛应用，国内已有工程应用	周期较长，需要数年或更长时间	中	中	中
	渗透反应墙	在地下建造含有特殊材料的反应墙，当地下水通过反应墙时去除污染物	适用多种污染物	国外已广泛应用，国内已有工程应用	周期较长，需要数年或更长时间	中	高	高
制度控制	制度控制	运用行政和法律法规等管理措施控制污染地块，减少污染物对人类和环境的风险	适用多种污染物	国外已广泛应用，国内已有工程应用	周期较长，需要数年或更长时间	低	低	低

附 录 B
(资料性)
修复技术筛选矩阵

表B.1 土壤和地下水修复技术筛选矩阵

技术名称	技术成熟度	运行维护投入	资金投入	系统的可靠性和维护需求	其他相关成本	修复时间	目标污染物				
							非卤代VOCs	卤代VOCs	非卤代SVOCs	卤代SVOCs	重金属
土壤											
原位生物处理											
1 生物通风	●	●	●	●	●	◎	●	◇	●	○	○
2 强化生物修复	●	○	◎	◎	●	◎	●	●	●	◇	◇
3 植物修复	●	●	●	○	●	○	◎	◎	◎	◇	◎
原位物理/化学处理											
4 化学氧化/还原	●	○	◎	◎	◎	●	◎	◎	○	◎	◇
5 土壤冲洗	●	○	◎	◎	◎	◎	●	●	◎	◎	●
6 土壤气相抽提	●	○	◎	●	●	◎	●	●	○	○	○
7 固化/稳定化	●	◎	○	●	●	●	○	○	◎	◎	●
8 热处理（热蒸汽或热脱附）	●	○	○	●	◎	●	●	●	●	●	○
异位生物处理（假设基坑开挖）											
9 生物堆	●	●	●	●	●	◎	●	●	◎	◇	◇
10 堆肥法	●	●	●	●	●	◎	◎	◎	◎	◇	○
11 泥浆态生物处理	●	○	○	◎	◎	◎	◎	●	●	◇	◇
异位物理/化学处理（假设基坑开挖）											
12 土壤淋洗	●	○	○	●	◎	●	◎	◎	◎	◎	◎
13 化学氧化/还原	●	◎	○	●	◎	●	◎	◎	◎	◎	●
14 固化/稳定化	●	◎	○	●	●	●	○	○	◎	◎	●
异位热处理法（假设基坑开挖）											
15 水泥窑协同处置	●	○	○	◎	●	●	●	●	●	●	○
16 焚烧	●	○	○	◎	○	●	●	●	●	●	○
17 热脱附	●	○	○	◎	◎	●	●	●	●	●	○

技术名称	技术成熟度	运行维护投入	资金投入	系统的可靠性和维护需求	其他相关成本	修复时间	目标污染物				
							非卤代VOCs	卤代VOCs	非卤代SVOCs	卤代SVOCs	重金属
其他技术											
18 阻隔填埋	●	◎	○	●	●	○	◎	◎	◎	◎	◎
19 开挖、运出、安全填埋	●	●	●	●	◇	●	◎	◎	◎	◎	◎
地下水											
原位生物处理											
20 强化生物修复	●	○	◎	◎	●	◇	●	◇	●	◇	◇
21 监测型自然衰减	●	○	◎	◎	●	◇	●	◎	◎	◎	○
22 植物修复	●	●	●	○	●	○	◎	◎	◎	◎	◇
原位物理/化学处理											
23 空气注射	●	●	●	●	●	●	●	◎	◎	◎	○
24 生物通风+自由相抽提	●	●	●	◎	●	◎	◎	◎	●	●	◎
25 化学氧化/还原	●	○	◎	◎	◎	●	◎	◎	○	◎	◇
26 多相抽提	●	○	○	◎	◎	◎	●	●	●	●	○
27 热处理	●	○	○	◎	◎	●	◎	●	●	●	○
28 井内曝气吹脱	●	◎	○	◎	◎	○	◎	◎	◎	○	○
29 主动/被动反应墙（例如 PRB）	●	◎	○	●	◎	○	●	●	●	●	◇
其他技术											
30 阻隔(例如止水帷幕、水力控制法等)	●	◎	○	●	●	○	●	●	●	●	●
异位处理（抽出处理）抽出后处理技术同工业废水处理											

表B.2 修复技术筛选矩阵的分级原则和方法

考虑因素		● 优于平均值	◎ 平均值	○ 劣于平均值	其他
技术成熟度-所选取技术的应用规模和成熟程度		该技术已被多个污染地块所采用，并作为最终修复技术的一部分；有详实的文献记录、已被技术人员理解	已满足投入工程应用或中试的需求，但仍需要改进和更多试验	没有实际应用过，但已经做了小试和中试等试验，有应用前景	◇ 技术的有效性取决于地块特征、污染物种类和技术的应用/设计
运行维护投入-全套技术运行维护期间的投入		运行维护投入较低	运行维护投入一般	运行维护投入较高	
资金投入-全套技术的设备、人力等投入		资金投入较低	资金投入一般	资金投入较高	
系统可靠性和维护需求-相对其他有效技术而言，该技术的可靠性和维护需求		可靠性高、维护需求少	可靠性一般、维修需求一般	可靠性低、维护需求多	
其他相关成本-处置前、处置后、处置过程中核心过程的设计、建造、操作和维护成本		相对于其他选择总体费用较低	相对于其他选择总体费用一般	相对于其他选择总体费用较高	N/A 表示不适用
修复时间-采用该技术处理单位面积地块所花费的时间	原位土壤	少于 1 年	1~3 年	多于 3 年	I/D 表示无法收集到足够的数 据
	异位土壤	少于 0.5 年	0.5~1 年	多于 1 年	
	原位地下水	少于 3 年	3~10 年	多于 10 年	

附 录 C
(资料性)
地块适用修复技术

表 C.1 地块适用修复技术列表

目标污染物	污染介质	适用修复技术
VOCs (包括石油烃)	土壤	土壤气相抽提 (土壤特性需符合质地松散、水分含量低于 50%)
		热脱附 (土壤特性需符合水分含量低于 30%)
		焚烧
		生物修复 (仅针对石油烃)
	地下水	抽出-处理
		曝气吹脱
		空气注射 (针对地下水位以下 15 m 以内的地下水)
		生物修复 (仅针对石油烃)
SVOCs	土壤	焚烧
		热脱附
	地下水	抽出-处理
PCBs 和农药	土壤	焚烧 (浓度大于 500 mg/kg)
		热脱附 (浓度小于 500 mg/kg)
		安全填埋 (浓度在 50~100 mg/kg 之间可直接进入安全填埋场)
	地下水	抽出-处理
重金属	土壤	固化/稳定化
		安全填埋
	地下水	抽出-处理

附录 D

(资料性)

修复技术可行性试验示例

D.1 生物修复技术筛选性试验

筛选性试验是可行性试验的第一步,主要用来判断生物修复技术能否应用于该目标地块污染物的修复,即判断技术是否有效。生物修复技术筛选性试验在实验室条件下开展,其规模较小、成本较低、数天即可完成,试验结果能够表明该技术的潜在可行性,但由于运行参数较简单,数据量较少,难以模拟实际运行条件,一般不单独作为技术选择的主要依据。

通常情况下,好氧生物降解技术筛选性试验宜采用将土壤、泥浆或者水溶液放入振荡瓶、土罐以及泥浆反应器等反应器内进行。pH、污染物输入速率、氧气以及营养元素的有效性等参数应设置到最佳状态以提高试验成功的可能性。生物修复技术筛选性试验需要判断生物降解过程是否存在,如果经过3~6周的反应周期后,目标污染物的净降解率能够大于20%,那么该技术被认为是有效的,即潜在可行的。

表D.1中列举了技术筛选性试验过程中,判断该技术是否有效的基本标准,可作为生物修复技术可行性试验的主要参考。

本文件该案例中技术筛选性试验不适用于厌氧生物修复技术。

D.2 生物修复技术选择性试验

技术选择性试验是可行性试验的第二步,对筛选性试验结果所得出的潜在可行技术开展进一步试验,确定工艺参数,估算成本、周期等。这一阶段的生物修复技术试验必须模拟目标地块实际条件,以确定在特定操作单元条件下,该技术的运行情况,其研究成本中等,一般需要数周至数月的时间。试验结果不仅能够判断该技术是否能够达到修复目标值,同时也能够为修复技术方案的详细评估提供足够数据。此外,残留物以及中间产物的毒性试验也是必不可少的。一般情况下,采用泥浆反应器、土罐、封闭反应器等进行的试验主要针对异位生物修复,而现场试验点试验以及土柱实验往往针对原位生物修复。

选择性试验一般在现场某一块需要修复的代表性污染区域进行,而大型土柱试验宜在实验室开展,在现场利用大型土柱进行试验目前正处在研究之中。土柱应能够测定不同土层的生物活性,一般情况下,往往需要测定不同介质的基本性质,为此需防止污染物在不同介质之间的转移。

尽管需要根据不同技术的特点设计可行性试验,但总体上所采用的技术、设备与实际修复过程中的技术、设备相似,以确保这些研究能够与实际情况更为接近,试验结果能够提供为下一阶段的方案设计与方案实施提供详细的信息。

表D.1中同时列举了生物修复技术选择性试验过程中,判断该技术是否有效的基本标准,可作为生物修复技术可行性试验的主要参考。

表D.1 不同试验阶段生物修复技术可行性试验的标准

标准	筛选性试验	选择性试验
关注污染物的生物降解率(以最难降解的污染物作为标准)	净降解率应>20%	在试验条件下,能够达到修复目标

污染物初始浓度	适用于技术应用条件	修复过程中的最高浓度
环境条件	适用于技术应用条件(包括可能的地块条件)	模拟地块修复环境条件
生物降解程度	定性估计*	定量估计
生物降解效率	粗略估算*	保守估算
修复时间估算	不涉及	需要估算
质量守恒	粗略说明*	需要计算说明
有毒副产物	对可能出现的有毒副产物, 检测即可*	应有具体的检测过程(如果有条件的情况下) ^a
过程控制和可靠性	不涉及	需要潜在评估
微生物活性	粗略测定*	检验/定量检验*
过程优化	不涉及	评估*
实地全规模应用的成本估算	不涉及	需要大致估算, -30%至+50%
试验规模	小试 实验室批次试验研究	小试或中试试验研究
^a 表示并非必需, 尽管在某些情况下非常重要。		

D.3 可行性试验中, 不同试验研究的基本特征见表D.2。

表D.2 生物修复技术可行性试验研究的基本特征

试验方法	适用性	规模	尺寸	时间
现场选择一小块需要修复的区域进行试验	原位生物修复	现场	1~1000 m ² *	2个月~2年
土柱实验	原位生物修复	实验室和现场	0.001~100 m ³ 的土壤、砂、沉积物、石块等	1周~6个月
土罐实验	固相处理	实验室	1~50 kg 的土壤	1~6个月
泥浆反应器	液相和固相处理	现场	超过 75 L 的泥浆	2~3个月
		实验室	0.05~75 L	1周~2个月
封闭系统	堆肥、生物堆、固相处理	实验室和现场	0.1~3000 m ³ 的土壤	10天~10个月
注: *表示现场试验区域的深度需根据实际情况确定。				

附 录 E
(资料性)
修复技术评估工具

E.1 污染地块修复技术综合评估阶段的评分工具见表E。每个修复技术都分 5 个指标分别进行评述后评分，每个指标可评分赋值 1~4 分；分数越高，表明该技术越有利于在地块修复中被应用。总分区间为 5~20 分。

表E.1 修复技术评估工具表

技术名称	可接受性		可操作性		修复效率		修复时间		修复成本		总分	结果
	评述	评分	评述	评分	评述	评分	评述	评分	评述	评分		
技术 1												
技术 2												
技术 3												
...												
技术 n												
评分标准：												
可接受性：考虑修复技术与污染地块目前（或未来规划）的使用功能、与国家和北京市相关法律规范要求的相符性、公众可接受程度等。 4-完全可接受；3-可接受；2-勉强可接受；1-局部可接受												
可操作性：考虑修复技术的可操作性、是否会对地块产生不良影响、技术是否在类似地块应用过等。 4-可操作性强；3-可操作；2-勉强可操作；1-局部可操作												
修复效率：评估修复技术修复效率的高低，即去除污染物的难易程度。 4-非常高效；3-高效；2-一般有效；1-效率很低												
修复时间：所估算的修复时间。 4-短；3-中等；2-长；1-非常长												
修复成本：所估算的总成本。 4-低；3-中等；2-高；1-非常高												

附 录 F
(资料性)
污染土壤转运计划表

表F.1 污染土壤转运计划表

项目名称			
修复施工单位			
污染土壤产生单位名称			
污染土壤产生单位地址			
污染土壤产生单位经办人		联系电话	
土壤污染特性及污染物浓度		数量(吨)	
运输方式			
污染土壤转运目的	中转贮运 () 利用 () 处置 ()		
运输单位			
运输单位名称			
运输时间	年 月 日		
污染土壤运输的土方量			
道路运输证牌号			
运输路线			
运输单位经办人		联系电话	
接收单位			
接收单位名称			
接收单位地址			
经营许可证书编号			
接收污染土壤数量(吨)			
接收时间	年 月 日		
接收单位经办人		联系电话	
污染土壤处置措施	利用 () 贮存 () 焚烧 () 安全填埋 () 其他 ()		

附录 G

(资料性)

修复工程需关注的施工环节和可能防治措施

表G.1 原位修复工程的关键环节及可能的防治措施

关键环节	可能的防治措施
处理系统建设环节	<ul style="list-style-type: none"> •安装通风设施 •完善培训制度 •减少污染地块的暴露表面积 •喷洒化学稳定剂 •采取喷洒气味抑制剂等措施避免污染土壤对周边环境产生影响
修复环节	<ul style="list-style-type: none"> •完善药剂使用培训制度 •喷洒化学稳定剂 •采取喷洒气味抑制剂等措施避免污染土壤对周边环境产生影响 •做好四周围堰、地面防渗措施 •循环液的统一收集，交有资质单位处理 •污染岩芯及时苫盖，堆放地面进行防渗处理 •除尘灰、活性炭等固体废弃物送有资质单位处理
处理系统拆除环节	<ul style="list-style-type: none"> •安装通风设施 •防尘网措施 •洒水抑尘 •做好四周围堰、地面防渗措施 •堆放地面进行防渗处理

表G.2 异位修复工程的关键环节及可能的防治措施

关键环节	可能的防治措施
土壤挖掘环节	<ul style="list-style-type: none"> •采取喷洒气味抑制剂等措施避免污染土壤对周边环境产生影响 •减少污染地块的暴露表面积 •洒水措施 •防尘网措施 •喷洒化学稳定剂 •固废鉴别 •废液统一回收，送有资质部门处理 •分批开挖，减少土壤的交叉污染
土壤运输环节	<ul style="list-style-type: none"> •提高运输过程中运输车辆的密闭性，防止污染物挥发和遗撒 •及时清理车身、车轮上的污染土壤 •除尘措施 •运输车辆车厢的防渗处理
土壤暂存环节	<ul style="list-style-type: none"> •密闭污染土壤存储设施 •防雨措施

	<ul style="list-style-type: none"> •污染雨水的收集处理 •污染土壤堆放地面进行防渗处理等
修复环节	<ul style="list-style-type: none"> •在封闭大棚进行，配备相应的防尘/防异味扩散措施 •收集污染径流，进行现场处理 •废水经物化或者生物处理，可回用或达标排放 •用地膜等隔水材料覆盖地面 •固体废物统一回收，送有资质单位处理
土壤回填/外运环节	<ul style="list-style-type: none"> •铺盖苫布，对运输土壤进行有效覆盖，避免扬尘 •合理规划路线，减少交通量和降低车辆行驶速度
地下水抽出环节	<ul style="list-style-type: none"> •收集污染径流，进行现场处理 •运用迁移转化模型，了解地下水污染可能的运动和潜在的变化 •固体废物统一回收，送有资质单位处理 •废气经滤网过滤、活性炭吸附等处理达标才能排放
地下水处理环节	<ul style="list-style-type: none"> •废水经过活性炭吸附等处理达标才能排放 •污泥经处理降低含水量，再根据污泥性质采用填埋、焚烧等方式进行后续处理 •地面处理区域防渗设施和措施 •采取喷洒气味抑制剂等措施避免污染土壤对周边环境产生影响
地下水排放环节	<ul style="list-style-type: none"> •回收废水，送至附近的污水处理厂 •收集地表径流，进行现场处理

附 录 H
(资料性)
建设用地土壤污染修复方案编制大纲

- 1 总论
 - 1.1 项目背景
 - 1.2 编制依据
 - 1.3 编制内容
- 2 地块修复技术
 - 2.1 确认地块条件
 - 2.2 更新地块概念模型
 - 2.3 确认地块修复目标
 - 2.4 确定修复策略
 - 2.5 修复技术初步筛选
 - 2.6 修复技术可行性试验
 - 2.7 修复技术综合评估
 - 2.8 修复技术方案确定
- 3 修复工程施工组织
 - 3.1 工程概况
 - 3.2 施工组织部署
 - 3.3 施工平面规划
 - 3.4 施工计划
 - 3.5 运行维护计划
 - 3.6 修复过程监测计划
- 4 修复过程污染防治
 - 4.1 问题识别
 - 4.2 污染防治目标确定
 - 4.3 污染防治措施
 - 4.4 环境应急预案
 - 4.5 环境监测计划
- 5 修复工程环境监理
 - 5.1 环境监理工作目标与范围
 - 5.2 环境监理工作程序
 - 5.3 环境监理工作内容
 - 5.4 环境监理工作方法和制度
- 6 修复工程后期管理
 - 6.1 后期管理要求
 - 6.2 后期管理目标
 - 6.3 后期管理方式

