

ICS 13.020.40
CCS Z 05

DB32

江苏省地方标准

DB32/T 4611—2023

建设用地地下水污染修复和风险管控
技术导则

Technical directives for groundwater pollution remediation and
risk control of development land

2023-12-13发布

2024-01-13实施

江苏省市场监督管理局 发布
中国标准出版社 出版

目 次

前言	Ⅲ
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	2
5 工作程序	2
6 方案制定	3
7 工程实施	6
8 效果评估	8
9 后期管理	9
附录 A（资料性） 地下水污染修复和风险管控技术适用表	10
附录 B（资料性） 建设用地地下水污染修复和风险管控技术方案编制提纲	14
附录 C（资料性） 建设用地地下水污染修复和风险管控效果评估报告编制提纲	16
参考文献	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专利的责任。

本文件由江苏省生态环境厅提出并归口。

本文件起草单位：生态环境部南京环境科学研究所、江苏省环境科学研究院、中国科学院南京土壤研究所、东南大学。

本文件主要起草人：温冰、龙涛、陈檣、祝欣、曹少华、傅博文、宋静、宋敏、万金忠、邓绍坡、陈朦、黄剑波、张满成、唐伟、于磊、蒋林惠、柏立森、余海波、赵炎、尹芝华、刘翠翠。

建设用地地下水污染修复和风险管控 技术导则

1 范围

本文件确立了建设用地地下水污染修复和风险管控的基本原则和要求，并规定了工作程序、方案制定、工程实施、效果评估、后期管理等内容。

本文件适用于建设用地地下水污染修复和风险管控的方案制定、工程实施、效果评估和后期管理。其他形式的地下水污染修复和风险管控可参照执行。

本文件不适用于放射性污染和致病性生物污染地块的地下水污染修复和风险管控。

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/T 14848—2017 地下水质量标准

GB 36600—2018 土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）

HJ 25.3 建设用地土壤污染风险评估技术导则

HJ 25.6 污染地块地下水修复和风险管控技术导则

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 development land

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。

[来源：GB 36600—2018, 3.1]

3.2

地下水污染对照值 control value of groundwater contamination

用于评价天然状态下地下水中化学组分水平的浓度值或浓度范围，可选取地下水环境背景值或评价区内受人类活动影响程度较小的地下水水质指标统计值。

[来源：HJ 610—2016, 3.13, 有修改]

3.3

地下水污染修复 groundwater pollution remediation

采用物理、化学或生物的方法，降解、吸附、转移地块地下水中的污染物，将有毒有害的污染物转化为无害物质，或使其浓度降低到可接受水平，满足相应的地下水环境功能或使用功能的过程。

[来源：HJ 25.6—2019, 3.2, 有修改]

3.4

地下水污染风险管控 groundwater pollution risk control

采取工程控制、制度控制等措施，阻断地下水污染物暴露途径，阻止地下水污染扩散，防止对周边人体健康和生态受体产生影响的过程。

[来源: HJ 25.6—2019, 3.3, 有修改]

3.5

后期管理 ex-post management

建设用土壤和地下水污染风险管控和修复后，土壤和地下水仍然存在污染迁移、扩散或人体健康风险，结合实际情况对地块实施长期监测、制度控制等措施，确认修复效果是否长期有效、风险管控效果是否符合预期。

4 基本原则

4.1 系统性原则

系统考虑地下水、土壤、地表水，兼顾区域和地块，强化协同防治，统筹地下水污染修复和风险管控，防止地下水污染对人体健康和生态受体产生影响。

4.2 针对性原则

根据地块所属行业的污染特征、水文地质条件、周边环境敏感目标等，针对性开展地下水污染修复和风险管控活动，有效消除或控制污染风险。

4.3 规范性原则

依据地下水污染修复和风险管控相关法律法规要求，采用程序化、系统化方式规范修复和风险管控过程。

4.4 可行性原则

根据地块水文地质条件、地下水使用情况、污染特征以及对人体健康和生态受体造成的危害，合理选择修复和风险管控技术，因地制宜制定修复和风险管控技术方案，确保修复和风险管控切实可行。

5 工作程序

建设用地地下水污染修复和风险管控的工作程序如图 1 所示。

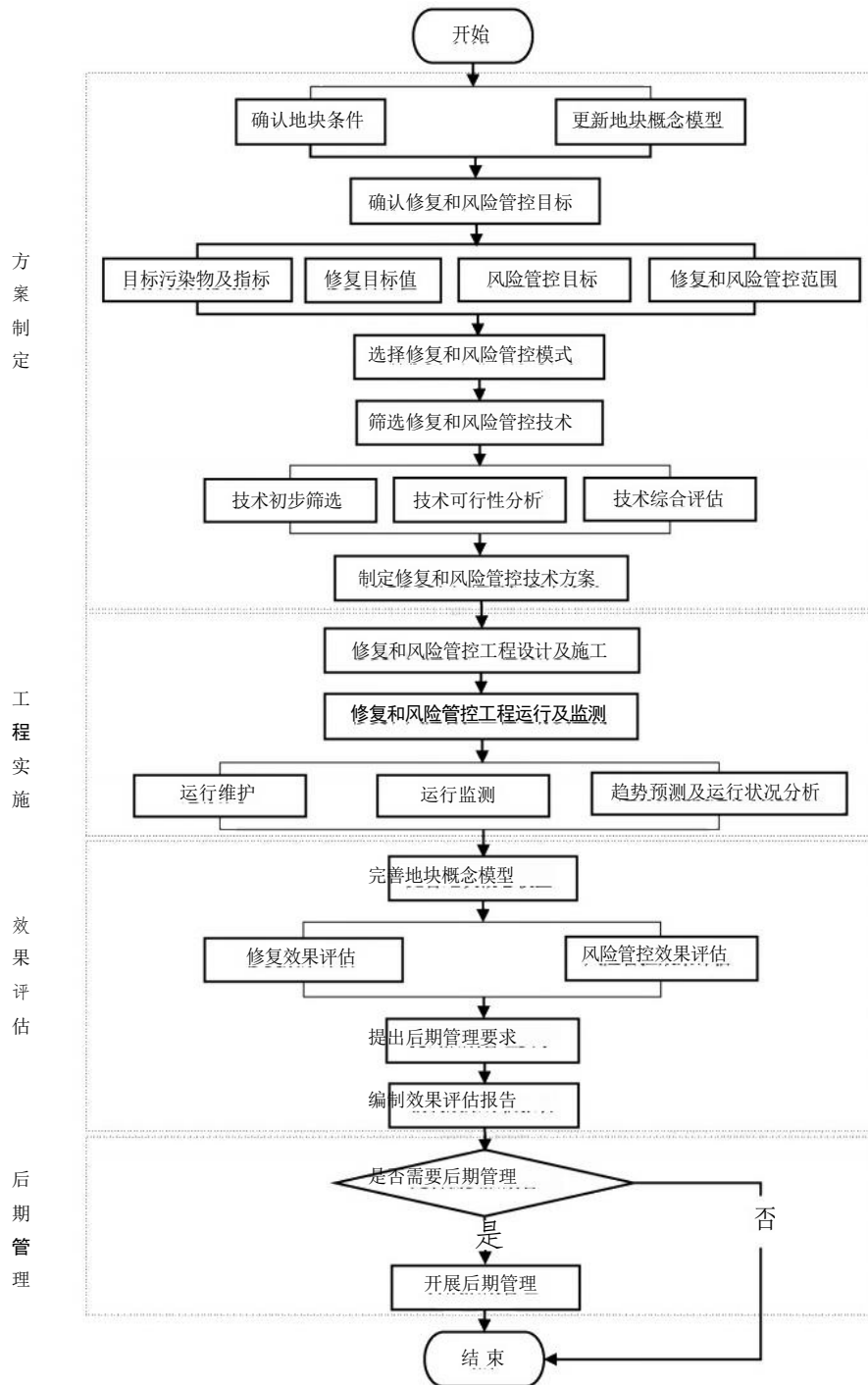


图 1 建设用地地下水污染修复和风险管控工作程序

6 方案制定

6.1 确认地块条件

6.1.1 核实地块资料

根据前期地块环境调查、风险评估等相关资料，重点核实地块基本情况、水文地质条件、敏感受体、地

下水和土壤污染特征，以及邻近地表水体、相邻污染地块、上游地下水重点污染源（如工业园区、垃圾填埋场、危废处置场等）等周边环境情况。

6.1.2 现场踏勘

实地考察地块现状及周边环境情况，重点关注地块前期环境调查和风险评估后发生的重大变化。考察地块修复和风险管控施工条件，重点关注地块用电、用水、交通、地下水监测井等情况。

6.1.3 补充技术资料

若发现已有资料不满足地块地下水污染修复和风险管控技术方案制定、工程设计要求，应补充相关技术资料。必要时补充开展工程地质勘察、水文地质勘察、地块环境调查、地下水污染风险评估和模拟预测等工作。相关技术要求按照 HJ 25.6 执行。

6.2 更新地块概念模型

6.2.1 结合 6.1 收集的地块资料，分析地块地质与水文地质条件、地下水污染特征、敏感受体与周边环境情况等，必要时对地块污染状况调查、监测和风险评估阶段构建的地块概念模型进行更新，重点关注地下水污染羽的变化。

6.2.2 地块概念模型应包括下列信息：

- a) 地质与水文地质条件，如地层分布及岩性、地质构造、地下水类型、包气带结构、含水层结构及参数、弱透水层或隔水层参数、地下水流场、地下水补径排条件、地表水与地下水之间的水力联系、地下水动态变化特征等；
- b) 地下水和土壤污染特征，如污染源、目标污染物浓度、污染范围、污染物迁移途径、非水相液体的分布情况等；
- c) 地块、地下水利用现状和规划，如地块土地利用现状和规划、地下水开发利用现状和规划、地下水污染防治重点区划定情况等；
- d) 敏感受体与周边环境情况：结合地块、地下水利用现状和规划，分析污染地下水与敏感受体的相对位置关系、关键暴露途径，以及邻近地表水体、相邻污染地块、上游地下水重点污染源等。

6.2.3 地块概念模型可采用文字、图、表等方式，便于指导地块地下水污染修复和风险管控目标确认、方案制定。

6.3 确认修复和风险管控目标

6.3.1 通则

6.3.1.1 确认前期地块调查和风险评估提出的地下水污染修复和风险管控目标是否明确，包括目标污染物及指标、修复目标值、风险管控目标、修复和风险管控范围等。

6.3.1.2 地下水污染修复和风险管控以保护和改善地下水环境质量为核心，保护人体健康和生态环境，促进地下水资源可持续利用。

6.3.1.3 已编制土壤污染风险评估报告或地下水污染风险评估报告并报地方主管部门备案的，目标污染物及指标、修复目标值和风险管控目标、修复和风险管控范围可按照风险评估报告执行。地块地下水存在强烈异色异味的，风险评估报告应包括异色异味污染物及指标相关要求。

6.3.1.4 从经济成本、技术的成熟度、时间要求等方面进行经济技术评估，分析风险评估报告中提出的修复和风险管控目标可达性。若目标设置不合理或目标不可达，应分析原因，必要时开展补充调查和风险评估，并按程序对目标进行调整。

6.3.2 确认目标污染物及指标

6.3.2.1 根据地块及受体特征、土地利用规划、地下水使用情况和地质因素等，确认前期地块调查和风险评估提出的地下水污染修复和风险管控目标污染物及指标。

6.3.2.2 地块位于集中式地下水型饮用水源（包括已建成的在用、备用、应急水源，在建和规划的水源）保护区、准保护区、补给区的，目标污染物及指标按照 GB/T 14848 要求执行。

6.3.2.3 地块风险评估报告明确的修复和风险管控目标污染物及指标，应作为目标污染物及指标。

6.3.2.4 含量低于地块地下水污染对照值的污染物及指标，可不作为目标污染物及指标。

6.3.3 确认修复目标值

6.3.3.1 分析比较按照 HJ 25.3 计算的风险控制值、地块所在区域地下水中目标污染物及指标的对照含量，以及国家和地方有关标准中规定的限值，结合污染物形态与迁移转化规律等，确认地块地下水修复目标值。

6.3.3.2 地块位于集中式地下水型饮用水源（包括已建成的在用、备用、应急水源，在建和规划的水源）保护区、准保护区、补给区的，修复目标值按照 GB/T 14848—2017 中Ⅲ类限值执行。

6.3.3.3 地块风险评估报告确定的修复目标值，应作为地块修复目标值。

6.3.3.4 当选择相关标准或按照 HJ 25.3 确定的地块修复目标值低于地下水污染对照值时，可选择对照值作为修复目标值。

6.3.3.5 当地下水污染影响或可能影响土壤和地表水体时，根据 GB 36600 和地表水（环境）功能要求，基于污染模拟预测、风险评估结果，同时结合 6.3.3.3 情形从严确定地下水修复目标值。

6.3.4 确认风险管控目标

6.3.4.1 地块位于集中式地下水型饮用水源（包括已建成的在用、备用、应急水源，在建和规划的水源）保护区、准保护区、补给区的，开展修复的同时应结合区域水文地质条件同步采取风险管控措施，阻断地下水污染物暴露途径，防止污染扩散。

6.3.4.2 经修复技术评估，无法达到 6.3.3 确认的地下水修复目标值，应制定地下水污染风险管控目标作为地下水污染修复的阶段目标。

6.3.4.3 制定的风险管控目标应实现阻断暴露途径，并有效控制或减缓污染物迁移扩散。

6.3.4.4 风险管控目标可基于风险评估结果、污染模拟预测进行制定，可包括风险管控工程质量、工程效果以及长效性等要求。

6.3.5 确认修复和风险管控范围

确认前期地块调查和风险评估提出的地下水污染修复和风险管控范围是否明确，包括四周边界和污染含水层的深度分布，结合目标污染物及指标的修复和风险管控目标，分析需要修复的地块地下水污染量和需要风险管控的地下水空间范围。地块边界外存在地下水污染时，修复和风险管控范围应包括地块边界外污染区域。

6.4 选择修复和风险管控模式

6.4.1 与地块利益相关方进行沟通，确认对地下水污染修复和风险管控的要求，如修复周期、预期经费投入等。

6.4.2 根据地块特征条件、修复和风险管控目标等，确定地块修复和风险管控总体思路，修复和风险管控活动可协同进行。

6.4.3 鼓励采用绿色低碳、可持续、资源化修复和风险管控技术。可选择降低污染物毒性、迁移性、数量与体积的修复技术，阻断暴露途径和阻止地下水污染扩散的工程控制措施，或限制敏感受体暴露行为的制度控制措施中的任意一种或其组合。

6.4.4 对于地下水埋深小的松散岩类孔隙水地块，若同时存在土壤污染，可结合地块和区域水文地质条件，统筹考虑地下水、土壤污染实际情况，实施地下水、土壤协同修复或风险管控。

6.4.5 对于需要开发利用地下空间的地块，在保证地块安全利用的前提下，必要时可将修复和风险管控过程中的基坑支护、止水帷幕、土方开挖、地下水抽出等工程与地块开发建设统一设计。

6.4.6 需开展后期管理的地块，应根据前期风险评估报告等提出的建议，结合选择的修复和风险管控模式，分析地块后期管理方式。

6.5 筛选修复和风险管控技术

6.5.1 技术初步筛选

6.5.1.1 根据地块水文地质条件、地下水污染特征和确定的修复和风险管控模式等，从适用的目标污染物、技术成熟度、效率、成本、时间和环境风险等方面，分析比较现有修复和风险管控技术的优缺点，重点分析各技术工程应用的适用性，常见修复和风险管控技术适用性可参见附录 A。可采用对比分析、矩阵评分和类比等方法，初步筛选一种或多种修复和风险管控技术。

6.5.1.2 地块水文地质资料不完备、地下水流场不清楚、无法提供相关水文地质参数用于技术筛选的，应补充开展水文地质勘察工作。

6.5.2 技术可行性分析

技术可行性分析方法包括案例分析、实验室小试、现场中试、模拟分析等，几种方法可结合使用。实验室小试、现场中试、模拟分析相关技术要求按照 HJ 25.6 执行。

6.5.3 技术综合评估

基于技术可行性分析结果，采用对比分析或矩阵评分法对初步筛选的技术进行综合评估，确定一种或多种可行的修复和风险管控技术。

6.6 制定修复和风险管控技术方案

6.6.1 按照制定备选方案、比选技术方案、制定环境管理计划等流程制定地下水污染修复和风险管控技术方案。相关技术要求按照 HJ 25.6 执行。修复和风险管控技术方案的格式见附录 B。

6.6.2 需开展后期管理的地块，修复和风险管控技术方案中应包括后期管理建议。后期管理建议应包括修复和风险管控工程结束后地块环境风险的识别、后期管理方式和措施建议等内容。

7 工程实施

7.1 修复和风险管控工程设计及施工

7.1.1 根据地块现状，必要时完善地块概念模型，重点关注地块修复和风险管控技术方案制定后发生的重大变化。

7.1.2 修复和风险管控工程设计及施工相关技术要求按照 HJ 25.6 执行。

7.2 修复和风险管控工程运行及监测

7.2.1 运行维护

修复和风险管控工程运行维护相关技术要求按照 HJ 25.6 执行。

7.2.2 运行监测

7.2.2.1 监测井的布设

7.2.2.1.1 监测井应根据地块地质与水文地质条件、地下构筑物情况、地下水污染特征、采用的修复和风险管控技术进行布设，同时考虑相邻污染地块、上游地下水重点污染源以及邻近地表水体等周边敏感受体情况。监测井位置和数量应满足污染羽特征刻画、工程运行状况分析、周边污染源和敏感受体等影响的监测要求。可充分利用地块环境调查设置的监测井。

7.2.2.1.2 内部监测井设置在修复和风险管控范围的内部，可结合污染羽分布情况、修复和风险管控工程特点，按三角形或四边形布设。

7.2.2.1.3 周边监测井设置在修复和风险管控范围的上游、下游和两侧。若距离地块修复或风险管控范围周边 500 m 内存在其他污染地块，应在地块外邻近其他污染地块方向设置监测井。若地块上游存在地下水重点污染源，应在地块外地下水上游位置设置监测井。若地块周边存在地表水体等敏感受体，应在地下水污染羽边缘和敏感受体之间设置监测井，同时采集邻近地表水体样品。当污染地下水可能影响临近含水层时，应针对该含水层设置监测井，以评估修复和风险管控工程对该含水层的影响。

7.2.2.1.4 每个污染地下水含水层对照井至少设置 1 个，内部监测井至少设置 3~4 个，周边监测井至少设置 4 个，可根据修复和风险管控工程特点、相邻污染地块、上游地下水重点污染源以及邻近地表水体等周边敏感受体情况合理调整。对于修复工程，内部监测井设置网格不宜大于 80 m×80 m，存在非水溶性有机物或污染物浓度高的区域，设置网格不宜大于 40 m×40 m。

7.2.2.1.5 当含水层厚度大于 6 m 时，应分层进行采样，可采用多层监测，根据污染物特征、含水层结构等进行合理调整。对于低密度非水相液体，监测点应设置在含水层顶部；对于高密度非水相液体，监测点应设置在含水层底部和隔水层顶部。当地下水污染涉及多个含水层时，应针对不同含水层分别设置监测井并分层止水。

7.2.2.2 监测指标

7.2.2.2.1 工程运行期间需对目标污染物及指标、地下水水位、工程性能指标、注入药剂特征指标、二次污染物等进行监测。工程性能指标、注入药剂特征指标、二次污染物按照 HJ 25.6 执行。

7.2.2.2.2 当地块修复或风险管控范围周边 500 m 内存在其他污染地块，或地块上游存在地下水重点污染源，或地块存在邻近地表水体时，需根据相邻污染地块、上游地下水重点污染源的污染特征以及邻近地表水体的水质要求补充相应监测指标。

7.2.2.2.3 工程运行期间需关注可能引发的地面沉降等地质问题，必要时进行监测或采取措施。

7.2.2.3 监测频次

地下水修复和风险管控工程监测频次相关技术要求按照 HJ 25.6 执行。

7.2.3 趋势预测及运行状况分析

7.2.3.1 修复和风险管控工程趋势预测及运行状况分析相关技术要求按照 HJ 25.6 执行。

7.2.3.2 当出现修复或风险管控效果低于预期、局部区域修复和风险管控失效、污染扩散、地块地下水受

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/965021121244012110>