

ICS 13.020.40

CCS Z 00

团体标准

T/CSER 0XX—2023

化工园区地下水环境监管体系建设技术指南

Technical guidelines for groundwater environment management system construction
at chemical industry park

(征求意见稿)

2023- - 发布

2023- - 实施

中关村众信土壤修复产业技术创新联盟发布

目 次

目 次	I
前 言	II
1. 适用范围	1
2. 规范性引用文件	1
3 术语与定义	2
4 指导原则	2
5 工作内容和流程	2
6 监管范围和对象确定	5
7 地下水污染源头防控	6
8 地下水环境状况调查评估	7
9 地下水污染风险管控和修复	8
10 地下水污染风险预警与应急管理	9
11 地下水环境监管机制建立	10
附表 1 化工园区地下水监测推荐指标	11
附表 2 地下水污染风险管控和修复技术适用性	14

前 言

本标准按照 GB/T 1.1-2020 给出的规则起草。

本标准由中关村众信土壤修复产业技术创新联盟提出并归口管理。

本标准起草单位：生态环境部环境规划院、南方科技大学、浙江省生态环境科学设计研究院、深圳市南科环保科技有限公司、生态环境部对外合作与交流中心、浙江久核地质生态环境规划设计有限公司、广州沃索环境科技有限公司、江苏光质检测科技有限公司、北京昊能环保科技有限公司、浙江华东建设工程有限公司、中晋（内蒙古）资源环境科技有限公司、爱默里（河北）科技有限公司、上海宝发环科技术有限公司。

化工园区地下水环境监管体系建设技术指南

1. 适用范围

本指南规定了化工园区地下水环境监管体系建设的指导原则、工作内容和流程、工作要求等。

本指南适用于化工园区和园区内在产企业的地下水环境监管。

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

GB 3838 地表水环境质量标准

GB/T 14848 地下水质量标准

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 25.4 建设用地土壤修复技术导则

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 污染地块地下水风险管控和修复技术导则

HJ 164 地下水环境监测技术规范

HJ 610 环境影响评价技术导则 地下水环境

HJ 964 环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）

HJ 1209 在产企业土壤及地下水自行监测技术指南（试行）

HJ/T 166 土壤环境监测技术规范

DZ/T 0270 地下水监测井建设规范

《地下水污染源防渗技术指南（试行）》（环办〔2020〕72号）

《地下水环境状况调查评价工作指南》（环办土壤函〔2019〕770号）

《地下水污染健康风险评估工作指南》（环办土壤函〔2019〕770号）

《地下水污染模拟预测评估工作指南》（环办土壤函〔2019〕770号）

《在产企业地块风险筛查与风险分级技术规定（试行）》（环办〔2017〕67号）

《重点监管单位土壤污染隐患排查指南（试行）》（环办便函〔2022〕331号）

《化工园区地下水环境状况调查评估技术方案》（环办土壤函〔2021〕10号）

《典型行业企业及周边土壤污染状况调查工作方案》（环办土壤函〔2021〕246号）

《关于加强化工园区地下水环境管理的通知（征求意见稿）》（环办便函〔2022〕97号）

3 术语与定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

地下水污染迹象

指通过现场检查 and 隐患排查发现有毒有害物质泄漏或者疑似泄漏，或者通过地下水环境监测发现地下水中污染物含量升高的现象。

3.2

地下水污染源头防控

采取地下水环境监测、隐患排查和防渗改造等措施，掌握地下水环境质量状况，识别地下水污染隐患并采取措施消除或者降低隐患，降低污染风险，防止地下水污染。

3.3

地下水污染隐患

在产企业某一特定场所或者设施设备存在发生有毒有害物质渗漏、流失、扬散的风险，可能对地下水造成污染。

3.4

地下水污染风险管控

采取修复技术、工程控制和制度控制措施等，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。

4 指导原则

（1）针对性原则：综合考虑园区地下水水质、水文地质条件、企业分布和生产状况，突出关键区域、关键对象，针对性提出地下水源头防控、调查评估、风险管控等技术要求，实施分区分类的差异化、常态化监管。

（2）规范性原则：根据地下水污染防治法律法规要求，采用程序化、系统化方式规范园区地下水环境监管体系，完善地下水源头防控、调查评估、风险管控和修复等程序过程。

（3）合理性原则：根据园区和企业特征、污染程度和范围，综合考虑适用条件、效果、成本、时间和环境风险等因素，合理制定工作内容和流程，建立地下水环境监管体系，使地下水污染防治工作切实可行。

5 工作内容和流程

5.1 工作内容

5.1.1 监管范围和对象确定

综合园区企业分布、企业生产情况、水文地质条件和地下水污染状况，划定园区优先、重点和一般监管范围和对象，明确监管级别。

5.1.2 地下水污染源头防控

构建包含自行监测和周边监测的地下水监测体系，掌握园区地下水环境状况；定期开展地下水污染隐患排查，及时发现污染隐患并采取措施消除或者降低隐患；隐患排查或监测结果显示有渗泄漏情况或地下水特征指标超标且与污染源运行有关的企业，应开展防渗改造，防范地下水环境风险。

5.1.3 地下水环境状况调查评估

为掌握地下水环境状况，开展周期性调查评估和针对性调查评估。定期组织园区尺度地下水环境状况调查评估，掌握园区地下水环境状况，评估水质变化趋势，及时发现污染。根据地下水监测和隐患排查结果，发现企业存在污染迹象时，开展针对性调查评估。当调查发现地下水特征污染指标超过相应标准时，园区或企业应开展地下水环境状况详细调查和风险评估，及时判定地下水污染程度、范围及健康风险。

5.1.4 地下水污染风险管控和修复

当地下水特征污染物污染羽已经超过园区或企业边界，或地下水特征污染物污染羽未超过企业或园区边界但风险评估不可接受的，应开展地下水污染风险管控和修复工作，选择地下水污染风险管控和修复模式，筛选地下水污染风险管控和修复技术，切断污染源头、阻断暴露途径、阻止地下水污染扩散，逐步削减地下水污染。

5.1.5 地下水污染风险预警与应急管理

及时评估地下水环境状况及变化趋势，根据周边敏感受体情况，建立预警机制，制定应急方案，构建监测预警信息平台，有效应对地下水污染。

5.1.6 地下水环境监管机制建立

园区生态环境部门建立地下水环境监管制度，定期开展评估地下水水质状况及趋势评估、地下水污染分区分类动态监管、地下水生态环境执法和地下水环境监管能力建设。

5.2 工作流程

化工园区地下水环境监管体系建设总体工作程序包括监管范围和对象确定、地下水污染源头防控、地下水环境状况调查评估、地下水污染风险管控和修复、地下水污染风险风险预警与应急管理、环境监管机制建立等环节，工作流程见图 2-1。

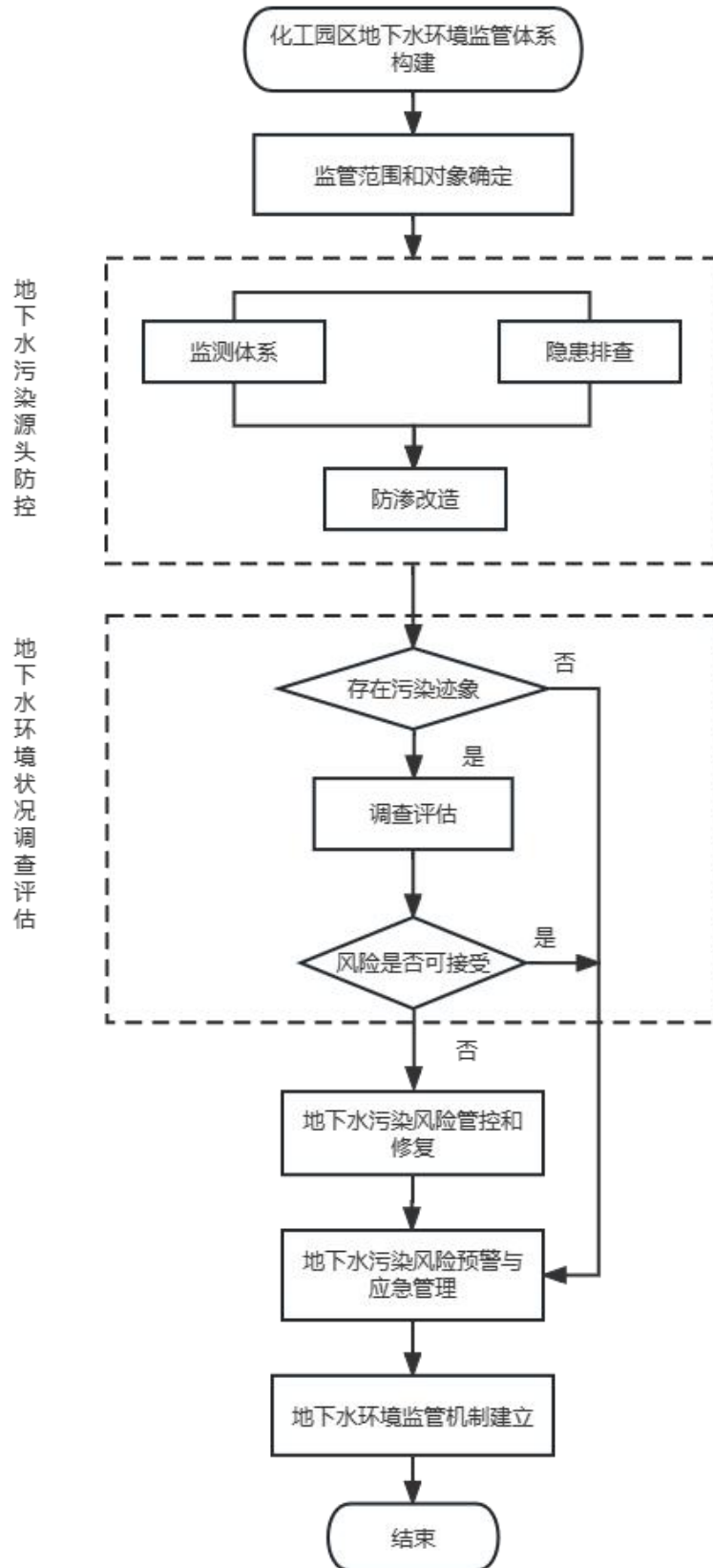


图 2-1 工作流程图

6 监管范围和对象确定

6.1 园区地下水概念模型建立

在资料回顾、现场踏勘、人员访谈的基础上，掌握园区水文地质条件、地下水流场、污染物空间分布、企业空间分布、企业生产情况、敏感受体等，建立园区地下水概念模型。

6.2 监管范围和对象划定

基于园区地下水概念模型，根据地下水功能价值、脆弱性、重点行业企业分布以及地下水污染情况将园区区域划分为优先、重点和一般范围；根据企业所处位置、地下水污染情况以及管理级别将园区内企业划分为优先、重点和一般对象。根据监管范围和对象级别实施分区分类的差异化监管。

6.2.1 优先监管范围和对象

满足以下条件之一的划为优先监管范围：

- a) 位于饮用水源保护区内的区域；
- b) 地下水特征污染指标超过 IV 类标准，或周边存在水源地且特征污染物的浓度超过 III 类标准，且污染羽已超出化工园区边界范围的区域。

满足以下条件之一的列入优先监管对象：

- a) 位于优先监管范围内的企业；
- b) 地下水特征污染指标超过 IV 类标准，或周边存在水源地且特征污染物的浓度超过 III 类标准，且污染羽已超出用地红线的企业。

6.2.2 重点监管范围和对象

满足以下条件之一的划为重点监管范围。

- a) 位于地下水型饮用水水源补给区内的区域；
- b) 地下水-地表水交互频繁的区域；
- c) 地下水优势通道区域；
- d) 地下水特征污染指标超过 IV 类标准，或周边存在水源地且特征污染物的浓度超过 III 类标准，但污染羽未超出化工园区边界范围的区域；
- e) 重点行业企业集中分布区域。

满足以下条件之一的列入重点监管对象：

- a) 位于重点监管范围内的重点行业企业；
- b) 土壤污染重点监管企业、地下水污染防治重点排污单位；
- c) 地下水特征污染指标超过 IV 类标准，或周边存在水源地且特征污染物的浓度超过 III 类标准，但污染羽未超出用地红线的企业；
- d) 隐患排查、自行监测或周边监测发现存在土壤和地下水污染迹象的企业。

6.2.3 一般监管范围和对象

园区优先和重点监管范围以外的区域划为一般监管范围，优先和重点监管对象以外的企业列入一般监管对象。

7 地下水污染源头防控

7.1 地下水监测体系

7.1.1 自行监测

7.1.1.1 列入优先和重点监管对象的企业应参照 HJ 1209、HJ 164 开展自行监测：

- a) 企业应编制自行监测方案并向园区生态环境主管部门备案；
- b) 监测指标应包括 35 项基本指标及特征指标，特征指标应根据企业生产和地下水污染实际情况进行选择，不同设施或区域的分析测试项目可以不同，推荐监测指标见附表 1；
- c) 内部存在隐蔽性重点设施设备的重点监测单元监测频次宜不少于半年 1 次，其他监测单元采样频次宜不少于每年 1 次。优先监管对象和地下水特征污染指标超过水质功能目标的重点监管对象，采样频次宜不少于每季度 1 次；
- d) 监测数据应定期向园区生态环境主管部门报告，并按照国家及地方生态环境主管部门的要求进行信息公开。

7.1.1.2 园区生态环境主管部门应参照 HJ 164、《重点污染源（区域）地下水环境监测现状调查技术指南（试行）》对园区地下水环境状况开展自行监测，并对企业自行监测质量开展监督：

- a) 优先监管范围和地下水特征污染指标超过水质功能目标的重点监管范围采样频次宜不少于每季度 1 次，其他监管范围采样频次宜不少于每年 1 次；
- b) 定期组织自行监测方案和监测数据质量审核，对质量存在问题的方案和报告，督促企业重新开展方案编制或监测；
- d) 每年抽取一定比例的企业自行监测井纳入周边监测，对比周边监测结果和自行监测上报数据，偏差值不合格时及时开展监督检查，杜绝数据造假情况，保证自行监测数据归真。

7.1.2 周边监测

7.1.2.1 园区应参照《土壤污染重点监管单位周边土壤环境监测技术指南》开展企业周边地下水监测。监测点位应优先布设于优先和重点监管对象周边；

7.1.2.2 当污染物已经超出园区边界范围或企业用地红线时，应在边界及污染羽下游布设扩散监测点；

7.1.2.3 监测指标应包括企业涉及的特征污染物以及易迁移污染物，推荐监测指标见附表 1；

7.1.2.3 监测频次不少于一年 2 次，有其他管理需求时，可提高监测频次。

7.2 地下水污染隐患排查

7.2.1 园区应建立健全隐患排查质量控制工作机制，加强对重点区域、装置和工艺环节的监督排查，及时捕捉并控制跑冒滴漏现象，定期组织隐患排查报告质量审核，督促企业开展隐患排查“回头看”并及时整改问题，切实提高隐患排查工作质量。

7.2.2 园区应定期对公共区域污水和雨水管网开展排查，识别管道破损和渗漏点位并及时整改。

7.3 地下水污染源防渗改造

隐患排查或监测结果显示有渗泄漏情况或地下水特征指标超标且与污染源运行有关的企业，应在园区生态环境管理部门的监督下，参考《地下水污染源防渗技术指南（试行）》进行防渗改造技术比选、设计、施工、有效性评估等，并开展长期地下水环境监测。

园区可通过污水零直排建设和管网架空改造防范污水渗漏风险。

8 地下水环境状况调查评估

8.1 地下水环境状况初步调查评估

8.1.1 周期性调查评估

园区可根据实际情况，每 3-5 年组织开展 1 轮地下水环境状况调查，相关技术要求参照《化工园区地下水环境状况调查评估技术方案》及 HJ 25.1、《地下水环境状况调查评价工作指南》，评估园区地下水环境状况，分析变化趋势。

8.1.2 针对性调查评估

当园区及企业在开展隐患排查、监测等活动中发现园区土壤和地下水存在污染迹象的，针对污染迹象及其周边，及时开展调查，初步评估污染程度和范围。

8.2 地下水环境状况详细调查评估

对于周边存在地下水型饮用水源的园区，初步调查发现地下水特征污染指标超过 GB/T 14848 III 类标准，或对于周边无地下水型饮用水源的园区，初步调查发现地下水特征污染指标超过 GB/T 14848 IV 类标准时，园区或企业应开展地下水环境状况详细调查，及时判定地下水污染程度和范围。

8.2.1 园区详细调查

8.2.1.1 在初步采样分析的基础上，参照 HJ 25.1、《地下水环境状况调查评价工作指南》及《化工园区地下水环境状况调查评估技术方案》开展详细调查，确定地下水污染程度和范围。

8.2.1.2 结合地下水流向、污染源的分布和污染物迁移能力，确定详细调查的地下水采样点

数量，可采用网格式、随机定点或辐射式等布点方法。监测项目以地下水初步采样分析确定的特征指标为主，根据地下水检测结果进行统计分析，进一步明确调查区水文地质条件，进一步确定关注污染物种类、浓度（程度）和空间分布。当需进行风险评估、风险管控和治理修复且不满足相关要求时，需开展补充调查，并编制补充调查方案。

8.2.2 园区内在产企业详细调查

8.2.2.1 基于园区初步调查及详细调查结果，针对通过污染源分析明确的重点污染企业，需开展企业详细调查，进一步明确污染企业浓度（程度）和空间分布，为下一步风险管控或修复治理提供支撑。

8.2.2.2 在产企业详细调查方案编制需充分结合企业生产情况，减少对正常生产过程的影响。对于因生产影响无法开展建井、采样的调查区域，针对生产区、废水收集处理区等潜在污染装置开展渗泄漏检测，探明具体污染源，确定具体泄漏车间或装置位置，根据《污染源强核算技术指南》等指南核算污染源量，或适当调整点位位置。对于不受生产影响的调查区域，依据 HJ 25.1 和《地下水环境状况调查评价工作指南》要求开展详细调查，查明特征污染物空间分布。

8.3 地下水污染健康风险评估

根据地下水环境调查评价的结果，采用有代表性的土壤和地下水污染现状监测数据计算健康风险。地下水污染健康风险评估工作内容包括风险评估准备、危害识别、暴露评估、毒性评估、风险表征和风险控制值计算等步骤，具体内容参照 HJ 25.3、《地下水污染健康风险评估工作指南》。

8.4 地下水污染模拟预测评估

当发现污染的园区下游存在敏感目标，应开展地下水污染模拟预测评估，评估对敏感受体的潜在影响。评估地下水污染分布特征在时间和空间上的变化趋势，推断污染扩散的范围，量化污染扩散的速率，分析下游敏感受体受影响程度等，重点关注污染企业及周边人群健康、地表水水质、地下水型饮用水源地水质等，具体内容参照《地下水污染模拟预测评估工作指南》。

9 地下水污染风险管控和修复

9.1 启动条件

根据地下水环境状况调查评估结论，当地下水特征污染物污染羽已经超过企业或园区边界，或地下水特征污染物污染羽未超过企业或园区边界但风险评估不可接受的，应开展企业和园区地下水污染风险管控和修复工作。

9.2 工作原则

园区和在产企业地下水污染风险管控和修复工作原则上应依据 HJ 25.2、HJ 25.4、HJ 25.5 和 HJ 25.6 相关要求开展。

9.3 工作模式和目标

9.3.1 在产企业应优先采用风险管控模式，分阶段制定地下水污染风险管控目标，减少对企业正常生产造成的影响。

9.3.2 风险管控近期目标为切断污染源头、阻断暴露途径和控制污染扩散，远期目标为削减地下水中的污染物，使污染地下水重新恢复水质利用价值；

9.4 技术措施

风险管控或修复可采取制度控制和工程控制措施，适宜的工程控制措施参见附表 2。

10 地下水污染风险预警与应急管理

10.1 地下水污染风险预警和应急管理机制建立

10.1.1 结合园区常态化监管结果、敏感受体情况，构建园区地下水环境监测预警机制。当发现园区或企业周边地下水存在有毒有害指标超标、趋势恶化、污染羽影响超过园区或企业占地红线范围及对敏感点造成影响等情景，应开展风险预警评估，确定风险预警警度级别。采用绿色、黄色、橙色、红色四级信号对应警度分为 I 级、II 级、III 级、IV 级，详见表 7-1。

表 10-1 风险级别与警度划分

风险级别	I	II	III	IV
警度	绿色	黄色	橙色	红色

a) I 级（绿色）：当监测结果显示地下水水质保持稳定，无污染迹象时，预警警度为绿色，开展常态化监管；

b) II 级（黄色）：当监测结果发现存在污染趋势，但暂未超过水质功能目标时，启动黄色预警，加密监测频次，开展隐患排查，追查污染来源，避免污染程度进一步加深；

c) III 级（橙色）：当地下水特征污染物浓度超过水质功能目标，但污染羽暂未超过园区或企业边界时，启动橙色预警，将相关园区范围和企业纳入重点监管范围和对象，开展调查评估，查明并移除污染源头，阻断污染途径，必要时开展风险管控和修复工作；

d) IV 级（红色）：当地下水特征污染物浓度超过水质功能目标且污染羽超过园区或企业边界，或发生地下水污染事故时，启动红色预警，将相关园区范围和企业纳入优先监管范围和对象，并立即启动地下水污染风险管控和修复或地下水环境应急管理。

10.1.2 园区及企业应设立应急管理部门和岗位，建立污染物泄漏和地下水污染应急机制，加强、完善突发环境事件应急处置的应急响应系统和能力建设。

10.2 地下水污染风险预警和应急管理平台建设

建立园区地下水生态环境监管平台，依托平台对地下水环境风险实施分级预警与应急管理。平台主要包括基础信息模块、监管模块、数据决策系统，基础信息模块用于上报、存储各类信息；监管模块用于园区管理部门管理地下水监测及污染防治主要工作，监管模块是对基础信息模块的调用、初步分析与整合；数据决策系统是提供对地下水环境分析及其结果展示的常用工具，最终实现园区地下水生态环境监管的“一张图”管理，地下水环境状况大屏展示。

11 地下水环境监管机制建立

园区生态环境部门应建立地下水环境监管机制，提升地下水环境管理水平。

11.1 地下水水质状况及趋势评估

定期收集分析园区和企业地下水监测数据，开展地下水环境状况调查评估，掌握长序列地下水水质状况，研判地下水水质趋势，划分预警等级。

11.2 地下水污染分区分类动态监管

根据地下水水质状况、重点监管单位名录更新情况和企业生产情况，动态更新优先、重点和一般监管范围和对象，调整地下水环境监管措施，分区分类有序实施地下水污染源头管控和风险管控。

11.3 地下水生态环境监督执法

组织土壤地下水专项执法行动，检查企业是否落实自行监测、隐患排查、源头管控等法定义务，督促企业严格落实土壤和地下水污染防治主体责任。

11.4 地下水环境监管能力建设

定期开展地下水污染防治培训，强化环境监测人员、执法人员技术业务能力，提高地下水环境监测与监督执法水平；完善信息公开及公众参与机制，加强地下水污染防治知识宣传普及，形成合建、共享、互动的监管体系，全方位建设地下水环境监管能力。

附表 1 化工园区地下水监测推荐指标

指标类型		指标名称	
必测指标		色、嗅和味、浑浊度、肉眼可见物、pH、总硬度、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、铁、锰、铜、锌、铝、挥发性酚类、阴离子表面活性剂、耗氧量、氨氮、硫化物、钠、亚硝酸盐、硝酸盐、氰化物、氟化物、碘化物、汞、砷、硒、镉、六价铬、铅、三氯甲烷、四氯化碳、苯、甲苯	
特征指标	石油加工/炼焦及核燃料加工业	总磷、1,1-二氯乙烯、1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、二氯乙烷、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、1,2-二氯丙烷、三氯乙烯、四氯乙烯、氯乙烯、可吸附有机卤素、二噁英类	
	化学原料及化学制品制造业	基础化学原料制造（无机）	石油类、钡、钴、钼、铋、银、镍、铊、铈、锡、总铬、氯乙烯
		基础化学原料制造（有机）	石油类、烷基汞、铍、硼、铊、钡、镍、钴、钼、银、铊、钒、1,1-二氯乙烯、1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、二氯乙烷、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、1,2-二氯丙烷、三氯乙烯、四氯乙烯、三溴甲烷、氯乙烯、氯苯、乙苯、二甲苯、苯乙烯、邻二氯苯、对二氯苯、三氯苯（总量）、2,4-二硝基甲苯、2,6-二硝基甲苯、2,4,6-三氯酚、蒽、荧蒽、苯并[b]荧蒽、苯并[a]芘、萘、一氯二溴甲烷、异丙苯、二氯一溴甲烷、多氯联苯、甲醛、乙醛、丙烯醛、五氯丙烷、戊二醛、三氯乙醛、环氧氯丙烷、双酚、β-萘酚、二氯酚、苯甲醚、丙烯腈、氯丁二烯、丙烯酸、六氯丁二烯、二氯乙酸、二溴乙烯、三氯乙酸、环烷酸、黄原酸丁酯、邻二甲苯、邻苯二甲酸二乙酯、邻苯二甲酸二丁酯、邻苯二甲酸二辛酯、二（2-乙基己基）己二酸酯、苯胺类、硝基苯类、丙烯酰胺、水合肼、吡啶、四乙基铅、四氯苯、二噁英类

指标类型		指标名称
	农药制造	石油类、1,1-二氯乙烯、1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、二氯乙烷、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、1,2-二氯丙烷、三氯乙烯、四氯乙烯、三溴甲烷、氯乙烯、氯苯、乙苯、二甲苯、苯乙烯、邻二氯苯、对二氯苯、三氯苯（总量）、2,4-二硝基甲苯、2,6-二硝基甲苯、2,4,6-三氯酚、蒽、荧蒽、苯并[b]荧蒽、苯并[a]芘、萘、滴滴涕（总量）、六氯苯、七氯、2,4-滴、克百威、涕灭威、敌敌畏、甲基对硫磷、乐果、毒死蜱、百菌清、莠去津、草甘膦、六六六（总量）、 γ -六六六（林丹）、五氯酚、全盐量、可吸附有机卤素、甲醛、三氯乙醛、氯苯类、硝基苯类、苯胺类、吡啶、N,N-二甲基甲酰胺、辛硫磷、丙溴磷、马拉硫磷、二嗪磷、草铵膦、乙酰甲胺磷、三唑磷、异稻瘟净、稻丰散、敌百虫、氧乐果、氯氰菊酯、氯氟氰菊酯、烯丙菊酯、氰戊菊酯、甲氰菊酯、乙撑硫脲、硝磺草酮、2,4-滴酸、2甲4氯酸、磺酰胺类农药（单体）、甲草胺、乙草胺、丁草胺、其他酰胺类农药（单体）、三氯杀螨醇、灭多威、灭多威肟
	涂料、油墨、颜料及类似产品制造	石油类、烷基汞、总铬、镍、钴、镉、铊、铍、铟、乙苯、二甲苯、氯苯、1,1-二氯乙烯、1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、二氯乙烷、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、1,2-二氯丙烷、三氯乙烯、四氯乙烯、三溴甲烷、氯乙烯、苯乙烯、邻二氯苯、对二氯苯、三氯苯（总量）、2,4-二硝基甲苯、2,6-二硝基甲苯、2,4,6-三氯酚、蒽、荧蒽、苯并[b]荧蒽、苯并[a]芘、萘、多氯联苯（总量）、苯胺类、甲醛、可吸附有机卤化物
	合成材料制造	石油类、铬、镍、钴、镉、铊、铍、铟、1,1-二氯乙烯、1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、二氯乙烷、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、1,2-二氯丙烷、三氯乙烯、四氯乙烯、三溴甲烷、氯乙烯、氯苯、乙苯、二甲苯、苯乙烯、邻二氯苯、对二氯苯、三氯苯（总量）、2,4-二硝基甲苯、2,6-二硝基甲苯、2,4,6-三氯酚、蒽、荧蒽、苯并[b]荧蒽、苯并[a]芘、萘
	专用化学品制造	石油类、铬、镍、钴、镉、铊、铍、铟、1,1-二氯乙烯、1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、二氯乙烷、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、1,2-二氯丙烷、三氯乙烯、四氯乙烯、三溴甲烷、氯乙烯、乙苯、二甲苯、苯乙烯、氯苯、邻二氯苯、对二氯苯、三氯苯（总量）、2,4-二硝基甲苯、2,6-二硝基甲苯、

指标类型		指标名称
		2,4,6-三氯酚、蒽、荧蒽、苯并[b]荧蒽、苯并[a]芘、萘、多氯联苯（总量）
	医药制造业	烷基汞、镍、1,1-二氯乙烯、1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、二氯乙烷、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、1,2-二氯丙烷、三氯乙烯、四氯乙烯、三溴甲烷、氯乙烯、氯苯、乙苯、二甲苯、苯乙烯、邻二氯苯、对二氯苯、三氯苯（总量）、2,4-二硝基甲苯、2,6-二硝基甲苯、2,4,6-三氯酚、苯胺类

附表 2 地下水污染风险管控和修复技术适用性

技术名称	适用污染介质	优点	缺点	适用的目标污染物	地块适用性	技术成熟度	效率	成本	时间	环境风险
抽出处理技术	地下水	对于地下水污染物浓度较高、地下水埋深较大的污染地块具有优势；对污染地下水的早期处理见效快；设备简单，施工方便	不适用于渗透性较差的含水层；对修复区域干扰大；能耗大	适用于六价铬、镍、银、锌等重金属、烷烃、烯烃等有机污染物	适用于渗透性较好的孔隙、裂隙和岩溶含水层，污染范围大、地下水埋深较大的污染地块。也可用于采空区积水	国外已广泛应用，国内已有工程应用	初期高，后期低	初期中等，中后期高	周期较长，数年到数十年	低
化学氧化技术	土壤、地下水	反应速度快，修复时间短	地块水文地质条件可能会限制化学物质的传输；受腐殖酸含量、还原性金属含量、土壤渗透性、pH变化影响较大	适用于氯代烃等有机污染物	适用于渗透性较好的孔隙、裂隙和岩溶含水层	国外已广泛应用，国内已有工程应用	高	高	周期较短，数月到数年	高
化学还原技术	土壤、地下水	反应速度快，修复时间短	地块水文地质条件可能会限制化学物质的传输；一些含氯有机污染物的降解产物有一定的毒性；部分污染物的还原效果不稳定	适用于六价铬等重金属和氯代烃等有机污染物	适用于渗透性较好的孔隙、裂隙和岩溶含水层	国外已广泛应用，国内已有工程应用	高	高	周期较短，数月到数年	高
阻隔技术	土壤、地下水	施工方便，使用的材料较为普遍，可有效将污染物阻隔在特定区域	阻隔效果受地下水中pH，污染物类型、活性、分布，墙体的深度、长度、宽度，地块水文地质条件等影响	适用于六价铬、镍、银、锌等重金属，氯代烃等有机污染物	适用于地下水埋深较浅的孔隙、岩溶和裂隙含水层	国外已广泛应用，国内已有工程应用	高	低	周期较长，需要数年或更长时间	低

制度控制	土壤、地下水	费用低，环境影响小	存在地下水污染扩散风险；时间较长	适用于六价铬、镍、银、锌等重金属，烷烃、烯烃等有机污染物	适用于需减少或阻止人群对地下水中污染物暴露的地块，孔隙、裂隙和岩溶含水层均适用	国外已广泛应用，国内已有应用	低	低	处理周期较长，需要数年或更长时间	低
可渗透反应墙技术	地下水	反应介质消耗较慢，具备几年甚至几十年的处理能力	可渗透反应墙填料需要适时更换；需要对地下水的pH等进行控制；可能存在二次污染	适用于六价铬、镍、银、锌等重金属，氯代烃等有机污染物	适用于渗透性较好的孔隙、裂隙和岩溶含水层	国外已广泛应用，国内已有工程应用	中	中	周期较长，数年到数十年	中