

### 复合污染工业场地调查技术指南

Technical guidance for investigation on combined contaminated industrial sites

(征求意见稿)

2021-##-##发布

2021-##-##实施

江苏省市场监督管理局

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 总体原则.....	2
5 工作程序.....	2
6 第一阶段土壤和地下水污染状况调查.....	4
7 第二阶段土壤和地下水污染状况调查.....	6
8 第三阶段土壤和地下水污染状况调查.....	13
9 报告编制.....	14
10 现场安全.....	15
11 资料管理.....	16

## 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。

本文件由江苏省生态环境厅提出并归口。

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。

本文件主要起草单位：江苏省环境科学研究院、江苏省环境工程技术有限公司、东南大学、生态环境部南京环境科学研究所、中国科学院南京土壤研究所。

本文件主要起草人员：曲常胜、王栋、丁亮、聂溧、涂勇、王水、宋敏、叶茂、张亚平、孔令雅、王磊、付益伟、曹璐、朱迟、蔡冰杰、王长明、张强、夏威夷、邱成浩、罗浩、周游、蒋乔峰、柏立森、魏进、周燕、李俊、张满成。

## 引 言

为加强复合污染工业场地土壤和地下水环境保护监督管理，规范复合污染工业场地土壤和地下水环境调查工作，及时了解复合污染工业场地土壤和地下水环境现状，防控复合污染工业场地土壤和地下水污染。根据《中华人民共和国环境保护法》《国务院关于印发土壤污染防治行动计划的通知》《中华人民共和国土壤污染防治法》等有关法律和通知的规定，结合江苏实际，制定本文件。



# 复合污染工业场地调查技术指南

## 1 范围

本文件提供了土壤、地下水复合污染工业场地调查的基本原则、工作程序、技术要求、报告编制、现场安全和资料管理的指南。

本文件适用于在产企业用地和尚未再开发利用的已关闭搬迁企业遗留地块的土壤和地下水环境污染状况调查。

## 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 3838 地表水环境质量标准

GB/T 14848 地下水质量标准

GB 36600 土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）

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 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 682 建设用地土壤污染风险管控和修复术语

HJ 1019 地块土壤和地下水中挥发性有机物采样技术导则

## 3 术语和定义

HJ 682 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**复合污染工业场地 combined contaminated industrial site**

有色金属矿采选、有色金属冶炼、石油开采、石油加工、化工、焦化、电镀、制革，以及农药、铅蓄电池、钢铁、危险废物利用处置等重点行业，具有土壤和地下水复合污染可能的在产企业用地、尚未再开发利用的已关闭搬迁企业遗留地块。

### 3.2

**土壤和地下水污染状况调查 investigation on soil and groundwater contamination**

采用系统调查方法，确定土壤和地下水是否被污染及污染程度和范围的过程。

### 3.3

#### **地块边界 boundary line of land**

工业企业用地的使用权属范围的边界线。

### 3.4

#### **特征污染物 contaminants of concern**

工业企业历史及现在生产运营过程中涉及的，可能导致土壤或地下水污染的有毒有害物质。

## 4 总体原则

### 4.1 针对性原则

针对调查对象的行业特征、潜在污染特点等，进行土壤和地下水污染状况调查，判断地块是否存在污染，并进一步明确污染程度和范围。

### 4.2 规范性原则

采用程序化、系统化、规范化的工作程序和调查方法开展土壤和地下水污染状况调查工作，保证调查过程的科学性和调查结果的客观性。

### 4.3 可操作性原则

综合考虑企业在产情况、现场条件、调查要求以及时间和经费等因素，结合当前调查技术发展和专业技术水平，分阶段开展土壤和地下水污染状况调查，科学合理地制定调查工作计划。

### 4.4 安全性原则

涉及易燃易爆、有毒有害化学品时，无论调查对象地块处于在产、关停、废弃等状态，在开展此类土壤和地下水污染状况调查现场作业过程时，严格遵守现场作业相关安全要求。

## 5 工作程序

复合污染工业场地土壤和地下水污染状况调查工作包括三个阶段调查工作，工作程序如图 1 所示。



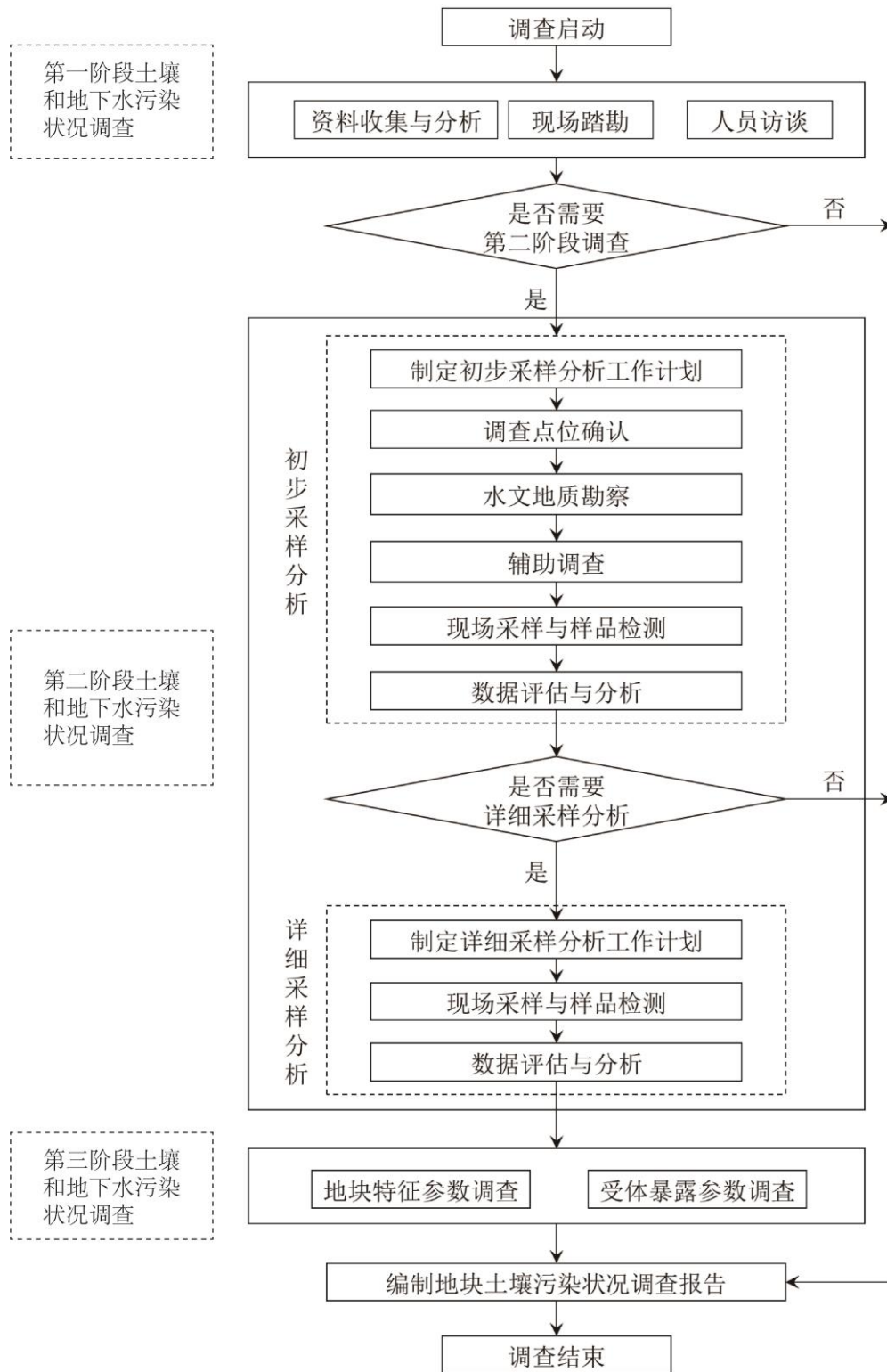


图 1 复合污染工业场地土壤和地下水污染状况调查工作程序

## 6 第一阶段土壤和地下水污染状况调查

### 6.1 工作内容

6.1.1 本阶段工作主要包括资料收集与分析、现场踏勘和人员访谈等。对地块进行污染识别，原则上宜不进行现场采样分析。

6.1.2 若地块在利用历史过程中未发生过易燃易爆和有毒有害化学品渗泄漏事件且最近半年地块内地下水监测结果无异常，通过第一阶段污染识别（资料收集、现场踏勘、人员访谈等）确认地块内及周边区域当前和历史上均无明确的、引起土壤和地下水污染的来源，宜认为地块土壤和地下水环境状况可接受，调查活动可结束。

### 6.2 资料收集与分析

#### 6.2.1 资料收集

主要包括以下内容：

——地块相关资料：地块面积、地理位置、地块历史利用方式（包括土地登记信息资料、土地流转协议等）、周边地块土地利用方式和敏感目标、是否位于集中式地下水型饮用水源保护区和补给区、是否处于生态保护红线范围、地块内或周边有无抽水作业、用来辨识地块及邻近地块的开发及活动状况的卫星图片（宜追溯到最早、有足够的清晰度）；

——企业相关资料：企业运营状态，地面及地下构筑物平面布置图，新/改/扩建时间，地块内有无储罐及埋地储罐、有无防渗池等二次保护措施、企业生产经营活动相关资料（如环评文件、生产经营和产品销售记录等）；

——水文地质资料：地形地貌类型与分区、地层岩性与厚度、地质构造，包气带岩性、结构、厚度及物理特征，地下水系统结构，含水层及相对隔水层岩性、厚度、埋藏分布特征，含水层富水性、透水性及地下水水位、水质等水文地质特征，地下水补给径流排泄条件及流速、流向等；

——有关政府文件：区域环境保护规划、环境质量公告、企业在政府部门相关环境备案和批复（包括新、改、扩建以及拆除等）以及生态和水源保护区规划等；

——其他资料：地块及周边地块已有监测井地下水检测报告、岩土工程勘察报告、地块环境调查报告、违反环保要求相关记录、易燃易爆和有毒有害物质泄漏事故记录、生产安全事故记录等。

#### 6.2.2 资料分析

调查人员宜根据专业知识和经验识别所收集资料中错误、自相矛盾和不合理的信息，筛选不确定的或缺失的关键信息，在后续现场踏勘和人员访谈中进行复核和确认，并将各项信息最终来源在报告中说明。

### 6.3 现场踏勘

#### 6.3.1 踏勘范围与内容

6.3.1.1 现场踏勘宜对地块水文地质条件、重要污染源、井（地块内及周边地下水监测井、民用水井等）、监测情况、管理状况、土地利用及周边环境等情况进行现场确认。

6.3.1.2 现场踏勘内容宜包括：

- a) 观察地块地形及周边环境，分析应用不同供辅助调查技术的可行性；
- b) 地块周边环境敏感目标情况，包括数量、类型、分布、影响、变更、保护措施及其效果等，明确位置、规模、所处环境功能区及保护内容以及地下水使用情况；
- c) 对生产功能区分布、水文地质条件、污染源信息（生产车间、固废/危废仓库、储罐/埋地储罐、物料输送管线、污水处理设施等）、污染防治设施和二次保护措施等的环境管理状况等进行考察，确定是否与已收集资料中提及的一致；
- d) 明确地块内及周边是否有监测井或民用水井、沟、河、池、雨水排放、径流等及其利用情况，对于建有地下水监测井的，明确监测井现状及配套监测设备工作状态，包括监测设备放置条件、监测井深度、监测参数、地下水水位信息等；
- e) 地块内是否有恶臭、化学品味道和刺激性气味及污染和腐蚀痕迹，是否有外来土壤、固体废物等堆存在地块内；
- f) 观察地块内及周边地下水监测井水质情况，判断是否存在异味、异常颜色或非水相液体；
- g) 地块内是否曾有污染去除（如换土）或设备更新、有无停用或废弃的储罐或管线、现场设施是否有腐蚀或变形、管道泄压阀有无渗漏、储罐底板有无沉陷、积水、龟裂等现象。

### 6.3.2 现场踏勘方法

现场踏勘过程中，调查人员宜使用相关采样装备和便携式检测设备，通过现场快速测定、气味识别、肉眼观察、摄影和照相、记录等方式初步判断地块土壤和地下水污染状况。

## 6.4 人员访谈

### 6.4.1 访谈对象和内容

6.4.1.1 访谈对象宜包括地块现有企业相关负责人和地方政府人员、生态环境行政主管部门人员、地块历史利用过程各阶段使用者或熟悉地块的人员、周边居民等。通过访谈确认所收集资料的正确性及完整性，了解地块环境和生产相关异常事件，作为污染识别的判断依据。

6.4.1.2 人员访谈内容宜包括：

- a) 访谈对象身份及与地块的关系；
- b) 地块历史利用方式及其变更情况；
- c) 是否发生营运转手情形；
- d) 地块内是否发生过化学品泄漏或其他环境污染事故；
- e) 是否曾见到地块内堆放外来土壤或固体废物；
- f) 地块内是否有暗沟、渗坑；
- g) 地块周边是否曾有重污染企业和其他可能的污染隐患；
- h) 地块地下是否有管线、管道、交通隧道等通过。

### 6.4.2 访谈方法

宜采取当面交流、电话交流、电子或书面调查表等方式进行。访谈记录记载被访谈人员的身份证号、职业、单位、居住地址、联系方式等信息，并在访谈记录上签字。

### 6.4.3 内容整理

对访谈内容进行整理，对照已收集资料和现场踏勘情况，核实、完善、补充地块关键信息。访谈记录不宜少于4份（包括访谈地方政府人员、生态环境行政主管部门人员、地块现在/历史利用过程各阶段使用者或熟悉地块的人员、周边居民四类），并作为调查工作成果附件。

### 6.5 结论与分析

本阶段调查宜明确地块及周边可能存在的污染源，说明污染类型、污染状况和来源，并进行不确定性分析，提出第二阶段土壤和地下水污染状况调查的建议。

## 7 第二阶段土壤和地下水污染状况调查

### 7.1 工作内容

7.1.1 本阶段是以土壤和地下水采样分析为主的污染证实阶段。对于已废弃地块，宜在地块内相关构筑物 and 设施拆除后开展第二阶段土壤和地下水污染状况调查工作。

7.1.2 对于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、处置活动的地块，宜通过必要的采样和分析检测工作开展第二阶段土壤和地下水污染状况调查。

7.1.3 第二阶段土壤和地下水污染状况调查分为初步采样分析和详细采样分析两步进行，主要包括制定工作计划、调查点位确认、水文地质勘察、辅助调查、现场采样与样品检测、数据评估与分析等步骤。初步采样分析和详细采样分析宜根据实际情况分批次实施，逐步减少调查的不确定性。

7.1.4 根据初步采样分析结果，如果污染物浓度均未超过 GB 36600 等国家和地方等相关标准以及清洁对照点浓度，并且经过不确定性分析确认不需要进一步调查，则第二阶段地块土壤和地下水环境调查工作可立即结束。否则认为可能存在环境风险，宜进行详细采样分析。详细采样分析是在初步采样分析的基础上，进一步采样和分析，确定地块污染物种类、程度和范围。

### 7.2 初步采样分析工作计划

根据资料收集与分析、现场踏勘、人员访谈工作成果，针对性地制定第二阶段土壤和地下水污染状况调查初步采样分析工作方案，内容宜包括核查已有信息、判断污染物的可能分布、制定采样方案、制定健康和安全防护计划、制定样品分析方案、确定质量保证和质量控制程序等任务。

#### 7.2.1 已有信息核查

对地块已有信息进行核查，如土壤类型、地下水埋深等。查阅污染物在土壤、地下水、地表水或地块周边可能的分布和迁移信息，以及污染物排放和渗泄漏信息。核查上述相关信息的来源，以确保其真实性和适用性。

#### 7.2.2 污染物可能分布的判断

明确地块内生产相关功能区（生产车间、原辅料储罐、固废/危废仓库、污水处理池、废水及原辅料输送管线等）的分布情况和相对位置关系，结合地块水文地质条件和污染物迁移转化等因素，判断

污染物在地块土壤和地下水中的可能分布。宜将以上区域确定为土壤和地下水污染状况调查重点关注区，其他（包括办公区、生活区、未开发区等）宜作为一般关注区。

### 7.2.3 采样方案制定

#### 7.2.3.1 土壤采样方案

宜符合以下要求：

- a) 地块面积小于等于 5000m<sup>2</sup>，土壤采样点位数量不宜少于 3 个；地块面积大于 5000m<sup>2</sup>，土壤采样点位数量不宜少于 6 个；
- b) 重点关注区单个采样工作单元面积不宜超过 1600m<sup>2</sup>；
- c) 一般关注区单个采样工作单元面积不宜超过 6400m<sup>2</sup>；
- d) 宜在地块边界外、地下水上游方向布设 1 个土壤采样对照点位；
- e) 土壤采样深度宜满足浅层地下水稳定水位以下 3m 或地表以下 6m，一般最深至潜水层底板；对于存在污染的点位，土壤的最大采样深度宜至未受污染的深度；
- f) 采样深度宜扣除地表非土壤硬化层厚度，一般表层土壤（0m~0.5m）、不同土层及分层处、初见水位处、感官异常和现场检测数据较高处、采样最深处等处均宜至少采集 1 份土壤样品，土壤采样间隔宜为 0.5m~2m；
- g) 对于废弃地块，宜在地块内相关构筑物 and 设施拆除后开展调查工作；
- h) 根据地块实际情况、调查需要等，合理增加土壤采样点位数量和样品数量。

#### 7.2.3.2 地下水采样方案

宜符合以下要求：

- a) 地下水监测井原则上宜布设在潜水层；
- b) 地块内总的地下水监测井点位数量不宜少于 3 个，地下水点位宜设置在重点关注区内最有可能存在污染的位置；
- c) 宜在地块边界外、地下水上游方向布设 1 个地下水监测井对照点位；
- d) 一般情况下采样深度宜在地下水水面 0.5m 以下。对于低密度非水溶性有机物污染，监测点位宜设置在含水层顶部；对于高密度非水溶性有机物污染，监测点位宜设置在含水层底部；
- e) 地下水监测井宜与土壤采样共点位布设；
- f) 根据地块实际情况、调查需要等，合理增加地下水采样监测井数量。

### 7.2.4 健康和安全防护计划制定

根据有关法律法规、地块现场实际情况和安全要求，制定土壤和地下水污染状况调查人员健康和安全防护计划。

### 7.2.5 样品分析方案制定

#### 7.2.5.1 土壤样品检测分析项目

主要包括：

- a) GB 36600 中表 1 的污染物项目；
- b) 土壤 pH；
- c) 企业生产、排放相关的污染物，包括企业原辅料、产品、中间产物中用量大、毒性高的污染物；
- d) 经资料收集与分析确定的地块利用历史中可能存在以及经全扫描分析确定的可能存在的其他

污染物；

e) 基于以上检测分析结果，当无法充分鉴别地块主要污染物时，宜筛选高浓度、重异味或颜色异常的土壤样品，进行土壤样品综合生物毒性测试。

### 7.2.5.2 地下水样品检测分析项目

主要包括：

a) GB/T 14848 表 1 中“感官性状及一般化学指标”、“毒理学指标”；

b) GB 36600 中表 1 的污染物项目；

c) 企业生产、排放相关的污染物，包括企业原辅料、产品、中间产物中用量大、毒性高的污染物；

d) 经资料收集与分析确定的地块利用历史中可能存在以及经全扫描分析确定的可能存在的其他污染物；

e) 基于以上检测分析结果，当无法充分鉴别地块主要污染物时，宜筛选高浓度、重异味或颜色异常的地下水样品，进行地下水样品综合生物毒性测试。

### 7.2.5.3 其他样品检测分析项目

地块内存在地表水体的，宜对每个独立的地表水体至少采集 1 个底泥样品和 1 个地表水样品进行检测分析。底泥样品检测项目宜参照 7.2.5.1，地表水样品检测项目宜参照 GB 3838 中表 1 的污染物项目和 7.2.5.2 中 b)~e) 执行。

## 7.3.6 质量保证和质量控制

### 7.3.6.1 现场质量保证和质量控制措施包括：

a) 防止样品污染的工作程序；

b) 运输空白样分析；

c) 现场平行样分析；

d) 采样设备清洗空白样分析；

e) 采样介质对分析结果影响分析；

f) 样品保存方式；

g) 时间对分析结果影响分析等。

7.3.6.2 现场质量保证和质量控制措施按照 HJ 25.1、HJ 25.2 和 HJ 1019 等相关标准执行。

7.3.6.3 实验室检测分析质量保证和质量控制的具体要求按照 HJ 164 和 HJ/T 166 等相关标准执行。

## 7.3 详细采样分析工作计划

### 7.3.1 采样方案制定

#### 7.3.1.1 土壤采样方案

宜符合以下操作要求：

a) 以初步采样分析结果中确定的超标或异常点位为中心、未超标点位为边界拐点，结合地块生产相关功能区分布，确定地块潜在污染区，采用专业判断与分区布点相结合的方法布设土壤采样点位；

b) 详细采样分析过程土壤采样点位重点布设在潜在污染区；

c) 潜在污染区土壤采样工作单元面积不宜超过 400m<sup>2</sup>；

d) 初步采样分析结果表明地块存在有机污染时,根据污染物的溶解度、密度等理化性质以及各点位污染物浓度随深度变化规律确定土壤采样深度,判断是否钻穿隔水板采集更深层土壤样品;

e) 地块地下水下游方向扇形区域内,按一定间隔布设土壤采样点位,采样点位数量以确定地块污染分布为准;

f) 初步采样分析结果表明地块边界处存在污染时,宜在地块边界外周边紧邻区域适当布设不少于1个采样点位,判断是否发生污染迁移;工作条件充分时,点位数量以确定污染范围和污染分布为准;不具备工作条件时,在调查报告指出地块边界外存在土壤污染的可能性。

### 7.3.1.2 地下水采样方案

宜符合以下操作要求:

a) 详细采样分析过程地下水监测井点位重点布设在潜在污染区,地下水监测井采样工作单元面积不宜超过 6400m<sup>2</sup>;

b) 地下水监测井与土壤采样点位宜共点布设,设置在土壤采样过程发现异常情况的点位(如存在异味、颜色异常、现场检测结果较高等);

c) 初步采样分析结果表明地块存在有机污染时,根据污染物的溶解度、密度等理化性质分层建井,采集不同深度及含水层地下水样品;

d) 原则上地下水监测井不宜打穿隔水层。当在初步采样分析结果表明潜水含水层受到重污染,且第一隔水层土壤存在污染、土层隔污性能较差时,宜在做好分层止水的条件下增加一口深井至承压地下水,以评价承压地下水的污染情况;

e) 初步采样分析结果表明地块边界处存在污染且有迁移至地块边界外的可能时,宜在地块边界外紧邻区域沿地下水流向下游布设1个地下水监测点位,判断地下水污染是否已迁移至边界外;工作条件充分时,宜在地块地下水下游方向扇形区域内和地块两侧沿地下水流向区域内,按一定间隔布设地下水监测井,监测井数量以确定污染羽范围和污染分布为准;不具备工作条件时,在调查报告指出地块边界外存在地下水污染的可能性。

### 7.3.2 检测分析项目

土壤和地下水检测分析项目宜以初步采样分析确定的地块特征污染物指标为主。

## 7.4 调查点位确认

### 7.4.1 专业人员确认

采样分析工作计划制定人员宜全程跟踪采样工作,现场判断和调整采样点位。

### 7.4.2 地下储罐、管线探测

建有地下储罐、管线等,具体建造位置可能与所收集的图纸存在差异,在资料收集、人员访谈和现场踏勘工作基础上,宜采用地球物理探测方法(如探地雷达、管线探测仪等)对地下储罐、管线等进行非破坏性探测,确保采样点位避开地下设施。

### 7.4.3 试钻

无法确认地下设施分布时，宜通过手钻方式对各采样点位进行确认。

#### 7.4.4 现场测绘

选用国家坐标系、城市坐标系或其他标准坐标系，对地块边界、地面构筑物及相关设施、已确认的调查作业点位等进行精确测绘和放样，获取坐标和高程信息，测绘数据作为调查工作成果附件。

#### 7.5 水文地质勘察

7.5.1 通过资料收集已获得地块水文地质相关资料且满足调查工作需要的，不开展水文地质勘察。

7.5.2 对于未收集到地块水文地质资料的，开展水文地质勘察。勘察点位主要布设在地块内，如必要且条件允许的，宜适当向地块外延伸布设，勘察点位顺地下水流向和垂直流向呈十字布设；勘察深度视勘察过程结果确定，宜勘察至潜水层底端。勘察过程中，采集不同深度和土层土壤样品进行观察和现场检测，判断其是否存在异常或污染，判断是否继续钻进。

7.5.3 水文地质勘察宜与地下水监测井建井统筹考虑。基于资料收集、原位水力测试等工作，明确地块地下水含量、隔水层分布、厚度、岩性、以及土壤渗透系数、地下水稳定水位及流场等关键信息。

7.5.4 水文地质勘察宜在现场采样前开展，勘察报告作为调查工作成果附件。

#### 7.6 辅助调查

##### 7.6.1 无损探测辅助调查

7.6.1.1 技术方法包括探地雷达法、感应电磁法、高密度电法等。

7.6.1.2 探测过程中，宜关注地块地面下可能存在的埋地储罐、管线、污染区等的信号响应，解析探测获得的物理信号，标识地块关键信息。

7.6.1.3 分析探测结果与地块污染关联性，判断地块污染分布，指导确定土壤采样点位和地下水监测井位置、采样深度和取样间隔、建井深度等。

##### 7.6.2 潜在重金属污染辅助调查

针对地块重金属污染物，可使用 X 射线荧光光谱仪（XRF）对土壤进行现场快速检测。通过快速检测结果，判断土壤重金属浓度及空间分布，辅助确定采样点位。

##### 7.6.3 潜在挥发及半挥发性有机物污染辅助调查

7.6.3.1 针对潜水位以上包气带，宜采用光离子化检测器（PID）等便携式检测设备对土壤气进行检测。通过快速检测结果，判断污染物浓度及空间分布，辅助确定采样点位。

7.6.3.2 针对潜水位以下深层土壤，宜采用膜界面探测方法（MIP）对地块进行有机污染原位检测，分析各检测点位不同深度有机污染程度，拟合构建地块有机污染分布三维模型，辅助确定采样点位、建井深度和取样间隔。

#### 7.7 现场采样



## 7.7.1 土壤采样

宜符合以下操作要求：

——机械钻探包括实心螺旋钻、中空螺旋钻、套管钻等；手工钻探采样设备包括螺纹钻、管钻、管式采样器等；

——采用非扰动动力采样设备采集下层土壤样品，所采集的土壤样品具有代表性和完整性；

——在进场前和采样过程中对采样设备进行充分地清洗，避免交叉污染；

——现场对采集的土壤样品管进行剖管，观察并记录土层分布情况、土壤颜色和性状、含水状况、有无异等；

——按 0.5m~1m 间隔，在不同土层及分层处、初见水位处、感官异常和现场检测数据较高处、采样最深处等截取土壤样品置于密封袋内，使用光离子化检测仪（PID）对土壤 VOCs 进行快速检测，宜使用 X 射线荧光光谱仪（XRF）对土壤重金属进行现场检测；检测前宜对设备进行校准，校准记录作为调查工作成果附件；

——对现场采样工作全过程关键环节进行拍照记录，填写采样记录，作为调查工作成果附件；

——土壤采样钻孔结束后宜及时进行封孔；

——样品置于 4℃ 以下的低温环境中运输、保存，避免样品流转过过程样品中污染物损失。样品送至实验室后宜尽快检测；

——钻孔过程中产生的污染土壤宜统一收集和处置，对废弃的一次性手套、口罩等个人防护用品按照一般固体废物处置要求进行收集处置；

——土壤样品采集、现场检测、保存与流转按照 HJ 25.1、HJ 25.2、HJ 1019 和 HJ/T 166 等相关标准执行。

## 7.7.2 地下水采样

### 7.7.2.1 地下水监测井建井

宜符合以下操作要求：

a) 监测井采用空心钻杆螺纹钻、直接旋转钻、钢丝绳套管直接旋转钻、双壁反循环钻、绳索钻具等方法钻井；选择无浆液钻进，全程套管跟进，防止钻孔坍塌和上下层交叉污染；

b) 井管材料为不锈钢管、硬质聚氯乙烯、聚四氟乙烯等，有一定强度且耐腐蚀，对地下水无污染；井管间采用螺纹连接，不宜使用有机粘合剂粘接；

c) 宜根据水文地质资料或勘察结果，明确地块地下水水位，指导确定监测井建井深度、开筛深度等关键参数；当发现钻至隔水层时停止钻进，不宜钻穿隔水层，造成可能的污染扩散；如遇钻穿隔水层的情况，立即用膨润土等封堵材料进行封堵；

d) 地下水监测井开筛深度以取到特定深度地下水为目的；筛管深度、长度宜涵盖调查区域近 10 年内地下水水位变动范围或区域 1 个水文年的地下水水位变动范围；

e) 地块地下水监测井建井宜考虑存在低密度非水相液体和高密度非水相液体的情况；对于厚度小于 6m 的污染含水层（组），一般不分层（组）建井采样；对于厚度大于 6m 的含水层（组），宜根据地块内含水层水力条件、污染物种类和性质，分层（组）建井采样；

f) 一般一径到底，中途不变径；若遇特殊情况需跨含水层建井时，宜在隔水层止水变径以避免含

水层交叉污染；

g) 对于在产企业地块，新建地下水监测井宜建成长期监测井、采用埋地式隐蔽井台，便于后续地块地下水长期监测，并减少对企业运营的影响；

h) 做好监测井井口密闭和防渗，避免地表雨水、污水等沿井口流入监测井内，造成次生污染；

i) 完井后及时洗井，成井洗井满足 HJ 25.2 和 HJ 1019 相关要求；成井洗井设备有潜水泵、贝勒管或惯性泵等；

j) 在完成成井洗井 7 天后进行地下水采样；如遇紧急情况或其他特殊情况需取得地下水样品用于检测分析时，宜至少在完成成井洗井 24h 后采集地下水样品；

k) 建井前和完井后使用干净的水对建井设备进行清洗，避免交叉污染；

l) 填写地下水监测井建井记录，作为调查工作成果附件。

### 7.7.2.2 现有监测井筛选

宜符合以下操作要求：

a) 现有井的井深、静止水位、开筛位置、井内淤积深度等满足调查要求；

b) 因沿路边区域可能存在使用融雪剂等化学药品等情况，避免在道路和高速公路附近选井；

c) 不宜选用水泥管井和采用粘接剂的井；

d) 井的现状完好，无断裂、错位、腐蚀等现象；

e) 装有水泵的井采用水作为泵润滑剂，不宜选用以油为泵润滑剂的水井；

f) 掌握井的结构和抽水设备情况，分析其对调查地块地下水的影响。

### 7.7.2.3 地下水采样

宜符合以下操作要求：

a) 采样前洗井，先测量监测井洗井前的初始水位，以清洁贝勒管汲取井内滞留水观察并拍照；

b) 采样前洗井以低速进行，采用放置水位计于井内水位面方式，由测量水位结果，掌握洗井速率与井内回水速率的相关性；

c) 洗井后，等水位回复至稳态后再次记录地下水位，同时根据监测井建井的相关资料，确认滤水管位置。注意此时水位如高过滤水管顶端，宜于采样纪录上特别标注。如水位高过滤水管顶端，无法采得具有代表性的地下水样品；

d) 洗井过程中持续测量汲出水的温度、pH、电导率、溶解氧、氧化还原电位、浊度，同时观察汲出井水的颜色、气味是否异常及有无杂质存在。洗井完成的标准为洗井期间现场测量下列水质参数至少 5 次以上，直到至少 3 项检测指标最后连续 3 次符合各项参数的稳定标准为止，即  $\Delta \text{pH} \leq \pm 0.1$  单位、 $\Delta$  电导率  $\leq \pm 10\%$ 、 $\Delta$  温度  $\leq \pm 0.5^\circ\text{C}$ 、 $\Delta$  溶解氧  $\leq \pm 10\%$ （或  $0.3\text{mg/L}$ ）、 $\Delta$  氧化还原电位  $\leq \pm 10\%$ （或  $10\text{mV}$ ）、 $\Delta$  浊度  $\leq \pm 10\%$ （或  $10\text{NTU}$ ）。当现场水质参数无法满足上述要求或不具备现场检测设备时，洗井水体积宜达到 3 倍~5 倍采样井内水体积后即可进行采样；不同样品采集之间对钻头和钻杆进行清洗，清洗废水集中收集处置；

e) 为避免浊度干扰检测结果，测量采样时的浊度，并在采样纪录上标注，供日后分析数据使用；

f) 地下水样品采集在采样洗井完成后 2h 内完成，优先采集用于测定挥发性有机物的地下水样品；对于无法在采样洗井后 2h 内采集足量地下水样品的，适当延长采样时间；

g) 地块地下水可能存在低密度非水相液体和高密度非水相液体,宜分层建井并分别采集各监测井内代表性地下水样品;

h) 地块部分特征污染物属于易挥发性物质的,如以气囊泵进行地下水采样,汲水速率调降至0.1L/min以下;如以贝勒管进行地下水采样,采样过程缓慢上升、下降,并在贝勒管前端加装流速控制器,控制下端出水流速,缓慢分装于棕色玻璃瓶内;

i) 地下水样品的采集、保存与流转按照 HJ 25.1、HJ 25.2、HJ 1019、HJ 164 等相关标准执行;

j) 详细采样分析过程中,同时对初步采样分析阶段建成的监测井地下水采样分析;

k) 采样完成后,非长期监测的采样井进行封井。封井从井底至地面下 50cm 全部用直径为 20mm 至 40mm 的优质无污染的膨润土球封堵;

l) 填写地下水采样记录,作为调查工作成果附件。

## 7.8 数据评估与分析

### 7.8.1 实验室检测分析

7.8.1.1 对于重金属污染地块,可对土壤重金属分不同形态进行检测分析或进行生物有效性测试分析。

7.8.1.2 对于有机物潜在污染地块,根据地块利用历史复杂性,筛选地块内采集的土壤和地下水样品,进行有机物全扫描分析。

7.8.1.3 地块土壤和地下水污染状况调查样品检测分析实验室具备相应检测资质,采用相应评价标准中明确的检测方法,且方法检出限、报告检出限满足评价标准要求;暂无评价标准的检测分析项目,宜采用检测实验室资质认定范围内的国家标准、区域标准、行业标准及国际标准方法。提供有效检测报告,作为调查工作成果附件。

7.8.1.4 对于地块内存在的关注污染物暂无相关检测标准方法可供使用的,由检测实验室根据污染物理化特性自制方法,宜提供方法确认数据,作为调查工作成果附件。

### 7.8.2 初步采样分析数据评估与分析

开展土壤和地下水环境质量评价和污染状况评价,判断地块内土壤和地下水是否受到污染或存在环境风险,明确是否开展详细采样分析。

### 7.8.3 详细采样分析数据评估与分析

整理地块土壤和地下水污染状况调查信息,评估检测数据质量,分析数据的有效性和充分性。依据评价标准进行数据分析评价,明确地块关注污染物,构建地块土壤和地下水污染概念模型,明确污染影响范围。判断是否需开展补充采样分析,是否需开展地块边界外土壤和地下水采样分析。

## 8 第三阶段土壤和地下水污染状况调查

### 8.1 工作内容

8.1.1 本阶段调查宜以补充采样和测试为主,主要包括地块特征参数调查和受体暴露参数调查等内容,以获得满足风险评估及土壤和地下水修复所需的参数。

### 8.1.2 地块特征参数主要包括：

——土壤理化性质数据：不同代表位置和土层或选定土层土壤 pH、粒径分布、密度、孔隙度、有机质含量、渗透系数、阳离子交换量、容重等；

——气候、水文、地质特征信息：地表年均风速、地层分布及岩性、地质构造、地下水类型、含水层系统结构、地下水分布条件、地下水流场、地下水动态变化特征、地下水补径排条件、水力传导系数等；

——土壤和地下水污染特征：污染源、目标污染物浓度、污染范围、污染物迁移途径、非水溶性有机物分布情况等；

——受体与周边环境情况：结合地块现状及用地规划以及地下水使用功能，分析污染土壤和地下水与受体相对位置关系、受体的关键暴露途径等。

8.1.3 受体暴露参数包括地块及周边地块土地利用方式、人群及建筑物等相关信息。

## 8.2 调查方法

地块特征参数和受体暴露参数的调查宜采用资料查询、现场实测和实验室分析测试等方法。

## 8.3 调查结果

第三阶段调查结果供地块风险评估以及风险管控、治理修复决策使用。

# 9 报告编制

## 9.1 第一阶段土壤和地下水污染状况调查报告编制

### 9.1.1 报告内容和格式

对地块第一阶段土壤和地下水污染状况调查过程和结果进行分析、总结和评价，主要内容包括及地块概述、资料收集与分析、现场踏勘和人员访谈、结果和分析、结论和建议、附件等。

### 9.1.2 结论和建议

调查结论宜明确企业生产相关构筑物及埋地储罐和管线等重要设施分布情况、周边地块有无可能的其他污染源，结合地块潜在污染特征，明确地块可能的污染类型、污染状况和来源。

### 9.1.3 不确定性分析

报告列出地块土壤和地下水污染状况调查过程中遇到的限制条件、欠缺信息，及对调查工作和结果的影响。

## 9.2 第二阶段土壤和地下水污染状况调查报告编制

### 9.2.1 报告内容和格式

对地块第二阶段土壤和地下水污染状况调查过程和结果进行分析、总结和评价，主要内容包括地块概况、工作计划、现场采样与实验室分析、结果和评价、结论和建议、附件等。

## 9.2.2 结论和建议

提出地块关注污染物清单和污染物分布特征等内容。

## 9.2.3 不确定性分析

报告宜说明地块第二阶段土壤和地下水污染状况调查与计划的工作内容的偏差以及限制条件对结论的影响。

## 9.3 第三阶段土壤和地下水污染状况调查报告编制

按照 HJ 25.1、HJ 25.2、HJ 25.3 和 HJ 25.4 等技术文件要求，提供相关内容和测试数据。

# 10 现场安全

## 10.1 进场准备

宜符合以下操作要求：

——调查单位与地块使用方充分沟通，选择合适的现场作业时间，减少对地块企业生产和地块使用的影响；

——调查单位根据相关安全管理要求办理作业许可证或相关审批手续；

——收集地块现场作业环境安全背景资料，如地块位置及范围、地块内及周边可能存在的有毒有害物质等；

——勘察现场状况，包括观察及记录异状、评估存在的危害物质和位置，选定人员安全防护装备，明确现场条件，确保作业安全；

——开展人员教育，主要包括：安全与卫生注意事项的提示与检查，个人防护措施检查，以及事故的预防、避险、逃生、自救、互救等知识和相关事故案例和经验、教训等；

——制定相关应急预案，主要包括：现场作业安全负责人相关信息、地块土壤和地下水污染状况调查现场作业潜在危害性、安全防护方法、应急响应程序、意外情况通报程序等。

## 10.2 现场作业

### 10.2.1 现场危害鉴定

10.2.1.1 开展地块现场踏勘、水文地质勘察、辅助调查、采样等现场工作时宜配备测爆器，对现场安全进行实时监测，杜绝安全事故。

10.2.1.2 每个地块宜配置两台采用测爆器，分别放置于上风向处和现场作业点位处，实时侦测地块环境的 LEL 值，当现场作业环境 LEL 值大于 25%LEL 时立即停止作业，人员撤离现场，排查危害来源。

### 10.2.2 现场作业安全要求

宜符合以下操作要求：

——严格遵守动火作业安全管理要求；

——进入地块开展土壤和地下水污染状况调查工作时，预防潜在危害，现场作业人员佩戴个人安全防护装备；

- 有地块相关人员在场，现场逐一确认各作业点位；
- 电气设备的工作接地、保护接地的接地电阻不宜大于  $4\Omega$ ；
- 在现场作业区域竖立警示锥及工作标示牌，将紧急联络通讯信息置于明显可供查询处；
- 在条件允许的情况下，现场作业期间宜暂停地块内企业生产。

### 10.2.3 紧急通知和现场应急

当地块土壤和地下水污染状况调查现场作业过程中发生人员伤亡、安全或环境事故时，首先保证现场施工人员安全，宜立即报地块相关单位和地方相关管理部门，尽快落实应急处置相关事宜。

## 11 资料管理

调查单位对地块相关资料进行收集、整理和管理，资料内容包括：

- 地块土壤和地下水污染状况调查资料收集过程中涉及到的相关资料，包括地块相关资料、企业相关资料、生产经营和管理记录、水文地质资料、有关政府文件和其他资料；
- 现场踏勘、人员访谈过程中涉及到的相关资料，包括现场踏勘记录表格、人员访谈记录等；
- 地块土壤和地下水污染状况调查工作计划，相关图件、专家评审意见及修改清单等；
- 现场作业相关资料，包括地下储罐和管线探测结果、调查点位确认情况、辅助调查结果、现场采样记录、地下水监测井建井洗井记录、地下水采样记录、现场检测数据、测绘数据等；
- 地块土壤和地下水污染状况调查报告，相关图件、检测报告、专家评审意见及修改清单、备案资料等；
- 地块土壤和地下水污染状况调查相关合同、协议等。

### 参考文献

- [1] 《城市工程地球物理探测规范》（CJJ/T 7-2017）
  - [2] 《重点行业企业用地调查疑似污染地块布点技术规定（试行）》
  - [3] 《重点行业企业用地调查样品采集保存和流转技术规定（试行）》
  - [4] 《地下水环境状况调查评价工作指南》
  - [5] 《地下水污染健康风险评估工作指南》
  - [6] 《地下水污染模拟预测评估工作指南》
  - [7] 《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》（环境保护部公告 2014 年第 78 号）
  - [8] 《建设用地土壤环境调查评估技术指南》（环境保护部公告 2017 年第 72 号）
  - [9] 《建设用地土壤污染状况调查、风险评估、风险管控及修复效果评估报告评审指南》（环办土壤函 2019 年第 63 号）
  - [10] 《在产企业土壤和地下水自行监测技术指南（报批稿）》
  - [11] 《上海市建设用地土壤污染状况调查、风险评估、风险管控与修复方案编制、风险管控与修复效果评估工作的补充规定（试行）》（沪环土 2020 年第 62 号）
  - [12] 《北京市建设用地土壤污染状况调查与风险评估技术导则》（DB11/T 656-2019）
  - [13] 《深圳市建设用地土壤污染状况调查与风险评估工作指引》（2021 年）
-