

厦门市环境保护局文件

厦环固〔2018〕16号

厦门市环境保护局

关于印发厦门市工业企业用地土壤环境 调查相关技术文件的通知

各驻区环保局，市监测站、环科院：

为加强厦门市工业企业用地土壤环境监督管理，规范工业企业用地土壤环境调查、风险管控与治理修复工作和技术程序，我局组织编制了《厦门市工业企业用地土壤环境调查评估、风险管控与治理修复工作指南（试行）》《厦门市工业企业用地土壤环境监测技术指南》（试行）。现印发给你们，请遵照执行。

文件来源：极时造价<http://www.geesic.com/>

- 附件：1. 厦门市工业企业用地土壤环境调查评估、风险管控与治理修复工作指南（试行）
2. 厦门市工业企业用地土壤环境监测技术指南（试行）



（此件主动公开）

抄送：市国土房产局，市土地开发总公司。

厦门市环境保护局办公室

2018年5月30日印发

厦门市工业企业用地土壤环境调查评估、风险管控 与治理修复工作指南（试行）

一、总则

（一）目的

为加强厦门市工业企业用地土壤环境监督管理，预防和控制工业企业污染用地再开发利用对环境和人体健康的危害，根据环境保护部、工业和信息化部、国土资源部、住房和城乡建设部联合发布的《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）、《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〕第78号）、《污染地块土壤环境管理办法（试行）》（环境保护部令〔2016〕第42号）、《建设用地区域土壤环境调查评估技术指南》（环保部公告〔2017〕第72号）、《厦门市土壤污染防治行动计划实施方案》（厦府〔2016〕405号）等有关法规、文件要求，结合本市实际，制定本指南。

（二）适用范围

1. 厦门市辖区内拟变更土地所有权人（或使用权人）的工业企业用地，以及用途变更为居住和商业、学校、医疗、养老机构等公共设施的上述工业企业用地的土壤环境调查评估、风险管控及治理修复。

2. 化工、有色金属冶炼、涉重金属、制革、铅酸蓄电池、制药、光电、生活垃圾处置、危险废物处置、危化品仓储等重点行业工业企业用地进入收储、供应（出让、划拨、改变用途、续期）环节的土壤环境调查评估、风险管控及治理修复。

本指南不适用于放射性工业企业用地的土壤环境调查评估、风险管控及治理修复。

3. 国家、省相关文件另有规定的，从其规定。

二、土壤环境调查评估、风险管控与治理修复工作程序

（一）土壤环境调查评估

1. 土壤环境初步调查

在工业企业用地变更土地使用权人及改变用途或重点行业工业企业用地进入收储、供应之前，工业企业用地责任主体（以下简称“责任主体”）应自行或委托第三方机构按照国家、省和本市有关环境标准和技术规范，开展土壤环境初步调查（土壤环境初步调查涵盖土壤及地下水调查，同时需考虑土壤污染物对地表水、空气环境的影响），编制土壤环境初步调查报告，组织不少于3名专家对初步调查报告进行评审论证。不少于1/2的专家须从市级以上（包括市级）土壤相关专家库中抽取（以下提到的专家评审，也须满足上述抽取比例要求）。若污染物检测值低于国家或地方相关标准或工业企业用地土壤污染风险筛选值，并且经过不确定性分析表明该工业企业用地土壤未受污染或对人体健康风险

较低，可结束调查工作；若检测值超过国家或地方相关标准或工业企业用地土壤污染风险筛选值，则应进一步开展详细调查和风险评估工作。

通过专家评审后，责任主体将土壤环境初步调查报告与专家评审意见等相关资料报送驻区环保局、市规划委、国土房产局备案，并及时上传市环保局指定的信息系统，同时将调查报告主要内容通过其网站等便于公众知晓的方式向社会公开。

初步调查报告应当按照国家有关环境标准和技术规范编制，报告应当包括工业企业用地基本信息、工业企业用地的土壤及地下水是否受污染的明确结论、污染的区域及污染物种类等主要内容，并附具采样信息和检测报告。

2.土壤环境详细调查和风险评估

经土壤环境初步调查评估确认存在污染的，责任主体应自行或委托第三方机构按照国家、省和本市有关环境标准和技术规范，开展土壤环境详细调查与风险评估，编制土壤环境详细调查报告与风险评估报告，组织不少于5名专家进行评审论证。

通过专家评审后，责任主体将土壤环境详细调查报告、风险评估报告与专家评审意见等相关资料报送驻区环保局、市规划委、国土房产局备案，并及时上传市环保局指定的信息系统，同时将土壤环境详细调查报告、风险评估报告主要内容通过其网站等便于公众知晓的方式向社会公开。

土壤环境详细调查报告应当包括工业企业用地基本信息，土壤污染物的分布状况及其范围，以及对土壤、地表水、地下水、空气污染的影响情况等主要内容，并附具采样信息和检测报告。

风险评估报告应当包括工业企业用地基本信息、应当关注的污染物、主要暴露途径、风险水平、风险管控以及治理与修复建议等主要内容。

（二）风险管控

责任主体应当自行或委托第三方机构根据风险评估结果，并结合工业企业污染用地相关开发利用计划，有针对性地实施风险管控。对暂不开发利用的工业企业污染用地，可实施以防止污染扩散为目的的风险管控。对改变土地用途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工业企业污染用地，实施以安全利用为目的的风险管控。

责任主体按照国家、省和本市有关环境标准和技术规范，编制风险管控方案，组织不少于3名专家进行评审论证。

通过专家评审后，责任主体将风险管控方案与专家评审意见等相关资料报送驻区环保局、市规划委、国土房产局备案，并及时上传市环保局指定的信息系统，同时将风险管控方案主要内容通过其网站等便于公众知晓的方式向社会公开。

风险管控方案应包括管控区域、目标、主要措施、环境监测计划及应急措施等内容。

(三) 治理与修复

对需要治理与修复的工业企业用地，责任主体应当自行或委托第三方机构开展治理与修复，具体包括：治理与修复工程方案编制、治理与修复工程施工、治理与修复效果评估三个阶段。

1.治理与修复工程方案编制

责任主体应按照国家、省和本市有关环境标准和技术规范，编制工业企业污染用地治理与修复工程方案，并组织不少于5名专家进行评审论证。

通过专家评审后，责任主体将治理与修复工程方案与专家评审意见等相关资料报送驻区环保局、市规划委、国土房产局备案，并及时上传市环保局指定的信息系统，同时将治理与修复工程方案主要内容通过其网站等便于公众知晓的方式向社会公开。

治理与修复工程方案应包括治理与修复范围和目标、技术路线和工艺参数、二次污染防治措施等内容。

2.治理与修复工程施工

责任主体应委托具有污染土壤治理与修复工程施工能力的单位按照治理与修复工程方案进行施工。治理与修复施工前，责任主体要严格按照有关规定，对工业企业用地遗留工业固体废物、危险废物和各类设施进行安全处置和拆除。

责任主体可委托环境监理单位对治理与修复工程实施全过程环境监理。

治理与修复期间，责任主体或者其委托的专业机构应当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。

3.治理与修复效果评估

治理与修复工程完工后，责任主体应当委托第三方机构按照国家、省或本市有关环境标准和技术规范，开展治理与修复效果评估，编制治理与修复效果评估报告，并组织不少于5名专家对治理与修复工程的效果进行评审。

通过专家评审后，责任主体将治理与修复效果评估报告及专家评审意见等相关资料报送驻区环保局、市规划委、国土房产局备案，并及时上传市环保局指定的信息系统，同时将治理与修复效果评估报告的主要内容通过其网站等便于公众知晓的方式向社会公开。

治理与修复效果评估报告应包括治理与修复工程概况、环境保护措施落实情况、治理与修复效果监测结果、评估结论及后续监测建议等内容。

参与修复工作的工程实施、工程环境监理等单位不能作为工程效果评估单位。

三、备案所需的材料

（一）土壤环境调查评估资料备案

1.土壤环境初步调查报告备案

- (1) 土壤环境初步调查报告备案表
- (2) 土壤环境初步调查报告
- (3) 土壤环境初步调查报告专家评审意见
- (4) 企业法人营业执照、土地使用权证复印件

2.土壤环境详细调查报告及风险评估报告备案

- (1) 土壤环境详细调查及风险评估报告备案表
- (2) 土壤环境详细调查及风险评估报告
- (3) 土壤环境详细调查及风险评估报告专家评审意见

(二) 风险管控方案备案

- 1.风险管控方案备案表
- 2.风险管控方案
- 3.风险管控方案专家评审意见

(三) 治理与修复资料备案

1.治理与修复方案备案

- (1) 治理与修复方案备案表
- (2) 治理与修复方案
- (3) 治理与修复方案专家评审意见
- (4) 治理与修复实施计划
- (5) 工业企业污染用地治理与修复工程项目合同（核对原件，交复印件）

2.治理与修复效果评估报告备案

- (1) 工业企业污染用地治理与修复效果评估报告备案表

- (2) 工业企业污染用地治理与修复效果评估报告
- (3) 工业企业污染用地治理与修复效果评估监测报告
- (4) 专家评审意见

注：备案材料包括纸质材料（一式两份）和电子文档，所有纸质材料都需加盖单位公章。

四、从业单位和人员工作要求

为保证厦门市土壤环境调查与评估、治理与修复的工作质量，责任主体委托的第三方机构当具有相关从业经验和业绩，相关业绩均须满足安全、质量和环保要求，且不存在违法违规行为，建议至少应符合以下条件：

（一）从事土壤环境调查与评估的单位

1. 单位至少有环境工程、环境科学、（环境）化学、土壤学或水文地质等相关专业中级或中级以上职称的技术人员 3 名，并且有 3 年以上相关业务工作经历；

2. 项目负责人至少具有中级或中级以上职称、3 年以上土壤环境调查评估经验，具有独立承担过国内土壤环境调查与评估项目的业绩。

（二）从事土壤风险管控的单位

应当具有相应工作能力和独立承担土壤污染风险管控的业绩，其项目负责人至少具有高级职称、4 年以上土壤污染风险管控的相关工作经验，具有独立承担国内土壤污染风险管控的业绩。

（三）从事土壤污染治理与修复方案编制的单位

1. 单位需至少环境工程、环境科学、环境监测、（环境）化学、土壤学或水文地质等相关专业中级或中级以上职称的技术人员 4 名，并且具有 3 年以上相关业务工作经历；

2. 项目负责人至少具有高级职称、4 年以上土壤污染治理修复的相关工作经验，具有独立承担国内土壤污染治理与修复方案的业绩。

（四）从事土壤污染治理与修复工程施工的单位

1. 单位需至少有环境工程、环境科学、环境监测、（环境）化学、土壤学或水文地质等相关专业中级或中级以上职称的技术人员 6 名，并且具有 3 年以上相关业务工作经历；

2. 具有承担国内土壤污染治理与修复的专业技术和设备；

3. 项目负责人至少具有中级或中级以上职称、4 年以上污染土壤治理修复的工作经验，具有独立承担国内土壤污染治理与修复工程的业绩。

（五）从事土壤治理与修复工程效果评估的单位

1. 单位需至少有环境工程、环境科学、环境监测、（环境）化学、土壤学或水文地质等相关专业中级或中级以上职称的技术人员 3 名，并且具有 3 年以上相关业务工作经历；

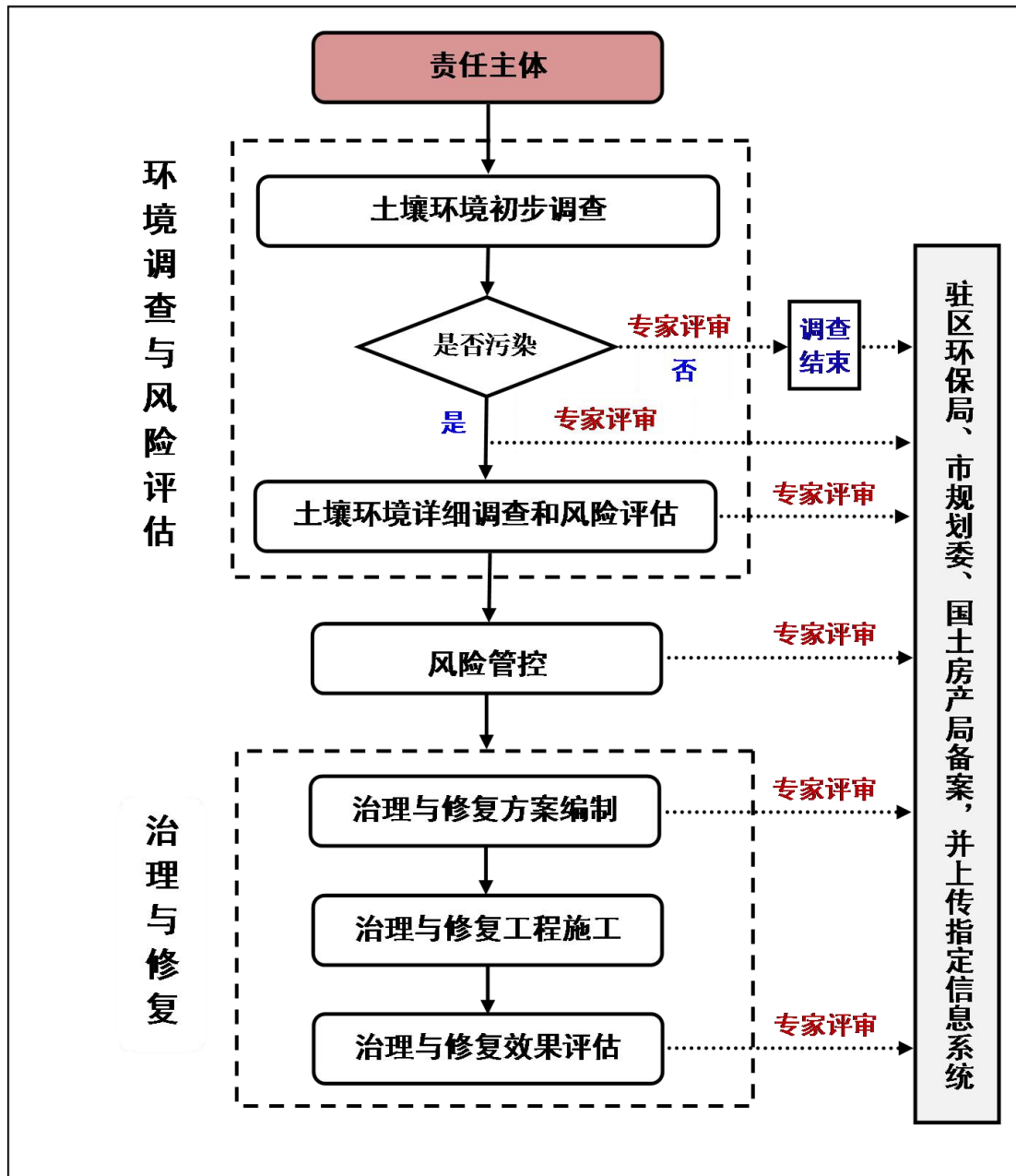
2. 项目负责人至少具有高级职称、3 年以上治理修复工程效果评估等相关经验，且有独立承担土壤污染治理修复效果评估的业绩。

（六）从事环境监测的单位

文件来源：极时造价<http://www.geesic.com/>

应当具备土壤、地下水、地表水及大气环境等相关采样和检测能力，并具有国家计量认证合格资质（CMA）或中国实验室国家认可委员会认可资质（CNAS）。

附件 1



厦门市工业企业用地土壤环境调查评估、风险管控与治理修复
工作流程图

<p>附件 1：土壤环境初步调查报告备案需提交的材料（一式两份+电子文档）</p> <ol style="list-style-type: none">1、 土壤环境初步调查报告备案表2、 土壤环境初步调查报告3、 土壤环境初步调查报告专家评审意见4、 企业法人营业执照、土地使用权证复印件（加盖公章）
<p>附件 2：土壤环境详细调查报告及风险评估报告备案需提交的材料（一式两份+电子文档）</p> <ol style="list-style-type: none">1、 土壤环境详细调查报告及风险评估报告备案表2、 土壤环境详细调查及风险评估报告3、 土壤环境详细调查及风险评估报告专家评审意见
<p>附件 3：风险管控方案备案需提交的材料（一式两份+电子文档）</p> <ol style="list-style-type: none">1、 风险管控方案备案表2、 风险管控方案3、 风险管控方案专家评审意见
<ol style="list-style-type: none">1、 附件 4：治理与修复方案备案需提交的材料（一式两份+电子文档）2、 土壤环境详细调查报告及风险评估报告备案表3、 治理与修复方案4、 治理与修复方案专家评审意见5、 治理与修复实施计划6、 工业企业污染用地治理与修复工程项目合同（核对原件，交复印件）
<p>附件 5：治理与修复效果评估报告备案需提交的材料（一式两份+电子文档）</p> <ol style="list-style-type: none">1、 工业企业污染用地治理与修复效果评估报告备案表2、 工业企业污染用地治理与修复工作报告3、 治理与修复效果评估报告专家评审意见

备注：

1. 所有纸质材料需盖单位公章
2. 备案编号为 T+行政代码+年份+三位阿拉伯数字，例如，思明区 2018 年第一份备案的备案编号为 T3502032018001

土壤环境调查评估、风险管控与治理修复各环节 技术要点

一、土壤环境调查评估技术要点

土壤环境调查评估一般程序包括初步调查、详细调查、风险评估三个阶段。土壤环境调查评估工作应当依据《场地环境调查技术导则》（HJ25.1-2014）、《场地环境监测技术导则》（HJ25.2-2014）、《污染场地风险评估技术导则》（HJ25.3-2014）、《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》和《建设用地土壤环境调查评估技术指南》相关要求。

（一）土壤环境质量初步调查

1. 污染识别

按照相关要求，采用以资料收集、现场踏勘和人员访谈为主的污染识别方式，对工业企业用地过去和现在的使用情况，特别是污染活动有关信息进行收集与分析，以此来识别和判断工业企业用地土壤环境污染的可能性、污染的途径和污染因子。同时，辅以必要的快速检测仪器对现场进行采样与分析，初步判断工业企业用地是否存在污染和可能的范围。

（1）资料收集与分析

调查技术人员应通过信息检索、部门走访、电话咨询等

途径，广泛收集工业企业用地及周边区域的自然环境状况、环境污染历史、地质、水文地质等信息。被调查单位应积极配合，力所能及地为调查人员提供所需的资料信息。通过对工艺、原材料及储存和生产设施等相关资料的审核，调查人员应根据专业知识和经验判断资料的有效性，并分析可能涉及的危险物质，以及这些危险物质的使用、存储区域。资料收集的主要内容依据《场地环境调查技术导则》（HJ 25.1-2014）。

（2）现场踏勘

现场踏勘的目的是通过对工业企业用地及其周边环境设施的现场调查，观察污染痕迹，核实资料收集的准确性，获取与污染有关的线索。调查人员应采用专业调查表格、GPS定位仪、摄/录像设备等手段，仔细观察、辨别、记录现场及其周边重要环境状况及其疑似污染痕迹，并可采用 X 射线荧光分析仪（XRF）、光离子检测仪（PID）等野外便携式筛查仪器进行现场快速测量，辅助识别和判断工业企业用地的污染状况。现场工作人员应遵守安全法规，按照规定的程序和要求进行调查工作。必要时应在进入现场前进行专门的培训，并在企业有关工作人员带领下进行现场环境调查。现场踏勘的范围、内容、方法执行《场地环境调查技术导则》（HJ 25.1-2014）。

现场踏勘的重点包括：工业企业用地内有毒有害物质的使用、处理、储存和处置的场所，生产车间，污水处理系统，

储罐与容器，地上及地下管线，工业垃圾堆放场所，各类水井，留有恶臭、化学品味道和刺激性气味的场所等。

(3) 人员访谈

对工业企业用地知情人员采取咨询、发放调查表等形式进行访谈，包括工业企业用地的管理机构和地方政府官员、环境保护主管部门官员、过去和现在各阶段的使用者、相邻工业企业用地的工作人员和居民等。访谈内容、对象、方法、内容整理及分析依据《场地环境调查技术导则》(HJ 25.1-2014)。

(4) 污染识别分析及结论

在对资料收集、现场踏勘、人员访谈进行分析的基础上，列出需要重点关注的特征污染物和监测指标，以及重点区域和关键污染点位。

2.初步采样调查方案

按照相关要求，制定初步采样分析工作计划，内容包括核查已有信息、判断污染物的可能分布、筛选初步采样分析项目、制定采样方案（包括采样布点、采样方法、样品保存与流转、样品分析等）、制定健康和安全防护计划、确定质量保证和质量控制程序等任务，具体步骤参见《厦门市工业企业用地土壤环境监测技术指南》。

3.工业企业用地风险筛选

通过将初步采样分析结果与国家或地方等相关标准以及清洁对照点比较，判断工业企业用地是否受到污染。相关

标准可采用国家相关土壤和地下水标准、国家以及地区制定的工业企业用地土壤污染风险筛选值，国内没有的可参照国际上常用的筛选值，或者应用相关参数计算适用于该工业企业用地的特征筛选值。若污染物筛选值低于当地背景值，采用背景值作为筛选值。

已明确规划用途的工业企业用地，初步调查报告应参照今后规划用途下的相关标准或污染风险筛选值进行评估；未明确规划用途的工业企业用地，初步调查报告应根据可能的规划用途，参照不同规划用途下的相关标准或工业企业用地土壤污染风险筛选值进行评估。

4.初步调查结论

若污染物检测值低于相关标准或工业企业用地土壤污染风险筛选值，并且经过不确定性分析表明该工业企业用地未受污染或健康风险较低，可结束调查工作，并编制土壤环境质量初步调查报告。

若检测值超过相关标准或工业企业用地土壤污染风险筛选值，则认为该工业企业用地存在潜在的人体健康风险，应开展详细采样分析，并进行风险评估。

由于土壤污染的复杂性和隐蔽性，初步调查无法确定是否超过相关标准或工业企业用地土壤污染风险筛选值的，则应当补充调查，收集信息，进一步进行判别。

（二）土壤环境详细调查及风险评估

1.土壤环境详细调查

对于需要进一步开展详细调查的，按照相关要求，在初步采样分析的基础上制定详细调查工作实施方案。工作方案主要包括，采样布点、采样方法、样品保存与流转、样品分析、制定健康和安全防护计划、质量保证和质量控制等任务，具体步骤参见《厦门市工业企业用地土壤环境监测技术指南》。

2. 风险评估

按照相关要求，在前阶段环境调查的基础上，分析污染土壤和地下水中污染物对人群的主要暴露途径，评估污染物对人体健康的致癌风险或危害水平。风险评估工作内容包括危害识别、暴露评估、毒性评估、风险表征，以及土壤和地下水风险控制值的计算。同时，根据风险评估的结果提出风险管控建议和确定修复目标值及范围。

（1）危害识别

收集工业企业用地环境调查阶段获得的相关资料和数据，掌握工业企业用地土壤和地下水中关注污染物的浓度分布，明确规划土地利用方式，分析可能的敏感受体，如儿童、成人、地下水体等。

（2）暴露评估

在危害识别的基础上，分析工业企业用地内关注污染物迁移和危害敏感受体的可能性，确定工业企业用地土壤和地下水污染物的主要暴露途径和暴露评估模型，确定评估模型参数取值，计算敏感人群对土壤和地下水中污染物的暴露

量。

（3）毒性评估

在危害识别的基础上，分析关注污染物对人体健康的危害效应，包括致癌效应和非致癌效应，确定与关注污染物相关的参数，包括参考剂量、参考浓度、致癌斜率因子和呼吸吸入单位致癌因子等。

（4）风险表征

在暴露评估和毒性评估的基础上，采用风险评估模型计算土壤和地下水中单一污染物经单一途径的致癌风险和危害商，计算单一污染物的总致癌风险和危害指数，进行不确定性分析。

（5）土壤和地下水风险控制值的计算

在风险表征的基础上，判断计算得到的风险值是否超过可接受风险水平。风险控制值应根据工业企业污染用地的规划用途来计算，当规划用途明确时，应根据规划用途计算风险控制值；规划用途不明确时，可结合可能的多种规划用途，提供相应的风险控制值。

如污染土壤和地下水风险评估结果未超过可接受风险水平，则结束风险评估工作；如污染土壤和地下水风险评估结果超过可接受风险水平，则计算土壤、地下水中关注污染物的风险控制值；如调查结果表明，土壤中关注污染物可迁移进入地下水，则计算保护地下水的土壤风险控制值；根据计算结果，提出关注污染物的土壤和地下水风险控制值。

（6）风险管控建议

①风险管控的适用范围

对暂不开发利用的工业企业污染用地或污染区域，可根据风险评估结果，并结合工业企业污染用地相关开发利用计划，有针对性地实施风险管控。

②风险管控的要求

应明确管控区域、目标、主要措施、环境监测计划以及应急措施等内容。

风险管控区域后续如需进行再开发，则应根据再开发利用方式，确定是否进行修复治理。

（7）修复目标值和范围的确定

①修复目标值

原则上用风险控制值作为修复目标值，风险控制低于筛选值，则采用筛选值作为修复目标值。

如当地背景值高于筛选值和风险控制值，则选取背景值作为修复目标值。

②修复范围的确定

a. 修复范围可采用无污染点位连线法或污染物浓度插值算法进行确定；

b. 采用插值算法需在加密布点的基础上进行，并采用规范的方法和合理的参数。计算后必须进行接弯取直；

c. 确定修复范围图需要必须提供拐点坐标、分层图示，明确分层污染土方量；

- d. 修复范围需在总图上确定;
- e. 应提出在工业企业用地修复范围现场进行明显标示和有效保护的措施。

3. 详细调查及风险评估结论

土壤环境详细调查报告应当包括工业企业用地基本信息，土壤污染物的分布状况及其范围，以及对土壤、地表水、地下水、空气污染的影响情况等主要内容，并附具采样信息和检测报告。

风险评估报告应当包括工业企业用地基本信息、应当关注的污染物、主要暴露途径、风险水平、风险管控以及治理与修复建议等主要内容。

二、风险管控技术要点

（一）责任主体应当根据风险评估结果，并结合工业企业污染用地相关开发利用计划，有针对性地实施风险管控。其中，对暂不开发利用的，实施以防止污染扩散为目的的风险管控；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，实施以安全利用为目的的风险管控。

（二）责任主体应委托具有独立承担编制风险管控方案能力的单位，按照国家、省和本市相关标准规范的要求，编制风险管控方案，风险管控方案应当包括管控区域、目标、主要措施、环境监测计划以及应急措施等内容。

责任主体应当按照风险管控方案要求，采取以下主要措施：

- 1.及时移除或者清理污染源；
- 2.采取污染隔离、阻断等措施，防止污染扩散；
- 3.开展土壤、地表水、地下水、空气环境监测；
- 4.发现污染扩散的，及时采取有效补救措施。

（三）方案应提出因采取风险管控措施不当等原因，造成工业企业污染用地周边的土壤、地表水、地下水或者空气污染等突发环境事件的应急措施。

（四）对暂不开发利用的工业企业污染用地，方案应提出划定管控区域的建议，并提出土壤、地表水、地下水、空气的环境监测方案。

三、治理修复技术要点

对于风险评估确认需要治理与修复的，责任主体应按照《污染场地土壤修复技术导则》（HJ 25.4-2014）和《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》的要求进行治理修复，具体包括：治理修复方案编制、修复实施、治理修复效果评估三个阶段。

（一）筛选、确定修复技术，编制修复方案

1.选择修复模式

在分析前期工业企业污染用地土壤环境调查和风险评估资料的基础上，根据工业企业污染用地特征条件、目标污染物、修复目标、修复范围和修复时间长短，选择确定工业

企业污染用地修复总体思路。

2. 筛选修复技术

根据工业企业污染用地的具体情况，按照确定的修复模式，筛选实用的土壤修复技术，开展必要的实验室小试和现场中试。在分析比较土壤修复技术优缺点和开展技术可行性评估的基础上，从技术的成熟度、适用条件、对工业企业污染用地土壤修复的效果、成本、时间和环境安全性等方面对各备选修复技术进行综合比较，选择确定修复技术。

3. 制定修复方案

根据确定的修复技术，制定土壤修复技术路线，确定土壤修复技术的工艺参数，估算工业企业污染用地土壤修复的工程量，提出初步修复方案。从主要技术指标、修复工程费用以及二次污染防治措施等方面进行方案可行性比选，确定经济、实用和可行的修复方案。土壤修复方案主要内容包括制定技术路线、确定工艺参数、估算修复工程量、投资额、建设年限、修复方案比选、制定管理计划、成本效益分析等。

（二）修复实施

治理与修复工程原则上应当在原址进行，确需转运污染土壤的，应当将运输时间、方式、线路和污染土壤数量、去向、最终处置措施等，提前向所在地和接收地市级环保主管部门报告，并征得接收地市级环保主管部门同意。治理与修复期间，应当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。

（三）进行修复效果评估

治理与修复工程完工后，应委托第三方机构按照国家有关环境标准和技术规范，开展治理与修复效果评估，编制治理与修复效果评估报告。治理与修复效果评估报告内容包括治理与修复工程概况、环境保护措施落实情况、治理与修复效果监测结果、评估结论及后续跟踪监测建议等。

文件来源：极时造价<http://www.geesic.com/>

厦门市工业企业用地土壤环境监测技术指南 (试行)

厦门市环境环保局

2018年5月

目录

1 总则.....	1
1.1 编制目的.....	1
1.2 适用范围.....	1
1.3 编制依据.....	1
1.4 编制原则和工作内容.....	2
1.4.1 编制原则.....	2
1.4.2 工作内容.....	2
2 地块环境识别.....	2
2.1 资料收集与文件审核.....	3
2.2 现场踏勘.....	4
2.3 人员访谈.....	4
2.4 识别潜在污染区域.....	5
3 编制土壤监测方案.....	5
3.1 土壤监测点位布设.....	6
3.1.1 土壤监测点位布设方法.....	6
3.1.2 点位布设方法选择与布点原则.....	7
3.1.3 初步采样阶段土壤监测点位布设.....	8
3.1.4 详细采样阶段土壤监测点位布设.....	9
3.2 地下水监测点位布设.....	10
3.2.1 地下水监测点位布设方法.....	10
3.2.2 初步采样阶段地下水监测.....	10
3.2.3 详细采样阶段地下水监测.....	11
3.3 布点现场确认.....	11
3.4 监测项目.....	11
3.4.1 土壤与地下水污染物测试项目.....	11
3.4.2 水文地质和土壤理化性质调查项目.....	12
3.5 监测方案评审.....	12

4 样品采集.....	13
4.1 采样方案.....	13
4.1.1 人员安排.....	13
4.1.2 采样准备.....	13
4.2 土壤样品的采集.....	14
4.2.1 表层土壤采样.....	14
4.2.2 深层土壤采样.....	14
4.2.3 VOCs、易分解有机污染物以及恶臭污染土壤样品采集.....	14
4.2.4 其他样品采样.....	15
4.2.5 质控样品采样.....	15
4.2.6 土孔钻探的技术要求.....	15
4.2.7 土壤样品现场快速检测.....	16
4.2.7 送检土壤样品筛选.....	17
4.3 地下水样品采集.....	17
4.4 采样过程中注意事项.....	18
4.4.1 钻探前注意.....	18
4.4.2 安全与防护.....	18
4.4.3 应急处置.....	18
4.5 采样计划调整.....	18
5 样品保存与运输.....	19
5.1 样品的保存.....	19
6 样品制备与分析.....	19
6.1 现场样品分析.....	19
6.2 样品制备.....	19
6.2.1 制样场地.....	19
6.2.2 制样工具.....	20
6.2.3 样品制备.....	20
6.2.3 样品制备注意.....	20

6.3 实验室样品分析.....	21
7 质量保证与质量控制.....	22
7.1 采样质量控制.....	22
7.2 实验室质量控制.....	22
7.3 实验室质量控制.....	22
7.4 实验室质量控制.....	22
7.4.1 空白试验.....	22
7.4.2 定量校准.....	22
7.4.3 精密度控制.....	23
7.4.4 准确度控制.....	23
8 监测章节编制.....	25
附录 1 承诺书参考模板.....	26
附录 2 现场踏勘重点内容.....	27
附录 3 地块布点方案大纲.....	29
附录 4 土孔钻探技术要求.....	30
附录 5 监测井建设技术要求.....	31
附录 6 采样前洗井技术要求.....	35
附录 7 容器、保存技术、样品体积以及保存时间的要求.....	36
附录 8 土壤监测建议污染物.....	37
附录 9 厦门市主要行业企业用地土壤污染物分析测试项目.....	38
附录 10 常用的场地钻探方法.....	40
附录 11 现场记录表.....	41
附录 12 实验室内部质量控制电子数据填报记录.....	46

1 总则

1.1 编制目的

为提升厦门市工业企业用地土壤环境日常监管能力和水平，指导和规范厦门市工业企业用地土壤环境监测工作的开展，切实推进厦门市工业企业用地土壤环境调查工作，依据国家发布的《场地环境监测技术导则》（HJ25.2）、《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》及《建设用地土壤环境调查评估技术指南》（环保部公告〔2017〕第72号）等相关指导性文件，结合厦门市实际，制定本监测技术指南。

1.2 适用范围

本指南主要适用于厦门市工业企业用地土壤环境状况调查评估工作中的土壤环境初步调查、土壤环境详细调查、风险评估等各环节中所开展的土壤环境监测工作，以土壤监测为主，兼顾地下水监测。调查地块残余废弃污染物、地表水、环境空气以及治理修复过程中环境监测仍参照《场地环境监测技术导则》（HJ25.2）、《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》及国家相关技术规范标准执行。厦门市土壤环境重点监管企业自行开展的土壤环境监测以及其他情况的建设用地土壤环境监测活动可参照本指南执行。

本指南不包括场地的放射性监测及致病性生物污染监测。

本指南为试行版，将根据实际管理需求，适时修订。

1.3 编制依据

本指南内容引用了下列文件或其中的条款。凡是不注明日期的引用文件，其有效版本适用于本标准。

GB 15618 土壤环境质量标准

GB/T 14848 地下水质量标准

GB 50021 岩土工程勘察规范

HJ/T 166 土壤环境监测技术规范

HJ/T 164 地下水环境监测技术规范

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 25.5 污染场地术语

HJ/ 610 环境影响评价技术导则地下水环境

《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》（环保部公告 2014 年第 78 号）

《建设用地土壤环境调查评估技术指南》（环保部公告 2017 年第 72 号）

1.4 编制原则和工作内容

1.4.1 编制原则

可行性原则：综合考虑地区环境特征、经济技术条件、现有监测人员技术水平等因素，充分汲取地方工作经验及相关科研成果，力求做到监测方法手段先进与实用相结合，保证监测工作的切实可行及后续工作的顺利开展。

规范性原则：以程序化和系统化的方式规范监测工作中的工作原则、工作程序、工作方法，保证监测工作的科学性和规范性，监测数据的科学性和准确性。

协调性原则：遵循国家《场地环境调查技术导则》、《场地环境监测技术导则》、《污染场地风险评估技术导则》和《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》等统一的技术规范要求。

1.4.2 工作内容

厦门市工业企业用地土壤环境监测工作内容包括：用地地块环境识别、编制监测方案、实施样品采集、流转保存及分析工作、全过程的质量控制要求与监测报告编制等。初步调查阶段土壤环境监测具体工作流程如图 1。

2 地块环境识别

编制土壤环境监测布点方案之前，应就目标地块开展详细的基础信息采集工作，以此来判断和识别该地块土壤环境污染的可能性、疑似污染位置、污染的途径和污染因子等环境要素，为后续土壤环境监测布点范围、布点位置、采样深度以及监测项目的确定提供依据。

用地信息采集工作分为：资料收集与文件审核、现场勘查、人员访谈、信息整理分析并识别潜在污染区域四个部分。地块责任主体应该委托具有污染地块调查工作经验的专业机构承担该项工作，专业机构对信息填报的真实性、完整性、规范性、准确性负责。开展工业企业土壤环境调查的责任主体（简称“责任人”）为现场勘查提供安全进场条件，配合信息采集工作，提供相关资料，并对资料真实性负责。信息采集

工作开展前专业机构和土壤环境调查的责任主体双方签署承诺书（承诺书模板参见附录1）。

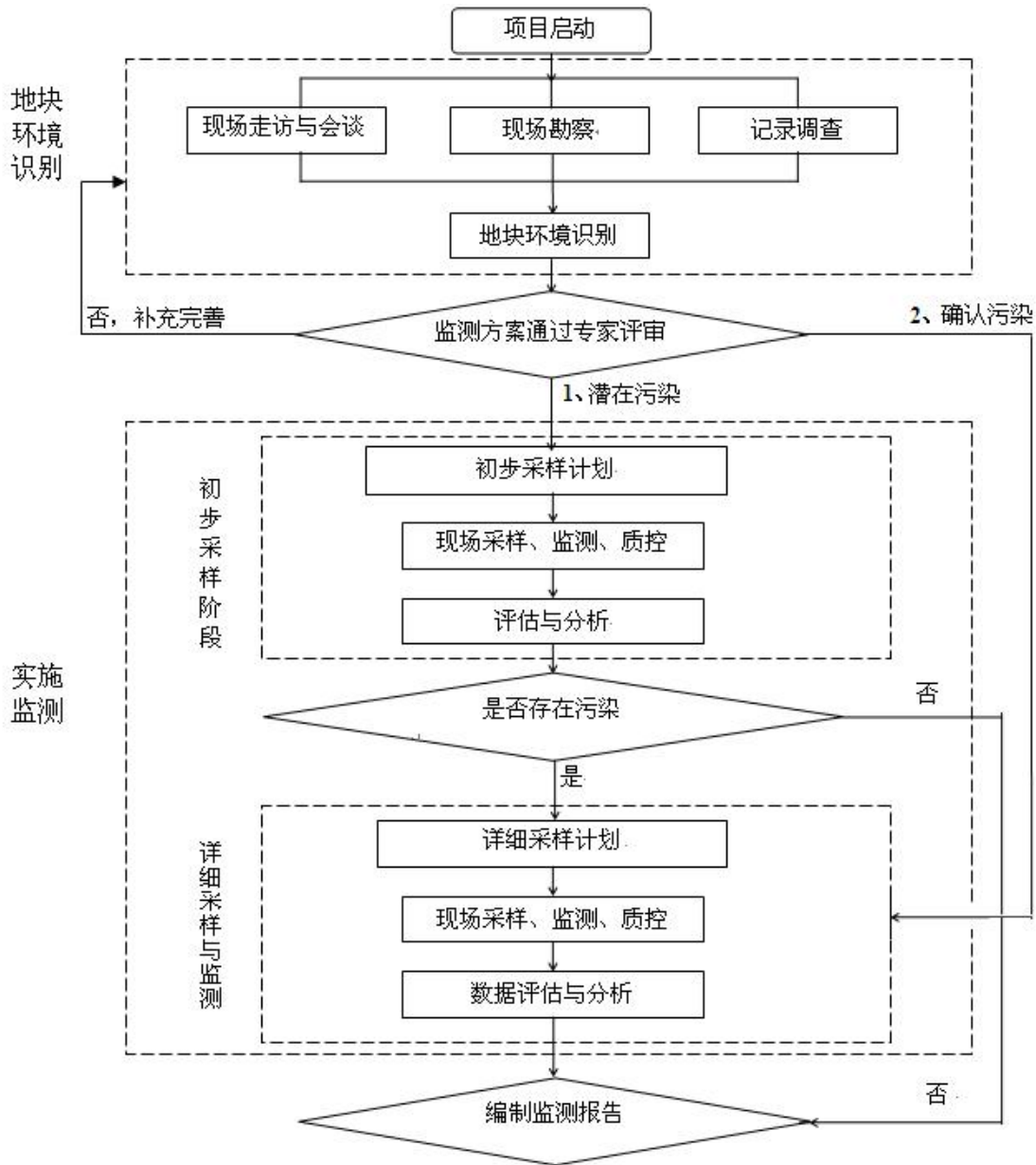


图1 厦门市工业企业用地土壤环境监测工作流程

2.1 资料收集与文件审核

专业机构应收集但不限于以下文件或者文字材料：企业基本信息、污染源信息、迁移途径信息、敏感受体信息、地块已有的环境调查与监测信息等（具体见表1）。通过对工艺、原材料及储存和使用设施等相关的文件审核，分析场地可能涉及的危险物质及这些危险物质使用、存储区域。

表 1 重点企业信息分类表

分类	信息项目
企业基本信息	企业名称、法定代表人、地址、地理位置、企业类型、企业规模、建厂时间、营业期限、行业类别、行业代码、所属工业园区或集聚区；地块面积、现使用权属、地块利用历史、地块规划用途。
污染源信息	生产区、储存区、废水治理区、固体废物贮存或处置区等重点区域平面布置图，污水管线图\雨水管线图、泄漏记录、危险废弃物堆放记录、地上和地下罐槽清单；工艺流程图；产品、原辅材料和中间产品清单，化学品储存和使用清单；废气、废水、固体废物排放及处理记录；管道或地下设施泄漏；环境污染事故、污染痕迹。
迁移途径信息	土壤质地、地面覆盖、土壤分层；地下水分布、厚度、埋深、渗透性等特性；气象：气温、主导风向、平均风速、降雨量等。
敏感受体信息	人口数量、敏感目标分布、地下水用途等。
已有的环境调查与监测信息	环境影响报告书、环境审计报告、地勘报告；土壤和地下水环境调查监测数据/历史污染记录；监测区域及周边的交通图、土壤图、地质图、地貌图、大比例尺地形图、卫星遥感图像等资料；其它调查评估数据。

2.2 现场踏勘

现场踏勘可通过观察、辨别气味以及借助快速检测设备识别等方式开展。现场踏勘的重点区域包括地块内可疑污染源，污染痕迹，涉及有毒有害物质使用、处理、处置的场所或储存容器，建构筑物，污雨水管道管线，排水沟渠，回填土区域，河道以及地块周边相邻区域。具体踏勘内容可参照附录2。

根据现场踏勘情况，在相关图件标出厂区边界、生产车间、储罐、产品及原辅材料储存区、废水治理区、固体废物贮存或处置场等地块内重要区域以及地块周边1km范围内的学校、医院、居民区、集中式饮用水水源地、饮用水井、食用农产品产地、自然保护区、地表水体等敏感区域。

现场踏勘过程中发现的污染痕迹、地面裂缝、发生过泄漏的区域及其他怀疑存在污染的区域应拍照留存并报所在辖区环保主管部门尽快落实处置相关事宜。

2.3 人员访谈

人员访谈重点内容包括地块使用历史和规划、地块可疑污染源、污染物泄漏或环境污染事故、地块周边环境及敏感受体状况。访谈人员可包括（原）企业负责人、熟悉企业生产活动的管理人员和职工、环境保护主管部门的官员、熟悉所在地情况的第三方等。

2.4 识别潜在污染区域

调查人员应对以上采集信息进行整理分析，并根据专业知识和经验识别资料和信息的有效性和正确性，若识别出地块存在潜在污染，应说明潜在存在的污染物类型、污染状况、来源及其可能分布，并提出场地环境初步监测的建议。

原则上可参考下列次序识别潜在污染区域及其潜在污染程度，也可根据地块实际情况进行确定：

- (1) 根据资料或已有调查表明可能存在潜在污染的区域；
- (2) 曾发生泄露事故或环境污染事故的区域；
- (3) 各类储罐储槽、污水管线、污染处理设施、集水井、检查井等区域；
- (4) 排放生产污水的排水管、排水沟、水池等所在区域；
- (5) 明显堆积或填充废弃的建筑垃圾或其他固体废物形成的土堆、洼地等区域；

历史上可能的废渣地下填埋区

- (6) 其他存在明显污染痕迹或存在异味的区域：

如：原辅材料、产品、化学品、有毒有害物质以及危险废物等生产、贮存、装卸、使用和处置区域以及由上述有毒有害物质引起的腐蚀和因跑冒滴漏现象造成的地面、屋顶、墙壁的污渍和腐蚀痕迹区域；场地有涉及危废，运输危险物质的进场路线周边区域；室外可能因污染引起的植被生长不正常区域等；

- (7) 受大气无组织排放影响严重的区域、受污染的地下水污染区域、道路两侧区域；

- (8) 绿化用地或其他生活区域存在污泥回填或者污水回灌情况，也应列入潜在污染区域范围。

另外，因历史状况不清等原因无法判断地块是否受到污染时，也应作为潜在污染地块进行监测。

3 编制土壤监测方案

如地块环境识别表明调查地块存在污染区域或者潜在污染区域，需进一步针对地块开展土壤监测。实施监测工作前应编制地块监测方案。方案主要包括监测目的、布点方法、布点位置、布点数量、采样深度以及测试项目等内容。

方案中的布点数量、采样深度等内容因不同阶段监测目的不同而有所差异。其中，第一阶段：初步采样阶段以确定地块是否存在污染以及污染物的种类为目的。第二阶

段：详细采样阶段则在初步采样表明地块已经受到污染时，进一步明确污染范围及其程度为目的。

一般情况下，应先开展第一阶段的采样，确认目标调查地块是否存在污染，然后根据第一阶段监测结果决定是否需要开展第二阶段的详细监测。

若上述地块环境识别结果显示：目标调查地块确实存在污染区域，则无需开展第一阶段的采样，可直接进入第二阶段采样工作。

3.1 土壤监测点位布设

3.1.1 土壤监测点位布设方法

工业企业场地土壤环境监测常用的监测点位布设方法包括专业判断布点法、分区布点法、系统（网格）布点法及系统随机布点法等（见图2），各布设方法适用的区域特性见表2。

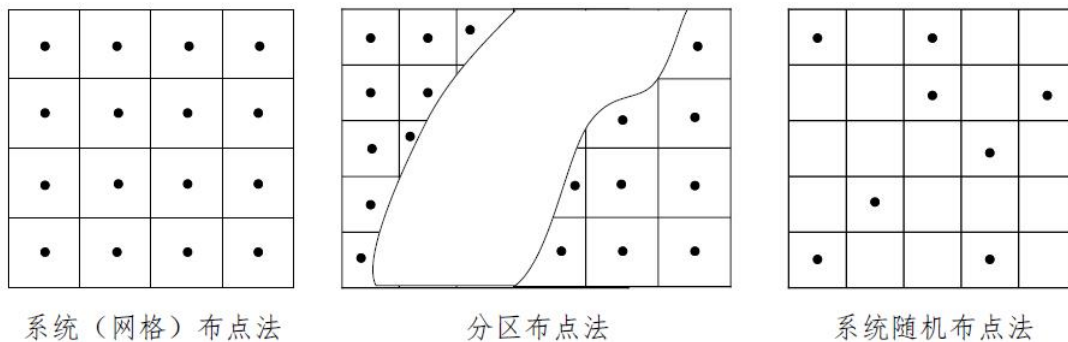


图2 土壤监测点位布设方法示意图

表2 常见的布点方法及适用条件

布点方法	适用条件
专业判断布点法	①适用于潜在污染明确的场地；②场地生产活动及生产设施明确的区域。
分区布点法	① 场地内的土地使用功能不同的区域；②场地污染特征存在明显差异的区域。
系统布点法	① 场地土壤污染特征不明确区域；②场地原始状况严重破坏的区域
随机布点法	有充分资料证明场地的土壤特征相近、土地使用功能相同的区域。

(1) 专业判断布点法

专业判断布点法是基于地块环境识别情况，依靠专家经验来判断识别场地内可能存在的上述2.4描述的潜在污染区域并在该区域布设监测点位的方法。其布点要求如下：

监测点位原则上应选择在疑似污染区域的中央或有明显污染的部位，如生产车间、污水管线、废弃物堆放处以及具有明显污染痕迹的地方等；如预设取样点位不具备采

样条件可根据现场情况就近向污染物迁移方向偏移。

对于其他非疑似污染地块，可采用随机布点方法，适量布设采样点。

（2）分区布点法

分区布点法是根据使用功能将监测区域划分成不同的监测地块，再根据监测地块的面积或污染特征确定布点的方法。分区布点法的相关要求如下：

按照土地使用功能目标地块一般分为生产区、办公区、生活区三类。生产区原则上应以构筑物或生产工艺为单元，包括各生产车间、原料及产品储库、废水处理及废渣贮存场、场内物料流通道、地下贮存构筑物及管线等；办公区则包括办公建筑、广场、道路、绿地等；生活区包括食堂、宿舍及公用建筑等；

对于土地使用功能相近、单元面积较小，且不存在土壤母质和土壤类型有明显差异的生产区可合并成一个监测地块。

（3）系统（网格）布点法

系统（网格）布点法是将监测区域分成面积相等的若干地块，在每个地块内布设一个监测点位。系统布点法的相关要求如下：

单个监测地块的网格面积根据监测目的、调查地块的面积及污染等实际情况确定，在每个监测地块的中心部位进行采样。

（4）随机布点法

随机布点法是将监测区域分成面积相等的若干地块，从中随机（随机数的获得可以利用掷骰子、抽签、查随机数表的方法）抽取一定数量的地块，在每个地块内布设一个监测点位。系统随机布点法的相关要求如下：

原则上在每个地块的中心部位进行采样，采样位置可根据实际情况适当调整，但应说明调整理由；抽取的样本数要根据场地面积、监测目的及场地使用状况确定，原则上抽取比例不低于网格总数量的50%，且总布点数量满足相关规定要求。

3.1.2 点位布设方法选择与布点原则

应根据目的地块的使用功能和污染特征选择合适的土壤监测点位布设方法。对于区域特性多样的企业用地，可采用多种点位布设方法，但原则上土壤点位应优先布置在生产设施、罐槽、污染泄露点等疑似污染源所在位置，且在点位取样过程中，不会造成安全隐患或二次污染，同时还应不影响在产企业的正常生产（例如钻探过程可能引起爆炸、坍塌、打穿管线或防渗层等）。若上述选定的布点位置现场不具备采样条

件，应在污染物迁移的下游方向就近选择布点位置。

鉴于厦门目的调查地块可能跨越多种地貌单元，布点原则除优先考虑疑似污染区域内外，还应遵循以下原则：

- (1) 监测点位应覆盖调查地块内所有地貌单元；
- (2) 地下水位线以上重点取各层土样，以下以地下水水样为主；

3.1.3 初步采样阶段土壤监测点位布设

(1) 监测点位数量

初步采样阶段：采用判断布点方法，在地块环境识别的基础上选择潜在污染区域进行布点，每个潜在污染区域应至少布置一个测点。对于污染源较为分散的场地和地貌严重破坏的场地，以及无法确定场地历史生产活动和各类污染装置位置时，可采用系统布点法。

不管采用何种布点方法，布点密度应满足以下要求：地块面积 $\leq 5000\text{m}^2$ ，土壤监测点位数不少于3个；地块面积 $> 5000\text{m}^2$ ，土壤监测点位数不少于6个；地块面积 $> 20000\text{m}^2$ ，土壤监测点位数不少于10个；地块面积 $> 50000\text{m}^2$ ，土壤监测点位数不少于14个；最终总布点数可根据实际情况酌情增加。

原则上还应在场地外部区域布设土壤对照监测点，土壤对照监测点应尽量选择在一定时间内未经外界扰动，且没有受其他污染源影响的区域。土壤对照样品的采样深度应尽可能与场地内土壤的采样深度相同。

(2) 采样深度

采样深度应综合考虑目标地块地层结构、污染物迁移途径和迁移规律、构筑物及管线破损情况、地面扰动深度等因素；一般情况下最大采样深度应直至未受污染的深度为止。根据调查地块第一层含水层的类型，分以下情况考虑：

A 当第一层含水层为非承压类型，原则上每个监测点位至少采集3个深度土壤样品，具体土壤采样位置要求如下：

- 1) 去除表层的硬化层后，土壤表层0.5m以内设置一个采样点；
- 2) 地下水位线附近至少设置一个土壤采样点；
- 3) 当地下水可能受到污染时，含水层应布设一个土壤采样点；
- 4) 当土层特性垂直变异较大时，应保证在不同性质土层至少设置一个土壤样品，采样点一般布设在各土层交界面；当同一性质土层厚度较大时，应根据实际情况在同

一土层增加采样点；

5) 采样过程中发现的明显污染处应设置监测点位，采集疑似污染土样；

B 当第一层含水层为承压水时，土壤采样深度根据该点是否布设监测井，分别要求如下：

1) 若该点位不设置地下水监测井，至少采集2个土壤样品：

①去除表层的硬化层后，土壤表层0.5m以内至少设置一个采样点；

②表层与第一层弱透水层之间：至少保证一个采样点；

③当表层与弱透水层的厚度较大时，可考虑增加采样点，但不超过第一层弱透水层顶板；

2) 若该土壤监测点位布设地下水监测井，至少采集3个深度土壤样品：

①土壤表层0.5m以内（扣除表层的硬化层）至少设置一个采样点；

②表层与第一层弱透水层之间：至少布设一个采样点；

③在地下水可能受污染情况下，应增加含水层内及含水层底板采样；

不管第一层含水层为何种类别，如采样过程中出现明显污染痕迹（颜色、气味或者现场检测设备判断等）时，必须采集该层次土壤样品。

若对地块信息了解不足，难以合理判断采样深度，采样深度扣除地表非土壤硬化层厚度后，原则上按照3m以内深层土壤的采样间隔为0.5m，3m~6m采样间隔为1m，6m至地下水采样间隔为2m进行采样，具体间隔可根据实际情况适当调整。

3.1.4 详细采样阶段土壤监测点位布设

详细调查阶段应针对初步调查中污染物含量超标的区域（或称为“热点区域”）开展加密监测，确定污染物的分布范围和深度。如果初步采样调查揭示场地中还存在其他疑似污染的区域，也应纳入详细调查的采样监测中。

（1）监测点位数量

详细采样阶段布点密度要求如下：根据污染识别和初步采样调查筛选的涉嫌污染的区域，土壤监测点位数每400m²不少于1个（实际监测区域范围应略大于热点区域）；其他区域每1600m²不少于1个。如调查地块存在污染历史复杂、信息缺失严重或者水文地质条件复杂等情况，应根据实际情况加密布点。

如需采集土壤混合样，可根据每个监测地块的污染程度和地块面积，将其分成1~9个均等面积的网格，在每个网格中心进行采样，将同层的土样制成混合样（挥发性

有机物污染的地块除外)。

详细采样阶段应在场地外部区域布设土壤对照监测点，土壤对照监测点应尽量选择在一定时间内未经外界扰动，且没有受其他污染源影响的区域。土壤对照样品的采样深度应尽可能与场地内土壤的采样深度相同。如前期已收集到该调查地块土壤污染项目的区域背景值资料，可以作为后续土壤污染状况评价的参考依据。

(2) 采样深度

详细调查采样深度应根据初步采样所揭示的污染物垂直分布规律来确定，采样应超过初步调查采样监测揭示的最大污染深度。垂直采样间隔参见3.1.2。如果调查中发现场地有疑似高密度非水溶性有机物（DNAPL）污染，可根据现场情况增加采样深度，但不可穿透浅层地下水底板。

3.2 地下水监测点位布设

3.2.1 地下水监测点位布设方法

一般使用专业判断布点法确定地下水监测点位，在地块存在疑似污染的区域以及地下水径流的下游布点。

地下水主要为地块边界内的地下水或者流经地块至下游汇集区的浅层地下水。在污染较重且地质结构有利于污染物向深处迁移的区域，还应对深层地下水进行监测。

调查地块内地下水监测井设点与土壤监测点可并点考虑。

3.2.2 初步采样阶段地下水监测

(1) 地下水监测井数量

初步采样阶段地下水监测以浅层地下水为主，每个地块原则上至少布设三个地下水监测井：

1) 地下水流向上游的一定距离设置地下水对照监测井。可利用地块内或邻近区域内符合《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》和《地下水环境监测技术规范》要求的现有监测井作为地下水对照点监测井；

2) 地下水可能污染较严重区域或者尽可能接近潜在污染区域（应优先选择污染源所在位置的土壤钻孔作为地下水采样点）布设污染物监测井；

3) 地下水流向下游一定距离布设监测井；

三个监测井应结合地块环境识别结论间隔一定距离并按三角形进行布设。如果地块面积较大（疑似污染地块为集中或连片分布的化工园区、工业园区等）或者地下水

污染较重，且地下水较富集，应至少在地下水径流的上下游各增加1~2个监测井。

如监测地块范围内没有符合要求的浅层地下水监测井或者因地下岩层较浅，没有潜层地下水富集，则在径流的下游或者下游方向可能的地下水蓄水处布设监测井。

(2) 地下水采样深度

初步采样阶段地下水以调查潜水为主。采样井深度原则上应达到潜水层底板，但不应穿透潜水层底板；若潜水层厚度大于3m时，采样井深度应至少达到地下水水位以下3m。

若地下水埋深大于15m且上层土壤无明显污染特征，可不设地下水监测井，但应在径流的下游或者下游方向可能的地下水蓄水处布设监测井。

地下水采样深度应依据场地水文地质条件及调查获取的污染源特征进行确定。对可能含有低密度或高密度非水溶性有机污染物的地下水，应对应的采集顶部或底部水样。其他情况下采样深度可在地下水水位线0.5m左右。

3.2.3 详细采样阶段地下水监测

(1) 地下水监测井数量

详细调查阶段地下水监测点位的布设可参照土壤详细调查监测点位的布设方法，根据实际情况在地下水污染较重区域加密布点。地下水采样点位总数应满足每6400m²不少于1个的要求。

(2) 地下水采样深度

如初步采样调查显示地下水污染较重或者地质结构利于污染物向深层土壤迁移，除继续开展潜层地下水监测外，还应在做好分层止水条件下进一步对深层地下水进行监测。

3.3 布点现场确认

应对布设点位进行现场确认，现场确定时应充分掌握采样点所在位置及周边地下设施、储罐和管线等的分布情况，必要时可采用探地雷达等地球物理手段辅助判断。当现场条件受限无法实施采样时，采样点位置可根据现场情况以及3.1.2布点原则进行适当调整，现场确定的采样位置需经地块责任人签字认可。

3.4 监测项目

3.4.1 土壤与地下水污染物测试项目

监测项目应包括常规污染物和特征污染物。

（1）土壤监测项目

土壤中污染物的检测项目原则上应当根据保守原则确定。疑似污染地块内可能存在的污染物及其在环境中转化或降解产物均应当考虑纳入检测范畴。

土壤常规监测项目包括pH、含水率、重金属8项（As、Cd、Cr、Hg、Pb、Cu、Zn、Ni）。

土壤特征污染物测试项目根据地块环境识别阶段确定的场地内现有的和历史上原有生产工艺、原辅材料储放、污染排放及处理等过程中产生的潜在污染物进行确定，特性污染指标和部分行业企业监测项目可参照附录8和9。

另外污染场地责任人、地方环境保护主管部门认为需要进行调查的污染物也应纳入监测范围。

国家新的土壤环境质量标准出台后，需按照标准中建设用地土壤污染风险筛选污染物控制项目的要求进行监测。

（2）地下水监测项目

地下水的常规测试项目为《地下水质量标准》（GB/T 14848）中表1中除放射性指标外的其他指标。

特征污染项目则根据上述地块环境识别结果，从表2中选测，同时补充检测《地下水标准》中未列出的其他可能造成地下水污染的特征指标。

3.4.2 水文地质和土壤理化性质调查项目

初步采样阶段水文地质调查项目以地块环境识别阶段资料收集为主，如没有收集到相关内容，则布点前需进行岩土工程勘察，了解地层结构、地下水分布、埋深等信息。

在详细采样阶段，应对地块进行土工试验，内容一般包括：含水量、天然密度、饱和度、孔隙比、孔隙率、塑限、塑性指数、液性指数、实验室垂直渗透系数和水平渗透系数以及粒径分布曲线等物理参数的测试，具体要求应符合GB 50021的规定。

3.5 监测方案评审

应参考“附录3地块布点方案大纲”编制该地块土壤监测方案，包括工作程序与组织实施、潜在污染区域识别、布点区域筛选、布点计划（布点位置、布点数量、钻探深度、采样深度、测试项目）、采样点现场确定等内容及各相关环节照片，现场照片应具有代表性，能反映污染痕迹等情况。

方案编制完成后，地块责任主体应组织专家对布点方案进行论证评审。评审组专家应当从厦门市或者福建省土壤环境管理专家库随机抽取，专家人数应不少于3人。

4 样品采集

实施采样工作前，任务承担单位应制定采样方案：包括人员安排、采样器具准备、采样计划、样品采集、保存与流转、样品分析测试、质量保证与质量控制及安全防护计划等。

4.1 采样方案

4.1.1 人员安排

现场钻探、采样及样品保管技术人员具体要求如下：

(1) 优先选择熟悉当地水文地质条件的钻探单位进行钻探作业。现场钻探技术负责人应具备钻探上岗资格证书。一般现场钻探人员应具有水文地质钻探经验，负责现场土孔钻探和地下水采样井建设；

(2) 样品采集人员至少2名，应具有环境、土壤等相关专业知识，熟悉采样流程，掌握土壤和地下水采样的技术要求和相关设备的操作方法；

(3) 样品管理员应熟悉土壤和地下水样品保存、流转的技术要求；

(4) 应指定1名具有至少2年以上污染地块调查工作经验、熟悉钻探、样品采集、流转环节质量保证与质量控制技术规定的质量检查员，负责对工作质量进行自审；

4.1.2 采样准备

采样前的准备工作包括：

(1) 依据布点方案，选择适合的钻探方法和设备，钻探设备的选取应综合考虑地块的建构筑物条件、安全条件、地层岩性、采样深度和污染物特性等因素，并满足取样的要求（场地环境风险调查评估中常用的钻探方法及其优缺点见附表）。

(2) 采样工具应根据土壤样品检测项目进行选择。非扰动采样器用于检测VOCs 土壤样品采集，不锈钢铲或表面镀特氟龙膜的采样铲可用于检测非挥发性和半挥发性有机物（SVOCs）土壤样品采集，塑料铲或竹铲可用于检测重金属土壤样品采集。

(3) 根据地下水样品采集需要，参照“附录6 洗井技术要求”，选择并准备

合适的洗井和采样设备，检查洗井和采样设备运行情况，确定设备材质不会对样品检测产生影响。针对含VOCs的地下水洗井和采样，优先考虑采用气囊泵或低流量潜水泵，或具有低流量调节阀的贝勒管。针对氯代有机污染物的地下水洗井和采样，避免使用氯乙烯或苯乙烯类共聚物材质的洗井及采样设备。

(4) 根据土壤及地下水采样现场监测需要，准备GPS、罗盘、海拔仪、水准仪以及pH计、PID、XRF、溶解氧仪、电导率和氧化还原电位仪等现场快速检测设备，使用前检查设备运行状况并进行校准。

(5) 根据信息记录需要，准备文具用品：土壤样品标签、各类记录表、影像记录设备、防雨器具、现场通讯工具等其他辅助物品。

(6) 根据监测项目的样品保存需要，准备冰柜、样品箱、样品袋、样品瓶和蓝冰等样品保存器具，检查设备保温效果、样品瓶种类和数量、保护剂添加等情况。

(7) 准备安全防护口罩、一次性防护手套、安全帽等人员防护用品。

(8) 与土地责任人沟通并提出现场采样调查需协助配合的具体要求。

(9) 实施采样、钻探的技术人员以及土地责任人的现场配合工作人员进场前应进行设备的安全使用、人员安全防护及应急预案培训等方面培训。

4.2 土壤样品的采集

4.2.1 表层土壤采样

(1) 表层土壤采样可以使用手工采样或者钻孔采样；

(2) 手工采样是先用铁锹、铲子和泥铲等工具将地表物质去除，并挖掘到指定深度，然后用不锈钢、塑料或者竹制铲子等进行样本采集；不应使用铬合金或其他相似质地的工具；

(3) 钻孔采样是当钻孔达到所需深度后，获得一定高度的土柱，然后用不锈钢或塑料铲子去除土柱外围的土壤，获取土芯作为土壤样品；

(4) 收集土壤样时，应该把表层硬化地面和一些大的砾石、树枝剔除。

4.2.2 深层土壤采样

深层土壤样品的采集以钻孔取样为主，当钻孔达到所需深度后，获得一定高度的土柱，然后用不锈钢或塑料铲子去除土柱外围的土壤，获取土芯作为土壤样品。

4.2.3 VOCs、易分解有机污染物以及恶臭污染土壤样品采集

用于检测 VOCs、易分解有机污染物以及恶臭污染的土壤样品应单独采集，不

允许对样品进行均质化处理，也不得采集混合样。

取土器将柱状的钻探岩芯取出后，应先采集用于检测VOCs的土壤样品，具体流程和要求如下：用刮刀剔除约1cm~2cm表层土壤，在新的土壤切面处用非扰动采样器快速将土壤样品推入具有聚四氟乙烯密封垫的直口螺口棕色样品瓶内。样品应立即置于4℃以下的低温环境保存。

4.2.4 其他样品采样

用于检测含水率、重金属、其他有机物等指标的土壤样品，可用采样铲将土壤转移至玻璃瓶（供有机化合物测定）或者塑料袋内（供无机化合物测定）。采样过程应剔除石块等杂质，保持采样瓶口螺纹清洁以防止密封不严。

4.2.5 质控样品采样

采样及运输过程中的质量控制样包括：现场平行样、现场空白样、运输空白样等。现场平行样的数量应不少于总样品数的10%，当10个样品以下时，平行样不少于1个；每天采集至少一个现场空白样；如采集用于分析挥发性有机物指标时，每次增加一个运输空白样。

土壤采样完成后，样品瓶需用泡沫塑料袋包裹并应立即置于4℃以下的低温环境保存。

4.2.6 土孔钻探的技术要求

土孔钻探按照钻机架设、开孔、钻进、取样、封孔、点位复测的流程进行（土钻技术要求见附录4），各环节技术要求如下：

（1）根据钻探设备实际需要清理钻探作业面，架设钻机，设立警示牌或警戒线。

（2）开孔直径应大于正常钻探的钻头直径，开孔深度应超过钻具长度。

（3）每次钻进深度宜为50cm~150cm，岩芯平均采取率一般不小于70%，其中，粘性土及完整基岩的岩芯采取率不应小于85%，砂土类地层的岩芯采取率不应小于65%，碎石土类地层岩芯采取率不应小于50%，强风化、破碎基岩的岩芯采取率不应小于40%。

（4）应尽量选择无浆液钻进，全程套管跟进，防止钻孔坍塌和上下层交叉污染；不同样品采集之间应对钻头和钻杆进行清洗，清洗废水应集中收集处置；钻进过程中揭露地下水时，要停钻等水，待水位稳定后，测量并记录初见水位及

静止水位；

(5) 土壤岩芯样品应按照揭露顺序依次放入岩芯箱，建议岩芯箱的规格为1m（长）×0.5m（宽）×0.1m（高），箱体上部开放、下部密封，中间用木板等间距分隔成五排。野外钻探时，将钻探出剩余的土按对应的深度放入岩芯箱内，在取土的位置，用标签纸插入箱内相应的位置处进行标识，箱外用防水笔标识岩芯箱的有关信息（采样点号及深度范围）。

(6) 钻孔过程中参照“附录 5土壤钻孔采样记录单”要求填写土壤钻孔采样记录单，对采样点、钻进操作、岩芯箱、钻孔记录单等环节进行拍照记录

采样拍照要求：按照钻井东、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、设施等情况，以点位编号+E、S、W、N 分别作为东、南、西、北四个方向照片名称；

钻孔拍照要求：应体现钻孔作业中开孔、套管跟进、钻杆更换和取土器使用、原状土样采集等环节操作要求，每个环节至少1张照片；

岩芯箱拍照要求：体现整个钻孔土层的结构特征，重点突出土层的地质变化和污染特征，每个岩芯箱至少1张照片；

其他照片还包括钻孔照片（含钻孔编号和钻孔深度）、钻孔记录单照片等。

(7) 若发现钻探时揭露隔水层，应立即停止钻探并提钻，并用膨润土等止水材料进行钻孔回填、压实，以恢复地层的隔水性。膨润土至少应在弱透土层上、下各余出30cm的厚度。每向孔中投入10cm的膨润土颗粒就要添加水润湿。

(8) 钻孔结束后，使用全球定位系统（GPS）对钻孔的坐标进行复测，记录坐标和高程。

(9) 钻孔结束后，对于不需设立地下水采样井的钻孔应立即封孔并清理恢复作业区地面。应将所有剩余的废弃土装入垃圾袋内，统一运往指定地点储存，废水同样需要用塑料桶进行收集，不得任意排放，防止造成二次污染，对废弃的一次性手套、口罩等个人防护用品应按照一般固体废物处置要求进行收集处置。

4.2.7 土壤样品现场快速检测

根据地块污染情况，可使用便携式离子化检测仪（PID）、X 射线荧光光谱仪（XRF）等快速检测设备对土壤VOCs、重金属进行快速检测，并将测试结果记录

于“附录 5 土壤钻孔采样记录单”

现场快速检测土壤中VOCs时，用采样铲在具有明显污染痕迹或地层发生明显变化的原状岩芯中采集少量土样置于自封塑料袋内并密封，适当对自封袋内的土样进行揉捏使其松散，静置5~10min后再将经过校准的挥发性有机物便携检测设备的探头伸入自封袋内进行测试并记录最高读数。可应根据现场快速检测结果辅助筛选送检土壤样品。

4.2.7 送检土壤样品筛选

原则上每个采样点位至少在3个不同深度采集土壤样品，送检土壤样品应考虑以下几个要求：

- (1) 表层 0cm~50cm 处；
- (2) 存在污染痕迹或现场快速检测设备识别污染相对较重；
- (3) 若钻探至地下水位时，原则上应在水位线附近50cm范围内和地下水含水层中各采集一个土壤样品；
- (4) 当土层特性垂向变异较大、地层厚度较大或存在明显杂填区域时，可适当增加送检土壤样品。

4.3 地下水样品采集

监测井钻井技术以及采样前洗井要求见附录5和6。

地下水样品采集要求如下：

(1) 原则上地下水样品采样应在洗井完成后两小时内完成。如监测井位于低渗透性地层，洗井待新鲜水回补后立即采样。

(2) 使用贝勒管采水，建议一井一管，并做到一井一根提水用的尼龙绳。使用非一次性的地下水采样设备，在采样前后需对采样设备进行清洗，清洗过程中产生的废水，应集中收集处置。如条件许可，也可采用电动潜水泵进行采样。采用柴油发电机为地下水采集设备提供动力时，应将柴油机放置于采样井下风向较远的位置。

(3) 取水位置建议为井中储水的中部，如果在监测井中遇见重油（DNAPL）或轻油（LNAPL）时，对DNAPL采样设置在含水层底部和不透水层的顶部，对LNAPL采样设置在油层的顶板处，以保证水样能代表地下水水质。

(4) 地下水样品采集应先采集用于检测VOCs的水样。用于测定 VOC 的水样可用带塑料螺纹盖的40mL小玻璃瓶（VOA vail）取样，加HCl至pH<2使其稳定。在测试VOC

水样的取样小瓶中不允许存在顶空或者是大于6mm的气泡。溶解氧、五日生化需氧量和半挥发性有机污染物项目采样时，水样也必须注满容器，上部不留空隙。

(5)用于测定可溶解金属物质的水样在野外取样后需先过滤再将其装入聚乙烯容器内，加 HNO_3 至 $\text{pH}<2$ 使其稳定。用于测定总金属含量的水样不需要过滤，也不用加稳定剂。样品分装时，对于未添加保护剂的样品瓶，需用待采集水样润洗2至3次。

用于测定总烃、杀虫剂及多环芳烃的水样用带塑料螺纹盖的棕色玻璃瓶保存。用于测定氰化物的水样存放于聚乙烯容器中，加 NaOH 至 $\text{pH}>12$ 使其稳定。

(6)应采集现场平行样、现场空白样、运输空白等质控样。现场平行样的数量应不少于总样品数的10%，当10个样品以下时，平行样不少于1个；每天采集至少一个现场空白及运输空白。

(7)用同一套设备进行全场地地下水监测井采样，应先采集污染程度较轻的地下水监测井后采集污染较重的地下水监测井。

(8)地下水采集完成后，样品瓶应用泡沫塑料袋包裹，并立即放入 现场装有冷冻蓝冰的样品箱内保存。

4.4 采样过程中注意事项

4.4.1 钻探前注意

钻探前应掌握潜水层和隔水层的分布、埋深、厚度和渗透性等信息，确定钻孔安全深度。同时明确采样点下部的地下罐槽、管线、集水井和检查井等地下情况，若地下情况不明，可选用手工钻探或物探设备予以探明。

4.4.2 安全与防护

根据污染场地调查、地质钻探以及危险化学品使用等相关技术规范，制定采样调查人员的安全和健康防护计划，对相关人员进行必要的培训，严格执行现场设备操作规范，按要求使用个人防护装备。

4.4.3 应急处置

在调查采样过程中若发现或由钻探导致的危险物质泄露、地下设施受到破坏等突发情况，应首先保证现场施工人员安全，并立即报企业和地方相关管理部门，按照相关管理办法尽快落实应急处置相关事宜。

4.5 采样计划调整

当出现下列情况可调整采样计划：

(1)当现场条件受限无法实施采样时,可根据现场情况适当就近调整采样点位置。

(2)现场状况和预期之间差异较大时,如现场水文地质条件与布点时的预期相差较大时,应根据现场水文地质勘测结果,调整布点或开展必要的补充采样。

5 样品保存与运输

土壤、地下水样品保存、运输应按照《土壤环境监测技术规范》(HJ/T166)和《地下水环境监测技术规范》(HJ/T164)执行。

5.1 样品的保存

土壤和地下水样品保存方式根据分析项目不同而不同,对无机物通常用塑料瓶或玻璃瓶收集样品,挥发性和半挥发性有机物宜使用具有聚四氟乙烯密封垫的直口螺口瓶收集样品,具体项目保存要求见附录7。

样品流转运输应保证样品完好并低温保存,采用适当的减震隔离措施,严防样品瓶的破损、混淆或者沾污,在保存时限内运送至样品检测单位。样品运输应设置运输空白样进行运输过程的质量控制,一个样品运送批次设置一个运输空白样品。

6 样品制备与分析

6.1 现场样品分析

(1)现场可采用便携式分析仪器设备进行样品的定性和半定量分析。

(2)地下水水样的温度须在现场进行分析测试,溶解氧、pH、电导率、色度、浊度等监测项目尽可能在现场进行分析测试,并应保持监测时间一致性。

(3)岩心样品采集后,用取样铲在具有明显污染痕迹或地层发生明显变化的原状岩心中采集少量土样置于自封塑料袋内并密封(土壤样品体积应占1/2~2/3自封袋体积),之后适当对土样进行揉捏以确保土样松散,使其稳定5~10min后将相应仪器或设备(如PID检测器等)探头伸入自封袋内并读取样品的读数。

6.2 样品制备

6.2.1 制样场地

制样场地分设风干室和制样室。风干室应通风良好、整洁、无尘、无易挥发性化学物质,并避免阳光直射;制样室内应通风良好,每个磨样操作工位应做适当隔离。

6.2.2 制样工具

- (1) 盛样用搪瓷盘、木盘、样品烘干箱等。
- (2) 粗粉碎用木锤、木铲、有机玻璃棒、有机玻璃板、硬质木板、无色聚乙烯薄膜等。
- (3) 细磨样用玛瑙球磨机、玛瑙研钵、瓷研钵等。
- (4) 土壤称重用电子天平。
- (5) 过筛用尼龙筛，规格为0.075mm至2mm筛。
- (6) 磨口玻璃瓶、聚乙烯塑料瓶、纸袋等分装容器，规格视样品量而定。应避免使用含有待测组分或对测试有干扰的材料制成的容器盛装样品。

6.2.3 样品制备

样品制备工作程序：风干（烘干）→粗磨→细磨（见流程图3）：

(1) 风干（烘干）

在风干室将土样置于盛样器皿中，除去其中混杂的砖瓦石块、动植物残体等，摊成2~3cm的薄层并经常翻动，半干状态时，用木棍等压碎或碾碎土样，置阴凉处自然风干；也可采用土壤样品烘干机烘干，温度控制不超过50℃。

(2) 粗磨

在制样室将风干的样品倒在有机玻璃板上，用木锤、木棒或有机玻璃棒再次压碎，拣出杂质，去除2mm以上的砂粒，混匀并反复研磨、过筛，直至全部通过2mm尼龙筛。过筛后的样品充分搅拌、混合直至均匀。

(3) 细磨

用球磨机（或手工）研磨到土样全部通过孔径1mm（14目）的尼龙筛，四分法弃取，保留足够量的土样、称重、装瓶备用；剩余样品继续研磨，使其全部通过孔径0.25mm（60目）的尼龙筛，四分法弃取，保留足够量的土样、称重、装瓶备用；剩余样品继续研磨至全部通过孔径0.15mm（100目）尼龙筛，四分法弃取，装瓶备用；再取少量继续研磨至全部通过孔径0.075mm（200目）的尼龙筛，装瓶备用。

6.2.3 样品制备注意

- (1) 样品风干（烘干）、磨细、分装过程中样品编码必须始终保持一致。
- (2) 制样所用工具每处理一份样品后擦抹（洗）干净，严防交叉污染。
- (3) 定期检查样品标签，严防样品标签模糊不清或丢失。

(4) 对严重污染样品应另设风干室，且不能与其他样品在同一磨样室同时进行过筛研磨。

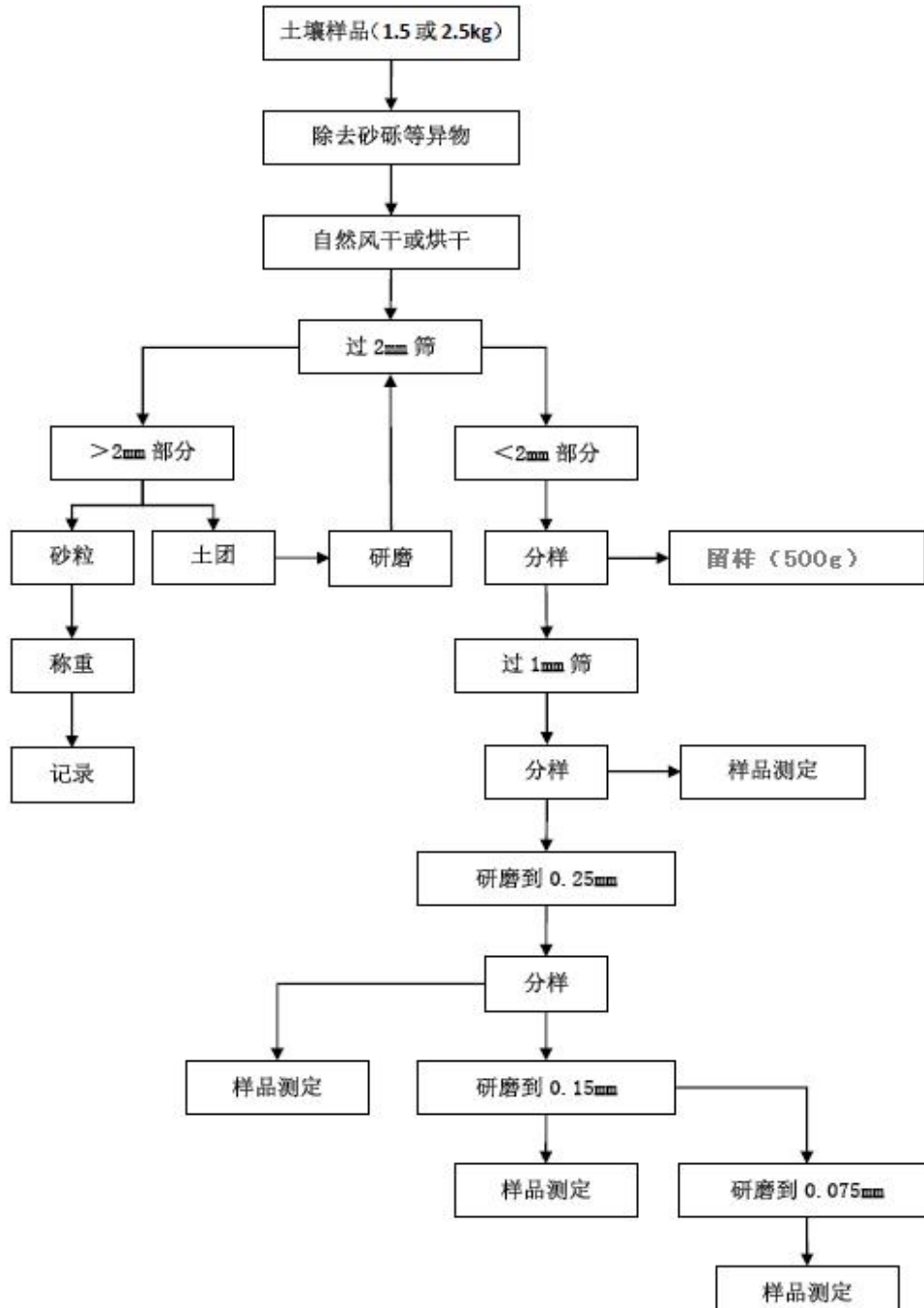


图3 土壤无机样品制备流程图

6.3 实验室样品分析

土壤的常规理化特征，如土壤粒径分布、容重、孔隙度、渗透系数等的分析测试应按照《岩土工程勘察规范》（GB 50021）执行。

土壤及地下水污染物项目的分析和测试工作应由具有中国计量认证（CMA）或中国

合格评定国家认可委员会（CNAS）资质的检测实验室进行，使用分析测试方法为其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，不得使用其他非标方法或实验室自制方法，出具的检测报告应加盖实验室资质认定标识。

检测实验室应确保目标污染物的方法检出限满足对应的建设用地土壤污染风险筛选值的要求。

在样品所属地块调查工作完成前，检测实验室应保留土壤样品，必要时保留样品提取液（有机项目）。保存所有样品检测的原始数据（包括电子数据）以备检查。

7 质量保证与质量控制

7.1 采样质量控制

采样过程中的质量控制与质量保证见第4部分。

7.2 实验室质量控制

样品保存与运输过程的质量控制与质量保证见第5部分。

7.3 实验室质量控制

制样过程中的质量控制与质量保证见第6部分。

7.4 实验室质量控制

7.4.1 空白试验

空白试验一般与样品分析同时进行。分析测试方法有规定的，按其规定进行；无规定时，每批样品应至少分析2个空白样。空白样品分析测试结果一般应低于方法检出限；若结果略高于方法检出限但比较稳定，可进行多次重复试验，计算空白样品分析测试结果平均值并从样品分析测试结果中扣除；若分析测试结果明显超过正常值，实验室应查找原因并采取适当的纠正和预防措施，并重新对样品进行分析测试。

7.4.2 定量校准

（1）标准物质

首先选用有证标准物质进行分析仪器校准。当没有有证标准物质时，也可用纯度较高（一般不低于98%）、性质稳定的化学试剂直接配制仪器校准用标准溶液。

（2）校准曲线

采用校准曲线法进行定量分析时，一般应至少使用5个浓度梯度的标准溶液（除空白外），覆盖被测样品浓度范围，且最低点浓度应接近方法测定下限。分析测试方法

有规定时，按分析测试方法的规定进行；无规定时，校准曲线相关系数要求为 $r > 0.999$ 。

（3）仪器稳定性检查

连续进样分析时，每分析测试20个样品，应测定一次校准曲线中间浓度点，确认分析仪器校准曲线是否发生显著变化。分析测试方法有规定的，按其规定进行；无规定时，无机检测项目与有机检测项目的分析测试相对偏差应分别控制在10%与20%以内，超过此范围需要查明原因，重新绘制校准曲线，并重新分析测试该批次全部样品。

7.4.3 精密度控制

除挥发性有机物项目外，每批次应随机抽取5%的样品进行其他项目的平行双样分析；当批次样品数 < 20 时，应至少随机抽取1个样品进行平行双样分析。平行双样分析测试合格率要求应达到95%。当合格率小于95%时，应查明产生不合格结果的原因，采取适当的纠正和预防措施。除对不合格结果重新分析测试外，应再增加5%~15%的平行双样分析比例，直至总合格率达到95%。

7.4.4 准确度控制

（1）使用有证标准物质

每批次同类型分析样品应至少按样品数10%的比例插入与被测样品含量相当的有证标准物质样品；当批次分析样品数 < 10 时，应至少插入1个标准物质样品。有证标准物质样品分析测试合格率要求应达到100%。当出现不合格结果时，应查明原因，采取适当的纠正和预防措施，并对该标准物质样品及同批送检样品重新分析测试。

（2）加标回收率试验

当没有合适的土壤或地下水基体有证标准物质时，应采用基体加标回收率试验对准确度进行控制。每批次同类型分析样品应随机抽取10%的样品进行加标回收率试验；当样品数 < 10 时，应至少随机抽取1个样品进行加标回收率试验。此外，在进行有机污染物样品分析时，最好能进行替代物加标回收率试验。

基体加标和替代物加标回收率试验应在样品前处理之前加标，加标样品与试样应在相同的前处理和分析条件下进行分析测试。加标量可视被测组分含量而定，含量高的可加入被测组分含量的0.5~1.0倍，含量低的可加2~3倍，但加标后被测组分的总量不得超出分析测试方法的测定上限。对基体加标回收率试验结果合格率的要求应达到100%。

土壤样品中检测项目精密度与准确度见表3与表4，地下水样品中检测项目精密度与准确度按照相关监测规范、标准执行，实验室内部质控表格参照附录12。

表3 土壤样品中检测项目分析测试精密度和准确度允许范围

检测项目	含量范围 (mg/kg)	精密度 (%)		准确度 (%)		适用的分析 方法
		室内相对偏差	室间相对偏差	加标回收率	相对误差	
总镉	<0.1	35	40	75~110	±40	GFAAS ^① 、 ICP-MS ^②
	0.1~0.4	30	35	85~110	±35	
	>0.4	25	30	90~105	±30	
总汞	<0.1	35	40	75~110	±40	CAAS ^③ 、 AFS ^④ 、 ICP-MS ^②
	0.1~0.4	30	35	85~110	±35	
	>0.4	25	30	90~105	±30	
总砷	<10	20	30	85~105	±30	ICP-MS ^② 、 AFS ^④ 、
	10~20	15	20	90~105	±20	
	>20	10	15	90~105	±15	
总铜	<20	20	25	85~105	±25	AAS ^⑥ 、 ICP-MS ^② 、 ICP-AES ^⑤
	20~30	15	20	90~105	±20	
	>30	10	15	90~105	±15	
总铅	<20	25	30	80~110	±30	GFAAS ^① 、 ICP-MS ^② 、 ICP-AES ^⑤
	20~40	20	25	85~110	±25	
	>40	15	20	90~105	±20	
总铬	<50	20	25	85~110	±25	AAS ^⑥ 、 ICP-MS ^② 、 ICP-AES ^⑤
	50~90	15	20	85~110	±20	
	>90	10	15	90~105	±15	
总锌	<50	20	25	85~110	±25	AAS ^⑥ 、 ICP-MS ^② 、 ICP-AES ^⑤
	50~90	15	20	85~110	±20	
	>90	10	15	90~105	±15	
总镍	<20	20	25	80~110	±25	AAS ^⑥ 、 ICP-MS ^② 、 ICP-AES ^⑤
	20~40	15	20	85~110	±20	
	>40	10	15	90~105	±15	

注：①GFAAS—石墨炉原子吸收光谱法；②ICP-MS—电感耦合等离子体质谱法；
③CAAS—冷原子吸收光谱法；④AFS—原子荧光光谱法；⑤ICP-AES—电感耦合等离子体
发射光谱法；⑥AAS—火焰原子吸收光谱法；

表 4 土壤样品中其他检测项目分析测试精密度与准确度允许范围

检测项目	含量范围 (mg/kg)	精密度 (%)	准确度 (%)	适用的分析方法
		相对偏差 (%)	加标回收率 (%)	
无机元素	≤10MDL	30	80~120	AAS ^① 、ICP-MS ^② 、 ICP-AES ^③
	>10MDL	20	90~110	
挥发性有 机物	≤10MDL	50	70~130	HPLC ^⑤ 、GC ^⑥ 、 GC-MS ^⑦
	>10MDL	25		
半挥发性 有机物	≤10MDL	50	60~140	HPLC ^⑤ 、GC ^⑥ 、 GC-MS ^⑦
	>10MDL	30		
难挥发性 有机物	≤10MDL	50	60~140	GC-MS ^⑦
	>10MDL	30		

注 1：①AAS—火焰原子吸收光谱法；②ICP-MS—电感耦合等离子体质谱法；③ICP-AES—电感耦合等离子体发射光谱法；⑤HPLC—高效液相色谱法；⑥GC—气相色谱法；⑦GC-MS—气相色谱-质谱法；

注 2：MDL—最低检出限

注 3：此表为一般性要求，凡在土壤环境监测分析测试方法中有明确要求的项目，按照分析测试方法的规定执行

8 监测章节编制

监测章节包括但不限于以下内容：任务来源、监测目的及依据、监测范围、监测对象、监测项目、监测频次、布点原则与方法、监测点位图、采样工作计划、测试分析计划、质量保证与质量控制、现场采样实施情况、评价标准与方法、监测结果汇总表等、同时还应包括实验室名称、报告编号、报告页数和总页数、采样者、分析者、报告编制、负责和签发者及时间等信息。

监测数据的处理应参照HJ/T 166、HJ/T 164等相关规范的要求进行。

附录1 承诺书参考模板

(填表单位)

为保证重点行业企业用地调查信息采集工作质量，保证调查获得信息的真实性、准确性，切实掌握地块土壤污染状况和环境风险，我单位（公司）郑重承诺：

我单位（公司）将按要求开展重点行业企业用地调查信息采集工作，在该工作中通过收集企业或相关部门提供的信息资料、现场踏勘和人员访谈等方式获得信息并如实填报，绝不弄虚作假；对信息填报过程中知悉的国家秘密、商业秘密和个人信息，予以保密。

如有违反，愿意为因信息填报过程中的弄虚作假行为和泄密行为所引发的一切后果承担全部法律责任。

承诺单位（公章）：_____

法定代表人（签字）：_____

_____年____月____日

附录2 现场踏勘重点内容

现场踏勘的重点一般包括：

1. 场地可疑污染源

观察所有可见污染源的位置、类型、规模和控制设施（例如防渗材料、结构、老化程度）；观察分析可疑污染物的污染区域、潜在污染途径（如输油管道、油渠、灌溉渠道）及发生污染的可能。

2. 场地污染痕迹

调查场地污染痕迹，如植被损害、各种容器及排污设施损坏和腐蚀痕迹，场地内的气味、地面、屋顶及墙壁的污渍和腐蚀痕迹等。不同行业的场地污染特征不同，污染物种类和造成污染的环节都不同，需结合各行业的污染特征，有针对性地开展现场踏勘工作。

3. 涉及危险物质的场所

危险物质的使用与存储的踏勘包括：

（1）使用的危险物质的种类和数量，涉及的容器和储存条件，包括没有封闭或发生损坏的储存容器的数量和容器类型。

（2）地上、地下储存设施及其配套的输送管线情况，记录储藏池（库）数量、储存物质、容量、建设年代、监测数据、周边管线等内容。

（3）各类集水池，考察其是否含危险物质或与其有关。

（4）盛装未知物质的容器不管是否发生泄漏均应调查，包括储存容器的数量、容器类型和储存条件。

（5）电力及液压设备的场地是否使用含多氯联苯的设备。

（6）场地内道路、停车设施及与场地紧邻的市政道路情况，重点识别并察看可能运输危险物质的进场路线。

（7）上述现场是否有强烈的、刺鼻的气味。

（8）询问熟悉生产线情况的人员关于物料是否已从生产线完全卸载，反应釜、塔、容器、管道中的物料是否已基本清除。在确保健康与安全的条件下可进行适当的直接观察。

（9）建筑物内是否有明显的固体废物堆积，观察其存放情况；是否有固体废物存放在容器内，以及容器的密封状况。

(10) 设备保温层的完整性，了解保温材料的类型和使用时间。

4. 建（构）筑物

建（构）筑物调查包括：

(1) 建（构）筑物的现状及完善情况，如建筑物的数量、层数、大致年代等。

(2) 生产装置区、储存区、废物处置场所等区域的地面铺装情况，是否存在由于生产装置的腐蚀和跑冒滴漏造成的地面、屋顶、墙壁的污渍和腐蚀痕迹。

(3) 采暖和制冷系统所用冷热媒介质的类型及储存情况。

(4) 建（构）筑物及各种管线保温情况，重点关注石棉的使用、贮存等情况。

(5) 生产装置区、储存区、废物处置场所等以外区域的室外地面铺装情况，地面污渍痕迹，以及室外可能因污染引起的植被生长不正常情况。

(6) 生产排放的污水水质，相关的处理构筑物（如排水管、排水沟、水池等）的使用情况，污水处理系统的建设年代和处理工艺等。

(7) 明显堆积或填充废弃的建筑垃圾或其他固体废物形成的土堆、洼地等。

(8) 场地内所有的水井，是否存在颜色、气味等水质异常情况。

附录 3 地块布点方案大纲

- 1 工作程序与组织实施
 - 1.1 工作程序
 - 1.2 组织实施
 - 1.3 布点人员
- 2 识别疑似污染区域
- 3 筛选布点区域
- 4 制定布点计划
 - 4.1 布点数量
 - 4.2 布点位置
 - 4.3 钻探深度
 - 4.4 采样深度
 - 4.5 测试项目
- 5 开展现场定点

附录4 土孔钻探技术要求

土孔钻探按照钻机架设、开孔、钻进、取样、封孔、点位复测的流程进行，各环节技术要求如下：

(1) 根据钻探设备实际需要清理钻探作业面，架设钻机，设立警示牌或警戒线。

(2) 开孔直径应大于正常钻探的钻头直径，开孔深度应超过钻具长度。

(3) 每次钻进深度宜为50cm~150cm，岩芯平均采取率一般不小于70%，其中，粘性土及完整基岩的岩芯采取率不应小于85%，砂土类地层的岩芯采取率不应小于65%，碎石土类地层岩芯采取率不应小于50%，强风化、破碎基岩的岩芯采取率不应小于40%。应尽量选择无浆液钻进，全程套管跟进，防止钻孔坍塌和上下层交叉污染；不同样品采集之间应对钻头和钻杆进行清洗，清洗废水应集中收集处置；钻进过程中揭露地下水时，要停钻等水，待水位稳定后，测量并记录初见水位及静止水位；土壤岩芯样品应按照揭露顺序依次放入岩芯箱，对土层变层位置进行标识。

(4) 钻孔过程中按要求填写土壤钻孔采样记录单，对采样点、钻进操作、岩芯箱、钻孔记录单等环节进行拍照记录；采样拍照要求：按照钻井东、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、设施等情况，以点位编号+E、S、W、N 分别作为东、南、西、北四个方向照片名称；钻孔拍照要求：应体现钻孔作业中开孔、套管跟进、钻杆更换和取土器使用、原状土样采集等环节操作要求，每个环节至少1 张照片；岩芯箱拍照要求：体现整个钻孔土层的结构特征，重点突出土层的地质变化和污染特征，每个岩芯箱至少1张照片；其他照片还包括钻孔照片（含钻孔编号和钻孔深度）、钻孔记录单照片等。

(5) 钻孔结束后，对于不需设立地下水采样井的钻孔应立即封孔并清理恢复作业区地面。

(6) 钻孔结束后，使用GPS等对钻孔的坐标和高程进行复测。

(7) 钻孔过程中产生的污染土壤应统一收集和处理，对废弃的一次性手套、口罩等个人防护用品应按照一般固体废物处置要求进行收集处置。

附录5 监测井建设技术要求

地下水采样井建井流程：钻孔→下管→填充滤料→密封止水→回填→井台构筑（长期监测井需要）→成井洗井→封井。

1 钻孔

钻孔直径应至少大于井管外壁75mm。钻孔达到设定深度后，进行钻孔掏洗，以清除钻孔中的泥浆和钻屑，然后静置2h~3h并记录静止水位。一般钻孔深度宜达到含水层底板或至少地下水含水层水位线下5m（当第一层含水层厚度大于5m），但不应穿透弱透水层。

2 下管

2.1 井管结构

井管应由井壁管、滤水管和沉淀管三部分组成。井壁管位于滤水管上，滤水管下为沉淀管。井管各部分全部采用螺纹或卡扣连接，各街头不能使用任何粘合剂或涂料，推荐采用螺纹式。

（1）井壁管材质与型号

地下水采样井井管的内径要求不小于50mm，以能够满足洗井和取水要求的口径为准。井管应选择坚固、耐腐蚀、不会对地下水水质造成污染的材料制成。井管材质选择具体参照表1。

表1 井管材质选择要求

地下水中污染物	第一选择	第二选择	禁用材质
金属	聚四氟乙烯（PTFE）	优先序：丙烯腈-苯乙烯-丁二烯共聚物（ABS）>硬聚氯乙烯（UPVC）>PVC	304 和316不锈钢
有机物	304 和316 不锈钢	优先序：PTFE>ABS>UPVC>PVC	无
金属和有机物	无	PTFE>ABS>UPVC>PVC	304 和316不锈钢

（2）滤水管设计

滤水管的型号、材质等应与井壁管匹配，具体设计要求如下：

滤水管位置：地下水水位以上的滤水管长度根据地下水水位动态变化确定。若地下水中可能或已经发现存在低密度非水相液体（LNAPL），滤水管位置应达到潜水面处；地下水水位以下的滤水管长度不宜超过3m，但若地下水中可能或已经发现存在高密度非水相液体（DNAPL），滤水管应达到潜水层的底部，但应避免穿透隔水层。

滤水管类型：宜选用缝宽0.2mm~0.5mm 的割缝筛管或孔隙能够阻挡90%的滤层材料的滤水管（见表2）。滤水管钻孔直径不超过5mm，钻孔之间距离在10mm~20mm，滤水管外以细铁丝包裹和固定2~3层的40目钢丝网或尼龙网。

表2 割缝筛管选择要求

割缝筛管类型	含水层类型		
	均匀的中粗砂	非均匀的	
		中砂	粗砂
包网割缝筛管	$\delta=(1.5\sim 2) d_{50}$	$\delta= d_{40}\sim d_{50}$	$\delta= d_{30}\sim d_{40}$
缠丝割缝筛管或其他割缝筛管	$\delta=(1\sim 1.5) d_{50}$		
注： δ 为滤缝宽度； d_{30} 、 d_{40} 、 d_{50} 分别为含水层试样在筛分时能通过筛眼的颗粒累计重量占试样全重分别为 30%、40%、50%时的筛眼直径。			

(3) 沉淀管设计

沉淀管的长度视弱透水层的厚度而定，一般为50~60cm，沉淀管底部须放置在弱透水层内。若含水层厚度超过3m，地下水采样井原则上可以不设沉淀管，但滤水管底部必须用管堵密封。

2.2 下管技术要求

下管前应校正孔深，按先后次序将井管逐根丈量、排列、编号、试扣，确保下管深度和滤水管安装位置准确无误。井管下放速度不宜太快，中途遇阻时可适当上下提动和转动井管，必要时应将井管提出，清除孔内障碍后再下管。下管完成后，将其扶正、固定，井管应与钻孔轴心重合。

3 滤料填充

3.1 滤料材质

滤料层材料宜选择球度与圆度好、无污染的石英砂，使用前应经过筛选和清洗，避免影响地下水水质。滤料的粒径根据目标含水层土壤的粒度确定，一般以1mm~2mm 粒径为宜，具体可参照表3。

3.2 滤料厚度

滤料层应从沉淀管（或管堵）底部一定距离到滤水管顶部以上50cm（工业企业场地调查与风险评估技术指南要求：自井底向上直至与实管的交接处，即含水层顶板）。滤料层超出部分可容许在成井、洗井的过程中有少量的细颗粒土壤进入滤料层。

3.3 填充过程

使用导砂管将滤料缓慢填充至管壁与孔壁中的环形空隙内，应沿着井管四周均匀填充，避免从单一方位填入，一边填充一边晃动井管，防止滤料填充时形成架桥或卡

锁现象。滤料填充过程应进行测量，确保滤料填充至设计高度。

表3 滤料直径的选择

含水层类型	砂土类含水层	碎石土类含水层	
	$\eta_1 < 10$	$d_{20} < 2 \text{ mm}$	$d_{20} \geq 2 \text{ mm}$
滤料的尺寸 (D)	$D_{50} = (6 \sim 8) d_{50} \text{ mm}$	$D_{50} = (6 \sim 8) d_{20} \text{ mm}$	$D = 10 \sim 20 \text{ mm}$
滤料的 η_2 要求	$\eta_2 < 10$		
注：①表中 η_1 和 η_2 分别为含水层和滤料的不均匀系数。即 $\eta_1 = d_{60}/d_{10}$ ； $\eta_2 = D_{60}/D_{10}$ 。 ② d_{10} , d_{20} , d_{50} , d_{60} 和 D_{10} , D_{50} , D_{60} 分别为含水层试样和滤料试样在筛分时能通过筛眼的颗粒累计重量占筛样全重依次为10%, 20%, 50%, 60%时的筛眼直径。			

4 密封止水

4.1 止水材料材质

止水材料必须具备隔水性好、无毒、无嗅、无污染水质等条件。建议选用直径20mm~40mm 球状膨润土分两段进行填充，球状膨润土回填。止水部位根据场地内含水层分布的情况确定，选择在良好的隔水层或弱透水层处。止水厚度至少从滤料往上50cm 和滤料下部50cm；如果场地内存在多个含水层，每个弱透水层及以上30cm 至弱透水层以下30cm范围内必须用膨润土回填。

4.2 止水材料厚度

止水层主要用于防止滤料层以上的外来水通过滤料层进入井内。止水部位应根据钻孔含水层的分布情况确定，一般选择在隔水层或弱透水层处。止水层的填充高度应达到滤料层以上50cm（工业企业场地调查与风险评估技术指南要求：止水厚度至少滤料上部和下部50cm）。为了保证止水效果，第一段从滤料层往上填充不小于30cm的干膨润土，然后采用加水膨润土或膨润土浆继续填充至距离地面50cm处。

4.3 止水材料填充

密封止水应从滤料层往上填充，直至距离地面50cm。若采用膨润土球作为止水材料，每填充10cm需向钻孔中均匀注入少量的清洁水，填充过程中应进行测量，确保止水材料填充至设计高度，静置待膨润土充分膨胀、水化和凝结（具体根据膨润土供应厂商建议时间调整），然后回填混凝土浆层。

5 回填

回填层位于止水层之上至采样井顶部，宜根据场地条件选择合适的回填材料。优先选用膨润土作为回填材料，当地下水含有可能导致膨润土水化不良的成分时，宜选择混凝土浆作为回填材料。使用混凝土浆作为回填材料时，为延缓固化时间，可在混

凝土浆中添加5%~10%的膨润土。

6 井台构筑

若地下水采样井需建成长期监测井，则应设置保护性的井台构筑。井台构筑通常分为明显式和隐藏式井台，隐藏式井台与地面齐平，适用于路面等特殊位置。在企业地下水采样井应建成长期监测井。

明显式井台地上部分井管长度应保留30cm~50cm，井口用与井管同材质的管帽封堵，地上部分的井管应采用管套保护（管套应选择强度较大且不宜损坏材质），管套与井管之间注混凝土浆固定，井台高度应不小于30cm。井台应设置标示牌，需注明采样井编号、负责人、联系方式等信息。

7 成井洗井

地下水采样井建成至少24h后（待井内的填料得到充分养护、稳定后），才能进行洗井。洗井时一般控制流速不超过3.8L/min，成井洗井达标直观判断水质基本上达到水清砂净（即基本透明无色、无沉砂），同时监测pH值、电导率、浊度、水温等参数值达到稳定（连续三次监测数值浮动在±10%以内），或浊度小于50NTU。避免使用大流量抽水或高气压气提的洗井设备，以免损坏滤水管和滤料层。

洗井过程要防止交叉污染，贝勒管洗井时应一井一管，气囊泵、潜水泵在洗井前要清洗泵体和管线，清洗废水要收集处置。

8 封井

采样完成后，非长期监测的采样井应进行封井。封井应从井底至地面下50cm全部用直径为20mm~40mm 的优质无污染的膨润土球封堵。膨润土球一般采用提拉式填充，将直径小于井内径的硬质细管提前下入井中，向细管与井壁的环形空间填充一定量的膨润土球，然后缓慢向上提管，反复抽提防止井下搭桥，确保膨润土球全部落入井中，再进行下一批次膨润土球的填充。

全部膨润土球填充完成后应静置24h，测量膨润土填充高度，判断是否达到预定封井高度，并于7天后再次检查封井情况，如发现塌陷应立即补填，直至符合规定要求。将井管高于地面部分进行切割，按照膨润土球填充的操作规程，从膨润土封层向上至地面注入混凝土浆进行封固。

附录6 采样前洗井技术要求

采样前洗井要求如下：

(1) 采样前洗井应至少在成井洗井48h后开始。

(2) 采样前洗井应避免对井内水体产生气提、气曝等扰动。若选用气囊泵或低流量潜水泵，泵体进水口应置于水面下1.0m左右，抽水速率应不大于0.3L/min，洗井过程应测定地下水位，确保水位下降小于10cm。若洗井过程中水位下降超过10cm，则需要适当调低气囊泵或低流量潜水泵的洗井流速。若采用贝勒管进行洗井，贝勒管汲水位置为井管底部，应控制贝勒管缓慢下降和上升，原则上洗井水体积应达到3~5倍滞水体积。

(3) 洗井前对pH计、溶解氧仪、电导率和氧化还原电位仪等检测仪器进行现场校正，校正结果填入地下水采样井洗井记录单。开始洗井时，以小流量抽水，记录抽水开始时间，同时洗井过程中每隔5分钟读取并记录pH、温度(T)、电导率、溶解氧(DO)、氧化还原电位(ORP)及浊度，连续三次采样达到以下要求结束洗井：

- a) pH 变化范围为 ± 0.1 ；
- b) 温度变化范围为 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ；
- c) 电导率变化范围为 $\pm 3\%$ ；
- d) DO 变化范围为 $\pm 10\%$ ，当 $\text{DO} < 2.0\text{mg/L}$ 时，其变化范围为 $\pm 0.2\text{mg/L}$ ；
- e) ORP 变化范围 $\pm 10\text{mV}$ ；
- f) $10\text{NTU} < \text{浊度} < 50\text{NTU}$ 时，其变化范围应在 $\pm 10\%$ 以内； $\text{浊度} < 10\text{NTU}$ 时，其变化范围为 $\pm 1.0\text{NTU}$ ；若含水层处于粉土或粘土地层时，连续多次洗井后的浊度 $\geq 50\text{NTU}$ 时，要求连续三次测量浊度变化值小于 5NTU 。

(4) 若现场测试参数无法满足(3)中的要求，或不具备现场测试仪器的，则洗井水体积达到3~5倍采样井内水体积后即可进行采样。

(5) 采样前洗井过程填写地下水采样井洗井记录单。

(6) 采样前洗井过程中产生的废水，应统一收集处置。

附录7 容器、保存技术、样品体积以及保存时间的要求

监测项目	容器 ^①	保存条件 ^②	样品最小体积或重	样本最大保留时间
金属				
六价铬	P, G, T	4℃低温保存	500mL (水) 227g (土壤)	24小时 (水) 萃取前30天,萃取后4天 (土壤)
汞	P, G, T	4℃低温保存; 水样加HNO ₃ 使pH<2,	500mL (水) 227g (土壤)	30天 (水) 180天 (土壤)
其他金属 (除六价铬和汞)	P, G, T	4℃低温保存; 水样加HNO ₃ 使pH<2	500mL (水) 227g (土壤)	30天 (水) 180天 (土壤)
有机化合物				
总石油烃 (TPH) 可挥发	G,用聚四氟乙烯薄膜密封瓶盖	4℃低温保存, 加HCl使pH<2	2×40mL (水) 113g (土壤)	14天 (水或土壤) 无酸保护则为7天
总石油烃 (TPH) 可萃取	G,用琥珀密封瓶盖	4℃低温保存	1L (水) 227g (土壤)	萃取前7天, 萃取后40天 (水) 萃取前14天,萃取后40天 (土壤)
可挥发性芳香 卤代烃	G,用聚四氟乙烯薄膜密封瓶盖	4℃低温保存, 加HCl使pH<2, 0.008% Na ₂ S ₂ O ₃ ^③	2×40mL (水) 113g (土壤)	14天 (水和土壤) 无酸保护则为7天
亚硝胺	G,用聚四氟乙烯密封瓶盖	4℃低温保存	1L (水) 227g (土壤)	萃取前7天, 萃取后40天 (水) 萃取前14天,萃取后40天 (土壤)
除草剂	G,用聚四氟乙烯密封瓶盖	4℃低温保存	1L (水) 227g (土壤)	萃取前7天, 萃取后40天 (水) 萃取前14天,萃取后40天 (土壤)
有机氯杀虫	G,用聚四氟乙烯密封瓶盖	4℃低温保存	1L (水) 227g (土壤)	萃取前7天, 萃取后40天 (水) 萃取前14天,萃取后40天 (土壤)
PCBs	G,用聚四氟乙烯密封瓶盖	4℃低温保存	1L (水) 227g (土壤)	萃取前7天, 萃取后40天 (水) 萃取前14天,萃取后40天 (土壤)
有机磷杀虫剂/化合物	G,用聚四氟乙烯密封瓶盖	4℃低温保存	1L (水) 227g (土壤)	萃取前7天, 萃取后40天 (水); 萃取前14天, 萃取后40天 (土壤)
半挥发性有机物	G,用聚四氟乙烯密封瓶盖	4℃低温保存, 0.008% Na ₂ S ₂ O ₃	1L (水); 227g (土壤)	萃取前7天, 萃取后40天 (水); 萃取前14天, 萃取后40天 (土壤)
挥发性有机物	G,用聚四氟乙烯薄膜密封瓶盖	4℃低温保存 0.008% Na ₂ S ₂ O ₃ (对挥发性芳香烃加HCl使pH<2)	2×40mL (水); 113g (土壤)	14天 (水和土壤); 无酸保护则为7天

注: ①聚乙烯 (P); 玻璃 (G); 聚乙烯复合气泡垫 (T) ②土壤样品一般“直接避光保存密封于4℃条件下即可; 而对于需要测定重金属的水样, 则需在保存前加 HCl调pH小于2。③有当出现余氯时才需要保存0.008%的 Na₂S₂O₃。

附录8 土壤监测建议污染物

类别名称	污染物
A1类-重金属8种	镉、铅、铬、铜、锌、镍、汞、砷
A2类-重金属与元素8种	锰、钴、硒、钒、锑、铊、铍、钼
A3类-无机物2种	氰化物、氟化物
B1类-挥发性有机物16种	二氯乙烯、氯甲烷、二氯乙烷、氯仿、三氯乙烷、四氯化碳、二氯丙烷、三氯乙烯、三氯乙烷、四氯乙烯、四氯乙烷、二溴氯甲烷、溴仿、三氯丙烷、六氯丁二烯、六氯乙烷
B2类-挥发性有机物9种	苯、甲苯、氯苯、乙苯、二甲苯、苯乙烯、三甲苯、二氯苯、三氯苯
B3类-半挥发性有机物1种	硝基苯
B4类-半挥发性有机物4种	苯酚、硝基酚、二甲基酚、2-氯酚
C1类-多环芳烃类15种	萘烯、萘、芴、菲、蒽、荧蒽、芘、苯并[a]蒽、屈、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、苯并[a]芘、茚并[1,2,3-c,d]芘、二苯并[a,h]蒽、苯并[g,h,i]花
C2类-农药和持久性有机物	滴滴涕、六六六、氯丹、灭蚁灵、六氯苯、七氯、三氯杀螨醇
C3类-石油烃	C ₁₀ -C ₄₀ 总量
C4类-多氯联苯12种	2,3,3',4,4',5,5'-七氯联苯(PCB189)、2,3',4,4',5,5'-六氯联苯(PCB167)、2,3,3',4,4',5'-六氯联苯(PCB157)、2,3,3',4,4',5-六氯联苯(PCB156)、3,3',4,4',5,5'-六氯联苯(PCB169)、2',3,4,4',5-五氯联苯(PCB123)、2,3',4,4',5-五氯联苯(PCB118)、2,3,3',4,4'-五氯联苯(PCB105)、2,3,4,4',5-五氯联苯(PCB114)、3,3',4,4',5-五氯联苯(PCB126)、3,3',4,4'-四氯联苯(PCB77)、3,4,4',5-四氯联苯(PCB81)
C5类-二噁英类	二噁英类(具有毒性当量组分)*
D1类-土壤pH	土壤pH

附录9 厦门市主要行业企业用地土壤污染物分析测试项目

大类	中类	分析测试污染物类别*
17 纺织业	171 棉纺织及印染精加工	A1 类-重金属 8 种、B1 类-挥发性有机物 16 种、B2 类-挥发性有机物 9 种、B3 类-半挥发性有机物 1 种、C5 类-二噁英类
	172 毛纺织及染整精加工	
	173 麻纺织及染整精加工	
	174 丝绸纺织及印染精加工	
	175 化纤织造及印染精加工	
19 皮革、毛皮、羽毛及其制品和制鞋业	191 皮革鞣制加工	A1 类-重金属 8 种、A2 类-重金属与元素 8 种、D1 类-土壤 pH, C3 类-石油烃、硫化物、六价铬
	193 毛皮鞣制及制品加工	
22 造纸和纸制品业	221 纸浆制造	A1 类-重金属 8 种、B1 类-挥发性有机物 16 种、C5 类-二噁英类
25 石油加工、炼焦和核燃料加工业	251 精炼石油产品制造	A1 类-重金属 8 种、A2 类-重金属与元素 8 种、A3 类-无机物 2 种、B2 类-挥发性有机物 9 种、B4 类-半挥发性有机物 4 种、C1 类-多环芳烃类 15 种、C3 类-石油烃
	252 炼焦	
26 化学原料和化学制品制造业	261 基础化学原料制造（无机、有机）	A1 类-重金属 8 种、A2 类-重金属与元素 8 种、A3 类-无机物 2 种、C3 类-石油烃
		A1 类-重金属 8 种、A2 类-重金属与元素 8 种、A3 类-无机物 2 种、B1 类-挥发性有机物 16 种、B2 类-挥发性有机物 9 种、B3 类-半挥发性有机物 1 种、B4 类-半挥发性有机物 4 种、C1 类-多环芳烃类 15 种、C3 类-石油烃（有机）
	263 农药制造	A1 类-重金属 8 种、A2 类-重金属与元素 8 种、A3 类-无机物 2 种、B1 类-挥发性有机物 16 种、B2 类-挥发性有机物 9 种、B3 类-半挥发性有机物 1 种、B4 类-半挥发性有机物 4 种、C1 类-多环芳烃类 15 种、C2 类-农药和持久性有机物、C3 类-石油烃
	264 涂料、油墨、颜料及类似产品制造	A1 类-重金属 8 种、A2 类-重金属与元素 8 种、A3 类-无机物 2 种、B1 类-挥发性有机物 16 种、B2 类-挥发性有机物 9 种、B3 类-半挥发性有机物 1 种、B4 类-半挥发性有机物 4 种、C1 类-多环芳烃类 15 种、C3 类-石油烃、C4 类-多氯联苯 12 种
	265 合成材料制造	A1 类-重金属 8 种、A2 类-重金属与元素 8 种、A3 类-无机物 2 种、B1 类-挥发性有机物 16 种、B2 类-挥发性有机物 9 种、B3 类-半挥发性有机物 1 种、B4 类-半挥发性有机物 4 种、C1 类-多环芳烃类 15 种、C3 类-石油烃

大类	中类	分析测试污染物类别*
	266 专用化学品制造	A1类-重金属8种、A2类-重金属与元素8种、A3类-无机物2种、B1类-挥发性有机物16种、B2类-挥发性有机物9种、B3类-半挥发性有机物1种、B4类-半挥发性有机物4种、C1类-多环芳烃类15种、C3类-石油烃、C4类-多氯联苯12种
	267 炸药、火工及焰火产品制造	A1类-重金属8种、A3类-无机物2种、B1类-挥发性有机物16种、B2类-挥发性有机物9种、B3类-半挥发性有机物1种、B4类-半挥发性有机物4种、C1类-多环芳烃类15种、C3类-石油烃
27 医药制造业	271 化学药品原料药制造	A1类-重金属8种、A3类-无机物2种、B1类-挥发性有机物16种、B2类-挥发性有机物9种、B3类-半挥发性有机物1种、B4类-半挥发性有机物4种、C1类-多环芳烃类15种、C3类-石油烃
28 化学纤维制造业	281 纤维素纤维原料及纤维制造	A1类-重金属8种、B1类-挥发性有机物16种、C5类-二噁英类、D1类-土壤pH
	282 合成纤维制造	A1类-重金属8种、A2类-重金属与元素8种、A3类-无机物2种、B1类-挥发性有机物16种、C1类-多环芳烃类15种
31 黑色金属冶炼和压延加工业	311 炼铁	A1类-重金属8种、A2类-重金属与元素8种、C1类-多环芳烃类15种、C3类-石油烃、C5类-二噁英类、D1类-土壤pH
	312 炼钢	
	315 铁合金冶炼	
32 有色金属冶炼和压延加工业	321 常用有色金属冶炼	A1类-重金属8种、A2类-重金属与元素8种、A3类-无机物2种、C1类-多环芳烃类15种、C3类-石油烃、C5类-二噁英类、D1类-土壤pH
	322 贵金属冶炼	
	323 稀有稀土金属冶炼	
33 金属制品业	336 金属表面处理及热处理加工	A1类-重金属8种、A2类-重金属与元素8种、D1类-土壤pH
38 电气机械和器材制造业	384 电池制造	A1类-重金属8种、A2类-重金属与元素8种、A3类-无机物2种、D1类-土壤pH
59 仓储业	599 其他仓储业	A1类-重金属8种、B2类-挥发性有机物9种、B3类-半挥发性有机物1种、B4类-半挥发性有机物4种、C3类-石油烃
77 生态保护和环境治理业	772 环境治理业	A1类-重金属8种、A2类-重金属与元素8种、C5类-二噁英类
78 公共设施管理业	782 环境卫生管理	

附录10 常用的场地钻探方法

钻探方法	优点	缺点
探坑法：采用人工挖掘（深度一般不宜超过1.2m，除非有足够安全的支护措施）或采用轮式/履带式的挖掘机（最大深度约为4.5m）	<ul style="list-style-type: none"> ①可从平面（x, y）和深度（d）三维的角度来描述地层条件。 ②易于取得大试样。 ③成效快且造价低。 ④可采集未经扰动的试样。 ⑤适用于多种地面条件。通过挖掘可以观察到土壤的新鲜面，记录颜色和岩性等基本信息，还可以给开挖出来的土样拍照，并记录照片信息。 	<ul style="list-style-type: none"> ①挖掘深度会受挖掘机械规格的限制。 ②污染物存在和运移的媒介暴露于空气中，会造成污染物变质及挥发性物质的挥发。 ③不适合在地下水位以下取样。 ④对场地的破坏程度较大，需要特别注意，防止挖掘出来的污染土壤再次污染周围区域的土壤，因此挖出的污染土壤需要进行处理，减少污染物质暴露带来的二次污染。 ⑤与钻孔勘探方法相比，这种方法产生的弃土较多。 ⑥污染物更易于传播到大气或水体当中。还需要回填清洁材料（以达到地面恢复目的）
手工钻探法：采用人工操作，最大钻进深度一般不超过	<ul style="list-style-type: none"> ①可用于地层校验和采集设计深度的土样。 ②适用于松散的人工堆积层和第四纪沉积的粉土、黏性土地层即不含大块碎石等障碍物的地层。 ② 对于难以进入的场地，本法比较方便有效。 	<ul style="list-style-type: none"> ①受地层的坚硬程度和人为因素影响较大，当有碎石等障碍物存在时，则很难继续钻进。 ②由于会有杂物掉进钻探孔中，可能导致土样交叉污染。 ③只能获得体积较小的土样。
钢索冲击钻探法	<ul style="list-style-type: none"> ①与探坑或手工钻探法相比，此种方法能够达到的钻进深度更深。 ②可建成永久的取水样/水位监测井。 ③可穿透多种地层。 ④对健康安全和地面环境的负面影响较小。 ⑤可以采集未经扰动的试样。 ⑥可采集到完整的试样，包括污染物分析试样、岩土工程勘察试样、气体/地下水试样，还可用于地下水和地下气体监测井建井。 	<ul style="list-style-type: none"> ①与探坑或手用螺旋钻探法相比，此种方法成本高，耗时长。 ②不如探坑法获得地层的感性认识直观。 ③需要处置从钻孔中钻探出来的废弃物。 ④没有探坑法采集的试样体积大。 ⑤这种技术会扰动土样，并使污染物质流失。
液动力锤干式旋转冲击钻探法	<ul style="list-style-type: none"> ①干式旋转冲击钻进技术适用于多种岩性的地层，包括岩层。 ③ 冲击与旋转钻进相结合可以减小土芯热效应的影响。 ④ 可以获得长度大于1m的原状岩芯样。 ⑤ 如果土层中不含卵石，也可以使用空心螺旋钻杆和劈式勺钻取样器。 	<ul style="list-style-type: none"> ① 旋转钻进会产生土芯热效应。 ② 干式钻进对钻头的磨损比较大，由此产生的成本相对较高。

附录11 现场记录表

表1 土壤钻孔采样记录单

采样点编号：		天气：		温度（℃）：				
采样日期：		大气背景 PID值：		自封袋 PID值：				
钻孔负责人：		钻孔深度（m）：		钻孔直径：mm				
钻孔方法：		钻机型号：		坐标（E,N）：是否移位： <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否				
地面高程（m）：		孔口高程（m）：		初见水位（m）：稳定水位（m）：				
PID型号和最低检测限：				XRF型号和最低检测限：				
采样人员：								
工作组自审签字：				采样单位内审签字：				
钻进深度 (m)	变层深度 (m)	地层描述		污染描述		土壤采样		
		土质分类、密度、湿度等	颜色、气味、污染痕迹、油状物等	采样深度 (m)	样品编号	检测项（重金属/VOCs/SVOCs）	PID (ppm)	XRF 读数
-1				-1				
-2				-2				
-3				-3				
-4				-4				
-5				-5				
-6				-6				
-7				-7				
-8				-8				
-9				-9				

表2 成井记录单

采样井编号：

钻探深度 (m)：

地块名称					
周边情况					
钻机类型		井管直径 (mm)		井管材料	
井管总长 (m)		孔口距地面 高度 (m)		滤水管类型	
滤水管长度 (m)		建孔日期	自年至年	月日月日	开始结束
实管数量 (根)	3 m	2 m	1 m	0.5 m	0.3 m
砾料起始深度	m				
砾料终止深度	m				
砾料 (填充物) 规格					
止水起始深度 (m)			止水厚度 (m)		
止水材料说明					
孔位略图			封孔厚度		
			封孔材料		
			护台高度		
			钻探负责人		
			工作组组长		
			采样单位内 审		
			日期	年	月

表3 地下水采样井洗井记录单

基本信息										
地块名称:										
采样日期:				采样单位:						
采样井编号:				采样井锁扣是否完整: 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>						
天气状况:				48小时内是否强降雨: 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>						
采样点地面是否积水: 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>										
洗井资料										
洗井设备 /方式:				水位面至井口高度 (m) :						
井水深度 (m) :				井水体积 (L) :						
洗井开始时间:				洗井结束时间:						
pH检测仪型号		电导率检测仪型号		溶解氧检测仪型号		氧化还原电位检测仪型号		浊度仪型号		温度检测仪型号
现场检测仪器校正										
pH值校正, 使用缓冲溶液后的确认值:										
电导率校正: 1.校正标准液: 2.标准液的电导率: $\mu\text{S/cm}$										
溶解氧仪校正: 满点校正读数 mg/L , 校正时温度 $^{\circ}\text{C}$, 校正值: mg/L										
氧化还原电位校正, 校正标准液: , 标准液的氧化还原电位值: mV										
洗井过程记录										
时间 (min)	洗井汲水速率 (L/min)	水面距井口高度(m)	洗井出水体积(L)	温度 ($^{\circ}\text{C}$)	pH值	电导率 ($\mu\text{S/cm}$)	溶解氧 (mg/L)	氧化还原电位 (mV)	浊度 (NTU)	洗井水性状 (颜色、气味、杂质)
洗井前										
洗井中										
.....										
洗井中										
洗井后										

		洗井结束时水位面至井口高度 (m) :	
现场洗井照片:			
洗井人员:			
采样人员:			
工作组自审签字:		采样单位内审签字:	

表4 地下水采样记录单

企业名称：				采样日期：				采样单位：						
天气（描述及温度）：				采样前 48小时内是否强降雨：是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>				采样点地面是否积水：是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>						
油水界面仪型号：								是否有漂浮的油类物质及油层厚度：是 <input type="checkbox"/> cm 否 <input type="checkbox"/>						
地下水 采样井 井编号	对应 土壤 采样 点编 号	采样 井锁 扣是 否完 整	水位 埋深 (m)	采样 设备	采样 器放 置深 度(m)	采样器 汲水速 率 (L/min)	温度 ($^{\circ}$ C)	pH	电导 率 (μ S/cm)	溶解 氧 (mg/L)	氧化 还原 电位 (mV)	浊度 (NTU)	地下水性状观 察(颜色、气味、 杂质, 是否存在 NAPLs, 厚度)	样品检测指标 (重金属 、VOCs、SVOCs、水 质等)
采样照片														
采样人员：														
工作组自审签字								采样单位内审签字						

表5 化工园区周边地下水采样记录单

化工园区名称：			采样日期：	采样单位：			
天气（描述及温度）：				采样前 48小时内是否强降雨：是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>			
地下水采样井编号	采样井类型	采样井位置及坐标（描述与化工园区相对位置和距离）	采样井地下水水位	含水层类型（浅层、开采层或其他）	水质情况描述	样品检测指标	备注
采样照片							
采样人员：							
工作组自审签字：				采样单位内审签字：			

附录 12 实验室内部质量控制电子数据填报记录

表 1 空白试验记录

实验室	检测日期	样品类型	样品编号	检测项目	分析方法	检出限	空白试验结果	结果评价	检测人员

表 2 平行双样分析测试结果记录

实验室	检测日期	样品类型	样品编号	检测项目	检测值 A	检测值 B	相对偏差 RD	结果评价	检测人员

表 3 平行双样分析测试合格率记录

实验室	报告日期	样品类型	检测项目	批次样品数	合格样品数	合格率

表 4 标准物质分析测试结果记录

实验室	检测日期	样品类型	检测项目	标准物质编号	标准值及其不确定度	检测结果	相对误差 RE	结果评价	检测人员

表 5 加标回收率试验结果记录

实验室	检测日期	样品类型	检测项目	样品编号	加标量	检测结果		加标回收率	结果评价	检测人员
						样品	加标样品			

表 6 准确度控制合格率记录

实验室	报告日期	控制方式	样品类型	检测项目	批次样品数	合格样品数	合格率