

DB32

江 苏 省 地 方 标 准

DB32/T 3749-2020

污染场地岩土工程勘察标准

Standard for geotechnical investigation of contaminated sites

2020 - 02 - 24 发布

2020 - 05 - 01 实施

江苏省市场监督管理局 发布

目 次

前 言.....III

1 范围.....1

2 规范性引用文件.....1

3 术语.....2

4 基本规定.....3

5 调查与测绘.....4

 5.1 调查.....4

 5.2 测绘.....4

6 勘探和取样.....5

 6.1 一般规定.....5

 6.2 勘探工作量布置.....5

 6.3 钻探.....6

 6.4 取样.....6

7 监测.....9

 7.1 一般规定.....9

 7.2 地下水监测井布置.....9

 7.3 监测井构造与施工.....10

8 原位测试.....10

 8.1 一般规定.....10

 8.2 水文地质参数原位测试.....11

 8.3 电阻率静力触探测试.....11

 8.4 工程物探测试.....12

9 室内分析与试验.....12

 9.1 一般规定.....12

 9.2 污染场地土的物理力学性质试验.....12

 9.3 土和水的环境质量分析试验.....13

 9.4 污染场地固体废物鉴别.....13

 9.5 污染场地土浸出毒性试验.....13

 9.6 污染场地土和水的腐蚀性试验.....14

 9.7 污染场地气样化学分析试验.....14

10 场地氡气调查评价.....15

 10.1 一般规定.....15

 10.2 调查方法.....15

10.3 场地土壤氡气评价	15
10.4 场地土壤氡调查报告	16
11 污染场地勘察成果报告	16
11.1 一般规定	16
11.2 污染场地评价	16
11.3 成果报告	17
附录 A 常见工业污染场地潜在特征污染物一览表	18
附录 B 污染场地勘探记录表格	19
附录 C 样品保存方法	20
附录 D 地下水监测井井身结构（结构、记录信息表）	23
附录 E 水文地质参数测定方法	26
附录 F 基于孔压静力触探(CPTU)的场地土层渗透系数测试方法	27
附录 G 考虑环境 pH 的污染土浸出毒性试验方法	30
附录 H 考虑长期浸出累积效应的污染土浸出毒性试验方法	32
附录 J 污染土的一维半动态浸出试验方法	34
附录 K 土壤中氡浓度及土壤表面氡析出率测定	36

前 言

本标准按照GB/T1.1-2009给出的规则起草。

本标准由江苏省地质工程勘察院提出。

本标准由江苏省住房和城乡建设厅归口。

本标准起草单位：江苏省地质工程勘察院、东南大学、江苏省建苑岩土工程勘测有限公司、化学工业岩土工程有限公司、无锡水文工程地质勘察院有限责任公司、江苏苏州地质工程勘察院、徐州中国矿大岩土工程新技术发展有限公司、南京东大岩土工程勘察设计研究院有限公司、中国能源建设集团江苏省电力设计院有限公司、中设设计集团股份有限公司

标准主要起草人：刘松玉、梅军、杜延军、尤苏南、周亚军、方磊、蔡国军、马金荣、刘义怀、王军培、徐春明、陈春明、刘益平、李春苗、范日东、陈胜、姚洪亮。

污染场地岩土工程勘察标准

1 范围

为了在污染场地岩土工程勘察工作中贯彻执行国家有关工程技术与环境管理政策,做到技术先进合理,保护生态环境与人体健康,保证工程经济安全,制定本标准。

本标准适用于江苏省内城市工业、矿山、加油站等污染场地勘察和建设场地氡气调查等。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的,凡是注日期的引用文件,仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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 15618 土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准(试行)

GB 34330 固体废物鉴别标准通则

GB 3838 地表水环境质量标准

GB 36600 土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准(试行)

GB 50021 岩土工程勘察规范

GB 50027 供水水文地质勘察规范

GB 50108 地下工程防水技术规范

GB/T 14848 地下水质量标准

GB/T 50123 土工试验方法标准

CJJ/T 7 城市工程地球物理探测标准

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 919 环境空气挥发性有机物的测定便携式傅里叶红外仪法

SL 345 水利水电工程注水试验规程

CJJ/T 204 生活垃圾土土工试验技术规程

HJ/T 20 工业固体废物采样制样技术规范

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 298 危险废物鉴别技术规范

HJ/T 299 固体废物浸出毒性浸出方法硫酸硝酸法

DGJ32/TJ 208 江苏省岩土工程勘察规范

DB11/T 1311 北京市污染场地勘察规范

3 术语

3.0.1 污染场地 contaminated site

对潜在污染场地进行调查和风险评估后,确认污染危害超过人体健康或生态环境可接受风险水平的场地,又称污染地块。

3.0.2 污染场地勘察 investigation of contaminated site

针对污染场地,按照岩土工程勘察程序,采用岩土工程勘察技术方法,查明并分析场地的工程地质与水文地质条件、场地污染特征,为场地风险评价、风险管控、修复工作提供依据的工程活动。

3.0.3 监测试验井 well point for monitoring and test

为现场量测地下水位、采集地下水、渗滤液和气体样品,进行水文地质试验而布设的井,包括地下水、气体监测井以及试验井。

3.0.4 环境水文地质条件 environmental hydrogeological condition

场地水文地质要素与环境要素的综合,包括场地一定深度范围的地层结构及其渗透性,地下水的类型、埋藏条件及补排、径流、渗流条件,污染源分布及其类型,岩土和地下水污染物类型、污染程度、污染范围和运移途径等。

3.0.5 固体废物 solid wastes

是指在生产、生活和其他活动中产生的丧失原有利用价值或者虽未丧失利用价值但被抛弃或者放弃的固态、半固态和置于容器中的气态的物品、物质,以及法律、行政法规规定纳入固体废物管理的物品、物质。

3.0.6 孔压静力触探 Piezocone penetration test (CPTU)

孔压静力触探是由圆锥头、孔压过滤环、侧壁摩擦筒、传感器测量元件以及相连的探杆所组成,贯入过程中可以同时量测探头受到的锥尖阻力、侧壁摩阻力和孔隙水压力绝对值及其随时间消散的一种原位测试系统。

3.0.7 电阻率静力触探 Resistivity cone penetration test (RCPT)

电阻率孔压静力触探由圆锥头、侧壁摩擦筒、传感器测量元件、土的电阻率测量单元以及相连的探杆所组成的一种原位测试系统。

3.0.8 土壤环境背景值 environmental background values of soil

土壤环境背景值是指在一定时间条件下,区域内很少受人类活动影响和不受或未明显受现代工业污染与破坏的情况下,土壤原来固有的化学组成和元素含量。

3.0.9 扩散系数 effective diffusion coefficient

饱和土中由于污染物溶质浓度变化产生分子扩散引起的溶质运移通量与溶质浓度梯度成正比，其比例系数即为扩散系数。

3.0.10 弥散系数 dispersion coefficient

饱和土中由于微观流速变化而引起的污染物溶质运移通量与孔隙水平均流速成正比，其比例系数即为弥散系数。

4 基本规定

4.0.1 污染场地岩土工程勘察工作内容应包括：

- 1 根据当地清洁土壤中污染浓度确定场地的土壤环境背景值；
- 2 查明场地地层结构、含水层分布、地下水补径排条件及水位动态特征等；
- 3 查明场地污染源特征与分布，岩土及地下水中污染物种类、浓度及分布；
- 4 提供满足场地环境评价、污染管控和修复设计所需的工程地质与水文地质参数，以及污染物运移参数。
- 5 分析污染场地环境岩土工程相关问题，并提出防治建议；

4.0.2 污染场地勘察前，应收集气象与地质资料，了解场地使用历史和污染源状况。常见工业污染场地及潜在特征污染物可按本标准附录 A 进行初步判断。

4.0.3 污染场地岩土工程勘察宜分初步勘察与详细勘察两个阶段进行。当已经判定场地存在污染且污染种类明确时，可合并勘察阶段，直接进行详细勘察。

4.0.4 初步勘察应包括下列内容：

- 1 进行现场调查，包括场地地质条件、气象及环境资料，分析场地污染的可能性；
- 2 进行工程地质与水文地质的调查与测绘；
- 3 初步查明地层结构，地下水类型与动态特征等；
- 4 初步查明场地污染特征与分布，场地岩土体中污染物种类、浓度，初步判断场地污染途径及污染区域；

4.0.5 详细勘察应满足下列要求：

- 1 查明场地地层结构、地下水类型、补给与排泄条件、渗流场特征；
- 2 查明场地污染源特征与分布；
- 3 查明场地岩土体中污染物类型和浓度，分析污染物运移途径，确定污染范围；
- 4 确定场地水文地质参数、岩土工程参数及污染物运移参数；
- 5 分析污染场地治理及土地开发建设相关环境岩土问题，提出风险管控与修复与处理方案的建议。

4.0.6 勘察工作量确定应综合考虑下列内容：

- 1 已有环境调查、工程地质及水文地质资料；
- 2 初步勘察及详细勘察阶段的要求；
- 3 场地安全和再开发利用要求；
- 4 场地风险管控及修复技术特点。

4.0.7 勘察方法选择应结合场地区域的工程地质、水文地质及环境资料，根据不同勘察阶段要求确定。

4.0.8 场地氡气调查评价应通过区域资料收集和场地测试进行。

4.0.9 污染场地勘察工作全过程应有环境和职业健康安全保护计划，应采取相应的防护措施，保障人员健康安全。

4.0.10 污染场地勘察工作全过程应防止污染扩散，并采取有效措施避免废弃物扩散。

4.0.11 污染场地勘察和试验宜积极采用新技术并积累资料加以总结完善。

5 调查与测绘

5.1 调查

5.1.1 污染场地调查应以资料收集、现场踏勘为主，并宜结合人员访谈。

5.1.2 资料收集应包括场地及邻近区域的下列资料：

- 1 岩土工程勘察资料；
- 2 已有场地环境调查与监测资料；
- 3 场地用途与变迁、污染成因资料；
- 4 场地及周边人类活动、生态环境等相关的自然和社会信息；
- 5 地理管线、地上管线等设施资料。

5.1.3 工业污染场地的场地用途与变迁、污染成因资料收集应包括：

- 1 建厂时间、主要产品、原材料、有毒有害的工业副产品、物料储存及使用状况；
- 2 在产阶段主要污染物产生和排放装置，以及工业副产品处治设备等；
- 3 在产阶段固体废物、废水等的污染处治设施与工艺。

5.1.4 现场踏勘范围应以场地内为主，对下列情况应适当扩大踏勘范围：

- 1 场地周边存在污染痕迹、潜在污染源及污染点；
- 2 后续风险管控、污染修复及建设等施工活动范围覆盖周边区域。

5.1.5 现场踏勘应了解地形地貌、周边环境条件、水系分布、场地用途及现状，并可结合便携式检测仪器进行快速测量，识别可疑污染源及污染痕迹，初步判断污染状况。

5.1.6 人员访谈应重点针对资料收集和现场踏勘所涉及的疑问，进行资料核实和补充，并作为调查资料的附件。

5.2 测绘

5.2.1 污染场地应进行工程地质与水文地质测绘；当污染场地地质条件简单时，可用调查代替测绘。

5.2.2 污染场地测绘宜包括下列内容：

- 1 场地及其周边一定范围内的地形地貌特征，地层年代、构造与不良地质作用，划分地貌单元；
- 2 地下水的类型、补给与排泄条件、含水层与不透水层的主要土性或岩性及其透水性、各含水层地下水水位及埋藏深度、地下水流场特征、地下水污染情况、场地及周边地表水的类型和分布及其水质情况、含水层间或地下水与地表水的水力联系；
- 3 井、泉位置及其水量与水质特性以及污染情况；

4 岩体结构类型、各类结构面性质、岩体风化程度等。

5.2.3 污染场地地质工程与水文地质测绘的比例尺和精度应符合下列要求：

- 1 初步勘察阶段测绘用图比例尺可选用 1:500~1:5000；详细勘察阶段测绘用图比例尺可选用 1:200~1:1000；当场地水文地质条件和污染状况复杂时，比例尺宜适当放大；
- 2 地质界线和测绘点的精度在图上不应低于 3mm。

5.2.4 测绘观测点的布设应符合下列要求

- 1 在地质构造线、地层接触线、岩性分界线、标准层位和每个地质单元体应布置地质观测点；
- 2 水文地质与工程地质观测点的密度应根据场地的地貌、地质条件、成图比例尺并结合场地污染源分布状况等具体要求确定，并应具有代表性；
- 3 地质观测点应充分利用天然和已有的人工露头，当露头少时，应根据具体情况布置一定数量的探坑或探槽；水文地质观测点应充分利用已有的井点、泉点等，当井点较少时，宜按本标准 7.2 节的相关规定布置相应的地下水位监测井；
- 4 观测点的定位应根据精度要求选用适当方法；地质构造线、地层接触线、岩性分界线、软弱夹层、地下水露头和不良地质作用等特殊地质观测点，宜用仪器定位。

5.2.5 测绘时可利用不同时期的遥感影像追溯污染场地的演变过程，并应进行现场检验。现场检验地质观测点数宜为测绘点数的 30%~50%。

6 勘探和取样

6.1 一般规定

6.1.1 勘探方法包括钻探、井探、槽探、坑探、工程物探等，应根据场地条件、地层结构、污染类型、采样及测试要求等确定。

6.1.2 当污染物埋藏较浅且位于地下水位以上时，可采用槽探、坑探、井探观察与识别，并宜采用现场快速检测方法，分析污染物类型与浓度。

6.1.3 污染场地内勘探点位均应进行取样工作，用于室内分析与试验。

6.1.4 工程物探宜根据场地条件及污染特征选取适当的方法，解译成果应通过钻探取样验证。

6.1.5 勘探过程中应采取隔离措施，避免污染扩散、交叉污染、二次污染。

6.1.6 勘探记录除应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》（GB 50021）的相关规定外，记录内容可按本标准附录 B 执行。

6.1.7 勘探完成后，所有钻孔、探坑、探槽应采用无污染、低渗透材料及时回填封孔。

6.2 勘探工作量布置

6.2.1 初步勘察的勘探点位平面布置应符合下列要求：

- 1 用于初步查明地质条件的场地勘探点位布置应根据场地现状与规划用途，符合现行国家规范《岩土工程勘察规范》（GB 50021）对各类工程的初步勘察勘探点间距要求；

2 用于初步查明污染状况的场地勘探点位布置宜采用专业判断布点法或网格布点法，并应符合下列规定：

- 1) 场地勘探点位，总数不应少于 3 个，且当场地面积大于等于 5000m^2 时，数量不应小于 5 个；
- 2) 对潜在污染区明确的场地宜采用专业判断布点法，场地内每个潜在或确定的污染区中勘探点位数量不应少于 3 个，潜在污染区中央或有明显污染痕迹区域应布置勘探点位；
- 3) 对潜在污染区不明确的场地宜采用网格布点法，勘探点位间距宜为 $40\text{m}\sim 100\text{m}$ ，场地面积较小或地质条件复杂时，宜取较小值；当场地面积小于 10000m^2 时，勘探点位间距不宜超过 40m 。

6.2.2 详细勘察的勘探点位平面布置，应根据初步勘察得到的污染场地分布情况，结合场地现状与规划用途、污染物在土层中的迁移特征、污染场地使用类型以及风险管控与修复技术方案综合确定，除应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》（GB 50021）中详细勘察的勘探点位布置要求外，还应符合下列要求：

- 1 在初步划定的污染区内，采样勘探点间距宜为 20m ，其它区域点间距可为 40m ，污染边界附近应适当加密；
- 2 场地内未被污染的区域应至少布置 3 个对照勘探点位；
- 3 当场地地形地貌单元复杂、地层变化大时，宜适当增加勘探点位。

6.2.3 勘探深度应根据场地现状及规划用途、工程地质与水文地质勘探要求、环境质量调查要求、取样要求综合确定，除应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》（GB 50021）的相关规定外，尚应符合下列规定：

- 1 初步勘察的勘探深度应穿透潜在污染的土层，并应至少进入不透水层或弱透水层 1m ；
- 2 详细勘察的勘探深度应根据初步勘察判断的污染源位置与污染物迁移特征和地层结构等确定，应穿透污染土层，并进入不透水层或弱透水层 1m ；
- 3 勘探点结合共用布设时宜综合确定勘探深度。

6.3 钻探

6.3.1 钻进方法和钻进工艺应考虑地层结构、岩土特性、污染物特征、环境敏感性等因素

6.3.2 钻孔成孔口径及钻具规格应同时满足取样、监测井建井、测试及钻进工艺的要求。

6.3.3 钻探需钻穿污染含水层下伏隔水底板时，应采用多级套管、分层灌浆回填的钻探方式。

6.3.4 钻探成孔宜采用清水钻进或跟管钻进。

6.4 取样

6.4.1 污染场地取样项目应包括土样、水样与气样。取样过程中应进行详细记录与标识，包括样品编号、取样日期、取样点坐标、取样点周边基本环境信息、取样时刻气象气候信息、取样深度、水位标高、取样工具等信息，并应收集现场取样图片。

6.4.2 取样数量应足以确定土（岩土体）的物理力学性质和查明场地污染状况，并应符合下列规定：

- 1 取样深度应根据地层结构、地下水条件和污染物运移条件等因素综合确定；

2 用于土（岩土体）的物理力学性质的取样数量应根据场地用途及规划用途、勘察阶段确定，并应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》（GB 50021）的规定；

3 用于查明场地污染状况的取样数量应符合下列规定：

- 1) 不同土性、岩性地层应保证至少进行一次土样的取样，3m 深度以内土样的取样间距为 0.5m，3m~6m 土样的取样间距为 1m，6m 以下土样的取样间距宜为 2m；
- 2) 地下水取样可以第一层含水层及第二层含水层为主，当含水层厚度大于 3m，宜按照含水层宜分上、中、下部分别取样，取样数量不应少于 3 个；
- 3) 地下水位线附近应至少设置一个土样和水样的取样点；
- 4) 表层与第一不透水层或弱透水层之间应至少设置一个土样的取样点；
- 5) 含水层底板的顶部应设置一个土样和水样的取样点；
- 6) 根据调查结果初步判断存在污染深度范围可适当增加取样数量。

6.4.3 用于污染物检测分析的取样方案现场实施前，应制定相应的质量控制及质量保证计划，应符合以下要求：

1 取样过程中应防止交叉污染，每采集完一个位置的样品，应将取样工具清洗干净，非扰动取样器应为一次性取样器；

2 土样和地下水样品应按10%的比例设置现场取样的平行样，且每批次送检样品设置不少于1个现场空白样和1个旅行空白样。

6.4.4 用于污染物检测的样品保存应符合附录 C。

6.4.5 土样的取样应符合如下规定：

1 用于土的物理力学性质的取样应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》（GB 50021）的相关规定；

2 表层土样的取样方法宜采用挖掘、槽探方式；

3 深层土样的取样方法宜采用钻探、贯入式、回转式取样；

4 对具有恶臭、异常气味、挥发性及易分解有机污染土，应采用不扰动的取样工具，宜采用快速、连续的贯入式取样方法和专用的薄壁取土器，并应符合现行国家环境保护标准《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ 25.2）、现行行业标准《建筑工程地质勘探与取样技术规程》（JGJ/T 87）的相关规定；

5 取样后应立即进行保存，并宜采用便携式检测仪器进行快速测量，现场测试结果超标、异常的样品送实验室进一步分析。

6.4.6 地下水的取样应符合如下规定：

1 浅层地下水样（包气带水样）可采用渗（试）坑方式采集，取样应在有效处理坑底和防止地表水侵入后进行；

2 采用地下水监测井进行地下水样的取样时，应符合下列规定：

1) 监测井应符合现行国家环境保护标准《地下水环境监测技术规范》（HJ/T164）及本标准第7章的规定；

2) 取样前应进行充分洗井；当地下水监测井内存在非水相液体时，宜在地下水洗井取样前利用油水界面仪测试非水相液体的厚度，并利用可调节取样深度的取样器采集非水相液体样品；

3 取样洗井应符合下列规定：

1) 宜采用低流量泵进行洗井, 泵的进水口应放置于地下水水位0.5m以下, 出水口应配置相应的止回阀。洗井流速不宜高于200mL/min, 对于高渗透性的含水层, 可提高至500mL/min~1000mL/min; 对于低渗透性含水层, 宜将洗井流速降低至100mL/min。监测井不应干涸, 当无法连续洗井时, 应及时停泵待水位恢复后继续洗井。当采用贝勒管洗井时, 应尽量降低对水体的扰动;

2) 洗井前应量测地下水水位, 洗井过程中水位降深不宜大于10cm。

3) 洗井过程中应采用便携设备测试洗出水样的pH值、电导率及浊度, 连续记录至指标读数稳定, 且连续三次测定: 浊度小于5NTU或浊度变化范围在 $\pm 10\%$ 以内; 电导率的变化范围在 $\pm 10\%$ 以内; pH值的变化范围在 ± 0.1 pH以内, 可结束洗井工作。若指标读数尚不稳定, 但洗井抽出水量已达到3倍~5倍的取样点至地下水水面深度范围内井管的体积时, 可结束洗井;

4 洗井结束后应于2小时内取样, 取样设备宜与洗井设备一致, 宜采用低流量泵进行取样, 取样深度应在监测井水面下0.5m以下, 流速应控制在200mL/min以下, 管线中应无气泡存在。当采集含挥发性污染物的水样时不应使用蠕动泵。当采用贝勒管采样时, 应尽量降低对水体的扰动, 出水口宜配置流速调节阀, 使水样经由调节阀转移至样品保存瓶内。

5 应先采集用于挥发性有机污染物检测的水样;

6 取样过程中应采用便携设备现场测试水量、溶解氧、pH值、氧化还原电位、温度、电导率及浊度等地下水质量指标, 并应观察颜色及肉眼可见物;

7 取样后应立即进行保存; 样品的运输、交接、标识和贮存应符合现行行业标准《地下水环境监测技术规范》(HJ/T 164) 的相关规定。

6.4.7 对场地附近可能(潜在)受污染的河流、湖泊、坑塘, 应分别采取至少1份地表水样进行环境质量检测。

6.4.8 对有机污染场地或具有显著恶臭、化学品味道、刺激性气味、异常气味场地宜进行气味初步辨别, 必要时可进行场地包气带土层中气样采集, 并应符合下列规定:

1 初步气味辨别过程中, 宜结合污染场地调查资料判别气体类型, 并宜通过便携式测定仪器进行原位气样分析。对现场测试结果超标、异常的点位及污染源区域应进行气样采集并进行室内分析与试验;

2 气样采集前应调查并确保采集过程对人员与设备的安全;

3 气样采集方法应根据气体类型进行确定, 并应符合现行国家标准《土壤质量 土壤气体采样指南》(GB/T 36198) 的相关规定;

4 气样采集应记录采样点位及深度、采集时间、采集设备及技术参数、环境条件及岩土条件。

6.4.9 用于污染场地土和水的腐蚀性评价的样品取样布点应根据场地污染类型及场地用途进行确定, 除应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021) 及江苏省工程建设标准《岩土工程勘察规范》(DGJ32/TJ 208) 的相关规定外, 尚应符合下列规定:

1 地下结构物处于地下水位以上时, 应取土样作土的腐蚀性测试;

2 地下结构物处于地下水或地表水中时, 应取水样作水的腐蚀性测试;

3 土样和水样应在地下结构物深度范围采取, 每个场地不应少于2件。当土、地下水、地表水中污染物类型与浓度分布不均匀时, 应分区、分层取样, 每区、每层不应少于2件。

6.4.10 用于固体废物的鉴别分析样品的取样布点、取样深度及取样方法应根据场地类型、详细勘察、原位试验结果、土和水的环境质量分析等综合确定, 并应符合现行行业标准《工业固体废物采样制样技术规范》(HJ/T 20)、《危险废物鉴别技术规范》(HJ 298) 的相关规定。

7 监测

7.1 一般规定

7.1.1 污染场地监测应结合场地环境调查和风险评估、风险管控、场地修复与工程验收等各阶段的目标和要求进行，确保监测结果的代表性、准确性和时效性。

7.1.2 污染场地监测应在初步勘察阶段开始，并根据需要在详细勘察阶段增加监测点布置数量、监测项目的工作量。

7.1.3 污染场地监测范围为前期环境调查初步确定的场地边界范围。

7.1.4 监测对象宜包括土体、地下水、地表水、环境空气等。监测污染物种类应根据环境调查、勘探和取样成果综合确定。

7.1.5 场地深层地下水监测应采用监测井。

7.1.6 监测地下水的取样频率宜每月取样 1 次，每年枯水期应进行至少 1 次取样，取样方法应按照本标准第 6.4 节的相关规定；当遇到特殊情况或监测发现污染加剧，应随时增加监测地下水的取样频率。

7.1.7 污染场地地下水监测井的建设除应符合本标准中 7.3 的要求，尚应符合现行国家标准《供水水文地质勘察规范》（GB 50027）与行业标准《地下水环境监测技术规范》（HJ/T 164）的相关规定。

7.1.8 监测项目宜包括下列内容：

- 1 土体的pH、含水率、污染物浓度等；
- 2 地下水与地表水的水温、pH、电导率、溶解氧、污染物浓度等；
- 3 地下水位埋深、流速、流向、渗透系数等水文地质条件变动情况。

7.2 地下水监测井布置

7.2.1 地下水监测井的平面布置应根据地下水流向、环境调查、勘探和取样成果综合确定，可在地下水流向上游、污染区域和下游分别布设。当场地地质条件及污染分布复杂、污染程度高时，应加密布置。

7.2.2 地下水监测井深度应根据监测目的、含水层类型和厚度、污染深度分析确定，并宜达到含水层下伏不透水层或弱透水层之下 0.5m，且不得穿透该不透水层或弱透水层。

7.2.3 当涉及多层地下水时，应针对可能污染的含水层分层设置监测井。

7.2.4 试验井点可根据风险评估、风险管控、场地修复设计的需要，并结合监测井点布设。

7.2.5 初步勘察时，地下水监测井点数量不应少于 3 个，宜布置在潜在污染区或附近。

7.2.6 当确认场地地下水污染时，地下水监测井点布置应满足查明地下水污染范围的要求，数量不应少于 9 个，其中污染区内地下水流向上游、两侧至少应各有 1 个地下水监测井点，地下水流向下游应有 2 个地下水监测井点，地下水污染区外的上游、下游、两侧应各有 1 个地下水监测井点；如污染含水层之下另有含水层，则应至少设置 1 个地下水监测井点。

7.2.7 场地内或其附近分布地表水时，每个地表水体应设置 1 个地表水监测点。

7.2.8 当场地内或其附近地表水污染且需分析影响时，应监测地表水流量及水质，监测布点可按现行环境保护行业标准《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T 91）规定执行。

7.3 监测井构造与施工

7.3.1 监测井包括井孔、井管、填充料与井台，井管自上而下为井壁管、滤水管、沉淀管，井身结构应符合本标准附录 D 的规定。

7.3.2 井管口径、材质及连接方式应符合下列规定：

1 井管的口径应满足洗井和取样要求，宜选择DN50mm的井管；当该井同时作为抽水试验或修复用井时，宜选择不小于DN100mm的井管；钻探成孔直径宜超过井管直径100mm，即围填滤料厚度不宜小于50mm；

2 井管材质应采用无污染、抗腐蚀和无毒性材质，保证地下水取样不受污染，并应根据监测井井深、监测方式、强度要求，选择适宜的井管管材类型；

3 井管接头应采用螺纹式连接，不得采用使用有机粘接剂。

7.3.3 滤水管应置于监测目标含水层中，滤水管长度应根据地下水中污染物特征和地下水位动态确定，滤水管的孔隙大小应能防止 90%的滤料进入井内。

7.3.4 监测井填充材料自下而上分别为主要滤料层、次要滤料层、止水层、回填层，各层设计与填充应符合下列规定：

1 主要滤料层位于滤水管周围，应填充至超过滤水管上部60cm。滤料宜选用石英砂，滤料的粒径宜根据目标含水层土壤的粒径确定；

2 次要滤料层宜填充大于20cm厚的直径为0.1mm~0.2mm的石英砂；

3 止水层应填充大于60cm厚的直径为0.6cm~1.2cm的球状或扁平状膨润土颗粒，确保监测井目的层与其它层之间止水良好；

4 回填层可用水泥浆、含5%膨润土的水泥浆或膨润土浆回填至地表，固定井管并防止地表渗漏影响监测；

5 填料过程应选择合适填充工艺，避免出现架桥、卡锁或填充不实等现象。

7.3.5 如地下水监测井钻孔引入外来浆液或产生较多钻屑，下管前应进行有效清孔。

7.3.6 监测井可根据实际情况设为平台式或隐蔽式监测井。监测井管套顶盖可加锁，井外设标示牌并注明相关信息。

7.3.7 监测井结构记录可参照本标准附录 D 执行。

7.3.8 监测井建设后应进行以下工作：

1 确定井位坐标测量及井管顶的高程测量；

2 建井洗井，洗井标准为总悬浮固体含量小于5mg/L或出水浊度小于5NTU。

8 原位测试

8.1 一般规定

8.1.1 污染场地可采用多功能孔压静力触探、工程物探等原位测试方法，初步查明污染土分布范围、地下管线等地下设施位置。

8.1.2 当场地修复设计需要提供污染场地岩土力学参数时,应采用适宜的原位测试方法进行岩土的物理力学性质测试,测试应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021)的规定。

8.1.3 污染场地土层的渗透系数可采用孔压静力触探测试进行确定;

8.1.4 污染场地污染分布范围的初步划分可采用电阻率静力触探测试,应通过测试值与背景值对比确定

8.1.5 污染场地的水文地质参数应采用监测井的地下水量测和水文地质试验确定。

8.1.6 污染场地选用的工程物探方法和仪器除应符合现行行业标准《城市工程地球物理探测规范》(CJJ/T 7)的相关规定。

8.2 水文地质参数原位测试

8.2.1 勘探孔钻遇地下水时应量测初见水位和静止水位,并应利用地下水监测试验井统一量测稳定水位和水温,量测读数至厘米。多层含水层的水位量测,应采取严格的隔离措施,将被测含水层与其它含水层隔开。

8.2.2 场地的水文地质参数可参照本标准附录 E 测定,包括地下水位、地下水流速、渗透系数、给水度、贮水系数、弥散系数等。

8.2.3 测定地下水流向可用几何法,量测点不应少于 3 个,且同时量测水位,测点(孔)呈三角形分布,测点间距按岩土的渗透性、水力梯度和地形坡度确定,宜为 50m~100m;测定地下水流速可用声纳法或充电法

8.2.4 场地含水层渗透和固结参数可采用孔压静力触探试验确定。具体参照本标准附录 F 进行。

8.2.5 当需要采用水文地质试验确定场地水文地质参数时,宜选择对地层和地下水扰动小的试验,包括渗水试验、注水试验,必要时可进行抽水试验,并应符合下列规定:

1 渗水试验和注水试验可在试坑或钻孔中进行,试验深度较大时可采用钻孔法。砂土和粉土可采用试坑单环注水试验,黏性土可采用试坑双环注水试验,应符合现行行业标准《水利水电工程注水试验规程》(SL345)的相关规定。

2 通过抽水试验测定水文地质参数时,应符合现行国家标准《供水水文地质勘察规范》(GB 50027)的规定,并应符合下列要求:

1) 抽水试验应合理控制流量,宜采用低流量进行;

2) 抽水试验过程中宜同时于抽水试验井中采取地下水样品进行水质检测,地下水样品应于抽水试验开始前、降深稳定时、试验结束前、水位恢复后分别采取1份。

8.2.6 当需要提供弥散系数时,弥散试验方法宜根据场地水文地质条件、污染源的分布以及污染源与地下水的相互关系确定,可采用天然状态法、附加水头法、连续注水法、脉冲注入法。

8.3 电阻率静力触探测试

8.3.1 电阻率静力触探测试适合于黏性土、粉性土与砂土的污染场地;

8.3.2 应对污染区的电阻率与区域背景值进行对比分析,依据测试值的异常程度判定污染土与地下水的分布范围。

8.3.3 电阻率静力触探测试应采用经过校准和标定的电阻率探头。

8.3.4 电阻率静力触探贯入装备要求和操作步骤应按照《孔压静力触探测试技术规程》(T/CCES 1) 执行。

8.4 工程物探测试

8.4.1 采用工程物探方法进行污染场地调查时, 应选择对污染成分敏感、异常场与背景场差异明显的方法;

8.4.2 高密度电阻率法、电阻率层析成像法可用于重金属污染、有机物污染等场地的测试分析, 现场测试时应符合下列要求:

- 1 应根据场地条件和测试要求选用不同的方法。
- 2 高密度电阻率法的剖面长度宜大于6倍最大目标探测深度。
- 3 电阻率层析成像布孔深度宜大于最大目标探测深度与1倍测孔间距之和; 相邻测孔间距不宜大于测孔深度的1/2。

8.4.3 探地雷达法可用于石油烃类污染场地测试, 现场测试应符合下列要求:

- 1 天线频率选择应根据工作条件和探测深度确定, 必要时可通过现场试验确定;
- 2 同等条件下宜选择屏蔽天线。
- 3 现场测试时应避开强干扰物。

8.4.4 污染场地可联合采用多种物探方法, 通过综合判释, 分析污染分布, 并结合取样检测, 进行验证确定。

9 室内分析与试验

9.1 一般规定

9.1.1 污染场地岩土工程勘察室内分析与试验的对象应包括土、地表水、地下水、场地固体废物。

9.1.2 污染场地岩土工程勘察室内分析与试验内容应根据污染场地类型、用地类型、场地勘察阶段、风险评价和污染场地处治与管理目标综合确定。一般包括下列内容:

- 1 污染场地土的物理力学性质、土的腐蚀性、土的环境质量;
- 2 污染场地地表水及地下水的环境质量及水的腐蚀性;
- 3 污染场地固体废物鉴别;
- 4 污染场地土的浸出毒性;
- 5 污染场地气样化学分析试验。

9.1.3 用于室内分析与试验的样品从取样之日起至开展试验的保存和时间期限应符合附录 C 的规定。

9.1.4 室内试验所产生弃土后余留的土、水、气样必须妥善贮存, 并回收处理。

9.2 污染场地土的物理力学性质试验

9.2.1 污染场地土的物理力学性质试验内容和方法应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021) 及江苏省工程建设标准《岩土工程勘察规范》(DGJ32/TJ 208) 的要求, 试验方法应符合现行国家标准《土工试验方法标准》(GB/T 50123)。

9.2.2 对重金属、有机物、强酸、强碱及其他对人体健康安全存在潜在风险的污染土进行液限及塑限测试时，宜采用现行国家标准《土工试验方法标准》（GB/T 50123）所规定的液、塑限联合测定法。

9.2.3 污染土的渗透试验应符合下列规定：

- 1 试验所用的主要仪器设备、试样制备、试验步骤应采用现行国家标准《土工试验方法标准》（GB/T 50123）的相关规定；
- 2 应采用污染场地取样处地下水或相近性质的水作为渗透溶液；
- 3 渗透过程中应收集并测定渗出液的体积、pH值、电导率和污染物浓度。

9.2.4 污染场地岩土工程勘察中室内渗透试验的试验终止条件应符合下列规定：

- 1 连续4次所测定的渗透渗入量与渗出量的比值应达到0.75~1.25之间；
- 2 初步获取渗透系数大于10-10m/s时，至少连续4次所测定渗透系数的变化幅度应小于25%；初步获取渗透系数小于等于10-10m/s时，至少连续4次所测定渗透系数的变化幅度应小于50%；渗透系数随试验时间应无明显单调升高或降低趋势；
- 3 测定渗入液与渗出液pH值、电导率及污染物浓度之间的相对误差小于10%，且渗出液pH值、电导率及污染物浓度随试验时间应无明显单调升高或降低趋势；
- 4 累积渗出液体积与试样孔隙体积的比值不宜小于2.0。

9.3 土和水的环境质量分析试验

9.3.1 污染场地土和水的环境质量检测指标应根据场地类型、详细勘察、原位试验结果等综合确定，并宜选择场地污染源区域内超出现行国家标准《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600）、《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618）、《地下水质量标准》（GB/T 14848）、《地表水环境质量标准》（GB 3838）所规定限制的重金属、挥发性有机物、半挥发性有机物、持久性有机污染物等特征污染物。

9.3.2 污染场地土的环境质量检测指标的分析方法应符合现行国家标准《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600）及《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618）的相关规定；

9.3.3 地下水的环境质量检测指标的分析方法应符合现行国家标准《地下水质量标准》（GB/T 14848）的相关规定；

9.3.4 地表水的环境质量检测指标的分析方法应符合现行国家标准《地表水环境质量标准》（GB 3838）的相关规定。

9.4 污染场地固体废物鉴别

9.4.1 污染场地中固体废物与非固体废物的鉴别应依次根据《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》、现行国家标准《固体废物鉴别标准通则》（GB 34330）的相关规定进行判断。

9.4.2 凡列入《国家危险废物名录》的固体废物，属于危险废物，不需要进行危险特性鉴别。

9.4.3 对未列入《国家危险废物名录》的固体废物，应向具有危险废物鉴别资质的机构送检，进行危险废物鉴别。

9.5 污染场地土浸出毒性试验

9.5.1 土样的污染物浸出指标检测项目应结合场地类型与潜在污染物种类，同时考虑污染物的迁移转化，判断样品的检测分析项目；对于不能确定的项目，可选取潜在典型污染样品进行筛选分析。

9.5.2 一般工业污染场地可选择的检测项目宜包括：pH 值、重金属（三价铬、六价铬、铜、锌、镍、镉、铅、砷、汞、锑、钼、银、铊、硒）、总石油烃、挥发性有机物、半挥发性有机物、氰化物和石棉。

9.5.3 污染土的批处理浸出试验结果可作为判断污染羽的时空分布特征、场地修复设计的重要参考依据，试验方法和样品数量应按照应符合现行行业标准《固体废物浸出毒性浸出方法硫酸硝酸法》（HJ/T 299）。针对特殊要求，可按照如下方法进行浸出毒性试验：

- 1 考虑环境pH影响，可按照本标准附录G测定；
- 2 考虑长期浸出累积效应，可按照本标准附录H测定。

9.5.4 原状样或扰动样的扩散系数应采用污染物的一维半动态浸出试验方法确定，试验方法可按照本标准附录 I 测定。

9.6 污染场地土和水的腐蚀性试验

9.6.1 根据污染场地污染分布空间差异，每个污染场地土和水腐蚀性试验应分别不少于 5 组。

9.6.2 污染场地土和水的腐蚀性评价的测试项目应根据场地污染源、场地既有地下构筑物及场地用途确定，并应符合下列规定：

- 1 污染场地土对混凝土结构腐蚀性的测试项目包括：pH值、重金属、硫酸盐（以 SO_4^{2-} 计）、氯化物（以 Cl^- 计）、阴离子表面活性剂、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、碳酸盐（以 CO_3^{2-} 计）及碳酸氢盐（以 HCO_3^- 计）；
- 2 污染场地土对钢结构腐蚀性的测试项目包括：pH值、氧化还原电位、极化电流密度、电阻率、质量损失；
- 3 污染场地水对混凝土结构和钢结构腐蚀性的测试项目包括：pH值、重金属、硫酸盐（以 SO_4^{2-} 计）、氯化物（以 Cl^- 计）、阴离子表面活性剂、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、碳酸盐（以 CO_3^{2-} 计）、碳酸氢盐（以 HCO_3^- 计）、腐蚀性 CO_2 、游离 CO_2 、铵盐（以 NH_4^+ 计）、苛性碱含量（以 NaOH 、 KOH 中 OH^- 含量之和计）、总矿化度、电阻率。

9.6.3 腐蚀性测试项目的试验方法按照 9.3.2 的相关规定，并应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》（GB 50021）的相关规定。

9.7 污染场地气样化学分析试验

9.7.1 污染场地气样化学分析试验的污染物种类应根据详细勘察、原位试验结果，结合恶臭、化学品味道、刺激性气味、异常气味的现场辨识综合确定。

9.7.2 污染场地气样的污染物浓度的测定方法应按照表 9.7.2 所列现行国家环境保护标准进行。

表 9.7.2 气样化学分析试验方法

气相污染物	测定方法	现行标准
总烃、甲烷和非甲烷总烃	直接进样-气相色谱法	HJ 604
苯可溶物	索氏提取-重量法	HJ 690
氮氧化物	非分散红外吸收法	HJ 692
氮氧化物	定电位电解法	HJ 693

气相挥发性有机物	气相色谱-质谱法	HJ 734
硝基苯类化合物	气相色谱法	HJ 738
硝基苯类化合物	气相色谱-质谱法	HJ 739
有机氯农药	气相色谱-质谱法	HJ 900
有机氯农药	气相色谱法	HJ 901
多氯联苯	气相色谱-质谱法	HJ 902
多氯联苯	气相色谱法	HJ 903
多氯联苯混合物	气相色谱法	HJ 904

10 场地氡气调查评价

10.1 一般规定

10.1.1 场地氡气调查评价采用场地土中氡浓度作为控制指标。

10.1.2 氡气调查评价包括工程所在区域氡浓度调查和工程场地土中氡浓度调查。

10.1.3 工程所在区域土中氡浓度调查，以收集资料分析为主。

10.1.4 对已开展土中氡气调查的区域，当氡浓度测定结果平均值不大于 10000Bq/m^3 ，且工程场地所在地点不存在地质断裂构造时，可不再进行土中氡浓度测定；其他情况均应进行工程场地土中氡浓度测定。

10.1.5 工程场地土中氡浓度测试区域范围应覆盖工程红线范围内。

10.2 调查方法

10.2.1 场地土中氡浓度测定方法应符合本标准附录 J 的规定。

10.2.2 场地氡气调查方法以土中氡浓度测定为主。对于地下水位较浅或多石等不宜采用土中氡浓度测定的场地，可采用土壤表面氡析出率测定。土中氡浓度及土表面氡析出率的测定方法，应符合本标准附录 J 的规定。

10.2.3 现场调查前应开展以下工作：

- 1 应采用网格布点法布置调查取样点，对于区域氡浓度大于 10000Bq/m^3 且位于地质断裂构造附近的场地，宜适当增加调查取样点；
- 2 检查表层土壤均质性，不得存在杂草、碎石等异物；
- 3 测定场地的温度、相对湿度，并应对测量设备进行必要的校准与调试。调查工作的温度范围应为 $-10^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ ；相对湿度不应大于 90%。

10.3 场地土壤氡气评价

10.3.1 场地土壤氡气评价应符合现行国家标准《民用建筑工程室内环境污染控制规范》（GB 50325）的相关规定，应满足下列要求：

- 1 当土壤氡浓度不大于 20000Bq/m^3 时，可不采取防氡工程措施。
- 2 当土壤氡浓度测定结果大于 20000Bq/m^3 ，且小于 30000Bq/m^3 时，应采取建筑物底层地面抗开裂措施。

3 当土壤氡浓度测定结果大于或等于 30000Bq/m^3 ，且小于 50000Bq/m^3 时，除采取建筑物底层地面抗开裂措施外，还必须按现行国家标准《地下工程防水技术规范》（GB 50108）中的一级防水要求，对基础进行处理。

4 当土壤氡浓度大于或等于 50000Bq/m^3 时，应采取建筑物综合防氡措施。

10.3.2 当复杂环境污染场地土壤中氡浓度大于或等于 50000Bq/m^3 ，或土壤表面氡析出率大于或等于 $0.3\text{Bq/m}^2\cdot\text{s}$ 时，应同时进行场地土壤中的镭-226、钍-232、钾-40 比活度测定。

10.3.3 当内照射指数（ I_{Ra} ）大于 1.0 或外照射指数（ I_{γ} ）大于 1.3 时，工程场地土壤不得作为工程回填土使用。

10.4 场地土壤氡调查报告

10.4.1 场地土壤氡调查报告的主要内容应包括：

- 1 工程概况、场地工程地质条件；
- 2 测点布置说明及测点分布图；
- 3 测量仪器、方法介绍；
- 4 测量过程描述；
- 5 测量结果，包括原始数据、平均值、标准偏差等；
- 6 评价结论和建议。

10.4.2 成果报告应包括下列图表：

- 1 调查点平面布置图；
- 2 现场测试成果图表；
- 3 场地土壤氡浓度等值线图。

11 污染场地勘察成果报告

11.1 一般规定

11.1.1 污染场地岩土工程勘察报告应在整理、检查和分析原始资料的基础上，对污染场地进行环境评价和岩土工程评价。

11.1.2 污染场地岩土工程勘察报告宜对场地风险管控、修复方法和场地安全再利用提出建议。

11.1.3 污染场地岩土工程勘察报告应资料完整、数据准确、图表清晰、分析评价合理、结论正确。

11.1.4 勘察报告编制应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》（GB 50021）及江苏省工程建设标准《岩土工程勘察规范》（DGJ32/TJ 208）的相关规定。

11.1.5 勘察报告中使用的术语、符号、计量单位等均应符合国家有关标准的规定。

11.2 污染场地评价

11.2.1 污染场地环境评价应结合场地用地类型、环境质量标准和安全再利用要求进行。

11.2.2 污染场地环境评价内容应包括：污染物类型、污染空间分布、污染程度、污染运移路径及趋势、场地固体废物鉴别、浸出毒性特征等，必要时可根据现行国家环境保护标准《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ 25.3），进行污染场地风险的专门评价。

11.2.3 污染场地岩土工程评价应包括污染对岩土体工程性质的影响、污染对工程建设的影响等，并符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》（GB 50021）及江苏省工程建设标准《岩土工程勘察规范》（DGJ32/TJ 208）的相关规定。

11.2.4 污染场地土和水的腐蚀性评价及分级应符合现行江苏省工程建设标准《岩土工程勘察规范》（DGJ32/TJ 208）的相关规定。

11.2.5 污染场地评价应结合污染分布和程度、场地安全再开发利用要求，对风险管控和场地修复的必要性给出明确结论。

11.2.6 对需要风险管控和修复工作的场地宜提出风险管控和修复方法建议和设计主要参数。

11.3 成果报告

11.3.1 污染场地岩土工程勘察报告宜包括下列内容：

- 1 项目概况；
- 2 勘察目的、任务和要求、依据的技术标准；
- 3 勘察方案、工作量、勘察方法和程序；
- 4 场地地形、地貌、水文、气象概况；
- 5 场地利用与污染历史；
- 6 场地地层、岩土性质及分布、岩土物理力学性质；
- 7 地下水埋藏、分布、水位与渗流场特征，水文地质参数；
- 8 场地污染源特征；场地土壤与地下水中污染物类型、浓度及空间分布；污染物运移路径、运移规律；
- 9 污染场地环境评价和岩土工程评价：场地土体和地下水污染状况评价，可能影响风险管控与修复设计、工程施工的环境岩土问题预测分析与预防建议。

11.3.2 成果报告宜包括下列图表：

- 1 勘探点平面布置图；
- 2 污染源分布图；
- 3 钻孔柱状图；
- 4 工程地质剖面图；
- 5 水文地质剖面图；
- 6 地下水流场图；
- 7 土体与地下水中污染物分布图；
- 8 监测井结构图；
- 9 现场原位试验成果图表；
- 10 室内试验成果图表；
- 11 风险管控和修复方法建议参数表。

附录 A 常见工业污染场地潜在特征污染物一览表

A.0.1 常见工业污染场地类型及潜在特征污染物可参考表 A.0.1。实际调查过程中应根据具体情况确定。

表1 表 A.0.1 常见工业污染场地类型及潜在特征污染物

行业分类	场地类型	潜在特征污染物类型
制造业	化学原料及化学品制造	挥发性有机物、半挥发性有机物、重金属、持久性有机污染物、农药
	电气机械及器材制造	重金属、有机氯溶剂、持久性有机污染物
	纺织印染业	重金属、氯代有机物
	造纸及纸制品	重金属、氯代有机物
	金属制品业	重金属、氯代有机物
	金属冶炼及延压加工	重金属、硫化物、石油烃、氰化物
	机械制造	重金属、石油烃
	塑料和橡胶制品	半挥发性有机物、挥发性有机物、重金属
	石油加工	挥发性有机物、半挥发性有机物、重金属、石油烃、硫化物
	炼焦厂	挥发性有机物、半挥发性有机物、重金属、氰化物
	交通运输设备制造	重金属、石油烃、持久性有机污染物
	皮革、皮毛制造	重金属、挥发性有机物
	废弃资源和废旧材料回收加工	持久性有机污染物、半挥发性有机物、重金属、农药
采矿业	煤炭开采和洗选业	重金属
	黑色金属和有色金属矿采选业	重金属、氰化物
	非金属矿物采选业	重金属、氰化物、石棉
	石油和天然气开采业	石油烃、挥发性有机物、半挥发性有机物
电力燃气及水的生产和供应	火力发电	重金属、持久性有机污染物
	电力供应	持久性有机污染物
	燃气生产和供应	半挥发性有机物、半挥发性有机物、重金属
水利、环境和公共设施管理业	水污染治理	持久性有机污染物、半挥发性有机物、重金属、农药
	危险废物的治理	持久性有机污染物、半挥发性有机物、重金属、挥发性有机物
	加油站	重金属、石油烃
	其它环境治理（工业固废、尾矿治理）	持久性有机污染物、半挥发性有机物、重金属、挥发性有机物
其它	研究，开发和测试设施	半挥发性有机物、重金属、挥发性有机物
	干洗店	挥发性有机物、有机氯溶剂
	交通运输工具维修	重金属、石油烃

附录 B 污染场地勘探记录表格
B.0.1 勘探记录参照表 B.0.1 执行。

表 B.0.1 勘探记录表格

工程编号														
钻孔编号		孔口标高			工程地点		钻机型号		地下水类型	水位埋深及量测时间				
												初见	m	
													稳定	m
钻孔口径		mm	终孔	mm	终孔深度	m		施工日期	自	至				
回次	进尺(m)		地层名称		地层描述				岩芯采取率(%)	试样及原位测试			钻进过程情况记载	
	自	至								编号	深度	类型		测试数据
颜色			气味	状态或密度	湿度	成分及其他	钻头	套管	自				至	
钻机机长		记录员				检查人				第	页	共	页	

附录 C 样品保存方法

C.0.1 土样的保存条件和保存时间可按表 C.0.1 执行。

C.0.1 土样的保存条件和保存时间

测试项目	容器	温度(°C)	取样量(g)	保存时间(d)	备注
金属 (汞和六价铬除外)	G、P	4	250	180	避光保存
汞	G、P	4	250	28	避光保存
砷	G、P	4	250	180	避光保存
六价铬	G、P	4	250	1	避光保存
氰化物	G、P	4	250	2	避光保存
挥发性有机物	G (棕色)	4	120	7	避光保存, 装满装实并用聚四氟乙烯薄膜密封瓶盖密封
半挥发性有机物	G (棕色)	4	250	14	避光保存, 装满装实并用聚四氟乙烯瓶盖密封
总石油烃 (C6~9)	G (棕色)	4	120	14	避光保存, 装满装实并用聚四氟乙烯薄膜密封瓶盖密封
总石油烃 (C10~36)	G (棕色)	4	250	14	避光保存, 装满装实并用琥珀密封瓶盖密封
难挥发性有机物	G (棕色)	4	250	14	避光保存, 装满装实并用聚四氟乙烯瓶盖密封

注: G 为硬质玻璃瓶; P 为聚乙烯瓶

C.0.2 水样保存、容器的洗涤和取样体积可按表 C.0.2 执行。

C.0.2 水样保存、容器的洗涤和取样体积

测试项目	容器	保存时间 (d)	取样量 (mL)	容器洗涤	保存要求
铜	P	14	250	III	HNO ₃ , 使 pH < 2, 4 °C 低温避光保存
锌	P	14	250	III	HNO ₃ , 使 pH < 2, 4 °C 低温避光保存
氟化物	P	14	250	I	4 °C 低温避光保存
汞	G、P	14	250	III	HCl, 使 pH < 2, 4 °C 低温避光保存
砷	G、P	14	250	I	H ₂ SO ₄ , pH < 2
硒	G、P	14	250	III	HNO ₃ , 使 pH < 2, 4 °C 低温避光保存
镉	G、P	14	250	III	HNO ₃ , 使 pH < 2, 4 °C 低温避光保存
六价铬	G、P	1	500	III	NaOH, 使 pH = 8~9
铅	G、P	14	250	III	HNO ₃ , 使 pH < 2, 4 °C 低温避光保存
铍	G、P	14	250	III	HNO ₃ , 使 pH < 2, 4 °C 低温避光保存
镍	G、P	14	250	III	HNO ₃ , 使 pH < 2, 4 °C 低温避光保存
锑	G、P	14	250	III	HNO ₃ , 使 pH < 2, 4 °C 低温避光保存
银	G、P	14	250	III	HNO ₃ , 使 pH < 2, 4 °C 低温避光保存
铊	G、P	14	250	III	HNO ₃ , 使 pH < 2, 4 °C 低温避光保存
挥发性有机物	G (棕色)	14	40mL×2	I	0.008%Na ₂ S ₂ O ₃ (对挥发性芳香烃加 HCl 使 pH<2), 装满装实并用聚四氟乙烯薄膜密封瓶盖密封, 4 °C 低温避光保存
半挥发性有机物	G (棕色)	7	1000	I	0.008%Na ₂ S ₂ O ₃ , 装满装实并用聚四氟乙烯瓶盖密封, 4 °C 低温避光保存
总石油烃 (C6~9)	G (棕色)	14	40mL×2	I	HCl, 使 pH < 2, 装满装实并用聚四氟乙烯薄膜密封瓶盖密封,
总石油烃 (C10~36)	G (棕色)	7	1000	I	装满装实并用琥珀密封瓶盖密封, 4 °C 低温避光保存
氰化物	G、P	0.5	250	I	添加少量固体氢氧化钠和固体硝酸镉作为保存剂

注: 1 G为硬质玻璃瓶; P为聚乙烯瓶

2 I、II、III、IV分别表示四种洗涤方法:

I：无磷洗涤剂洗1次，自来水洗3次，蒸馏水洗1次，甲醇清洗1次，阴干或吹干；

II：无磷洗涤剂洗1次，自来水洗2次，1+3HNO₃ 荡洗1次，自来水洗3次，蒸馏水洗1次，甲醇清洗1次，阴干或吹干；

III：无磷洗涤剂洗1次，自来水洗2次，1+3HNO₃ 荡洗1次，自来水洗3次，去离子水洗1次，甲醇清洗1次，阴干或吹干；

IV：铬酸洗液洗1次，自来水洗3次，蒸馏水洗1次，甲醇清洗1次，阴干或吹干。

附录 D 地下水监测井井身结构（结构、记录信息表）

D.0.1 地下水监测井井身结构见图 D.0.1。

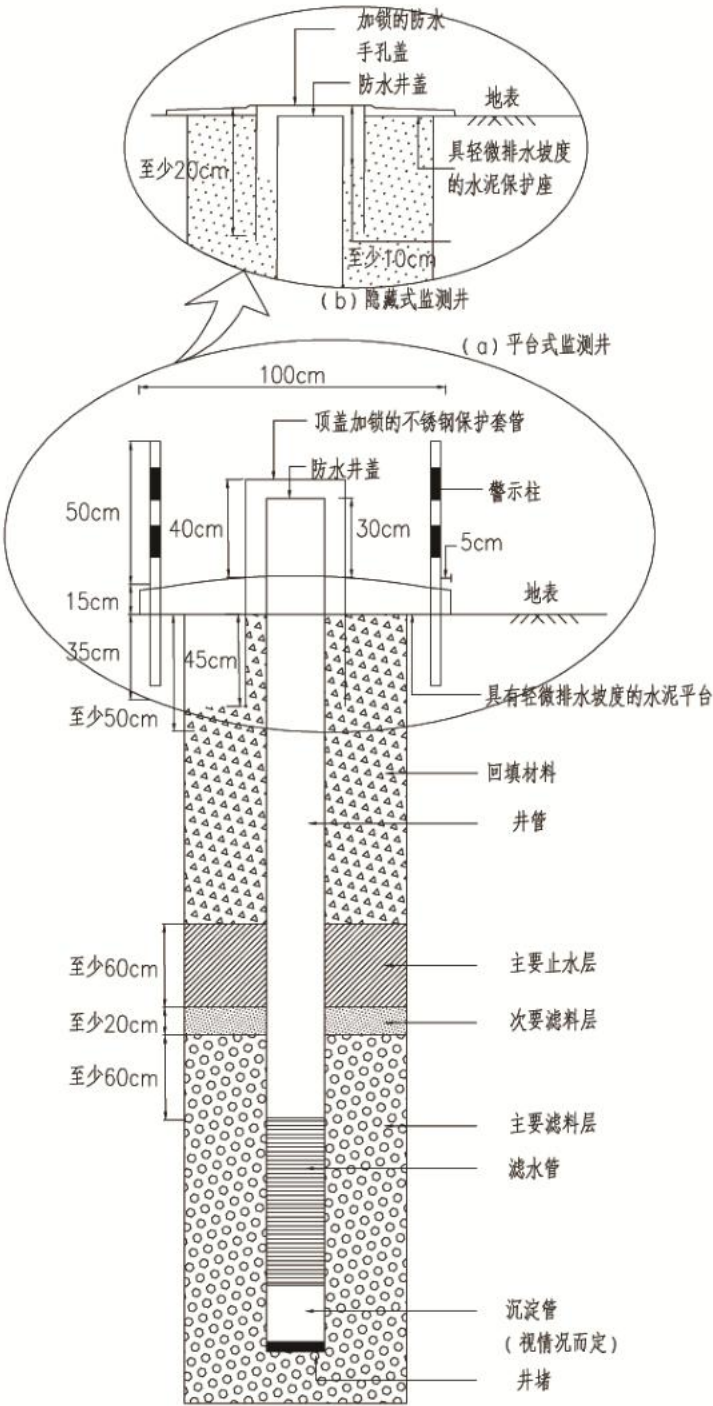


图 D.0.1 地下水监测井井身结构图

注： 1 图未按比例绘制；
2 除带“至少”字样的标注尺寸外，其它尺寸为建议尺寸。

D.0.2 监测井结构信息记录参照表 D.0.2 执行。

表 D.0.2 监测井结构信息表

项目信息	工程编号		工程名称				
	地点		建井日期				
	周边情况						
基本信息	井编号		钻孔编号				
	井顶管标高		井坐标 X_____, Y_____;				
	地下水水位标高						
	实管数量/根	3m	2m	1m	0.5m	0.3m	
监测井结构信息		监测井结构示意图					
井台类型							
A.钻井深度							地表下____至____m
B.井孔直径							_____mm
监测井结构							
C.井壁管总长							_____m
井管型号							
距地表高度							地表上_____m
D.井管直径							_____mm
E.滤水管总长							_____m
滤水管型号							
开筛区间							井顶下____至____m
筛孔尺寸							
F.沉淀管							地表下____至____m
沉淀管型号							
G.井底封							地表下____至____m
井底封材质							
H.主要滤料层							地表下____至____m
滤料类型							
滤料粒径							
均匀系数 C_u							
I.次要滤料层							地表下____至____m
滤料粒径							
J.止水层							地表下____至____m
止水材料类型							
K.回填层	地表下____至____m						
回填材料类型							

(未按比例绘制)

注：井底下一一从管口算起

孔位略图

L.监测井井深	井顶下____至____m	
备注（设置至承压含水层的监测井须另制表补充说明）		
[1]高程系统：		[2]平面坐标系：
施工单位：		施工人员签字

附录 E 水文地质参数测定方法

E.0.1 水文地质参数测定可按表 E.0.1 执行。

表 E.0.1 水文地质参数测定方法

测定方法		测定参数	应用范围
抽水试验	不带观测孔抽水	渗透系数	初步测定含水层的渗透性参数
	带观测孔抽水	渗透系数、影响半径、 给水度/释水系数	较准确测定含水层的各种参数
渗水试验	试坑法	渗透系数	包气带渗透性较强的砂土层
	双环法		包气带渗透性较弱的粉土、 黏性土层
	单环法		包气带渗透性较强的砂土、 卵砾石层
钻孔 注水试验	常水头法	渗透系数	渗透性较强的砂土、卵砾石层
	变水头法	渗透系数	渗透性较弱的粉土、黏性土层
室内 渗透试验	常水头试验	渗透系数	砂土、碎石土
	变水头试验	渗透系数	粉土、黏性土
CPTU 原位测试方法		渗透系数	粉土、黏性土
弥散试验		弥散系数	示踪剂类型包括食盐示踪剂、放射性同位素及染色剂等

附录 F 基于孔压静力触探(CPTU)的场地土层渗透系数测试方法

F.0 准备工作

F.0.1 孔压静力触探测试前的情况调查、资料收集应包括下列内容：

- 1 工程类型、测试孔位分布和孔深要求；
- 2 测试作业区地形、交通和供电情况；
- 3 场地地层概况及勘探资料；
- 4 作业区及附近地下管线、人防工程等情况；
- 5 作业区范围内高压电线、强磁场源等。

F.0.2 测试用电缆应按探杆顺序一次穿杆连接，电缆长度应满足测试要求。

F.0.3 孔压过滤环应采用室内真空抽吸法进行饱和，抽真空时间不得少于 24h。

F.0.4 测试作业前，应检查使用的探头是否符合使用要求规定，并核对探头标定记录，调零试压。

F.0.5 探头在贯入前，应采用注射器对孔压传感器的应变腔注入脱气液体（硅油或甘油）进行饱和。

F.0.6 探头、电缆、数据采集仪和深度编码器的接插与调试，应符合孔压静力触探仪的使用规定。

F.0.7 孔压静力触探主机的安放位置应场地平整。主机就位后，应调平机座并使用水平尺校准，使之与反力装置衔接、锁定；当孔压静力触探主机不能按指定孔位安装时，应记录移动后的孔位和地面高程。

F.1 现场测试

F.1.1 现场测试应同时测试锥尖阻力、侧壁摩阻力、孔隙水压力及贯入深度。

F.1.2 在贯入过程中应采取有效措施保证匀速贯入和探杆的垂直度要求。

F.1.3 贯入操作过程必须匀速，速率应为 (1.2 ± 0.3) m/min，应有保证匀速贯入的控制装置。

F.1.4 在正常贯入过程中不应提拔探杆。

F.1.5 孔压消散试验，应符合下列规定：

- 1 孔压消散试验前，宜查明地下水位情况；
- 2 当贯入到预定深度时，应从探头停止贯入之时起记录不同时刻的孔压值。在测试过程中，不得松动、碰撞及对探杆施加外力。
- 3 孔压消散试验数据的记录时间间隔应符合表F.1.5的规定。

表 F.1.5 孔压消散试验数据记录时间间隔

孔压消散时间阶段 (min)	记录时间间隔 (秒/次)
0 ~ 1	0.5
1 ~ 10	1
10 ~ 100	2
> 100	5

4 当测试场地地下水位未知时,至少应有一个触探孔做到孔压消散达到稳定值为止。

F.1.6 当孔压静力触探孔位附近已有其他勘探孔时,应将触探孔布置在距原勘探孔 1.1m 以外的范围。当需与其他勘探孔结果进行对比试验时,两孔间距不宜大于 2m,并应先进行孔压静力触探,然后进行其他勘探。

F.1.7 软黏土中孔压静力触探测试应做孔压消散试验。孔压消散试验的持续时间不应少于超静孔隙水压力消散达到 50%的时间。

F.1.8 孔压静力触探现场测试遇下列情况之一时,应停止贯入:

- 1 孔压静力触探主机负荷达到其额定荷载的120%;
- 2 贯入时探杆出现明显弯曲;
- 3 贯入时探杆出现明显的倾斜,或者探头偏离铅垂线的角度达到10°;
- 4 反力装置失效;
- 5 探头负荷达到额定荷载;
- 6 记录仪器显示异常。

F.1.9 贯入结束起拔探杆、取回探头,应符合下列规定:

- 1 探头拔出后,探头的侧壁摩擦筒应能进行360°旋转;
- 2 探头拔出地面后,应对探头进行清理;
- 3 探头应避免阳光直射,读取基线读数,并将此次基线读数与初始基线读数进行对比。
- 4 孔压静力触探测试完成后应封孔。

F.1.10 孔压静力触探测试移位时,探头的应变腔必须重新进行饱和,并应更换经饱和的孔压过滤环。

F.2 数据采集

F.2.1 测试数据的采集应采用自动数据采集仪。当采用多功能探头时,数据采集仪应具有相应测试数据采集功能。

F.2.2 测试数据采集前,数据采集仪应先调零。

F.2.3 测试数据采集内容应包括下列内容:

- 1 贯入深度;
- 2 锥尖阻力;
- 3 侧壁摩阻力;

- 4 孔隙水压力;
- 5 孔压消散测试等。

F.2.4 测试数据保存格式宜与数据后处理软件相匹配。

F.3 成果应用

F.3.1 黏性土水平向固结系数可根据孔压消散试验结果，并按下式计算：

$$c_h = \frac{t^* \cdot r^2 \cdot \sqrt{I_r}}{t_{50}} \quad (\text{F.3.1})$$

式中 c_h —— 水平向固结系数 (cm^2/s);

r —— 探头半径, 取值 17.85mm;

I_r —— 刚度指数, $I_r = 1000 \frac{G_0}{S_u}$;

G_0 —— 小应变动剪切模量 (MPa);

S_u —— 不排水抗剪强度 (kPa);

t_{50} —— 超孔压消散达 50% 时对应的时间 (s);

t^* —— 相应于 t_{50} 的时间因数, 取值 0.245。

F.3.2 黏性土水平向渗透系数可根据孔压消散试验结果，并按下式计算：

$$k_h = (251 t_{50})^{-1.25} \quad (\text{F.3.2})$$

式中 k_h —— 水平向渗透系数 (cm/s);

t_{50} —— 超孔压消散达 50% 时对应的时间 (s)。

附录 G 考虑环境 pH 的污染土浸出毒性试验方法

G.0.1 根据风干污染土的含水率、粒度分析，确定试验所需的污染土质量，并将污染土封存于密闭容器，必要时可对污染土进行粉碎、研磨。对潜在有机污染土，不应采用烘干法干燥土样。污染土质量、容器体积、浸出试验的振动时间应根据表 G.0.1 确定，容器不得与污染土中潜在污染物、酸、碱发生化学反应。

表 G.0.1 污染土质量与容器体积

粒径（85%通过率）	干土质量	密闭容器体积	振荡时间
0.3mm	20g	250mL	24h
2.0mm	40g	500mL	48h
5.0mm	80g	1000mL	72h

G.0.2 进行污染土的预滴定试验，按照如下方法进行：

- 1 根据风干污染土含水率，取干土质量为10g的样品；
- 2 按照10g土:100mL（0.1g/mL）的固液比，制备5组土-去离子水混合体，分别进行平行滴定试验；
- 3 分别采用硝酸、氢氧化钾溶液滴定污染土，确定每次滴定所消耗酸量（氢离子浓度）、碱量（氢氧根浓度），并测定滴定后污染土pH，滴定的pH范围宜达到2~13；
- 4 建立污染土pH与滴定酸、碱量的关系，绘制成滴定曲线。

G.0.3 制备标准酸、碱添加物，确定标准添加量，按照如下方法进行：

- 1 制备硝酸溶液，作为标准酸添加物，浓度可取为2mol/L；
- 2 制备氢氧化钾溶液，作为标准碱添加物，浓度可取为2mol/L；
- 3 根据污染土的滴定曲线，确定0.1g/mL的固液比控制要求下污染土目标pH分别为13.0、12.0、10.5、9.0、8.0、7.0、5.5、4.0及2.0时所需添加的酸量及碱量，并计算所对应需要添加的硝酸体积、氢氧化钾体积及去离子水体积，去离子水体积计算中应考虑风干污染土中孔隙水体积。

G.0.4 按照如下步骤进行浸出毒性试验：

- 1 根据污染土粒径，按照表F.0.1确定浸出毒性试验所需污染土的质量及密闭容器体积；
- 2 根据F.0.3计算确定去离子水体积，制备9个相同的污染土-去离子水混合物，贮存于密闭容器；
- 3 根据F.0.3所确定硝酸体积、氢氧化钾体积添加量，向9个污染土-去离子水混合物中分别滴入硝酸或氢氧化钾溶液，作为浸提样品；
- 4 向去离子水中滴入硝酸或氢氧化钾溶液，制备pH为13.0、7.0、2.0状态下的空白对照样品；
- 5 对室温（20±2℃）状态下9个浸提样品、3个空白对照样品进行翻滚振荡，振荡速率应控制为30rpm，振荡时间应根据表F.0.1确定；
- 6 对振荡后浸提样品、空白对照样品静置20分钟，采用离心方法进行固液分离，离心转速可取为4000rpm，离心时间可取为10分钟；
- 7 测定固液分离后浸提液的pH、电导率、氧化还原电位；

8 对浸提液进行进一步过滤处理，测定污染物浓度，测定方法应符合本标准第8.3.3的相关规定。

附录 H 考虑长期浸出累积效应的污染土浸出毒性试验方法

H.0.1 对污染土进行风干处理，测定风干污染土的含水率、级配，必要时可对污染土进行粉碎、研磨，并过 8 目筛（2.36mm）。对潜在有机污染土，不应采用烘干法干燥土样。

H.0.2 试验装置包括：土柱试验腔室、浸提液供给装置、储液罐、收集罐、气泵等，见附图 G，并应符合如下规定：

- 1 土柱试验腔室、储液罐的材料不应与污染土发生化学反应；
- 2 土柱试验腔室，应为圆柱形、顶底两端可密封腔室，直径应大于 20 倍的污染土最大粒径；
- 3 浸提液供给装置可采用流量可控的蠕动泵或注射泵；
- 4 当污染土受到浸提液中溶解氧影响时，可向浸提液中通入氮气以置换氧；
- 5 当需要碱性或其他空气敏感类型的浸提液时，可在浸出液收集前用氮气对收集罐进行净化。

H.0.3 土柱试验腔室装样应符合以下规定：

- 1 根据场地工程地质条件，设计污染土干密度，将污染土分层填筑入，污染土干土质量不宜小于 300g，分层次数宜为 5 次，在土柱试验腔室顶底两端预留长度为 1cm 空间，并测定填入污染土质量；
- 2 在顶底两端预留空间依次放入滤纸、透水石，透水石可由清洁石英砂代替；
- 3 污染土、顶底两端透水石应完全填充土柱试验腔室；
- 4 对污染土试样进行饱和，饱和操作应符合现行国家标准《土工试验方法标准》（GB/T 50123）的相关规定；
- 5 根据污染土试样干密度、土柱试验腔室体积，计算饱和污染土试样中孔隙水总体积，确定土柱试样腔室中的初始液固比 L/S ；
- 6 土柱试样腔室底部浸提液流入端依次与浸提液供给装置、储液罐、气泵连接，顶部浸出液流出端与收集罐连接，并应排除管路中气体。

H.0.4 浸提液可采用浓度为 1mmol/L 的氯化钙溶液；必要时，可根据场地地下水环境确定合适的浸提液。

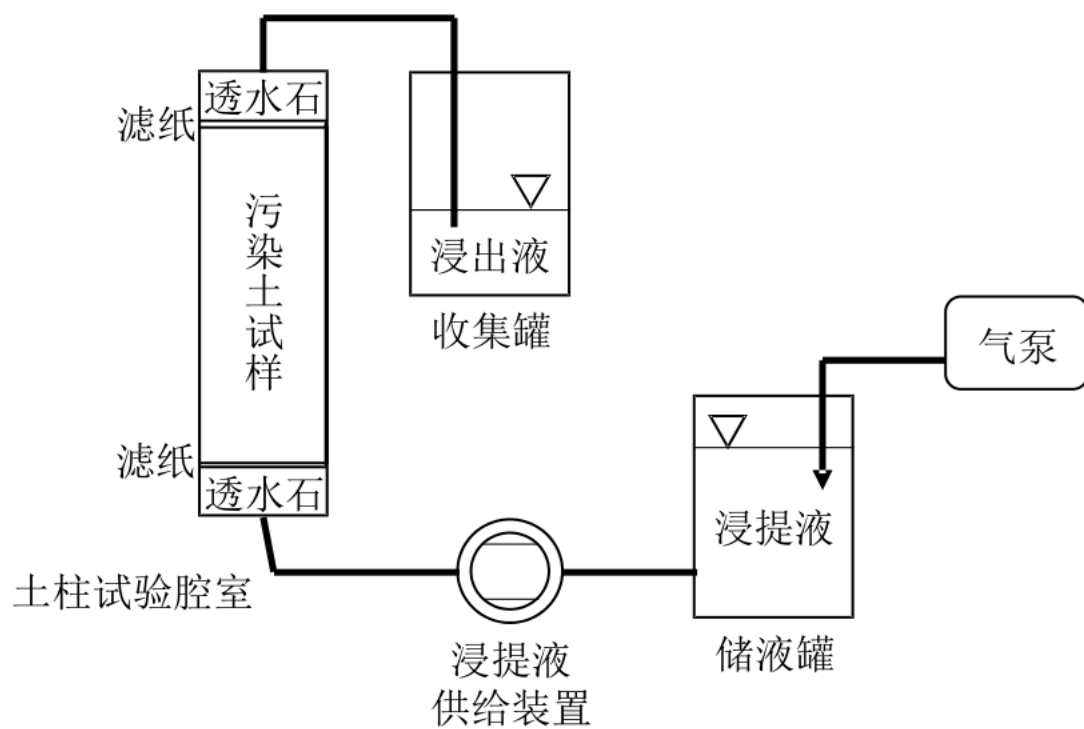
H.0.5 浸提液供给装置的浸提液流量应根据浸出液流量进行调节，浸出液的每日流量宜取为 0.5~1.0 倍的液固比 L/S ，即每日所收集的浸出液体积宜达到孔隙水总体积的 0.5~1.0 倍。

H.0.6 持续进行浸出毒性试验，每当浸出液体积达到孔隙水总体积，应对其进行化学分析，测定内容包括潜在污染物浓度、pH、电导率、氧化还原电位等。

H.0.7 当累积的浸出液体积达到 10 倍的孔隙水总体积，可判定浸出毒性试验达到终止条件。

H.0.8 浸出毒性试验结果整理应符合以下规定：

- 1 建立浸出液中累积污染物浸出浓度与累积液固比的关系；
- 2 建立单位质量污染土中累积污染物浸出量与累积液固比的关系。



附图 H 考虑长期浸出累积效应的污染土浸出毒性试验装置示意图

附录 J 污染土的一维半动态浸出试验方法

J.0.1 对污染土进行风干处理,测定风干污染土的含水率、级配、土中污染物含量,必要时可对污染土进行粉碎、研磨。对潜在有机污染土,不应采用烘干法干燥土样。

J.0.2 浸出试验的工具包括:单侧敞口的圆柱形模具、浸出容器,并应符合以下规定:

- 1 单面敞口圆柱形模具材质不应与污染土、浸提液发生化学反应,直径可取5cm,高度不宜小于5cm;
- 2 浸出容器宜采用透明玻璃容器,并确保盛放模具,且浸出容器与模具间距宜小于5mm;
- 3 模具上部应预留足够空间用于倒入浸提液,浸提液液面距污染土接触面的高度应大于5cm。

J.0.3 一维半动态浸出试验装样应符合以下规定:

- 1 污染土填入单面敞口圆柱形模具前应在模具内壁均匀地涂一层硅脂;
- 2 根据场地工程地质条件,设计污染土干密度,将污染土分层填入,并确保填入污染土与模具内壁紧贴。

J.0.4 浸提液化学性质应根据污染场地地下水性质、降雨 pH 等综合确定。

J.0.5 浸提液体积与污染土接触面面积之比应控制为 $9 \pm 1 \text{ mL/cm}^2$ 。

J.0.6 污染土的一维半动态浸出试验的试验周期为 63d,测定 9 次浸提液化学性质,宜取三个平行样,并按照如下方法进行:

- 1 将浸提液按设计体积分别注入若干个浸出容器,并缓慢将装样后的模具缓慢垂直放入第一个浸出容器,并密封浸出容器;
- 2 保持静置状态放置2h;
- 3 从第一个浸出容器中取出装样后的模具,迅速擦拭模具外侧、底部浸出液,并将其缓慢垂直放入第二个盛有浸提液的浸出容器,并密封浸出容器;
- 4 测定第一个浸出容器中浸提液的污染物浓度、pH、电导率、氧化还原电位;
- 5 依次按23h、23h、5d、7d、14d、14d、7d、14d的静置时间间隔重复2~4,记录静置时间间隔、累积静置时间内浸提液的污染物浓度、pH、电导率、氧化还原电位。

J.0.7 污染土中污染物扩散系数按如下方法确定:

- 1 计算某一静置时间间隔内单位面积上污染物的浸出质量 M_i :

$$M_i = \frac{c_i \times V_i}{A} \quad (\text{J.0.7.1})$$

式中 M_i —第 i 次浸提时间间隔内单位面积上污染物的浸出质量 (mg/m^2);

c_i —为第 i 次浸提时间间隔内浸提液中污染物浓度 (mg/L);

V_i —为浸提液体积 (L);

A —为浸提液与污染土接触面面积 (m^2);

- 2 计算试验中单位面积潜在污染物累积浸出质量 M_t :

$$M_t = \sum_{i=1}^9 M_i \quad (\text{J.0.7.2})$$

3 双对数坐标下绘制横坐标为浸提时间对数 $\log t$ 、纵坐标为 $\log M_i$ 关系曲线, 通过最小二乘法线性拟合;

4 拟合直线斜率介于 0.35~0.65 时, 可确定污染土中污染物扩散系数:

$$D_i = \pi \left[\frac{M_i}{2\rho_d Q_0 (\sqrt{t_i} - \sqrt{t_{i-1}})} \right]^2 \quad (\text{J.0.7.3})$$

式中 D_i —第 i 次浸提时间间隔内污染土中潜在污染物扩散系数 (m^2/s);

ρ_d —污染土干密度 (kg/m^3);

Q_0 —试验前污染土中污染物含量 (mg/kg);

t_i —第 i 次浸提过程结束的累积试验时间 (s);

t_{i-1} —第 $i-1$ 次浸提过程结束的累积试验时间 (s)。

J.0.8 根据本标准 J.0.7 所确定拟合直线斜率小于 0.35 时, 污染物自污染土中浸出机理为表面侵蚀; 拟合直线斜率大于 0.65 时, 污染物自污染土中浸出机理为溶解; 此时, 不得通过本标准公式 J.0.7.3 计算污染土中污染物扩散系数。

附录 K 土壤中氡浓度及土壤表面氡析出率测定

K.1 土壤中氡浓度测定

K.1.1 土壤中氡气的浓度可采用电离室法、静电收集法、闪烁瓶法、金硅面垒型探测器等方法进行测量。

K.1.2 测试仪器性能指标包括:

工作温度为: -10°C 到 40°C 之间;

相对湿度不大于 90%;

不确定度不大于 20%;

探测下限不大于 400Bq/m^3 。

K.1.3 测量区域范围应与工程地质勘察范围相同。

K.1.4 在工程地质勘察范围内布点时, 应以间距 10m 作网格, 各网格点即为测试点, 当遇较大石块时, 可偏离 $\pm 2\text{m}$, 但布点数不应少于 16 个。布点位置应覆盖基础工程范围。

K.1.5 在每个测试点, 应采用专用钢钎打孔。孔的直径宜为 20mm~40mm, 孔的深度宜为 500mm~800mm。

K.1.6 成孔后, 应使用头部有气孔的特制的取样器, 插入打好的孔中, 取样器在靠近地表处应进行密闭, 避免大气渗入孔中, 然后进行抽气。宜根据抽气阻力大小抽气 3 次~5 次。

K.1.7 所采集土壤间隙中的空气样品, 宜采用静电扩散法、电离室法或闪烁瓶法、高压收集金硅面垒型探测器测量等方法测定现场土壤氡浓度。

K.1.8 取样测试时间宜在 8:00~18:00 之间, 现场取样测试工作不应在雨天进行, 如遇雨天, 应在雨后 24h 后进行。

K.1.9 现场测试应有记录, 记录内容应包括: 测试点布置图, 成孔点土壤类别, 现场地表状况描述, 测试前 24h 以内工程地点的气象状况等。

K.1.10 地表土壤氡浓度测试报告的内容应包括取样测试过程描述、测试方法、土壤氡浓度测试结果等。

K.2 土壤表面氡析出率测定

K.2.1 土壤表面氡析出率测量所需仪器设备应包括取样设备、测量设备。取样设备的形状应为盆状, 工作原理分为被动收集型和主动抽气采集型两种。现场测量设备应满足以下工作条件要求:

- 1 工作温度范围为: -10°C ~ 40°C ;
- 2 相对湿度不大于 90%;
- 3 不确定度不大于 20%;
- 4 探测下限不大于 $0.01\text{Bq/m}^2\cdot\text{s}$ 。

K.2.2 测量步骤应符合下列规定:

1 按照“K.1 土壤中氡浓度测定”的要求, 首先在建筑场地按 $20\text{m} \times 20\text{m}$ 网格布点, 网格点交叉处进行土壤氡析出率测量。

2 测量时，须清扫取样点地面，去除腐殖质、杂草及石块，把取样器扣在平整后的地面上，并用泥土对取样器周围进行密封，防止漏气，准备就绪后，开始测量并开始计时（t）。

3 土壤表面氡析出率测量过程中，应注意控制下列几个环节：

1) 使用聚集罩时，罩口与介质表面的接缝处应当封堵，避免罩内氡向外扩散（一般情况下，可在罩沿周边培一圈泥土，即可满足要求）。对于从罩内抽取空气测量的仪器类型来说，必须更加注意。

2) 被测介质表面应平整，保证各个测量点过程中罩内空间的体积不出现明显变化。

3) 测量的聚集时间等参数应与仪器测量灵敏度相适应，以保证足够的测量准确度。

4) 测量应在无风或微风条件下进行。

K.2.3 被测地面的氡析出率应按下式进行计算：

$$R = \frac{N_t}{V \cdot T} \cdot S \quad (\text{K.2.3})$$

式中：R——土壤表面氡析出率（Bq/m²·s）；

N_t ——t时刻测得的罩内氡浓度（Bq/m³）；

S——聚集罩所罩住的介质表面的面积（m²）；

V——聚集罩所罩住的罩内容积（m³）；

T——测量经历的时间（s）。