

DB42

湖北省地方标准

DB42/T 2155—2023

污染场地工程勘察技术规程

Technical code of practice for engineering investigation of
contaminated sites

2023 - 12 - 23 发布

2024 - 04 - 23 实施

湖北省住房和城乡建设厅
湖北省市场监督管理局

联合发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 基本要求 4

 4.1 一般规定 4

 4.2 初步勘察 4

 4.3 详细勘察 6

5 调查与测绘 6

 5.1 一般规定 6

 5.2 调查 7

 5.3 测绘 7

6 勘探和采样 8

 6.1 一般规定 8

 6.2 勘探 8

 6.3 采样 8

7 监测 10

 7.1 一般规定 10

 7.2 地下水监测井布置 10

 7.3 监测井构造与施工 10

 7.4 监测项目 11

8 现场测试 11

 8.1 一般规定 11

 8.2 现场快速测试 12

 8.3 水文地质参数测试 12

 8.4 电阻率静力触探测试 13

 8.5 工程物探测试 13

9 室内分析与试验 13

 9.1 一般规定 14

 9.2 物理力学性质试验 14

 9.3 岩土和水的环境质量分析试验 14

 9.4 岩土和水的腐蚀性评价试验 15

 9.5 固体废物属性鉴别 15

 9.6 污染岩土特殊浸出特性 15

9.7 气样化学分析试验	16
10 分析与评价	16
10.1 一般规定	16
10.2 分析与评价内容	16
10.3 岩土工程参数	17
11 成果报告	18
11.1 一般规定	18
11.2 成果报告基本内容	18
附录 A（规范性） 环境水文地质条件复杂程度分级	19
附录 B（资料性） 水文地质参数测定方法	20
附录 C（资料性） 勘探记录表	21
附录 D（规范性） 样品保存方法	22
附录 E（资料性） 地下水监测井井身结构设计示意图	22
附录 F（规范性） 监测井构造记录表信息表	26
附录 G（规范性） 孔压静力触探（CPTU）渗透系数测试方法	27
附录 H（规范性） 基于目标 pH 的污染土浸出毒性平行批处理试验方法	30
附录 I（规范性） 污染土浸出毒性的土柱试验方法	33
附录 J（规范性） 污染土浸出毒性的一维半动态水槽试验方法	36

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由湖北省住房和城乡建设厅提出并归口。

本文件起草单位：中冶武勘工程技术有限公司、中国地质大学（武汉）、水利部长江勘测技术研究所、湖北省地质环境总站、武汉市勘察设计有限公司、中南勘察设计院集团有限公司、湖北建审工程咨询有限公司、中国科学院武汉岩土力学研究所、襄阳地质工程勘察院有限责任公司、中冶南方都市环保工程技术股份有限公司、武汉地质工程勘察院有限公司、华中科技大学、湖北道泽勘测设计院有限公司。

本文件主要起草人：丁洪元、王辉、罗泽娇、包雄斌、徐贵来、官善友、伍昕、栾约生、叶长松、罗红明、李凌、赵颖、李云、谢昭宇、庞设典、李梦云、蒲诃夫、刘笑言、廖媛、宋自新、刘宏瑞、黄佳、晏玲。

本文件实施应用中的疑问，可咨询湖北省住房和城乡建设厅，联系电话：027-68873088，邮箱：mail.hbszjt.net.cn；对本文件的有关修改意见建议请反馈至中冶武勘工程技术有限公司，联系电话：027-86850178，邮箱：34557068@qq.com。

污染场地工程勘察技术规程

1 范围

本文件规定了污染场地勘察过程中调查与测绘、勘探和采样、监测、现场测试、室内分析与试验、分析与评价、成果报告的要求。

本文件适用于湖北省建设工程中除放射性和致病性生物污染以外的污染场地岩土工程勘察。

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 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 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/T 50123 土工试验方法标准
- GB 55017 工程勘察通用规范
- CJ/T 313 生活垃圾采样和分析方法
- 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 25.3 建设用地土壤污染风险评估技术导则
- HJ 25.5 污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则（试行）
- HJ 91.1 污水监测技术规范
- 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 194 环境空气质量手工监测技术规范
- HJ 298 危险废物鉴别技术规范
- HJ/T 300 固体废物 浸出毒性浸出方法 醋酸缓冲溶液法
- HJ 493 水质 样品的保存和管理技术规定
- HJ 604 环境空气 总烃、甲烷和非甲烷总烃的测定 直接进样-气相色谱法
- HJ 610 环境影响评价技术导则 地下水环境
- HJ 690 固定污染源废气 苯可溶物的测定 索氏提取-重量法
- HJ 692 固定污染源废气 氮氧化物的测定 非分散红外吸收法
- HJ 693 固定污染源废气 氮氧化物的测定 定电位电解法
- HJ 734 固定污染源废气 挥发性有机物的测定 固相吸附-热脱附 / 气相色谱-质谱法

HJ 738 环境空气 硝基苯类化合物的测定 气相色谱法
HJ 739 环境空气 硝基苯类化合物的测定 气相色谱-质谱法
HJ 900 环境空气 有机氯农药的测定 气相色谱-质谱法
HJ 901 环境空气 有机氯农药的测定 气相色谱法
HJ 902 环境空气 多氯联苯的测定 气相色谱-质谱法
HJ 903 环境空气 多氯联苯的测定 气相色谱法
HJ 904 环境空气 多氯联苯混合物的测定 气相色谱法
SL 320 水利水电工程钻孔抽水试验规程
SL 345 水利水电工程注水试验规程
DB42/T 169 岩土工程勘察规程
DB42/ 242 建筑地基基础技术规范
DB42/T 1833 河道管理范围钻孔封孔技术规程

3 术语和定义

HG/T 20717、GB 36600、GB 34330、GB 18597界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

污染场地岩土工程勘察 geotechnical investigation of contaminated site

针对污染场地，采用岩土工程勘察综合技术与方法，查明并分析评价污染场地的工程地质与水文地质条件、场地的环境污染历史、现状及发展趋势，编制岩土工程勘察文件的工程活动。

3.2

污染土 contaminated soil

由于致污物质的侵入，使岩土的成分、结构和性质发生了显著变异的岩土。

注：污染岩土的定名在原分类名称前冠以“污染”二字，如“污染粉质黏土”。

3.3

污染源 contamination source

造成场地环境污染的污染物发生源。

注：污染源包括向环境排放或对环境产生有害影响的场所（厂矿）、设备、装置等。

3.4

污染场地调查 contaminated site survey

采用系统的调查方法，确定场地是否被污染及污染程度和范围的过程。

[来源：HG/T 20717-2019, 2.0.2]

3.5

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。

注：包括场地一定深度范围的地层分布及其渗透性，地下水的类型、埋藏、分布，补给、径流和排泄条件，污染源分布及其类型，岩、土和地下水污染类型、污染程度和范围、污染途径等。

[来源：HG/T 20717-2019, 2.0.3]

3.6

监测井 monitoring well

为准确量测地下水或渗滤液水位、测试水质，采集地下水、渗滤液或气体样品，进行水文地质试验而布置的井点。

注：包括地下水、渗滤液和气体监测井以及试验井点。

[来源：HG/T 20717-2019, 2.0.4]

3.7

岩土环境背景值 background value of geotechnical environment

指基于岩土环境背景含量的统计值。

注：通常以岩土环境背景含量的某一分位值表示。岩土环境背景含量是指在一定时间条件下，仅受地球化学过程和非点源输入影响的岩土中元素或化合物的含量。

[来源：HG/T 20717-2019, 2.0.5]

3.8

工程特性指标变化率 percent change in engineering property index

是指污染前后工程特性指标的差值与污染前指标比值的百分数。

3.9

场地岩土污染风险筛选值 contamination risk screening value of the site rock and soil

指特定土地利用方式下，用于初步判断场地是否存在污染而人为制订的一个（批）污染阈值。

注：当场地岩土中污染物含量等于或者低于该值时，对人体健康的风险可以忽略；超过该值时，对人体健康可能存在风险，应当开展进一步的详细调查和风险评估，确定具体污染范围和风险水平。

[来源：GB 36600-2018, 3.4, 有修改]

3.10

污染场地风险评估 risk assessment of contaminated site

在场地岩土工程勘察与环境调查的基础上，对污染物危害人体健康风险、生态环境损害风险和工程建设风险的评价。

[来源：HG/T 20717-2019, 2.0.7]

3.11

地下水污染羽 groundwater plume

污染物随地下水移动从污染源向周边移动和扩散时所形成的污染区域。

[来源：HG/T 20717-2019, 2.0.8]

3.12

系统布点采样法 systematic sampling

将场地分成面积相等的若干小区，在每个小区的中心位置或网格的交叉点处布设一个采样点进行采样的方法。

3.13

专业判断布点采样法 judgmental sampling

根据已经掌握的场地污染分布信息及专家经验判断布设采样点的方法。

3.14

固体废物 solid waste

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。

[来源：GB 34330-2017, 3.1]

3.15

危险废物 hazardous waste

列入国家危险废物名录或者根据国家规定的危险废物鉴别标准和鉴别方法认定的具有危险特性的

固体废物。

[来源：GB 18597-2023, 3.1]

3.16

污染物水力弥散系数 Hydrodynamic dispersion coefficient of contaminant

表征一定流速下，地下水流动对污染物弥散能力的影响参数。

注：包括机械弥散系数与分子扩散系数。

[来源：HG/T 20717-2019, 2.0.12, 有修改]

4 基本要求

4.1 一般规定

4.1.1 污染场地岩土工程勘察主要工作应包括下列内容：

- a) 按不同工程建设与用地类型，查明场地岩土环境背景值；
- b) 查明场地地层结构、含水层分布、地下水补给、径流与排泄条件及水位动态特征等；
- c) 调查污染源空间分布，岩土、地表水及地下水、场地气体中污染物种类、浓度及物理化学特性；
- d) 提供满足场地环境评价、污染修复治理设计所需的工程地质、水文地质参数及污染物迁移参数；
- e) 开展污染场地风险评估；
- f) 分析和评价场地环境岩土工程相关问题，并提出防治措施建议。

4.1.2 污染场地勘察前，应进行资料搜集，并开展现场踏勘、人员访谈等调查工作。

4.1.3 污染场地岩土工程勘察宜分为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源且污染种类明确时，可合并勘察阶段，直接进行详细勘察。

4.1.4 污染场地岩土工程勘察应结合场地工程地质条件与水文地质条件、污染类型及特征，采用现场调查、勘探采样、监测、现场测试、室内试验及样品检测等综合方法，必要时可选用适宜的工程物探、化探等方法。

4.1.5 污染场地岩土工程勘察工作布置应根据下列条件确定：

- a) 已有的环境调查、工程地质与水文地质勘察资料；
- b) 不同的勘察阶段和工程实施要求；
- c) 场地开发和利用要求；
- d) 污染类型及特征；
- e) 污染治理标准及方法；
- f) 地基基础设计技术要求。

4.1.6 污染场地岩土工程勘察应在掌握的已有资料信息的基础上，针对污染场地特点和场地工程地质、水文地质条件编制勘察纲要，对勘察全过程的环境、职业健康安全进行策划与控制，应采取相应的防护措施，避免对相关人员造成健康风险。

4.2 初步勘察

4.2.1 初步勘察应在调查访问、资料收集分析的基础上进行。

4.2.2 初步勘察应包括下列内容：

- a) 搜集区域及场地地形地貌、地质、环境水文地质、气象和环境资料；
- b) 调查场地历史背景、污染物遗存情况、场地周边潜在污染源，进行污染识别；

- c) 进行环境水文地质调查测绘工作；
 - d) 初步查明污染源的位置、种类及性质；
 - e) 初步查明地下水类型与动态特征，地下水受污染的空间范围；
 - f) 初步查明污染岩土的水平分布及深度；
 - g) 初步查明场地污染岩土及地下水中污染物浓度，污染物迁移参数；
 - h) 初步判断场地污染途径，初步评价岩土水的污染程度；
 - i) 初步查明地表水内污染物种类与浓度，分析地表污染水与地下水之间的联系；
 - j) 建立场地环境水文地质概念模型；
 - k) 初步查明污染场地的岩土工程条件。
- 4.2.3 初步勘察勘探点布置宜采用专业判断布点采样法或系统布点采样法，并应符合下列要求：
- a) 污染源明确的场地宜采用专业判断布点采样法，每个潜在污染区内布置不应少于 1 个勘探点，污染区中央或明显污染的部位应加密勘探点；
 - b) 污染源不明确的场地宜采用系统布点采样法，勘探点间距应为 40m~100m，场地面积较小或环境水文地质条件复杂时宜取小值，环境水文地质复杂程度等级应按本文件附录 A 执行；
 - c) 当场地面积不大于 5000m² 时，勘探点数量不应少于 3 个；当场地面积大于 5000m² 时，勘探点数量不应少于 6 个；
 - d) 环境水文地质勘探点数量不宜少于 3 个，宜布置在潜在污染区域附近，并应沿地下水流向布设，垃圾填埋场地应有 1 个勘探点布置在堆填区内；
 - e) 应在污染场地同一水文地质单元、污染区域外上游布设对照环境水文地质勘探点不少于 1 个，在污染场地外部区域设置岩土环境背景值勘探点不应少于 4 个。
- 4.2.4 初步勘察的勘探点深度应符合下列要求：
- a) 应穿越污染岩土层和潜在污染岩土层，并进入不透水层或弱透水层不小于 3m；
 - b) 当前期调查发现人类活动可能将污染物带至深部，或发现存在重质非水溶性有机物（DNAPL）污染时，勘探点、环境水文地质勘探点的深度应适当加深；
 - c) 勘探点兼具多种用途时，勘探点深度应同时满足污染场地勘探和其他目的要求确定勘探点深度。
- 4.2.5 初步勘察过程中应根据场地地层岩性变化情况、污染物种类增减、浓度及污染途径改变等实际情况，及时调整勘察方法和工作量。
- 4.2.6 初步勘察应采集样品进行检测，并应符合下列要求：
- a) 勘探点应采取岩土样品进行水质和潜在污染物检测。原则上应采集 0~0.5 m 表层岩土样品，0.5 m 以下岩土样品根据专业判断布点法采集，0.5m~6.0m 土壤采样间隔不宜超过 2.0 m；不同性质土层至少采集一个土岩样品。同一性质土层厚度较大或出现明显污染痕迹时，根据实际情况在该层位增加采样点。深度 6m 以下黏性土采样间距宜为 3m，粉土、砂性土和碎石类土采样间距宜为 3m，全~强风化岩取 1 组不少于 3kg 岩样；
 - b) 地下水应根据含水层情况分层采样，采取深度宜在稳定水位 0.5m 以下。含水层厚度大于 3m 时，宜按含水层上、中、下部分别采样，采样数量不应少于 3 件。对可能存在轻质非水溶性有机物（LNAPL）污染和重质非水溶性有机物（DNAPL）污染的场地，应在含水层上、中、下部增加采样数量；
 - c) 用于土的物理力学性质的采样数量与采样要求，应符合 GB 55017、GB 50021 及 DB 42/T 169 的相关规定；
 - d) 垃圾堆填区内勘探点应采集垃圾土、渗滤液和填埋气样进行检测，垃圾土和填埋气样品数量均不宜少于 3 件；

- e) 应在场地附近可能受场地污染影响的河流、湖泊、池塘中分别采取 1 组地表水样进行环境质量检测。

4.3 详细勘察

4.3.1 详细勘察应在初步勘察的基础上, 结合工程特点、可能采取的治理修复措施, 针对性地开展工作, 应包括下列内容:

- a) 搜集建设工程地形图、总平面图、建筑物性质、结构特点、基础形式等资料;
- b) 查明场地地形地貌、地层结构、环境水文地质条件、地下水的动态和流场特征, 地表水与邻近地表水的关系;
- c) 查明污染源的位置、种类、性质;
- d) 查明场地污染岩土平面分布范围和深度, 岩土环境背景值;
- e) 查明地下水受污染的空间范围, 污染物迁移参数;
- f) 分析和判断出污染物运移规律及扩散途径, 评价岩土水污染程度;
- g) 提供场地用于环境评价、污染治理修复设计与施工所需的岩土参数、水文参数和污染物组成等;
- h) 综合分析场地水文地质条件及污染特征, 建立环境水文地质概念模型;
- i) 分析污染治理、与土地开发及与工程建设相关的环境岩土问题, 并提出污染岩土、水处置建议。

4.3.2 详细勘察勘探点的布置, 应按场地污染岩土的分布范围和深度, 结合污染物在岩土和地下水中的表现扩散特征确定, 并应符合下列要求:

- a) 在初步划定的污染岩土区内, 勘探点间距宜为 20m, 潜在污染岩土区勘探点间距可为 40m, 污染边界附近应适当加密; 未被污染区布置不少于 3 个对照勘探点;
- b) 当场地地下水已受污染时, 应布设环境水文地质勘探点。环境水文地质勘探点宜按系统布点采样法, 点间距不宜大于 80m; 多个含水层时, 各含水层应设置不少于 3 个环境水文地质勘探点;
- c) 当场地存在冲沟或暗浜等微地貌单元、地形起伏较大、地层岩性复杂、岩土层面起伏较大时, 宜适当加密勘探点;
- d) 若场地岩土污染特征不明确或场地原始状况已严重破坏, 可采用系统布点法进行点位布设;
- e) 对于场地内土地使用功能不同及污染特征明显差异的场地, 可分区进行点位布设。

4.3.3 详细勘察采样勘探点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, 应穿过潜在污染土层, 并进入不透水层或弱透水层不小于 3m。

4.3.4 环境水文地质试验应根据风险评价和修复设计的需要进行, 试验数量和试验类型宜根据场地的水文地质条件与污染特征确定, 可按本文件附录 B 选择。

4.3.5 详细勘察阶段勘探孔的采样间距、检测指标应在初步勘察的基础上, 根据现场实施条件及环境水文地质条件、污染特征评价的要求确定, 可在本文件 4.2.6 的基础上加密或调整。

4.3.6 当需要提供场地工程建设所需的各岩土层力学参数时, 应按 GB 55017、GB 50021、GB/T 50123、DB 42/T 169 有关条款要求开展现场原位测试及室内土工试验。

5 调查与测绘

5.1 一般规定

5.1.1 对污染场地的调查根据勘察的目的与任务可采用现场资料收集、现场踏勘和人员访谈相结合的方式。

5.1.2 环境水文地质条件中等复杂、复杂的污染场地应进行工程地质与水文地质测绘，对地质条件简单的场地可用调查代替测绘。

5.2 调查

5.2.1 污染场地资料搜集宜包括场地及邻近区域的下列资料：

- a) 当地气象、水文、最高洪水位及发生时间资料；
- b) 已有场地环境调查资料；
- c) 建设场地的利用与变迁、污染事件及调查资料；
- d) 污染物种类、污染源及分布；
- e) 周边环境及敏感目标资料；
- f) 已有的勘察资料；
- g) 人类活动、生态环境等相关的自然和社会信息；
- h) 道路、建筑物、地下管线和其他设施资料；
- i) 原始地形图与遥感影像等。

5.2.2 建设场地的利用与变迁、污染成因资料搜集应包括：

- a) 工业、矿山污染场地利用的基本资料；
- b) 场地变迁的基本资料；
- c) 主要厂房、设施分布的资料；
- d) 固体废物及有毒有害化学品等情况；
- e) 其他能反映污染成因的资料。

5.2.3 现场踏勘应以勘察范围场内为主，若场地周边存在潜在污染源或污染点时，应扩大踏勘范围。现场踏勘应实地了解地形地貌、植被情况、周边环境条件、水系分布、场地使用现状、交通条件等。

5.2.4 人员访谈要点，应包括以下内容：

- a) 访谈内容：应包括资料收集和现场踏勘所涉及的疑问，以及信息补充和已有资料的考证；
- b) 访谈对象：受访者应为场地现状或历史知情人；
- c) 访谈方法：可采取当面交流、电话交流、电子或书面调查等方式进行；
- d) 内容整理：应对访谈内容进行整理，并对照已有资料，对其中可疑处和不完善处进行核实和补充。

5.3 测绘

5.3.1 污染场地工程地质和水文地质测绘的范围，应包括污染场地及其附近地段，应依据环境地质条件复杂程度沿污染场地外扩，测绘的比例尺和精度应符合下列要求：

- a) 测绘的比例尺宜为 1:500~1:5000；初步勘察可选用 1:2000~1:5000；详细勘察可选用 1:500~1:2000，当场地工程地质和环境水文地质条件复杂时应选用大比例尺；
- b) 地质界线点的精度在图上不应低于 3mm。

5.3.2 污染场地工程地质测绘内容应符合 GB 50021 的相关规定，可针对下列内容进行专门测绘：

- a) 包气带特征；
- b) 含水层易污染特征；
- c) 环境水文地质问题。

5.3.3 地质与水文地质观测点的布设应满足下列要求：

- a) 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；
- b) 地质与水文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要求确定，并应具有代表性；

- c) 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，宜结合本文件 7.2 规定布置相应的地下水监测点；

- d) 地质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。

5.3.4 调查与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。检验点数宜为测绘点数的 30%~50%，检查应包括下列内容：

- a) 检查解译标志；
- b) 检查解译结果；
- c) 检查外推结果；
- d) 对室内解译难以获得的资料进行野外补充。

6 勘探和采样

6.1 一般规定

6.1.1 勘探方法的选取应符合勘察目的和污染土的特性，根据场地条件、地层结构、污染类型、采样、监测及测试要求等确定，包括钻探、槽探、井探、工程物探、化探等。

6.1.2 勘探工作应考虑对周边环境的影响，勘探前应查明各类地下管线、地下建（构）筑物的分布及使用情况。

6.1.3 勘探工作应采取隔离、保护措施，避免污染扩散、交叉污染及二次污染。

6.1.4 进入污染场地的勘探作业人员及设备应满足污染场地有害物质防护要求。

6.1.5 勘探记录除应符合 GB 55017、GB 50021、DB 42/T 169 的相关规定外，尚应记录污染土颜色、气味等感官鉴别情况，记录表见附录 C。

6.1.6 污染岩土的采样技术应根据样品质量要求和污染物特征，可选择压入式、贯入式或旋转式。

6.1.7 勘探完成后，应采用无污染、低渗透性材料及时回填封孔。

6.1.8 场地处于河道管理范围时的，除应符合《河道管理范围钻孔封孔技术规程》DB42/T1833 的要求外，尚应满足地下水防渗隔渗要求，对有剧毒的污染场地，其隔离措施应进行专门论证。

6.2 勘探

6.2.1 钻探应符合下列规定：

- a) 钻进方法与工艺应根据地层结构、岩土体类型、污染物特征、采样质量要求、地下水位、环境敏感性等因素进行选择；
- b) 钻探需钻穿污染含水层下伏隔水层时，应采用多级套管、分层灌浆回填的钻探方式；
- c) 钻孔成孔口径及钻具规格宜同时满足采样、监测井建井、测试及钻进工艺等要求；
- d) 钻探宜采用跟管钻进方式或者其他隔离措施，套管之间的螺纹连接处不应使用润滑油；
- e) 垃圾填埋场钻探时应采取防止渗滤液喷发、填埋气燃烧、爆炸的措施；
- f) 钻探过程中及结束后，应将产生的废渣、废水分别统一收集并妥善处理，岩土芯样可根据工程要求保存一定期限或长期保存并拍照纳入成果资料。

6.2.2 当污染物埋藏较浅且位于地下水位以上时，可采用槽探、井探进行识别观察。

6.2.3 工程物探宜根据场地条件及污染特征选取适宜的方法，解译成果应通过钻探采样验证。

6.3 采样

6.3.1 采取试样包括土样、岩样、水样、气样。所采样品应进行详细记录与标识,包括采样点编号、采样点坐标、样品编号、深度、日期、采样时刻天气、样品的颜色与气味、采样点周边基本环境信息,并采集相应图片信息。当采集地下水样时应记录地下水位埋深。

6.3.2 用于岩土的物理力学性质指标的采样应符合 GB 50021 和 DB 42/T 169 的相关规定。

6.3.3 用于污染场地土和水的腐蚀性评价的试样采样点位置,应根据初步污染调查结果、用地类型进行确定,采样容器应满足密封、防腐蚀及防扰动要求,并符合 GB 50021、DB 42/T 169 的相关规定。

6.3.4 岩土样品的采集应符合以下要求。

a) 岩土样品采集的基本要求:

- 1) 表层土壤样品的采集可采用挖掘或钻孔采样;
- 2) 土壤采样应采取措施防止土壤扰动,严禁土壤样品在采样过程中发生二次污染;
- 3) 下层土壤的采集以钻孔采样为主,可采用槽探、井探采样;
- 4) 钻孔采样可采用人工或机械钻孔后采样。手工钻探采样的设备包括螺纹钻、管钻、管式采样器等。机械钻探包括实心螺旋钻、中空螺旋钻、套管钻等;
- 5) 槽探可采用人工或机械挖掘,采用锤击敞口取土器或人工刻切块状土采样。

b) 挥发性有机物污染、易分解有机物污染、恶臭污染土壤的采样,应采用无扰动式的采样方法和工具。钻孔采样可采用快速击入法、快速压入法及回转法,可采用原状取土器和回转取土器采样。槽探可采用人工刻切块状土采样。采样后应立即将样品装入容器并密封,以减少暴露时间。

c) 土壤样品的保存与流转:

- 1) 挥发性有机物污染的土壤样品和恶臭污染土壤的样品应采用密封性的采样瓶封装,样品应充满容器整个空间;含易分解有机物的待测定样品,可采取适当的封闭措施(如甲醇或水液封等方式保存于采样瓶中)。样品应置于 4℃ 以下的低温环境(如冰箱)中运输、保存,避免运输、保存过程中的挥发损失,采样之日起至分析测试的间隔时间不宜超过 10d;
- 2) 装有挥发性有机物浓度较高的样品的密封性采样瓶应密封在外包装中,避免交叉污染,应采用运输空白样的措施控制运输和保存过程中交叉污染;
- 3) 土壤样品的保存与流转应按照 HJ/T 166 的要求进行。

6.3.5 地下水样品的采集应符合以下要求:

- a) 地下水采样时应依据场地的水文地质条件,结合调查获取的污染源及污染土壤特征,应以最低的采样频次获得最有代表性的样品;
- b) 低密度非水溶性有机物样品应以可调节采样深度的采样器采集,对于高密度非水溶性有机物样品可以应用可调节采样深度的采样器或潜水式采样器采集;
- c) 地下水采样的对照样品应与目标样品来自同一含水层的同一深度;
- d) 地下水样品的采集、保存与流转应按照 HJ 164 的要求进行。

6.3.6 地表水样品的采集应符合以下要求:

- a) 地表水的采样时避免搅动水底沉积物;
- b) 为反映地表水与地下水的水力联系,地表水的采样频次与采样时间宜与地下水采样保持一致;
- c) 地表水样品的采集、保存与流转应按照 HJ 91.1、HJ 493 的要求进行。

6.3.7 环境空气样品的采集应符合以下要求:

- a) 环境空气样品采样,可根据分析仪器的检出限,设置具有一定体积并装有抽气孔的封闭仓(采样时扣置在已剥离表层土壤的场地地面,四周用土封闭以保持封闭仓的密闭性),封闭 12 h 后进行气体样品采集;
- b) 具体环境空气样品的采集、保存与流转应按照 HJ 194 的要求进行。

6.3.8 场地残余废弃物样品的采集应符合以下要求：

- a) 场地内残余的固态废弃物可选用尖头铁锹、钢锤、采样钻、采样铲等采样工具进行采样；
- b) 场地内残余的液态废弃物可选用采样勺、采样管、采样瓶、采样罐、搅拌器等工具进行采样；
- c) 场地内残余的半固态废弃污染物应根据废物流动性按照固态废弃物采样或液态废弃物的采样规定进行样品采集；
- d) 具体残余废弃物样品的采集、保存与流转应按照 HJ/T 20 及 HJ 298 的要求进行。

6.3.9 样品装箱时应用泡沫塑料或波纹纸垫底和间隔防震，有盖的样品箱应有“切勿倒置”等明显标志。样品运输过程中应避免日光照射，气温异常偏高或偏低时还应采取适当保温措施。运输时应采取措施防止样品损坏或受污染。

6.3.10 钻探和采样过程中发现现场存在遗留废弃物时，宜按照 HJ/T 20 及 HJ 91.1 的规定进行采样、分析、鉴别。

6.3.11 用于污染物项目检测的试样保存要求，单项检测用量要求应符合本文件附录 D 的规定。

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、治理修复与工程验收等各阶段的目标和要求进行。

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 污染场地监测范围应为前期环境调查初步确定的场地边界范围。

7.1.4 监测对象应包括地下水、地表水及场地气体，监测工作宜与场地环境调查相结合。

7.1.5 勘察期间岩土检测的采样不少于 1 次，地下水水质监测的采样不少于 3 次，场地气体监测的采样不少于 3 次，应根据管控要求或污染源变化增加监测采样次数；地表水与地下水的监测采样频次宜保持一致。

7.1.6 场地内或其附近分布多个地表水体时，每个地表水体至少应设置 1 个监测点。

7.2 地下水监测井布置

7.2.1 地下水监测井应沿地下水流向进行布设，应在地下水流向上游、污染区域和下游分别布设。当不能判明地下水流向时，应增加监测井点数量。

7.2.2 地下水监测井深度应根据监测目的、地下水类型和含水层厚度分析确定，并应进入底板弱透水层不小于 3m，且不得穿透下卧底板弱透水层。当污染监测有特殊要求时，应根据地下水中污染物特征和水位动态变化特点确定监测井深度。

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 初步勘察阶段地下水监测井点数量不应少于 3 个，且宜布置在潜在污染区域附近。

7.2.5 当已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 8 个，其中污染区内地下水流向上游、两侧至少应各有 1 个，地下水流向下游应有 2 个，地下水污染区外的下游应有 1 个、两侧应各有 1 个；当污染含水层之下另有含水层时，应进行分层监测。

7.2.6 当场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 HJ 91.1 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，井身结构宜符合本文件附录 E 的规定。

7.3.2 井管口径、材质及连接方式应符合下列规定：

- a) 井管口径应满足洗井和采样要求，不宜小于 DN90mm 的井管；当该监测井同时作为抽水试验或修复用井时，口径不小于 DN100mm；成孔直径宜超过井管直径 100mm，且围填滤料厚度不宜小于 50mm；
- b) 井管材质应满足强度要求和不污染水质、监测井的质量要求；
- c) 井管连接材料不应使用有机黏结剂。

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

7.3.4 监测井结构可按本文件附录 E 执行，监测井填充材料自下而上分别设主要滤料层、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：

- a) 主要滤料层围填于滤水管周围，应填充至超过滤水管顶以上部 0.6m。滤料宜选用石英砂，滤料粒径应根据目标含水层砂土的粒径确定；
- b) 次要滤料层填充厚度宜大于 0.2m，填料宜选用直径为 0.1~0.2mm 的石英砂；
- c) 止水层填料厚度应大于 0.6m，填料宜选用直径为 6~12mm 的球状或扁平状膨润土颗粒，以阻止监测目标含水层与其他含水层之间的水力联系；
- d) 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；
- e) 填料过程应选择合适的填充工艺，避免出现架桥、卡锁或填充不实等现象。

7.3.5 当钻探引入外来浆液或产生较多钻屑时，下管前应进行清孔。

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 监测井结构记录可按本文件附录 F 执行。

7.3.8 监测井设置后应进行成井洗井，洗井标准为总悬浮固体含量小于 5mg/L 或出水浊度小于 5NTU。

7.4 监测项目

7.4.1 污染场地地下水的监测项目应包括水文地质项目及 GB/T 14848 分类的感官性状、一般化学指标及非常规指标，并应符合下列规定：

- a) 水文地质监测项目应包括地下水水位、水量、水温，并包括流速、流量变化等；
- b) 一般化学指标、非常规指标应根据勘探和采样成果、地下水质量评价、场地风险评价及治理修复要求综合确定，可在 GB/T 14848 所规定的分类指标基础上酌情增加；
- c) 地下水的基本理化性质指标应包括电导率、氧化还原电位、溶解氧。

7.4.2 污染场地地表水的监测项目的确定原则应符合 HJ 91.1 的相关规定，并结合地下水的监测项目综合确定。

7.4.3 污染场地气体监测项目应根据勘探和采样成果、场地风险评价及治理修复要求综合确定。

8 现场测试

8.1 一般规定

8.1.1 污染场地可采用现场快速测试、多功能静力触探试验和工程物探等方法，初步探查储存污染物的地下设施位置、污染岩土与地下水的分布。

8.1.2 当场地治理修复设计需要提供污染场地岩土力学参数时，宜采用原位测试方法进行岩土的物理力学性质测试，原位测试应符合 GB 50021 的规定。

8.1.3 工程物探方法宜根据场地条件及污染特征选取，物探解译成果应通过钻探采样与试验分析验证。

8.1.4 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。

8.1.5 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，应通过电阻率测试值与背景值对比确定。

8.1.6 应根据工程需要利用试验井进行水文地质试验，测定场地水文地质参数。

8.1.7 在污染区或可能污染区进行现场测试时，测试孔完成后应及时注入清洁且低渗透的材料进行封孔，防止污染物迁移。

8.2 现场快速测试

8.2.1 污染场地岩土的现场快速测试，可采用下列方法：

- a) 可使用便携式 pH/电导率测试仪现场测定岩土的 pH 值和电导率；
- b) 可采用电位法现场测试岩土的氧化还原电位；
- c) 岩土的重金属元素污染可采用手持式 X 射线荧光光谱仪设备现场快速定位和识别；
- d) 半挥发性有机物污染程度测定可采用便携式挥发性有机物测定仪、比长式检测管、电化学传感器或便携式傅里叶红外仪。

8.2.2 污染场地地表水、地下水中的污染物的现场快速测试，可采用下列方法：

- a) 浊度、pH、色度、溶解氧、电导率、氧化还原电位等水质参数，可用便携式多参数水质测定仪法、便携式水质检测箱法；
- b) 氰化物、氟化物、硫化物、二价锰、六价铬、镍、氨氮、苯胺、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、磷酸盐以及化学需氧量等污染物，可采用真空检测管—电子比色法；
- c) 水中游离氯和总氯，可采用 N,N-二乙基-1,4-苯二胺滴定法或 N,N-二乙基-1,4-苯二胺分光光度法；
- d) 水中溶解氧，可采用便携式溶解氧测定仪。

8.2.3 污染场地气体的现场快速测定，可采用下列方法：

- a) 挥发性有机物、无机有害气体的定性和半定量测定，可用便携式傅里叶红外仪法；
- b) 有毒有害气体的定性半定量测定，可用比长式检测管法或电化学传感器法。

8.3 水文地质参数测试

8.3.1 勘探孔钻遇地下水时应量测初见水位和稳定水位，并应利用地下水监测试验井统一量测稳定水位和水温，量测读数至毫米。多层含水层的水位量测，应采取止水措施，将被测含水层与其他含水层隔开。

8.3.2 场地的水文地质参数包括地下水位、地下水流速、渗透系数、给水度、贮水系数、水弥散系数等，其测定方法可参照本文件附录 B。

8.3.3 测定地下水流向可采用几何法、示踪剂法，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，测点间距宜按岩土的渗透性、水力梯度和地形坡度确定，宜为 50~100m；测定地下水流速可采用声纳法或充电法。

8.3.4 场地含水层渗透和固结系数可采用孔压静力触探试验测定。具体按本文件附录 G 进行。

8.3.5 当需要采用水文地质试验确定场地水文地质参数时，宜选择对岩土和地下水扰动小的水文地质试验，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。

- a) 渗水试验和注水试验可在试坑或钻孔中进行, 试验深度超过 1.5m 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 SL 345 的相关规定。
 - b) 抽水试验测定水文地质参数时, 除应符合 GB 50027、SL 320 的相关规定外, 并应符合下列要求:
 - 1) 抽水试验井宜布设于污染区域中心;
 - 2) 抽水试验应合理控制流量, 宜采用低流量进行;
 - 3) 抽水试验过程中宜同时在试验井中分时段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。
- 8.3.6 当需要提供弥散系数时, 水动力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。试验过程中应定时、定深在试验孔和观测孔中采取水样, 用于水化学分析。

8.4 电阻率静力触探测试

- 8.4.1 电阻率静力触探测试宜用于黏性土、粉土与砂土的污染场地。
- 8.4.2 电阻率探头应符合下列要求:
- a) 采用四电极环形排列方式;
 - b) 电阻率测试量程为 (0~10000) $\Omega \cdot m$;
 - c) 电极之间塑料绝缘体的电阻率不应小于 20M $\Omega \cdot m$;
 - d) 探头应每 6 个月校准 1 次。
- 8.4.3 土层电阻率背景值测试点不应少于 3 个。
- 8.4.4 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断污染土与地下水的分布范围。
- 8.4.5 电阻率静力触探贯入装备、数据采集和现场测试方法, 可按本文件附录 G 执行。

8.5 工程物探测试

- 8.5.1 采用工程物探方法进行污染场地现场测试时, 应选择对污染特征物敏感的物探方法, 并应同时具备下列条件:
- a) 被探测对象与周围介质之间有明显的物理性质差异;
 - b) 被探测对象具有一定的埋藏深度和规模;
 - c) 被探测对象激发的异常场应能够从干扰背景场中分辨。
- 8.5.2 电阻率法可用于重金属污染、油烃类污染和有机物污染等场地的测试。现场测试时应符合下列要求:
- a) 应根据场地条件和探测要求选用高密度电阻率法、电阻率层析成像等方法;
 - b) 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;
 - c) 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。
- 8.5.3 污染场地可联合采用多种物探方法进行现场测试, 通过综合判释, 分析污染分布范围和污染程度, 并结合采样检测, 进行验证确定。
- 8.5.4 应对污染区的测试值与区域背景值进行对比分析, 依据测试值的异常程度初步判定污染土与地下水的范围。

9 室内分析与试验

9.1 一般规定

9.1.1 室内分析与试验的对象主要包括勘探所取岩、土、地表水、地下水、场地气样、场地固体废物等样品。

9.1.2 室内分析与试验内容应根据污染场地类型、用地类型、勘察阶段、风险评价和污染场地治理与管理目标综合确定，并宜包括下列内容：

- a) 岩土的物理力学性质；
- b) 岩土和水的环境质量分析；
- c) 岩土和水的腐蚀性测试；
- d) 固体废物属性鉴别
- e) 污染岩土特殊浸出特性；
- f) 气样化学分析。

9.1.3 污染样品从采样之日起至开展物理（水理）力学性质试验的时间期限不宜超过 10d。当室内试验中使用有毒、有害化学品时，溶液配制、样品预处理及试验过程应在通风橱中进行，并应佩戴防护器具或防毒面具，操作时应避免接触皮肤和衣物。

9.1.4 对现行国家标准或行业标准没有做出规定的项目，可使用经方法验证能够达到准确度和精密度要求的其他方法。

9.1.5 室内试验所产生废液与废物、余留试样应分类收集、设置明显标志、妥善保存，并每 6 个月回收处理 1 次。

9.2 物理力学性质试验

9.2.1 岩土物理性质试验应包括土的含水率、土粒比重、密度、界限含水率、渗透、自由膨胀率、膨胀率、膨胀力、收缩、有机质含量等；岩石的含水率、颗粒密度、块体密度、吸水性、膨胀性、耐崩解性等。具体试验仪器和操作方法应符合 GB 50021、GB/T 50123、DB42/T 169 的规定。

9.2.2 岩土力学性质试验项目和试验方法应充分考虑污染岩土的特殊性质，进行相应的试验，宜包括土的固结、直接剪切、无侧限抗压强度、三轴压缩、静止侧压力系数；岩石（岩块）的单轴抗压强度、点荷载强度等。

9.2.3 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 GB/T 50123 所规定的液限、塑限联合测定法。

9.2.4 污染土渗透试验应符合下列规定：

- a) 试验所用的主要仪器设备、试样制备、试验步骤应采用 GB/T 50123 的相关规定；
- b) 应采用污染场地采样处地下水或相近性质的水作为渗透溶液；
- c) 渗透过程中应收集并测定渗出液的体积、pH、电导率和污染物浓度。

9.2.5 污染土室内渗透试验的试验终止条件应符合下列规定：

- a) 连续 4 次所测定的渗入量与渗出量之比在 0.75~1.25 之间；
- b) 若初步获取渗透系数大于 10^{-8} cm/s 时，至少连续 4 次的变化幅度应小于等于 25%；若初步获渗透系数小于 10^{-8} cm/s 时，至少连续 4 次的变化幅度应小于 50%；且随试验时间应无明显单调升高或降低趋势；
- c) 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%，且随试验时间无明显单调升高或降低趋势；
- d) 渗出液的总体积与试样孔隙体积之比值大于 2.0。

9.3 岩土和水的环境质量分析试验

9.3.1 污染场地岩土和水环境质量的分析项目应根据场地用地历史、用地类型、调查与测绘、原位试验结果等综合确定，在满足国家标准 GB 36600、GB 15618、GB/T 14848 和 GB 3838 要求的基础上，增补符合场地特征、调查目的的特征指标。

9.3.2 污染场地土环境质量分析项目的分析方法应符合 GB 36600、GB 15618、HJ/T 166 以及国家和行业推荐的标准方法。

9.3.3 垃圾土样品应测定物理组成、容重、密度、颗粒分析、含水率和有机质，对设计有特殊要求的，宜进行可燃物与灰分、热值（湿基低位热值、湿基高位热值和干基高位热值）等项目的检测，还应进行化学分析，分析项目和方法应符合 CJ/T 313 和 CJJ/T 204 的规定。

9.3.4 地下水样品和渗滤液样品、地表水样品、气体样品的化学性质检测项目应根据场地的污染特征确定，分析与测试应分别按照 HJ/T 166、HJ 91.1 及 HJ 194 的要求执行。

9.3.5 对于污染物化学形态、生物可给性等特殊化学特性的测试，应根据项目具体污染介质情况，对相应测试方法的关键参数进行验证。

9.3.6 地下水环境质量分析项目的分析方法应符合现行 GB/T 14848 和 HJ 164 的相关规定。

9.3.7 地表水环境质量分析项目的分析方法应符合 GB 3838 的相关规定。

9.4 岩土和水的腐蚀性评价试验

9.4.1 污染场地岩土和水的腐蚀性测试项目的试验方法、评价及分级等应符合 GB 50021 的相关规定，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：

- a) 污染场地中的岩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、 Mg^{2+} 、碳酸盐（以 CO_3^{2-} 计）及碳酸氢盐（以 HCO_3^- 计）；
- b) 污染场地中的岩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；
- c) 污染场地中地下水及地表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（以从采样之日起至开展物理力学性质试验的时间期限不宜超过 10d 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）、侵蚀性 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。

9.4.2 根据污染场地污染分布空间差异、地下结构深度与材料种类，每个污染场地岩、土、水腐蚀性试验应分别不少于 6 组。

9.5 固体废物属性鉴别

9.5.1 污染场地中固体废物的鉴别应根据 GB 34330 的相关规定进行判断。

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

9.5.3 对未列入《国家危险废物名录》的固体废物，应委托具有危险废物鉴别资质的机构进行危险废物鉴别。

9.6 污染岩土特殊浸出特性

9.6.1 岩土试样的污染物浸出毒性分析项目应根据岩土的环境质量分析结果、场地水文地质条件和修复治理方式综合确定。

9.6.2 污染岩土特殊浸出特性可按照下列方法进行浸出毒性试验：

- a) 基于环境 pH 值的影响，按本文件附录 H 测定；
- b) 基于长期浸出累积效应及固液比影响，按本文件附录 I 测定。
- c) 污染岩土进入卫生填埋场的可行性，按 HJ/T 300 测定。

9.6.3 原状或扰动土试样的表观扩散系数应采用一维半动态浸出试验，试验方法按本文件附录 J 测定。

9.7 气样化学分析试验

9.7.1 污染场地气样的化学分析试验种类应根据场地污染调查结果、刺激性气味、异常气味的现场辨识综合确定。

9.7.2 污染场地气样污染物浓度测定方法应按表 1 所列现行国家环境保护标准（HJ）和 CJJ/T 204 进行。

表1 气样污染物浓度测定方法

气相污染物	测定方法	现行行业标准
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
	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
	气相色谱-质谱法	HJ 739
有机氯农药	气相色谱-质谱法	HJ 900
	气相色谱法	HJ 901
多氯联苯	气相色谱-质谱法	HJ 902
	气相色谱法	HJ 903
多氯联苯混合物	气相色谱法	HJ 904

10 分析与评价

10.1 一般规定

10.1.1 污染场地的分析与评价应结合场地用地类型、周边环境风险受体类型，在明确污染源、污染物的种类与空间分布特征，掌握场地的地质背景及工程地质条件和水文地质条件，结合拟采用的修复或管控工程措施的类型、工程结构荷载情况、拟建基础埋深和变形控制要求进行。

10.1.2 分析与评价内容宜包括场地污染物类型、空间分布特征、浓度、毒性特征、地基土工程性质变化特性等环境质量评价及污染场地风险评估。当同一场地内不同区域的污染程度和地质条件有差异时，应结合工程需要进行分区评价。

10.1.3 污染场地岩土工程分析与评价应符合 GB 50021 和 DB 42/ 242 的有关规定。

10.1.4 分析与评价应根据建设场地岩土与地下水的污染程度及分布，结合建设项目的性质，对管控与修复的必要性、修复方法和设计参数提出建议。

10.2 分析与评价内容

10.2.1 污染场地的分析与评价应包括下列内容：

- a) 岩土和水的环境质量评价；

- b) 污染对岩土工程特性的影响程度评价；
- c) 污染岩土和水对建筑材料的腐蚀性评价；
- d) 污染岩土对生态环境影响的评价；
- e) 污染岩土对人体健康影响的评价；
- f) 分析污染发展趋势；
- g) 对已建项目的危害性或拟建项目适宜性的综合评价。

10.2.2 岩土和水的环境质量评价可依据场地的未来用地类型，按 GB 36600、GB 15618、GB/T 14848、GB 3838 等进行评价。

10.2.3 污染对岩土工程特性的影响程度可按表 2 划分，根据项目的具体情况，可采用岩土的物理性质、强度和变形、渗透性等工程特性指标进行综合评价。

表2 污染对岩土的工程特性的影响程度

影响程度	轻微	中等	大
工程特性指标变化率（%）	<10	10~30	>30

10.2.4 污染岩土和水对建筑材料的腐蚀性评价和腐蚀性等级的划分，应按照 GB 50021-2019 的第 12 章等相关规定执行。

10.2.5 污染岩土对环境影响评价应结合项目具体要求进行，可依据环境受体的类型，按 GB 15618、GB/T 14848、GB 3838 等进行评价。

10.2.6 分析与评价场地环境指标对人体健康的影响程度，可按 HJ 25.3、《地下水污染健康风险评估工作指南》等进行。

10.2.7 污染场地污染岩土管控与修复应根据污染程度、分布范围、岩土性质、修复标准等综合确定，同时，还应分析与评价管控与修复工作对周边环境二次污染风险以及修复后的再次污染风险，并提出控制措施的建议。

10.3 岩土工程参数

10.3.1 污染场地评价与修复治理所需的参数主要包括岩土的工程地质参数、水文地质参数及环境质量指标等。

- a) 工程地质参数主要包括各地层分布及相应的岩土天然容重、含水率、孔隙比、饱和度、液塑限、渗透系数、抗剪强度、压缩系数、压缩模量、有机质含量、颗粒组成等。
- b) 水文地质参数主要包括水质、给水度、弥散系数、水位、流向、流速及季节性变化等。
- c) 岩土环境质量指标主要包括主要污染物的化学成分、浓度、环境背景值、污染风险筛选值等。
- d) 岩土的工程特性指标变化率、导热系数、比热容、导温系数等。

10.3.2 污染场地岩土工程勘察采用的分析和评价试验方法应全面、完整、准确、可靠，并对岩土体本身非均匀性造成的指标离散性进行分析，确保所提供参数的可靠性和适用性。

10.3.3 污染场地岩土工程勘察成果建议参数统计除应符合 GB 50021 的相关规定外，尚应符合下列要求：

- a) 若场地污染程度在平面上和区域上不同，应按污染程度分区进行统计；
- b) 若场地污染程度随深度不同，应按深度分段统计；
- c) 环境背景值离散程度高时，应重新检视试验成果并结合周边情况合理取值；
- d) 污染岩土环境质量指示样本不得取舍或排除后进行统计分析；
- e) 污染岩土物理力学指标应提供范围值、平均值、大值平均值和小值平均值；

f) 可建立三维数字模型辅助分析。

11 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满足工程建设、环境评价和治理修复的要求。

11.1.2 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和岩土工程评价，并对污染场地治理修复方法和再利用提出合理建议。

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

11.2 成果报告基本内容

11.2.1 污染场地岩土工程勘察报告宜包括下列内容：

- a) 项目概况、场地利用与规划；
- b) 勘察目的、任务技术要求和依据的技术标准；
- c) 勘察方案、工作量，工作方法和程序；
- d) 区域环境、水文、地质、气象；
- e) 场地污染历史与现状条件、环境背景值；
- f) 场地周边环境、交通条件、地形地貌；
- g) 地下水埋藏、分布、水位与渗流场特征，水文地质参数；
- h) 场地地层岩性、岩土性质及分布、岩土物理力学性质指标；
- i) 场地及附近污染特征：污染源与污染物类型、浓度及空间分布，污染物运移路径与特点；
- j) 污染场地评价：污染状况评价和风险评估，环境岩土问题预测分析；
- k) 污染场地治理、修复设计与预防措施建议。

11.2.2 成果报告图表宜包括下列图表及附件：

- a) 勘探点与监测井主要数据一览表；
- b) 勘探点平面布置图；
- c) 工程（水文）地质图；
- d) 钻孔柱状图；
- e) 监测井结构图；
- f) 工程地质剖面图；
- g) 水文地质剖面图；
- h) 地下水等水位图、流场图；
- i) 污染源与污染物分布图；
- j) 现场测试成果图表；
- k) 室内试验成果图表；
- l) 专项监测、检测报告、影像资料等附件。

附录 A

(规范性)

环境水文地质条件复杂程度分级

A.1 场地环境水文地质条件复杂程度，应按下列规定分为三个等级。

a) 符合下列条件之一者为环境水文地质条件复杂：

- 1) 地形地貌复杂，地层及地质构造复杂；
- 2) 含水层结构复杂、空间分布不稳定，地下水补径排条件、水动力特征复杂；
- 3) 污染物类型多、性质复杂，对人体影响显著；
- 4) 场地环境敏感程度为敏感。

b) 符合下列条件之一者为环境水文地质条件中等复杂：

- 1) 地形地貌较复杂，地层及地质构造较复杂；
- 2) 含水层结构较复杂，含水层层次多但具有一定规律，地下水补径排条件、水动力特征较复杂；
- 3) 污染物类型较多、中等复杂，对人体有一定影响；
- 4) 场地地下水环境敏感程度为较敏感。

c) 符合下列条件之一者为环境水文地质条件简单：

- 1) 地形地貌简单，地层及地质构造简单；
- 2) 单一含水层（组），含水层结构简单，空间分布比较稳定，地下水补径排条件、水动力特征简单；
- 3) 污染物类型少，对人体影响较小；
- 4) 场地地下水环境敏感程度为不敏感。

A.2 场地地下水环境敏感程度分级应按 HJ 610 执行。

附 录 B
(资料性)
水文地质参数测定方法

表B.1给出了水文地质参数测定方法、测定参数及适用范围。

表 B.1 水文地质参数测定方法

测定方法			测定参数	适用范围
提水试验			渗透系数	渗透性较差、厚度相对较小的含水层
抽水试验	钻孔或探井简易抽水		渗透系数	初步估算弱透水层的渗透系数
	不带观测孔抽水		渗透系数、给水度、释水系数	初步测定含水层的渗透系数
	带观测孔抽水		渗透系数、影响半径、越流系数、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	包气带渗透性强的砂土层
	单环法			包气带渗透性较弱的粉土、黏性土层
	双环法			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	地下水水位以下渗透性较大的粉土、砂土和卵砾石层
	降水头法		渗透系数	地下水水位以下渗透系数比较小的黏性土层
室内渗透试验	常水头试验		渗透系数	强透水性的砂土和卵砾石层
	变水头试验		渗透系数	弱透水性的粉土和黏性土
颗分试验			渗透系数	砂类土
弥散试验	化学试剂	电解液	弥散系数	食盐示踪剂应用最广，适用于淡水和透水性较好的含水层
		碳氟化合物		不能用于煤、油页岩、含油气层
	染色剂			适用于高矿化含水层或弱透水层
	放射性同位素			包气带、饱水带层
	微生物			孔隙含水层

附录 C
(资料性)
勘探记录表

表C.1给出了勘探过程中需要记录的参数和指标。

表 C.1 勘探记录表

工程名称：工程编号：第 页

孔号			钻孔直径		mm		坐标	X	m	初见水位	m		取土件数		
孔深	m		孔口标高		m			Y	m	静止水位	m		取水件数		
回次 进尺 (m)	分层深度 (m)		地 层 描 述						钻探 情况	取土试样		标准贯入试验			
	由	至	岩土 名称	颜色	状态	密度	湿度	其 它 (污染土颜色、 气味等)		编 号	深度 (m)		深度 (m)		杆长 I 击数 N
											由	至	由	至	

司钻：记录员：检查者：钻探日期：年 月 日

附 录 D
(规范性)
样品保存方法

岩土试样的保存要求应按表D.1执行。水试样的保存要求应按表D.2执行。气试样的保存要求应按表 D.3 执行。

表 D.1 岩土试样的保存要求

测试项目	容器	最少采样量/g	保存时间/d	保存条件
金属（汞和六价铬除外）	G、P	250	180	4℃低温条件避光保存
汞	G	250	28	4℃低温条件避光保存
砷	G、P	250	180	4℃低温条件避光保存
六价铬	G、P	250	1	4℃低温条件避光保存
氰化物	G、P	250	2	4℃低温条件避光保存
挥发性有机物	G（棕色）	120	7	装满装实并用聚四氟乙烯薄膜密封瓶盖密封，4℃低温条件避光保存
半挥发性有机物	G（棕色）	250	10	装满装实并用聚四氟乙烯瓶盖密封，4℃低温条件避光保存
难挥发性有机物	G（棕色）	250	14	4℃低温条件避光保存
总石油烃（C6~C9）	G（棕色）	120	14	装满装实并用聚四氟乙烯薄膜密封瓶盖密封，4℃低温条件避光保存
总石油烃（C10~C36）	G（棕色）	250	14	装满装实并用琥珀密封瓶盖密封，4℃低温条件避光保存
注：G为硬质玻璃瓶；P为聚乙烯瓶。				

表 D.2 水试样的保存要求

测试项目	容器	最少采样量/mL	保存时间/d	容器洗涤	保存条件
锰、铁、镍、铜、锌、镉、铅、钼、钴、铍、钡、锑、银、铊、砷	G、P	250	14	III	1L水试样中加10mL浓HNO ₃ ，使pH<2，4℃低温条件避光保存
汞、硒	G、P	250	14	III	1L水试样中加10mL浓HCl，使pH<2，4℃低温条件避光保存
六价铬	G、P	250	1	III	加NaOH，使pH=8~9
硫化物	G、P	250	1	I	水样充满容器。1L水试样加NaOH至pH=9，加入5%抗坏血酸5mL，饱和EDTA 3mL，滴加饱和Zn（Ac） ₂ ，至胶体产生，常温避光
总氰化物	G、P	250	0.5	I	添加少量固体氢氧化钠和固体硝酸镉作为保存剂，使pH>9

表 D.2 水试样的保存要求(续)

测试项目	容器	最少采样量 /mL	保存时间 /d	容器洗涤	保存条件
F ⁻ 、Br ⁻	G、P	250	14	I	4℃低温条件避光保存
SO ₄ ²⁻ 、Cl ⁻	G、P	250	30	I	4℃低温条件避光保存
硫酸盐、溴化物、 氯化物	G、P	250	30	I	1℃~5℃冷藏
总磷、溶解磷酸盐	P	250	30	I	-20℃冷冻
碘化物	G	250	30	I	1℃~5℃冷藏
氟化物	P(聚四氟 乙烯除外)	2	14	I	1℃~5℃冷藏
氨氮	G、P	250	1	I	加H ₂ SO ₄ , 使pH<2
挥发性有机物	G(棕色)	40mL x 2	7	I	0.008%Na ₂ S ₂ O ₃ (对挥发性芳香烃加HCl使 pH<2), 用聚四氟乙烯薄膜密封瓶盖密 封, 1℃~5℃冷藏, 避光保存
半挥发性有机物	G(棕色)	1000	7	I	0.008%Na ₂ S ₂ O ₃ . 用聚四氟乙烯瓶盖密 封, 1℃~5℃冷藏, 避光保存
总石油烃	G(棕色)	1000	30	I	加HCl或H ₂ SO ₄ , 使pH<2, 现场萃取不能 用水样冲洗采样容器. 不能水样充满容器
石油类	G(棕色)	500	7	II	加HCl. 使pH<2
有机磷及有机氯 农药	G(棕色)	—	1	I	不能用水试样冲洗采样容器, 不能水试 样充满容器, 聚四氟乙烯瓶盖密封, 1℃~5℃冷藏, 避光保存
多氯联苯	G(棕色)	1000	7	—	尽可能现场萃取. 不能用水试样冲洗采 样容器, 如果样品加氯, 采样前加 80mgNa ₂ S ₂ O ₃ ·5H ₂ O 1L, 聚四氟乙烯瓶盖密 封, 1℃~5℃冷藏, 避光保存
多环芳烃	G(棕色)	1000	7	—	尽可能现场萃取. 如果样品加氯, 采样 前加 80mgNa ₂ S ₂ O ₃ ·5H ₂ O 1L, 聚四氟乙 烯瓶盖密封, 1℃~5℃冷藏, 避光保存
注1: G为硬质玻璃瓶; P为聚乙烯瓶。 注2: I、II、III、IV分别表示4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, 阴干或吹干; II——无磷洗涤剂洗1次, 自来水洗2次, (1+3) HNO ₃ 荡洗1次, 自来水洗3次, 蒸馏水洗1次, 阴干或吹干; III——无磷洗涤剂洗1次, 自来水洗2次, (1+3) HNO ₃ 荡洗1次, 自来水洗3次, 去离子水洗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, 阴干或吹干。					

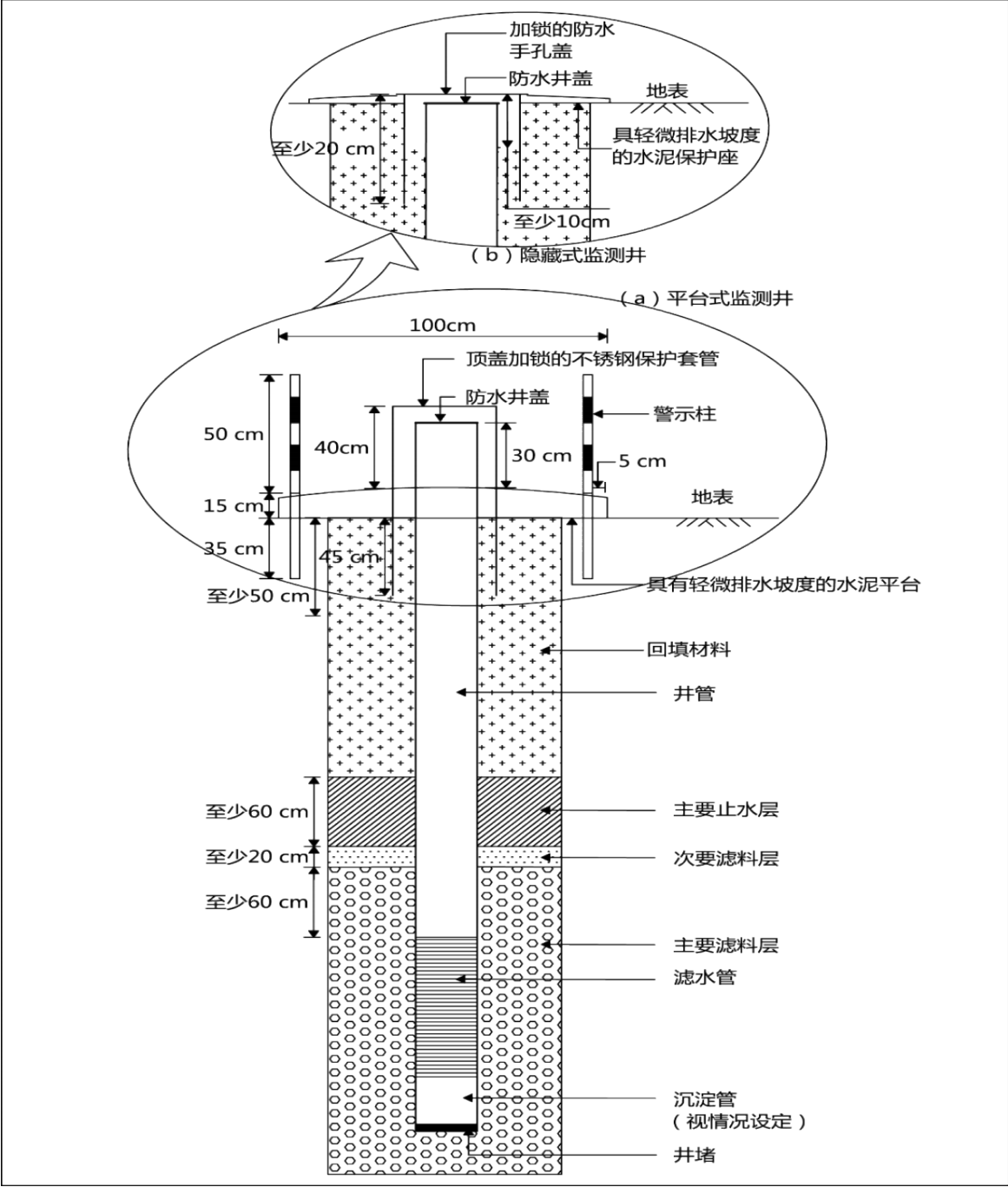
表 D.3 气试样的保存要求

测试项目	容器	保存时间	保存条件	单项检测用量
挥发有机物	内壁惰性化处理的不锈钢采样罐	20d	常温避光保存	400mL
半挥发性有机物	采样筒用经正己烷清洗过的铝箔包裹，然后放在样品保存筒内，两端用特氟龙盖密封	如不能在24h内分析，将滤膜和吸附剂放置于专用的密封样品盒内	4℃低温条件避光保存	—
多氯联苯	玻璃采样筒	7d	4℃低温条件避光保存	350m ³ （标准状态）；浓缩定容体积1.0mL
		24h	常温避光保存	
气态汞	用聚乙烯/聚四氟乙烯塞子塞紧两端的样品富集管（含金膜的石英管），置于聚乙烯自封袋/专用具塞玻璃管中保存	30d	—	0.06m ³ （进气60min）1.44m ³ （进气24h）
酚酸酯类	玻璃采样筒	7d	4℃低温条件避光保存	144m ³ （标准状态）
五氧化二磷	过氧乙烯滤膜	7d	2℃~5℃低温条件避光保存	5m ³
硝基苯类化合物	硅胶采样管	7d	4℃低温条件避光、干燥剂保存	0.025m ³
有机氯农药	玻璃采样筒	24h	常温避光保存	350m ³
		7d		
总烃、甲烷和非甲烷总烃	用惰性密封头密封的玻璃注射器/气袋	用玻璃注射器保存8h	常温避光保存	1mL
		用气袋保存48h		
		仅测定甲烷7d		

附录 E
(资料性)

地下水监测井井身结构设计示意图

图E.1给出了地下水监测井井身的构造和尺寸示意图。



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

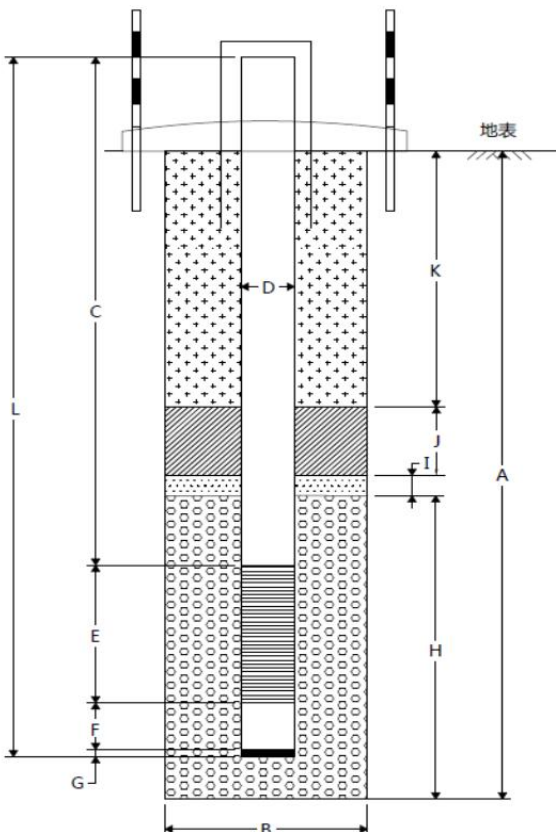
图E.1 地下水监测井井身的构造和尺寸示意图

附 录 F
(规范性)

监测井构造记录表信息表

表F.1给出了监测井需要记录的信息和参数指标。

表 F.1 监测井构造记录表信息表

项目名称			设井日期	
施工单位		监测井设置人员		
井 名		井 号		
井 址		监测井坐标		X: _____ Y: _____
井管顶高程	_____m	高程测量方式 (引用水平点需注明编号)		
钻孔信息		监测井构造示意图		
钻井方法				
井台类型				
A. 钻井深度	地表下_____至_____m			
B. 井孔直径	_____mm			
监测井构造				
C. 井管总长	_____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. 主要止水层	地表下_____至_____m			
止水材料类型				
K. 回填材料层	地表下_____至_____m			
回填材料类型				
L. 监测井井深	井顶下_____m			
备注 (设置至承压含水层的监测井须另制表补充说明)				

(未按比例绘制)
注: 井顶下——从管口算起。

附录 G

(规范性)

孔压静力触探 (CPTU) 渗透系数测试方法

G.1 准备工作

G.1.1 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：

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

G.1.2 测试用电缆应按探杆顺序依次穿杆连接，电缆长度应满足测试要求。

G.1.3 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。

G.1.4 测试作业前，应检查使用的探头是否符合使用要求，并核对探头标定记录，调零试压。

G.1.5 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。

G.1.6 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。

G.1.7 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。

G.2 贯入装备与数据采集

G.2.1 贯入系统应满足下列要求：

- a) 贯入力应满足触探设计深度的需要；
- b) 额定起拔力不应小于额定贯入力的 120%；
- c) 贯入和起拔时施力作用线应垂直机座基准面，垂直度公差宜为 0.5° ；
- d) 施力作用线偏离铅垂线的角度不应大于 2° ；
- e) 反力装置宜采用地锚或压重，提供的反力不应小于额定贯入力，且应限制主机在贯入中相对地表移动；
- f) 自探头锥底起算的 1000mm 长度范围内，探杆直径不得大于探头直径。

G.2.2 数据采集仪应符合下列规定：

- a) 电源的额定电压和电流应满足工作需要；
- b) 非线性度小于等于 40ppm，温漂小于等于 $0.6 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ ；
- c) 工作环境温度为 $-10^\circ\text{C} \sim 45^\circ\text{C}$ ；
- d) 静力触探完成后，数据采集仪应具有调零复位功能；
- e) 数据采集间隔沿深度不得大于 10cm。

G.2.3 测试数据采集内容应包括下列内容：

- a) 贯入深度；
- b) 锥尖阻力；
- c) 侧壁摩阻力；
- d) 孔隙水压力；
- e) 电阻率；

f) 孔压消散测试等。

G.2.4 测试数据保存格式宜与数据后处理软件相匹配。

G.3 现场测试

G.3.1 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。

G.3.2 在贯入过程中应采取措施保证匀速贯入和探杆的垂直度要求。

G.3.3 贯入操作过程应匀速，速率应为 (1.2 ± 0.3) m/min，且有保证匀速贯入的控制装置。

G.3.4 在正常贯入过程中不应提拔探杆。

G.3.5 孔压消散试验应符合下列规定：

- a) 孔压消散试验前宜查明地下水位情况；
- b) 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；
- c) 孔压消散试验数据的记录时间间隔应符合表 G.1 的规定；
- d) 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。

表 G.1 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

G.3.6 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。

G.3.7 软黏土中孔压静力触探测试应进行孔压消散试验。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。

G.3.8 孔压静力触探现场测试遇下列情况之一时，应停止贯入：

- a) 孔压静力触探主机负荷达到其额定荷载的 120%；
- b) 贯入时探杆出现明显弯曲；
- c) 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° ；
- d) 反力装置失效；
- e) 探头负荷达到额定荷载；
- f) 记录仪器显示异常。

G.3.9 贯入结束起拔探杆、取回探头，应符合下列规定：

- a) 探头拔出后，探头的侧壁摩擦筒应能进行 360° 旋转；
- b) 探头拔出地面后，应清理探头；
- c) 探头应避免阳光直射，获取基线读数，并将此次基线读数与初始基线读数进行对比；
- d) 孔压静力触探测试完成后应封孔。

G.3.10 孔压静力触探测试移位时，探头的应变腔应重新进行饱和，并应更换经饱和的孔压过滤环。

G.4 渗透系数确定

G.4.1 黏性土水平向固结系数可根据孔压消散试验结果按下列公式计算：

$$C_h = \frac{t^0 \cdot r^2 \cdot \sqrt{I_r}}{t_{50}} \dots\dots\dots (G.1)$$

$$I_r = 1000 \frac{G_0}{S_u} ; \dots\dots\dots (G.2)$$

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;

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^0 ——相应于 t_{50} 的时间因数, 取值0.245。

G.4.2 黏性土水平向渗透系数可根据孔压消散试验结果按下列公式计算:

$$K_h = (25t_{50})^{-1.25} \dots\dots\dots (G.3)$$

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。

以上内容仅为本文档的试下载部分, 为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文, 请访问:

<https://d.book118.com/497163162005010026>