

北京市地方标准

## 污染场地勘察规范

Code for investigation of contaminated sites

DB11/T 1311—2015

主编单位：北京市勘察设计研究院有限公司

批准部门：北京市规划委员会

北京市质量技术监督局

实施日期：2016 年 7 月 1 日

2016 北京

# 北京市规划委员会文件

市规发〔2016〕519号

## 北京市规划委员会关于 实施北京市地方标准《污染场地 勘察规范》的通知

各有关单位：

为进一步提高我市污染场地勘察设计水平，北京市规划委员会组织编制了北京市地方标准《污染场地勘察规范》（DB11/T 1311-2015），并已与北京市质量技术监督局联合发布。现将有关事宜通知如下：

《污染场地勘察规范》（DB11/T 1311-2015）自2016年7月1日起实施，请在污染场地勘察及相关工作中认真执行。

本规范由北京市规划委员会归口管理，北京市勘察设计院有限公司负责具体技术条文的解释工作。

特此通知。



---

北京市规划委员会办公室

2016年4月11日印发

---

# 北京市地方标准公告

2015 年标字第 18 号（总第 181 号）

以下 4 项北京市地方标准经北京市质量技术监督局批准，北京市质量技术监督局、北京市规划委员会共同发布，现予以公布（见附件）。

附件：批准发布的北京市地方标准目录



2015 年 12 月 31 日

附件

## 批准发布的北京市地方标准目录

序号	地方标准编号	地方标准名称	代替标准号	批准日期	实施日期
1.	DB11/ 804-2015	民用建筑通信及有线广播电视基础设施设计规范	DB11/T 804-2011	2015-12-30	2016-07-01
2.	DB11/ 1309-2015	社区养老服务设施设计标准		2015-12-30	2016-07-01
3.	DB11/ 1310-2015	装配式框架及框架-剪力墙结构设计规程		2015-12-30	2016-07-01
4.	DB11/T 1311-2015	污染场地勘察规范		2015-12-30	2016-07-01

注：以上地方标准文本可登录北京市质量技术监督局网站（[www.bjtsb.gov.cn](http://www.bjtsb.gov.cn)）或首都标准网（[www.capital-std.com](http://www.capital-std.com)）查阅。

## 前 言

根据北京市规划委员会《北京市“十二五”时期城乡规划标准化工作规划》和北京市质量技术监督局《关于印发 2014 年北京市地方标准制修订项目计划的通知》（京质监标发〔2014〕36 号）的要求，北京市勘察设计院有限公司会同相关单位经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考国内外相关标准和应用研究成果，在广泛征求意见的基础上，制定本规范。

本规范共分 8 章和 5 个附录，主要技术内容包括：1.总则；2.术语；3.勘察基本要求；4.环境水文地质调查与测绘；5.勘探和建井；6.现场采样；7.检测与试验；8.成果报告。

本规范由北京市规划委员会归口管理，北京市勘察设计院有限公司负责具体技术内容解释工作。标准日常管理机构为北京市城乡规划标准化办公室。

本规范在执行过程中，请各单位结合工程实践，认真总结经验，如发现需要修改和补充之处，请将意见和建议寄至北京市勘察设计院有限公司（地址：北京市海淀区羊坊店路 15 号，邮政编码：100038，Email：bgi\_wrcdkcgf@163.com）。

北京市城乡规划标准化办公室电话：（010）68027398，邮箱：bjbb3000@163.com。

**本规范主编单位：**北京市勘察设计院有限公司

**本规范参编单位：**北京市环境保护科学研究院

北京建工环境修复股份有限公司

北京市水文地质工程地质大队

北京市环境卫生设计科学研究所

北京市水利规划设计研究院

本规范主要起草人：徐宏声、周宏磊、姜林、王峰、  
苏昭辉、李书鹏、叶超、王慧玲、  
韩华、钟茂生、张劲松、高艳丽、  
林健、曹志农、刘培斌、张琦伟、  
郝庆斌、陈素云、唐建华、李厚恩、  
刘晓娜、王文峰、马先海、公维卿、  
孟维举

本规范主要审查人：李发生、许丽萍、吴文伟、宋云、  
丁爱中、武威、杨勇

## 目 次

1	总则 .....	1
2	术语 .....	2
3	勘察基本要求 .....	4
3.1	一般规定 .....	4
3.2	初步勘察 .....	5
3.3	详细勘察 .....	7
4	环境水文地质调查与测绘 .....	10
5	勘探和建井 .....	13
5.1	一般规定 .....	13
5.2	勘探 .....	13
5.3	建井 .....	14
6	现场采样 .....	16
6.1	一般规定 .....	16
6.2	土样采集 .....	16
6.3	地下水样采集 .....	17
6.4	垃圾土样采集 .....	19
6.5	渗滤液样采集 .....	19
6.6	填埋气样采集 .....	19
7	检测与试验 .....	20
7.1	一般规定 .....	20
7.2	室内检测与试验 .....	20
7.3	现场检测与试验 .....	21
8	成果报告 .....	23
8.1	一般规定 .....	23



8.2 成果报告基本要求 .....	23
附录 A 环境水文地质条件复杂程度分级 .....	25
附录 B 水文地质参数测定方法 .....	26
附录 C 勘探记录表格 .....	27
附录 D 地下水监测井井身结构示意图 .....	28
附录 E 监测井结构信息表 .....	29
本规范用词说明 .....	31
引用标准名录 .....	32
条文说明 .....	33

## CONTENTS

1	General Provisions .....	1
2	Terms .....	2
3	Basic Requirements .....	4
3.1	General Requirements .....	4
3.2	Preliminary Investigation .....	5
3.3	Detailed Investigation .....	7
4	Environmental Hydrogeological Survey and Mapping .....	10
5	Exploration and Installation of Monitoring Wells .....	13
5.1	General Requirements .....	13
5.2	Exploration .....	13
5.3	Installation of Monitoring Wells .....	14
6	Field Sampling .....	16
6.1	General Requirements .....	16
6.2	Soils .....	16
6.3	Groundwater .....	17
6.4	Landfilled Solid Wastes .....	19
6.5	Leachate .....	19
6.6	Landfill Gas .....	19
7	Detection and Tests .....	20
7.1	General Requirements .....	20
7.2	Laboratory Detection and Tests .....	20
7.3	Field Detection and Tests .....	21
8	Reports .....	23
8.1	General Requirements .....	23

8.2 Basic Requirements .....	23
Appendix A Complexity Classification of Hydrogeological Condition .....	25
Appendix B Determination Methods of Hydrogeological Parameters .....	26
Appendix C Record Forms of Exploration .....	27
Appendix D Structural Design of Groundwater Monitoring Wells .....	28
Appendix E Record Forms of Monitoring Wells Structure .....	29
Explanation of the Wording in This Code .....	31
List of Quoted Standards .....	32
Explanation of the Provisions .....	33

## 1 总 则

1.0.1 为了在污染场地勘察工作中贯彻执行国家有关的技术经济环境管理政策，做到技术先进，经济合理，保护生态环境，保障人体健康，保证工程安全，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于北京市行政区域内除放射性污染的工业污染场地和垃圾简易堆填场地。

1.0.3 污染场地勘察应查明工程地质与水文地质条件、污染现状，提出资料完整、数据真实、评价正确、建议合理的勘察报告。

1.0.4 污染场地勘察除应符合本规范的规定外，尚应符合国家现行有关标准和北京市地方标准的相关规定。

## 2 术 语

### 2.0.1 污染场地勘察 **investigation of contaminated site**

针对受人类活动影响，可能造成环境质量恶化、危害人体健康或破坏生态环境的工业污染场地及垃圾简易堆填场地，采用各种勘察技术、方法，查明、分析场地的工程地质与水文地质条件、场地污染现状的工程活动。

### 2.0.2 采样勘探点 **exploration point for sampling**

为采集岩土样品或垃圾土样品，查明地层结构、土壤环境现状而布设的勘探点。

### 2.0.3 环境水文地质勘探点 **environmental hydrogeological exploration point**

为查明地层结构、地下水类型与分布、土壤环境现状而布设的勘探点，兼具采集岩土样品或垃圾土样品功能。

### 2.0.4 监测试验井点 **well point for monitoring and test**

为现场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设的井点，包括地下水、渗滤液和气体监测井点以及试验井点。

### 2.0.5 污染源 **contamination source**

造成环境污染的污染物发生源，包括向环境排放有害物质或对环境产生有害影响的场所、设备、装置。

### 2.0.6 垃圾简易堆填场 **simple waste landfill site**

未按照生活垃圾卫生填埋场相关标准进行设计、建设和运行的垃圾堆填场。

### 2.0.7 垃圾堆填区 **simple waste landfill area**

垃圾简易堆填场地内堆填有垃圾的区域。

### 2.0.8 渗滤液 **leachate**

垃圾在堆放和填埋过程中由于压实、发酵等物理、生物、化学降

解作用，同时在降水和其他外部来水的渗流作用下产生的含有机或无机成分的液体。

#### 2.0.9 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分布及其渗透性，地下水的类型、埋藏条件及补排条件，污染源分布及其类型，岩土和地下水污染物种类、污染程度和范围、污染途径等。

##### 2.0.10 包气带 **unsaturated zone**

地表面与地下水面之间与大气相通的，含有气体的地带。

##### 2.0.11 饱水带 **saturated zone**

地下水面以下，土层或岩层的空隙全部（或几乎全部）被水充满的地带。

### 3 勘察基本要求

#### 3.1 一般规定

3.1.1 污染场地勘察主要工作内容应符合下列规定：

1 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；

2 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；

3 提供满足场地环境评价、污染治理修复设计所需的地质、水文地质参数及污染物理化性质参数，建立污染场地环境水文地质概念模型；

4 分析场地环境岩土相关问题，并提出防治建议。

3.1.2 污染场地勘察应搜集区域及场地地质与水文地质资料、环境资料，开展调查与测绘、勘探（建井）与采样、现场测试和室内试验检测等工作，可采用适用的工程物探、化探技术。

3.1.3 勘察工作的勘探点宜分为采样勘探点、环境水文地质勘探点和监测试验井点三类。各类勘探点宜结合共用布设。

3.1.4 污染场地勘察工作应对现场调查与测绘、勘探和建井、现场采样、室内试验与现场测试全过程的环境、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。

3.1.5 污染场地勘察宜分初步勘察与详细勘察两个阶段进行，并应符合下列规定：

1 初步勘察应对场地的污染特征及水文地质特征进行初步评价，判断场地污染的可能性，初步划分污染区范围；

2 详细勘察应查明场地的环境水文地质条件，提供场地风险评价及修复技术初步筛选所需参数，提出环境岩土工程治理相关建议；

3 当场地环境水文地质条件复杂或污染治理修复设计有特殊

要求时，应进行专项勘察；

4 当已经判定场地存在污染且污染物种类明确时，可合并勘察阶段，直接进行详细勘察。

### 3.2 初步勘察

3.2.1 初步勘察主要应进行下列工作：

1 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，初步分析场地的地质与环境水文地质条件、场地污染的可能性；

2 进行环境水文地质调查与测绘；

3 初步查明地层结构，地下水类型与分布，地下水补径排条件和动态特征，地下水与邻近地表水的关系；

4 初步查明场地污染源特征与分布，场地岩土及地下水中污染物种类、浓度，初步判断场地污染途径及污染区范围；

5 综合分析场地水文地质条件及污染特征，建立初步的污染场地环境水文地质概念模型。

3.2.2 初步勘察勘探点布置宜采用专业判断布点法或网格布点法，并应符合下列要求：

1 污染源明确的场地宜采用专业判断布点法，每个潜在污染区内布置不应少于 3 个采样勘探点，污染区中央或有明显污染的部位应布置采样勘探点；

2 污染源不明确的场地宜采用网格布点法，采样勘探点间距宜为 40m~100m，场地面积较小或环境水文地质条件复杂时，宜取较小值；当场地面积小于 10000m<sup>2</sup> 时，采样勘探点间距不宜超过 40m。环境水文地质条件复杂程度分级应按本规范附录 A 执行；

3 环境水文地质勘探点数量不应少于 3 个，宜布置在潜在污染区或附近，垃圾简易堆填场地至少应有 1 个布置在堆填区内；

4 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；当不能判明地下水流向时，应增加井点数量；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；

5 勘探点总数不应少于 5 个，各类勘探点宜结合共用布设；

6 垃圾简易堆填场地存在渗滤液时，应设置渗滤液监测井；

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。

### 3.2.3 初步勘察的勘探孔深度应符合下列要求：

1 单一潜水含水层地区，采样勘探孔钻遇基岩或碎石土层即可终止钻进，环境水文地质勘探孔和地下水监测井应达到地下水水面以下 5m 或钻遇基岩；

2 多含水层地区，勘探孔深度应符合下列要求：

1) 采样勘探孔深度宜达到污染源下伏的第 1 个黏性土层或弱透水岩层，且进入其中不宜小于 1m；

2) 环境水文地质勘探孔宜穿透污染源下伏的第 1 个含水层（不含上层滞水），深度不宜小于 15m；当缺乏区域地层资料时，环境水文地质勘探孔深度应适当增加，至少应有 1 个环境水文地质勘探孔穿透污染源下伏的第 2 个含水层，深度不宜小于 30m；

3) 地下水监测井应针对可能污染的含水层分层设置，监测井深度宜达到含水层底板之下 0.5m。当含水层厚度大于 5m 时，对于潜水含水层，地下水监测井深度至少应达到地下水水位以下 5m；对于承压水含水层，地下水监测井至少应进入含水层顶板以下 5m。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确定监测井深度；

3 垃圾堆填区内采样勘探孔应穿透垃圾堆体，且进入天然土层不小于 1m；渗滤液监测井深度不应超过垃圾堆体底部边界。

### 3.2.4 初步勘察应采取样品进行检测，并应符合下列要求：

1 勘探孔应采取岩土样品进行潜在污染物检测，环境水文地质勘探孔和采样勘探孔均应采样，采样深度应根据地层和地下水分布条件，以及污染物迁移情况确定，可自地表非土壤硬化土层之下开始，3m 以内采样间隔宜为 0.5m，3m~6m 采样间隔宜为 1m，6m 以

下的黏性土和粉土采样间隔宜为 2m、砂类土采样间隔可适当加大；

2 勘探孔应采取岩土样品进行室内物理性质试验，采样位置和深度应根据地貌单元、地层结构和地下水分布条件确定，每个主要土层均应采取土试样，其数量不宜少于 6 个；

3 垃圾堆填区内勘探孔还应采集垃圾土和填埋气样品进行检测，垃圾土和填埋气样品数量均不宜少于 3 个；

4 应在监测井中采取地下水、渗滤液样品进行水质和潜在污染物检测。

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

### 3.3 详细勘察

3.3.1 详细勘察主要应进行下列工作：

1 查明场地地形地貌、地层结构、地下水类型与分布、补径排条件、动态和流场特征，地下水与邻近地表水的关系；

2 查明场地污染源特征与分布，场地岩土及地下水中污染物种类和浓度，分析场地污染途径，确定污染范围；

3 提供场地环境评价、污染治理修复设计所需的地质和水文地质参数；

4 综合分析场地水文地质条件及污染特征，细化污染场地环境水文地质概念模型；

5 提供场地治理修复设计所需的岩土参数，分析污染治理及土地开发建设相关环境岩土问题，提出防治方案的建议。

3.3.2 详细勘察勘探点布置，应根据污染源分布情况，结合污染物在土壤和地下水中的迁移特征确定，并应符合下列要求：

1 在初步划定的污染区内，采样勘探点间距宜为 20m，其他区域点间距可为 40m，污染边界附近应适当加密；未被污染的区域应至少布置 3 个对照采样勘探点；

2 当场地地下水污染时，应布设环境水文地质勘探点和地下水

监测井点。环境水文地质勘探点宜按网格布点，点间距不宜超过40m；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；受污染含水层之下的含水层应至少设置1个环境水文地质勘探点和地下水监测井点；

3 垃圾堆填区存在渗滤液时，应设置渗滤液监测井点，不同类型垃圾土填埋区域宜分别布设渗滤液监测井点，数量不宜少于3个；

4 试验井点可根据风险评价和修复设计的需要，并结合监测井点布设；

5 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。

### 3.3.3 详细勘察勘探孔深度应符合下列要求：

1 采样勘探孔深度宜根据包气带土壤污染深度确定，单一潜水地区钻遇基岩或碎石土层即可终止钻进，多含水层地区钻遇稳定饱水层即可终止钻进；

2 环境水文地质勘探孔宜穿透含水层；

3 地下水监测井深度应根据地下水分布条件和污染特征确定，应监测可能受污染的各层地下水，深度宜达到含水层底板。监测污染层下伏含水层的地下水监测井，进入含水层不应小于2m；

4 垃圾堆填区内采样勘探孔应穿透垃圾堆体，且进入天然土层不小于1m；渗滤液监测井深度不应超过垃圾堆体底部边界；

5 试验井深度应根据试验目的确定。

3.3.4 场地的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，可按本规范附录B选择。

3.3.5 详细勘察阶段勘探孔采样间隔、检测指标应在初步勘察的基础上，根据现场实施条件及水文地质条件、污染特征评价的要求确

定，可在本规范 3.2.4 条的基础上适当调整。

**3.3.6** 垃圾简易堆填场地堆填区内揭露有生活垃圾的勘探孔均应进行气体检测。

**3.3.7** 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。

**3.3.8** 当需要提供场地治理修复设计所需的岩土力学参数时，原位测试及室内土工试验应按现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 和《土工试验方法标准》GB/T 50123 执行。

## 4 环境水文地质调查与测绘

4.0.1 环境水文地质条件中等复杂、复杂的污染场地应进行环境水文地质测绘；对环境水文地质条件简单的污染场地，可采用调查代替测绘。

4.0.2 环境水文地质调查与测绘的范围，应包括污染场地及其附近地区，宜依据环境水文地质条件复杂程度沿污染场地外扩。

4.0.3 环境水文地质测绘的比例尺和精度应符合下列要求：

1 测绘的比例尺宜为 1：500～1：10000，当场环境水文地质条件复杂时，应选用大比例尺；

2 环境水文地质观测点的测绘精度，在图上不应低于 3mm。

4.0.4 环境调查与测绘应包括下列内容：

1 污染场地历史土地利用状况以及历史污染事件等；

2 场地内及周边可能受污染影响的环境敏感点；场地周边地区土地利用历史状况和现状，相邻企业历史和现状，包括企业污染物排放源、污染物排放种类、方式及去向等，并初步分析其与污染场地的关联性；

3 工业污染场地调查应包括建厂的时间，主要产品、产量、主要原材料、用量以及生产或使用的有毒有害化学品和石油产品的种类、使用和贮存数量，贮存设施及使用状况；污染治理设施及数量、生产工艺状况及产污环节、主要污染物产生和排放装置、污水管线、污水处理站、各种罐槽以及废弃物堆放场地分布及其变化等，具体调查内容可参照现行北京市地方标准《场地环境评价导则》DB11/T 656 执行；

4 垃圾简易堆填场地调查，应包括垃圾场的填埋时间，垃圾的种类、成分和主要特性，填埋量、深度和填埋范围；垃圾的填埋方式和填埋程序以及防渗衬层和封盖层的结构，渗滤液收集和排放系统的布置；截污坝、污水池、排水井、输液输气管道和其他相关构

筑物情况；同时应对场地的刺激性气味区域进行调查，并开展必要的观测，分析刺激性气味的来源、成分等。

#### 4.0.5 水文地质调查与测绘宜包括下列内容：

1 场地及周边 1km~2km 的地形、地貌、地层、构造、不良地质作用；

2 井、泉位置，井的类型、深度、井身结构、井周地层剖面、出水量、水位、水质及其动态变化以及地下水的开采方式、开采量、用途和开采后出现的问题；泉的出露条件、成因类型和补给来源，泉的流量、水质以及泉的动态变化、利用情况等；

3 地下水的类型、补给来源、排泄条件，含水层主要岩性、透水性、富水性及其变化规律；各含水层地下水位、埋藏深度、变化幅度及地下水流场特征；地下水污染情况及其与地表水体的关系；

4 场地及周边地表水的类型和分布、规模、来源、水质现状及其历史变化和趋势；

5 气象、水文、植被、土的标准冻结深度等。

#### 4.0.6 地质与水文地质观测点应符合下列规定：

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 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，宜结合本规范第 3.2.2 条规定布置相应的水文地质勘探井；

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。

#### 4.0.7 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%，  
检验应包括下列内容：

- 1 检查解译标志；
- 2 检查解译结果；
- 3 检查外推结果；
- 4 对室内解译难以获得的资料进行野外补充。

## 5 勘探和建井

### 5.1 一般规定

5.1.1 勘探方法包括钻探、井探、槽探、物探等，应根据场地实施条件、地层、污染类型、采样及测试要求等确定。

5.1.2 勘探工作应考虑对周围环境的影响，勘探前应查明各类地下管线、地下构筑物的分布及使用情况。

5.1.3 勘探及建井过程应采取措施防止污染物损失、交叉污染以及对环境造成二次污染。

5.1.4 勘探工作应采取保障人员健康的安全防护措施。

5.1.5 地下水与渗滤液监测井应符合本规范第 5.3 节的规定。地下水试验井设计与施工宜参照现行国家标准《供水水文地质勘察规范》GB 50027 执行，同时应符合本规范第 5.1.3 条的规定。

### 5.2 勘 探

5.2.1 钻探除应符合相关规范要求外，尚应符合下列规定：

1 钻进方法和钻进工艺选择应考虑地层结构、岩土特性、污染物特征、环境敏感性等因素，符合地层鉴别、采样及原位测试的要求；

2 钻探口径应分别满足建井、取样或测试等的要求；钻探需钻穿污染含水层下伏隔水底板时，宜采用多级套管、分层灌浆回填的钻探方式；

3 钻探记录应包含颜色、气味等污染痕迹信息，详细记录可按本规范附录 C 执行；

4 简易垃圾堆体钻探应采取防止堆体内压力的泄压而造成的渗滤液喷发、填埋气燃烧、爆炸的措施；

5 监测井钻探成孔宜采用清水钻进或跟管钻进；



6 钻探过程中及结束后,应将产生的废弃土及废水分别统一收集并妥善处置;

7 勘探完成后,所有钻孔应采用无污染、低渗透材料及时回填封孔。

#### 5.2.2 槽探与井探应符合下列规定:

1 目标污染物埋藏较浅且位于地下水位以上时,可采用槽探、井探识别观察、快速检测污染物特征与浓度;

2 槽探与井探应记录探槽或探井位置、采样信息、开挖土样与槽壁(井壁)土层的颜色、气味等污染痕迹信息。

5.2.3 地球物理勘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。

### 5.3 建 井

5.3.1 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,井身结构应符合本规范附录 D 的规定。

5.3.2 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采样要求,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不少于 100mm,即围填滤料厚度不宜小于 50mm;

2 井管材质应满足监测井强度要求,并保证采集水样不受污染;

3 井管连接不应使用有机粘接剂。

5.3.3 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。

5.3.4 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他层之间止水良好；

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。

5.3.5 如钻探引入外来浆液或产生较多钻屑，下管前应进行有效清孔。

5.3.6 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。

5.3.7 监测井结构记录可参照本规范附录 E 执行。

5.3.8 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。

## 6 现场采样

### 6.1 一般规定

6.1.1 采集样品应进行详细记录与标识,包括样品编号、采样日期、采样点坐标、采样点周边基本环境信息、采样时刻气象气候信息、采样深度、水位标高等信息,并采集现场采样图片。

6.1.2 现场装有含挥发性、半挥发性有机污染物的土壤、地下水等样品的容器应密封低温、避光保存。

6.1.3 用于污染物浓度分析的采样方案现场实施前,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 采样过程中应防止交叉污染,每采集完一个位置的样品,应将采样工具清洗干净,非扰动采样器应为一次性采样器;

2 土壤和地下水样品应按 10%的比例采集现场平行样,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。

6.1.4 勘察现场存在遗留废弃物时,宜按照现行行业标准《工业固体废物采样制样技术规范》HJ/T 20 及《地表水和污水监测技术规范》HJ/T 91 的规定进行采样、分析、鉴别。

6.1.5 采样过程中产生的废弃物应集中收集并妥善处理、处置。

6.1.6 现场样品采集时,操作人员均应配备相应的健康防护装置及用品。

### 6.2 土样采集

6.2.1 用于土工参数测试的土样采集,应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 的规定。用于污染物浓度分析的土样采集,应符合本规范第 6.2.2~6.2.5 条的规定。

6.2.2 应用清洁的采样工具采集用于半挥发性有机物、农药、多氯联苯、重金属、二噁英、氰化物等污染物检测的样品,并转移至棕

色玻璃瓶内压实密封。对于分析重金属浓度的样品，宜采用便携式重金属分析仪进行现场扫描，采集扫描结果相对较高的样品送实验室分析。

**6.2.3** 应用非扰动采样器采集用于挥发性有机污染物分析的样品，现场宜采用便携式设备每隔 0.5m 对土样进行扫描，同时采集每处扫描位置的样品迅速转移至加有封存剂的棕色样品瓶内，最后结合土壤岩性分布，将扫描结果相对较高位置的样品送实验室检测。

**6.2.4** 当非挥发性污染物样品中含有较多的石砾、砖块时，可先过筛并取筛下物装入样品瓶。

**6.2.5** 土样的采集量、样品保存与运输应符合现行北京市地方标准《场地环境评价导则》DB11/T 656 的规定。

### 6.3 地下水样采集

**6.3.1** 地下水样品应在符合本规范要求的地下水监测井中采集，当采用已有监测井进行采样时，应先收集井结构等信息并评估能够满足要求后方可使用。

**6.3.2** 成井洗井完成需平衡后方可开展地下水采样，采用气提等对含水层扰动较大的技术进行成井洗井时，平衡时间相应延长。

**6.3.3** 当地下水监测井内存在非水相液体时，宜在地下水洗井采样前利用油水界面仪测试非水相液体的厚度，并利用可调节采样深度的采样器采集非水相液体样品。

**6.3.4** 地下水样品采集前应进行采样洗井，并符合下列要求：

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。应采用便携设备测试洗出水样的溶解氧（DO）、pH 值、氧化还原电位（ORP）、温度、电导率及浊度，每隔 5min 记录相应指标读数。当满足以下条件时可结束洗井：

- 1) pH 值变化范围为 $\pm 0.1$ ；
- 2) 温度变化范围为 $\pm 3\%$ ；
- 3) 电导率变化范围为 $\pm 3\%$ ；
- 4) 溶解氧（DO）变化范围为 $\pm 10\%$ （或当  $DO < 2.0\text{mg/L}$  时，其变化范围为 $\pm 0.2\text{mg/L}$ ）；
- 5) 氧化还原电位（ORP）变化范围 $\pm 10\text{mV}$ ；
- 6) 浊度 $> 10\text{NTU}$  时，其变化范围应在 $\pm 10\%$ 以内，浊度 $< 10\text{NTU}$  时，其变化范围为 $\pm 1.0\text{NTU}$ ；或者浊度连续三次测量结果均小于 5NTU。

3 当洗井过程中地下水监测指标无法满足第 6.3.4 条中第 2 款的要求，但洗井体积已达到 3 倍~5 倍的采样点至地下水水面深度范围内井管的体积时，可结束洗井。

6.3.5 采样洗井结束后应于 2 小时内采集地下水样品，采样设备宜与洗井设备一致，宜采用低流量泵进行采样，采样深度不应小于 0.5m，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。

6.3.6 样品采集时应先采集分析 VOCs 的地下水样品，样品应装满样品瓶并形成凸液面后拧紧瓶盖并缠上封口膜，瓶内不应存在顶空及气泡。

6.3.7 当含水层较厚时，宜分层采样，采样间距宜为 3m。

6.3.8 分析不同类型污染物的地下水样品存储容器的选择应符合现行行业标准《地下水环境监测技术规范》HJ/T 164 的规定，地下水样品采集记录应符合现行北京市地方标准《场地环境评价导则》DB11/T 656 的规定。

## 6.4 垃圾土样采集

6.4.1 垃圾土样宜在勘探孔中采集，采样设备应符合现行行业标准《生活垃圾采样和分析方法》CJ/T 313 的规定。

6.4.2 采样前应在地表铺设干净的塑料膜，将从取样器取出的扰动垃圾土样平铺在塑料膜上，充分混合后采用四分法进行采样。

6.4.3 垃圾土样进行理化试验时，采样量不少于 5kg；有特殊试验需求时，应增加采样量。

6.4.4 垃圾土样采集后应在 24 小时内置于密闭容器内运送至试验室，垃圾土样保存期不应超过 48 小时，样品的处理与保存应符合现行行业标准《生活垃圾采样和分析方法》CJ/T 313 和《生活垃圾土工试验技术规程》CJJ/T 204 的规定。

## 6.5 渗滤液样采集

6.5.1 渗滤液样应在设置的渗滤液监测井中采集。

6.5.2 用采样器提取渗滤液，弃去前 3 次渗滤液样品，用第 4 次渗滤液作为分析样品，渗滤液采样量和固定样品方法应符合现行行业标准《地表水和污水监测技术规范》HJ/T 91 的规定。

6.5.3 渗滤液样品采集后，应立即将容器瓶盖紧、密封并贴好标签。样品的处理与保存应符合现行行业标准《地表水和污水监测技术规范》HJ/T 91 的规定。

## 6.6 填埋气样采集

6.6.1 填埋气样宜采用气体采集装置在已有或设置的监测井中采集，所测数据应仅代表被测井深度处垃圾土中气体的参数。气体采集装置宜包括真空箱子、采样袋、抽气泵、气体导管和阀门。

6.6.2 正式采样前，应用被测气体将采样袋充洗三次，采样结束后应将采样袋避光运回试验室，并在 24 小时内测定。样品的处理与保存应符合现行行业标准《生活垃圾土工试验技术规程》CJJ/T 204 的规定。

## 7 检测与试验

### 7.1 一般规定

7.1.1 污染场地勘察应进行室内物理、力学和生物、化学性质的试验检测，试验检测的项目应根据风险评价和修复设计的需要确定。

7.1.2 污染场地勘察宜采用便携式仪器进行污染物性质的现场快速检测和筛选。

7.1.3 当场地治理修复设计需要提供岩土力学参数时，应采用适宜的室内土工试验和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。

7.1.4 应利用场地监测试验井进行地下水、渗滤液量测和水文地质试验，测定场地的水文地质参数。

### 7.2 室内检测与试验

7.2.1 土样的物理性质试验应包括颗粒级配、比重、天然含水量、天然密度、液限、塑限、渗透系数、有机质含量等，具体操作和试验仪器应符合现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123 的规定。

7.2.2 土样的化学性质检测项目与方法应符合现行行业标准《场地环境调查技术导则》HJ 25.1 与现行北京市地方标准《场地土壤环境风险评价筛选值》DB11/T 811 的规定。

7.2.3 垃圾土样品的检测项目应包括物理成分、容重、粒径、含水率、有机质等，必要时，还应进行化学分析试验、可燃分及灰分、热值试验，分析方法应符合现行行业标准《生活垃圾采样和分析方法》CJ/T 313 和《生活垃圾土工试验技术规程》CJJ/T 204 的规定。

7.2.4 地下水样品的检测项目与方法应符合现行国家标准《地下水质量标准》GB/T 14848 和现行行业标准《地下水环境监测技术规范》

HJ/T 164 的规定。对于特定检测项目，可根据场地污染源和关注污染物确定。

7.2.5 渗滤液样品的检测项目与方法应符合现行国家标准《生活垃圾填埋场污染控制标准》GB 16889 的规定。

7.2.6 地表水样品检测项目和方法应符合现行行业标准《地表水和污水监测技术规范》HJ/T 91 的规定，对于特定检测项目，可根据场地污染源和关注污染物确定。

7.2.7 填埋气样品的检测项目和方法应符合现行行业标准《生活垃圾土工试验技术规程》CJJ/T 204 的规定。

### 7.3 现场检测与试验

7.3.1 污染物浓度现场测试，宜根据场地条件、污染物特征、介质性质选用便携式检测仪进行检测，可测定土壤中挥发性有机物浓度、重金属浓度，地下水的 pH 值、氧化还原电位、溶解氧、电导率、温度、浊度等，垃圾土中的甲烷（ $\text{CH}_4$ ）和二氧化碳（ $\text{CO}_2$ ）等浓度。

7.3.2 场地的水文地质参数可参照本规范附录 B 测定，包括地下水位、地下水流速、渗透系数、给水度、释水系数、弥散系数等。

7.3.3 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，应采取止水措施，将被测含水层与其他含水层隔开。

7.3.4 地下水流速、流向可采用几何法、示踪剂法等方法测定。

7.3.5 水文地质参数可通过搜集已有试验资料获取，当需要进行水文地质试验时，宜选择对地层和地下水扰动小的试验，包括渗水试验、注水试验和提水试验，必要时可进行抽水试验。试验过程中产生的废弃物应集中收集并妥善处理、处置。

7.3.6 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法，黏性土可采用试坑双环法。试验应符合下列规定：



1 用流量箱连续向孔内注入纯净水或蒸馏水,使管内水位升高到设计的高度后,应控制注水量,使水头、水量保持稳定,注水量允许偏差为 10%,水头允许波动幅度为 $\pm 1\text{cm}$ ;

2 注水开始后,第 1min、2min、3min、4min、5min、10min、15min、20min、25min、30min 同时观测一次水位、水量,以后每隔 30min 观测一次,至稳定后再延续 2h~4h 即可结束;

3 注水试验结束后应立即观测钻孔中的水位下降,其时间间隔与注水试验相同,直至水位下降到静止水位为止;当水位下降缓慢到距静止水位 5cm~10cm 时,可停止观测。

**7.3.7** 提水试验应符合下列规定:

1 提水试验应在监测井中进行,试验前应及时彻底洗孔,并排出孔底的沉淀物;

2 可向井中瞬时或连续加入、抽出一定体积的水,造成水位的明显变化;

3 提水开始后,可在第 1min、2min、3min、4min、5min、10min 观测一次水位,以后每隔 5min 观测一次,至稳定后即可结束。

**7.3.8** 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。

**7.3.9** 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 成果报告

### 8.1 一般规定

8.1.1 污染场地勘察报告应满足场地环境评价和治理修复设计的需求，并宜结合污染场地再利用的规划和建设提出合理建议。

8.1.2 污染场地勘察报告所依据的原始资料应经过整理、检查和分析，确认无误后方可使用。

8.1.3 污染场地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。

### 8.2 成果报告基本要求

8.2.1 污染场地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、工作方法和程序、质量保证和质量控制；
- 4 场地地形、地貌、水文、气象概况，场地土地利用与污染历史；
- 5 场地地层年代、成因、岩土性质及分布、岩土物理力学性质、渗透性；
- 6 地下水埋藏、分布、水位及其变化，地下水补给、径流、排泄条件与流场特征，水文地质参数；
- 7 场地污染源类型、规模、分布特征及污染物浓度，场地土壤与地下水中污染物种类、浓度及空间分布，污染物运移路径、运移规律，环境水文地质概念模型；
- 8 场地地质与水文地质特征评价，场地土壤和地下水污染状况评价，可能影响治理修复设计、工程施工的环境岩土问题预测分析与预防建议。

8.2.2 勘察报告中图表部分宜包括下列内容：

- 1 勘探点主要数据一览表；
- 2 勘探点平面布置图；
- 3 勘探孔柱状图；
- 4 监测试验井井身结构图；
- 5 水文地质剖面图；
- 6 地下水流程图；
- 7 污染源分布图；
- 8 土壤与地下水中污染物分布图；
- 9 现场检测与试验成果图表；
- 10 室内试验成果图表。

注：当需要时，可附场地地物分布、勘探、建井与采样流程图、照片、综合分析图表以及环境质量和岩土工程计算成果图表、实验室检测数据及检测资质等。

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

## 附录 A 环境水文地质条件复杂程度分级

**A.0.1** 场地环境水文地质条件复杂程度，可按下列规定分为三个等级：

1 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，对人体影响显著；

4) 场地地下水环境敏感程度为敏感。

2 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，对人体有一定影响；

4) 场地地下水环境敏感程度为较敏感。

3 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.0.2** 场地地下水环境敏感程度分级可参照《环境影响评价技术导则——地下水环境》HJ 610 执行。

附录 B 水文地质参数测定方法

B.0.1 水文地质参数测定可按表 B.0.1 执行。

表 B.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
提水试验		渗透系数	渗透性较差、厚度相对较小的含水层
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	常水头法	渗透系数	渗透性较强的砂土、卵砾石层
注水试验	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
颗分试验		渗透系数	砂土
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 C 勘探记录表格

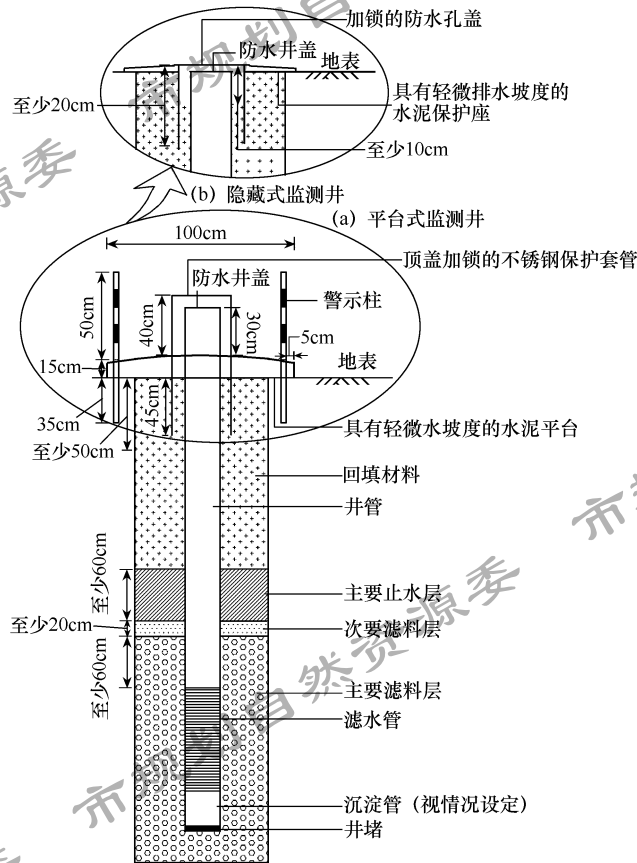
C.0.1 勘探记录参照表 C.0.1 执行。

表 C.0.1 勘探记录表格

项目信息		工程编号		工程名称			
		地点					
钻孔信息		钻孔编号		钻孔日期		孔口 标高 <sup>[1]</sup>	
		钻机类型		初见水位 (m)		钻孔 坐标 <sup>[2]</sup>	X Y
是否成井				成井编号			
标高 (m)	钻孔 深度 (m)	剖面图	野外描述	变层 深度 (m)	样品 编号	土壤采样	
						采样 深度 (m)	现场检测 <sup>[3]</sup>
						项目	数值
[1]高程系统：_____ [2]平面坐标系：_____							
[3]现场检测仪器与规格：_____							
施工单位：				施工人员签字：			

附录 D 地下水监测井井身结构示意图

D.0.1 地下水监测井井身结构见图 D.0.1。



注：1. 图未按比例绘制；

2. 除带“至少”字样的标注尺寸外，其他尺寸为建议尺寸。

图 D.0.1 地下水监测井井身结构示意图

## 附录 E 监测井结构信息表

E.0.1 监测井结构信息记录参照表 E.0.1 执行。

表 E.0.1 监测井结构信息表

项目 信息	工程编号	工程名称			
	地点				
基本 信息	井编号		建井日期		钻孔编号
	井顶管标高 <sup>[1]</sup>		井坐标 <sup>[2]</sup>	X	
				Y	
	地下水水位标高				
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					



表 E.0.1 监测井结构信息表（续）

监测井结构信息		监测井结构示意图
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		
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)		
[1]高程系统: _____ [2]平面坐标系: _____		
施工单位: _____ 施工人员签字: _____		

## 本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对于要求严格程度不同的用词，说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

## 引用标准名录

- 1 《岩土工程勘察规范》GB 50021
- 2 《土工试验方法标准》GB/T 50123
- 3 《供水水文地质勘察规范》GB 50027
- 4 《生活垃圾填埋场污染控制标准》GB 16889
- 5 《地下水质量标准》GB/T 14848
- 6 《生活垃圾采样和分析方法》CJ/T 313
- 7 《生活垃圾土工试验技术规程》CJJ/T 204
- 8 《场地环境调查技术导则》HJ 25.1
- 9 《土壤环境监测技术规范》HJ/T 166
- 10 《地表水和污水监测技术规范》HJ/T 91
- 11 《工业固体废物采样制样技术规范》HJ/T 20
- 12 《地下水环境监测技术规范》HJ/T 164
- 13 《场地环境评价导则》DB11/T 656
- 14 《场地土壤环境风险评价筛选值》DB11/T 811

北京市地方标准

# 污染场地勘察规范

DB11/T 1311—2015

条文说明

2016 北京

自然资源委

市规划自然资源委 市

自然资源委 市规划自然资源委 市规划自然资源委

自然资源委

市规划自然资源委

## 目 次

1	总则 .....	37
2	术语 .....	41
3	勘察基本要求 .....	42
3.1	一般规定 .....	42
3.2	初步勘察 .....	45
3.3	详细勘察 .....	53
5	勘探和建井 .....	56
5.1	一般规定 .....	56
5.2	勘探 .....	57
5.3	建井 .....	59
6	现场采样 .....	70
6.1	一般规定 .....	70
6.2	土样采集 .....	70
6.3	地下水样采集 .....	71
6.4	垃圾土样采集 .....	73
6.5	渗滤液样采集 .....	74
6.6	填埋气样采集 .....	74
7	检测与试验 .....	75
7.1	一般规定 .....	75
7.2	室内检测与试验 .....	75
7.3	现场检测与试验 .....	77
8	成果报告 .....	80
8.1	一般规定 .....	80
8.2	成果报告基本要求 .....	81

自然资源委

市规划自然资源委 市

自然资源委 市规划自然资源委 市规划自然资源委

自然资源委

市规划自然资源委

## 1 总 则

1.0.1 本条明确了制定本规范的目的和指导思想。污染场地已成为北京市的重要环境问题之一，明确场地污染的程度和范围、查明场地的地质与水文地质条件，是进行场地环境管理、场地利用规划与开发建设的基础，也是勘察工作要解决的问题，勘察工作贯穿场地环境评价、污染修复、场地再利用规划，以及开发建设的全过程。而现行工程建设领域及环保领域相关勘察或调查标准中，工程勘察规范侧重于土的物理力学性质分析、污染土和水对建筑材料的腐蚀性评价，环境调查评价导则主要从健康风险角度出发，侧重于查明污染的分布特征，没有明确对于查明水文地质条件的要求，缺乏相应的技术和操作要求。需要有综合考虑环境与岩土特点、可操作性强的勘察方法技术标准。

为了进一步规范北京市污染场地勘察工作的流程、方法和技术要求，促进污染场地规划、建设工作的标准化，推进技术进步，启动了《污染场地勘察规范》的编制工作。《污染场地勘察规范》针对北京的实际情况，包括北京地区地质和水文地质特征、场地污染特征，总结国内（包括北京地区）的污染场地勘察（或调查）经验，借鉴国外有关研究成果，考虑技术的发展趋势及可操作性，经过分析、综合后，统一北京市工业污染场地和垃圾简易堆填场地勘察工作的技术要求。该规范能够对污染场地勘察起到具体的规范性指导作用，是对现有场地环境调查、评价标准的有益补充。

本规范章节构成和编写体例按照住建部《工程建设标准编写规定》设置，规范对勘察的工作内容、工作方法、工作量进行规定。规范按照勘察工作先后程序，对各种勘察技术方法，包括勘探、建井、采样、测试和试验等方法做出专门的规定。勘察工作的程序为：首先通过搜集资料、现场踏勘或测绘，初步了解场地状况；选择有效的勘探、建井、测试手段，布置合理的现场工作量，获取所需的



技术参数；进行统计分析和计算，对场地问题进行分析评价。

**1.0.2** 本条主要阐明本规范的适用范围。随着我国工业化、城市化的快速发展，大量的污染场地，包括搬迁遗留工业污染场地及加油站、垃圾简易堆填场地、废弃矿山遗留地、污灌农田等，对土壤和地下水造成严重污染。本规范能够对工业污染场地和垃圾简易堆填场地的勘察工作起到具体的规范性指导作用。工业污染场地重点指化学原料与化学品制造、石油加工、炼焦、金属冶炼与延压加工、塑料与橡胶制造等类场地。

**1.0.3** 污染场地的勘察工作处于整个污染场地管理流程的前端，要在场地风险评价、污染治理修复以及规划利用之前，其目的是尽量详细、准确的描述和展示场地的水文地质特征和土壤、地下水污染特征，为场地的风险评价提供准确的资料支撑，为经济有效的制定场地治理修复方案、为合理制定土地利用规划提供参考。

污染场地勘察报告不仅应当提供完整可靠的钻探、测试以及试验等资料，正确反映场地的地层结构、水文地质条件和污染状况，还应分析场地的环境岩土问题，提供科学、合理的环境岩土防治建议，为场地的环境评价提供充分的资料，为后续的土地规划利用和开发建设提供基础性环境水文地质资料，当场地需要开展污染修复时，勘察工作应能够满足治理修复对于工程地质与水文地质条件、污染状况等的需求，为治理修复设计提供参考依据。

**1.0.4** 本条明确了执行相关标准的要求。由于规范的分工，本规范不可能将场地土壤与地下水污染勘察中所遇到的所有技术问题全部包括进去。勘察人员在进行工作时，还需遵守其他有关规范的规定，具体见引用标准名录。

由于本规范除了适用于垃圾简易堆填场地外，还适用于工业污染场地，而其内容，不仅涵盖查明场地水文地质特征的要求，还明确了对查明场地污染特征的要求。因此，本规范除了考虑与工程建设领域现行勘察及垃圾检测规范，包括住建部《供水水文地质勘察规范》GB 50027、《生活垃圾采样和分析方法》CJ/T 313 和北京市地

方标准《北京地区建筑地基基础勘察设计规范》DBJ 11-501 等规范,有关地质与水文地质勘察内容及要求、垃圾采样分析相关要求的协调外,重点研究了环保领域涉及工业污染场地污染特征分析的相关规范,包括北京市地方标准《场地环境评价导则》DB11/T 656 和国家环境保护标准《场地环境调查技术导则》HJ 25.1 的衔接、协调使用的问题。规范统筹兼顾住建、环保、卫生、水务、国土等领域相关标准的成果,保持与工程建设领域规范、环保领域规范相近内容的协调统一。污染场地勘察工作与现行北京市地方标准《场地环境评价导则》DB11/T 656 和国家环境保护标准《场地环境调查技术导则》HJ 25.1 的对应关系如图 1 所示。

场地经过初步的环境调查(也称污染识别),确认了场地内或周围区域存在可能的污染源、场地存在污染的可能性,需要进行采样分析与污染确认时,则开始进行污染场地的勘察工作,即勘察工作自环保部门场地环境调查工作的第二阶段开始介入。本规范的初步勘察与北京市导则“第二阶段现场勘察与采样分析”的确认采样和环保部导则的“第二阶段场地环境调查”的初步采样分析相对应,详细勘察与北京市导则“第二阶段现场勘察与采样分析”的详细采样和“第三阶段-风险评价”的补充采样,以及环保部导则“第二阶段场地环境调查”的详细采样和“第三阶段场地环境调查”相对应,详细勘察不仅要符合详细采样的要求,还要为风险评价提供充分的依据,提供场地特征参数等,当需要划定修复范围时,还应符合界定污染修复范围的要求。规范充分考虑了上述导则对现场采样的技术规定,对污染场地的勘探、采样和测试等勘察技术方法做出相协调的要求。

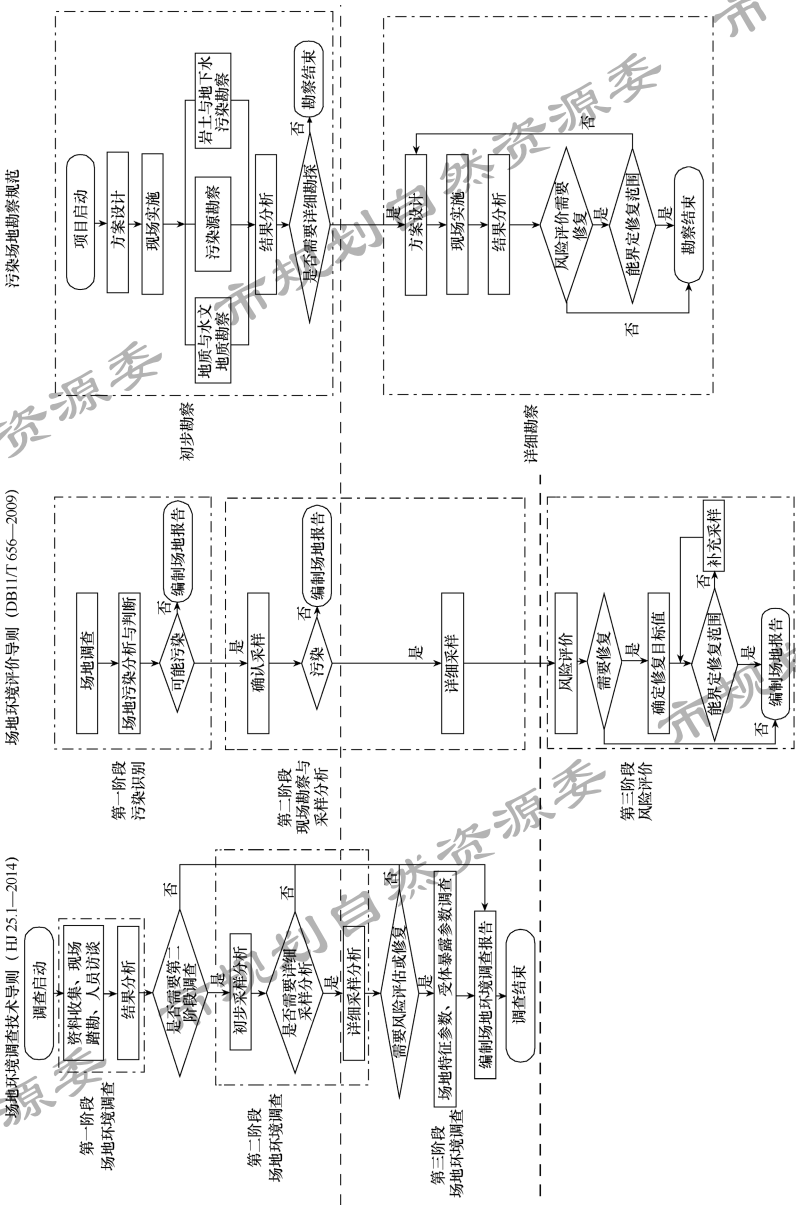


图 1 污染场地勘察与场地环境调查工作对应关系图

## 2 术 语

**2.0.1** 针对受人类活动影响的场地，包括从事过生产、经营、处理、贮存有害物质，堆放或处理处置危险废物的场地，因为可能存在环境质量恶化，并危害人体健康或者破坏生态环境的情况，需要按照勘察的工作程序，采用勘察的技术、方法开展工作，查明、分析场地地质与水文地质特征、场地污染特征，为场地的风险评价、污染治理修复以及规划建设提供环境水文地质资料。

**2.0.6** 本规范所指的垃圾简易堆填场，大多利用自然条件堆填，没有按照生活垃圾卫生填埋场相关标准，包括现行城市建设行业标准《生活垃圾卫生填埋技术规范》CJJ 17 和现行国家标准《生活垃圾卫生填埋处理技术规范》GB 50869 进行完善的边坡、顶部、底部防渗漏、导气、排水设计和建设，没有进行规范运行的垃圾堆填场。垃圾简易堆填场内垃圾土按其含有物及成分特征，可分为生活垃圾土、混合垃圾土和建筑渣土。生活垃圾土含有物以塑料、织物、木屑、金属等成分为主，建筑渣土含有物以砖（渣）块、瓦片、混凝土块、炉（渣）灰等为主，混合垃圾土处于两者之间。

### 3 勘察基本要求

#### 3.1 一般规定

3.1.1 本条对污染场地的勘察，原则上规定了应进行的工作和应有的深度。污染场地勘察工作，在场地污染识别之后进行，应充分搜集、利用场地污染识别的相关资料，对于一个具体的场地而言，勘察工作需要全面完整的获取地质、水文地质数据，掌握水文地质条件，确定污染物的来源、性质，污染源的分布、物质组成和含有物等；确定土壤和地下水中污染物的类型、浓度和分布，并提供相关参数。环境水文地质概念模型是对场地环境调查、水文地质勘察数据的综合，主要依据污染源、土壤和地下水污染特征，综合分析主要污染物种类和迁移变化规律概化形成，是进行污染场地风险评估时建立暴露评估模型的基础，是进行污染治理修复的依据。而场地的治理及开发必然涉及环境岩土问题，勘察单位应结合自身专长，对场地后期修复治理以及土地开发过程中，与污染防控以及岩土设计、施工相关的各种问题，如工程开挖、边坡支护等的环境影响问题等进行分析，并初步提出防治对策，进而为场地的安全利用、科学管理提供依据。不同的勘察阶段，对场地特征了解的深度是不同的。

3.1.2 本条规定污染场地勘察的工作方法，其方法与常规的工程勘察类似，包括资料搜集、现场调查、测绘、勘探、测试和室内试验等。除此之外，为提高污染物检测的针对性和有效性，根据污染物在土壤和地下水中迁移所造成的水土介质电阻率、电磁波特性以及化学性质等的变化，近年来，工程物探、化探技术逐步应用于环境污染监测、环境治理与评价等方面，包括电法、磁法等物探技术，以及应用于重金属和有机物快速检测的同位素分析、微量元素分析等化探技术。因此，为有效推进污染场地的勘察工作，体现勘察方

法的先进性、反映污染场地工作的特征，本规范推荐在有经验的地区采用适用的工程物探、化探技术进行污染物的定性或定量分析。工程物探方法包括重力勘探、磁法勘探、地震法勘探等，化探方法包括金属活动态测量法、活动金属离子法等。

**3.1.3** 本条对污染场地的勘探点进行了分类，分类主要基于污染场地的特征，由于场地可能存在土壤和地下水污染问题，而污染物在土壤和地下水中的迁移规律有着明显区别，为查清污染分布而进行的勘察工作由于介质的差异同样会存在明显区别，即针对土壤污染和地下水污染的勘探点布置、深度等都会有差异，因此，对污染场地勘察工作的勘探点进行分类，不同类型勘探点设置的工作目的有所不同。

工业污染场地采样勘探点主要用于采集土壤样品查明污染特征，并查明地层结构；垃圾简易堆填场地采样勘探点主要用于采集垃圾土样查明垃圾体的物质组成、分布及污染特征，并查明垃圾土结构。

工业污染场地环境水文地质勘探点主要用于查明水文地质特征，同时兼具采样功能；垃圾简易堆填场地环境水文地质勘探点要查明垃圾土周边土壤的污染特征及水文地质条件；

监测井点用于现场量测地下水和渗滤液水位，查明地下水和渗滤液的分布条件，采取地下水、渗滤液和气体样品进而分析污染性质；试验井点用于进行水文地质试验，分析提供水文地质参数等。

各类勘探点应根据勘察阶段和勘察内容的需求灵活布设，为了充分发挥各类勘探点的综合效能，避免浪费，勘探点宜结合使用，环境水文地质勘探点与采样勘探点可相互借用，监测井点可在环境水文地质勘探孔结孔后建设成井。

**3.1.4** 由于污染场地勘察是一项具有潜在危险的工作，勘察人员应高度重视环境和职业健康安全，应对现场调查与测绘、现场勘探、建井与采样、样品保存与运输、现场检测与试验以及室内试验等全过程的环境因素和危险源进行辨识，并采取相应控制措施。应在开

展现场工作前进行环境和职业健康安全策划，明确勘察内容和环境、健康与安全防护措施，并在勘察全过程进行有效控制，如现场工作人员应穿安全鞋、戴安全帽、戴口罩或防毒面具、戴橡胶手套、穿劳保服等，针对钻探过程中可能遭遇的未知地下设施（如遭遇液态废物、地理污罐或管线等）布置收集槽、缓冲罐和适当的消防设备，现场工作人员进行应急事件培训，一旦发生中毒事件，确保紧急事件及时处理，并对场地进行环境保护和应急处理，消除安全隐患，确保人身安全。

由于场地地质和水文地质条件的变化，结合污染物的运移特性，导致污染物在场地土壤和地下水中分布不均匀，污染程度空间分布差异较大，勘察各个环节操作的规范性都会对检测数据的准确性产生重要影响，因此应在现场勘探、采样与测试、样品保存与运输以及室内试验等全过程进行质量控制与质量保证。

**3.1.5** 本条规定污染场地勘察工作宜分阶段进行，这是根据污染场地工作的国内外经验确定的。世界发达国家开展污染场地的调查工作一般以三个阶段居多，这是国际上污染场地调查普遍认同和采用的一种工作模式。2005年，国际标准化组织（ISO）制定的《城市和工业场地土壤污染调查程序指南》，该指南将场地污染调查划分为三个调查阶段：场地初步调查阶段、场地探索性调查阶段和场地主要调查阶段。英国《潜在污染场地的勘测实施规程》中将场地勘测工作分为三个阶段：初步调查、探索性调查和主要调查。日本场地污染调查分为资料调查、一般条件调查、详细调查三个调查阶段。国内2014年实施的《场地环境调查技术导则》HJ 25.1中将污染场地管理前期的场地环境调查工作分为三个阶段：第一阶段初步识别场地污染；如有必要，则需进行以采样分析为主的第二阶段场地环境调查，进一步确认场地是否污染，并确定污染种类、程度和范围；第二阶段场地环境调查满足风险评估和土壤及地下水修复过程所需参数的调查和测试需求。北京地区的《场地环境评价导则》DB11/T 656同样将场地环境评价工作分为逐级递进的三个阶段，第一阶段为污

染识别阶段，第二阶段为现场勘察与采样分析阶段，其中又分为确认采样以及详细采样，第三阶段为风险评价阶段。

场地经过污染识别后方开始进行现场勘探取样等污染场地勘察工作，勘察工作自环保部门规定工作的第二阶段开始介入。污染场地勘察主要侧重于污染土壤、地下水的调查、勘探及评估工作，由于场地环境介质的复杂性及场地原建（构）筑物分布差异，造成污染物空间分布不均匀，一次性全面勘察使勘察工作不具针对性，且因成本昂贵，容易造成浪费。因此需要在全面了解场地污染源或可能污染源分布的情况下，分阶段进行场地勘察工作，逐步降低勘察过程中的不确定性，提高勘察工作的效率和质量。

本规范将场地勘察分为两个阶段：初步勘察和详细勘察，专项勘察非固定阶段。初步勘察在场地污染识别之后，初步勘察明确场地存在污染或风险后方开展详细勘察工作。勘察的工作程序见图 1，勘察工作首先需进行勘察方案的设计，采用勘探、建井、采样、现场测试、室内试验等勘察方法，开展地质与水文地质、污染源、岩土和地下水中污染物的勘察，分析勘察结果，编制勘察文件。

污染场地管理的不同阶段对勘察成果的要求也不同，勘察单位要根据不同阶段的需求开展相应的勘察工作。

在城区或开发区、工业区等，已经积累了大量的工程勘察资料，以及环境调查、影响分析资料，当条件较为清晰时，可以直接进行详细勘察工作。

对于复杂场地，可分步骤实施各个阶段的勘察工作，分批次、逐步推进场地的勘探采样等工作，体现场地环境工作动态布孔、采样的特点。

## 3.2 初步勘察

3.2.1 初步勘察应明确回答场地是否存在污染或环境风险的问题，如果有污染还应确定污染物的种类。场地是否存在污染或风险可通过与国家和地方相关标准以及环境背景对比判定。



在初步勘察阶段搜集资料时，宜包括航空像片、卫星像片的解译结果。针对场地开展的资料收集以及现场调查等工作，能够识别出可能存在污染或环境风险的区域，即潜在的污染区域，经过取样检测与分析后，方能够确认该区域是否为污染区域。

场地污染源种类繁多、成分复杂，工业污染场地污染源一般是废水池、储油池、储罐或污水管线等，而垃圾简易堆填场地，整个垃圾体可能都是污染源，其分布范围、体量均差异较大，初步勘察工作需要初步查明污染源分布及成分、场地污染物特征、初步判断污染范围，为后期的针对性布点、取样提供参考，进而指导详细勘察工作。

在初步勘察工作初步掌握场地的水文地质特征和污染特征后，将其高度概化，形成场地的环境水文地质概念模型，可以采用图、表等形式展示，初步表示出污染深度以上岩性结构以及水文地质特征，包括地下水埋藏条件、地下水流向等，主要污染源分布和污染物特征，以及污染物在土壤和地下水中的总体情况。

如果场地不存在环境风险，可能不需要进行污染场地的详细勘察工作，但还应使污染场地的勘察工作能够服务于后期的开发建设，宜结合污染特点，对工程建设可能涉及的环境岩土问题进行初步分析。

**3.2.2** 初步勘察工作应依据场地及其附近的地质、水文地质资料，并结合物探方法对场地污染状况的初步解译成果，布置少量的勘探点，勘探点数量要符合初步查明污染特征和水文地质特征的要求。

根据场地污染源的分布特点，采用专业判断布点法或网格布点法进行勘探点的布设。

潜在污染明确的场地采用专业判断布点法，专业判断布点法主要根据已经掌握的场地污染源分布信息、区域水文地质资料及专家经验来判断和选择采样点位。采样勘探点根据现行北京地方标准《场地环境评价导则》DB11/T 656 要求，采样点数目应足以判别可疑点是否被污染，在每个疑似污染地块内或设施下部布置不宜少于 3 个

采样点。

当污染状况不明或污染分布范围比较大、污染基本均匀分布时，采用网格布点法，可在场地内设定一定边长的正方形网格，在每个网格中心或交界点处布设勘探点。网格间距的划分依照现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 在初步勘察阶段，针对中等复杂地基的勘探点间距为 40m~100m 的要求，同时，该布设间距也基本符合现行北京地方标准《场地环境评价导则》DB11/T 656 对简化布点的间距要求。具体的网格间距主要根据场地面积大小以及场地环境水文地质条件的复杂程度确定，场地面积越小、环境水文地质条件越复杂，勘探点间距越小。对于污染分区特征明显的场地，可先将场地划分为相对均匀的区块，在各个区块内根据区域功能差异可能引起的污染程度差异，以及区块面积大小，分别设置不同间距的网格。垃圾堆填区内勘探点布置应根据填埋场面积、勘探实施条件等综合确定，采样勘探点布置方式宜采用梅花型布点法或网格法且尽可能覆盖填埋场范围。勘探点的布设需满足明确场地是否存在污染，初步判定场地主要污染物种类的空间分布特征的要求。工业污染场地采样勘探点根据现行北京市地方标准《场地环境评价导则》DB11/T 656 的规定，场地 5000m<sup>2</sup> 时勘探点数量不低于 8 个，场地面积小于 5000m<sup>2</sup> 勘探点数量不低于 3 个，场地面积大于 25000m<sup>2</sup>，勘探点间距在 40m 以上。

初步勘察阶段污染区应布设有环境水文地质勘探点，以便对含水层污染情况进行初判。

初步勘察工作地下水监测井点的数量，需要符合初步控制场地地下水流场特征的要求，要求其数量不少于 3 个，同时为满足污染分析的需要，监测井点宜分散布置在可能的重污染区域。地下水流向的判断至少需要 3 个井点，且尽量呈三角形布设，因不同场地水文地质条件复杂程度存在差异，且污染场地中地下水监测井点需兼顾污染检测要求，3 个井点有可能难以满足初步判断流场的要求，如果无法满足，就需要增加井点数量。

垃圾简易堆填场地中降水入渗并与堆填物中的液体以及固体废物的淋滤液混合，形成渗滤液，渗滤液可从填埋场迁移到周边的土壤以及地下水中，造成污染，因此需要对填埋场中的渗滤液进行监测。

**3.2.3** 本条根据北京市水文地质条件，结合污染运移特征，对不同类别的勘探孔深度进行规定。

北京市平原区第四纪地质格局主要由永定河、潮白河、温榆河、大清河、蓟运河五大水系冲积、洪积作用形成，各冲洪积扇分布见图 2。

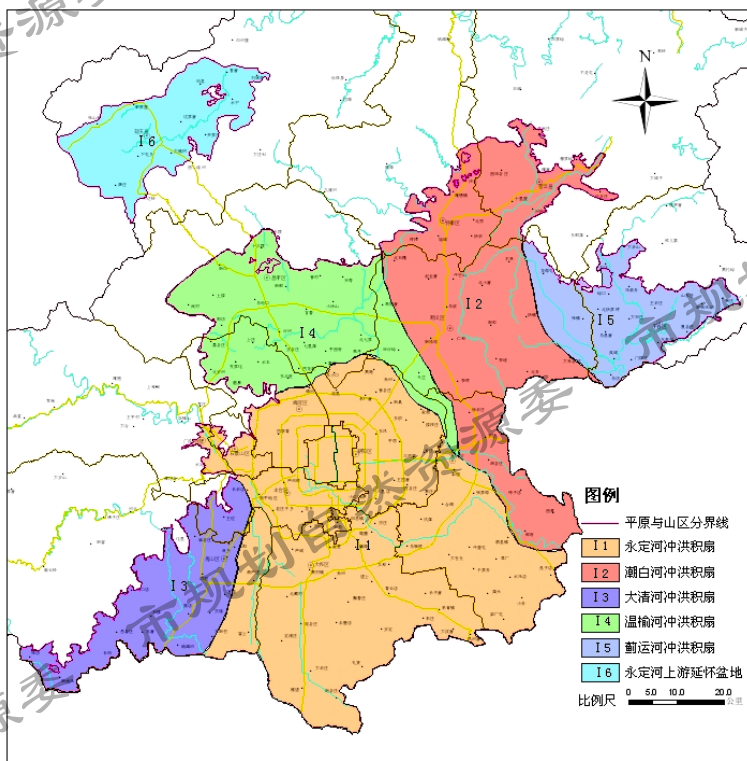


图 2 北京市平原区冲洪积扇分布图

第四系孔隙水主要赋存于河流冲洪积作用形成的砂及卵砾石层中，从冲洪积扇顶部至下部及冲洪积平原地区，含水层颗粒由粗变细，第四系孔隙水由单层潜水逐渐过渡为多层地下水。单一潜水含水层地区主要包括各冲洪积扇的上部，即永定河冲洪积扇昆明湖-玉渊潭-西红门以西、潮白河冲洪积扇牛栏山以北、温榆河冲洪积扇阳坊-土楼以西和马池口以北，大石河-拒马河冲洪积扇亮相-石楼-岳各庄以西、蓟运河冲洪积扇夏各庄-王都庄以东地区；多含水层地区主要为各冲洪积扇的中部、下部。具体分布见图3。

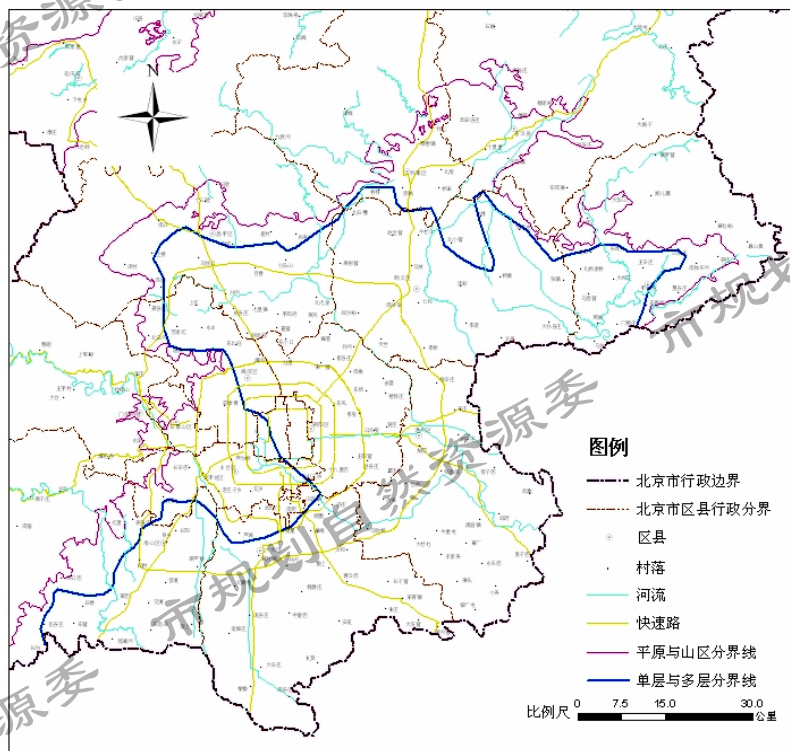


图3 北京市单一潜水含水层地区与多含水层地区分区图

根据北京市浅层地下水监测网近几年的地下水位监测资料，北京市单一潜水含水层地区现状地下水位在地面下 20m 以下，水位埋深相对较大，结合北京市的基岩埋深情况分析，单一潜水含水层地区部分区域第四系厚度大于 100m，含水层厚度最大可在 80m 以上，同时考虑地下水位的动态特征，潜水水位年变幅一般小于 5m，因此，为避免浪费，本条规定单一潜水含水层地区，环境水文地质勘探孔和地下水监测井达到地下水水位以下 5m 即可，不需要穿透含水层进入相对弱透水层。而因为北京地区基岩起伏变化较大，平原区勘探孔钻遇基岩即可终止钻进，山区勘探孔需根据基岩埋深、岩性、裂隙发育程度以及污染分析的需要，具体确定勘探孔深度。因基岩和碎石土层难以实现有效采样，且样品不具代表性，采样勘探孔主要是针对黏性土、粉土和砂类土采取土壤样品进行检测，而北京单一潜水区域以厚层碎石土为主，因此，本条规定在单一潜水地区采样勘探孔钻遇碎石土层即可终止钻进。现行北京地方标准《场地环境评价导则》DB11/T 656 要求：当第一层含水层为非承压类型，土壤钻孔或地下水监测井深度应至含水层底板顶部。本规范中主要对环境水文地质勘探孔和地下水监测井进行深层采样的要求，采样勘探孔主要采取浅表层样品。

根据勘探目的不同，在多含水层地区，对不同类别的勘探孔分别进行规定，但都基于对污染源及污染运移规律的分析来进行布置。因为可能存在深埋的污染源，如垃圾堆体、深埋的储罐等，一旦发生污染泄露，将在水的重力作用以及对流、扩散、弥散等作用下不断迁移，若其下有稳定、连续分布的黏性土层，该黏性土层会构成相对防污层，阻滞污染物的运移，因此，采样勘探孔深度达到该层即基本满足要求。工业污染场地采样勘探孔深度还应符合《场地环境评价导则》DB11/T 656 的规定，当第一层含水层为非承压类型，采样勘探孔深度应至含水层底板顶部；当第一层含水层为承压水或层间水时，采样勘探孔深度一般应不超过第一层隔水层（含水层顶板），需结合建井的采样勘探孔应达到第一层含水层底板或当第一层

含水层厚度大于 5m 时，应至少为地下水水面以下 5m。

环境水文地质勘探孔和地下水监测井需要明确污染源是否会对其下的含水层造成影响，因此多含水层地区要求勘探深度宜穿透污染源下伏的第 1 个稳定含水层，可进入隔水层 0.5m。根据北京市区域水文地质条件，多含水层地区第 1 个连续、稳定分布的含水层为层间水含水层，其深度一般在地面下 15m~25m，第 2 个稳定含水层为潜水~承压水含水层，其在地面下 30m~40m 左右，因此，建议环境水文地质勘探孔深度在 15m~25m，深层孔深度达到 30m~40m。因污染场地环境水文地质勘探孔不仅要明确水文地质条件还要查明污染状况，因此，环境水文地质勘探孔宜布置在重污染区，当确认场地仅为浅层污染时，为查明区域深层水文地质条件而布置的环境水文地质勘探孔宜设置在场地的非污染区域。环境水文地质勘探孔因要设计钻进至含水层中，应采取封隔等污染防控措施，防止上部包气带中污染物进入下部含水层，人为引起含水层的污染。地下水监测井深度还应根据监测污染物的性质确定，当进行重质非水相液体（DNAPL）污染监测时，监测井深度应至含水层底板；当进行轻质非水相液体（LNAPL）污染监测时，监测井深度应根据地下水位埋深结合地下水位动态确定，宜在水位变动带之下。

针对垃圾简易堆填场地，因为填埋垃圾尤其是填埋的生活垃圾对周边环境的污染程度相对较轻、污染类型相对简单，垃圾堆填区内采样勘探孔主要为查明垃圾土的成分，并初步估算垃圾土体量，因此，堆填区内采样勘探孔穿透垃圾堆体，进入天然土层一定深度即可。垃圾堆体对于场地而言相当于点状或面状污染源，因此场地内的环境水文地质勘探和地下水监测井还需符合上款的规定，需要穿透垃圾堆体。垃圾堆体内可能分布渗滤液，由于垃圾堆填的随意性，垃圾土多为非均质、各向异性，导致渗滤液分布规律性不强，可能呈滞水状态，渗滤液监测井应针对揭露渗滤液的垃圾土层位进行布设，达到渗滤液水位监测和渗滤液样品采集的目的，同时考虑尽量不引起混层，并避免渗滤液对土壤和地下水的污染，渗滤液监

测井最深要求不超过垃圾堆体的底部边界。

**3.2.4** 初步勘察主要为满足确认污染的目的，勘探孔在勘探过程中均应采样进行化学性质检测，而化学性质检测的样品采样间距主要根据现行的环保部和北京市地方标准制定，6m 以上根据导则要求执行，6m 以下一般而言污染程度相对减轻，采样间隔可适当加大。在勘探过程中，宜采用便携式仪器，快速检测和记录污染物浓度及有关物理化学参数随深度的变化情况，及时确定采样位置。当岩性、气味突变时，以及在地下水波动带附近可以加密取样。地表非土壤硬化土层包括路面或其他混凝土面或防渗层等，化学性质检测样品可自杂填土、素填土开始。对于非水溶性有机物样品可采用可调节采样深度的采样器采集。

为了初步查明地层结构，同样需要采取土试样进行物理性质检测，物理性质检测应按照现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 和北京市地方标准《北京地区建筑地基基础勘察设计规范》DBJ 11-501 的规定执行。在场内地连续分布，且有一定厚度（不小于 0.5m）的土层为主要土层，每个主要土层采取土试样数量不少于 6 个。

垃圾堆填区内勘探孔应采取垃圾土样进行检测，垃圾土采样可参照现行城市建设行业标准《生活垃圾采样和分析方法》CJ/T 313 的规定执行。除此之外，因堆填区内可能有甲烷气体，存在爆炸等环境风险，需要对气体成分和含量进行检测。

场地样品采集过程中，样品的典型性和代表性对于污染状况的分析至关重要。对于地下水和渗滤液样品来说，应以采集代表性水样为原则，并在采样过程中尽量避免被污染和污染物损失。工程勘察通常直接在勘探孔中采集水样，远远不能满足采样的质量控制要求，建立规范的监测井是采集代表性地下水样品的重要保证。本规范中明确应在监测井中采取地下水和渗滤液样品，以满足采样质量控制的要求。

### 3.3 详细勘察

#### 3.3.2 详细勘察阶段可利用初步勘察阶段的勘探点。

由于污染物在土壤和地下水中迁移机理方面有显著差异，而在详细勘察阶段需要查明污染物在两类介质中的分布特征，因此在勘察中分别对仅存在包气带污染和同时存在包气带、饱水带污染的情况进行规定。当初步勘察阶段未显示地下水污染时，可不再布设环境水文地质勘探点和地下水监测井点。

采样勘探点布置应符合现行北京市地方标准《场地环境评价导则》DB11/T 656 的规定，结合现行环境保护行业标准《场地环境调查技术导则》HJ 25.1 和《场地环境监测技术导则》HJ 25.2 明确的采样地块面积不大于  $1600\text{m}^2$  的要求，并参考国外污染场地勘察标准中规定的  $10\text{m}\sim 30\text{m}$  的勘探点间距，采样勘探点间距在  $20\text{m}$  左右较为适宜，当场地环境水文地质条件复杂时，宜缩小间距；当场地环境水文地质条件简单时，可加大间距。勘探点布置时也尽量考虑逐步推进，可以从确认较重的污染区开始勘探采样，逐步向外确认出污染边界。针对垃圾简易堆填场地，垃圾堆填区内采样勘探点应在现场调查的基础上，根据填埋场面积大小，结合勘探实施条件布置。根据垃圾土采样勘探点实际揭露垃圾土和土层的情况，在填埋场边界处、不同类型填埋垃圾土的分界处补充布置勘探点；而对于现场调查能够直接判定填埋场边界的，可适当减少边界处勘探点的数量；当相邻勘探点揭露的填埋垃圾土层面高差较大时，在相邻勘探点间补充布置勘探点。

依据污染源调查以及初步勘察对土壤和地下水污染判断的结果，分析可能存在的地下水污染区域，污染区的大小和形状取决于几个不同的因素，主要包括地下水流速、水位和水力传导系数、污染源的形状以及运移时间。污染源的下游区，是应重点关注的可能受影响区，在确定可能受影响区时，还应考虑地下水流向随时间的变化，以及多个污染源的综合影响，此外，非均质含水层中，污染



边界也将更加的不规则。当初步勘察确认场地存在地下水较大范围污染时,综合考虑场地的水文地质条件以及污染源状况,初步估计地下水污染范围,在估计的地下水污染范围内,可按网格状、沿地下水流向及垂直地下水流向布置环境水文地质勘探点。按照距离衰减理论,随着与污染源距离的加大,污染浓度逐渐降低,点间距可逐渐加大。

要绘制地下水污染范围,还应满足 9 个地下水监测井点的最低数量要求。在含水层的渗透性强、地下水渗流速度较大的场地,污染物运移较快,监测井点可稀疏些,监测线适当延伸;在地下水流速小的场地,污染物运移缓慢,污染范围相对较小,监测井点布置在污染源附近较小的区域内即可。除此之外,不同污染物的土-水分配系数的差异较大,导致其随地下水流运移的速度也有明显区别,布设监测井时,还需考虑不同种类污染物的延迟效应,结合地下水流速以及污染运移时间综合确定监测井点的具体位置以及井点之间的距离。若污染范围较大,或监测井点不能控制地下水污染范围,可增加监测线及监测井点数量,并依据前批次污染检测结果,分析污染物浓度在地下水中的变化情况,确定新的监测井点的位置,逐步圈定地下水污染范围。最终需要达到在地下水污染范围内,地下水流向上游、两侧各有 1 个地下水监测井,地下水流向下游有 2 个地下水监测井,在地下水污染范围外的上游、下游、两侧各有 1 个地下水监测井。

为分析地下水背景情况,应对未污染层位的地下水同步监测,以确认场地地下水污染程度。

**3.3.3** 本规范中采样勘探孔主要针对包气带土壤和垃圾土进行布置,北京的单一潜水地区地层岩性以砂卵石为主,一旦污染,易穿过非饱和的卵砾石进入含水层中,单一潜水地区钻遇基岩或碎石土层即可终止钻进。而多含水层地区采样勘探孔需要钻遇稳定的含水层。

环境水文地质勘探点除采集包气带和饱水带的土壤、垃圾土样

品外，还需要查明地下水分布情况，宜穿透含水层，并进入非污染土层，但不宜进入下层的未污染含水层，以免造成污染物的下移。

地下水监测井主要用于地下水的监测和样品采集，需要监测可能受污染的各层地下水，深度达到含水层底板附近即可。

**3.3.5** 根据初步勘察结果，进行化学性质检测的土壤样品采样间隔在详细勘察阶段可适当调整，在污染较均匀的土层采样间距可适当拉大，而在污染差异大的土层宜适当缩小间距，尤其是在污染深度边界附近，应能够控制污染深度。

**3.3.6** 垃圾堆填区内揭露生活垃圾土和混合垃圾土的勘探孔，均应进行垃圾土中填埋气体的原位检测。

进行填埋气体检测时，应在勘探孔完成后，保持套管位于被检测垃圾土层位顶部一定范围内（一般不小于 2m），然后进行封口，等待一定时间后（一般大于 10min），将沼气检测仪的集气管插入孔内，进行填埋气体含量检测。在套管提取过程中，应注意防止塌孔。

**3.3.8** 在场地进行污染治理修复设计时，可能涉及场地的开挖、支护等问题，需要重点考虑岩土工程技术参数，获取岩土技术参数的测试和试验在现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 和北京市地方标准《北京地区建筑地基基础勘察设计规范》DBJ 11-501 中有比较明确的规定，并已在岩土工程领域实施多年，应按相关规范执行。

## 5 勘探和建井

### 5.1 一般规定

5.1.1 依据勘探目的，不同的场地可选择不同的勘探方法，也可以几种勘探方法结合使用。

5.1.3 勘探及建井过程应采取及时清洗钻探设备、取样装置及采样工具，或使用一次性采样工具等措施防止交叉污染。同时应按相关规定妥善处置勘探及建井过程产生的废弃土、废水、泥浆及场地遗留物，采用低渗透性材料及时回填钻孔、探井、探槽，选用无污染材料勘探、建井，以防止对环境造成二次污染。

5.1.4 勘探过程应避免对施工及采样人员造成健康风险。比如在钻探过程中，钻具拆卸时应注意穿戴防护用具，避免与污染土壤或水体直接接触或吸入有毒有害气体；在槽探与井探施工时，需要施工人员在较为密闭的环境中进行施工作业，应为施工人员穿戴防护用具，采取通风等防护措施，避免施工人员与污染土壤或水体有过多直接接触或吸入有毒有害气体，这在有机类污染场地施工时应尤其注意。

5.1.5 污染场地勘察工作的建井作业涉及传统水文地质勘察井、试验井，以及场地环境调查所用地下水环境监测井、土壤气体监测井等。后者借鉴了欧美日等污染场地修复行业起步较早国家的成功经验，能较好地服务于场地调查与修复工作，但建井方式与前者存在一定差异。现阶段，一方面我国污染场地修复产业刚刚起步，传统水文地质勘察单位仍未正式涉足污染场地调查与修复行业，业内尚缺乏将前述两类井有机结合、一井多用的成熟经验；另一方面，盲目照搬国外建井规范，改造传统水文地质行业建井设备、材料与方式，也是不合适的。

因此，本规范仍将两类井的建井方式区分介绍。待业内积累一

定成熟经验时，再补充、修订相应内容。

在污染场地勘察工作中，为查明含水层污染状况，可使用直接贯入采样、设置地下水环境监测井等方法，但后者是更可靠、有效、且具有法律效力的调查方法，也是水质调查中最常规、最重要的手段。因此，当需监测含水层地下水水质，采集地下水代表性水样时，应设置地下水环境监测井。

对于污染场地勘察中涉及的传统水文地质监测井、试验井等，在现行水文地质规范或规程中已有详尽描述，在满足本规范相关规定的前提下（如 5.1.3 的环保要求），可参照相关规范执行。

## 5.2 勘 探

**5.2.1** 污染场地勘探是在工程地质勘探（以获取场地岩土物理力学性质及参数）、水文地质勘探（以获取场地水文地质特征及参数）基础之上，增加场地污染物特征（种类、特性、空间分布、浓度等）勘探的内容，因此勘探工作的开展必须符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 和现行城市建设行业标准《建筑工程地质勘探与取样技术规程》JGJ/T 87 的规定。钻探方法的选取可在综合考虑污染场地中目标污染物的特点、岩土特性、环境敏感性等因素基础上，从常用钻探方法中选择最优方法，不排除引入新型钻探技术。常用钻探方法及适用范围见表 1。

若钻孔深度穿过弱透水层，宜使用膨润土进行封孔，以保持原地层的隔水性；膨润土应在弱透水层上、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。必要时，宜对地面进行恢复。

穿透隔水层的钻孔可采用多级套管、分层灌浆回填的方式，防止上下含水层之间的交叉污染。以钻穿隔水层的监测井钻探为例，在钻探时，应使用一大一小两层套管；钻孔钻至隔水层上部一定深度时中止钻孔，并下大套管，对其周围灌浆回填；在大套管内继续钻进，到目标深度后下小套管，建设监测井。

表 1 钻探方法适用范围

钻探方法		钻进地层					勘察要求	
		黏性土	粉土	砂土	碎石土	岩石	直观鉴别、采取 不扰动试样	直观鉴别、采取 扰动试样
回转	螺旋钻探	++	+	+			-	++
	无岩芯钻探	++	++	++	+	++	-	-
	岩芯钻探	++	++	++	+	++	++	++
冲击	冲击钻探	-	+	++	++	-	-	-
	锤击钻探	++	++	++	+	-	++	++
振动钻探		++	++	++	+	-	+	++
冲洗钻探		+	++	++	-	-	-	-

注：“++”代表“适用”；“+”代表“部分适用”；“-”代表“不适用”。

环境水文地质钻进方式可采用直压或套管式，避免对地下水产生过大扰动。

场地污染痕迹信息包括土壤与地下水异常颜色、气味等。除依靠经验判断外，现场工程师还应结合场地利用历史、各污染物物理及化学特性等综合判断。

5.2.2 井探、槽探可用于现场管线探查、包气带污染土壤采样等，对污染痕迹明显的场地尤其适用。勘探深度的深、浅划分界限一般指 3m，可综合考虑场地及器械条件确定。

5.2.3 污染场地物探方法的选择可参考在无污染场地勘察的方法，主要有：电（磁）勘探法、地震勘探法、重磁勘探法等，根据应用目的的不同，其选择的常用方法也不同（见表 2）。

物探方法可应用于满足下面四个条件的情况：

1) 探测对象与周围岩石（或土壤/地下水）在物理性质上存在明显的差异；

2) 探测对象有一定的规模，埋深不大，且有其形态，能够产生可以观测和圈定的地球物理性质异常；

表 2 物探方法选择

物探方法		地下水 污染 监测	地下 固废 探测	垃圾 填埋场 探测	垃圾 填埋场 渗滤液监测	地下水 污染路径 动态监测	地下 管线 探测
电（磁） 法类勘探	电阻率法	○	○	○	○		
	自然电场法		○				
	激发极化法		○	○	○		
	电磁感应法	○	○	○	○		○
	探地雷达法	○	○	○	○	○	○
地震类 勘探	地震折射波法		○	○	○		
	地震反射法		○				
	瑞利波法						○
重磁类 勘探方法	重力勘探		○				
	磁法勘探		○	○			○
其他 勘探方法	红外线辐射法						○
	超声波法						○

注：“○”代表可选择的常用方法。

3）干扰因素产生的干扰相对于异常足够微弱，或具有不同的特征，能够予以分辨或消除；

4）无地形地物植被的影响或虽有影响但不致造成物探野外工作不能开展的程度。

5.3 建 井

5.3.1 地下水环境监测井的设立方法，在现行环境保护行业标准《地下水环境监测技术规范》HJ/T 164、北京市地方标准《场地环境评价导则》DB11/T 656 等规范中均有提及。在本规范的编制过程中，详细查阅了相关规范，并结合实际工程经验，总结、提炼说明建井要求与关键注意事项，为污染场地勘察行业从业人员提供参考与借鉴。

污染场地中所用到的地下水环境监测井类型多样，按井结构可分为单管单层监测井、单管多层监测井、巢式监测井和丛式监测井等。

从结构上划分，地下水环境监测井主要包括井孔、井管、填料与井台四部分，监测井管自上而下依次为井壁管（俗称“白管”）、滤水管（俗称“花管”）、管堵，特殊情况下，可在滤水管下设置沉淀管。

**5.3.2** 为取得代表性水样，应合理选择监测井井管，井管口径、材质、连接方式要求如下：

1) 监测井管件口径及壁厚的设计不仅要考虑水样代表性需求、井身安全等因素，还应与主流建井设备型号、国内管材供应标准规格等相匹配。

从原理上分析，监测井井管内径过大会导致地下水流速过大，超过一定值时，地下水产生紊流现象，这将导致地层中土壤颗粒进入井中，影响监测井采样效果；监测井井管过小时，采样效率较低。监测井壁厚，以满足强度要求为准，监测井深、场地孔隙水压力大、填料膨胀系数大时，管壁宜适当增厚。

本规范收集了目前国内外相关标准、规范等的规定（见表 3），并作综合比较发现，随着行业发展，国内新、老标准已出现一定差异，现行环境保护行业标准《地下水环境监测技术规范》HJ/T 164 中的井径、钻孔孔径要求已经被打破，目前国内修复行业建井最常用的是 DN50 mm 的 PVC 井管（2 寸井管，外径 60.33mm），参考的是美国 ASTM 标准和台湾标准；国内最新标准《场地环境评价导则》DB11/T 656、《地下水环境监测井建井技术指南（征求意见稿）》（2013 年 7 月）大致与 ASTM 标准一致。但由于国内外标准管材规格有差异，井径、井壁厚度要求并不一致。为此，调研了国内 PVC 管使用情况与对应型号，发现目前国内 PVC 管类型、型号多样，且难以与国家标准配套。以 PVC 给水管为例，国内制造标准多参照德国标准化协会 DIN（Deutschesinstitut für Normunge.V.）标准，该标准也被

表 3 国内外地下水环境监测井管径与壁厚标准要求分析

编号	标准名称	标准内容
1	北京市地方标准《场地环境影响评价导则》(DB11/T 656—2009)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● (附录 E.1.2) 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。</li> </ul>
2	地下水环境监测技术规范 (HJ/T 164—2004)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● (2.4.2.4) 监测井井管内径不宜小于 0.1m。</li> <li>● (2.4.2.7) 新凿监测井的终孔直径不宜小于 0.25m。</li> </ul>
3	(美国) Standard Practice for Design and Installation of Ground Water Monitoring Wells (ASTM D 5092)《地下水监测井设计与建井规范》	<ul style="list-style-type: none"> <li>● (6.4.3) Well screens as small as 1/2-in. (1.27cm) nominal diameter are available for use in monitoring well applications. 在监测井中设置, 小至公称直径 0.5 英寸的滤水管也完全适用。</li> <li>● (6.5.2) Risers as small as 1/2-in. (1.25-cm) in diameter are available for applications in monitoring wells. 在监测井中设置, 小至公称直径 0.5 英寸的井管也完全适用。</li> </ul>
4	(台湾)《地下水水质监测井设置规范》(91.12.27 环署水字第 0910091877 函)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● (第三节第 3 款) 标准监测井的直径为 2 寸, 钻孔孔径为 6 寸~8 寸。若有特殊需要时, 则监测井直径宜为 4 寸, 钻孔孔径为 8 寸~12 寸。</li> </ul>
5	(台湾)《土壤及地下水污染调查技术手册》	<ul style="list-style-type: none"> <li>● (6.2.1) 标准监测井的直径为 2 寸, 钻孔孔径为 6 寸~8 寸。若有特殊需要时, 则监测井直径宜为 4 寸, 钻孔孔径为 8 寸~12 寸。</li> <li>● (6.2.1) 内径为 2 寸的监测井已可以满足各种现场水质测量、洗井、采样的需要。若必须利用监测井作为抽水试验的抽水井或未来有可能将监测井用途转变为修复时所用的抽水井或灌注井时, 则可考虑用 4 寸内径的井管。</li> <li>● (6.2.3.1) 采用 PVC 的井管与井筛时, 可使用厚度 Schedule 40 的材料, 螺纹式接头的材质; 当井深超过 20m 时, 可改用 Schedule 80 来增加井管的强度。且若监测井回填采用水泥浆, 则应使用至少 Schedule 80 的 PVC 井管, 避免水泥水化产生的热导致井管变形。</li> </ul>



称“国标 DIN”，但与现行国家标准《建筑排水用硬聚氯乙烯(PVC-U)管材》GB 5836.1 存在较大出入。比较国标 DIN 标准与美国 ASTM 标准（见表 4），从规格上看，两标准对应管外径相差不多，但 DIN 标准壁厚单一，难以满足建井井管厚度多样化的要求。

表 4 PVC 管国标 DIN 标准与美国 ASTM 标准对比表（部分）

管内径 标称	规格	国内 DIN 规格		美标 SCH80		美标 SCH40	
		管外径	管厚度	管外径	管厚度	管外径	管厚度
		mm	mm	mm	mm	mm	mm
15	1/2"	20±0.3	2.0±0.4	21.3±0.1	3.985±0.255	21.3±0.1	3.025±0.255
25	1"	32±0.3	4.0±0.6	33.4±0.13	4.815±0.265	33.4±0.13	3.635±0.255
50	2"	63±0.3	6.0±0.9	60.32±0.15	5.87±0.33	60.32±0.15	4.165±0.255
80	3"	90±0.3	7.3±1.1	88.9±0.2	8.075±0.455	88.9±0.2	5.82±0.33
100	4"	110±0.4	8.0±1.2	114.3±0.23	9.07±0.51	114.3±0.23	6.375±0.355

综合以上调研及修复行业管材应用现状与趋势，监测井用 PVC 管标准宜参照美国 ASTM 标准。一般情况下，Schedule 40 井管已可以满足井的结构稳定性要求；当井深超过 20m，或采用水泥浆回填时，应使用至少 Schedule 80（或更厚）的 PVC 井管，来增加井管的强度，或避免水泥水化产生的热导致井管变形。经验证实，直径最小为 DN15mm（0.5 寸）的井管已可以满足各种现场水质测量、洗井、采样的需要；环境监测井井管最常用的为尺寸为 DN50mm（2 寸）。因此，本规范推荐使用 DN50mm（2 寸）尺寸，但并不作强制要求；若必须利用该监测井作为抽水试验井或可能将监测井用途转变为修复时所用的抽水井或灌注井时，则可考虑用 DN100mm（4 寸）井管。本规范中仅列举了几种常见的 PVC 管材型号，见表 5，更多 PVC 管型号可参照美国 ASTM 标准合理选择。

当井深超过 20m 或采用水泥浆回填时，宜选择加厚管件。一般情况下，管件不宜变径；若监测井需透过隔水层变径时，从上层含水层到下层含水层，井径应由大变小。

表 5 常用 PVC 管件型号 (ASTM 标准)

尺寸 (寸)	公称直径 DN (mm)	外径 (mm)	井管厚度 (mm)					
			SCH 5	SCH 10	SCH 30	SCH 40	SCH 80	SCH 120
1	25	33.40	1.651	2.769	3.175	3.378	4.547	—
2	50	60.33	1.651	2.769	3.175	3.912	5.537	6.350
4	100	114.30	2.108	3.048	4.775	6.020	8.560	11.100

材质的选择可参照现行北京市地方标准《场地环境评价导则》DB11/T 656 中的表 E.1, 并根据现场条件综合确定。

特殊情况下, 设置沉淀管时, 滤水管底部必须高于钻孔底 15cm~90cm (即沉淀管长度宜为 15cm~90cm)。在疑似有重质非水相液体 (DNAPL) 污染的场地, 监测井不宜设沉淀管, 且管堵下不应有滤料。

监测井钻孔孔径由井管直径及其周围围填滤料厚度 (指钻孔外壁与管件外壁之间的距离) 决定 (钻孔直径=井管外径+2×围填滤料厚度)。

关于围填滤料的厚度, 很多规范都有最小值要求, 以便于填料施工, 见表 6。

但经现场实践表明, 利用导排管, 可以顺利将填料填入 10mm (0.375 英寸) 宽度的环形空隙 (指钻孔与井管间空隙), 采取正确填料工艺, 可保证填料效果。因此, 对填料层厚度的要求并非必要条件。但一般采用传统中空螺旋钻建井时, 为方便填料, 围填滤料厚度不能过薄, 一般为 50mm。基于以上原因, 选择 DN50mm 的井管时, 钻孔成孔直径宜为 150mm; 选择 DN100mm 的井管, 钻孔成孔直径宜为 200mm。

基于以上原因, 并结合 5.3 中所列的国内外相应规范, 建议钻孔直径大于井管直径 100mm 即可。即对于 DN50mm 的井管, 钻孔直径宜为 150mm; 对于 DN100mm 的井管, 钻孔直径宜为 200mm。

表 6 国内外地下水环境监测井滤料填充厚度标准分析

编号	标准名称	标准内容
1	北京市地方标准《场地环境评价导则》(DB11/T 656—2009)	● (附录 E.3) 钻孔的直径应至少大于井管外壁 75mm, 以适合砾料和封孔粘土或膨润土的就位。
2	《地下水环境监测技术规范》(HJ/T 164—2004)	● (2.4.2.7) 反滤层厚度不宜小于 0.05m。
3	Standard Practice for Design and Installation of Ground Water Monitoring Wells (ASTM D 5092)《地下水监测井设计与建井规范》	<p>● (6.3.3.2) While these sleeves, or the space between internal and external screens in a pre-packed well screen may be as thin as 1/2-in. (1.27 cm), the basis for mechanical retention dictates that a filter-pack thickness of only two or three grain diameters is needed to contain and control formation materials. Laboratory tests have demonstrated that a properly sized filter pack material with a thickness of less than 1/2-in. (1.27 cm) successfully retains formation particles regardless of the velocity of water passing through the filter pack.</p> <p>虽然在应用中, 要求围填滤料最小厚度为 0.5 英寸 (1.27cm); 但理论上, 围填滤料厚度为 2 倍~3 倍滤料直径时, 已能满足保持滤料结构的机械强度。实验室试验也证实, 围填滤料厚度小于 0.5 英寸时, 即便有一定的水流通过滤料, 滤料也能保持良好的颗粒结构。</p>

2 在选择监测井管件材料时, 首先应考虑材料与地下水的相容性。当监测目标污染物为有机物时, 宜选择不锈钢材质管件 (316 不锈钢优于 304 不锈钢); 当监测目标污染物为无机物或地下水的腐蚀性较强时, 宜选择 PVC 材质管件。此外, 由于不锈钢材质管件具有抗污染物腐蚀、不易受外力影响而变形、生物膜难以附着等优点,

常被用于长期监测井中。三种常用管件材料的工程应用对比分析见表 7，监测井材质与不同地下水水质的相容性评估见表 8。在选择监测井管件材料时，可在依据现行北京市地方标准《场地环境评价导则》DB11/T 656 中的表 E.1 的基础上，综合表 7、表 8 及现场实际情况综合筛选。

表 7 不锈钢、PVC、聚四氟乙烯三种材质监测井的比较

性质	不锈钢	Schedule 40 PVC	聚四氟乙烯
强度	可用于深井，防止压力过大损坏井筛和井管	当剪切强度和抗压强度一般时，可考虑采用	强度很低，不适于深井
重量	较重	轻	相对较轻
成本	价格较贵	便宜	价格昂贵
腐蚀性	在具有腐蚀性的水中腐蚀较快，尤其是暴露于硫酸中时	一般不会腐蚀，但遇到高浓度的酮类、芳香族、硫醚/烷基硫、含氯碳氢化合物时比较容易被侵蚀	不受化合物、微生物、氧化、风化、紫外线等的侵害
使用方便性	现场不易调整尺寸和长度	现场容易加工调整	现场非常容易加工调整
准备工作	若采集地下水样品中污染物以有机物为主，则必须先使用蒸汽清洗管件	禁止使用任何黏合剂，管件之间应用螺纹或压力连接。使用前应用蒸汽清洗管件	若采集水样含有机物，且管件进场时包括保护膜，则使用前应用蒸汽清洗管件
与污染物的反应性	氧化后可能吸附有机物或无机物	可能吸附或释放有机物	几乎完全惰性，但可能与含卤素有机物起作用而吸附少量有机物（这种情况出现的概率很低）

表 8 监测井材质与不同地下水水质的相容性评估表

地下水中典型 反应性物质	监测井材质						
	PVC	镀锌钢	碳钢	低碳钢	304 不锈钢	316 不锈钢	聚四氟乙烯
微酸	100	56	51	59	97	100	100
弱酸	98	59	43	47	96	100	100
高 TDS	100	48	57	60	80	82	100
有机物	64	69	73	73	98	100	100
备注：评分值愈高表示愈适用，例如 100 代表非常适用，低于 50 以下的则代表不太适用。							

3 为保证水样不受外来介质污染，管件之间连接时，不得采用任何可能引入污染的有机粘接剂，一般用螺纹式连接，螺纹式连接包括平接式和卡箍式两种，其中前者最为常用，后者因为管外接缝处会凸出一部分，容易造成填料时的架桥现象，不推荐使用。管件连接完成后，需要用特氟龙胶带包裹管件之间的接缝处，防止地下水从管件接缝处渗入管内。

5.3.3 滤水管置于监测目标含水层中以取得代表性水样。滤水管的孔隙设计必需配合滤料的尺寸，以避免孔隙太大使得滤料在成井和洗井采样时随水流进入井中，破坏滤层的完整性，进而导致含水层的材料通过滤层与滤水管进入井中影响水质。一般情况下，滤水管孔隙应挡住 90%的滤层材料。

另外，滤水管空间设计可考虑不同采样情形，分类设计。但该款并非强制要求，因为采用诸如双封塞采样等技术，仍可达到采集目标层代表性水样的需求时，滤水管的空间设计就可不局限于该规范的要求。

监测潜水含水层水质时，滤水管区间需覆盖丰、枯水期的地下水位面，且枯水期间至少需有 1m 的滤水管位于地下水面以下；监测承压含水层水质时，滤水管宜置于含水层中合适深度。进行污染预防、调查或查证时，滤水管长度不宜超过 3m，若丰、枯水期地下水位变化超过 3m 以上，可设置多个监测井以监测丰、枯水期水质变化。

**5.3.4 填料设计**是监测井设计的另一重要部分，对各填料设计要求说明如下：

1 主要滤料层位于滤水管与沉淀管外，并应高出滤水管、低于管堵一定距离，起到透水作用。主要滤料层厚度一般应超过滤水管上端至少 60cm，但不应该超过 150cm。该段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，并且拉长了滤水管和上部膨润土止水层的距离，防止滤水管周围滤料层的堵塞。滤料层材料宜选择球度与圆度好、分选好的石英砂，使用前必须经过筛选和清洗，确保不含有任何影响地下水水质的其他物质。滤料的粒径宜根据目标含水层土壤的粒度确定，具体可参照现行北京市地方标准《场地环境评价导则》DB11/T 656 中的表 E.2。

2 次要滤料层，起到透水与防止止水材料掉落至主要滤料层的作用。次要滤料层的平均粒径  $D_{50}$  应为主要滤料层平均粒径  $D_{50}$  的  $1/3$  倍~ $1/2$  倍，但不得大于 0.833mm。本规范推荐填充直径为 0.1mm~0.2mm 的石英细砂，其厚度应为 20cm 以上。

3 止水层可防止上部外来水体通过填料层进入井内，影响采集的地下水样的代表性。粉末状膨润土溶胀性大，遇水易成浆，不便使用，且填充效果较差，不推荐使用。若选用水泥浆作为止水层之上回填层的回填材料时，则止水层应使用球状或扁平状的膨润土以防止水泥浆进入滤层和筛管，不得用膨润土粉或现场揉制的膨润土丸代替；且止水层膨润土水化 8 小时（或膨润土供应厂商建议的水化时间）后，才能回填水泥浆层。

4 回填层位于止水层之上至监测井顶部，宜根据场地特点选择合适的回填材料。由于水泥浆存在水化热和易干缩的问题，而膨润土则不易产生干缩裂缝，因此，通常情况下，建议使用膨润土作为回填材料。但是，当地下水或土壤中含有高浓度的溶解固体或特殊的成分而导致膨润土水化不良时，宜选择水泥浆作为回填材料。使用水泥浆作为回填材料时，为延缓水泥固化时间，可在水泥浆中添加约 5%~10% 的膨润土。

5 填料填充时,应根据填料性质、现场情况等因素选择合适的填充工艺,防止产生架桥或充填不实现象。比如,膨润土的水化速度快,因此有时施工会比较困难,除了直接导入外,还可将膨润土颗粒置于导排管内,同时加入干净的水,将膨润土冲至井内。填充完毕后,宜用器具将孔内膨润土捣实。

5.3.6 监测井设置完毕后,应设置监测井保护座以避免监测井因为车辆通行、地表径流等的影响受到破坏。一般情况下,在正在使用的污染场地或加油站,考虑到人员及车辆通行的便利性,常采用隐藏式监测井;但建井时仍应注意使井口略高于地面,以避免地表水进入监测井中,影响采样效果。此外,为便于监测井的识别,应在井外设标示牌,注明监测井编号、井的管理单位、联系人电话等信息。监测井保护座规格可根据实际情况,参照本规范设置。

5.3.7 监测井设置过程中,应将监测井构造详细记录于监测井构造记录表中,以作为后期水样代表性分析的重要依据。记录表应包括但不限于以下信息:

1 基础信息:项目名称、施工单位、监测井设置人员、井名、井址(包括经纬度坐标或其他坐标)、井周围环境、井管顶高程及对应高程基础。

2 井内信息:钻井方法、井台类型;各类管件材质、型号、长度、深度;各层滤料型号、填充深度与厚度。

3 其他信息:监测井设置时的地下水水位、建井过程中的异常现象等。

5.3.8 监测井设置完成后,应进行洗井以清除井筛周边的细小颗粒。一般情况下,应在监测井设置完至少 24 小时后,待井内的填料得到充分养护,结构稳定时,才能进行洗井。为确保采集水样的代表性,洗井出水水质应满足总悬浮固体含量小于 5mg/L 或出水浊度小于 5NTU 的标准。(1L 的水中含有 1mg 的  $\text{SiO}_2$  (或是 1mg 白陶土、硅藻土)时,所产生的浑浊程度为 1 度,1NTU=1 度)。

由于首次洗井会抽出大量水,对地下水扰动较大,一般情况下,

应在洗井完成数天后，待地下水恢复至自然状态时，方能进行地下水水样的采集工作。由于场地不同，洗井完成后含水层恢复自然稳定状态的时间也不同，根据国内外相关经验，推荐洗井完成 7d 后采样。含水层渗透性好时，时间可适当缩短。

当监测井中含有非水相液体时，根据国内外已有经验，为取得代表性水样，仍需洗井，但宜选用扰动相对小的方式进行成井洗井。



## 6 现场采样

### 6.1 一般规定

6.1.2 实际场地勘察过程中，样品自采集完成至送到实验室，往往会间隔一个白天甚至更长时间，因此，污染物在现场存储过程中存在挥发等损耗过程，通常将样品置于低温保温箱内并置于阴凉处。

6.1.3 现场质量控制对于样品检测结果的准确性至关重要，根据国家内现有技术导则，如北京市颁布的场地环境评价导则以及环保部颁布的调查、监测技术导则的相关规定，均应制定详细的质量控制计划及措施，包括采样工具的清洗以及设置一定比例的平行样（一般为 10%）、旅行空白和现场空白（每一批次至少分别设置 1 个）。实验室分析过程每个实验室均有相应严格的质量控制体系，不在本规范中进行规定。

6.1.4 根据近几年的实际调查经验，部分企业厂区内可能还遗留固体废物，对其进行成分鉴别及污染物浓度分析，是制定相关处理处置方案的基础。2014 年环保部的相关通知中明确指出，在进行污染场地调查过程中，如场地遗留有固体废物，应进行采样鉴别，采样要求可参见现行环境保护行业标准《工业固体废物采样技术规范》HJ/T 20 及《地表水和污水监测技术规范》HJ/T 91 及《污染场地监测技术规范》（HJ25.2—2014），如现行规范或导则缺少相应的采样、样品保存等环节的技术要求，应与实验室进行沟通确认，确保采样及样品保存符合技术要求。

### 6.2 土样采集

6.2.1 场地勘察阶段应为后续风险评估提供相应的参数，其中土壤理化参数对于风险的预测十分重要，因此，需要对各典型土层采集土壤样品进行土工试验，分析土壤的相关理化参数，具体应按现行

国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 执行。由于污染物理化特性的差异，不同类型污染物的具体采样技术要求不同，考虑到国内现有技术规范对于进行污染物分析的土壤样品采集（尤其是对于 VOCs 污染土壤样品的采集）技术要求不完善，本标准将进一步进行规范。

**6.2.2** 本条文中涉及的几类污染物，由于其相对难挥发，因此，根据已有的操作经验，其采样过程需要控制的要点包括：①采样工具必须清洁；②采集重金属污染样品，应采用非金属质地的采样工具；③样品瓶应为棕色，避免光照导致样品中污染物的光解；④由于受人为污染，样品中污染物浓度往往高于背景浓度，因此对于分析重金属的样品，可现场用便携设备进行初步筛选，选择读数较高的样品装瓶送检；⑤为确保采集的土样具有代表性，如样品中含有较多石砾、砖块等非土壤介质，应过筛后取样。

**6.2.3** 挥发性有机物因其具备一定的挥发性，在人为扰动条件下极易挥发逃逸，导致土样中检测浓度偏低，因此挥发性有机物污染土样的采集具有特殊要求，根据国内已有操作经验及现场对比研究，应遵守的技术细节包括：①钻探过程应采集不同深度原状土样；②考虑到挥发性有机物的挥发特性，目前已有便携式设备能够现场快速半定量或定量检测土样中挥发性有机物的浓度，因此，在将样品采集转移至样品瓶中之前，应采用 PID 等便携式检测设备对不同深度的土样进行快速扫描，最终将扫描结果相对较高位置的样品送实验室检测；③考虑到挥发性有机物的易逃逸性，存储 VOCs 土样的样品瓶内应事先加保护剂或封存剂。

**6.2.4** 对于用于分析非挥发性污染物的样品，如含有较多的碎砖块、石子等非土壤物质，宜进行过筛，取筛下的土壤装瓶进行污染物分析，以代表场地土壤中污染物浓度。

### 6.3 地下水样采集

**6.3.2** 无论采用何种成井洗井技术，洗井完成后均会对监测井周围

地下水产生一定的扰动，为确保采集的水样具有代表性，成井洗井结束后应使监测井静置稳定。如果采用空压机或汽提技术进行成井洗井，由于其扰动程度相对较大，因此其稳定时间应相应延长。本条文中确定的稳定时间（7d 或 15d）主要根据现有的工程项目经验及国外的相关技术导则确定。

**6.3.4** 虽然经过静置稳定，井管内的地下水与空气已接触一定时间，挥发性有机物可能已经挥发逃逸，地下水中 DO、ORP 等理化特征已发生改变，因此，在正式采地下水样前，应将井管内淤积的“死水”进行置换，即应开展洗井。洗井体积可按下式计算：

$$V_{\text{gw}} = (3 \sim 5) \times \left[ 0.4 \times \frac{\pi}{4} \times (D_1^2 - D_2^2) \times h_1 + \frac{\pi}{4} \times D_2^2 \times h_1 \right]$$

式中：\$V\_{\text{gw}}\$ 为地下水洗井体积，ml；\$D\_1\$ 为地下水监测井的裸孔直径，cm；\$D\_2\$ 为地下水井管直径，cm；\$h\_1\$ 为洗井泵吸水口距离地下水水面的深度，cm。

同样，考虑到挥发性有机物的易挥发逃逸特性，为避免洗井过程对地下水产生较大扰动从而加速其挥发逃逸，根据国外的相关项目经验及现场比较研究，应采用低流速洗井技术。同时，低流速洗井也能避免洗井过程产生的扰动导致土壤胶体及细颗粒再悬浮进入水样，进而影响水样检测结果。对于存在 NAPL 等重度污染的监测井，如采用低流速泵进行洗井，可能洗完一口井后，再也难以将泵清洗干净，很有可能不能再用于其他监测井的洗井采样，出于成本考虑，该情况可采用一次性的贝勒管进行洗井，但要求洗井过程应尽量降低对水体的扰动。低流量采样泵可选用潜水泵、气囊泵、自吸泵和蠕动泵等。洗井过程中的具体控制的流速主要依据国外相关技术导则及国内实际工程经验确定。

洗井过程地下水水位下降控制要求主要依据国外相关技术导则确定，所测试的指标主要是国内已有的工程经验。洗井结束的判断标准主要是依据国外相关技术导则及国内实际工程经验确定。

**6.3.5** 为避免水样与空气长时间接触导致缺乏代表性，国外的相关

技术导则均要求洗井结束后应立即开展地下水采样，而且，应优先采用低流量泵进行采样。出于成本考虑，存在 NAPL 等重污染的监测井，可采用贝勒管进行采样，但采样过程中也应降低对水体的扰动。

## 6.4 垃圾土样采集

**6.4.1** 用于垃圾土样品采集工具包括采取垃圾土样的钻探工具以及采样设备两部分。其中钻探工具需配合钻探技术进行选择，可参见本规范第 5 章的相关技术规定。将钻探过程中取出的扰动垃圾土样品转移至专门的垃圾采样袋中常用的工具包括人工搅拌及取样工具（如尖头铁锹、夹子等）、密闭容器（带盖采样桶或专门的垃圾采样袋）以及其他辅助工具（如电子天平、橡胶手套等）。

钻探工具包括：垃圾土勘探的钻机（如 SH-30 型孔内锤击钻机）、薄壁岩芯取样器、薄壁套管、大口径岩芯取样器等。采样设备应按照现行行业标准《生活垃圾采样和分析方法》CJ/T 313 的要求配置。

**6.4.2** 四分法采样具体操作方法为：将垃圾土样搅拌均匀后堆成圆形或方形，将其十字四等分，然后，随机舍弃其中对角的两份，余下部分重复进行前述铺平并分为四等分，舍弃一半，直至达到所要求的采样量。四分法采样示意图 4。

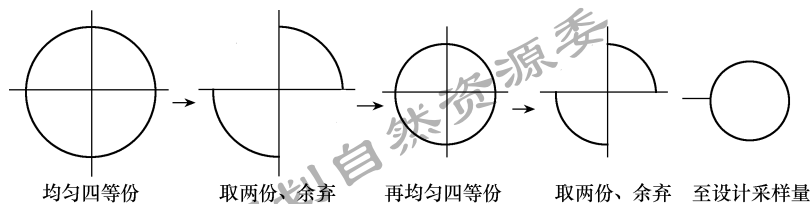


图 4 四分法采样示意图

**6.4.3** 垃圾土进行物理成分分析以及含水率、容重、有机质试验时，采样量不少于 5kg；用于颗粒分析试验时，采样量不少于 3kg，且为风干土样；另外，用于化学分析、热值等试验时还应按相关规定增加采样量。

**6.4.4** 垃圾土样运回实验室后，测定物理成分、含水率的土样应在

24h 内用于试验；暂不进行试验的土样应摊铺在室内避风、阴凉、干净的铺有防渗塑料布的地面上，厚度不应超过 50mm，其上应铺盖塑料膜，扰动土样保存期不应超过 48h。

## 6.5 渗滤液样采集

6.5.2 采样容器材质应化学稳定性好，不会溶出待测组份，且在贮存期内不会与水样发生物理化学反应。对光敏性组份，应具有遮光作用。用于微生物检验用的容器能耐受高温灭菌；测定有机及生物项目的贮样容器应选用硬质（硼硅）玻璃容器；测定溶解氧及生化需氧量（BOD<sub>5</sub>）应使用专用贮样容器。容器在使用前应根据监测项目和分析方法的要求，采用相应的洗涤方法洗涤。采样时采样器放下与提升时动作要轻，避免搅动井水及底部沉积物。用机井泵采样时，应待管道中的积水排净后再采样。水样采集量应满足监测项目与分析方法所需量及备用量要求。

6.5.3 不得将现场测定后的剩余渗滤液样品作为试验室分析样品送往试验室。渗滤液样品装箱前应将容器内外盖盖紧，对装有渗滤液样品的玻璃磨口瓶应用聚乙烯薄膜覆盖瓶口并用细绳将瓶塞与瓶颈系紧。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。

## 6.6 填埋气样采集

6.6.1 部分简易垃圾填埋场具有沼气采集装置，一般也会设有监测井或导气井，可利用已有的监测井或导气井采集填埋气样；没有沼气采集装置的简易垃圾填埋场可新设置监测井采集填埋气样。

6.6.2 收集气体前充洗三次气袋是为了保证气体的纯度，避光运回避免了气体在光作用下发生化学反应。

## 7 检测与试验

### 7.1 一般规定

7.1.1~7.1.4 本章只规定了现场试验、室内试验的试验项目和试验方法的选取以及一些原则性问题。具体的操作和试验仪器规格，则应按有关规范、标准执行。

### 7.2 室内检测与试验

7.2.2 土壤样品的化学性质测试项目宜结合污染识别阶段收集的场地生产工艺、所用原材料、产品类型、产生的废弃物种类等因素确定。初步勘察阶段宜根据场地调查确定的场地内潜在污染源和污染物进行选择，可选择的检测项目包括：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，现行环境保护行业标准《场地环境调查技术导则》HJ 25.1 附录 B 中已经列出常见场地类型和特征污染物，进行检测项目选择时可参照执行，初步勘察阶段宜有一定量的样品进行污染物浓度全分析。详细勘察阶段宜以初步勘察确定的关注污染物为主。土壤样品的化学性质应送往经过国家级分析质量认证的第三方实验室进行分析，具体分析方法的优先选用国标方法，对于缺少国标分析方法的污染物，可依次选用行业标准及 US EPA 等国外的分析方法。

7.2.3 垃圾土样品的检测项目、检测标准、主要仪器设备见表 9。当对设计有特殊要求时，垃圾土样品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）项目的检测和化学分析试验，化学分析项目和方法见表 9、表 10。

7.2.7 填埋气样品检测方法可参照表 11 执行。

表 9 垃圾土样品采用的检测方法及仪器设备

序号	项目	仪器设备	检测标准
1	物理成分	分样筛、磅秤、台秤等	《生活垃圾采样和分析方法》（CJ/T 313—2009）
2	容重	磅秤、垃圾桶	
3	含水率	电热鼓风恒温干燥箱、搪瓷托盘、塑料容器、金属容器、天平、台秤、干燥器等	
4	可燃物及灰分	电热鼓风恒温干燥箱、马福炉、天平、坩埚、坩埚钳等	
5	热值	氧弹式量热仪、分析天平	《生活垃圾化学特性通用检测方法》（CJ/T 96—2013）
6	有机质	马福炉、天平、坩埚、坩埚钳等	
7	粒径	分析筛、天平、毛刷等	《生活垃圾土工试验技术规程》（CJJ/T 204—2013）

表 10 生活垃圾土化学分析项目和方法

序号	项目	分 析 方 法
1	总铬	《生活垃圾化学特性通用检测方法》CJ/T 96
2	六价铬	《固体废物 六价铬的测定 二苯碳酰二肼分光光度法》
3	汞	《生活垃圾化学特性通用检测方法》CJ/T 96
4	镉	
5	铅	
6	砷	
7	全氮	
8	全磷	
9	全钾	

表 11 垃圾土中的气体成分检测方法

序号	检测项目	检 测 标 准
1	CH <sub>4</sub>	《人工煤气和液化石油气常量组分气相色谱分析法》GB/T 10140
2	CO <sub>2</sub>	《人工煤气和液化石油气常量组分气相色谱分析法》GB/T 10140
3	O <sub>2</sub>	《人工煤气和液化石油气常量组分气相色谱分析法》GB/T 10140
4	NH <sub>3</sub>	《环境空气氨的测定次氯酸钠-水杨酸分光光度法》HJ534
5	H <sub>2</sub> S	《空气质量硫化氢、甲硫醇、甲硫醚和二甲基硫的测定气相色谱法》GB/T 14678
6	CO	《空气质量一氧化碳的测定非分散红外法》GB/T 9801
7	SO <sub>2</sub>	《环境空气二氧化硫的测定甲醛吸收-副玫瑰苯胺分光光度法》HJ482
8	H <sub>2</sub>	《人工煤气和液化石油气常量组分气相色谱分析法》GB/T 10140

7.3 现场检测与试验

7.3.1 土壤中挥发性有机物浓度现场检测宜选用光离子检测仪（PID）或火焰离子检测仪（FID）进行检测；土壤中重金属浓度现场检测宜选用 X 射线荧光光谱仪（XRF）进行检测；地下水的 pH 值、氧化还原电位、溶解氧、电导率、温度、浊度等指标宜采用多功能检测仪进行现场检测；垃圾土中的甲烷（CH<sub>4</sub>）和二氧化碳（CO<sub>2</sub>）等浓度现场检测宜选用便携式沼气分析仪。

7.3.2 测定水文地质参数的方法有多种，应根据地层透水性能的大小和场地环境评价或修复设计对参数的要求，按本规范附录 B 选择。

7.3.3 地下水位的量测，着重说明下列几点：

1 稳定水位是指钻探时的水位经过一定时间恢复到天然状态后的水位。地下水位恢复到天然状态的时间长短受含水层渗透性影响较大，当需要编制地下水等水位线图或工期较长时，在现场工作结束时宜统一量测一次稳定水位；

2 地下水位量测精度规定为厘米，是指量测工具、观测等造成的总误差的限值，因此量测工具应定期校正。



### 7.3.4 对地下水流向、流速的测定作如下说明：

1 用几何法测定地下水流向的钻孔布置，除应在同一水文地质单元外，尚需考虑形成锐角三角形，其中最小的夹角不宜小于  $40^\circ$ ；孔距宜为 50m~100m，过大和过小都将影响量测精度；

2 用指示剂法测定地下水流速，试验孔与观测孔的距离由含水层条件确定，一般细砂层为 2m~5m，含砾粗砂层为 5m~15m，裂隙岩层为 10m~15m，对岩溶水可大于 50m；指示剂可采用各种盐类、着色颜料等，其用量决定于地层的透水性和渗透距离。

7.3.6 钻孔注水试验是野外测定岩土层渗透性的一种比较简单的方法，其原理同抽水试验，只是以注水代替抽水，即在钻孔内用抬高水头的方法把水注入钻孔，使钻孔水柱在静水压力的作用下逐渐向岩层中渗入，当形成稳定的水位时，即以此时的注入水量计算出岩土层的渗透系数。

注水试验有试坑注水试验和钻孔注水试验，钻孔注水试验又分为降水头注水试验和常水头注水试验。注水量稳定标准，本规范采用现行水利行业标准《注水试验规程》YS 5214 规定：当流量无持续增大趋势，且五次流量读数中最大值与最小值之差小于最终值的 10%，或最大值与最小值之差小于 1L/min 时，本阶段试验即可结束，取最终值作为计算值。水头稳定标准，本规范按照现行水利行业标准《注水试验规程》YS 5214，水头的允许波动幅度为  $\pm 1\text{cm}$ ，旨在提高注水试验的质量，保证水文地质参数计算的精度。

7.3.7 提水试验提取出的地下水、渗滤液等废弃物应集中收集、妥善处置。

7.3.8 污染场地勘察的水文地质试验工作目的是为场地的环境评价以及治理修复设计提供参考，为规划建设提供基础资料。为尽量准确的求取场地的水文地质参数，并能够同时为场地的治理修复提供参考，抽水试验宜布设在将要进行修复的污染区域，并可与修复井相结合一井多用，抽水试验过程中应确保抽出的污染地下水集中收集、妥善处理。抽水井位的选择上应遵循不增大污染范围，不加重

污染的原则。当仅为获取必要的水文地质参数时，抽水试验井可布设于场地内远离污染源的区域，尽量减少对污染水体的干扰，但应与污染区位于同一个水文地质单元上。

**7.3.9 弥散试验观测孔** 布设一般可采用以试验孔为中心“+”字形剖面，孔距可根据水文地质条件、含水层岩性等考虑，一般可采用 5m 或 10m。也可采用试验孔为中心的同心圆布设方法，同心圆半径可采用 3m、5m 或 8m，在卵砾石含水层中半径一般以 7m、15m、30m 为宜。

## 8 成果报告

### 8.1 一般规定

8.1.1 污染场地勘察报告应为场地环境管理、场地再利用的项目规划和建设提供准确、可信的数据和信息，报告内容应符合本规范第3.1.1条、3.2.1条和3.3.1条的要求。勘察报告可根据场地特征及评价、设计需要，提出污染场地治理修复设计与施工方案的建议，宜针对可能发生的环境岩土问题，包括场地边坡稳定性、不良地质作用等进行分析，提出防治建议。

8.1.2 原始资料是污染场地勘察工作分析评价和编写成果报告的基础，加强原始资料的编录工作是保证成果报告质量的基本条件。对污染场地勘察工作分析评价所依据的一切原始资料，均应进行整理、检查、分析、鉴定，确认无误后方可利用。原始资料应分类整理，可分成地质资料、水文地质资料、污染资料三类进行整理，具体说明下列几点：

1 地质资料宜整理钻探、槽探、井探等点位分布与勘探记录，高程测量及物探、化探记录，原位测试记录，岩土分类、颗粒级配、含水量、渗透系数等物理性质测试结果；

2 水文地质资料宜整理监测井、试验井成井资料、洗井资料及洗井过程中的现场检测记录，地下水位、水温测量记录，抽水试验、渗水试验、注水试验及弥散试验等试验资料，包括井位分布图、初始流场图或水位记录、地下水位随时间变化记录、渗水或注水量记录、地下水中示踪剂浓度变化记录等；

3 污染资料宜整理场地及其周边生产及污染活动信息，污染源分布资料，便携式仪器现场检测记录，土壤与地下水、渗滤液、地表水、气体等取样资料与化学性质实验室检测成果。

8.1.3 污染场地勘察工作应在整理、分析调查和测绘、勘探和建井、

现场采样、室内试验与现场测试资料的基础上,进行成果的编制工作,具体说明以下几点:

1 数据整理过程中,宜分析勘探、采样以及室内样品处理、检测分析等过程产生的误差,保证所用数据的可靠性。样品试验分析应满足质控要求,宜分析取样方法和其他因素对试验结果的影响,以及不同测试方法所得结果的差异,分析测试结果的离散程度,评估检测数据的质量,分析数据的有效性和充分性;

2 可以采用专业的数理和地质统计分析软件,如 EXCEL、SPASS 等,分析场地地下水水位、水质动态特征,统计场地土壤和地下水中污染物特征,分析指标间的相关关系。化学性质检测数据可进行最大值、最小值、均值、95%置信水平、检出率和超标率等的分析;

3 检测、分析结果应显示在带有比例尺的平面图和剖面图上,可以采用专业绘图软件,如 SURFER、AUTOCAD、MAPINFO 等,以场地污染物浓度的定量分析结果为依据,采用变量空间分析技术,参照场地要求的土壤和地下水质量标准,划分污染界限,圈定场地土壤和地下水污染范围,标示出污染区和非污染区,绘制出污染物浓度等值线;

4 分析评价应充分了解场地利用变迁资料、场地环境资料、修复和开发计划,考虑当地经验、已有类似场地案例。污染源分布、成分和体量,土壤和地下水中污染物种类、浓度和分布应定量分析,污染物运移规律、环境岩土问题可仅作定性分析;

5 根据污染分析结果,对污染源情况进行校核,主要依据污染物浓度随污染源距离增加而降低的规律,对无明显规律或不符合上述规律的情况进行分析。可能存在几种情况:有多个污染源,水文地质条件复杂(包括地下水分布不规律或地下水流向变化等),以及污染源释放发生变化等。

## 8.2 成果报告基本要求

8.2.1 鉴于污染场地勘察项目的规模大小、场地的复杂程度、目的

要求等差别较大，要制订一个统一的适用于每个污染场地的报告内容，显然是不切实际的。因此，本条只规定了污染场地勘察报告的基本内容。污染场地勘察报告应根据任务要求、勘察阶段、场地污染特征和环境水文地质条件等编写。

对场地污染特征的分析应合理确定场地污染源的分布、类别以及成分等，场地关注污染物种类、浓度水平和空间分布，选用适用的环境质量标准进行评价，分层、分种类划分土壤环境质量分区，确定场地土壤的污染特征。针对垃圾简易堆填场地，还应确定垃圾土堆填的范围、深度等空间分布特征以及垃圾土的成分特征，确认垃圾土中渗滤液及填埋气体的浓度，计算垃圾土的分布面积、体量以及渗滤液量等，与一般污染场地相比，垃圾简易堆填场地勘察成果有如下几项特殊说明：

1 在勘察范围内，根据勘探孔是否揭露垃圾土进行分区，划分出垃圾土堆填区。

2 根据堆填垃圾土的成分及空间分布特征，将垃圾堆填区按照生活垃圾土、混合垃圾土和建筑渣土的顺序，依次划分出生活垃圾土堆填区、混合垃圾土堆填区和建筑渣土堆填区。

3 垃圾土体量计算应采用通用软件，技术可靠、结果可信。

对场地地质及水文地质条件的分析，重点是分析含水层结构和地下水流动场特征，对污染物在含水层中的存在形式（溶解相、非水溶相）、地下水污染的垂向和水平向分布范围及不同污染之间的相互关系进行描述，确定场地地下水污染特征。除此之外，还应分析污染物在土壤-地下水中的迁移转化规律，建立并阐述场地环境水文地质概念模型，需要时划分水文地质分区，分别进行评价。因地下水中污染物的迁移特性，地下水污染范围可能超出场地界限，可采用数学模型法、经验判断法、物探方法估算地下水污染范围。

环境水文地质概念模型是以水文地质概念模型为基础引申而来，继承了含水层边界、内部结构、渗透性能、水力特征的内容，将研究范围从含水层扩充至包气带与饱水带，增加了污染物分布情

况、运移特征的内容。正如建立水文地质概念模型一般为进一步建立数学模型开展数值模拟服务类似,建立场地环境水文地质概念模型是建立场地环境评估模型的基础,为开展污染场地风险评估工作提供依据。环境水文地质概念模型以图件为主,平面图表述模型范围、污染源位置、污染物平面分布、勘探孔及采样点的平面位置、流场(网)、水位及岩性界线埋深(标高)等值线等;剖面图表述地层垂向分布、含水层及其顶板、底板的垂向位置、地下水位(线)、各类源汇项、采样点位置、流场(网)、污染物垂向分布等;三维图展示地层与地下水分布、污染物分布和污染运移情况。可通过选取典型剖面,在剖面图中展示含水层、隔水层、地下水水位和污染空间分布特征等信息,为建立场地的环境水文地质概念模型奠定基础。

勘察综合分析中宜初步分析地层分布规律、特性及其对边坡、坑壁稳定的影响,对岩土压力大小、特点进行分析,为场地开挖提供支持;初步分析含水层和隔水层的透水性,当地下水位相对较高时,对场地开挖突涌、隆起等的可能性进行分析,对水资源的保护提出建议,为采取有效的地下水控制措施提供依据。

### 8.2.2 编制图件的具体内容如下:

1 勘探孔展示勘探深度、岩性、含有物、颜色与气味、取样点位置及类型等信息;

2 监测井井身结构图除应展示勘探深度、岩性、含有物、颜色与气味、取样点位置及类型等信息外,还应展示监测井(或试验井)井深、井径、滤水管、井壁管、滤料及止水位置、材料,地下水位等信息;

3 水文地质剖面图采用剖面或立体空间形式展示场地地层结构、地下水位埋深等要素;

4 地下水流场图采用平面图展示不同含水层水位等值线及流线情况,重点是被污染含水层的流场变化;

5 场地污染分布图包括污染源分布图和场地土壤、地下水中污

染物分布图。污染源分布图主要展示场地不同类型污染源，包括点源、线源和面源的分布情况；场地土壤和地下水中污染物分布图主要展示土壤和地下水中不同污染物在平面上和垂向上的分布情况。