

ICS  
CCS

# 团 体 标 准

T/CSES ××××—××××

## 建设用地地下水低扰动钻探采样技术规范

Technical specification for weak disturbance sampling of groundwater  
of land for construction

(征求意见稿)

××××—××—××发布

××××—××—××实施

中国环境科学学会 发布

# 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 基本原则与工作程序 .....	2
5 采样前准备 .....	2
6 地下水监测井建设 .....	3
7 地下水采样 .....	4
8 样品保存和流转 .....	6
9 质量管理与质量控制 .....	6
附录 A（资料性）地球物理勘探技术设备适用情况 .....	7
附录 B（资料性）常见地下水检测井结构示意图 .....	8
附录 C（资料性）地下水采样井洗井记录单 .....	11
附录 D（资料性）地下水采样设备及其适用性 .....	12
附录 E（资料性）地下水采样记录单 .....	13
参考文献 .....	14

## 前 言

本文件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。

本文件由广东省环境科学研究院提出。

本文件由中国环境科学学会归口。

本文件起草单位：广东省环境科学研究院、中国科学院南京土壤研究所、江苏盖亚环境科技股份有限公司、南京大学、中国环境科学研究院、中国地质调查局武汉地质调查中心、中国科学院武汉岩土力学研究所、南京中荷寰宇环境科技有限公司、南京贻润环境科技有限公司、光大环境修复（江苏）有限公司、溧阳市东南机械有限公司、广东省水文地质大队、广州再勇钻探咨询服务有限公司、华测检测认证集团股份有限公司、广东贝源检测技术股份有限公司。

本文件主要起草人：

本文件为首次发布。

# 建设用地地下水低扰动钻探采样技术规范

## 1 范围

本文件规定了地下水监测井建设、地下水采样方式与设备选择、采样操作要点，以及质量管理与质量控制等技术要求。

本文件适用于建设用地土壤污染状况调查相关的地下水环境污染状况调查的采样工作，适用于浅层地下水，包括松散岩类孔隙水、基岩裂隙水、岩溶水。

本文件不适用于放射性污染和致病性生物污染相关地下水低扰动钻探采样工作。

## 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。

- 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 25.6 污染地块地下水修复和风险管控技术导则
- HJ 164 地下水环境监测技术规范
- HJ 493 水质样品的保存和管理技术规定
- HJ 1019 地块土壤和地下水中挥发性有机物采样技术导则
- DZ/T 0420 地下水采样技术规程
- DZ/T 0064.2 地下水水质分析方法 第2部分：水样的采集和保存
- DB32/T 3749 污染场地岩土工程勘察规范
- T/CAEPI 14 污染地块勘探技术指南
- 《重点行业企业用地调查样品采集保存和流转技术规定(试行)》（环办土壤〔2017〕67号）

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**浅层地下水 shallow groundwater**

指地表以下60 m深度范围内，与当地大气降水或地表水体有直接补排关系的潜水或弱承压水，包括松散岩类孔隙水、基岩裂隙水、岩溶水。

### 3.2

**地下水低扰动采样 weak disturbance sampling of groundwater**

指地下水理化性质未受扰动情况下的采样活动。

### 3.3

**地下水环境监测井 groundwater environmental monitoring well**

为准确把握地下水环境质量状况和地下水体中污染物的动态分布变化情况而设立的监测井。

### 3.4

**地下水污染羽 groundwater contaminant plume**

指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。

### 3.5

#### 含水层 aquifer

指存储有水并能传输与给出相当数量水的岩层。

### 3.6

#### 隔水层 aquiclude

指不能透过与给出水，或者透过与给出的水量微不足道的岩层。

## 4 基本原则与工作程序

### 4.1 基本原则

地下水采样工作在满足取样要求的前提下，应以环境扰动最小为原则，兼顾效率和成本。

### 4.2 工作程序

地下水低扰动采样工作流程包括采样前准备、监测井建设、地下水样品采集、样品保存和流转等内容，工作程序如图1所示。

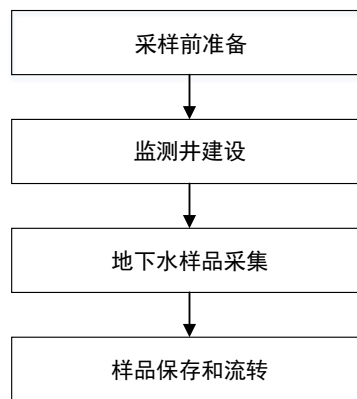


图1 地下水低扰动采样工作流程图

## 5 采样前准备

### 5.1 采样计划

采样计划应包括：采样目的、采样点位、采样项目、采样频次、采样时间、采样人员及分工、采样过程的质量保证和质量控制措施、采样设备和器具、现场记录表、需要现场监测的项目、安全保障等。

### 5.2 采样设备

地下水采样设备应包括：监测井钻探设备、成井洗井设备、地下水机械采样设备、地下水人工采样设备、地下水样品瓶。具体见HJ 1019。

### 5.3 现场监测仪器

现场检测仪器包括：便携式有机物快速检测仪、油水界面仪、水位仪、便携式水质测定仪。具体见HJ 1019

### 5.4 定位与探测

采样前，可采用卷尺、GPS卫星定位仪、经纬仪和水准仪等工具在现场确定采样点的具体位置和地面标高，并在图中标出。可采用金属探测器或探地雷达等设备探测地下障碍物确保采样位置避开地下电缆、管线、沟、槽等地下障碍物。物探方法的选择可参考附录A表A.1。

## 6 地下水监测井建设

地下水监测井的结构类型包括单管单层监测井、单管多层监测井、巢式监测井、丛式监测井、连续多通道监测井（示意图见附录B）。

### 6.1 一般要求

6.1.1 监测井建井中所用的设备和材料应清洗除污，避免钻探过程中引入外来浆液。对于钻探过程中产生的钻屑，下管前应进行有效清孔。

6.1.2 地下水监测井可根据实际情况设为平台式或隐蔽式监测井。监测井管套顶盖应加锁，井外设标示牌并注明相关信息。井口地面应采取防渗措施，井周围应有防护栏。当需要进行地下水长期监测时，还应根据需要定期校核井口固定点高程。

6.1.3 地下水监测井的结构信息应详细记录，并绘制监测井结构图，注明相关尺寸。记录要求可参照本标准附录C执行。

### 6.2 井管材料

地下水采样井井管应选择坚固、耐腐蚀、不会对地下水水质造成污染的材料制成。当地下水检测项目为有机物或地下水需要长期监测时，宜选择不锈钢材质井管；当检测项目为无机物或地下水的腐蚀性较强时，宜选择聚氯乙烯（PVC）、聚四氟乙烯（PTFE）材质管件，井管材质选择具体参照表1。

表1 井管材质选择要求

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

### 6.3 井管深度

监测井井管的深度应根据地块所在区域地下水水位历史变化情况、含水层厚度以及监测目的等进行调整。对于非承压水监测井，井管底部不得穿透潜水含水层下的隔水层底板；对于承压水监测井，应分层止水。

### 6.4 筛管安装

6.4.1 筛管应置于监测目标含水层，筛管的孔隙大小应能防止 90%的滤料进入井内。

6.4.2 筛管长度应根据地下水中污染物特征和水位动态确定，长度不宜超过 3 m。若采集不同深度含水层水样，包括不同含水层及同一含水层不同深度水样时，可分层设置多个监测井。

6.4.3 丰水期时一般需要有 1 m 的筛管位于地下水水面以上，枯水期时一般需要有 1 m 的筛管位于地下水水面以下，以保证监测井中的水量满足采样需求。

当地下水中含有非水相液体时，筛管应在以下位置：

a) 当地下水中含有低密度非水相液体时，筛管中间应在地下水水面处；

b) 当地下水中含有高密度非水相液体时，筛管下端应在含水层底板处；

6.4.4 筛管底部须用螺纹式接头底盖封实，底座部分需有垫圈防漏。

### 6.5 滤料填充

6.5.1 井管和钻孔之间由下至上依次围填主要滤料层、次要滤料层、止水层、回填层；

6.5.2 主要滤料层位于筛管周围，应填充至超过筛管上部 60 cm，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；

6.5.3 次要滤料层宜填充大于 20 cm 厚的直径为 0.1 mm~2 mm 的石英砂；

6.5.4 止水层应填充大于 60 cm 厚的直径为 0.6 cm~1.2 cm 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。止水材料必须无毒、无味、不污染水质；

6.5.5 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；

6.5.6 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。

## 6.6 成井与洗井

6.6.1 在监测井建设完成后，应清除筛管周边的细小颗粒，并至少稳定 8 h 后开始成井洗井。所有的污染物或钻井产生的岩层破坏以及来自天然岩层的细小颗粒都必须去除，以保证出流的地下水中没有颗粒。

6.6.2 采用成井洗井设备通过超量抽水、汲取等方式洗井，不得采用反冲、气洗方式。

6.6.3 成井洗井的出水体积应达到 3 倍井水体积（含滤料孔隙体积）以上。使用便携式水质测定仪每隔 5 min~15 min 对出水进行测定，当浊度小于或等于 10 NTU 时，可结束洗井；当浊度大于 10 NTU 时，应每间隔约 1 倍井体积的洗井水量后对出水进行测定，结束洗井应同时满足以下条件：

- a) 浊度连续三次测定的变化在 10%以内；
- b) 电导率连续三次测定的变化在 10%以内；
- c) pH 连续三次测定的变化在 ±0.1 以内。

6.6.4 如洗井水量在 3~5 倍井体积之间，水质指标不能达到稳定标准，应继续洗井；如洗井水量达到 5 倍井体积后，水质指标仍不能达到稳定标准，可结束洗井，并根据地下水含水层特性、监测井建设过程以及建井材料性状等实际情况判断是否进行样品采集。

## 7 地下水采样

### 7.1 采样操作总体要求

7.1.1 采样过程应在 2 h 内完成。一般按照挥发性有机物（VOCs）、半挥发性有机物（SVOCs）、稳定有机物及微生物样品、重金属和普通无机物的顺序采集。

7.1.2 涉及地下水 VOCs 采样时，需采用低扰动的地下水样品采集方式，常见的低扰动采集方法见附录 D。

7.1.3 低密度非水溶性有机物样品应用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。

7.1.4 采样前，先用待取水样将水样瓶润洗 2~3 次，并按照相关水质环境监测分析方法标准的规定，预先在地下水样品瓶加入酸溶液、碱溶液、抑制剂、氧化剂或还原剂等保护剂，以保证待测组分的稳定。

7.1.5 采集 VOCs 水样时执行 HJ 1019 相关要求，采集 SVOCs 水样时出水口流速要控制在 0.2 L/min~0.5 L/min，其他监测项目样品采集时应控制出水口流速低于 1 L/min，如果样品在采集过程中水质易发生较大变化，可适当加大采样流速。

7.1.6 采样时注意避免水流冲击产生气泡；水样应在地下水样品瓶中过量溢出，形成凸面，拧紧瓶盖，颠倒地下水样品瓶，观察数秒，确保瓶内无气泡，如有气泡应重新采样。

7.1.7 平行水样应用相同材料的容器在与样品相同含水层的同一深度同时采集。

### 7.2 采样方法

#### 7.2.1 贝勒管采样

7.2.1.1 采集易挥发污染物样品时，应采用配有流速控制阀导流口的贝勒管。对于其他监测项目，可采用未配置流速控制阀的贝勒管。

7.2.1.2 样品采集前，应按照 HJ 1019 要求进行采样洗井。

7.2.1.3 水质指标达到稳定后，开始采集样品，应符合以下要求：

- a) 将贝勒管缓慢放入井内，置于井筛中间附近。若考虑污染物在地表下流动分布特性、相关现场筛测结果及采样目的等因素，还可根据需求将贝勒管放置于井筛中其他适当位置进行取样；
- b) 采集易挥发污染物样品时，应通过流速调节阀控制水流速不大于 100 mL/min；采集其他检测项目时，也应保持出水平稳，避免冲击产生气泡。
- c) 水样应在地下水样品瓶中过量溢出，形成凸面，拧紧瓶盖，颠倒地下水样品瓶，观察数秒，确保瓶内无气泡，如有气泡应重新采样。

## 7.2.2 气囊泵采样

7.2.2.1 样品采集前，应按照下列要求进行采样洗井：

- a) 缓慢将气囊泵泵体进水口放置于水面下 1.0 m 处，尽量避免井内水体扰动；
- b) 在泵体和气囊外壁之间的空间注入气体，水样上升到管线，在顶部的止回阀保持水样不回流；
- c) 释放气体，气囊再次充水，以同样的方法重复进行，抽取地下水。抽水速率控制在 0.5 L/min~5 L/min；
- d) 洗井期间，每隔 2 min 测量井中水位。

7.2.2.2 若地下水水位变化小于 10 cm，则可以结束洗井；若地下水水位变化超过 10 cm，应适当调低气囊泵洗井流速，直至水温、pH 值、电导率、溶解氧等水质参数指标稳定后方可结束洗井。

7.2.2.3 洗井结束后，在不对井内做任何扰动或改变位置的情形下，维持原有抽水速率，以出水管作为采样管，可直接以样品瓶接取水样，用样品容器接取样品

## 7.2.3 潜水泵采样

7.2.3.1 使用时，首先按照使用说明书安装好井下部分，而后在泵的地表排水管上安装带阀门的采样支管。具体安装要求见 DZ/T 0420。

7.2.3.2 样品采集前，应按照下列要求进行采样洗井：

- a) 缓慢将气囊泵泵体进水口放置于水面下 1.0 m 处，尽量避免井内水体扰动；
- b) 以不大于 0.5 L/min 抽水速率进行采样前洗井；
- c) 洗井期间，每隔 2 min 测量井中水位。

7.2.3.3 若地下水水位变化小于 10 cm，则可以结束洗井；若洗井过程中水位下降超过 10 cm，则需要适当调低潜水泵的洗井流速，直至水温、pH 值、电导率、溶解氧等水质参数指标稳定后方可结束洗井。

7.2.3.4 洗井结束后，在不对井内做任何扰动或改变位置的情形下，维持原有抽水速率，直接以样品瓶接取水样。

## 7.2.4 气驱被动式（U 型管采样器）采样

7.2.4.1 样品采集前，应按照下列要求进行采样洗井：

- a) 将 U 形管驱动管头和取样管管头与大气连通，地层水通过单向阀进入 U 型管内，如图 7 所示；
- b) 向驱动管管头注入高压氮气（或其他惰性气体）；
- c) U 型管中单向阀关闭，驱使地层流体样品从取样管流出地表；



7.2.4.2 实时监测出水理化指标，指标达到 HJ 1019 中的稳定要求后可结束洗井。

7.2.4.3 洗井结束后，在不对井内做任何扰动或改变位置的情形下，维持原有抽水速率，直接以样品瓶接取水样。

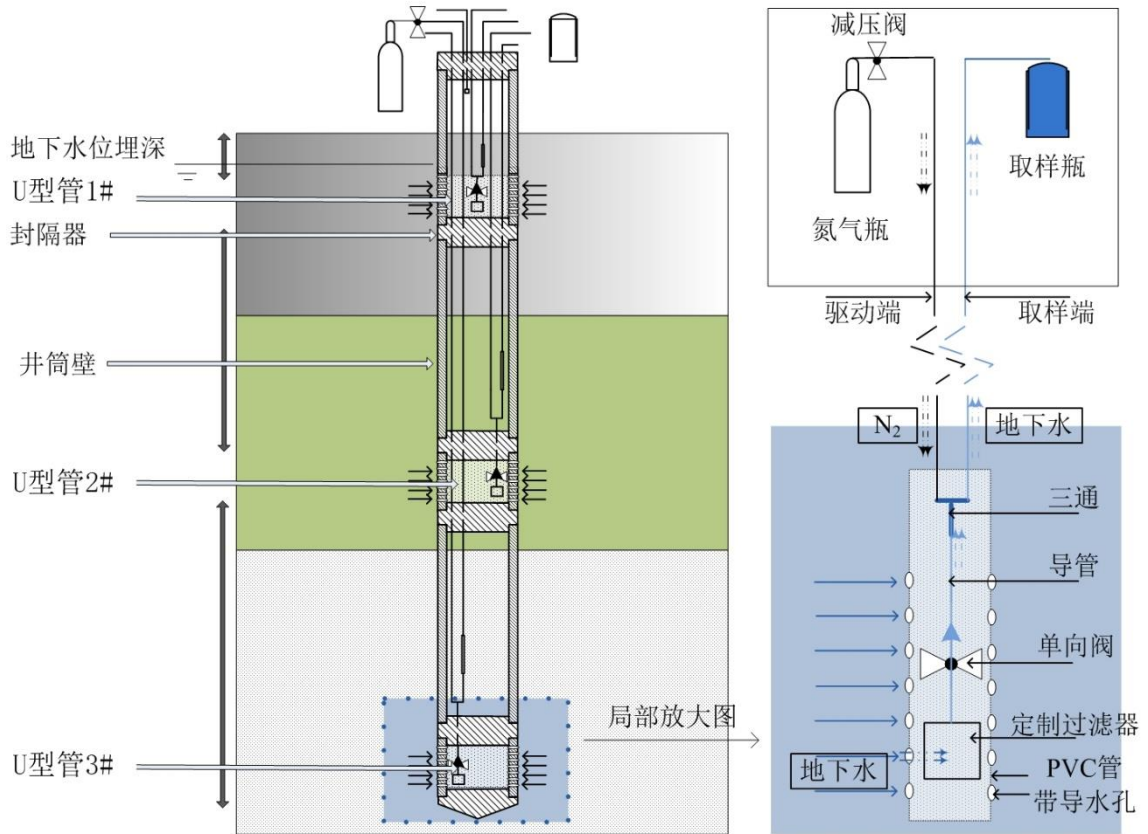


图 7 U 型管采样器示意图

## 8 样品保存和流转

地下水样品保存与流转执行 HJ 493 和 HJ 164 和拟选取分析方法的要求进行。

## 9 质量管理与质量控制

现场地下水采样与实验室检测、地下水样品采集保存流转及分析测试过程质量控制参照 HJ 25.2, DZ/T 0064.2, HJ 1019 中要求进行。

## 附录 A

(资料性)

## 地球物理勘探技术设备适用情况

表 A.1 地球物理勘探技术设备适用情况表

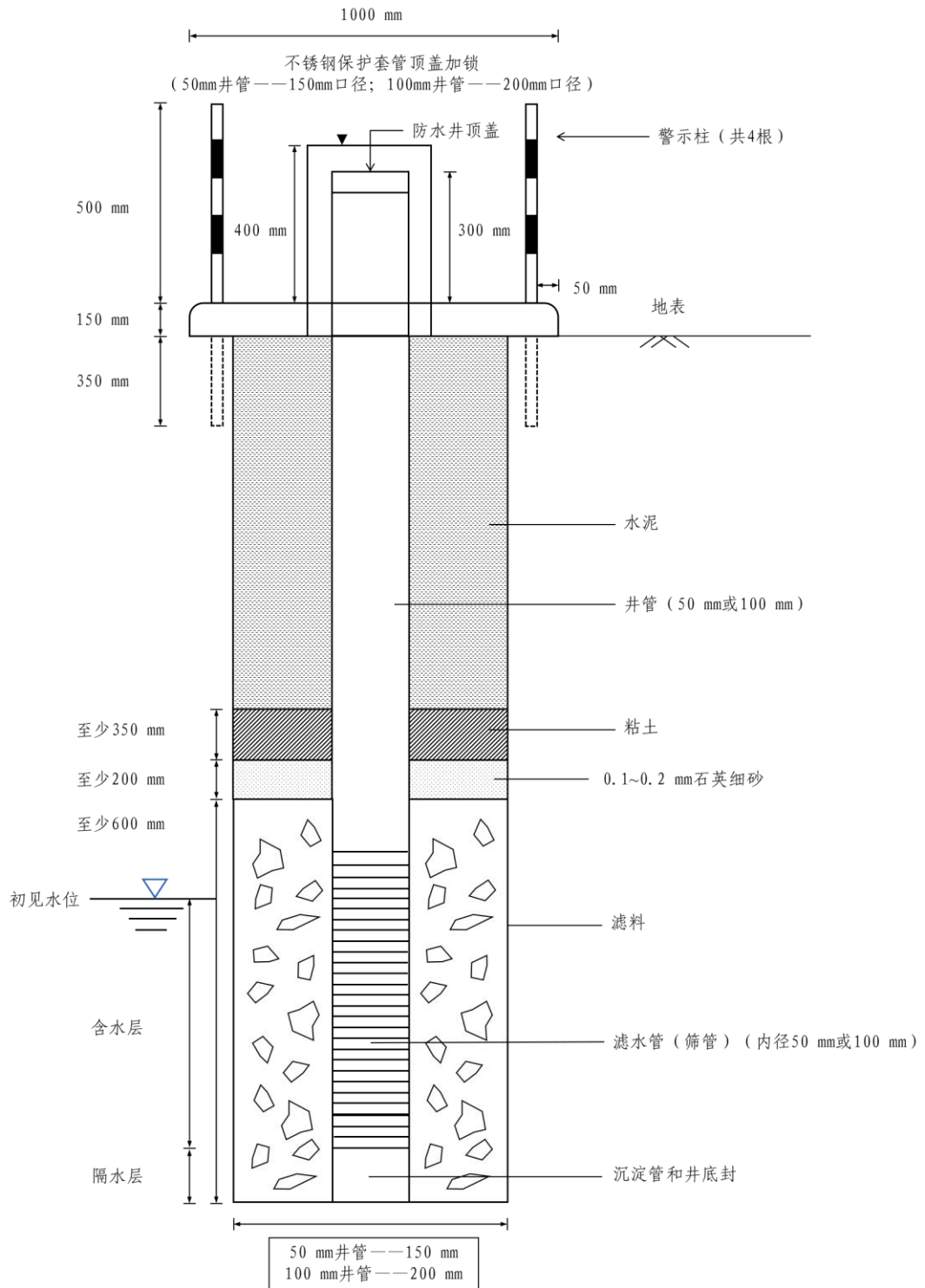
地球物理勘探方法	适用情况	物探设备
探地雷达法	地下爆炸物、非金属管线、非开挖管线	便携式探地雷达、手推式探地雷达、车载式探地雷达
高精度磁法	地下爆炸物、地下历史遗迹、城市外围深埋、大口径钢筋水泥供水管	质子磁力仪、光泵磁力仪及磁通门磁力仪
电磁感应法	浅埋的金属管线或有金属骨架的电缆	管线探测仪
直接量取法	可开井的排水管道	L 型量杆
高密度电法	天然洞穴和地下构筑物	高密度电法仪

附录 B

(资料性)

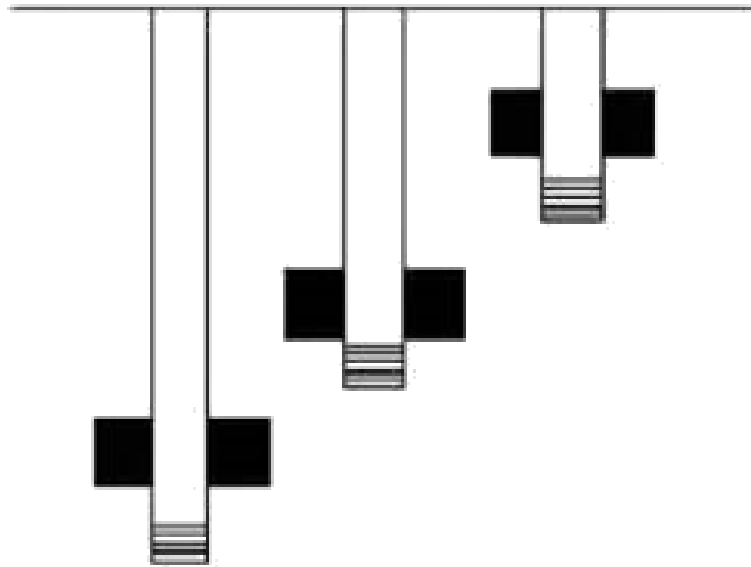
常见地下水检测井结构示意图

B.1 单层地下水监测井



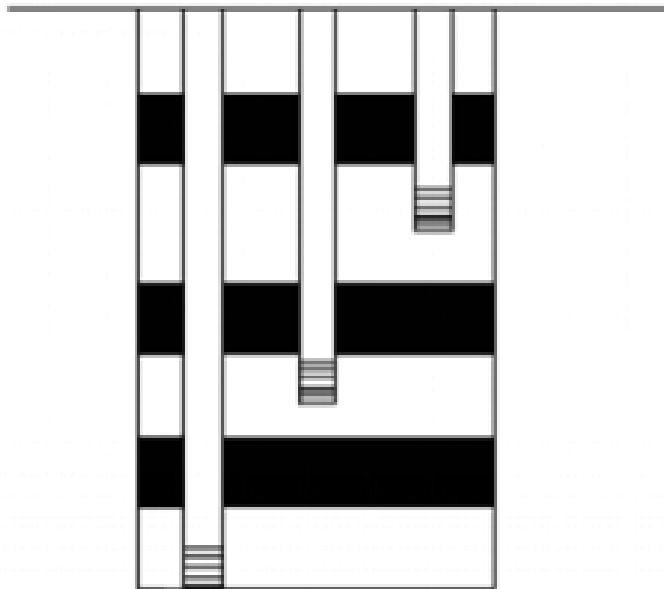
图B.1 单层地下水监测井剖面结构图

B.2 丛式监测井



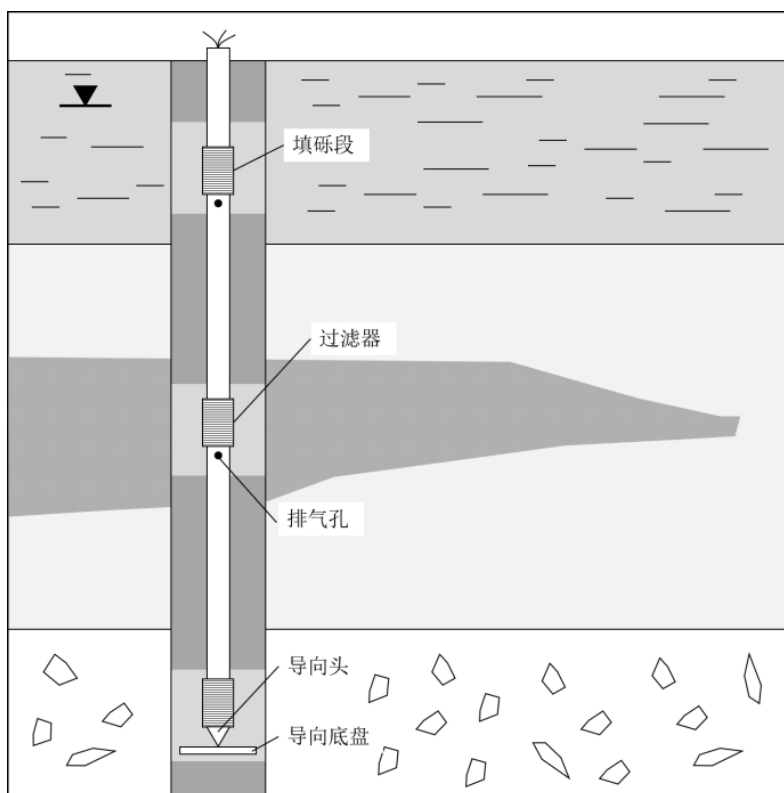
图B.2 丛式监测井剖面结构图

B.3 巢式监测井



图B.3 巢式监测井剖面结构图

B.4 连续多通道监测井



图B.4 连续多通道监测井剖面结构图

## 附录 C

(资料性)

## 地下水采样井洗井记录单

表 C.1 给出了地下水采样井洗井记录单的格式。

表 C.1 地下水采样井洗井记录单

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

## 附录 D

(资料性)

## 地下水采样设备及其适用性

表D.1给出了地下水采样设备优缺点以及适用性的介绍。

表 D.1 地下水采样设备及其适用性

名称	采样类型	适用条件	优点	缺点	扰动性	采用建议	建议流速
贝勒管	攫取式	适用于各类污染地块的井径 $\geq 2$ cm 的监测井	①价格低廉 ②设备轻便, 操作简单 ③不受采样深度影响	①耗费人力 ②易受现场环境及人员操作手法影响而发生曝气(影响 VOCs 测试准确性)或增加井管内水样浊度(部分重金属及阴阳离子) ③洗井废水量较大	一般	√	$\leq 100$ mL/min
气囊泵	气囊挤压式	适用于各种污染地块的井径 $\geq 2$ cm, 采样深度 $\leq 65$ m 的监测井	①无叶轮, 搅动小, 样品浊度低 ②流速可调 ③不会曝气, 有利于 VOCs 采样 ④重复性好, 不会由于人员操作手法而影响数据的真实性 ⑤便于现场拆洗及维修, 防止交叉污染	①价格较高 ②对筛管较长及大口径采样井, 采样前洗井时间可能较长 ③需要气源做为动力	小	√	100~500 mL/min
潜水泵	齿轮式 螺旋式 离心式	适用于各种污染地块的井径 $\geq 5$ cm, 采样深度 $\leq 90$ m 的监测井	①流速可调, 流量大 ②扬程高 ③部分可调低流速的电动潜水泵, 在控制流速时可用于 VOCs 采样	①叶轮及垫片极易磨损 ③电机发热会影响水质也会增加设备的故障率 ④高流量会导致浊度增加, 并影响样品数据 ⑤现场不方便清洗和维修	一般	√	$\leq 500$ mL/min
U型管采样器	气驱被动式	适用于小直径监测井采样以及井下分层快速采样	①结构简单、操作简便、性能稳定 ②应用深度广, 地下水分层采样效率高 ③采样过程对地下水样品扰动小	①技术难度高, 需外接高压氮气使用	小	√	40~75 L/h

## 附录 E

(资料性)

## 地下水采样记录单

表 E.1 给出了地下水采样记录单的格式。

表 E.1 地下水采样记录单

地块名称:				采样日期:				采样单位:						
天气(描述及温度):				采样前 48 小时内是否强降雨: 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>				采样点地面是否积水: 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>						
油水界面仪型号:						是否有漂浮的油类物质及油层厚度: 是 <input type="checkbox"/> cm 否 <input type="checkbox"/>								
地下水采样井井编号	对应土壤采样点编号	采样井锁扣是否完整	水位埋深(m)	采样设备	采样器放置深度(m)	采样器汲水速率(L/min)	温度(°C)	pH	电导率(μS/cm)	溶解氧(mg/L)	氧化还原电位(mV)	浊度(NTU)	地下水性状观察(颜色、气味、杂质, 是否存在 NAPLs, 厚度)	样品检测指标(重金属\VOC\SVOC\水质等)
采样照片(系统内查询)														
采样人员:														
工作组自审签字								采样单位内审签字						



## 参 考 文 献

- [1]GBT1.1-2020 标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则
  - [2]HJ 25.2-2019 建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则
  - [3]HJ 25.6-2019 污染地块地下水修复和风险管控技术导则
  - [4]HJ 164-2020 地下水环境监测技术规范
  - [5]HJ 493-2009 水质样品的保存和管理技术规定
  - [6]HJ 1019-2019 地块土壤和地下水中挥发性有机物采样技术导则
  - [7]DZ/T 0420-2022 地下水采样技术规程
  - [8]DB32/T 3749-2020 污染场地岩土工程勘察规范
  - [9]T/CAEPI 14-2018 污染地块勘探技术指南
  - [10]《重点行业企业用地调查样品采集保存和流转技术规定(试行)》(环办土壤(2017)67号)
  - [11]张人权,梁杏,靳孟贵等.水文地质学基础(第七版)[M].地质出版社.2018
  - [12]李文攀,朱擎,嵇晓燕,等.地下水采样方法比对研究[J].中国环境监测,2016(4):5.
  - [13]潘德元,李小杰,郑继天等.U形管采样技术研究[J].探矿工程-岩土钻掘工程,2014,000(005):50-52,65.
  - [14]郭雁军,蔡毓剑,吉咸伟.城市地下管线探测方法研究[J].电力勘测设计,2020(S2):135-140.
  - [15]王勇.城市地下管线探测技术方法研究与应用[D].吉林大学,2012.
  - [16]李学军.我国城市物探的应用与发展[J].地球物理学进展,2011,26(06):2221-2231
-