

建设用地地下水低扰动钻探采样技术规范

编制说明

标准编制组

二〇二三年二月

目 录

一、 工作简况.....	3
(一) 任务来源.....	3
(二) 工作过程.....	3
(三) 标准主要起草人和起草单位	4
(四) 项目取得的主要成果	4
二、 标准编制原则和确定主要内容的论据	5
(一) 标准编制原则.....	5
(二) 标准参考资料.....	5
(三) 确定标准主要内容	6
(四) 确定主要内容的论据	26
三、 综述报告及预期效果	27
四、 采用国际标准的程度及水平说明	27
五、 与有关的现行法律、法规和强制性标准的关系	28
六、 重大分歧意见的处理经过和依据	30
七、 标准作为强制性标准或推荐性标准的建议	30
八、 贯彻标准的要求和措施建议	30
九、 废止现行有关标准的建议	31
十、 其他应予说明的事项	31

一、工作简况

（一）任务来源

依托国家重点研发计划场地土壤污染成因与治理技术专项《污染场地土壤及地下水原位采样新技术与新设备》项目，标准编制组承担了课题六《污染场地土壤及地下水原位采样技术规范编制与发展模式研究》中子课题《污染场地土壤与地下水低扰动原位采样技术规范》的研究，总结地下水原位低扰动采样操作要点，建立不同参数的筛选原则，为地下水原位低扰动采样等工作提供依据和准则。规范污染场地地下水原位采样工作，提高全国污染场地地下水采样质量，推动国内污染场地调查技术发展。

2022 年 1 月，根据《关于开展中国环境科学学会团体标准申报工作的通知》的相关要求，广东省环境科学研究院牵头起草了本标准并申请立项。2022 年 4 月根据《中国环境科学学会标准管理办法》的有关规定，经形式审查、专家论证等程序，该标准列入 2022 年中国环境科学学会第二批团体标准立项项目。

（二）工作过程

2019 年 4 月~2020 年 8 月，编制组系统调研美国、加拿大、荷兰等欧美发达国家污染场地地下水原位采样技术规范情况和钻进设备及其配套检测、采样工具，对比目前国内已经出台有关污染场地环境调查技术标准、导则，总结现有规范和技术疑难点，初步形成规范框架。

2020 年 9 月~2021 年 4 月，编制组充分梳理前期研究内容和工作基础和实际场地应用案例，总结在不同水文地质条件下针对不同污染物的低扰动地下水采样过程的设备参数设置和技术要点，编写《建设用地地下水低扰动钻探采样技术规范》草案。

2021 年 5 月~2022 年 3 月，编制组以实际污染场地为平台，对制定的技术方法（部分关键技术要求）进行现场比较验证，进一步确保所制定的导则具有可操作性。并根据比较验证结果编制导则的工作组讨论稿，进行专家论证及相关单位意见征求。

2022年4月，编制组根据《关于开展中国环境科学学会团体标准申报工作的通知》的相关要求，明确了研究目标、设定了编制原则、确立了实施方案、制订了工作计划和任务分解等，并于4月28日以视频会议形式召开《建设用地地下水低扰动钻探采样技术规范》团体标准立项论证会，顺利通过专家论证立项。

2022年5月~2023年2月，根据2次专家论证意见进一步修改了技术指南，形成了本次的征求意见稿。

（三）标准主要起草人和起草单位

本标准起草单位：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。

本标准起草人：

（四）项目取得的主要成果

(1) 编制完成了我国第一部关于建设用地地下水原位低扰动采样的规程，可为实现地下水低扰动采样规范技术操作要点，在《地下水采样技术规程》（DZ/T 0420-2022）、《地下水环境监测技术规范》（HJ 164-2020）等现有相关标准基础上细化了设备参数选择，填补了国内在地下水低扰动采样技术规范方面的空白，进一步提高采集地下水样品的代表性、精确性。该规程将促进国内地下水监测行业发展和相关技术进步，推动我国地下水采样向低扰动、高精度方向发展。

(2) 标准转化应用了本团队基于国家重点研发计划项目《污染场地土壤及地下水原位采样新技术与新设备》自主研发的U型管采样先进技术和方法，首次规范了U型管采样的操作要点，具有一定的先进性。

二、标准编制原则和确定主要内容的论据

（一）标准编制原则

(1) 针对性原则。规范内容聚焦实现地下水低扰动采样的技术操作要点和设备参数设定范围，对现有规范已经规定的建井、样品保存流转部分不多赘述，力求简明扼要，有的放矢，详细说明关键技术难点，明确采样设备关键参数值，针对性地解决目前地下水采样领域的样品扰动问题。

(2) 符合法规、标准要求，吸收、采纳地下水采样领域现有标准成果。

(3) 先进性原则。转化课题自主研发的 U 型管采样新技术、新方法、新成果，体现先进性。

(4) 实用性、可操作性原则。吸收技术单位、科研院校的意见和建议，充分体现标准的代表性和广泛基础，使标准更具可操作性。

（二）标准参考资料

为使本规程制内容全面、翔实、合理实用，达到先进性、权威性，根据项目任务书的要求，项目组系统调研美国、加拿大、荷兰等欧美发达国家污染场地地下水原位采样技术规范情况和钻进设备及其配套检测、采样工具，收集与分析国内已经出台的污染场地环境调查技术标准、导则，总结现有规范和技术的疑难要点，通过基层采样单位调研、相关部门经验交流、专家咨询等方式，充分发挥现代计算机网络技术优势，汇集现有的地下水低扰动采样新技术、新方法、新成果与资料，经分析取舍，为制定《建设用地地下水低扰动钻探采样技术规范》提供素材。

引用和参照国标、自然资源部等系统和环境保护部有关地下水采样的系列标准，具体包括：GB/T 39792.1《生态环境损害鉴定评估技术指南环境要素第一部分：土壤和地下水》、DZ/T 0148《水文水井地质钻探规程》、DZ/T 0290-2015《地下水水质标准》、DZ/T 0158《浅覆盖区区域地质调查细则(1:50000)》、DZ/T 0148《水文地质钻探规程》、DZ/T 0017《工程地质钻探规程》、DZ/T 0064.2《地下水水质检验方法水样的采集和保存》、HJ 164-2020《地下水环境监测技术规范》、

HJ 25.6《污染地块地下水修复和风险管控技术导则》、HJ 1019《地块土壤和地下水中挥发性有机物采样技术导则》、HJ 1209《工业企业土壤和地下水自行监测技术指南（试行）》、HJ 610《环境影响评价技术导则地下水环境》、JGJ/T 87《建筑工程地质勘探与取样技术规程》。

结合自主研发的 U 型管采样设备在实际污染场地的应用效果，将新技术标准化，同时吸收转化目前较成熟的新技术、新工艺。召开座谈会，聘请国内本行业研究机构、知名专家、学者，就《建设用地地下水低扰动钻探采样技术规范》编写框架和基本内容等进行讨论确定。

标准在文字表达上力求准确简明、通俗易懂、逻辑严谨。按《标准化工作导则》（GB/T 1.1—2020）的规定作为本规程的编写制式和印制格式。

（三）确定标准主要内容

（1）标准名称

2022 年 4 月，标准立项时期，题目为《建设用地地下水弱扰动采样技术规范》。立项论证专家会上，专家组一致认为，原有的标准题目对规范的技术应用范围不够明确，建议将《建设用地地下水弱扰动采样技术规范》变更为《建设用地地下水低扰动钻探采样技术规范》，标准编写内容不变，与立项时期一致。2022 年 7 月，标准名称确定为《建设用地地下水低扰动钻探采样技术规范》。

（2）标准适用范围及定位

经过多次专家会议讨论，确定《建设用地地下水低扰动钻探采样技术规范》按团体标准制定。本标准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。

（3）标准框架确定

在《建设用地地下水低扰动钻探采样技术规范》立项初期，经过专家会议研讨，认为本标准应以介绍地下水低扰动采样的技术为重点，突出低扰动水样采集。会议确定的标准框架为 9 章，除前言、范围、规范性引用文件和术语与定义外，规程的主体技术内容包括：第四章基本原则与工作程序、第五章采样前准备、第六章地下水监测井建设、第七章地下水采样、第八章样品保存和流转、第九章质量管理和质量控制和 5 个资料性附录。本标准正文共计 9 章，全文 0.7 万字。

标准的技术内容力求简明、合理、实用。

(4) 标准条款编制说明

【文本内容】

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。

【编制说明】

本文件规范作为团体标准，主要基于目前行业内的地下水低扰动钻探采样技术，筛选出了贝勒管、气囊泵、潜水泵、U型管采样器4种低扰动采样设备，并对上述设备实现低扰动采样制定了相应的技术参数及操作要求。

【文本内容】

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

《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）

【文本内容】

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 groundwater weak disturbance in situ sampling

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。

【编制说明】

本文件规定及收录了6个重要的术语和定义,其中:

3.1 参考了水环所《华北平原地下水污染调查评价》以及《能源与节能》2014年第8期《浅层地下水》一文中给出的定义。

3.2 为本课题组基于课题场地实验经验,经多次专家研讨,结合涉及低扰动样品的研究文献调研结果,综合作出的定义。

3.3 收录了《地下水环境监测技术规范》(HJ 164-2020)中对地下水环境监测井的定义。

3.4 收录了《污染地块地下水修复和风险管控技术导则》(HJ 25.6-2019)中对地下水污染羽的定义。

3.5 参考了由地质出版社出版,张人权,梁杏,靳孟贵等人编写的《水文地质学基础(第七版)》第四章4.1节对含水层的定义。

3.6 参考了由地质出版社出版,张人权,梁杏,靳孟贵等人编写的《水文地质学

基础（第七版）》第四章 4.1 节对隔水层的定义。

【文本内容】

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。

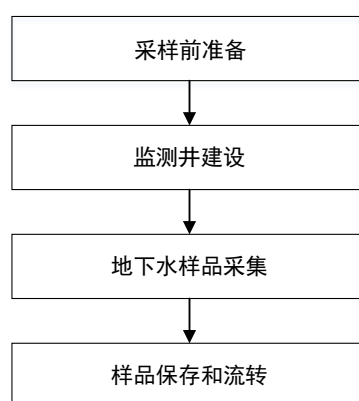


图1 地下水低扰动采样工作流程图

【文本内容】

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HJ1019

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。

【编制说明】

以上内容参考了《地块土壤和地下水中挥发性有机物采样技术导则》(HJ 1019-2019) 4.1、4.2.2、4.2.3 中部分地下水采样前准备的相关内容,并结合李学军、王勇、郭雁军等人关于物探方法的研究,对采样前的地下情况的定位与探测做了规定和设备推荐。

【文本内容】

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。

【编制说明】

以上内容参考了《地下水环境监测技术规范》(HJ 164-2020) 5.1.1.3 节,《污染场地岩土工程勘察规范》(DB32/T 3749-2020) 7.3.6 节中部分关于地下水监测井建设的相关要求。

【文本内容】

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

【编制说明】

以上内容参考了《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)5.1.1节中关于地下水监测井井管材料选择的相关要求。

【文本内容】

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。

【编制说明】

以上内容参考了《地块土壤和地下水中挥发性有机物采样技术导则》(HJ 1019-2019)6.1.5节中关于井管深度设计的相关要求。

【文本内容】

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3m。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1m的筛管位于地下水面上,枯水期时一般需要有1m的筛管位于地下水面以下,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面上;
 - 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。

【编制说明】

以上内容参考了《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)5.1.2节部分关于滤水管长度与位置的相关要求。

【文本内容】

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20cm厚的直径为0.1~2 mm的石英砂；
- 6.5.4 止水层应填充大于60 cm厚的直径为0.6~1.2 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。

【编制说明】

以上内容参考了《污染地块勘探技术指南》(T/CAEPI 14-2018)8.1.6节中部分关于地下水监测井建设滤料填充的要求。

【文本内容】

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8h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间隔5~15 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。

【编制说明】

以上内容参考了《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》(HJ

25.2-2019) 7.2.6 节、7.2.7 节,《地块土壤和地下水中挥发性有机物采样技术导则》(HJ 1019-2019) 6.1.6 节、6.1.6.1 节、6.1.6.2 节、6.1.6.3 节中部分关于地下水监测井成井洗井的操作以及对采样水质条件的要求。

【文本内容】

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。

【编制说明】

以上内容参考了《地块土壤和地下水中挥发性有机物采样技术导则》(HJ 1019-2019) 6.2.2.3 节、《水质样品的保存和管理技术规定》(HJ 493-2009) 第 7 章表 1、《地下水环境监测技术规范》(HJ 164-2020) 6.3.5 节以及《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》(HJ 25.2-2019) 7.2.8 节中部分关于地下水采样、保护剂添加的规定。

【文本内容】

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。

【编制说明】

确定地下水低扰动采样的技术设备以及设备的最佳参数范围是本标准的难点。在地下水采样过程中，要根据监测目的严格遵守操作规范，选取适当的采样方法和设备。不同的采样方法所采得的水样差异显著，主要表现在所采水样是否来源于目标含水层、受到干扰或污染程度的多少等均对后期分析结果具有重要的影响。

作为常规法的典型代表，贝勒管(Bailer) 和潜水泵被广泛地应用于我国地下水水质采样。在使用贝勒管采样时，由于受采样器具的上下往复运动冲击，会一定程度地扰动井内水体，增加井管内水样浊度，使得部分重金属及阴阳离子检测结果失真。除此之外，贝勒管采样易受现场环境及人员操作手法影响而导致曝气或气体逸散，影响水样的溶解氧测试结果以及 VOCs 测试准确性。但与此同时，贝勒管也具有价格低廉，设备轻便，操作简单以及不受采样深度影响的优点，且在规范技术人员操作的情况下，其采样精度也能满足常规水质检测要求。综合考虑其优缺点，本规范将贝勒管采样列入低扰动采样技术的建议技术范围，并对其关键操作要点进行了详细说明。

7.2.1 节结合《地块土壤和地下水中挥发性有机物采样技术导则》（HJ 1019-2019）6.2.3.1 节、6.2.2.3 节中关于贝勒管采样的部分要求，进一步规定了贝勒管实现低扰动采样的操作要求。

【文本内容】

7.2.2 气囊泵采样

7.2.2.1 样品采集前，应按下述要求进行采样洗井：

- 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

【编制说明】

低流速气囊泵的采样钢筒内置有一个机电系统可控制挤压运动的气囊, 通过两端止回阀的开关配合汲取水样。其流速可控, 在洗井采样过程中能使抽水速率和补水速率达到稳定平衡状态, 有效地避免了井内水位的大幅度泄降, 不会造成水中气体因压力骤降而散失, 因此低流速气囊泵所采水样的挥发性有机物浓度更趋于真值。因采样时设备固定, 对井内水体扰动较小, 降低了水样浊度, 最大程度地减弱了土壤应力, 避免周边地层土壤上所吸附的金属等微小颗粒进入井内水体, 防止井内滞水存在垂直梯度上的混匀, 从而减弱了不同层位间污染物的迁移及周边水和井内滞水的交叉污染, 能够更准确地采得目标层位的水质样品。经课题组多个应用案例的对比, 结合《地块土壤和地下水中挥发性有机物采样技术导则》(HJ 1019-2019) 5.3.1节中对气囊泵采样的流速控制要求, 编制组认为气囊泵的最佳流量参数设定范围在100 mL/min~500 mL/min。

【文本内容】

- 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。

【编制说明】

一般潜水泵采样时，由于设备的默认流速较高，在采样过程中易出现水位的大幅度泄降，使水体浊度升高、金属离子浓度高于真实值。另外，潜水泵通过离心作用抽水，也可能会引起挥发性气体逸散，使检测结果较真实值偏低，在挥发性有机物的采样中应用不佳。规范编制组基于课题的实地采样实验结果，结合李文攀等人对潜水泵采样流速的实验研究结果、《地块土壤和地下水中挥发性有机物采样技术导则》（HJ 1019-2019）6.2.2 节、《地下水环境监测技术规范》（HJ 164-2020）6.3.5 节中对低流速采样的规定和专家讨论结果，认为潜水泵实现低扰动地下水采样的流量设置应不高于 0.5 L/min，在这个流量设置下，能最大程度的控制水位下降，减缓采样区和非采样区的水样混合稀释作用，既能确保采集水样的代表性和准确性，同时也能兼顾采样效率。

【文本内容】

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。

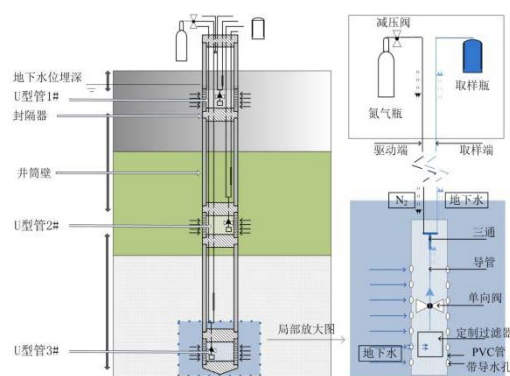


图 7 U 型管采样器示意图

【编制说明】

气驱式地下水 U 型管采样器是本课题的自主研发专利。该采样器能实现不同深度地下水样品的分层快速采集。具有结构简单、操作简便、性能稳定、应用深度广，地下水分层采样效率高、采样过程对地下水样品扰动小等优点。

经重复实验，结合潘德元等人对 U 型管采样技术的研究，设置 U 型管采样器推荐的流量参数范围在 40~75 L/h，将气驱式地下水 U 型管采样器与贝勒管进行现场对比，设置 U 型管采样器流量参数设置为 60 L/h。

所有水质基本参数和理化指标的监测结果均进行了均值处理，避免了因偶然误差引入所导致的结果差异无法通过统计学进行判别，测试数据如表 1 表 2 所示。

2 种方法所采水样的 pH 较为接近，相对误差为 9.7% ，无显著差异。分别统计了两种采样方法全程序所需时间。其中气驱式地下水 U 型管采样器采用一孔多层同时驱替采样技术，能实现一孔六层或一孔九层地下水同时洗井与同时采样，洗井采样总耗时 48min。

贝勒管采样器需重复操作 7 次，获取 6 个地下水样品的洗井采样总耗时 96min。

气驱式地下水 U 型管采样器与贝勒管采样器在均未检出 Pb、Cd、Cr⁶⁺。贝勒管的 As 指标浓度较气驱式地下水 U 型管采样器高。U 型管较之贝勒管，对井内水体扰动较小，避免了井内水位的大幅度泄降，减弱了不同层位间污染物的迁移及周边水和井内滞水的交叉污染，所采水样更能准确地代表目标层位水质，特别是在应用于痕量或微量理化、有机指标的监测中更为科学、合理。

表1 所采水样水质基本参数

采样方法	pH	洗井采样耗时 (min)
气驱式地下水 U 型管分层采样	7.19	48
贝勒管	7.89	96

表2 所采水样理化指标浓度

采样方法	As	Pb	Cd	Cr ⁶⁺	NH ₄ ⁺
计量单位	ug/L	ug/L	ug/L	ug/L	mg/L
气驱式地下水	1.14	未检出	未检出	未检出	0.08

U型管分层采样					
贝勒管采样	1.66	未检出	未检出	未检出	未检出

【文本内容】

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。

【文本内容】

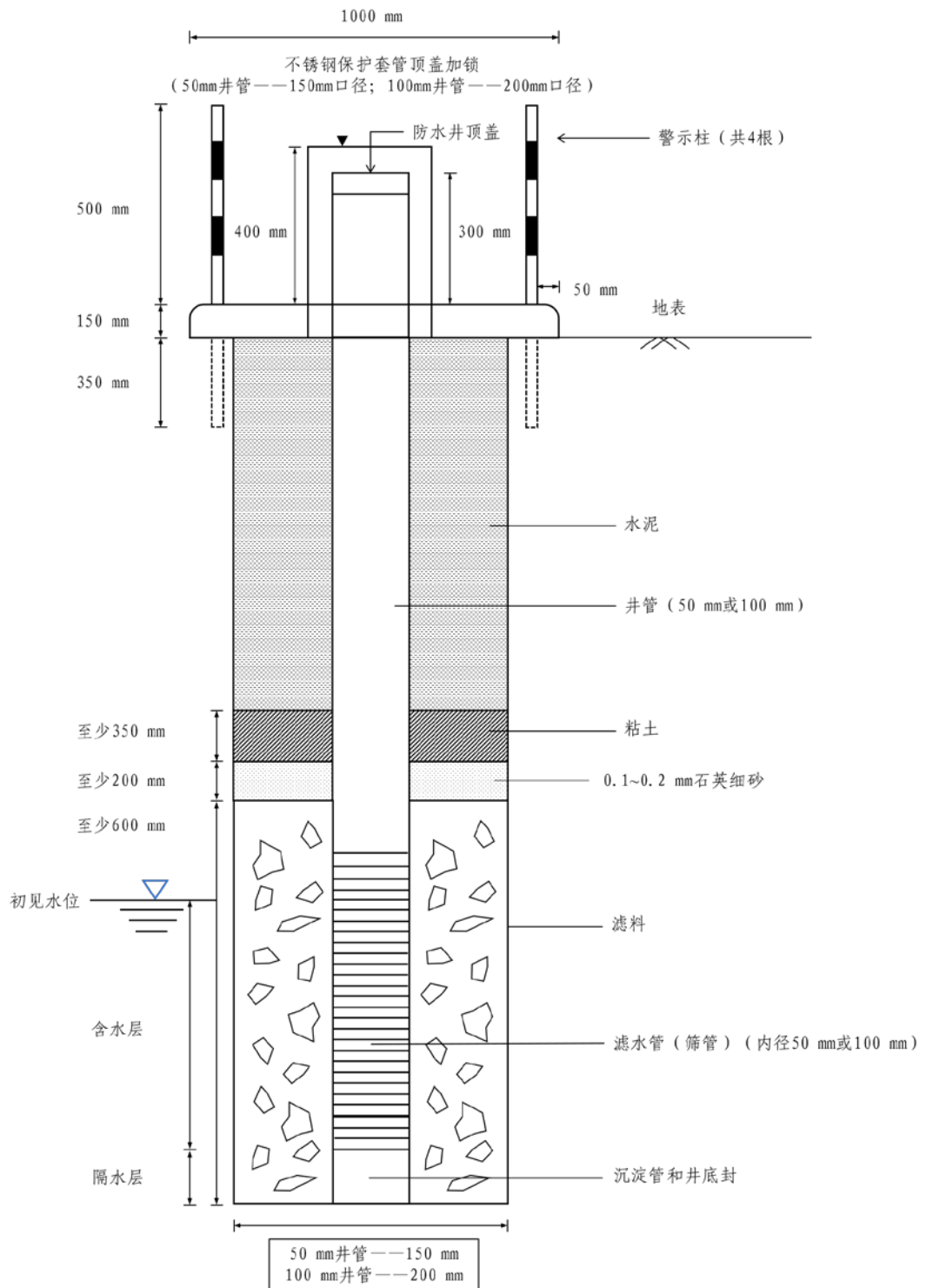
附录 A

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

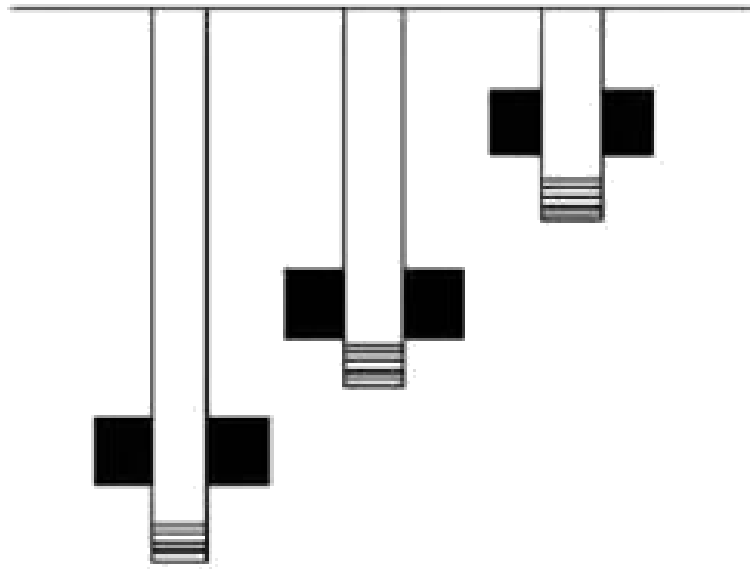
附录 B

B.1 单层地下水监测井



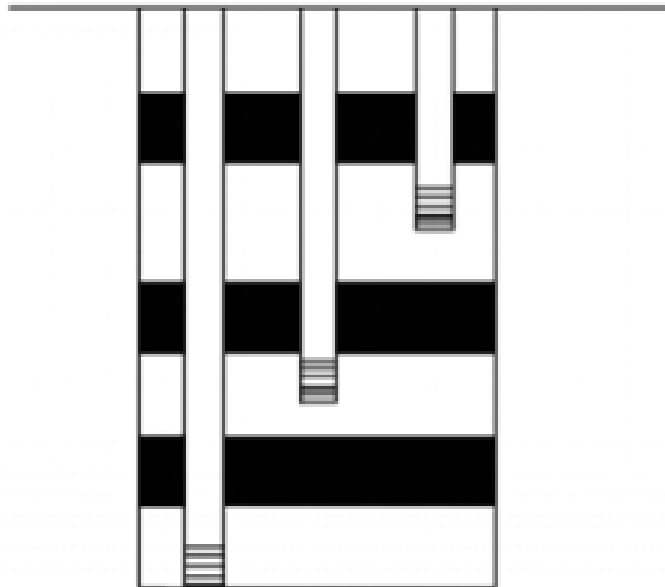
图B.1 单层地下水监测井剖面结构图

B.2 丛式监测井



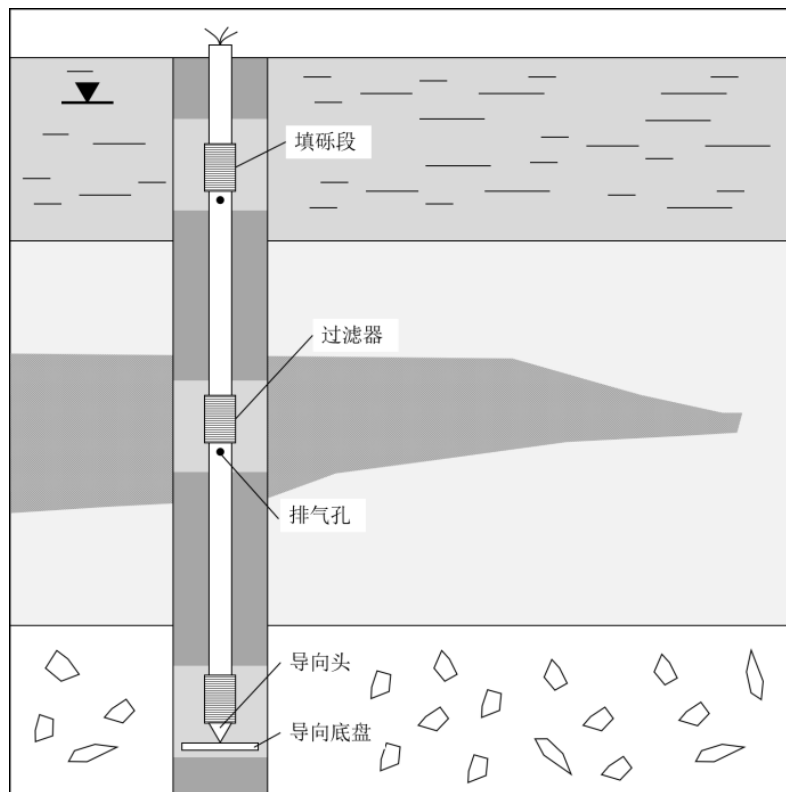
图B.2 丛式监测井剖面结构图

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

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:			μS/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 (μS/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

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 ≥ 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	√	≤ 100 mL/min
气囊泵	气囊挤压式	适用于各种污染地块的井径 ≥ 2 cm，采样深度 ≤ 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 ≥ 5 cm，采样深度 ≤ 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	√	≤ 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

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 (μ S/cm)	溶解氧 (mg/L)	氧化还原电位 (mV)	浊度 (NTU)	地下水性状观察 (颜色、气味、杂质, 是否存在 NAPLs, 厚度)	样品检测指标 (重金属 \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						

【编制说明】

附录 A 参考了《地块土壤和地下水中挥发性有机物采样技术导则》（HJ 1019-2019）4.1、4.2.2、4.2.3 中部分地下水采样前准备的相关内容，并结合李学军、王勇、郭雁军等人关于物探方法的研究，对采样前的地下情况的定位与探测做了规定和设备推荐。

附录 B 参考了《地下水环境监测建井技术指南》附录 A 中的监测井示意图。

附录 C 参考《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）附录 7 地下水采样井洗井记录单。

附录 D 中关于地下水低扰动采样技术的适用性，主要参考《地下水采样技术规程》（DZ/T 0420-2022）5.1 节表 2，同时结合技术特点和采样过程中现场工作人员的建议在本标准中概括了不同采样方法的优缺点并设定了不同采样技术的适用参数。

附录 E 参考《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）附录 8 地下水采样记录单。

（四）确定主要内容的论据

随着我国国民经济的快速发展、城市建设的不断推进以及政府“退二进三”工作计划的实施，大量的工业企业陆续关停或搬迁，针对退役或正在建设中的工业企业场地开展环境调查势在必行。而地下水样品的采集过程是至关重要的环节。样品采集是否具有代表性、准确性直接决定了污染场地调查评估结果的质量，因此通过规范的采样工作获取代表性数据是进行污染地块环境管理的基础。近年来，我国采样相关标准的制订也有了一些进展，生态环境部（含原国家环境保护总局）及其他采样领域具有丰富经验的院所和企业共同编制有关方面发布了《地下水环境监测技术规范》（HJ/T 164-2004）、《污染地块地下水修复和风险管控技术导则》（HJ 25.6）、《地块土壤和地下水中挥发性有机物采样技术导则》（HJ1019）、《工业企业土壤和地下水自行监测 技术指南（试行）》（HJ 1209）、《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ 25.2-2019）、《污染地块勘探

技术指南》（T/CAEPI 14-2018）等系列标准，中国环境保护产业协会《污染地块采样技术指南》、《污染地块勘探技术指南》等相关标准及技术规范。

然而，现有标准及技术规范虽然规定了地下水监测井布点、样品采集、样品处理、样品测定、环境质量评价、质量保证等内容，但在洗井设备、采样设备的选择和采样过程操作参数的确定方面要求不甚明确，同时由于不同的采样技术及操作方式在采样过程中对地下水的扰动不同，在缺乏不同采样设备的具体操作条件下，无法保证采集地下水样品的准确性和代表性，从而满足不了污染地块采样工作的实际需求。并且与国外相比，我国的标准与规范也鲜有对低扰动采样技术方面配套对应的应用案例。

本规范立项发布后将进一步规范地下水原位低扰动采样操作，指导采样设备的具体采用及操作参数选择，保证采样的准确性和代表性，进一步保障了地下水污染调查数据和评估结果的准确性，强化地下水污染风险管控和修复治理策略的选择，有效防范风险，让老百姓吃得放心、住得安心。

三、综述报告及预期效果

本标准属于技术规程，主要以操作层面为主。2018年至2022年，课题组承担国家重点研发计划项目“污染场地土壤及地下水原位采样新技术与新设备”研究，在此期间，课题组在珠三角、长三角、京津冀及其他地区，采用高精度低扰动U型管低扰动采样器对地下水进行取样，重点关注采样速度、样品质量和操作过程；对比分析不同区域典型行业污染场地不同地质、成土母质、水文地质条件等因素对地下水原位采样技术的影响。明确细化低扰动原位采样技术的操作要求和注意事项，研究探索在珠三角和长三角不同地质、成土母质、水文地质条件等因素影响下的地下水低扰动原位采样技术的适用性。

四、采用国际标准的程度及水平说明

美国ASTM(美国材料试验协会)分委员会地下水和渗流区域探查委员会已经制定了大量地下水监测的关键性指南和操作规程。如D6634：《地下水监测井用

洗井和采样设备的选择指南》，D6452：《地下水质量调查井的洗井方法指南》，对地下水监测井洗井和采样设备和操作作了完善和细致的规划。《欧盟水框架指令》（Water Framework Directive,WFD）明确提出了欧洲国家地下水监测井的布设和监测技术方法的要求。澳大利亚地下水采样技术指南《Groundwater Sampling and Analysis—A Field Guide》中指出低流速气囊泵对水化学的影响最小；日本《地下水调查作业规程》明确了地下水水位调查相关工作程序和方法；这些都是我国今后在制定或修订相应的地下水监测技术规范、开展相关的监测井建设、地下水采样工作中值得学习和借鉴的地方。

国内关于地下水监测采样的相关标准主要是制定了一些地下水监测井建设以及常规地下水采样方面的技术标准。《污染地块勘探技术指南》（T/CAEPI14-2018）中论述了地下水监测井的建设流程；《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）论述了典型洗井设备及地下水采样设备适用性比较，介绍了一些低扰动原位采样技术；《地下水环境监测技术规范》（HJ164-2020）中论述了地下水采样程序和要求；《地块土壤和地下水中挥发性有机物采样技术导则》（HJ 1019-2019）中论述地下水中挥发性有机物采样监测井井管材质的选择依据。这些标准规范了地下水监测技术的基本要求，但针对实现低扰动地下水采样的规范较少且分散，没有进行系统的整合和对比。

本技术规范在参考国内外相关标准的基础上，结合自主研发的 U 型管采样器进行多种参数和操作方式进行探讨，研究制定最优化的采样方法，进一步规范原位采样操作，保证采样的准确性和代表性。

五、与有关的现行法律、法规和强制性标准的关系

2021 年以前，我国涉及地下水保护的法律法规主要有《宪法》、《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国水法》、《中华人民共和国水污染防治法》等，尽管有关法律法规对地下水管理做出规定和要求，但是整体上过于宏观，针对性和可操作性不强，因此迫切需要制定专门针对地下水保护、治理和管理的法规，加强我国地下水管理的法制基础。2021 年 9 月，国务院发布《地下水管理条例》后，我国国家层面规范地下水管理和保护的专门性法规缺失问题得

到了很大解决。但还需进一步加强地下水监管基础。

科学评价和准确把握地下水状况，建立统一、全面、详实可靠的国家地下水基础数据库，是开展地下水节约与保护、超采治理、污染防治、监督管理等活动的基础。建立与地下水监测相关的完善的技术标准规范体系，是确保地下水监测数据准确可靠，实现地下水“分区、分层、分类”精细化管理的关键一步。

目前国内关于地下水监测相关标准主要规范了地下水监测技术的基本要求，但由于不同采样设备、不同的采样技术在不同的水文地质条件下采样时对地下水的扰动不同，不清晰明确地说明采样技术和采样设备的具体操作条件，无法保证采集样品的准确性和代表性，满足不了污染地块采样工作的实际需求，难以进一步提高地下水样品的质量。目前，我国低扰动水样采集并没有进行系统的对比和整理，分布较为零散，缺少一个针对性强，详实而全面地将地下水低扰动采样技术系统整合的规范。

本规范依据 GB/T 39792.1《生态环境损害鉴定评估技术指南环境要素第一部分：土壤和地下水》、DZ/T 0148《水文水井地质钻探规程》、DZ/T 0290-2015《地下水水质标准》、DZ/T 0158《浅覆盖区区域地质调查细则(1:50000)》、DZ/T 0148《水文地质钻探规程》、DZ/T 0017《工程地质钻探规程》、DZ/T 0064.2《地下水水质检验方法水样的采集和保存》、HJ 164-2020《地下水环境监测技术规范》、HJ 25.6《污染地块地下水修复和风险管控技术导则》、HJ 1019《地块土壤和地下水中挥发性有机物采样技术导则》、HJ 1209《工业企业土壤和地下水自行监测技术指南（试行）》、HJ 610《环境影响评价技术导则地下水环境》、JGJ/T 87《建筑工程地质勘探与取样技术规程》等系列标准制定，从采样设备的选择、操作参数角度进一步明确了地下水低扰动采样的要求，对现有规范在涉及地下水低扰动采样中不系统，不完善的部分进行了精尖技术适用范围、优势劣势系统整理和补充说明。

本规范立项发布后将进一步规范原位低扰动采样操作，指导采样设备的具体采用及操作参数选择，进一步保障地下水污染调查数据和评估结果的准确性和代表性，规范地下水污染状况调查、地下水污染风险评估、风险管控和修复治理，完善健全地下水科学合理的监测机制与规范体系，为实现地下水“分区、分层、分类”精细化管理，优化土壤污染风险管控和修复治理策略的选择，有效防范风

险奠定坚实基础。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

待公开征求意见之后按意见逐条处理。

七、标准作为强制性标准或推荐性标准的建议

本标准是学会按照公开、透明、协商一致原则组织制定的团体标准，是供团体成员及社会自愿采用的推荐性标准。

八、贯彻标准的要求和措施建议

（1）指导思想。随着《地下水管理条例》的有效实施，参与到污染地块调查监测的环境机构与日俱增，污染地块调查采样的代表性越发重要。团体标准《建设用地下水低扰动钻探采样技术规范》的制订，对实施污染地块地下水原位低扰动钻探采样样品的代表性和准确性起到非常重要的作用，因而建议在全国范围内大力推广该标准。

（2）宣贯目标。成立宣贯工作小组，通过组织宣贯学习，污染地块采样调查和环境检测机构等相关单位学习该标准，了解标准相关要求。

（3）宣贯时间。团体标准发布时间起，分批宣贯、学习，为期3个月。

（4）宣贯内容及方式，宣贯内容包括国内外环保情况以及相关的法律法规等。宣贯可通过以下几种方式：（一）广泛开展社会性宣传，通过单位官网、公众号、报纸等各类媒体进行宣传。（二）组织集中学习，通过举办培训班、讲座、座谈会等形式，组织相关人员学习标准，掌握标准。（三）现场参观培训学习，组织相关人员到采样调查单位、检测机构、监测现场参观学习，理论结合实际，直观理解、掌握标准相关要求。

九、废止现行有关标准的建议

无。

十、其他应予说明的事项

无。