

# 建设用地上壤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 .....	22
三、 综述报告及预期效果 .....	23
四、 采用国际标准的程度及水平说明 .....	24
五、 与有关的现行法律、法规和强制性标准的关系 .....	24
六、 重大分歧意见的处理经过和依据 .....	25
七、 标准作为强制性标准或推荐性标准的建议 .....	25
八、 贯彻标准的要求和措施建议 .....	26
九、 废止现行有关标准的建议 .....	26
十、 其他应予说明的事项 .....	26

# 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，总结土壤低扰动钻探采样操作要点，建立不同参数的筛选原则，为土壤原位低扰动钻探采样工作提供依据和准则。规范污染场地土壤原位采样工作，提高全国污染场地土壤钻探采样质量，推动国内污染场地调查技术发展。

2022 年，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。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土壤低扰动钻探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的疑难要点，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，针对不同地区土壤理化性质的差异，结合污染物对土壤理化性质的影响，对于不同地区、不同土壤理化特征、土壤母质条件、水文地质条件，总结土壤原位采样技术的工作要点。编写《建设用地土壤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技术规范的征求意见稿，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《建设用土壤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技术规范文本，形成了征求意见稿。

### **（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土壤低扰动钻探采样的规程，可为实现建设用土壤低扰动钻探采样规范技术操作要点，细化设备参数选择，填补了国内在建设用土壤低扰动钻探采样技术规范方面的空白，进一步提高采集土壤样品的代表性、精确性。该规程将促进国内土壤监测行业发展和相关技术进步，推动我国土壤采样向低扰动、高精度方向发展。

(2) 标准转化应用了项目自主研发的原位弱扰动采样设备，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。规范内容聚焦实现土壤低扰动钻探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钻探前勘探、布点方案设计以及样品流转保存等部分不多赘述，力求简明扼要，有的放矢，详细说明关键技术难点，明确钻探设备关键参数值，针对性地解决目前建设用地土壤钻探采样的样品扰动问题。

(2) 符合法规、标准要求，吸收、采纳土壤钻探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原位弱扰动采样新设备、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、科研院所的意见和建议，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土壤钻探采样的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，汇集现有的土壤低扰动钻探采样新技术、新方法、新成果与资料，经分析取舍，为制定《建设用地土壤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土壤钻探的系列标准，具体包括：《钻探工程名词术语》（GB 9151-88）、《岩土工程勘察规范》（GB 50021-2001（2009版））、《土工试验方法标准》（GB/T 50123）、《地球化学普查规范》（DZ/T 0011-2015 1:50000）、《浅覆盖区区域地质调查细则(1:50000)》（DZ/T 0158）、《地质岩心钻探钻具》（GB/T 16950）、《工程地质钻探规程》

(DZ/T 0017-91)、《建筑工程地质勘探与取样技术规程》(JGJ/T 87)、《水文水井地质钻探规程》(DZ/T 0148)、《地质岩心钻探规程》(DZ/T 0227)、《建设用土壤污染状况调查技术导则》(HJ 25.1)、《建设用土壤污染风险管控和修复监测技术导则》(HJ 25.2)、《土壤环境监测技术规范》(HJ/T 166)、《地块土壤和地下水中挥发性有机物采样技术导则》(HJ 1019—2019)、《土壤质量土壤样品长期和短期保存指南》(GB/T 32722)、《多工艺空气钻探技术规程》(DZ/T 0304-2017)、《地质勘探安全规程》(AQ 2004-2005)。结合自主研发的 Geoprobe 钻机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《建设用土壤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《建设用土壤弱扰动原位采样技术规范》。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《建设用土壤弱扰动原位采样技术规范》变更为《建设用土壤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《建设用土壤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《建设用土壤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相关的土壤环境污染状况调查采样工作。

#### (3) 标准框架确定

在《建设用土壤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低扰动钻探采样技术为重点,突出低扰动钻探施工操作要点和技术参数。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:第四章工作流程、第五章一般性要求、

第六章采样前准备、第七章低扰动钻探采样技术、第八章样品保存和流转、第九章质量管理和质量控制、第十章安全与防护、第十一章应急处置和 3 个资料性附录。本标准正文共计 11 章，全文 0.68 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

### 4.1 范围

#### 【文本内容】

<p>1 范围</p> <p>本文件规定了土壤低扰动钻探工作一般性要求、采样前准备、钻探方法与设备选择、低扰动钻探采样技术参数、质量管理与质量控制、安全与防护和应急处置等技术要求。</p> <p>本文件适用于建设用地相关的土壤环境污染状况调查钻探采样、重点监管单位自行监测钻探采样等工作。</p> <p>本文件不适用于放射性污染和致病性生物污染相关土壤低扰动钻探采样工作。</p>
--

#### 【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土壤低扰动钻探采样技术，给出土壤低扰动钻探采样工作的一般要求及工作流程，其中直接推进钻探采样技术、声波振动钻探采样技术、套管护壁护壁冲击钻探采样技术、中空螺旋回转钻探采样技术、制定了相应的适用范围、技术参数及操作要求。

### 4.2 规范性引用文件

#### 【文本内容】

<p>2 规范性引用文件</p> <p>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。</p> <p>GB 9151 钻探工程名词术语</p> <p>GB/T 32722 土壤质量 土壤样品长期和短期保存指南</p> <p>GB 50021 岩土工程勘察规范</p> <p>HJ 25.1 建设用地土壤污染状况调查技术导则</p> <p>HJ 25.2 建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则</p> <p>HJ 164 地下水环境监测技术规范</p> <p>HJ/T 166 土壤环境监测技术规范</p>
--

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 0362 浅层取样钻探技术规程  
JGJ 89 原状土取样技术标准  
AQ 2004 地质勘探安全规程  
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)  
《建设用土壤污染状况初步调查监督检查工作指南(试行)》(生态环境部公告2022年第17号)

## 4.3 术语与定义

### 【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

**土壤低扰动采样 soil weak disturbance sampling**

指原位应力状态的改变,引起土壤的理化性质发生极小变化,仍能满足室内试验各项要求的钻探扰动程度的采样活动。

#### 3.2

**钻探 drilling**

指利用钻进设备向地层内钻孔,以取得岩土、地下水分布条件、岩土与地下水污染特征资料的勘探方法。

#### 3.3

**套管护壁 sleeve protection of hole wall**

指将螺纹连接或焊接的管柱下入钻孔内,保护孔壁的方法。

#### 3.4

**中空螺旋钻 hollow-stem augers**

指以合金钢管作为中心组件,钢管外侧安装螺旋叶片的一种钻探工具。

#### 3.5

**直接推进钻探 direct push drilling**

指利用钻机动力头的冲击力或激振力和钻具自身重力将特定装置直接推入土层实现钻进的钻探方法。

#### 3.6

**声波振动钻探 sound vibration drilling**

指利用高频振动力、回转力和压力使钻头切入土层实现钻进的钻探方法。

### 3.7

**中空螺旋回转钻探 rotary drilling**

指通过利用中空螺旋钻的钻杆将回转力矩传递至孔底,同时施加一定的轴向力实现钻进的钻探方法。

### 3.8

**双动双套管 simultaneously push dual tube**

指利用直推钻探设备将内套管和外套管组合工具同步推入土层的采样方式。

## 【编制说明】

本文件规定及收录了 8 个重要的术语和定义, 其中:

3.1 参考了《岩土工程勘察规范》(GB 50021-2001) 9.4.1 节中关于土壤样品低扰动的定义。

3.2 收录了《污染地块勘探技术指南》(T/CAEPI 14-2018) 3.3 节中关于钻探的定义。

3.3 参考了《钻探工程名词术语》(GB 9151-1988) 7.3 节中关于套管的定义。

3.4 收录了《直推式土壤采样技术规范》(征求意见稿) 3.4 节中关于中空螺旋钻的定义。

3.5 收录了《直推式土壤采样技术规范》(征求意见稿) 3.7 节中关于直推式土壤采样的定义。

3.6 参考了吴光琳于 2004 年发表的《声波钻机技术的发展及其应用》中“声波钻进”的定义。

3.7 参考了《污染地块勘探技术指南》(T/CAEPI 14-2018) 7.3.10 节中对回转钻探的定义。

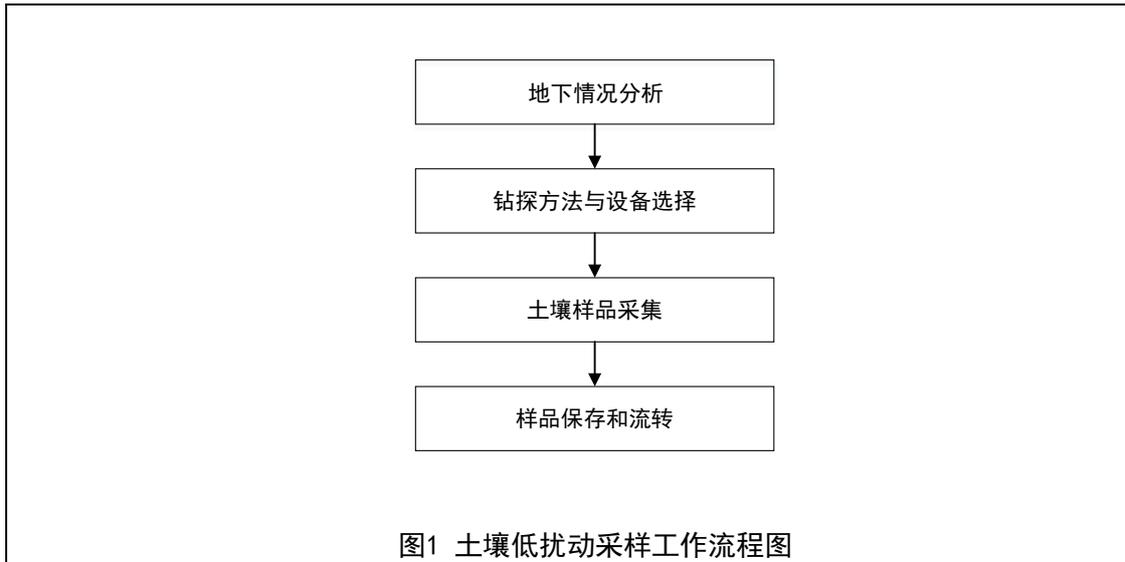
3.8 参考了《直推式土壤采样技术规范》(征求意见稿) 3.9 节中关于双动双套管采样的定义。

## 4.4 工作流程

### 【文本内容】

#### 4 工作流程

土壤低扰动钻探采样工作流程包括地下情况分析、钻探方法与设备选择、土壤样品采集、样品保存和流转等内容, 工作程序如图1所示。



#### 4.5 一般性要求

##### 【文本内容】

#### 5 一般性要求

##### 5.1 基本原则

5.1.1 当利用钻机的给进系统施压时，应保证具有连续贯入的足够行程。采样后土样尽量保持原状。

5.1.2 岩芯应在整个钻探深度内保持基本完整、连续。根据不同的土壤污染物采样检测需求，钻孔内径的设置建议参数如表 1 所示。

表 1 不同污染物土样采集钻孔内径设置参考参数

项目	钻孔内径 (mm)	岩心样品长度 (cm)
重金属、pH、总氟化物、氰化物	50~130	50
挥发性有机物		5~10
半挥发性有机污染物、石油烃		20

注：根据相关技术规范中土壤不同污染物采样量要求，土壤密度默认为 1.5 g/mL

5.1.3 应使用无浆液钻进方式进行钻探。必要时，钻进过程中全程套管跟进，防止钻孔坍塌。

5.1.4 不同采样点间应清洗钻头、钻杆、套管及采样管（与样品无直接接触或使用一次性的除外）等。

5.1.5 钻具清洗水、废弃土样应统一收集和处理。

##### 5.2 钻进深度及测量

5.2.1 钻进深度应根据岩土鉴别、地层分布、地下水埋深以及满足污染物分布情况确定。

5.2.2 每次钻进深度不应超过采样管有效长度。

- 5.2.3 钻进深度和土层分层深度的测量精度，最大允许偏差为±0.05 m。
- 5.2.4 采取土样的起始深度与钻进深度的误差不宜超过 0.05 m。
- 5.2.5 每钻进 10 m 和终孔后，应校正孔深，并宜在变层处校核孔深。
- 5.3 预防岩芯堵塞
  - 5.3.1 一个钻进回次没有完成时不应随意提动钻具，预防卡簧卡断岩芯，造成岩芯堵塞。
  - 5.3.2 需要取心时首先要提钻卡断岩芯，防止残留岩芯在下一个钻进回次堵塞钻具。
  - 5.3.3 在岩石破碎地层会频繁发生岩芯堵塞事故，可提高泥浆粘度，减小泵量，减少岩芯堵塞事故。
- 5.4 预防卡钻
  - 5.4.1 应设计合理的钻孔结构，及时下入套管或进行灌浆处理。
  - 5.4.2 升降钻具要平稳。
  - 5.4.3 适当加大扩孔器的外径。
  - 5.4.4 根据地层情况，调整转速、钻压，减少钻杆对孔壁的破坏
  - 5.4.5 钻进过程中如发现钻具突然剧烈跳动，证明钻孔内掉入了碎石，此时极易发生卡钻事故，需要进行试探性钻进，一旦发生主轴转速降低需要立刻向上提动钻具，避免卡钻。

### 【编制说明】

5.1.1 主要参考《原状土取样技术标准》（JGJ 89-1992）3.2.2 节关于贯入式取土器取样的要求。5.1.2 根据场地调查不同的土壤污染物实验室检测需求，结合广东贝源检测技术股份有限公司、华测检测认证集团股份有限公司提供的指标采样数据，给出了在预设土壤密度为 1.5 g/mL 的条件下，常规土壤污染物检测采样的钻孔内径和岩心样品长度的建议值。5.1.3 节、5.1.4 节、5.1.5 节主要参考《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 201767 号）4.3 节部分关于土孔钻探技术要求。5.2 节主要参考《污染地块勘探技术指南》（T/CAEPI 14-2018）7.3.3 节中部分关于钻探深度的内容。5.3 节、5.4 节主要参考《浅层取样钻探技术规程》（DZ / T 0362-2021）第 10 章中关于预防钻孔事故的内容。

## 4.6 采样前准备

### 【文本内容】

## 6.1 地下情况分析

钻探单位应与项目委托单位负责人和地块使用权人确认地下是否存在罐槽、电缆、管线、集水井和检查井等地下构筑物，对地下情况不确定时，应使用物探设备或手工钻探设备对地下情况进行排查。物探方法的选择可参考附录A。

## 6.2 钻探方法与设备选择

6.2.1 受委托的钻探单位，应按照项目要求，根据不同地质条件和污染物类型，选择合适的钻探方法，常见岩土类别及关注污染物适用的低扰动钻探方法见表2。

表2 常用的低扰动钻探方法及适用性

钻探方法	钻进深度 (m)	适用岩土类别					适用特征污染物类型					
		黏性土	粉土	砂土	碎石土	岩石	重金属污染物	有机污染物		重金属和有机复合污染物		
								挥发性有机物	半挥发性有机物	化学性质不稳定污染物	化学性质稳定的污染物	
直接推进钻探	<30	++	++	++	-	-	++	+	++	+	++	
声波振动钻探	>30	++	++	++	+	+	++	++	++	++	++	
套管护壁冲击钻探	<40	+	++	+	+	-	++	++	++	++	++	
中空螺旋回转钻探	>100	++	++	++	++	++	+	-	+	-	+	

注：++：适用；+：部分适用；-：不适用。

6.2.2 钻探方法确定后，应结合项目目标、地块水文地质条件、取样要求等因素选择适宜的钻机、钻具以及对应的取样器。

6.2.3 钻机钻进动力、最大钻进深度、适用条件、扰动情况等参数见附录B表B.1。在钻机确定后，结合钻机类型和取样工艺方法进行选择适宜的钻具以及对应的取样器，常用钻具、取土器类型见附录B表B.2。

### 【编制说明】

6.1 节参考了《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。

6.2.1 节中关于直接推进钻探采样技术、声波振动钻探采样技术、套管护壁护壁冲击钻探采样技术、中空螺旋回转钻探采样技术的适用性，主要参考《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）》中的附录2，同时结合技术特点和项目实施过程中现场工作人员的建议在本标准中设定了不同采样技术的适用地层及污染地块类型。各类采样技术的原理存在交叉情况，但具体的

适用性存在差异，故将其划分为适用和部分适用。在现有的行业规范中，针对不同土壤低扰动钻探采样技术的适用性尚无明确的规定与划分，本标准中的适用性划分仅参考现有技术的应用场景进行规定，仍需进一步明确完善。6.2.2 节、6.2.3 节的钻机参数和适用情况主要主要参考 PowerProbe 的 AMS-9110- LAP 、南京贻润环境科技有限公司的 EP1000、EP1000e 系列、Geoprobe (DT7822)、Eprobe (2000+、2000s、4000c)、PowerProbe (9500-VTR、9100-VTR-D、9700-VTR)、锡探( QY-60L 、 QY-100L 、HBL-80、MDL-801、HCZ-450 、 郑州德森(528LS)、北京吉奥 (GL-160)、 PowerProbe (9410- VTR)、Eprobe (EP3000) 等钻机参数。钻具参数主要参考《污染地块勘探技术指南》(T/CAEPI 14-2018) 附录 D，并结合项目实施过程中的常用钻具性能与特点编写。

#### 4.7 低扰动钻探技术

##### 【文本内容】

7 低扰动钻探技术			
7.1 直接推进钻探			
7.1.1 适用范围			
适用于松散沉积的黏性土、粉土、砂土。			
7.1.2 技术参数			
冲击锤工作压力 (MPa)	主缸速度 (mm/s)	冲击力度 (N)	冲击能 (J)
8~15	约 250mm/s (下压速度) 约 150mm/s (回拔速度)	4000~6000	75~678
7.1.3 注意事项			
7.1.3.1 可根据地块条件确定最大钻探深度，钻探深度一般不超过 30 m。			
7.1.3.2 套管、驱动头、驱动帽等部件之间的连接处不应使用润滑油。			
7.1.3.3 使用单套管连续钻探时衬管底部与套管不应留有空隙。			
7.1.3.4 应采用快速、连续静压方式贯入取土器。当利用钻机的给进系统施压时，应保证具有连续贯入的足够行程。			
7.1.3.5 使用单套管取样过程中遇到衬管经常破损的情况，可更换为双套管取样工艺。			
7.2 声波振动钻探			
7.2.1 适用范围			

适用于黏性土、粉土、砂土、砾石、卵石等各类土层样品采集。

## 7.2.2 技术参数

岩土类型	频率 (Hz)	转速 ( $r \cdot \min^{-1}$ )	输出扭矩 ( $N \cdot m$ )	推进力 (kN)	起拔力 (kN)
砂土 (包括流沙)、粉砂土、粉土、粘土、粉质粘土、黄土	0~60	60~120	0~500	0~30	0~30
建筑堆积物、垃圾堆积物 (包括木头、钢板、混凝土、沥青等) 覆盖层、砂岩、碎石、中风化灰岩	50~120	0~60	300~1000	30~50	30~50
砾石、卵石、块石、漂石、冰碛物、玄武岩、页岩、板岩等软质岩层	60~150	0~50	400~1200	30~50	30~50

## 7.2.3 注意事项

7.2.3.1 钻进过程中应采取避免交叉污染的措施，钻进过程中不宜使用泥浆、添加剂或其它冲洗介质。

7.2.3.2 应采用连续振动结合静压方式将取样器切入土壤，切入速度不应小于 0.5 m/min；当利用钻机的给进系统施压时，应保证具有连续切入的足够行程。

## 7.3 套管护壁冲击钻探法

### 7.3.1 适用范围

适用于黏性土、粉土、砂土等地层。

### 7.3.2 技术参数

冲击锤质量 (kg)	锤距 (m)
60、100	<2

### 7.3.3 注意事项

7.3.3.1 钻进过程无水钻进，特殊情况下也可使用不影响土壤理化性质的冲洗液；

7.3.3.2 启动振动器后，应缓慢放松钢丝绳，少松勤放，不得一次放绳过多，导致振动器倾斜。为防止振动器倾斜，应设有钢丝绳导轮或导正架；

7.3.3.3 钻进中应根据进尺快慢和振动器工作稳定情况，适当调节给进的间距，保持钻进最佳效果；

7.3.3.4 振动冲击钻进遇有孔内阻力，应采取边振动边提拉的办法，不得强力提拉；

## 7.4 中空螺旋回转钻探法

### 7.4.1 适用范围

适用于土层、沙层取样，也可采取少量风化程度较高的岩样。

### 7.4.2 技术参数

钻压	钻头旋转速度	冲击力度	频率
70~183 KN	50~100 r/min	4000~6000 N	34 HZ

### 7.4.3 注意事项

7.4.3.1 地下水位以上或以下土层钻探，均采用无浆液钻探，遇到粉土层或砂土层为防止塌孔，应采用套管跟进钻探工艺。

7.4.3.2 当污染物类型为挥发性有机物时，不宜采用空气循环介质。

7.4.3.3 当钻探深度内有多个含水层时，应及时进行分层止水，止水材料不应造成二次污染，可变径钻进。

7.4.3.4 当污染物为有机物或汞时，为避免污染物因温度升高产生挥发，所取的岩土样直径不宜小于 91 mm。

7.4.3.5 钻进过程中应保持中空螺旋和半合管垂直于水平面，并保持半合管处于中空螺旋内的中心位置。

### 【编制说明】

污染场地土壤样品采集最关键的是钻探方法和钻探设备的选择。确定土壤低扰动钻探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。为尽量减少对土壤的污染与扰动，获取低扰动、对土层分布情况和污染特征有良好代表性的土壤样品，应选用低扰动的钻探方法，包括：直接推进钻探法、声波振动法、套管护壁冲击钻探法、中空螺旋回转钻探法等。钻探单位应根据监测目的严格遵守操作规范，按照项目要求，根据施工区的地质条件和污染物类型，选择合适的钻探方法、适宜的钻机、钻具以及对应的取样器。根据针对不同采样技术的调查、现场操作经验，同时参考参考国内外相关钻探设备公司所生产的钻探设备的相关资料，如 Geoprobe、PowerProbe、Eprobe、锡探等公司，综合得出各采样技术实现低扰动钻探采样的推荐参数。

直接推进钻探法是利用钻机和钻具自身重力、动力头的冲击力或激振力将特定装置直接推入土层实现钻进的钻探方法。直推技术起源于 20 世纪 20 年代的荷兰；到 20 世纪 90 年代，随着国外的环境钻探需求剧增，为快速高效地获得高质量原状土样品，美国 Geoprobe 公司率先在钻机中应用了直推技术。直推钻机在取样过程中不需要冲洗液，能确保所得到的样品不被交叉污染，以最大程度的保证土样的原状特性。

7.1 部分主要由课题自主研发的 GYRT-60A 型全液压直推式钻机与美国 Geoprobe 钻机实地采样实验结果，结合文献查阅、项目现场施工经验总结以及专家讨论结果编制得到。

声波钻进理论最早是由罗马尼亚工程师提出，经过近 60 年的艰难探索和发展，才形成技术成熟的声波振动钻机。声波振动钻进的主要设备是动力头，动力头能产生可调节的高频振动和低速回转作用，辅以向下的压力，使钻柱和钻头不断向岩土中推进。高频振动作用使钻头的切刃以切削、剪切、断裂的方式排开钻遇的岩土，甚至还会引起周围土粒液化，减小钻杆柱与孔壁的阻力，让钻进变得容易。

声波振动钻进技术的主要优点有：能连续获取非扰动柱状样品；可以在卵砾石、砂层和风化岩层中快速钻进。相较于常规钻探法，声波钻探的钻进速度大幅提升；废物排放减少 70%~80%；钻探成本降低 30~60% 等。

7.2 主要由课题自主研发的 ZHDN-SDR 150A 型高频声波钻机与荷兰高频声波钻机 SRS-PL 的实地采样实验结果，结合《污染地块勘探技术指南》（T/CAEPI 14-2018）中 7.3.8 节中对高频声波钻机的采样要求、项目现场施工经验总结以及专家讨论结果编制得到。

套管护壁冲击钻探法是在冲击钻探的基础上，在在钻进过程中向钻孔下入螺纹连接或焊接的管柱，保护孔壁的方法。冲击钻探采用的是无回转的钻进方法，可进一步提高岩土样品的原状特性，下入套管能确保采集的土样之间不会交叉污染，也能保护钻孔结构的稳定。

7.3 主要由课题自主研发的 GYRT-60A 型全液压直推式钻机与美国 Geoprobe 公司实地采样实验结果，结合参考《污染地块勘探技术指南》（T/CAEPI 14-2018）中 7.3.8 节、《浅层取样钻探技术规程》（DZ / T 0362-2021）中 7.8.2 节对套管护壁冲击钻探的要求、项目现场施工经验总结以及专家讨论结果编制得到。

中空螺旋回转钻探是指通过中空螺旋钻来进行回转钻探。中空螺旋钻是以合金钢管作为中心组件，钢管外侧安装螺旋叶片的一种钻探工具。钻机的工作原理是通过钻杆将回转力矩传递至孔底，同时施加一定的轴向力以实现钻进。此种方法适用于土层、沙层取样，也可采取少量风化程度较高的岩样。其效果较声频振动钻进取样与直推钻进取样效果差。但取样工序较为简单。

7.4 主要由南京贻润环保公司现场实验，结合《污染地块勘探技术指南》（T/CAEPI 14-2018）7.3.10 节对回转钻探的采样要求、项目现场施工经验总结以及专家讨论结果编制得到。

#### 4.8 样品采集、保存和流转

##### 【文本内容】

#### 8 样品采集、保存和流转

样品采集、保存和流转应符合 HJ 25.1、HJ 25.2、HJ/T 166 和《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)》的相关要求。样品长期保存时间及条件参照 GB/T 32722 中表 A.1。

#### 4.9 样品保存和流转

##### 【文本内容】

#### 9 质量保证与质量控制

##### 9.1 质量保证

质量保证应符合 HJ 25.1、HJ 25.2、HJ/T 166、DZ/T 0362 中的相关要求。

##### 9.2 质量控制

质量控制应按照 HJ 1019 中的相关要求。

#### 4.10 样品保存和流转

##### 【文本内容】

#### 10 安全与防护

内容包括钻探设备安装、拆卸、搬迁过程、升降钻具使用过程、钻进过程、套管事故处理过程与孔内事故处理过程，详见 AQ2004。

#### 4.11 应急处置

#### 11 应急处置

##### 11.1 岩芯堵塞事故处理

发生岩芯堵塞事故后，需要提钻清理钻具和孔底的残余岩芯。

##### 11.2 卡钻事故处理

11.2.1 100 m 以内的钻孔发生卡钻或埋钻事故后，可紧贴被卡或被埋的钻杆重新开孔，待被卡或被埋钻杆中心有钻井液返出时即可解卡。

11.2.2 钻进中发生钻具折断或脱落事故，用丝锥对好后，应立即提钻，不允许继续钻进和卡取岩芯。

### 11.3 再开孔采样

11.3.1 如因各种事故导致当前土孔无法继续钻进或采样时，应从当前土孔为圆心，从半径0.5 m~1 m处周边区域重新进行开孔钻探，并按方案设计深度进行采样。

11.3.2 原土孔已有样品的采样深度无需在新土孔重新采样。

### 【编制说明】

11章主要来自合作单位现场施工经验汇总，结合参考《地质勘探安全规程》（AQ 2004）、《浅层取样钻探技术规程》（DZ / T 0362-2021）第10章中关于预防钻孔事故的内容。

## 4.12 附录

### 【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	高密度电法仪

附录 B

表 B.1 常用钻机参数一览表

序号	类型	适用钻探方法	钻进动力	最大钻进深度	适用条件	扰动情况
1	直推式钻机	直接推进钻探	高频液压	30 m	软到中等硬度地质	对土层扰动小；加热试样，会损失易挥发污染物
2	声波振动钻机	声波振动钻探	声波振动	50 m	适用于交通不便、取水方便地区的钻进取样或成孔	对土层扰动小；基本不用钻进液，无化学干扰，土壤污染小
3	履带式声频钻机	声波振动钻探	超高频振动加低速回转	100 m	适用于覆盖层和软质基岩。	对土层扰动小；基本不用钻进液，无化学干扰，土壤污染小
4	30 等型号工程钻机	套管护壁冲击钻探	重锤冲击、钢丝绳冲击钻进	30 m	适用于除岩土以外的各种常见地层	对样品扰动较小
5	车载取样钻机	套管护壁冲击钻探、中空回转钻探	重锤冲击、钢丝绳冲击钻进、螺旋钻进以及冲击回转钻进	50/100 m	适用于交通便利、干旱缺水、对水体生态有保护要求、限制泥浆排放的地区	对样品扰动较小
6	中空回转钻机	中空回转钻探	高频液压	30 m	合使用螺旋中空钻杆，可取地下水样或建造地下水监测井	采用无浆液钻进时，对样品扰动较小
7	便携式冲击取样钻机	中空回转钻探	冲击回转	5 m	适用于 5 m 以内的土层、沙层取样，也可采取少量风化程度较高的岩样	采用无浆液钻进时，对样品扰动较小
8	便携式回转取样钻机	中空回转钻探	单管金刚石钻进、螺旋钻进	5 m	适用于交通不便，基岩出露、半出露地区以及覆盖层 < 5 m 的地区	采用无浆液钻进时，对样品扰动较小

表 B.2 钻具/取土器选择参数

序号	钻具类型	适用钻探方法	适用岩土类型	外套管直径 (mm)	钻具/取土器内径 (mm)	取样管材质	是否具有岩土防回落装置	具体结构
1	直推式取土器	直接推进钻探	黏土、杂填、沙土	48 (内径) /72 (内径)	32/50	PVC 透明管	是	附录 C 图 C.1
			流沙卵石型土壤	102	67	金属		
2	活塞式钻具	声波振动钻探	砂土 (包括流沙)、粉砂土、粉土、粘土、粉质粘土、黄土	85 (内径)	52	PVC 透明管	是	附录 C 图 C.3
3	双壁式钻具	声波振动钻探	砾石、卵石、块石、漂石、冰碛物、玄武岩、页岩、板岩等软质岩层	85 (内径)	52	PVC 透明管	是	附录 C 图 C.4
4	单壁式钻具	声波振动钻探	建筑堆积物、垃圾堆积物 (包括木头、钢板、混凝土、沥青等) 覆盖层、砂岩、碎石、中风化灰岩	90 (内径)	52	PVC 透明管	是	附录 C 图 C.5
5	中空螺旋半合管*	中空回转钻探	胶泥	38~88	83	—	是	附录 C 图 C.7
6	侧开窗式取土器*	直接推进钻探、 声波振动钻探、 套管护壁冲击钻探	填土、软塑土层、沙层	127~168	100	—	是	附录 C 图 C.10、 图 C.11
7	双套管取土器*	套管护壁冲击钻探	填土、软塑土层、沙层	127~168	100	—	是	附录 C 图 C.12
8	双动双套管*	直接推进钻探、 声波振动钻探、 中空回转钻探	黏土	38~88	77	—	是	附录 C 图 C.13

标注\*号的钻具为钻杆直接采样，无外加采样管

## 【编制说明】

文件面向的是建设用地相关的土壤环境的场地污染状况调查采样。钻探采样前，钻探单位应与项目委托单位负责人和地块使用权人确认地下是否存在罐槽、电缆、管线、集水井和检查井，对地下情况不确定时，应使用物探设备或手工钻探设备对地下情况进行排查。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 中表 B.1 的钻机参数和适用情况主要主要参考 PowerProbe 的 AMS-9110- LAP 、南京贻润环境科技有限公司的 EP1000、EP1000e 系列、Geoprobe（DT7822）、Eprobe（2000+、2000s、4000c）、PowerProbe（9500-VTR、9100-VTR-D、9700-VTR）、锡探（QY-60L、QY-100L、HBL-80、MDL-801、HCZ-450、郑州德森（528LS）、北京吉奥（GL-160）、PowerProbe（9410-VTR）、Eprobe（EP3000）等钻机参数。

附录 B 中表 B.2 的钻具参数主要参考《污染地块勘探技术指南》（T/CAEPI 14-2018）附录 D，并结合项目实施过程中的常用钻具性能与特点编写。

## （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，也是《中华人民共和国土壤污染防治法》的要求。而土壤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，为加强污染场地环境监督管理，规范场地环境调查，我国采样相关标准的制订也有了一些进展。

2019 年 5 月，生态环境部发布《地块土壤和地下水中挥发性有机物采样技术导则》（HJ 1019—2019），规定了地块土壤和地下水中挥发性有机物采样的技术要求，自 2019 年 9 月 1 日起实施。

2019 年 8 月，农业农村部发布《受污染耕地治理与修复导则》，规定了受

污染耕地治理与修复的基本原则、目标、范围、流程、总体技术性要求等，并提供了受污染耕地治理与修复实施方案的编制提纲与要点，2019年11月1日起正式实施。

2019年12月，生态环境部发布《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ 25.1—2019）、《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）、《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ 25.3—2019）、《建设用地土壤修复技术导则》（HJ 25.4—2019）、《建设用地土壤污染风险管控和修复术语》（HJ 682—2019）等5项标准为国家环境保护标准。

此外，中国环境保护产业协会组织编制的《污染地块勘探技术指南》，对典型污染地块各类环境介质的采样方法和工具进行了具体的规定，提出了污染地块土壤、地下水、土壤气、地表水、底泥、堆体和建（构）筑物采样工作的一般程序、方法和技术要求。

然而，现有标准及技术规范仍不足以满足实际场地调查需求。目前，我国于土壤质量相关的国家标准不到50个，而ISO土壤质量标准100多个。此外，土壤质量标准还存在布局不平衡的问题，侧重于土壤的化学分析方法标准，土壤采样的要求却不甚明确，由于缺乏对钻探采样的统一规范，无法保证采集土壤样品的准确性和代表性。

本规范立项发布后将进一步规范土壤钻探采样操作，对钻探设备的应用范围及操作参数做了明确规定，保证土壤样品的准确性和代表性，进一步保障了土壤污染调查数据和评估结果的准确性，强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，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，采用课题组自主研发的原位弱扰动采样钻机进行土壤钻探取样，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

对实现土壤低扰动钻探采样的影响。明确细化土壤低扰动钻探采样技术的操作要求和注意事项，研究探索在我国不同地质、成土母质、水文地质条件等因素影响下的土壤低扰动钻探采样技术的适用性。

## 四、采用国际标准的程度及水平说明

ASTM 国际标准组织在 D4700 标准《Standard Guide for Direct Push Soil Sampling for Environmental Site Characterizations》中认为直推式无扰动采样技术为环境调查中土壤采样的关键技术，对该技术的技术原理和工艺流程做了详细描述。美国环保署 EPA 在文件《Large-Bore Soil Sampling》中证明直推式非扰动采样技术具有较低的扰动性和土壤岩心回收率。

本技术规范在参考国内外相关标准和技术指南的基础上，结合自主研发的钻机进行多种参数和操作方式进行探讨，针对目前国内外常用的低扰动原位采样技术的工艺进行总结，对每种工艺的取样流程、操作要求、适用地层条件等均进行细化，全面准确的表达出每种工艺的独有特点，帮助使用者选取最为合适的低扰动原位取样工艺，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

目前，我国涉及土壤保护的法律法规主要有《宪法》、《中华人民共和国环境保护法》、《土地管理法》、《土地管理法实施条例》、《水土保持法》、《土地复垦条例》、《基本农田保护法》、《农药安全使用标准》、《农用污泥中污染物控制标准》、《农田灌溉水质标准》及《固体废物污染环境防治法》、《水污染防治法》、《大气污染防治法》等。另外，我国于 1995 年制定了《土壤环境质量标准》。尽管相关的法律法规不少，但大多针对土地经济利用、土地管理、土地规划及土地权属问题等方面，对土壤污染防治的规定分散而不系统，缺乏具可操作性的细则和有威慑力的责任追究条款。与现行环境法律中体系性较好的大气、水、海洋污染防治法律相比，我国还没有形成有效的土壤污染综合防治体系，

包括法律法规与管理体系、标准体系、监测监控体系、土壤修复技术体系等。随着《土壤污染防治法》的实施，2019年新出台了一系列法规政策，土壤修复行业管理及技术支撑体系不断完善。

为了贯彻土壤保护的法律法规，防止土壤污染，保护生态环境，我国也编制了一系列的土壤保护的技术规范。《污染地块勘探技术指南》(T/CAEPI14-2018)中在不同岩土类别地块的钻进方法中提出了直接推进钻探技术，表明该项技术适用于黏性土、粉土、砂土；《污染地块采样技术指南》(征求意见稿)中论述了直推式采样的工作流程。《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)论述了常用钻探方法优缺点及适用性比较，介绍了一些低扰动原位采样技术；《地块土壤和地下水中挥发性有机物采样技术导则》(HJ 1019-2019)中论述直推式无扰动采样技术可用于挥发性有机污染土壤的采样。

本规范依据《土壤环境监测技术规范》(HJ/T 166-2004)、《地下水环境监测技术规范》(HJ/T 164-2004)、《建设用地土壤污染状况调查技术导则》(HJ 25.1-2019)、《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)、《建设用地土壤污染风险评估技术导则》(HJ 25.3-2019)、《建设用地土壤修复技术导则》(HJ 25.4-2019)、《建设用地土壤污染风险管控和修复术语》(HJ 682-2019)《污染地块勘探技术指南》(T/CAEPI14-2018)等系列标准，从钻探设备的选择、操作参数角度进一步规范采样的要求，作为相关标准的补充。

本规范的制定，为加强建设用地和农用地的环境保护监督管理，规范土壤污染状况调查、土壤污染风险评估、风险管控和修复治理等相关工作起到了重要作用。

## **六、重大分歧意见的处理经过和依据**

无。

## **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《土壤污染防治法》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《建设用地土壤低扰动钻探采样技术规范》的制订，对实施污染地块土壤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。