

团 体 标 准

T/WHAEP 014—2024

建设用地土壤污染状况调查钻探方法及采
样技术指南

Guidelines of drilling methods and sampling techniques for investigation on soil
contamination of land for construction

2024-12-13 发布

2025-01-01 实施

武汉环境保护产业协会 发布

前 言

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

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由武汉环境保护产业协会提出。

本文件由武汉环境保护产业协会归口。

本文件起草单位：武汉智汇元环保科技有限公司、武汉市生态环境科技中心、武汉理工大学资源与环境工程学院、武汉市勘察设计院有限公司、武汉智慧国测检测科技有限公司。

本文件主要起草人：赵泉、吴晓煦、秦磊、彭进进、胡玲、包申旭、夏水江、定花、张譞、方艳、刘杰、朱剑炜、徐文强、蒋哲、黄昌付、周栋栋、李蒙、袁莉、张小莉、蔡瑞雪、刘曦。

建设用地土壤污染状况调查钻探方法及采样技术指南

1 范围

本文件提供了建设用地土壤污染状况调查钻探与采样的工作流程、一般性原则、资料收集与分析，钻探方法技术及工作内容、采样技术及环境保护与健康防护等方面的指导。

本文件适用于建设用地土壤污染状况初步调查、详细调查等工作中的土壤钻探及采样工作。土壤污染治理修复和风险管控的效果评估工作可参照执行。

本文件不适用于放射性和致病性生物污染地块的钻探及采样。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 36197 土壤质量 土壤采样技术指南
- GB 55017 工程勘察通用规范
- JGJ/T 87-2012 建筑工程地质勘探与取样技术规程
- HJ 25.1-2019 建设用地土壤污染状况调查技术导则
- 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
- HJ 1019-2019 地块土壤和地下水中挥发性有机物采样技术导则
- HJ/T 166-2004 土壤环境监测技术规范
- DB42/T 1710-2021 工程勘察钻探封孔技术规程
- AQ 2004 地质勘探安全规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

直推钻探 Direct push drilling

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地下土壤的钻进方法。

3.2

冲击钻探 Percussion drilling

借助钻具重量，在一定的冲程高度内，周期性地冲击地下土壤的钻进方法。

3.3

回转钻探 Rotary drilling

利用回转器或孔底动力机具转动钻头破碎地下土壤的钻进方法。

3.4

土芯 Soil Core

利用钻具在地面下钻取的柱状土壤。

3.5

取土芯器 Soil Core Sampler

采取土芯的管状器具。

3.6

外套管 Outer Tube

取土芯器最外部的金属管状部件，底端通过螺纹连接钻头，可回转钻进切削土壤。

3.7

内套管 Inner Tube

外套管内侧金属管状部件，内腔包裹衬管及采取的土芯，可独立于外管回转，底端通过螺纹连接钻头，切削土壤。

3.8

衬管 Screened Tube

位于外套管或内套管中，用于采集土芯的PVC管材。

3.9

土芯采取率 Soil Core Recovery Percent

土芯长度与相应实际钻探进尺之比，以百分数表示。

4 工作流程

建设用地土壤污染状况调查土壤钻探及样品采集工作流程包括调查启动、前期准备（资料收集、现场踏勘、钻探方法与设备比选）、土壤钻探及样品采集、样品流转和保存等内容，工作流程如图1所示。

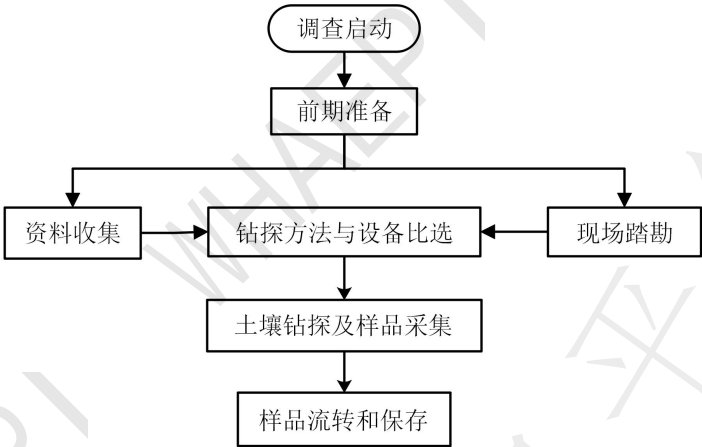


图1 土壤污染状况调查钻探及样品采集工作流程图

5 钻探及采样

5.1 钻探

- 5.1.1 在满足取样要求的前提下，应以环境扰动最小为原则，兼顾钻探效率和成本。
- 5.1.2 整个钻探深度内宜保持土芯完整、连续，钻探后土芯尽量保持原状。
- 5.1.3 应使用无浆液钻进方式进行钻探。
- 5.1.4 宜根据地块土层分布情况，优先选择全程套管跟进，且套管之间的螺纹连接处不应使用润滑油。

5.2 采样

采样过程中应避免出现交叉污染、样品扰动及挥发性物质损失。

6 前期准备

6.1 资料收集

- 6.1.1 收集和梳理地块及相邻区域的相关资料，资料宜全面、详细。
- 6.1.2 资料收集按HJ 25.1-2019执行。并可参照《武汉市建设用地土壤污染状况调查工作指南(试行)》。
- 6.1.3 地块及相邻区域的相关资料可以通过人员访谈、公示等方式获取。人员访谈对象包括地块使用权人、地块管理人员、地块内及周边区域工作人员或居民。

6.2 现场踏勘

- 6.2.1 现场踏勘按HJ 25.1-2019执行。并可参照《武汉市建设用地土壤污染状况调查工作指南(试行)》。
- 6.2.2 现场踏勘时，需注意地块内是否存在地埋式电缆管道、天然气管道、排水管道及其他用于基础设施建设的管道（如竖井间连通的管道），记录管道安全线覆盖区域。
- 6.2.3 明确地块内地形情况，便于后续规划钻探路线。

6.3 钻探方法与设备比选

综合考虑调查目的、地块地质条件、钻探深度等因素，选择合适的钻探方法和设备。直推钻探、冲击钻探和回转钻探方法的优缺点、适用土层情况参见附录 A。常用土壤钻探设备及主要技术参数参见附录 B。

7 钻探技术及工作内容

7.1 直推钻探

7.1.1 适用范围

直推钻探法适用于松散沉积的黏性土、粉土及砂土地层。

7.1.2 钻探技术

直推钻探法中常见钻探技术及参数推荐值参见附录C。

7.1.3 操作流程

7.1.3.1 施工前准备工作

地块调查单位项目负责人应与钻探人员进行技术交底，现场确认钻探孔位及钻探要求；根据所选的钻探设备面积和重量，结合地块地形分布情况，规划合适的行进路线。并在钻探孔位周围清理便于作业（钻探和样品采集）的区域；根据现场实际情况，在钻探作业区域设置安全警示牌或拉警戒线，防止无关人员进入。

7.1.3.2 钻具组装

钻探人员现场进行钻具组装，保持钻具清洁。准备完毕后向地块调查单位项目负责人汇报，请求开孔。若钻探孔位位于硬化区域，需提前进行地面破碎开孔。

7.1.3.3 直推钻进

地块调查单位项目负责人同意钻孔后方可进行钻探。钻探人员将组装好的钻具放置在钻探孔位上，顶端安装好驱动帽和敲击帽，调节钻探设备驱动头位置，使驱动头、钻杆、孔位在同一中心线上，且保持垂直，驱动机器进行直推下压钻进，钻进过程应保持匀速。

7.1.3.4 取土芯

钻进结束后，将机头上提并左右横移，用轻质钻杆连接驱动接头将装有样品的衬管取出。并在衬管一端记录钻探孔位、土芯长度、序号和土芯采取率。

7.1.3.5 剖管

钻探人员采用剖管器对衬管进行剖管，依序排放在洁净的采样底板上，便于后续样品采集。

7.1.3.6 加杆钻进

投放新的衬管，加钻杆进行下一回次钻进。重复 7.1.3.3、7.1.3.4、7.1.3.5、7.1.3.6 流程直至达到要求的钻探深度。

7.1.3.7 钻杆回拔/回填

钻进结束后起拔孔内钻杆和衬管。不需要设立地下水采样井的钻孔宜采用剩余土芯或其他干净材料（黏土球、膨润土、砂石及水泥）进行回填，回填可参照 GB/T 36197 执行，回填记录可参照 DB42/T 1710-2021 执行。需要设立地下水采样井的钻孔宜设置防护装置。封孔结束后清理作业区域。

7.1.3.8 签字验收

钻探过程中，钻探人员宜同步完成钻探记录，记录内容应包括孔位编号、钻探方法、钻进深度、钻孔直径、土芯描述。土芯描述可参照 JGJ/T 87-2012 执行。钻探结束后，将签字后的记录表交由地块调查单位项目负责人签字验收。

7.1.4 注意事项

7.1.4.1 钻孔直径宜不低于 75mm，对建设地下水监测井的钻孔需进行扩孔。

7.1.4.2 套管、驱动头、驱动帽等部件之间的连接处不应使用润滑油。

7.1.4.3 衬管底部与套管不应留有空隙。

7.1.4.4 利用钻探设备的给进系统施压时，应保证具有连续贯入的足够行程。

7.1.4.5 疏松土壤钻进时，宜降低推进速度，避免土芯采取率过低。

7.2 冲击钻探

7.2.1 适用范围

冲击钻探法适用于松散沉积的黏性土、粉土及砂土地层。

7.2.2 钻探技术

冲击钻探法中常见钻探技术及参数推荐值参见附录C。

7.2.3 操作流程

7.2.3.1 施工前准备工作

按本文件7.1.3.1要求执行。

7.2.3.2 钻具组装

按本文件7.1.3.2要求执行。

7.2.3.3 冲击钻进

地块调查单位项目负责人同意钻孔后方可进行钻探。钻探人员调整钻探设备，保持主钻杆垂直，安装取土芯器和标贯锤，通过卷扬钢丝绳抬升标贯锤至一定高度后自由降落锤击主钻杆使底部的取土芯管贯入土壤中。

7.2.3.4 取土芯

贯入结束后，抬升主钻杆和取土芯器，通过振动取土芯器取出土芯。并记录钻探孔位、土芯长度，依序排在洁净的采样底板上，便于后续样品采集。

7.2.3.5 加杆钻进

钻孔内下放取土芯器，增加钻杆长度进行下一回次冲击贯入取样。重复7.2.3.3、7.2.3.4、7.2.3.5流程直至达到要求的钻探深度。

7.2.3.6 钻杆回拔/回填

钻进结束后起拔孔内主钻杆和取土芯器。回填按7.1.3.7要求执行。

7.2.3.7 签字验收

按7.1.3.8要求执行。

7.2.4 注意事项

7.2.4.1 钻进中宜根据进尺快慢和钻探设备工作稳定情况，适当调节贯入进尺，保持钻进最佳效果。

7.2.4.2 严格控制回次贯入深度，不能超过取土芯器长度。

7.2.4.3 宜注意对钻具如钻杆、取土芯器的清洁，防止钻探设备漏油。

7.2.4.4 宜根据地块土层分布情况，选择套管进行护壁，防止孔壁坍塌和样品相互污染。

7.2.4.5 在钻探过程中若遇到卵砾石或基岩地层无法冲击钻进时，可采用回转钻进的方式。

7.3 回转钻探

7.3.1 适用范围

回转钻探法适用于松散沉积的黏性土、粉土、砂土、岩石等地层。

7.3.2 技术参数

回转钻探法中常见钻探技术及参数推荐值参见附录C。

7.3.3 操作流程

7.3.3.1 施工前准备工作

按本文件7.1.3.1要求执行。

7.3.3.2 钻具组装

按本文件7.1.3.2要求执行。

7.3.3.3 回转钻进

地块调查单位项目负责人同意钻孔后方可进行钻探。钻探人员调整钻探设备，保持主钻杆垂直，安装取土芯器和钻头进行回转钻进，钻进过程应保持匀速。

7.3.3.4 取土芯

回次钻进深度不得超过取土芯器长度，钻进取土芯器长度进尺后，抬升主钻杆和取土芯器，通过振动将土芯或衬管取出，记录钻探孔位、土芯长度、序号和土芯采取率。并将土芯或剖管后的土芯依序排在洁净的采样底板上，便于后续样品采集。

7.3.3.5 加杆钻进

在钻孔内下放取土芯器或加入新衬管的取土芯器，增加钻杆长度进行下一回次钻进。重复7.3.3.3、7.3.3.4、7.3.3.5流程直至达到要求的钻探深度。

7.3.3.6 钻杆回拔/回填

钻进结束后起拔孔内钻杆和取土芯器。回填按7.1.3.7要求执行。

7.3.3.7 签字验收

按7.1.3.8要求执行。

7.3.4 注意事项

7.3.4.1 对于疏松的土壤，宜尽量选用三重管取土芯器，避免土壤扰动。

7.3.4.2 对于砣块、石块等障碍物段宜尽量采用清水浆液钻进，对于填土层和粘土层等土壤应采用干钻钻进，尽量避免污染。

7.4 不良状况预防及处理

7.4.1 地下构筑物破坏

地下构筑物破坏的预防及处理可参照《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）执行。

7.4.2 土芯堵塞

- 1) 遵守“不取芯时不提钻，要取芯时先提钻”，避免造成土芯堵塞。
- 2) 钻进过程中，宜保持钻进速度平稳，避免速度骤增或骤减。
- 3) 发生土芯堵塞后，须提钻清理钻具中土芯。

7.4.3 卡钻处理

- 1) 硬化区域破碎开孔时，需平缓钻进。
- 2) 升降钻具要平稳。
- 3) 适当加大扩孔器的外径。
- 4) 钻进过程中，适当左右移动主钻杆，保持主钻杆垂直。
- 5) 钻具及衬管出现变形、磨损等现象，应及时更换。
- 6) 发生卡钻后，可以沿套管外壁加入适量清洁水，采用拉、提、顶、打、扭等方法转动或上、下窜动钻具，钻杆丝扣应拧紧。

7.4.4 再開孔处理

- 1) 土芯堵塞或卡钻后，应在孔位周边重新开孔钻探取样。
- 2) 再開孔处理范围应以孔位为圆心、2m 半径区域内。孔位已钻进相应深度的，无需进行再開孔处理。

8 样品采集

8.1 器具准备

8.1.1 工具类：不锈钢铲、表面镀特氟龙膜的采样铲、塑料铲、竹片、非扰动采样器。

8.1.2 器材类：拍摄工具、一次性手套、样品袋、棕色玻璃瓶、广口玻璃瓶、样品箱、现场快速检测仪、洁净纸。

8.1.3 文具类：样品标签、采样记录表、笔。

8.1.4 采样用车辆。

8.2 样品采集

8.2.1 非扰动采样器用于检测 VOCs 土壤样品采集，不锈钢铲或表面镀特氟龙膜的采样铲可用于检测非挥发性和半挥发性有机物（SVOCs）土壤样品采集，塑料铲或竹铲可用于检测重金属土壤样品采集。

8.2.2 应优先采集用于检测 VOCs 的土壤样品。采用竹片或不锈钢铲剔除柱状土芯约 1 cm~2 cm 表层土壤，形成新的土壤切面；采用非扰动采样器快速在土壤切面处采集不少于 5 g 原状土芯的土壤样品推入加入 10 mL 甲醇（色谱级或农药级）保护剂的 40 mL 棕色玻璃瓶内。推入时将样品瓶略微倾斜，防止将保护剂溅出。

8.2.3 用于检测重金属、SVOCs 等指标的土壤样品，可用对应的采样工具将土壤转移至广口玻璃瓶或样品袋内，广口玻璃瓶需装满填实，样品袋内需装入满足检测用的土壤。

8.3 样品保存与流转

土壤样品的保存和流转执行 GB/T 36197、HJ 25.1-2019、HJ 25.2-2019 和 HJ/T 166-2004 的相关规定，样品保存时间执行相关土壤环境监测分析方法标准的规定。

8.4 质量保证和质量控制

8.4.1 土壤样品采集质量保证和质量控制执行 HJ 25.1-2019、HJ 25.2-2019、HJ 1019-2019 的相关规定。

8.4.2 剖管后的土芯和从取土芯器取出的土芯应及时采集样品，避免长时间暴露在外环境中造成挥发性有机物的挥发。

8.4.3 样品采集时，宜采用不锈钢铲、塑料铲或竹片等工具刮除土芯表面约 5 mm 厚的原状土壤。

8.4.4 样品采集过程中，应同步在样品袋和玻璃瓶上粘贴标签，避免样品混乱。

9 环境保护与健康防护

9.1 钻探过程应遵守 GB 55017、AQ 2004 的规定。

9.2 宜根据地块污染类别、污染扩散途径、对人体和环境的影响、钻探方法等，确定人员防护等级类别、准备人员健康安全防护用品、急救药品等，做好工作人员安全防护准备。

9.3 现场产生的固体废物（油污、塑料及其他废弃物）要分类收集、分类集中存放及处置，严禁随意丢弃。

9.4 钻探结束后，如无特殊要求，应尽可能恢复地块原有地貌，对于钻探产生的孔，钻探结束后宜采用剩余土芯或其他干净材料（黏土球、膨润土、砂石及水泥）进行回填。

附 录 A
(资料性)
土壤钻探方法比选

直推钻探、冲击钻探、回转钻探方法的优缺点、适用土层情况的介绍见表A. 1。

表A. 1 直推钻探、冲击钻探、回转钻探方法的优缺点和适用性

钻探方法	优点	缺点	时间和经济方面	土层类别				
				黏土	粉土	砂土	碎石、卵碎石	岩石
直推钻探	(1) 取样时不容易发生胀管，适用于膨胀土层； (2) 适用于地下水水位线以下土壤样品采集，不容易发生交叉污染。	不可用于坚硬岩石层、卵石层和流砂地层。	耗时短、费用低	++	++	++	--	--
冲击钻探	(1) 适用于除岩石以外的各种常见地层； (2) 对土壤样品扰动较小。	(1) 在松散地层和软土中取土芯时会压密土层，直观认识不够准确； (2) 需要处置从钻孔中钻探出来的多余土壤。	耗时较长，费用较高	++	++	++	+	--
回转钻探	(1) 钻探深度可达100 m； (2) 适用多种土层类型样品采集。	(1) 成孔速度慢； (2) 自动化程度低，操作工人劳动强度大； (3) 在含大漂石和不均匀的地层中，回转进尺较慢，钻进过程中功率消耗大。	耗时长，费用高	++	++	++	+	++
注：++：适用；+：部分适用；--：不适用。								

附 录 B
(资料性)
土壤钻探设备比选

直推钻探、冲击钻探、回转钻探法常用钻探设备的主要技术参数见表B.1。

表B.1 直推钻探、冲击钻探、回转钻探法常用钻探设备及主要技术参数

钻探方法	常用钻探设备	主要技术参数	钻探深度
直推钻探	履带式直推钻机	1、发动机功率 (kW) : 15~200; 2、动力头频率 (Hz) : 30~150; 3、液压 (MPa) : 17~38; 4、起拔力 (kN) : 30~280; 5、推进力 (kN) : 50~250	0~30 m
冲击钻探	30等型号钻机	1、冲击锤质量: 60 kg、100 kg; 2、锤距: <2 m	0~40 m
回转钻探	XY-100型取芯回转钻机	1、液压泵压力 (MPa) : 1.2; 2、液压泵转速 (r/min) : 1500; 3、立轴转速 (r/min) : 142、285、570; 4、提升能力 (kN) : 9.8; 5、压力 (MPa) : 0~1.2	0~100 m

附录 C

(资料性)

常见钻探技术及参数推荐值

直推钻探、冲击钻探、回转钻探法常见钻探技术及参数推荐值分别见表C. 1、表C. 2、表C. 3。

表C. 1 直推钻探法常见钻探技术及参数推荐值

单位为毫米

钻探技术	管材	内径	单管长度	管壁厚度
单套管连续土壤采样技术	衬管	32~60	1000~1500	1~3
	套管	38~67	1000~1500	16~20
双动双套管连续土壤采样技术	衬管	32~70	1000~1500	1~3
	内套管	16~20	1000~1500	4~5
	外套管	38~88	1000~1500	14~20
直推定深土壤采样技术	衬管	32~43	1000~1500	1~3
	内套管	16~20	1000~1500	4~5
	外套管	38~40	1000~1500	8~16
单动双套管连续土壤采样技术	衬管	95~172	1000~3000	19~22
	内套管	95~172	1000~3000	19~22
	外套管	134~223	1000~3000	19~23

表C. 2 冲击钻探法常见钻探技术及参数推荐值

单位为毫米

常见钻探技术	土层类别	取土芯器长度	内径	管靴长度	内间距比 (%)	外间距比 (%)
标贯锤冲击土壤采样技术	一般性粘土	240	90~100	50	1.0~1.5	1.0
	软性粘土	240		100	0.5~1.0	<1.0
	软硬性粘土	200	90~100	50	<1.5	1.0~2.0
	砂	200	80	0	0	0
	砂质粘土	200	80	50	0.5~1.0	0
注：内（外）间距比为取土芯器内（外）径和刃口内（外）径之差与管靴内（外）径的百分比。						

表C. 3 常见钻探技术及参数推荐值

单位为毫米

常见钻探技术	取土芯器类型		外套管内径	土芯直径	长度	内套管超前	说明
取芯回转土壤采样技术	双重管（内套管+外套管，加内衬管即为三重管）	单动	108	75	1200~1500	固定可调	直径尺寸可视为材料规格稍作变动，但土芯直径不得小于75 mm
			146	110			
		双动	108	75	1200~1500	固定可调	
			146	110			

参 考 文 献

- [1] 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
 - [2] 《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] 《武汉市建设用地土壤污染状况调查工作指南（试行）》（自2022年7月1日起施行）
-