

团 体 标 准

T/ACEF ×××—20××

挥发性有机污染场地钻测一体化装备 操作指南

Operating guide for integrated drilling and surveying equipment in volatile Organic
contaminated sites

(草案稿)

20××-××-××发布

20××-××-××实施

中华环保联合会 发布

目 次

前 言	2
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总体要求	2
5 钻测一体化装备介绍	2
6 钻测一体化装备现场工作程序	3
7 钻测一体化装备现场使用的准备工作	4
8 钻测一体化装备现场安装调试	6
9 质量保证/质量控制	8
10 质检方法	9
11 注意事项	11
12 装备维护	11
附录 A（资料性）案例分析参考	13

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。

本文件由江苏盖亚环境科技股份有限公司提出。

本文件由中华环保联合会归口。

本文件起草单位：江苏盖亚环境科技股份有限公司、生态环境部环境规划院、中国科学院烟台海岸带研究所、中国科学院南京土壤研究所、中南大学、上海洁壤环保科技有限公司。

本文件主要起草人：王晓康、杨思佳、程功弼、丁贞玉、涂晨、刘云、曹函、孙平贺、张绍和、曾兰、张鑫鑫、刘飏、张岩坤、尹惠林、王小冬、池浩、尹炳奎。



挥发性有机污染场地钻测一体化装备操作指南

1 范围

本指南规定了挥发性有机污染场地钻测一体化装备对挥发性有机污染物原位实时探测的工作方法。

本指南适用于土壤及地下水中挥发性有机污染物状况调查中的原位钻进探测工作。

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 25.1 建设用地土壤污染状况调查技术导则；
- 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 25.3 建设用地土壤污染风险评估技术导则；
- HJ 25.4 建设用地土壤修复技术导则；
- HJ 164 地下水环境监测技术规范；
- HJ/T 166 土壤环境监测技术规范；
- HJ 1019 地块土壤和地下水中挥发性有机物探测技术导则。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

挥发性有机污染场地钻测一体化装备（下文简称：**钻测一体化装备**）

在有机污染场地，利用将带有半透膜的加热探头推进至土壤深处，使地下的挥发性有机物扩散穿过半透膜进入载气流并被输送至地面进行检测，实现对土壤、地下水中污染物浓度实时、连续检测的装备。

3.2

挥发性有机物 Volatile Organic Compounds, VOCs

常温下饱和蒸汽压大于 70 Pa、常压下沸点在 260℃以下的有机化合物，或在 20℃条件下，蒸汽压大于或者等于 10 Pa 且具有挥发性的全部有机化合物。通常分为非甲烷碳氢化合物（简称 NMHCs）、含氧有机化合物、卤代烃、含氮有机化合物、含硫有机化合物等几大类。

3.3

光电传感器 Photoelectric Detection Sensor, PDS

利用有机污染物特征荧光特异性激发于高灵敏检测系统，对土壤有机污染物总量垂直剖面分布进行实时原位检测，实现场地有机污染物荧光信息高灵敏获取。

3.4

耦合加热单元 Coupled Heating Unit, CHU

通过对加热过程的热力耦合分析，得到温度场和应力应变场，综合比较感应单元的热应变、弹性应变和总应变情况，优化工艺参数，确保感应单元精准测温，实现精准控温目的。

4 总体要求

(1) 钻测一体化装备主要适用于黏土、粉土、砂层等浅层土壤和地下水中挥发性有机物污染的状况调查。

(2) 钻测一体化装备的优势在于针对地下挥发性有机污染物可以进行原位快速检测。

(3) 采用钻测一体化装备开展调查评估工作包括前期准备、方案制定、现场探测、数据处理与分析等程序。

(4) 现场工作应做好人员安全与防护，采取有效措施，确保施工安全。

5 钻测一体化装备介绍

5.1 系统配置

钻测一体化装备是针对污染场地土层剖面主要由主机系统、钻进系统、采样系统、检测系统和分析系统组成。

主机系统应能够保证钻进系统、采样系统、检测系统和分析系统在不同探测环境下的正常运行工作。主机系统一般应包含回转单元、提升单元、转运单元等。回转单元主要是给动力头提供动力，让动力头实现转动功能；提升单元主要是实现主行程给进提升功能；转运单元主要是实现整个设备移动功能，方便设备的移动操作。

钻进系统应能够同时满足不同地质条件、探测深度、探测目的及地理区域等多种连续土壤贯入的工艺需求。钻进系统一般应包含钻进探头、钻进探杆、给进动力头、捷联纠偏装置等。

采样系统应能够同时满足不同水文条件、地质条件、污染物相态等复杂污染情况的 VOCs 采集和运输需求。采样系统一般应包含超疏水半透膜、气体舱室、耦合加热单元、氮气输送单元等。

检测系统可以通过不同检测器的响应推测地层分布和污染物的垂向分布。检测系统主要包括光电传感器 (Photoelectric Detection Sensor, PDS)、光离子化检测器 (Photo Ionization Detector, PID)、火焰离子化检测器 (Flame Ionization Detector, FID)、电子捕获检测器 (Electron Capture Detector, ECD)、卤素特定检测器 (Halogen Specific Detector, XSD)、(电导率检测仪, Electrical conductivity, 简称 EC)，应根据调查区域污染物特征选择和搭配使用相应的检测器，各检测器适用性说明见附录 A。

分析系统应能够满足不同探测深度、探测目的、污染物类型、污染物浓度等多元污染情况的 VOCs 探测需求。检测数据由分析仪器在线处理并及时呈现。分析系统一般应包含有机污染物在半透膜和土层介质中分配系数的预测模型、数据可视化窗口等。

具体组成如下图所示：

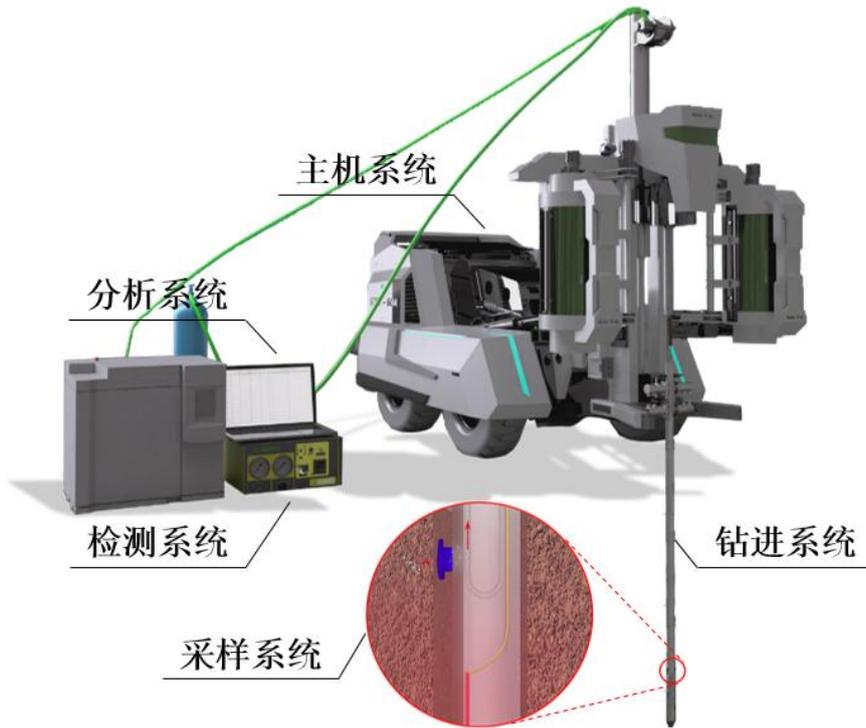


图 5-1 系统配置示意图

5.2 使用限制

(1) 钻测一体化装备调查技术适用于具有挥发性的污染物质的分析，对于非挥发性有机污染物或低挥发性有机污染物的检测效果可能较差。

(2) 钻测一体化装备仅为调查初筛的调查工具，建议透过适当的布点规则并搭配必要的传统采样分析方式，才能准确掌握污染物浓度。

(3) 钻测一体化装备钻头用于存有浮油相的地下环境时，必须注意钻头贯入速度与数据的解读，因为在钻头经过浮油层时往往会有浮油附着于管壁甚至半透膜上，且加热温度会在进入地下层时下降许多，导致附着的浮油持续扩散通过半透膜形成“拖尾”的现象，因而造成误判浮油厚度或地下水中污染物浓度分布的情形。

(4) 钻测一体化装备的贯入方式建议以直推方式进行，否则容易将影响钻头使用寿命。

6 钻测一体化装备现场工作程序

钻测一体化装备现场开展工作，可按下图所示程序进行。

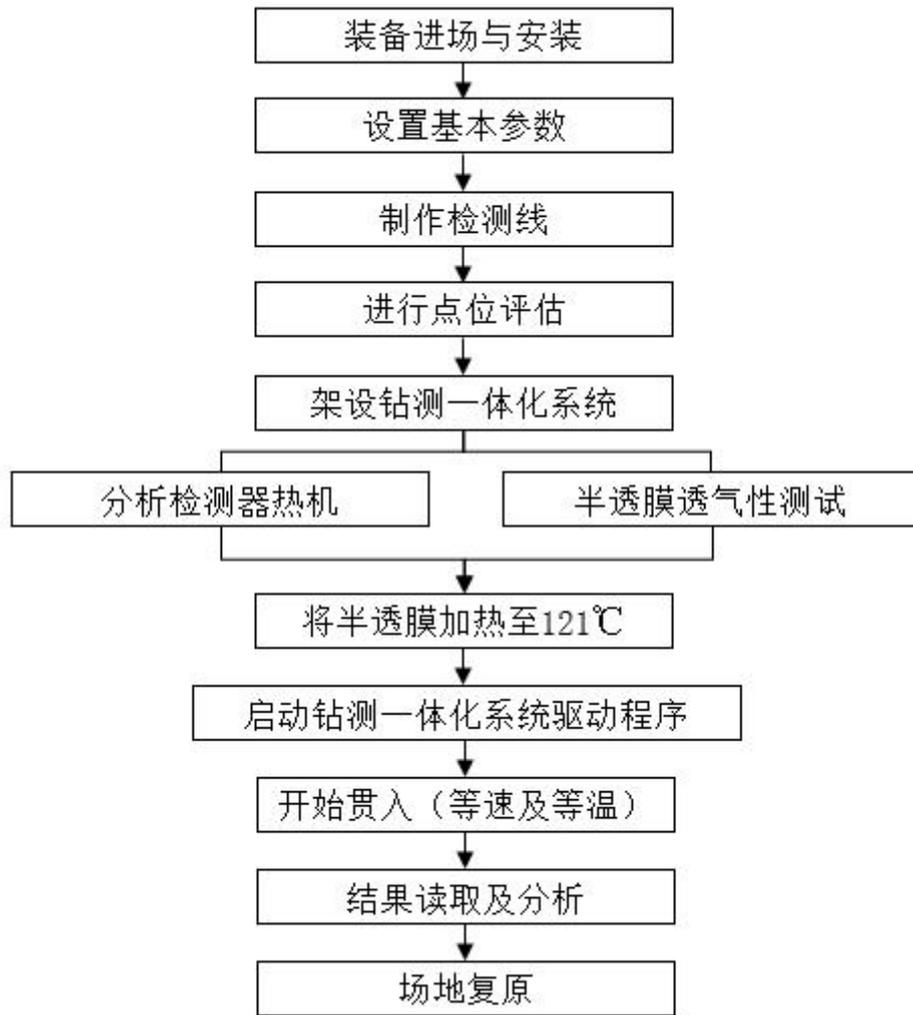


图 6-1 现场工作程序

7 钻测一体化装备现场使用的准备工作

7.1 使用前准备工作

钻测一体化装备在使用前需进行全面检查。

当钻测一体化装备在距离上次使用时间已经搁置较长时间时，操作者在使用前必须彻底检查整套系统，这包括检测器载气流量速度检查、应用已知浓度已知化合物在测试点污染浓度附近的浓度进行化学应答测试检测。这在进行场地调查工作之前需要进行 1-2 周准备工作，最终的检测需要在场地调查开始前 7 天内完成。如果钻测一体化装备调查场地污染化学物质不知道其组成，操作手应该运行化学应答测试，用以确定这种化学物质可以检测得到，并确定该种污染物质处于合理的检测极限内。操作者应该能够提供之前的测试数据，如 EC 测试、化学应答测试、HPT 参考测试等。

如果钻测一体化装备计划长期用于场地调查工作，应寻找钻测一体化装备测试公司，并在使用 3 周左右进行一天的维护保养，使操作者有时间检测系统，这有助于维持系统正常运行。

7.2 化学应答测试准备工作

化学应答测试是一种十分重要的质量保证措施，其用于验证检测系统提供每组数据的完整性。在化学应答测试时，操作人员引入了一种工作标准，即在已知污染场地浓度情况下设置 45 秒膜停留时间，这可以匹配每个样品停留/保留间隔。

典型的可适用于钻测一体化化学反应试验的污染物包括但不限于：苯、甲苯、三氯乙烯和四氯乙烯。备用标准（Stock Standard）检测量应该有上述一种或几种相近的化合物构成。

7.2.1 标准物质制备

标准物质的制备对放入测试筒内污染物最终测得的结果至关重要。标准物质的制备需要准备以下几项：

从同一个化学供应商那里采购分析物样本，如苯、甲苯、三氯乙烯或四氯乙烯等；

微升注射器(建议有:25 μ L、100 μ L 和 500 μ L 或 1000 μ L 注射器)；

25ml 或 50ml 刻度瓶；

几个 40ml 的 VOC 标签瓶；

25ml 甲醇。

1、甲醇和添加的化合物的总体积应等于 25mL。

2、将甲醇倒入刻度瓶至 23.5-24 mL，具体体积视复合物密度而定（表 9.1）。

3、将量筒中的甲醇倒入 40mL VOC 瓶中。

4、向装有甲醇的 40mL VOC 标签瓶中加入适量所需的纯分析物。表 9.2 第 3 列列出了七种常见化合物所需的纯分析物标准体积的计算方法。

5、在瓶子上标上标准物质的名称（即苯、甲苯、三氯乙烯、四氯乙烯）、浓度(50mg/mL)，配制日期、配制人。

6、标准物质需要冷藏冰箱或冰柜，以确保它们可以持续一个月。如果在夏天没有降温保存的话，每三天就需要重新配制。化合物的挥发性越强，标准物质就会越快失效。

表 7.1 标准物质计算

25mL(甲醇溶液 1)x50mg/mL=1250mg
1250mgx1/分析物密度=和甲醇共配制 25ml 混合液，需加入的纯物质体积
例：制备 50mg/ml 的苯标准溶液
$1250\text{mg} \times 1 / 0.8765\text{mg} / \mu\text{L} = 1426 \mu\text{L}$
在 23.5ml 甲醇中加入 1426 μ L 纯苯溶液，可得到 50mg/ml 的苯标准溶液。

表 7.2 分析物密度和制备 50mg/ml 标准溶液 25ml 甲醇中所需要加入分析物体积

混合物	密度 (mg/ μ L)	制备 0.5L 标准物质所需的标准体积(μ L)
苯	0.876	1426
甲苯	0.867	1442
二甲苯	0.860	1453

混合物	密度 (mg/ μ L)	制备 0.5L 标准物质所需的标准体积(μ L)
二氯甲烷	1.335	936
四氯化碳	1.594	784
三氯甲烷	1.480	845
三氯乙烯	1.464	854
四氯乙烯	1.623	770

7.2.2 配制工作标准液

进行响应测试需具备以下条件:

微升注射器(建议有 10、25、100 和 500 微升注射器);

新配置的 50mg/ml 标准溶液。

表 7.3 标准溶液和浓度

50mg/ml 标准溶液体积	最终浓度 mg/L=ppm
10	1.0
100	10
1000	100

8 钻测一体化装备现场安装调试

8.1 装备进场与安装

(1) 平整场地

设备进场前应提前熟悉并规划路线,进行必要的场地平整,尽量避免在上方有遮挡或者电线的位置探测。

(2) 排除上空和地下障碍物

根据资料收集情况排除探测点上方的遮挡和障碍物,避免在电线或其他存在安全隐患的障碍物下方,以及布设有管道和线缆的位置工作。

(3) 确保支架的稳固性

稳固地建立支架、合理地放置监测分析设备,确保探测过程中设备的稳固性,保证监测分析设备稳定运行。

8.2 基本参数设置

建议设置探头钻进速度 0.3 m/min,半透膜加热温度 120~200 $^{\circ}$ C,检测器温度:FID 为 250 $^{\circ}$ C;载气辅助气流量:FID(氢气 30 mL/min、空气 300 mL/min、氮气 30 mL/min)。

8.3 装备现场操作步骤

1. 打开发电机和载气气流；
2. 打开气象色谱、检测器并对其预热（20 min），设置温度；
3. 打开装备控制器，场地设备及笔记本电脑，检测线缆、系统返回气流及系统压力；
4. 打开 Acquisition 软件，进行化学应答测试和电导率偶极测试，并记录相应的数据；
5. 记录系统参数（如：水流、压力、出峰时间检测器基线电压等）；
6. 将串点线缆连接好并连接到探头，调整线缆确保探头可以向地下钻探；
7. 将动力头缓冲垫安装在设备探头上，安置探测器驱动帽；
8. 将刮泥圈放置好，使钻进探测器探头从刮泥圈中间通过；
9. 开始 HPT 水流测试（如果需运行 HPT 的话）；
10. 准确排列好探头，将探头钻进土壤，开始记录深度（此时半透膜在地面以上）；
11. 在电脑上点击 Trigger 按钮（Trigger 表将会闪烁一下，背景由黄变绿）；
12. 标准的钻头钻进速度为 30 cm/min：这意味着在 15 秒内钻进 30 cm，然后再该深度下停留 45 秒，持续该步骤直至得到深度数据。在进行钻进探测时，如果一直使用直推方式，则相当于无间隔数据收集。这种方法收集的数据会导致更高的检测极限，也不能够直接与之前正常情况下收集的数据进行直接对比。
13. 选择在高渗透性区域（低 HPT 压力）进行耗散测试；
14. 当数据记录结束时，点击 Trigger off 开关，将线缆收回电缆盒内；
15. 当收回线缆时，尽可能使线缆内部扩散有少量的污染物，此时关闭加热器开关；
16. 放置好挂泥板和刮泥圈，缓慢拔出钻具；
17. 当探测器探头完全拔出地表后，使用清洗剂/清水清洗探头和半透膜；
18. 将半透膜加热开关关闭，确保半透膜和线缆都已经清洗干净、没有污染物质，检测器基线稳定，并开始数据记录后测试。在应答测试屏幕上观测检测器是否能正常工作。
19. 当基线稳定后，开展数据记录后测试并与初始测试数据做对比分析，系统检测的目的也是为了确保所记录的数据是真实有效的。
20. 当使用 FI6000 时，数据可以以表格格式/打印格式导出。

8.4 HPT 耗散试验

在进行 HPT 测试时，至少进行一次耗散试验，目的在于计算静态水位线，同时可以估算记录的数据中得到的 K 值。耗散试验需要在水位线以下进行测试，最好是在高渗透性条件下（低 HPT 压力）进行，因为该条件下一旦水流停止注射压力可以迅速消耗掉，可以大量节约该部分测试时间。

1. 在较高渗透性区域（低 HPT 压力）条件下停止钻探；
2. 在 DI Acquisition 软件中按下 F10 键（F9 键与 F10 键之间功能切换分别是深度与时间切换），此时 DI 软件记录由深度记录切换到时间记录；选择“Start Dissipation Test”，开始保存实时数据；

3. 将泵关闭，当线水压达到 0 时关闭流量阀；
4. 此时 HPT 压力开始下降（消散静水增加），当压力完全消散后打开流量阀和泵开关，当流量和压力都再次恢复，点击“End Dissipation Test”；
5. 选择 F9 键，返回深度测试，并将钻具继续钻入地下。

注意：选择高渗透性区域进行耗散试验可能仅需要 30 秒的时间，但如果选择高 HPT 压力下进行耗散试验，可能需要花费数小时之久才能达到散平衡。这就是定位在高渗透性区域展开耗散试验的原因。

8.5 检测器累计/软件信号改变

当进行挥发性污染物污染区域钻测调查时，操作者通常会遇到高浓度污染区域，此时检测器信号会急剧上升。这种情况的出现主要是因为气象色谱检测输出信号超出极限，这个范围主要取决于气象色谱型号及检测器控制器型号。典型的信号输出极限在 0-5VDC 之间，此时应用的为 SRI 气相色谱，如使用 Shimadzu、Agilent 气相色谱并使用 OI XSD 检测器控制器，则该范围为 0-1VDC 之间。在高浓度污染区域，为了使实际的检测器应答信号低于最大输出信号，应调整至中间范围，通过对软件进行合适调整使信号输出变成单因素改变。

随着探头探入高浓度污染的石油烃类区域，操作者如果使用 SRI 气相色谱，可能会通过调整 PID/FID 检测器将所获得的信号气氛为 10 PID 和 20FID。不论在数字显示屏上还是在时间表上，都能够看到信号的降低。发现信号降低后，操作者将会在 DI Viewer 软件中选择 F5 键增加输出，10 PID 和 20FID 在设置中都会改变。

如果在通过高浓度污染区域时，操作者选择返回最高灵敏度则他们首先要转换中灵敏度到 EC 高灵敏度，并取消信号分区。如果有一个操作没有执行，则会出现非常大的错误率，因为多重信号并没有被区分。

8.6 光电传感器检测设置

在传感器到达指定位置时，开启传感器开关，此时传感器会对点位的温度进行检测，然后开启 LED 光源，紫外光开始照射土壤样品表面，传感器内部的光电探测器（光电倍增管，PMT）同步工作，检测紫外荧光。检测时长约 1 分钟，检测完毕后光电传感器关闭 LED 和光电探测器电源，然后进入数据处理阶段，对有机污染物的浓度进行反演，用时不超过 30 秒，数据处理完毕后，将数据传输至上位机，光电传感器检测完毕。光电传感器是全自动运行，无需实验人员手动操作，仅需在到达指定位置时开启即可。

9 质量保证/质量控制

质量保证测试是指探头上的每个传感器在测试前与测试后都是稳定的，以验证该设备能够得到的数据都具有较高的质量。针对有机污染浓度高的污染场地，钻测一体化装备系统对其进行化学反应测试，须保证探头上的半透膜、线缆和检测器能够提供高于基线噪音的充足信号。电导率测试通过 EC 偶极点进行测试，通过土壤 EC 读数的高低可以推断土壤类型。HPT 传感器包括 HPT 测试和所测试的 HPT 参考测试，这可以证明传感器测量准确无误并能够准确地测量到大气压力。

QC（质量控制）是在测试时和测试后进行的，记录 QC 数据可以回答下列问题，并保证每个数据都是高质量的、有意义的数据：

（1）数据准确吗？EC 的数值是否处于可接受的范围？在测试的整个过程中，是否有任何让你认为系统出错的地方，如失去温度记录/系统气压？

（2）响应是否一致？随着更多测试的开展，是否显示出来电导率和污染物应答的一致性？在 DI

Viewer (Appendix IV) 软件中回顾一下不同位点测试记录。

(3) 试验重复性如何？在 10-20 个测试点中就需要进行一次重复测试，以保证测试是可重复的。

(4) 测得的数据中岩性改变是否与取芯所得的土壤物理性质一致？取土壤连续区域/中断区域的土壤芯样，以证明 EC 所得的岩性数据的准确性。

(5) 钻测一体化装备的检测应答针对污染浓度是否合理？这必须收集土壤/地下水样品到实验室分析，用以确认污染物和其浓度。

10 质检方法

10.1 化学应答测试

10.1.1 进行化学反应试验

1、在 DI-Acquisition 软件中开始一个新的界面，然后进入响应测试屏幕。在检测信号应稳定后再进行检测。

2、用 500ml 的量杯量自来水或蒸馏水。

3、根据表 9.3，确定所需的标准溶液体积，加水定容至 500ml，完成工作标准液。

4、如果正在准备工作标准时探测器基线已经开始工作，请选择“清除响应测试”。

5、当准备好工作标准准备进行测试时，有两种可选择的方法：一种方法是将标准样品倒入 5x61 厘米的聚氯乙烯容器中，将探头插入管中；另一种方法是将工作标准液倒入容量 40ml 的瓶中，并倒在膜上。

6、单击运行“响应测试”按钮，启动响应测试，并立即将半透膜放置于测试溶液中。

7、让薄膜浸泡在测试溶液中 45 秒。这个时间等于在探针推进过程中每个深度间隔的共振时间。

8、当膜暴露于测试环境中时，启动响应测试时间文件，经过一定污染物停留时间响应开始爬升的时间很容易计算。

9、每次测试都需要制定新的工作标准液，不能重复使用。

10.1.2 污染物停留时间的测定

操作者在响应测试时应确定污染物进入钻测一体化装备软件所需的化学物停留时间，并准确绘制污染物深度位置。这个停留时间是污染物通过管道从膜到达探测器的时间。污染物的停留时间主要受管道长度、气体流量和污染物的构成特别是沸点的影响。

化学物停留时间可由之前的响应测试的结果确定。反应测试需要在膜暴露于使用的化学物质时进行。

10.1.3 合适的化学反应测试浓度与应答

应用于化学应答测试的污染物应该与污染场地中的污染物相同并且浓度接近，此时设备能够给予最准确的化学应答，并给出准确的出峰时间。如果本次应答测试的目的是为了绘制干洗店污染泄漏的污染羽，则选定的应答测试工作液应为尽可能低浓度的 $PCE \leq 1 \text{ ppm}$ 。如果测试目的是绘制加油站石油泄漏的污染羽范围，则操作者应该选取接近检测极限的 BTEX 化合物或汽油混合的污染物。如测试目的是绘制高浓度污染物污染范围，则应该以高浓度进行应答测试，如 10-50 ppm。这可以降低线缆进行化学反应测试发生交叉污染的可能。

10.2 EC 偶极点监测

进行完化学应答测试后，在 FI6000 上和 DI-Acquisition 软件上 EC 偶极点测试都会出现在屏幕上。在 EC 偶极点和探头上开展偶极测试时，将测试夹低端（黄铜）放置于上述上方开始低端测试，维持五秒直到系统捕获数据。与上述类似，开展高端 EC 测试（不锈钢端）。这些测试数据结果应该在 55-290 ms/m 的上下 10%左右变动。

如果 EC 测试不能通过，DI6100 软件将立刻让用户进行一系列的故障检测测试。这些测试将会进行电导率校准，用以确定是否是 EC 测试荷载失效，即 FI6000 内部问题或外部线缆循环故障。

10.3 HPT 参考测试

参考测试的目的在于确保 HPT 压力传感器正常工作，同时用于测量 HPT 注射空工作条件。HPT 参考测试可以测量包含静水压力的大气压，同时可以通过 DI Viewer 软件计算 K 值（土壤透水系数）。

HPT 参考测试程序：

- 1、将 HPT 控制器上连接清水，并打开泵开关。
- 2、使水流流过整个系统，并保证线缆和探头内没有空气残留（系统中残留的空气可能导致水流与压力测试不准确）。
- 3、将探头插入 HPT 参考测试筒，允许水流以 200-300 mL/min 溢出测试筒。
- 4、得到稳定的压力读数后，水流溢出，点击“Capture”按钮。
- 5、将阀关闭，使水流没过测试筒顶端，当压力稳定后，选择“Capture”底部水流键。
- 6、关闭水流，当压力稳定后，选择“Capture”顶部水流键。
- 7、打开下端水阀，并让测试筒内部水流光，待压力稳定后，选择“Capture”底部水流=0。

HPT 参考测试水流读数为 0 意味着真实测试条件下压力传感器读数，传感器只能通过/未通过读数。理想条件下，顶部压力与底部压力将会有 0.22 psi (1.52 kPa) 压力差。通常压力传感器读数将会在 12-15 psi (83-104 kPa) 之间。

10.4 EC 干扰

(1) 检测器在进行过一次高浓度污染场地调查后，由于其处于饱和状态，需要放置一段时间返回监测基线方可进行下次测试。钻测一体化系统通过操作手监测、根据检测器做出适当的调整、针对更高电压设置的增益/衰减的软件调节可以对环境进行长期监测。

(2) 钻测一体化系统可以在很大的污染浓度范围内进行操作，从低浓度溶解相到游离相材料都可以开展测试并进行数据记录。记录完一组数据，污染物吸附在半透膜表面与线缆中，这可能引起检测器基线上升。使用钻测一体化装备在低浓度污染区域进行检测，对钻头和线缆的清洗就尤为重要。如果探头不是完全干净，由于其之前进行的测试，可能导致后续测试结果不准确、浓度偏高。

(3) 电导率测试过程中也可能产生错误数据。当土壤中含有离子污染羽时（氯化物、硝酸盐），土壤 EC 读数可能要大大高于预期值，上述情况还可能发生在：农耕区域、海水灌入、盐矿、矿物储存区等。当遇到金属物体的时候，电导率读数也会大大增高。

(4) 因操作人员经验不同，一些淤泥和黏土中也许并无典型的离子构成。这就导致 EC 读数低于预期值，基于传统土壤材料的经验，引起对土壤类型的误认。这种情况偶尔发生在含有重金属浸出/含有泥沙区域的黏土中。

10.5 更换半透膜

确保半透膜良好工作的两个条件：

1. 当化学应答测试检测极限时，能够得到充分的信号应答；
2. 供应载气流与返回载气流并没有高于 3 mL/min（从测试开始到结束），一个数字/气泡流动尺应该从始至终放置在系统内部。

如果上述两个条件缺一，必须要更换新的半透膜。

11 注意事项

(1) 钻测一体化装备在使用前应做好准备工作和系统检查，避免因操作不恰当、工作负载太大造成操作平台的稳定性降低，导致设备需要进行维修。

(2) 贯入钻测一体化装备钻头前，应确认钻机脚架是否固定，通过钻机传感器实时监测并采集钻头的倾向、倾角和方位角等参数，以确保垂直贯入。

(3) 当钻杆探头移动的时候，避免土壤颗粒带出堵塞 HPT 孔。

(4) 贯入钻测一体化装备钻头前需先进行半透膜透性测试，并加热至 120℃后贯入。

(5) 贯入过程中注意维持等速及等温，贯入速度不宜过快，并避免造成污染。

(6) 现场必须依分析显示污染物浓度调整钻测一体化装备的显示范围。

(7) 透过所制作的检测线，可将钻测一体化装备所得电压信号转化为污染物浓度。

(8) 完成钻测一体化装备探孔后，土孔及时用水泥或膨润土浆回填，避免其成为污染优先传输通道。

(9) 操作人员应当规范操作、保证安全。

(10) 检测过程中可能产生的废弃物应当妥善处理，避免造成环境污染。

12 装备维护

对于给定的化学浓度，受探测器使用年限、型号和维护情况影响，检测系统的响应水平可能会有所不同。可以预料到的是，对于 1ppm 的苯或三氯乙烯，探测器系统将能够提供至少 5:1 的信噪比。其他化合物或浓度可按客户要求执行，但它们在 1ppm 时可能具有不同的响应强度和信噪比。PID 和 XSD(ECD 或 DELCD 以及替代卤素探测器)需要规范的操作。FID 是一种灵敏度较低的探测器，通常用作确认探测器和绘制天然气组分图。

如果无法达到最低响应测试水平，或在全天或项目中探测器灵敏度低于这些水平，操作员必须停止并进行维护，提高系统探测器的灵敏度。纠正措施包括：

(1) 更换半透膜。更换步骤如下：

1) 关闭加热装置，控制面板读出探头自然冷却到 50℃一下；

2) 使用一个干净的刷子和清水彻底清理探头加热点，清理掉赃物异物；

3) 在钻探前完全晾干钻头加热点；

4) 通过使用半透膜扳手移去旧的半透膜，在移去半透膜时，保持扳手与钻头平行，保证扳手

上的凸点准确插入加热点的相应位置上；

注意：不要拆下半透膜后长时间将空洞暴露在外，异物可能会随着载气进入钻头内。

5) 使用铜刷拿出旧的半透膜，每一个新的半透膜都有一个新铜刷。请勿反复使用铜刷。

6) 使用棉签清洗半透膜拆下后钻头内部孔洞，去除掉所有的脏物和异物；

7) 使用新的铜刷插入新的半透膜，确保半透膜与空洞完全契合；

8) 通过螺纹安装新的半透膜，使用手动安装，一开始的时候不要用扳手安装，直到手无法拧动，此时再用扳手上紧，不要上的过紧；

9) 打开载气流，打开加热开关，在半透膜周围加一些肥皂水，用以检测是否漏气，如果水从半透膜中间部位产生气泡/扳手孔附近产生气泡，则需要进一步上紧半透膜；

10) 使用流量尺检测载气流动，从 MP6505 供应的载气流与线缆的返回气流差异不应低于 3 mL/min，在本上将此部分记录。

(2) 制定新的化学标准物质。不需要很长时间标准物质就会出现波动化学标准失去原来的浓度。

(3) 将干线载气流量由 40ml/min 减少至 30ml/min 或 20ml/min。这会降低在管道和膜上的压力，从而增加系统的灵敏度。如果采取这种纠正措施，操作员必须更新已更改的系统运行时间。

(4) 探测器维护：清洗或更换 PID 灯泡、替换 XSD 探针组件或反应器核心。

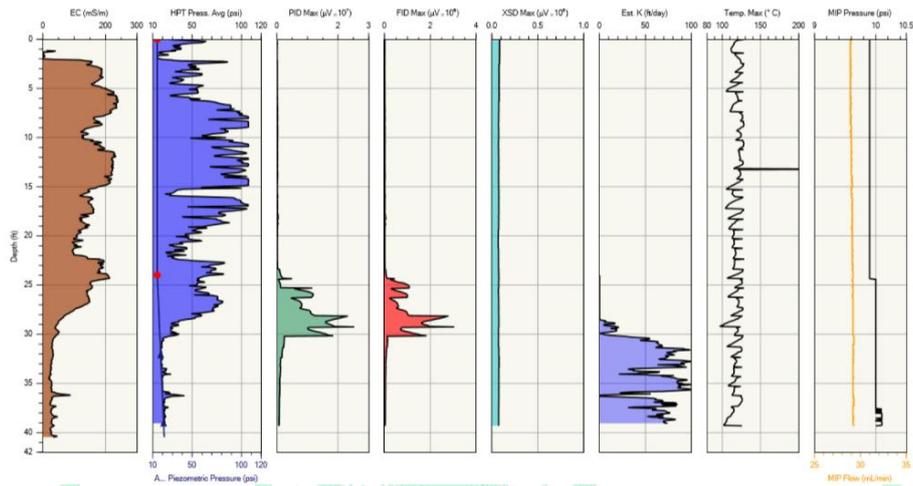
(5) 检查和调整检测器气体流量，特别是在 FID 中。

(6) 更换管道。旧管道可能是污染物相积累的来源之一，污染物在管道中扩散，会降低检测器的灵敏度，降低响应水平和污染物停留时间。

(7) 钻测一体化装备操作人员可通过化学反应测试来监测检测器的反应高度，从而评估膜的性能。随着薄膜使用次数的增加，探测器的响应会下降，表明是时候更换薄膜了，用钢丝刷擦洗可能会使半透膜性能恢复。

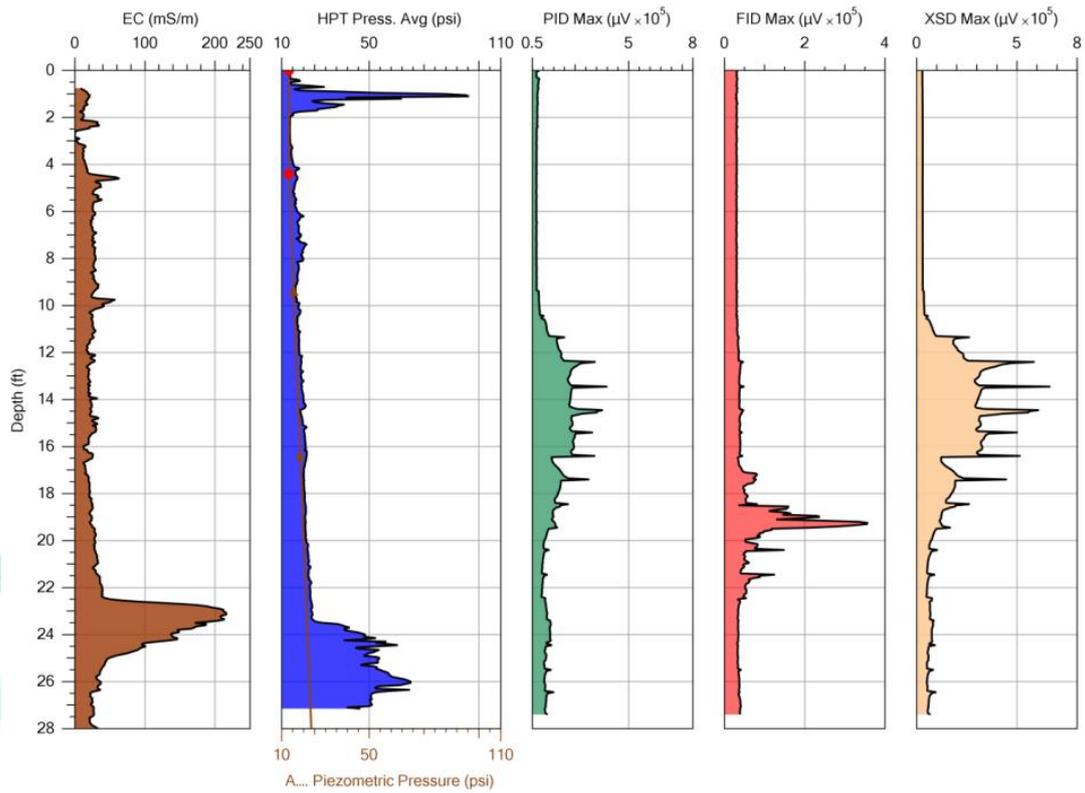
附录 A
(资料性)
案例分析参考

案例分析 1:



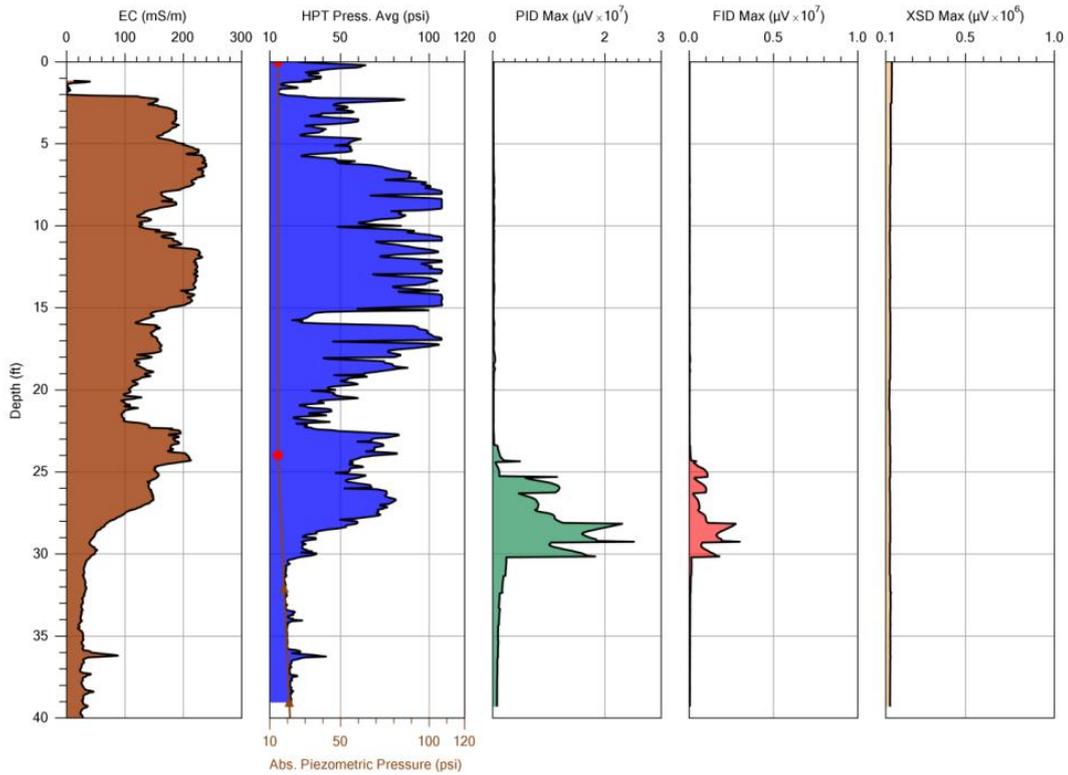
上面的记录显示了从地下 7 米到 9 米有污染。主要检测器响应在 PID 和 FID 上，XSD 几乎没有响应。这表明主要污染物不包含卤族（Cl-、Br-、Fl-）原子，但含有碳氢化合物。污染物存在于较高电导率的地层中这通常表明狭缝的粘土地层和污染物储存区。钻测一体化装备的流量和压力正常表明气体管线没有任何泄漏。钻测一体化装备的温度数据在 4 米处出现峰值表明热电偶损坏，但在继续记录前已得到修复。

案例分析 2:



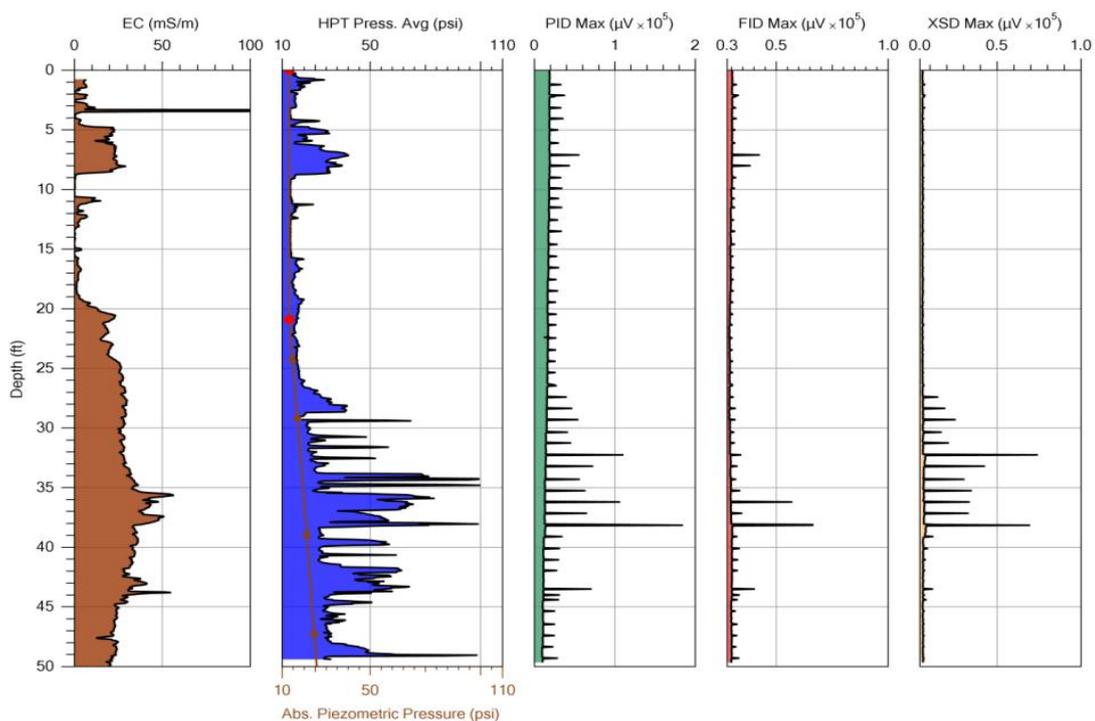
此记录的检测器显示 PID 和 XSD 之间的响应相似，这意味着存在卤化双键化合物（电离电位低于 PID 紫外灯的电离能）。此外，地下 5.5-6.1 米处 FID 出现了较大响应（PID 或 XSD 上没有），表明该深度有电离电位较高的非卤族化合物-可能是甲烷。

案例分析 3:



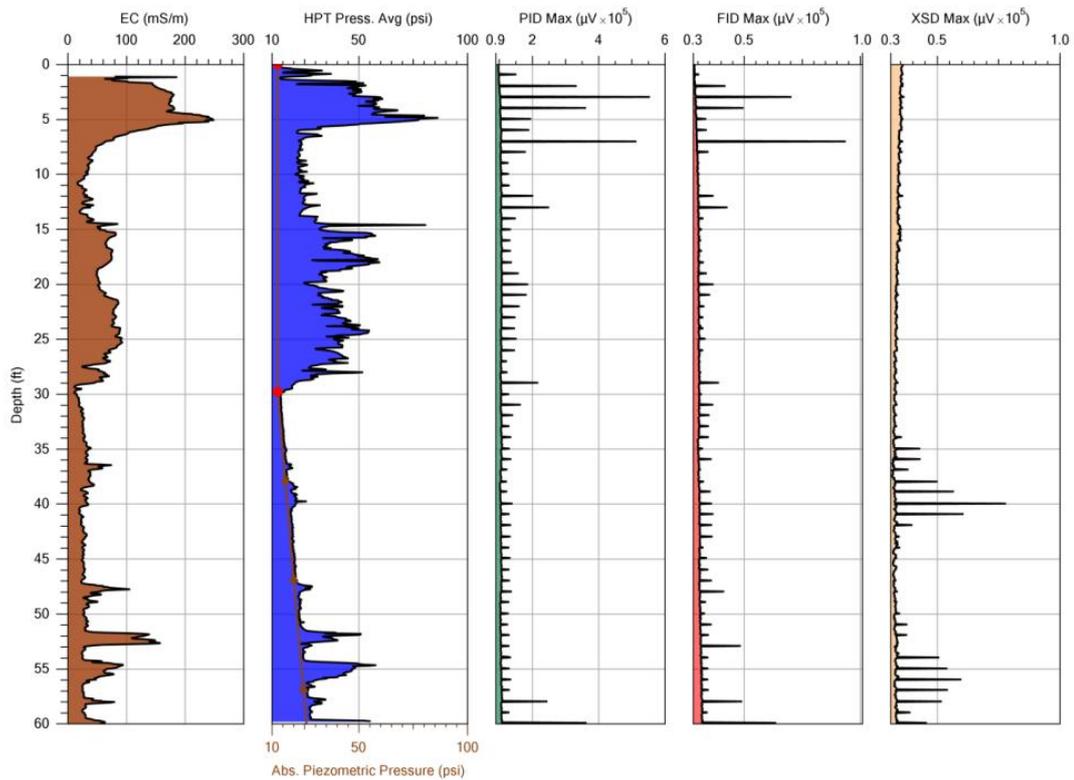
此记录中检测器 PID 和 FID 有相似响应，XSD 没有响应，表明没有卤族化合物。根据 PID 和 FID 的响应判断，它很可能是石油类碳氢化合物。它也可能是 MTBE 或者酮类，例如某些气溶胶中存在的丙酮或 甲基乙基酮。

案例分析 4:



在地下 1.5-3.0 米之间，此日志中检测器 PID 和 FID 有相似响应，XSD 没有响应，表明没有卤族化合物，推测可能是地表附近的石油烃。在 7.6 米以下有相似的 PID 和 XSD 响应且有一定的 FID 响应，表明主要污染物含有卤化 (Cl-, Br-, Fl-) 原子且激发电位小于 PID 紫外灯电离能。据此推测可能是 PCE 或 TCE 等双键卤化物。

案例分析 5:



此记录浅表地层中检测器 PID 和 FID 有相似响应, XSD 没有响应, 表明地块浅层没有卤族化合物, 很有可能是石油碳氢化合物。从地下 10 米开始, 有 2 个独立的 XSD 响应区域, 分别为地下 10-13 米和地下 15-18 米。PID 上的响应很小, 因此这些卤族化合物的电离电位高于 PID 紫外灯激发能, 通常为单键氯化有机物。在这个点位采集两个深层点下水样品送实验室分析鉴定。地下 10-13 米的地层中的主要是 1,2-二氯乙烷, 地下 15-18 米的地层中为四氯化碳和氯仿的混合物。这些化合物的电离电位都高于 10.6eV 的 PID 紫外灯能量。