

ICS

CCS

T/GXDSL

团 体 标 准

T/GXDSL — 2026

水土污染修复场地水文地质精细调查操作 规程

Operating Procedures for Fine Hydrogeological Investigation of Soil and Water
Pollution Remediation Sites

（工作组讨论稿）

（本草案完成时间：2026-01-22）

2026 - - 发布

2026 - - 实施

广西电子商务企业联合会 发布

目 次

前 言 III

1 引言 1

2 范围 1

3 规范性引用文件 1

4 术语和定义 2

5 总则 3

6 调查前资料收集与现场踏勘 3

7 调查网度与勘探布线 3

8 钻探、取样与地层编录 4

9 监测井建设与现场水文地质测试 4

10 地下水流场调查与长期监测 5

11 室内试验与数据分析 5

12 成果编制与数据库建设 6

13 附则 6

前 言

本文件依据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。

本文件由广西产学研科学研究院提出并宣贯。

本文件由广西电子商务企业联合会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

本文件为首次发布。

水土污染修复场地水文地质精细调查操作规程

1 引言

水土污染修复工作的有效实施，高度依赖于对污染场地水文地质条件的精准把握。精细化的水文地质调查是揭示污染物迁移路径、评估环境风险、设计修复方案和预测修复效果的科学基础。传统的水文地质调查方法往往在调查精度、数据密度和三维表征能力上存在不足，难以满足当前复杂污染场地尤其是高分辨率模型构建与精准修复工程的需求，易导致修复方案偏离实际、治理成本增加或修复效果不彰。为统一和规范水土污染修复场地的水文地质精细调查工作，提升调查数据的准确性、完整性与可用性，支撑污染概念模型向高精度数值模型的转变，特制定本操作规程。本规程在整合现有水文地质调查、环境地质调查及污染场地调查相关标准的基础上，聚焦“精细”核心，对调查各环节的技术方法、工作密度、质量控制与成果表达提出了更高要求，旨在为污染场地修复工程的前期调查阶段提供系统化、标准化的技术指导。本规程由广西产学研科学研究院联合环境工程企业与科研机构共同研制。

2 范围

本规程规定了水土污染修复场地水文地质精细调查的工作内容、技术方法、精度要求、质量控制及成果编制等操作规程。本规程适用于工业企业旧址、固体废物处置场、油气化学品储存区等疑似或已确认存在水土污染的场地，为开展风险评估、修复方案编制及工程设计而进行的水文地质精细调查工作。其他需要查明精细水文地质条件的环境地质工作可参照执行。

3 规范性引用文件

下列文件对于本规程的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

GB/T 14848-2017 地下水质量标准

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

DZ/T 0270-2014 地下水监测井建设规范

DZ/T 0282-2015 水文地质调查规范（1:50000）

SY/T 5615-2017 石油天然气地质编图规范及图式（部分图件表达参考）

《地下水环境状况调查评价工作指南（试行）》（生态环境部，2019年）

《污染地块地下水修复和风险管控技术导则》（HJ 25.6-2019）

4 术语和定义

4.1 水文地质精细调查：指为满足水土污染迁移转化模拟与精准修复需求，采用加密的调查网度、高分辨率的勘探技术、分层分段的测试方法和多维度的监测手段，以查明场地含水层结构、地下水流动系统、水文地质参数空间异质性及污染质运移控制要素为目标的高精度调查工作。

4.2 水文地质单元：指根据岩性、水力性质等划分的，具有相对均一水文地质特征的地质体，如潜水含水层、弱透水层、承压含水层等。

4.3 钻探技术套管：指在钻孔过程中随钻探进尺下入孔内，用于防止孔壁坍塌、隔离不同含水层并作为监测井井壁的系列管材。

4.4 水力传导系数（渗透系数）：指单位水力梯度下，水流通过多孔介质单位横截面积的通量，是表征含水层透水能力的关键参数。

4.5 地下水流场：指地下水位或水头的空间分布形态，反映地下水的总体流向和流速变化趋势。

4.6 水文地质概念模型：指对调查场地含水系统结构、边界条件、水力特性及水流运动特征的概化与图形表达。

4.7 地球物理调查：指应用地球物理方法（如电阻率法、地质雷达、地震折射等）探测地下地质结构、含水层分布或污染羽空间展布的非侵入性勘探技术。

5 总则

水土污染修复场地的水文地质精细调查应遵循“针对性、系统性、精准性、实用性”原则。调查工作应以构建可用于数值模拟的高精度水文地质模型为核心目标,其精度应能满足修复工程定量设计与效果预测的要求。调查方案应基于初步调查(Phase I & II)结果和修复目标针对性设计,实行“边调查、边分析、边优化”的动态管理。所有调查活动必须确保人员健康、环境安全与数据质量,严格遵循安全生产与质量控制程序。调查成果应力求直观、定量、数字化,便于修复工程直接应用。

6 调查前资料收集与现场踏勘

在实施现场调查前,必须系统收集与分析所有可用资料。资料收集范围应包括:场地区域地形图(比例尺不小于 1:2000)、历史航拍或卫星影像(时间序列)、区域地质与水文地质调查报告、场地内所有建筑的地下室、管廊、储罐、水池、渗井、化粪池等地下构筑物的设计或竣工图纸、生产工艺流程及原辅材料使用清单、既往环境调查与监测报告、场地及周边气象水文资料(至少 10 年)、土地利用历史变迁资料等。通过对这些资料的分析,初步识别潜在的污染源、污染途径、敏感受体以及水文地质条件的复杂性。

现场踏勘应由具备水文地质和环境调查经验的专业人员完成。踏勘重点包括:核实已有资料信息的准确性;观察场地及周边地形地貌、地表水体、排水沟渠的分布及流向;调查现有井、泉的地下水出露情况并测量其水位和水质初步参数(如 pH、电导率、溶解氧、氧化还原电位);识别并记录可能影响地下水流场的人工设施(如基坑、地下连续墙、防渗层破损点);评估现场作业条件与潜在安全风险。基于资料分析和现场踏勘,编制详细的《水文地质精细调查工作方案》,明确调查目标、技术路线、工作布置、质量保障措施及健康安全环保(HSE)计划。

7 调查网度与勘探布线

精细调查要求勘探点(钻孔、监测井、物探测点等)的布设密度显著高于常规调查。勘探网度应根据场地水文地质条件复杂性、污染羽的预估尺度及修复工程的设计精度要求确定。一般情况下,在疑似污染源区和已确认的污染羽核心区,勘探点间距不宜大于 20 米;在污染羽边缘及可能的影响区,间距

宜为 30~50 米；在背景区或边界控制点，间距可适当放宽但不宜超过 100 米。对于水文地质结构复杂或污染迁移机制不明的重点区域，应采用网格化布点或加密剖面控制。

勘探线应垂直和平行于推测的地下水流向布置。至少布置 2 条平行于流向的主干剖面和 3 条垂直于流向的剖面，构成控制性勘探网络。每条剖面上的勘探点数量应足以控制含水层结构和水力梯度的连续变化。所有勘探点的平面位置应采用差分 GPS 或全站仪测量，高程误差不超过 ± 0.05 米。

8 钻探、取样与地层编录

钻探是获取地下实物资料的关键手段。宜采用无泥浆或使用环境友好型低扰动钻探工艺（如直推式钻探、空气旋转钻探、套管钻进取样等），以最大程度减少对原状地层结构和含水层交叉污染的扰动。钻探过程必须实施全孔连续、高质量的岩芯采取或岩屑采集，对于目标含水层和关键弱透水层，岩芯采取率不得低于 85%。应进行详细的地层编录，内容包括：深度、层厚、岩性名称、颜色、结构、构造、风化程度、包含物、气味、湿度、孔隙发育情况、裂隙产状与密度等，并对可能影响污染物迁移的显著特征（如高渗透性透镜体、裂隙带、粘性土中的砂纹层）进行重点描述和拍照。编录应采用统一规范的术语和符号，记录间隔一般为 0.5 米，岩性变化处加密记录。

土样和地下水样的采集应遵循 HJ 25.2-2019 的相关规定，并强调分层、分段采集原则。针对不同水文地质单元（如包气带、潜水含水层、弱透水层、承压含水层）分别采集代表性样品。地下水样品采集前，需进行充分洗井，直至水质参数（pH、电导率、温度、浊度）稳定（连续三次测量变化率小于 10%）。用于测定挥发性有机物（VOCs）的样品，必须使用低流量采样技术。

9 监测井建设与现场水文地质测试

监测井是长期获取水文地质参数和动态数据的设施，其建设质量至关重要。监测井的设计与施工应严格执行 DZ/T 0270-2014 的要求。针对精细调查，需特别强调：井管材料应化学惰性，不与目标污染物发生反应；滤管段必须精确对准目标含水层，其长度和位置根据地层编录确定；滤料（石英砂）的粒径应根据含水层颗粒分析结果科学选择；止水材料（膨润土或水泥）的回填位置和厚度须确保有效隔离不同含水层，止水效果需通过水压试验或地球物理测井验证。

现场水文地质测试是获取关键参数的直接方法。在每个主要含水层的代表性监测井中，必须进行规范的单孔抽水试验（或微水试验）和注水试验，以确定含水层的水力传导系数（K）、储水系数（S）或

给水度（ μ ）。抽水试验宜采用定流量抽水，持续时间应能充分揭示含水层响应，承压含水层不少于 24 小时，潜水含水层不少于 48 小时。观测井网应至少包括 1 个主井和 2 个不同方向的观测井，以分析各向异性。此外，应在包气带进行双环渗水试验或 Guelph 入渗仪测试，获取垂向渗透系数。利用钻孔进行孔内电视、自然伽马、电阻率、流量等地球物理测井，以连续、高分辨率地识别岩性界面、裂隙发育段和可能的优先流通道。

10 地下水流场调查与长期监测

精细刻画调查期间及不同季节的地下水流场是核心任务。应在所有新建和可利用的现有监测井中，使用高精度水位计（测量误差 ± 0.001 米）在同一时间段（建议在 4 小时内完成）内同步测量地下水位，绘制高精度的等水位线图（等高距 0.1-0.2 米）。对于存在多个含水层的场地，必须分层测量和绘制流场图。此项工作应在不同水文时期（如丰水期、枯水期）至少各进行一次，以揭示流场动态变化。

建立短期或长期的自动化监测网络。在关键位置布设自动水位记录仪，连续记录水位波动，频率不低于每小时一次，持续监测时间不少于一个完整水文年，以分析潮汐、气压、降雨及人为活动对地下水流系统的扰动。同时，可布设多参数水质探头，连续监测 pH、温度、电导率、溶解氧、氧化还原电位等指标的变化。

11 室内试验与数据分析

采集的土样和水样送至具有相应资质的实验室进行分析。土样分析除污染物浓度外，应包括颗粒分析（筛析与密度计法）、孔隙度、有机碳含量、阳离子交换容量、矿物成分（X 射线衍射）等物理化学性质测试，这些参数对污染物吸附、迁移有重要影响。地下水样品需进行全分析，并依据 GB/T 14848-2017 进行水质评价。

综合所有野外调查、现场测试和室内分析数据，进行系统性的数据分析与集成。核心工作包括：建立场地的三维水文地质结构模型，清晰展示各含水层与弱透水层的空间展布及其接触关系。计算并空间插值（如克里金法）关键水文地质参数（ K 、 S 、 n 等），形成参数分区图。基于多期流场监测数据，分析地下水流向、流速（使用达西定律初步估算）及水力梯度的时空变化规律。识别和标定模型边界（定水头边界、隔水边界、流量边界）。最终，构建可用于数值模拟的、高精度的场地水文地质概念模型和初始数值模型框架。

12 成果编制与数据库建设

调查成果应以报告、图件和数据库三种形式系统提交。报告应全面、客观、清晰地阐述调查过程、方法、数据、分析结论与不确定性。核心图件应包括但不限于：实际材料图（比例尺 1:500-1:1000）、水文地质钻孔柱状图组合图、水文地质剖面图（至少 3 条，比例尺纵横向一致）、含水层结构等厚度图、渗透系数等值线图或分区图、多期等水位线图、水文地质概念模型示意图、监测井结构图等。所有图件应符合相关制图规范，并附有必要的图例和说明。

必须建立标准化的调查项目空间数据库。数据库应采用通用的地理信息系统（GIS）格式，分层存储所有勘探点空间位置、钻孔地层数据、监测井结构数据、现场测试数据、长期监测时序数据、实验室分析数据、成果图件元数据等。数据库结构应规范统一，确保数据的可追溯性、可查询性和可被后续数值模拟软件直接调用，实现调查成果的数字化永久保存和高效利用。

13 附则

13.1 本规程自发布之日起实施。

13.2 各相关单位在进行水土污染修复场地水文地质精细调查时，可参照本规程执行。

13.3 本规程引用的国家标准和行业标准，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规程。

13.4 随着调查技术方法的进步，本规程将适时进行修订和完善。