

附件 3

《矿区历史遗留固体废物污染状况调查 技术规范（征求意见稿）》编制说明

《矿区历史遗留固体废物污染状况调查技术规范》编制组
二〇二五年八月

目 录

1. 项目背景	1
2. 标准制订的必要性分析	2
3. 国内外研究进展	2
4. 标准制订的主要方法和技术路线	9
5. 标准主要技术内容及说明	10
6. 对实施本标准的建议	15

1. 项目背景

1.1 任务来源

为贯彻落实《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》《中华人民共和国矿产资源法》等法律法规，强化固体废物环境管理和重金属污染风险防控，规范和指导矿区历史遗留固体废物污染状况调查，根据《关于开展 2024 年度国家生态环境标准项目实施工作的通知》（环办法规函〔2024〕444 号），生态环境部法规与标准司正式立项《矿区历史遗留固体废物污染调查与风险分级技术指南》（后修改为《矿区历史遗留固体废物污染状况调查技术规范》，项目统一编号为 2024-71）编制项目，由生态环境部华南环境科学研究所（生态环境部生态环境应急研究所）牵头，联合生态环境部固体废物与化学品管理技术中心承担该标准的研究工作。

1.2 工作过程

（1）前期准备过程

2020 年 10 月至 2021 年 3 月，编制组牵头开展陕西白河县废弃硫铁矿区污染状况调查和综合治理总体方案编制工作，初步发现历史遗留矿区历史遗留固体废物污染状况调查和评价中存在的技术问题。

2021 年 3 月至 2024 年 3 月，编制组在湖北、湖南、河南、四川、云南、福建等地开展多个历史遗留矿山（区）污染调查评价和专题调研工作，完成了团体标准《尾矿堆填场地污染调查和评价导则》（T/CACE 0121-2024）和陕西省地方标准《涉重金属矿山环境污染防治技术指南 第 2 部分：调查评价》（已送审）等编制工作。

（2）文本编制过程

2024 年 3 月至 5 月，编制组对美国、澳大利亚等发达国家矿山（区）固体废物管理情况进行文献调研，总结国内已有的矿山（区）污染状况调查等工作经验，形成关于矿区历史遗留固体废物污染状况调查技术规范的框架。

2024 年 8 月至 11 月，编制组梳理前期研究内容和工作基础，形成本标准（草案）。

2024 年 11 月，标准通过开题报告专家技术论证会。

2024 年 12 月至 2025 年 7 月，编制组多次召开行业专家研讨会，并根据专家意见修改完善，形成征求意见稿及编制说明。

2025 年 7 月至 8 月，标准通过征求意见稿专家技术审查会。根据专家审查意见，编制完成《矿区历史遗留固体废物污染状况调查技术规范（征求意见稿）》及编制说明。现提请向社会公开征求意见。

2. 标准制订的必要性分析

本标准制订的必要性分析如下。

（1）矿区历史遗留固体废物污染问题突出但缺少统一规范的调查技术要求

截至 2018 年底，我国共有各类废弃矿山约 9.9 万座，其中非金属矿、金属矿山与能源矿山分别约为 7.5 万座、1.17 万座和 1.23 万座，大中型、小型废弃矿山分别有 0.62 和 9.28 万座，开采方式以露天开采为主。2021 年，自然资源部组织开展全国废弃矿山核查工作。结果显示，截至 2020 年，我国尚需治理的历史遗留矿山面积约 42 万公顷。矿山开采产生大量采矿废石、选矿尾矿、冶炼渣等固体废物，同时露天采场开采产生大量剥离物和废石堆积于采场或其周边地区，侵占土地并导致重金属环境污染。《土壤污染源头防控行动计划》中强调，要强化受污染耕地溯源整治，对于耕地周边涉重金属历史遗留矿山，协同开展矿山生态修复与污染治理。现有文件中对于矿区历史遗留固体废物调查、检测指标、评价标准等尚没有明确要求，给相关工作带来诸多不便。

（2）落实《重金属环境安全隐患排查整治行动方案（2025—2030 年）》的要求

为进一步加强重金属污染防治，有效防控重金属环境风险，近日，经国务院同意，生态环境部、国家发展改革委、科技部等九部门联合印发《重金属环境安全隐患排查整治行动方案（2025—2030 年）》（以下简称《行动方案》）。这是继国务院批复实施《重金属污染综合防治“十二五”规划》之后，重金属污染防治领域的又一个重要文件。为深入落实《行动方案》，生态环境部出台《重金属环境安全隐患排查评估整治技术指南（试行）》（以下简称《技术指南》），规定了矿山（含历史遗留）等污染源的重金属环境安全隐患排查、风险评估和隐患整治工作的内容、程序和技术要求，同时，也提出要针对不同重金属污染源环境风险等级，因地制宜进一步开展详细调查，科学制定整治方案。为有效衔接相关工作安排，本标准规范了矿山固体废物污染源详细调查工作技术要求，以便精准识别环境污染，科学制定整治方案，提升历史遗留矿山环境监管效能。

3. 国内外研究进展

3.1 相关政策及标准情况

3.1.1 国外矿山管理相关政策及法律法规

矿业发达国家如美国、澳大利亚、德国、加拿大、日本等国早在 20 世纪 70 年代就十分重视矿山环境保护和治理，实行了比较严格的矿山环境保护和矿产环境评估制度。

美国：美国是最早制订矿山环境保护相关法律的国家，建立了一系列的矿山管理法规和技术规范，如《露天采矿管理与复垦法》（1977），详尽规定了包括原有矿和新开矿作业的标准和程序及复垦技术与目标，以法律的形式确定了复垦的管理机构，明确了复垦的

标准，通过许可证机制、保证金制度和复垦计划等来控制露天采矿对环境的影响。后续又陆续颁布了《矿产规章制度》（1977）和《联邦土地采矿权和工作规定》（2011）等。针对废弃矿山制定了《矿山废弃地清查及其风险评价手册》（1994）、《矿山废弃地初步评估手册》（1998）、《酸性矿井水防治技术手册》（1998）、《加利福尼亚废弃矿山》（2000）、《矿山废弃地界定和治理手册》（2000）、《废弃矿区场地特征和清理手册》（EPA/910-B-00-001）等系列技术文件等。上述文件对矿山关闭及环境管理提出了明确的要求，作为各联邦机构的废弃矿山识别、污染调查、风险评估分类和治理修复工作的重要参考资料。

加拿大：与矿山管理相关的法律法规有《采矿法》（1985）、《加拿大矿山复垦法》（1989）、《矿业法》（1989）、《矿产开发评估法》（1990）、《加拿大安大略省一矿井复垦导则》（1991）、《矿产资源法》（1991）、《矿产业环境保护条例》（1991）、《不列颠哥伦比亚省的采矿复垦：政策概述》（1991）、《矿山酸性岩石排水临时政策》（1993）等。在废弃矿山方面有《矿产开发和关闭》（1991）和《加拿大关闭矿井政策框架》（2010）等文件，对关闭矿山环境管理提出了明确的要求，矿区复垦是加拿大推行矿业可持续发展的重点。

德国：德国矿区土地复垦起步早，颁布了《联邦矿业法》（2013）、《联邦矿业条例》（1995）、《联邦德国环境影响评价法》（1990，2001年修订）、《废弃淹水矿井的水资源管理》（2008），要求企业关闭煤矿时必须采取相关措施规避可能存在的风险，如地表塌陷或有害气体逸散等。矿区景观生态重建和对矿产的勘探、开发和开采都属于采矿活动的一部分，生态重建并不是将土地恢复到开采前的状况，而是按生态恢复规划要求进行建设。《废弃淹水矿井的水资源管理》（2008）阐明了德国在废弃矿井地下水监测、排水管理、排水处理等方面遵循的原则和技术途径。

南非：南非除了在水、气、生态、湿地等方面的通用法律外，与矿山环境保护相关的法律法规还有《南非矿业法》（1991）、《矿山健康与安全法》（1996）、《南非矿产资源政策白皮书》（1998）、《南非矿产和石油资源开采法》（2002），并且对环境标准的要求日趋严格。《南非矿产资源政策白皮书》规定必须加大对矿业活动所有阶段的环境保护和监督检查的力度，废渣、废土安排专场专人管理，种植植物以减少和防止扬尘。其中矿山环境管理实施监督检查制度和保证金制度，以确保对整个矿区环境的恢复治理及对矿山关闭后潜在环境风险进行随时监控。矿山关闭后的监督检查更为严格，并在验收后持续数年。

日本：日本的《矿山保安法》和《金属矿业等矿害对策特别措施法》，对矿山环境管理、监督、矿地复垦和治理费用等，从法律条文上作了明确的规定。日本的《矿业法》就专门明确了矿山环境破坏的赔偿责任，同时制订了保证金制度，以《矿业法》为基础，在矿山灾害防治对策上制定了在产矿山主要适用的《矿山安全法》以及闭坑后的矿山主要适用的《矿害对策特别措施法》。

澳大利亚：澳大利亚的矿山环境管理实行联邦政府与各州共管的体制，联邦政府确定立

法框架并制订各种管理制度，但各州相对有较大权限，根据各自不同的情况设立能源自然资源部、环保部、农业部等部门，自己制订执法条例，内容有所不同。澳大利亚与矿山管理相关的法律包括《采矿法》《环境保护法》《环境和生物多样性保护法》等。针对关闭矿山澳大利亚联邦及地方政府出台了《闭矿战略框架》（2000）、《昆士兰州矿山关闭规划指南》（2001）、《矿山修复》（2006）、《矿山关闭管理手册》（2006）、《矿产行业废弃矿山管理战略框架》（2010）、《澳大利亚废弃矿山管理》（2010）、《西奥闭矿规划指南》（2011）、《矿山修复与关闭计划》（2013）等，要求任何矿山经济活动必须遵守国家生态可持续发展战略，复垦应贯穿于矿业项目规划、实施和闭矿的全过程。

3.1.2 我国矿山管理相关政策及法律法规

近年来，为全面解决历史遗留矿山生态环境问题，我国在露天矿山综合整治、长江经济带废弃矿山修复、黄河流域历史遗留矿山生态破坏与污染状况调查评价、汉丹江流域涉金属矿产开发综合整治等重点领域、重点区域出台了一系列生态环境调查与综合治理政策，从责任主体、财政支持、技术要求等方面作出安排和要求。2019年，自然资源部办公厅、生态环境部办公厅印发《关于加快推进露天矿山综合整治工作实施意见的函》，在全面摸底排查基础上，依法开展露天矿山综合整治，关闭违规矿山，责停污染治理不规范的露天矿山。2020年，生态环境部联合自然资源部印发《关于加强丹江口库区及上游历史遗留矿山污染治理和生态修复工作的通知》，全面排查历史遗留矿山生态环境治理修复状况，统筹确定丹江口库区及上游历史遗留矿山污染治理和生态修复目标，加强综合系统治理。2022年，生态环境部印发了《关于进一步加强重金属污染防治的意见》，要求注重节能减污降碳，全面推动陕西省白河县硫铁矿区污染系统治理，有序推进丹江口库区及上游等地区历史遗留矿山污染排查整治，系统开展污染治理和生态修复。同年，自然资源部、生态环境部、国家林业和草原局联合指导黄河9省（区）开展黄河流域历史遗留矿山生态破坏与污染状况调查评价工作，矿山生态修复与矿山环境污染治理更加突出一体化和协调统筹实施。在扎实推进白河县硫铁矿区污染整治工作的同时，陕西省“举一反三”编制了《陕西省汉江丹江流域涉金属矿产开发综合整治规划（2021—2030年）》，积极推进汉江丹江流域矿山污染防治。

为进一步推动矿山（区）源头治理和系统治理，2024年，自然资源部等七部门印发《关于进一步加强绿色矿山建设的通知》。同年，出台《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》《煤矿土地复垦与生态修复技术规范》等四个国家标准，充分衔接了污染防治、水土保持等要求，强调“保护优先，预防为主”等要求。2025年，新修订的《中华人民共和国矿产资源法》中，设置矿区生态修复专章，明确了历史遗留的废弃矿区，矿区生态修复责任人灭失或者无法确认的，由所在地县级以上地方人民政府组织开展矿区生态修复；同时，要求涉及矿区污染治理的，应当遵守相关法律法规和技术标准等要求，为“十五五”时期矿区污染治理与生态修复提供了有力保障。

3.2 相关技术研究进展

开采前的矿山生态环境是一个包含多种要素的复杂又平衡的系统，矿山的开采打破了这种平衡，开采过程中形成的采矿废石、废渣淋溶水等污染源，不断对这个系统中的环境造成影响，降低矿区周边农用地土壤、地下水、地表水、底泥等环境质量。

当前，我国针对矿山调查的标准、指南及技术规范以自然资源部（含原国土资源部）和生态环境部（含原环境保护部）发布的为主，其中自然资源部门的标准主要包括水文地质、环境地质、遥感、地下水监测、土地复垦等方面。生态环境部门在开展黄河流域历史遗留矿山污染状况调查工作时发布了《黄河流域历史遗留矿山生态破坏与污染状况调查评价技术方案》。该技术方案主要是针对大区域范围定位于概查性质的调查，在针对小尺度或某一具体矿山详细调查时往往适用性不强。

3.2.1 遥感排查技术

矿区历史遗留固体废物因其年代久远、早期开采方式粗放、缺乏长期跟踪监管等因素，具有隐蔽性强、分布零散且范围广等特点，导致识别和排查难度较大。传统通过人员直接现场排查的方法识别效率低，极易识别不全。遥感技术凭借其宏观、动态、高时序分辨率的优势可弥补传统调查方法的不足，已成为追溯矿区历史遗留固体废物分布的主要监测手段。

当前，基于遥感影像的工业固体废物和露天采场识别方法主要分为3类：人工目视解译、基于常规机器学习的半自动解译、基于深度学习的自动解译。此外，低空无人机遥感系统由于不受重访周期限制，实时获取影像资料，可作为卫星遥感的有益补充，在小范围的低空领域具有一定的优势。

遥感技术应用于矿山历史遗留固废排查，主要通过多期高分辨率卫星影像比对、无人机航测和 SAR 雷达来实现调查区域全覆盖，可以解决矿山历史遗留固废隐蔽性强易漏查的问题。针对大区域尺度调查时，还可结合深度学习模型和高光谱分析，构建“多源数据—建立解译标志—目标解译—实地验证”技术体系，通过机器比对解译标志，自动识别历史遗留固体废物并分类。在实际应用时，通常将遥感技术与其他排查技术协同连用，形成“天-空-地”协同立体化排查模式。该模式在黄河及长江经济带“清废行动”等实践中已初显成效。

3.2.2 堆存量测算技术

矿区历史遗留固体废物堆存量的精准估算对后续固体废物治理工程的实施具有重要的基础性作用。然而，在实际工作中，历史遗留固废堆存量的测算面临诸多技术性挑战。一是场地可达性差。矿区历史遗留固废通常堆存年代久远，堆场多分布于山区林地等交通不便区域。由于长期无人维护，原有进场道路大多损毁废弃，导致现场勘查人员进出困难，大型测量设备运输受阻，给实地测量工作带来极大不便。二是测量技术难度大。受早期粗放式采矿方式影响，固体废物在野外堆存形态多样。大量历史遗留固废被直接倾倒入自然形成的山谷中，形成深度较大的堆填体。此类堆体具有埋藏深、形态不规则等特点，仅依靠常规地形测

绘方法难以准确获取地下部分的堆存量数据。

固体废物堆存量测算关键是要获取堆体表面及底部高程数据。要获取固体废物堆存量，通常需要结合多种测量方法，如地形测绘、地球物理勘探、钻探等。

(1) 地形测绘法

地形测绘方法通常包括传统地面测绘法、卫星遥感测绘技术、航空遥感测绘技术、新兴测绘技术。各种测绘方法如表 3-1 所示。

表 3-1 各类地形测绘方法汇总表

测绘方法分类		方法场景及适用性
传统地面测绘方法	平板仪测绘法	通过平板仪和图板进行实地测量及绘图，适用于小范围高精度测绘，但效率较低
	全站仪测量法	结合电子测距和角度测量功能，可快速获取点位三维坐标，精度可达毫米级，广泛应用于工程测量和控制网建立
	水准测量	使用水准仪进行高程测量，是建立高程控制网的基础方法
卫星遥感测绘技术	GNSS 测量	利用全球导航卫星系统（如 GPS、北斗）进行定位，其中 RTK 技术可实现厘米级实时动态测量
	卫星摄影测量	通过高分辨率卫星影像获取大范围地形数据，适合区域性测绘
航空遥感测绘技术	航空摄影测量	采用有人机搭载航摄影仪获取影像，经空三加密生成数字高程模型和正射影像
	机载 LiDAR 测量	通过激光雷达系统快速获取高精度三维点云数据，具有穿透植被的优势
新兴测绘技术	无人机测绘	灵活高效，可搭载多光谱相机或 LiDAR 进行倾斜摄影，适用于小范围精细测绘
	三维激光扫描	通过地面激光扫描仪获取密集点云，特别适合建筑物、矿区等复杂地形的精细建模
	雷达测绘	通过将雷达测绘系统搭载于无人机，可兼具灵活性和高分辨率优势，适用于困难区域的测绘

在实际应用中，通常需要结合测绘范围大小、精度要求、地形特点等因素，选择多种方法组合使用来获得最佳测绘效果。

(2) 地球物理勘探法

地球物理勘探法简称物探法，是利用地质体物理特征如地震波场、磁场、重力场、地热场、放射性等场源属性的差异，进行地下空间探测，开展地下地质结构调查以及地下填图的方法的合集，应用时需根据物理现象对地质体或地质构造做出反演和解释推断。通常为了获得更准确有效的解释结果，一般需配合多种方法进行配合验证。常用的地球物理勘探法、适用范围及优缺点如表 3-2 所示。

表 3-2 常用物探方法使用范围及优缺点

方法名称	物性参数	应用范围	适用条件	优缺点
探地雷达	介电常数和电导率	适用于探测浅部断层、构造破碎带、岩溶、地质灾害（滑坡、塌陷等）、堤坝隐患和覆盖层分层，以及隧道施工地质超前预报等	目标地质体与周围介质的介电常数差异显著	受地形地势影响较大

方法名称	物性参数	应用范围	适用条件	优缺点
高密度电法	电阻率	适用于详细探测浅部不均匀地质体的空间分布,如洞穴、裂隙、墓穴、堤坝隐患等	目标地质体与周围介质电性差异显著,其上方无极高阻或极低阻的屏蔽层;地形平缓	地形地势影响较小,抗干扰能力相对较大,在浅层也有明显电阻率分层效果
瞬变电磁法	电阻率	探测断层、破碎带、岩溶及地层界面,调查地下水和地热水源,圈定和监测地下水污染,探查堤坝隐患和水库渗漏	目标地质体具有一定的规模,且相对呈低阻,无极低阻屏蔽层;测区电磁干扰小	受外磁场干扰较大,浅层分析不明显
地震反射波法	波速	探测覆盖层厚度及不同深度的地层界面	地层之间具有一定的波阻抗差异	矿渣本身部分与土黏合,波性差异较小,可能难以区分出矿渣与原土
面波勘探法	波速	地层划分;公路、机场跑道质量无损检测;地下空洞及掩埋物的探测;饱和砂土层的液化判别	目标地层或地质体与围岩之间存在显著的波速差异	折射波法和反射波法对于波阻抗差异较小的地质体界面反映较弱,不易分辨,而瑞雷波探测深度较小

根据各种物探的优缺点,在矿山历史遗留固废堆存量调查时通常选用高密度电法作为物探方法。由于物探测量结果具有不确定性,在采用高密度电法进行大范围快速探测、获取堆体埋深分布特征和异常区域后,通常需要开展一定比例的钻孔进行验证,且需要确保钻孔穿透渣堆进入基岩,以获取精确埋深数据。随后将钻孔实测数据与物探解译结果进行比对校正,建立可靠的物探反演参数关系,最后通过空间插值算法构建三维埋深模型,并将整体误差控制在 $\pm 10\%$ 以内。

(3) 堆存量计算方法

一般来讲,方量计算方法有:方格网法、不规则三角网法(DTM法)、平均高程法、块面法、断面法等。

①网格计算法

对于大面积的堆存体方量估算以及一些地形起伏较小、坡度变化平缓的场地适宜用方格网法。这种方法是将场地划分成若干个方格网,然后计算每个四棱柱的体积,从而将所有四棱柱的体积汇总得到总的土方量。

②DTM 法

该法利用实测地形碎部点、特征点进行三角构网,对计算区域按三棱柱法计算土方(三角网法适用于小范围大比例尺高精度的地形情况)。基于不规则三角形建模是直接利用野外实测的地形特征点(离散点)构造出邻接的三角形,组成不规则三角网结构相对于规则方格网,不规则三角网具有以下优点:三角网中的点和线的分布密度和结构完全可以与地表的特征相协调,直接利用原始资料作为网格结点;不改变原始数据和精度;能够插入地形线以保

存原有关键的地形特征，以及能很好地适应复杂、不规则地形，从而更好地表达真实的原始地面特征。但是要注意的是，DTM方法计算土方量精度虽高，但其计算过程中数据量大，占用大量存储空间。因此，如果地图本身数据量大时，应慎重考虑是否采用该方法。

③平均高程法

平均高程法测量时隔20 m测1个碎步点，把所有的碎步点高程相加取平均，作为该测区平均高程。该方法通常被施工单位采用，但该方法误差较大。

④块面法

块面法适用于地形变化不连续的地形情况，如农田（梯田）规整规划等的土方计算，块面法计算土方量。

⑤平行断面法

当地形复杂起伏变化较大，或地狭长、挖填深度较大且不规则的地段，宜选择平行断面法进行土方量计算。土石方量精度与间距的长度有关，间距越小，精度就越高。但是这种方法计算量大，尤其是在范围较大、精度要求高的情况下更为明显。若是为了减少计算量而加大断面间隔，就会降低计算结果的精度，所以断面法存在计算精度和计算速度的矛盾。

3.2.3 污染状况调查技术

2022年自然资源部门发布了针对矿区地下水的监测规范《矿区地下水监测规范》（DZ/T 0388）。目前，尚无针对矿山历史遗留固废和矿区周边地表水、土壤等环境介质的相关调查技术规范。在具体工作开展时，通常参考建设用地土壤、农用地土壤、地表水等环境介质的环境质量调查规范。但考虑到矿山实际情况，如场地地形变化大，堆场堆存形式多样等，这些标准用于矿山调查仍存在过严或不适用的情况。

3.2.4 矿区固体废物治理技术

矿区固体废物及其堆场具有以下特点。一是不同矿种固体废物的化学组分有较大差异。我国历史遗留矿山矿种有砂石矿、粘土矿、铝土矿、煤矿、铁矿、硫化矿、铜矿等金属矿等，不同矿种的主要成分不同。二是固体废物堆场防渗系统差异大，部分固体废物堆场因历史选址原因，底部含有岩溶通道，或底部防渗措施未达到设计要求。三是固体废物堆场地表阻隔管理情况差异大，部分堆场表面无任何截排水管理措施等。

本部分对原位、异位或回填利用等技术要求进行了详细规定。要求根据环境调查结果和各堆场整治工程实际情况（如堆存量大小、道路可达性等），以技术可靠、经济合理、环境改善为原则，坚持自然恢复与人工修复相结合，强化协同治理与源头防控，差异化选择原位、异位或回填利用等整治技术，系统开展矿区历史遗留固体废物污染治理。

3.3. 与同类标准的对比与分析

本标准规定了矿区历史遗留固体废物污染状况调查的原则、内容、程序、方法和技术要求，特别是对资料收集与分析、采样调查对象与范围确定、固体废物污染特征调查、污染物

迁移途径调查、周边环境状况调查、治理要求、质量保证与质量控制等方面技术要求等作了详细规定。在国家现行固体废物性质、堆存量和土壤污染状况调查等标准基础上，结合我国矿山（区）固体废物总体情况编制而成，是国家系列技术规范的补充和延伸。内容上力求突出矿区历史遗留固体废物调查的技术要求，层次上尽量体现与各标准之间的衔接配套关系。现有标准技术中关于地表水、地下水、土壤等现场调查等内容为本标准提供技术支撑。

此外，本标准是《技术指南》中矿山（含历史遗留）污染源调查的进一步细化。考虑到同一矿山（区）中固体废物堆场类型和数量多，提出针对前期排查发现污染或疑似存在污染的矿区，应进一步量化各堆场固体废物属性、堆存量和可能影响范围的调查要求。同时，结合不同堆场危害性、扩散性，提出原位、异位、回填利用、监测等分类治理措施的技术要求。

4. 标准制订的主要方法和技术路线

4.1 标准制订的主要方法

（1）深入参阅相关法律法规与国内外相关标准

广泛参阅了国内关于矿山环境管理、固体废物污染防治的法律法规，确保标准内容符合法律框架与相关国家标准。同时，深入研究了发达国家矿山环境管理相关标准制订和使用情况，保证了标准内容和理念的先进性。

（2）多渠道数据与信息收集

通过官方统计报告、政府和企业调研、互联网资源等多渠道，全面收集了我国矿区历史遗留固体废物分布与数量、污染状况调查、综合治理与管理存在的困难等关键信息。在技术归纳、整理和分类时，调研了长江流域、黄河流域、粤港澳大湾区等地矿区历史遗留固体废物污染状况调查实施案例，借鉴了较为成熟的固体废物污染状况调查的标准关键技术要点，确保标准技术要求清晰、合理。

（3）专家评审与修订完善

标准草案完成后，通过邀请了行业专家、学者和相关部门代表进行评审，广泛征求意见和建议。对标准进行了多次修订和完善，确保标准的科学性和合理性。

4.2 标准制订的基本原则

为了确保本标准的科学性、合理性、可操作性和社会可接受性，坚持如下原则。

（1）系统性原则：坚持精准治污、科学治污、依法治污，系统调查矿区历史遗留固体废物污染特征、污染物迁移途径、周边环境状况及敏感受体，综合评估固体废物污染状况。

（2）科学性原则：遵循客观规律，充分考虑矿区历史遗留固体废物的历史、现状和管控需求，广泛借鉴参考国内外相关基础调查指标体系、技术方法等成熟经验，确保方法科学，结果准确。

(3) 可操作性原则：充分衔接当前我国已开展的矿区历史遗留固体废物污染的调查工作，考虑人力、资金、后勤保障等条件，并结合当前科技发展和专业技术水平，确保相应工作程序和技术要求切实可操作。

4.3 标准制订的技术路线

本标准总体构架设计的编制遵循以下技术路线，如图 4-1 所示。

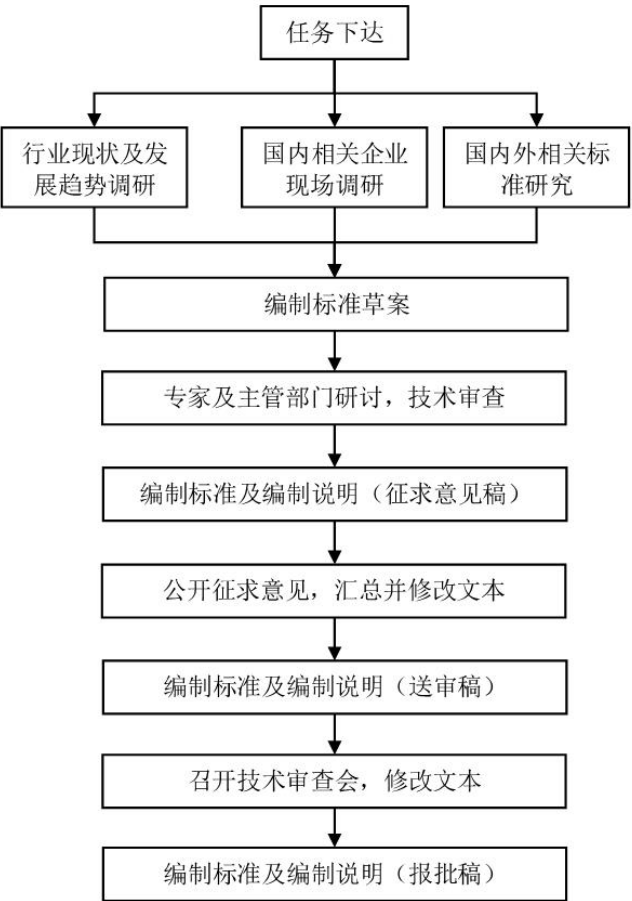


图 4-1 标准编制技术路线图

5. 标准主要技术内容及说明

5.1 标准适用范围

本部分是本标准适用范围的界定。

本标准规定了矿区历史遗留固体废物内容、程序、方法和技术要求。本标准适用于指导对于存在或疑似存在环境污染的历史遗留矿山（区）内固体废物及其堆场污染状况的详细调查。已纳入环境监管清单的尾矿库和正规渣（堆）场按已有环境管理要求开展工作。本标准不适用于含放射性的固体废物污染状况调查。

5.2 标准结构框架

本标准主要章节设置包括：适用范围、规范性引用文件、术语和定义、工作程序、资料收集与分析、采样调查对象与范围确定、固体废物污染特征调查、污染物迁移途径调查、周边环境状况调查、调查结果分析、治理要求、质量保证与质量控制、报告编制等，共 13 章，外加前言和附录两部分。

5.3 术语和定义

本部分为执行本标准制订的专门术语和对容易引起歧义的名词进行定义。其中，矿区历史遗留固体废物的定义以“责任主体缺失”为核心，参考了《土地复垦条例》（国务院令 592 号）和《矿山地质环境保护规定》（自然资源部令第 4 号）等文件。

5.4 资料收集与分析

本章规定了矿区历史遗留固体废物污染状况调查的资料收集与分析技术要求。

（1）资料收集

对于存在或疑似存在环境污染的矿区历史遗留固体废物，本标准参考已有矿区历史遗留固体废物污染调查实践经验，对污染调查工作开展前推荐收集的资料内容作出要求。

（2）现场踏勘

主要调查固体废物堆场及其周边环境状况。现场踏勘范围不小于采样调查范围。对于固体废物堆场，结合全面性排查结果，通过无人机航拍、现场核查等方式，对疑似固体废物堆场进行核实。结合卫星影像和无人机航拍情况进行现场踏勘，调查矿山周边地表水、地下水及农用地分布及利用情况。

（3）人员访谈

人员访谈的目的是解答资料收集和现场踏勘所涉及的疑问，以及信息补充和已有资料的考证。本部分对访谈内容和要求作了规定。

5.5 采样调查对象与范围确定

考虑到矿区历史遗留固体废物对不同环境介质的影响范围和影响途径有较大差异，为满足精准调查的同时，尽量减少工作量和工作成本，对地下水、地表水、底泥、农用地土壤等调查范围分别进行了规定。

考虑到存在岩溶地区地下水通道不确定的情况，未对堆场地下水建设距离要求进行限制性规定，需结合水文地质勘察结果进行判断。对于农用地土壤，参考《技术指南》确定对堆场下游 3 km 范围开展调查。对于地表水，主要参考《黄河流域历史遗留矿山污染状况调查评价技术方案》。对于底泥，主要参考《地表水和污水质量监测技术规范》（HJ/T 91）。

5.6 固体废物污染特征调查

5.6.1 堆存量测算

开展矿山历史遗留固体废物堆存量测算首先需确定各堆体边界。结合以往工作经验，通常开展地形测绘的比例尺至少需达到 1:500，为满足矿区（山）固体废物堆存量测算精度要求，堆场边界线测绘应完整反映堆体坡脚线、挡墙等关键要素，边界转折点应实测标注坐标，在堆体表面出现明显高低起伏变化处应视情况加密测绘获取高程数据。

在保证相应测量准确度的前提下，基于我国矿山历史遗留固体废物堆场现实情况，应尽可能采取可操作性强且兼具经济实用的组合技术方法。由于矿区历史遗留固体废物堆存形态多样，不同的堆存形态在很大程度上影响了固废堆体堆存量的测算方法。编制组结合我国矿山历史遗留固废的堆存特点，归纳总结出四种典型固废堆存形式：平地堆放型、边坡堆放型、洼地堆放型、沟谷填埋型。根据固体废物不同堆存形态，推荐采用测绘、地球物理勘探、钻探等组合技术手段开展外业测量工作。

（1）平地堆放型

对于平地堆放型堆体，可默认现状地面即为原始地形，将堆体边缘高程数据取平均作为堆体底部高程，通过工程测绘或无人机三维激光扫描采集堆体现状高程和地面高程。采集示意图如图 5-1 所示。

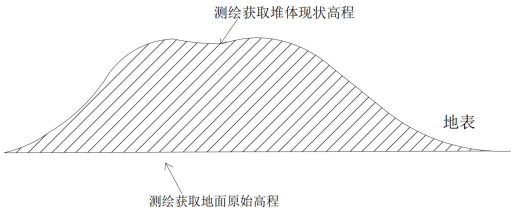


图 5-1 平地堆放型堆体高程数据采集示意图

（2）洼地堆放型

对于洼地堆放的堆体（堆体周围地形较平坦，但堆存区存在一定凹陷），可通过 RTK 测绘获取固体废物堆体表面高程数据。其堆存区原始地形的高程数据可直接通过钻探的方法获取。每个废渣堆的钻探孔数可结合地形和现场实际情况确定，建议不少于 3 个，若地形起伏较大可适当增加布设密度。最后将钻探获取的堆体深度转换为原始地形高程数据。采集示意图如图 5-2 所示。

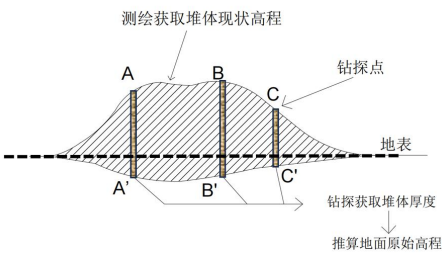


图 5-2 洼地堆放型堆体高程数据采集示意图

(3) 边坡堆放型

对于山体起伏较平缓的边坡堆放型堆体，其原始地形的高程数据可通过测绘结合钻探验证的方法获取。具体方法为将堆体边缘高程数据取平均作为山坡原始地形标高，考虑到山坡坡面的起伏，一般需结合钻探进行验证，验证孔位的个数可结合地形和现场实际情况而定。最后，将钻探获取的堆体深度转换为堆体底部高程数据。采集示意图如图 5-3 所示。

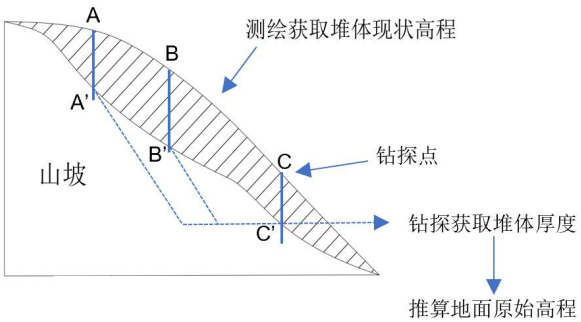


图 5-3 边坡堆放型堆体高程数据采集示意图

(4) 沟谷堆放型

根据每个固体废物堆体的形态及地形条件布设物探剖面，每个堆体至少布设 3 条剖面主线，测线点距 5 m，若地形起伏较大可适当增加物探测线剖面，钻探验证点位尽量布设在物探剖面上，若由于地形原因无法在剖面上进行钻探，可适当对验证点位进行调整，要求每条物探剖面至少有 1 个钻探验证点位。采集示意图如图 5-4 所示。

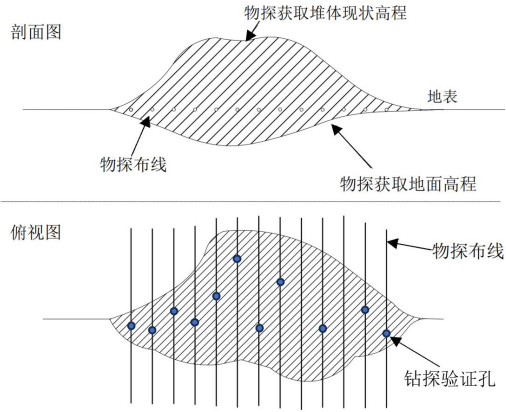


图 5-4 沟谷堆放型堆体高程数据采集示意图

最后，根据工程测绘、地球物理勘探、钻探等测量结果，结合三角网法（DTM）或方格网法计算固体废物堆存量。

5.6.2 固体废物属性调查

列入《国家危险废物名录》的矿区历史遗留固体废物可直接判定为危险废物。对于未列入《国家危险废物名录》的固体废物，应依据 GB 18599 规定，确定一般工业固体废物属性。

目前已发布的针对矿山固体废物相关采样的标准中，如《一般工业固体废物用于矿山采坑回填和生态恢复技术规范》（DB 15/T 2763-2022）《一般工业固体废物回填与修复矿山采坑技术规范 粉煤灰、炉渣》（DB 21/T 4069-2024）《尾矿堆填场地污染调查和评价导则》（T/CACE 0121-2024）等，均规定按照 HJ/T 20 的要求进行最小份样数的采集。因此，本标准拟参考 HJ 298 固体废物的最小份样数规定，每类固体废物布设采样点不少于 5 个。考虑到矿区历史遗留固体废物总量大、类型多样，同种类别固体废物存在多个堆场或总堆存量大于 20000 m³ 的，视情况增加样品份样数，以保证固体废物采样代表性。

此外，本标准对固体废物采样方法、采样数量以及检测指标等进行了规定。

5.6.3 固体废物淋溶水调查

在地表水过流或雨水淋溶条件下，可能存在固体废物淋溶水。为评估固体废物在大气降水淋溶作用下对周边地表水可能造成的环境影响，同时作为固体废物淋溶水负荷计算依据，本标准对固体废物淋溶水采样点位布设原则、采样方法、采样数量、检测指标等进行了规定。

5.7 污染物迁移途径调查

受水文地质类型、矿床特点、围岩特性、开采方式等影响，矿区污染物迁移通道不确定度大。本部分规定了污染物随地下水、降雨或地表径流以及大气等迁移途径调查的技术要求。

5.8 周边环境状况调查

5.8.1 周边地下水污染状况调查

历史遗留矿山堆存的固体废物，在降水淋滤作用下持续释放污染物，随地下水迁移扩散，对下游含水层构成长期污染威胁。标准根据固体废物堆场产流情况，结合自然资源部门发布的针对矿区地下水的监测规范《矿区地下水监测规范》以及国内已开展的矿区地下水调查工作经验，规定了地下水采样点位布设原则、采样方法、检测指标等，以查明堆场周边地下水水质总体状况。

因此，针对矿区历史遗留固体废物堆场的地下水监测工作，本标准基于以往大量实际工程经验并参考现有规范标准，设置了科学合理的监测点位布设要求。考虑到矿山区域特殊的地形条件和高海拔环境特点，在确保采样具有代表性的前提下，对采样点设置作出以下规定：

在背景值监测方面，由于矿区上游钻井施工难度大、成本高，且采集不到地下水的情形较普遍，建议优先选择天然出露的泉眼、渗水点等作为地下水背景监测点位，这一措施既能保证监测数据的可靠性，又可显著降低调查成本。对于多个固体废物堆场集中分布在同一汇水单元的情况，基于地下水流动和污染物迁移规律，允许采用优化布点策略：每个汇水单元可在上游区域设置 1 个具有代表性的区域背景监测点，同时在下游方向根据污染物扩散路径至少布设 1 个共用监测点，既满足监测要求又避免重复建设。

5.8.2 周边地表水和底泥污染状况调查

本标准根据固体废物堆场产流情况，主要关注堆场所在支流下一级干流水系污染状况，结合《黄河流域历史遗留矿山污染状况调查评价技术方案》等，规定了地表水采样点位布设原则、采样方法、检测指标以及评价方法等，以查明调查范围内地表水和底泥污染状况。

5.8.3 周边农用地土壤状况调查

固体废物堆场中的污染物可能通过淋溶、扬尘等方式影响周边农用地。结合《黄河流域历史遗留矿山污染状况调查评价技术方案》《农用地土壤重金属污染溯源指南》及 HJ/T 166 和 NY/T 395 相关技术要求，本标准规定了农用地土壤采样点位布设原则、采样方法、检测指标以及评价方法等，以查明调查范围内农用地土壤污染状况。

5.9 调查结果分析

本部分规定了调查结果评价的技术要求，包括固体废物属性确定方法，污染负荷计算方法，以及周边环境介质污染状况评价方法等。

5.10 治理要求

以技术可靠、经济合理、环境改善为原则，以自然修复为主，人工治理为辅，系统开展矿区历史遗留固体废物污染综合治理。本部分对不同固体废物治理策略，提出相应工作要求。

5.11 质量保证与质量控制

本部分规定了调查过程的质量体系建设要求，以及调查方案制定、调查方案实施、调查报告编制环节的技术要求，确保方案技术路线的合理性、检测数据的代表性、质量保证与质量控制计划全面性、调查结果的可靠性。

5.12 报告编制

报告主要内容包括概述、区域概况、污染识别、采样调查方案、固体废物污染特征、污染物迁移途径、周边环境状况、结论与建议等。

6. 对实施本标准的建议

本标准实施后，建议开展配套政策宣贯，包括矿区历史遗留固体废物污染防治的政策要求、调查和治理技术要求、环境风险精准管控思路、标准解释说明及实施过程中的注意事项等，用于指导地方开展历史遗留重金属环境监管工作，防范重金属污染环境风险。另外，建议进一步开展矿区历史遗留固体废物精准调查，以及矿坑回填、资源化利用等方面的技术研究工作，为深入解决行业存在的技术问题、进一步降低环境风险提供依据。

本标准为你推荐性标准，其实施需要配套相应的管理措施。同时，随着科学技术不断发展，大量新技术不断涌现，为鼓励先进技术的使用，建议对本标准进行适时修订。