

### 伴生放射性矿开发利用场地土壤放射性 污染调查技术导则

Technical guidelines for investigation on soil radioactive contamination of the land  
for development and utilization of other radioactive mines

2025 - 01 - 23 发布

2025 - 04 - 23 实施



# 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 总则 .....	2
5 第一阶段调查内容 .....	3
6 第二阶段调查内容 .....	4
7 报告编制 .....	6
附录 A（资料性） 收集的资料清单 .....	7
附录 B（资料性） 监测分析方法 .....	8
附录 C（资料性） 无限制开放场所评价 .....	9
附录 D（资料性） 伴生放射性矿开发利用场地土壤放射性污染状况调查报告编制内容大纲 .....	10

## 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。

本文件由广东省生态环境厅提出、归口，并组织实施。

本文件起草单位：广东省环境辐射监测与核应急响应技术支持中心、广东省核工业地质局辐射环境监测中心。

本文件主要起草人：林淑倩、周志军、李冠超、胡丹心、胡颖、陈志东、马卫江、陈静、吕雯玥、杨波、林健。

# 伴生放射性矿开发利用场地土壤放射性污染调查技术导则

## 1 范围

本文件规定了伴生放射性矿开发利用场地土壤放射性污染状况调查的程序、第一和第二阶段调查内容、要求和报告编制等内容。

本文件适用于伴生放射性矿开发利用场地土壤放射性污染状况调查。退役场址的验收监测和其他受天然放射性污染场地的调查参照执行。

## 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 8999 电离辐射监测质量保证通用要求

GB/T 14506.30 硅酸盐岩石化学分析方法 第30部分：44个元素量测定

GB/T 16145 环境及生物样品中放射性核素的 $\gamma$ 能谱分析方法

HJ 61 辐射环境监测技术规范

HJ 1148 伴生放射性矿开发利用项目竣工辐射环境保护验收监测报告的格式与内容

HJ 1157 环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范

EJ/T 1117 土壤中镭-226的放射化学分析方法

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**土壤放射性污染状况调查 investigation on radioactive contamination of soil**

采用系统的调查方法，查明场地是否存在放射性污染，确定污染程度和范围的过程。

### 3.2

**伴生放射性物料 other radioactive material**

非铀（钍）矿产资源开发利用活动中使用或产生的铀（钍）系单个核素活度浓度超过 1Bq/g 的原矿、中间产品、尾矿、尾渣和其他残留物等。

[来源：HJ 1148—2020，3.3]

### 3.3

**伴生放射性固体废物 other radioactive solid waste**

非铀（钍）矿产资源开发利用活动中产生的铀（钍）系单个核素活度浓度超过1 Bq/g预期不再利用的固体废物，包括采选及冶炼过程产生的尾矿、尾渣和其他残留物等。

[来源：HJ 1148—2020，3.4，有修改]

### 3.4

**对照点 comparison point**

位于场地边界外，受被监测辐射源（或伴有辐射活动）的环境影响可以忽略，能够提供场地及周围区域环境辐射本底值的监测点。

[来源：HJ 61—2021，3.10，有修改]

## 4 总则

### 4.1 工作程序

伴生放射性矿开发利用场地土壤放射性污染状况调查分为两个阶段，调查的工作程序如图1所示。

### 4.2 启动条件

原则上场地内有放射性污染产生的生产环节已完全停止。

### 4.3 第一阶段调查

本阶段是放射性污染识别阶段，主要以资料收集、现场踏勘和人员访谈为主。根据前期资料调查结论对场地及周围区域进行现场踏勘，分析场地是否存在放射性污染。若第一阶段调查确认场地及周围区域不存在放射性污染的可能性，则认为场地的环境状况可以接受，调查活动结束；否则，应开展第二阶段调查。

### 4.4 第二阶段调查

本阶段是放射性污染确认阶段，以现场采样和实验室定量分析为主。通过第二阶段调查确认土壤是否存在放射性污染，明确放射性污染核素、污染的程度和范围、污染物分布情况等。

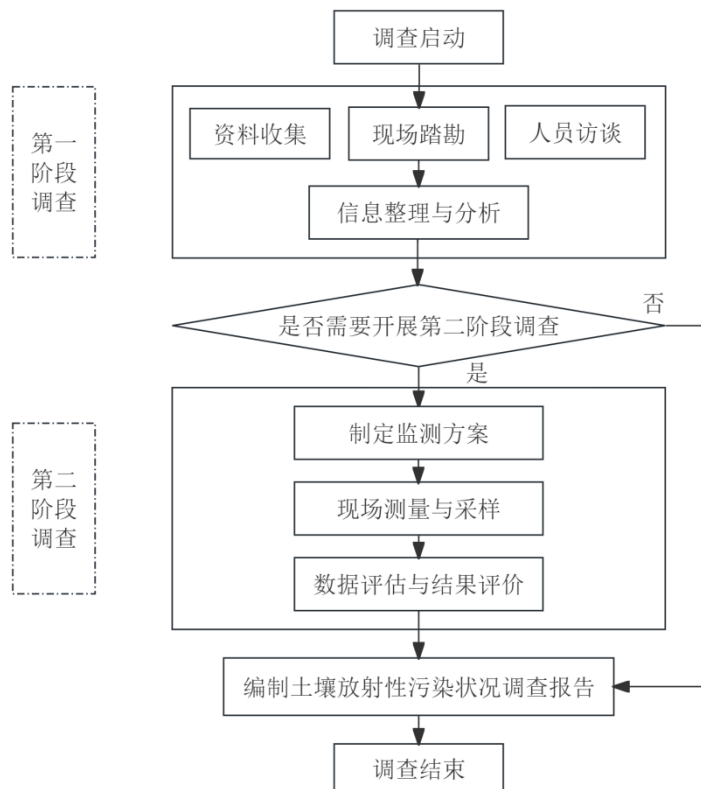


图1 伴生放射性矿开发利用场地土壤放射性污染状况调查工作程序

## 5 第一阶段调查内容

### 5.1 资料收集

#### 5.1.1 主要内容

收集的资料内容主要包括场地的基本信息、生产信息、辐射环境管理记录、区域环境状况、自然和社会环境状况等。当调查场地与相邻地块存在相互污染的可能时，应调查相邻地块的相关记录和资料。收集的资料清单见附录A。

#### 5.1.2 资料分析

调查人员应根据专业知识和经验识别资料中的信息，因资料缺失影响场地放射性污染状况分析时，应进行说明。

通过收集场地生产或使用单位的历史信息，掌握场地及周围区域可能存在的放射性污染源，初步分析放射性污染来源、类型、影响的核素、影响程度和范围。

### 5.2 现场踏勘

#### 5.2.1 踏勘范围

以场地内为主，并应包括场地的周边区域。周边区域范围根据资料收集结果和污染物可能迁移范围来确定。

#### 5.2.2 踏勘内容

踏勘内容包括：

- a) 场地及相邻地块现状与历史情况；
- b) 工艺流程中涉及放射性物质土壤污染风险的环节及场所；
- c) 放射性“三废”处理排放及可能发生的泄漏情况、事故污染区域、运输撒漏区域等。

#### 5.2.3 踏勘方法

通过摄影、现场测量、现场笔记等方式记录踏勘情况。

现场测量一般用 $\gamma$ 辐射剂量率仪、便携式 $\gamma$ 能谱仪等快速检测方法，判断场地是否存在放射性污染的可能。若可能存在放射性污染，应初步界定放射性污染范围。

宜使用无人机 $\gamma$ 辐射水平巡测、车载 $\gamma$ 辐射水平巡测、辐射成像等方法了解放射性污染程度及范围。

#### 5.2.4 踏勘成果

现场踏勘成果包括踏勘照片、现场踏勘重要信息记录、潜在放射性污染区域分布图等。

### 5.3 人员访谈

#### 5.3.1 访谈内容

必要时，可通过人员访谈进一步补充和核实场地信息。访谈内容应包括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。

#### 5.3.2 访谈对象

访谈对象为熟悉场地伴生放射性矿开发利用情况的相关人员和管理部门。

### 5.3.3 访谈方式

访谈方式包括当面交流、电话交流、电子邮件或书面调查表等。

## 5.4 信息整理与分析

本阶段调查结论应明确场地内及周围区域是否存在可能的放射性污染，并进行不确定性分析。

- a) 若第一阶段调查确认场地内及相邻区域当前和历史上均无可能的放射性污染，调查活动可以结束，无需开展第二阶段调查工作，在此基础上编制土壤放射性污染状况调查报告；
- b) 若存在放射性污染的可能性或因资料缺失无法判断场地是否存在放射性污染时，则在资料收集、现场踏勘、人员访谈进行整理和汇总的基础上，列出可能的放射性污染类型（核素）、程度、来源和重点关注区域，并明确进入第二阶段调查。

## 6 第二阶段调查内容

### 6.1 制定监测方案

#### 6.1.1 基本原则

根据第一阶段调查情况制定监测方案。监测方案内容包括监测区域划分、监测对象、监测项目、监测点位、监测频次和质量保证等。

#### 6.1.2 监测区域划分

按第一阶段调查结论将场地分为重点关注区域和非重点关注区域。若场地功能区域无法明确划分，整个场地作为重点关注区域进行调查。

- a) 重点关注区域是指场地内存在放射性污染可能性较高的区域，如场地内涉及放射性物料使用、放射性“三废”处理处置、放射性物料贮存的区域，以及第一阶段现场踏勘 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率异常区域；
- b) 非重点关注区域是指场地内存在放射性污染可能性较低的区域，如办公建筑、道路、绿地、食堂、宿舍及公用建筑等。

#### 6.1.3 监测对象

监测对象包括陆地 $\gamma$ 辐射和土壤。

#### 6.1.4 监测项目

陆地 $\gamma$ 辐射监测项目为 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率，测量要求和步骤应符合HJ 1157的规定。

土壤监测项目根据伴生放射性矿类型或调查目的确定，包括但不限于铀-238、镭-226和（或）钍-232。

### 6.2 监测点位的布设

#### 6.2.1 基本原则

监测点位应具有代表性。通过 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率测量结果指导土壤采样点位布设。以尽可能捕获污染为原则，布设在疑似受污染区域。

#### 6.2.2 陆地 $\gamma$ 辐射监测点位布设



陆地 $\gamma$ 辐射监测点位布设基本要求:

- a) 重点关注区域以 40 m $\times$ 40 m 为网格进行巡测, 非重点关注区域以 100 m $\times$ 100 m 为网格进行巡测;
- b) 在 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率测量值大于对照点 150 nGy/h 以上的区域适当加密布点。

### 6.2.3 土壤监测点位布设

土壤监测点位数量根据调查目的或环境管理要求确定。点位布设在放射性污染可能性较大的位置。土壤点位布设基本要求:

- a) 重点关注区域一般以 40 m $\times$ 40 m 为工作单元, 每个工作单元至少布设 1 个点位;
- b)  $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率测量值大于对照点 150 nGy/h 以上的区域一般以 10 m $\times$ 10 m 为工作单元, 每个工作单元至少布设 1 个点位;
- c) 每个点位宜采集表层土壤、下层土壤以及饱和带土壤; 根据调查目的、场地预期使用目标、放射性污染核素分布及迁移和土壤特征等因素确定最大采样深度和垂向采样数量;
- d) 表层土壤一般在 0 m~0.5 m 采集, 采样深度应扣除地表非土壤硬化层厚度。

### 6.2.4 对照点点位布设

对照点点位布设要求:

- a) 对照点布设在场地周边具有相同土壤类型、未经扰动、周边没有污染的区域;
- b) 至少布设 1 个陆地 $\gamma$ 辐射对照点, 一般与土壤对照点共点;
- c) 至少布设 1 个土壤对照点, 采样深度与场地调查表层土壤采样深度相同。如在场地周边有符合要求的历史监测数据, 可以引用。

## 6.3 样品采集与分析

### 6.3.1 样品采集与保存

表层土壤采集一般采用挖掘方式进行, 也可进行钻孔取样。

下层土壤的采集以钻孔取样为主, 也可采用槽探的方式进行采样。下层土壤采集最可能受污染的位置。饱和带土壤采集要求参考下层土壤。

土壤采样时现场记录的主要内容包括: 样品名称和编号、气象条件、采样时间、采样工具、采样位置、采样深度、样品质地、现场监测结果以及采样人员等。

土壤样品采集、运输、保存和制备应符合 HJ 61、GB/T 16145 等的相关规定。

### 6.3.2 样品分析

委托有资质的实验室进行样品分析, 优先采用国家标准或生态环境保护行业标准进行分析。推荐的监测分析方法见附录 B。

### 6.3.3 质量保证和质量控制

为使监测结果具有代表性、准确性、完整性和可比性, 应对监测全过程实施质量保证。质量保证和质量控制应符合 GB 8999 和 HJ 61 的相关规定。

## 6.4 数据评估与结果评价

### 6.4.1 数据评估

整理调查信息和监测结果, 分析数据的有效性和充分性, 确定是否需要补充采样分析。

#### 6.4.2 结果评价

根据监测结果列出需关注的放射性污染核素、活度浓度和分布情况。按场地预期使用目标或环境管理要求，给出调查结论或建议。

场地若用作有限制开放场所，按相应环境管理限值进行评价；若用作无限制开放场所，可参照附录C进行评价。

### 7 报告编制

#### 7.1 报告内容和格式

对调查过程和监测结果进行描述、分析、总结和评价。报告内容主要包括：土壤放射性污染状况调查概述、场地的描述、资料收集、现场踏勘、人员访谈、现场测量和实验室分析结果、数据处理和分析、调查结论与建议、附件等。报告内容参照附录D。

#### 7.2 结论和建议

调查结论应明确场地是否存在可能的放射性污染，判断能否满足场地预期使用目标，或给出相关环境管理的建议。若有放射性污染，应说明需关注的放射性污染核素、污染程度、范围、分布和来源等。

附 录 A  
(资料性)  
收集的资料清单

建议收集的资料清单参照表A.1。

表A.1 收集的资料清单

信息	信息内容	信息用途
基本信息	企业/地块名称、排污许可证编号(仅限于核发排污许可证的企业)、地址、坐标、所属行业分类、经营范围；企业总平面布置图及面积	确定场地基本情况；根据总平面布置图开展生产信息调查，并作为底图用于不同区域划分及监测点位的标记
生产信息	场内各场所、设施、设备分布图；生产工艺流程图；各场所或设施设备的功能和涉及的生产工艺；使用、贮存、转运或产出的原辅用料、中间产品和最终产品清单；涉及的放射性物质信息；各场所或设施设备放射性“三废”收集、排放及处理情况	确定工艺流程；原辅用料、中间产品和最终产品使用、贮存、转运或产出的情况；涉及的放射性物质情况；放射性“三废”收集、排放及处理情况。便于重点关注区域的识别、分类及相应关注污染物的确定
辐射环境管理记录	场地的土地使用和规划资料、伴生放射性物料储存及使用清单、泄漏记录、废物管理记录、环境监测数据等；各种槽罐、管线、沟渠情况及泄漏记录；环境影响评价文件、竣工验收文件、排污许可证和环保投诉记录等；环境事故报告、地勘报告等	识别场地及周边区域所在地土壤背景值、分辨可能由历史生产造成的污染
所在区域的环境、自然和社会信息	自然信息包括地理位置图、地形、地貌、土壤、水文、地质和气象资料等；社会信息包括人口密度和分布，目标场地周边的敏感目标分布，土地利用方式等	确定场地地质及水文地质情况，便于识别污染物运移路径

附 录 B  
(资料性)  
监测分析方法

样品监测分析方法见表B.1。

表B.1 样品监测分析方法

监测项目	标准编号	标准名称
$^{238}\text{U}$	GB/T 16145	环境及生物样品中放射性核素的 $\gamma$ 能谱分析方法
	GB/T 14506.30	硅酸盐岩石化学分析方法 第30部分：44个元素量测定
$^{232}\text{Th}$	GB/T 16145	环境及生物样品中放射性核素的 $\gamma$ 能谱分析方法
	GB/T 14506.30	硅酸盐岩石化学分析方法 第30部分：44个元素量测定
$^{226}\text{Ra}$	GB/T 16145	环境及生物样品中放射性核素的 $\gamma$ 能谱分析方法
	EJ/T 1117	土壤中镭-226的放射化学分析方法

**附录 C**  
(资料性)  
无限制开放场所评价

C.1 若场地预期使用目标为无限制开放场所，土壤中剩余放射性核素活度浓度可接受水平见表 C.1。

**表C.1 土壤中剩余放射性核素活度浓度可接受水平**

放射性核素	可接受水平
<sup>238</sup> U	本底值 <sup>a</sup> +2.74 Bq/g
<sup>232</sup> Th	本底值 <sup>a</sup> +0.18 Bq/g
<sup>226</sup> Ra	本底值 <sup>a</sup> +0.18 Bq/g

<sup>a</sup> 对照点测量值。

C.2 若同时存在两种及以上放射性污染核素的情况，可根据公式 (C.1) 是否得到满足来判断场地能否用作无限制开放使用。

$$\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{C_{li}} \leq 1 \dots\dots\dots (C.1)$$

式中：

$C_i$  ——放射性核素*i* 的检测结果，单位为贝克每克 (Bq/g)；

$C_{li}$  ——放射性核素*i* 表1中的浓度限值，单位为贝克每克 (Bq/g)。

C.3 土壤中不应含有局部强污染热点。要求 100 m<sup>2</sup> 范围中活度浓度均值应满足表 C.1 要求，且任意 1 m<sup>2</sup> 内活度浓度不超过上述 100 m<sup>2</sup> 范围内所有读数平均值的 10 倍。

附录 D  
(资料性)

伴生放射性矿开发利用场地土壤放射性污染状况调查报告编制内容大纲

下面给出伴生放射性矿开发利用场地土壤放射性污染状况调查报告编制内容大纲的示例。

示例：

- 1 前言
- 2 概述
  - 2.1 调查的目的和原则
  - 2.2 调查范围
  - 2.3 调查依据
  - 2.4 调查方法
- 3 场地概况
  - 3.1 区域环境状况
  - 3.2 敏感目标
  - 3.3 场地的使用现状和历史
  - 3.4 相邻地块的使用现状和历史
- 4 第一阶段调查
  - 4.1 场地基本情况（含平面布置）
  - 4.2 产品、主要原辅材料、中间产品
  - 4.3 场地主要生产设备、主要生产工艺及产生污染环节
  - 4.5 场地放射性污染物排放及处置
  - 4.6 场地以往放射性物质泄漏、环境事故情况
  - 4.7 场地现场踏勘、人员访谈情况
  - 4.8 相邻地块污染影响分析
  - 4.9 场地主要放射性污染源和放射性污染物质识别
  - 4.10 场地放射性污染调查结论
- 5 第二阶段调查
  - 5.1 现场监测和质量保证方案
  - 5.2 现场测量
  - 5.3 样品采集和保存
  - 5.4 样品分析
  - 5.5 质量保证和质量控制
- 6 结果和评价
  - 6.1 监测结果
  - 6.2 结果分析和评价
- 7 结论和建议

8 附件（相关历史记录、现场状况及周边环境照片、工作过程照片、人员访谈记录表、现场监测记录、原始采样记录、现场工作记录、检测报告、实验室质量控制报告、专家咨询意见等）

广东省地方标准

伴生放射性矿开发利用场地土壤放射性  
污染调查技术导则

DB44/T 2608—2025

\*

广东省标准化研究院组织印刷  
广州市海珠区南田路 563 号 1304 室  
邮政编码：510220  
电话：020-84250337