

ICS 13.280

CCS F 73

# 团体标准

T/BSRS 087-2022

## 伴生放射性矿开发利用场地土壤 放射性污染调查技术规范

Technical code for investigation of soil radioactive pollution at the  
development and utilization site of associated radioactive mines

(发布稿)

本电子版为发布稿。请以北京市辐射安全研究会出版的正式标准为准

2022-10-21 发布

2022-10-21 实施

北京市辐射安全研究会

发布

# 目次

前 言 .....	II
引 言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	2
4 基本原则和工作程序 .....	2
5 第一阶段土壤放射性污染状况调查 .....	3
6 第二阶段土壤放射性污染状况调查 .....	6
7 质量保证 .....	8
8 报告编制 .....	9

## 前 言

本标准按照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。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利。本标准的发布机构不承担识别专利的责任。

本标准为指导性参考方法。

本标准由江西省地质局实验测试大队（江西核工业环境保护中心）和北京市辐射安全研究会组织制订。

本标准主要起草单位：江西省地质局实验测试大队（江西核工业环境保护中心）、生态环境部核与辐射安全中心。

本标准主要起草人：尹海华、吴群、高思旖、谢树军、时燕华、郑国峰、杨林、党煜钦、胡恪、廖运璇、詹国清、杨唐仪、黄赟、钟磊

## 引 言

为规范伴生放射性矿开发利用场地放射性污染调查工作的原则、程序、调查范围、调查内容、报告编制等，制定本团体标准。

本标准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原则、内容、程序等要求。

本标准适用于非铀（钍）矿产资源开发利用活动中原矿、中间产品、尾矿（渣）或者其他残留物中铀（钍）系单个核素的活度浓度超过 1Bq/g 的非铀（钍）矿产资源开发利用活动场地土壤放射性污染状况调查。其他受天然放射性污染的场地调查可参照执行。

# 伴生放射性矿开发利用场地土壤放射性污染调查技术规范

## 1 范围

本标准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原则、内容、程序等要求。

本标准适用于非铀（钍）矿产资源开发利用活动中原矿、中间产品、尾矿（渣）或者其他残留物中铀（钍）系单个核素的活度浓度超过 1Bq/g 的非铀（钍）矿产资源开发利用活动场地土壤放射性污染状况调查。其他受天然放射性污染的场地调查可参照执行。

## 2 规范性引用文件

本标准内容引用了下列文件中的条款。凡是不注明日期的引用文件，其有效版本适用于本标准。

GB 8999 电离辐射监测质量保证通用要求

GB 18871 电离辐射防护与辐射源安全基本标准

GB/T 11713 高纯锗 $\gamma$ 能谱分析通用方法

GB/T 11743 土壤中放射性核素的 $\gamma$ 能谱分析方法

GB/T 13073 岩石样品  $^{226}\text{Ra}$  的测定 射气法

GB/T 14056.1 表面污染测定 第 1 部分： $\beta$ 发射体（ $E_{\beta\text{max}} > 0.15\text{MeV}$ ）和 $\alpha$ 发射体

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

HJ 61 辐射环境监测技术规范

HJ 840 环境样品中微量铀的分析方法

HJ 898 水质 总 $\alpha$ 放射性的测定 厚源法

HJ 899 水质 总 $\beta$ 放射性的测定 厚源法

HJ 1129 就地高纯锗谱仪测量土壤中 $\gamma$ 核素技术规范

HJ 1157 环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范

HJ/T 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

EJ/T 363 地面伽玛能谱测量规范

EJ/T 980 车载 $\gamma$ 能谱测量规范

EJ/T 1032 航空伽玛能谱测量规范

### 3 术语和定义

#### 3.1

**伴生放射性矿开发利用** **development and utilization of mines associated with radioactivity**

非铀（钍）矿产资源开发利用活动中原矿、中间产品、尾矿（渣）或者其他残留物中铀（钍）系单个核素的活度浓度超过 1Bq/g 的非铀（钍）矿产资源开发利用活动。

#### 3.2

**土壤放射性污染状况调查** **Investigation on radioactive level of soil**

采用系统的调查方法，确定地块土壤及其环境中放射性物质含量、分布范围与深度的过程。

#### 3.3

**敏感目标** **potential sensitive targets**

指地块周围可能受放射性污染物影响的居民区、学校、医院、饮用水源保护区以及重要公共场所等。

#### 3.4

**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。

#### 3.5

**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 1Bq/g 的预计不再使用的固体废物，包括采选及冶炼过程产生的尾矿、尾渣和其他残留物等。

### 4 基本原则和工作程序

#### 4.1 基本原则

伴生放射性矿开发利用场地土壤放射性污染状况调查过程，应综合考虑调查方法、时间、技术等因素，使调查过程科学、客观且切实可行，调查结果能够准确反映场地土壤放射性污染状况。

#### 4.2 工作程序

土壤放射性污染状况调查可分为二个阶段，调查的工作程序如图 1 所示。

#### 4.2.1 第一阶段土壤放射性污染状况调查

第一阶段土壤放射性污染状况调查是以资料收集、现场踏勘为主，现场监测与采样分析为辅的污染识别阶段，了解开发利用活动的生产工艺及流程、伴生放射性物料的堆放地点、放射性三废处理处置及排放方式、是否出现放射性污染事故，踏勘范围内土壤、残留建筑物环境 $\gamma$ 辐射剂量率、表面污染辐射水平及核素含量等，初步确定开发利用活动可能对场地污染的源项、途径和污染的范围。

#### 4.2.2 第二阶段土壤放射性污染状况调查

- 第二阶段土壤放射性污染状况调查是以现场监测、采样与分析为主的污染证实阶段，确定环境 $\gamma$ 辐射剂量率、核素活度浓度（程度）和空间分布。
- 第二阶段土壤放射性污染调查包括制定工作计划、现场监测、采样、数据评估和结果分析等步骤。
- 根据采样分析结果，如果核素活度浓度与当地天然本底水平或对照点相当（不超过 3 倍），第二阶段土壤放射性污染状况调查工作可以结束；否则认为可能存在辐射环境风险，须在已有采样分析的基础上，进一步采样和分析。

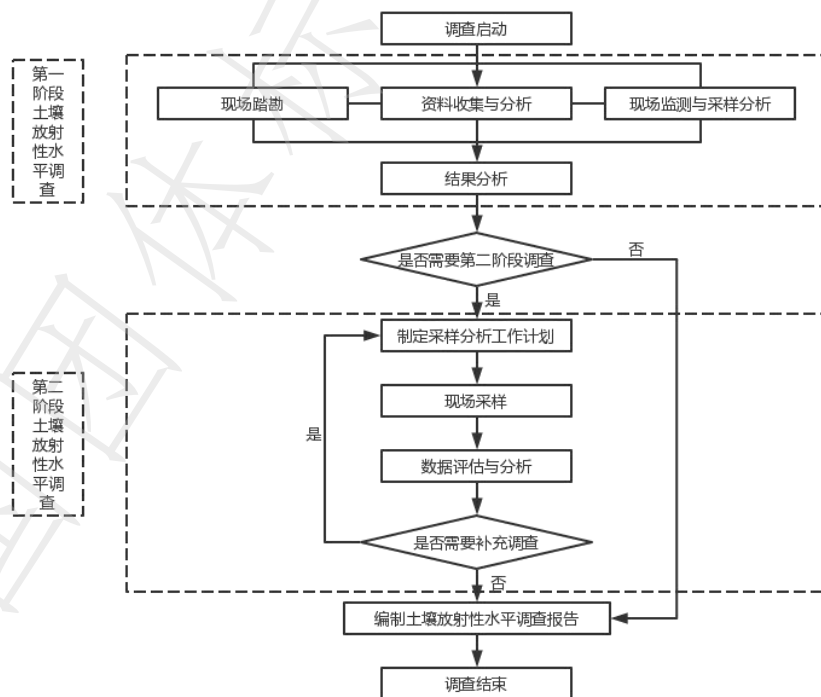


图 1 场地土壤放射性污染状况调查工作程序

## 5 第一阶段土壤放射性污染状况调查

## 5.1 资料收集与分析

### 5.1.1 资料的收集

结合项目放射性污染特点，通过现场踏勘、人员访谈等形式收集以下资料：厂区平面布置图、工艺流程、给排水图、伴生放射性物料堆放及台账、放射性污染防治设施、环评及验收文件（含辐射环境影响评价专篇）、历史辐射监测数据等。

### 5.1.2 资料的分析

调查人员应根据专业知识和经验对所收集资料进行整理分析，识别资料中的错误和不合理的信息，掌握项目生产过程和设备，放射性废水管线、排水管或渠位置，伴生放射性物料的使用、储存信息，伴生放射性固体废物的产生、处理、贮存、处置及台账等信息。

## 5.2 现场踏勘

### 5.2.1 辐射安全防护准备

在现场踏勘前，根据地块的具体情况掌握相应的辐射安全与防护知识，并配备必要的辐射防护用品。

### 5.2.2 现场踏勘的范围

以调查地块内为主，并应包括地块的周围区域，周围区域的范围应由现场调查人员根据核素可能迁移的距离和工厂的运行历史来判断，一般不超过调查地块厂界外 500m。

### 5.2.3 现场踏勘的主要内容

现场踏勘的主要目的为掌握现场踏勘范围内地块现状与历史情况。现场踏勘的主要内容包括：地块的现状与历史情况，相邻地块的现状与历史情况，周围区域的现状与历史情况，区域的地质、水文地质和地形的描述等。

- a) 地块现状与历史情况：伴生放射性物料的使用、生产、贮存情况，伴生放射性固体废物、放射性废水、放射性废气处理与排放以及泄漏状况，地块历史遗留可能造成土壤和地下水放射性污染的异常迹象，如罐槽泄漏、伴生放射性物料及伴生放射性固体废物临时堆放污染痕迹。放射性废水处理 and 排放系统；伴生放射性物料及伴生放射性固体废物的储存和处置设施。地块内遗留建（构）筑物、残留固体废物、废水情况。
- b) 相邻地块的现状与历史情况：相邻地块的使用现状与放射性污染源，若相邻地块存在对地下水或土壤污染的放射性污染源，则调查该地块可能造成对项目地块土壤和地下水放射性污染的异常迹象，如罐、槽泄漏以及放射性物料、放射性固体废物临时堆放污染痕迹。

- c) 周围区域的现状与历史情况：对于周围区域目前或过去土地利用的类型，如住宅、商店和工厂等，应尽可能观察和记录；周围区域的废弃和正在使用的各类井，如水井等；地面上的沟、河、池；地表水体、雨水排放和径流以及道路和公用设施。
- d) 地质、水文地质和地形的描述：地块及其周围区域的地质、水文地质与地形应观察、记录，并加以分析，以协助判断周围放射性污染物是否会迁移到调查地块，以及地块内放射性污染物是否会迁移到地下水和地块之外。

#### 5.2.4 现场踏勘的方法

可通过对地块摄影和照相、现场笔记、环境 $\gamma$ 辐射剂量率巡测、 $\gamma$ 能谱测量（地面、车载或航空）、表面污染监测及取样分析等方式初步判断地块污染的状况。

### 5.3 初步采样分析工作计划

现场踏勘时，辅以环境 $\gamma$ 辐射剂量率监测、 $\gamma$ 能谱测量（地面、车载或航空）、表面污染监测等现场快速筛选技术手段对调查范围辐射环境现状进行定性或定量分析，指导监测点位布设及样品采集，可利用就地高纯锗谱仪等测量土壤中 $\gamma$ 核素。边踏勘边监测，初步掌握现场踏勘范围内环境 $\gamma$ 辐射剂量率及核素含量水平。

5.3.1 在调查地块上风向，受人为活动干扰较少处取对照点土壤样。

5.3.2 利用 X、 $\gamma$ 辐射剂量率、 $\gamma$ 能谱测量（地面、车载或航空）、就地高纯锗谱仪等便携式辐射监测设备对现场踏勘范围地块进行巡测和取样，掌握调查范围内环境 $\gamma$ 辐射剂量率及核素含量水平；对地块内的遗留建（构）筑物及残留固体废物进行表面污染水平监测。重点关注地块内遗留建（构）筑物及残留固体废物，踏勘范围内的伴生放射性物料暂存场所、放射性废水处理设施等涉及伴生放射性污染源的场所。环境 $\gamma$ 辐射剂量率巡测时以 10m×10m 为网格，在最大值附近定点监测，环境 $\gamma$ 辐射剂量率异常区域，可适当加密布点。

5.3.3 在涉及伴生放射性污染源的场所、环境 $\gamma$ 辐射剂量率明显异常位置、 $\gamma$ 能谱异常位置及其他需关注位置取表层土壤样品进行核素分析，在不大于 10m×10m 范围内，采用梅花形布点，采样点不少于 5 个。调查范围内其他车间、生产用房等代表性取表层土壤样品进行核素分析，采样单元面积不大于 1600m<sup>2</sup>（40 m×40 m 网格）。可在地块内其他位置取 1-2 个表层土壤样作为对照点。表层土壤取样深度为 0-20cm。

5.3.4 地块内存在明显积水的，可取地表水样和地表水沉积物进行核素分析，布点及取样方法见 HJ 61。

5.3.5 地块内有可用于了解地下水现状的监测井、水井等，需取样分析。

#### 5.3.6 初步分析项目

土壤与地表水沉积物的分析因子为  $U_{\text{天然}}$ 、Th、<sup>226</sup>Ra。水体的分析因子为  $U_{\text{天然}}$ 、Th、<sup>226</sup>Ra、

总 $\alpha$ 放射性、总 $\beta$ 放射性等。

5.3.7 采样准备参照第二阶段土壤放射性污染状况调查相关内容执行。

#### 5.4 结论与分析

本阶段调查结论应明确地块内及周围区域有无放射性污染源，并进行不确定性分析。若有可能的放射性污染源，应说明可能的污染状况和来源，并应提出第二阶段土壤放射性污染状况调查的建议。

##### 5.4.1 核查已有信息

对已有信息进行核查，包括第一阶段土壤放射性污染状况调查中重要的环境信息，如土壤类型和地下水埋深；查阅放射性污染物在土壤、地下水、地表水或地块周围环境的可能分布和迁移信息；查阅放射性污染物排放和泄漏的信息。应核查上述信息的来源，以确保其真实性和适用性。

##### 5.4.2 结果分析

整理调查信息和检测结果，评估检测数据的质量，分析数据的有效性和充分性。

##### 5.4.3 结论与建议

根据环境 $\gamma$ 辐射剂量率、表面污染水平、 $\gamma$ 能谱监测数据、地表水、地下水、土壤和地表水沉积物等检测结果进行统计分析，确定地块放射性污染物种类、浓度水平和空间分布，为制定下一阶段土壤放射性污染调查采样方案提供依据。对于遗留建（构）筑物及残留固体废物，给出处置建议。

### 6 第二阶段土壤放射性污染状况调查

#### 6.1 采样分析工作计划

根据第一阶段土壤放射性污染状况调查的情况制定采样分析工作计划，内容包括核查已有信息、判断放射性污染物的可能分布、制定采样方案、制定辐射安全与防护计划、制定样品分析方案和确定质量保证和质量控制程序等任务。

##### 6.1.1 制定辐射安全与防护计划

根据有关法律法规和工作现场的实际情况，制定地块调查人员的辐射安全与防护计划。

##### 6.1.2 制定监测方案

监测方案一般包括：监测点的布设、样品数量、样品的采集方法，样品收集、保存、运输和储存等要求。

a) 原则上取样点、垂直方向的土壤采样深度与建设用地土壤污染状况调查相同。可结

合放射性污染特征适当补充点位, 取样点垂直方向的土壤采样深度可根据污染源的位置、迁移和地层结构以及水文地质等进行判断设置。

- b) 根据初步采样分析的结果, 结合地块分区, 制定采样方案。应采用专业判断布点法、分区布点法等布设采样点。对于需要划定污染边界范围的区域, 采样单元面积不大于  $100\text{m}^2$  ( $10\text{ m}\times 10\text{ m}$  网格)。垂直方向采样深度根据初步采样的结果判断, 采样间隔不大于  $0.5\text{m}$ 。
- c) 对于地下水, 一般情况下应在调查地块附近选择清洁对照点。地下水采样点的布设应考虑地下水的流向、水力坡降、含水层渗透性、埋深和厚度等水文地质条件及放射性污染源和污染物迁移等因素; 对于地块内或临近区域内的现有地下水监测井, 如果符合地下水环境监测技术规范, 则可以作为地下水的取样点或对照点。
- d) 地块内存在明显积水的, 在第一阶段调查的基础上, 还需补充地表水及沉积物调查的, 结合实际需要参考 HJ 61 相关要求布点和取样。

### 6.1.3 样品分析方案

检测项目应根据保守性原则, 按照第一阶段调查确定的地块内外潜在放射性污染源和污染物, 依据国家和行业相关标准中的基本项目要求, 同时考虑放射性污染物的迁移, 判断样品的检测分析项目; 对于不能确定的项目, 可选取潜在典型污染样品进行筛选分析。伴生放射性矿开发利用场地可选择的一般检测项目有: 固体样品为  $\text{U}_{\text{天然}}$ 、 $\text{Th}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ , 水体为  $\text{U}_{\text{天然}}$ 、 $\text{Th}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、总 $\alpha$ 放射性、总 $\beta$ 放射性等。

## 6.2 现场采样

### 6.2.1 采样前的准备

现场采样应准备的材料和设备包括: 定位仪器、现场监测设备、调查信息记录装备、监测井的建井材料、土壤和地下水取样设备、样品的保存装置和安全防护装备等。

### 6.2.2 定位和探测

采样前, 可采用卷尺、卫星定位仪、经纬仪和水准仪等工具在现场确定采样点的具体位置和地面标高, 并在图中标出。采用水位仪测量地下水水位。

### 6.2.3 现场检测

根据已有调查发现的问题及项目实际, 对调查范围进行环境 $\gamma$ 辐射剂量率等补充监测。

### 6.2.4 土壤样品采集

- a) 土壤样品分表层土壤和下层土壤。下层土壤的采样深度应考虑放射性污染物可能释放和迁移的深度 (如地下管线和储槽埋深)、放射性污染物性质、土壤的质地和孔隙度、地下水位和回填土等因素。

- b) 考虑到样品制备、分析与保存，采样量 2~3kg。把采集的土芯装入双层塑料袋中，密封称重、贴签，再装入布袋或编织袋中。记录土壤样品湿重。

#### 6.2.5 地下水水样采集

一般优先采用场区内已有地下水监测井，根据调查目的原则上取样点与建设用地土壤污染状况调查相同，可结合放射性污染特征适当补充点位。

#### 6.2.6 地表水水样采集

如果地块内有流经的或汇集的地表水，则根据 HJ 61 布设地表水采样点。

#### 6.2.7 地表水沉积物

按选定的地表水采样点的点位布设。

6.2.8 采样时应进行现场记录，主要内容包括：样品名称和编号、气象条件、采样时间、采样位置、采样深度、样品质地、样品的颜色和气味、现场检测结果以及采样人员等。

### 6.3 数据评估和结果分析

#### 6.3.1 检测分析

检测项目需委托有相关资质的单位进行，样品类型有土壤、地表水、地下水、地表水沉积物等，可根据该放射性矿场地的类型和污染特点进行采取。

- a) 土壤及地表水沉积物样品分析

土壤及地表水沉积物样品中的放射性指标参数  $U_{\text{天然}}$ 、Th、 $^{226}\text{Ra}$  的分析测试应参照 GB/T 11713、GB/T 11743、HJ 840、GB/T 13073、GB/T 14506.30 等方法执行。详见附录 C。

- b) 水样品分析

水样品中的放射性指标参数总 $\alpha$ 、总 $\beta$ 分析测试应参照 HJ 898、HJ 899 方法执行。详见附录 C。

#### 6.3.2 数据评估

整理调查信息和检测结果，评估检测数据的质量，分析数据的有效性和充分性，确定是否需要补充采样分析等。

#### 6.3.3 结果分析

根据环境 $\gamma$ 辐射剂量率、土壤和地下水检测结果进行统计分析，确定地块放射性污染物种类、浓度水平和空间分布。

## 7 质量保证

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。

辐射环境监测质量保证的一般规定参见 GB 8999。具体规定参见 HJ 493、HJ 61 等标准。

## **8 报告编制**

### **8.1 第一阶段土壤放射性污染状况调查报告编制**

#### **8.1.1 报告内容和格式**

对第一阶段调查过程和结果进行分析、总结和评价。内容主要包括土壤放射性污染状况调查的概述、地块的描述、资料分析、现场踏勘、人员访谈、结果和分析、调查结论与建议、附件等。报告格式可参照附录 A。

#### **8.1.2 结论和建议**

调查结论应尽量明确地块内及周围区域有无可能的放射性污染源, 若有可能的放射性污染源, 应说明可能的放射性污染类型、放射性污染状况和来源。应提出是否需要第二阶段土壤放射性污染状况调查的建议。

#### **8.1.3 不确定性分析**

报告应列出调查过程中遇到的限制条件和欠缺的信息, 及对调查工作和结果的影响。

### **8.2 第二阶段土壤放射性污染调查报告编制**

#### **8.2.1 报告内容和格式**

对第二阶段调查过程和结果进行分析、总结和评价。内容主要包括工作计划、现场采样和实验室分析、数据评估和结果分析、结论和建议、附件。报告的格式可参照附录 B。

#### **8.2.2 结论和建议**

结论和建议中应提出地块关注放射性污染物清单和放射性污染物分布特征等内容。

#### **8.2.3 不确定性分析**

报告应说明第二阶段土壤放射性污染状况调查与计划的工作内容的偏差以及限制条件对结论的影响。

## 附录 A

(资料性)

### 土壤放射性污染状况调查第一阶段报告编制大纲

- 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 地块概况
  - 3.1 区域环境概况
  - 3.2 敏感目标
  - 3.3 地块的现状和历史
  - 3.4 相邻地块的现状和历史
  - 3.5 地块利用的规划
- 4 资料分析
  - 4.1 政府和权威机构资料收集和分析
  - 4.2 地块资料收集和分析
  - 4.3 其它资料收集和分析
- 5 现场踏勘
  - 5.1 伴生放射性物料及固体废物的储存、使用和处置情况分析
  - 5.2 各类槽罐、管线、沟渠泄漏评价
  - 5.3 伴生放射性固体废物的处理评价
  - 5.4 遗留建（构）筑物及残留固体废物分析
  - 5.5 与污染物迁移相关的环境因素分析
  - 5.6 其它
- 6 现场采样和实验室分析
  - 6.1 采样方法和程序
  - 6.2 实验室分析
  - 6.3 质量保证和质量控制
  - 6.4 分析检测结果

6.5 结果分析和评价

7 结论和建议

8 附件（地理位置图、平面布置图、周边关系图、照片和法规文件等）

全国团体标准信息平台

## 附录 B

(资料性)

### 土壤放射性污染状况调查第二阶段报告编制大纲

- 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 地块概况
  - 3.1 区域环境状况
  - 3.2 敏感目标
  - 3.3 地块的使用现状和历史
  - 3.4 相邻地块的使用现状和历史
  - 3.5 第一阶段土壤放射性污染状况调查总结
- 4 工作计划
  - 4.1 补充资料的分析
  - 4.2 采样方案
  - 4.3 分析检测方案
- 5 现场采样和实验室分析
  - 5.1 现场探测方法和程序
  - 5.2 采样方法和程序
  - 5.3 实验室分析
  - 5.4 质量保证和质量控制
- 6 结果和评价
  - 6.1 地块的地质和水文地质条件
  - 6.2 分析检测结果
  - 6.3 结果分析和评价
- 7 结论和建议
- 8 附件（现场记录照片、现场探测的记录、监测井建设记录、实验室报告、质量控制结果和样品追踪监管记录表等）

附录 C

(资料性)

辐射环境监测推荐方法

表 C.1 辐射环境监测推荐方法一览表

监测项目	标准编号	标准名称	备注
γ辐射空气吸收剂量率	HJ 1157	《环境γ辐射剂量率测量技术规范》	
α、β表面污染	GB/T 14056.1	表面污染测定 第 1 部分：β发射体 ( $E_{\beta\max} > 0.15\text{MeV}$ ) 和α发射体	
γ能谱	HJ 1129	《就地高纯锗谱仪测量土壤中γ核素技术规范》	
	EJ/T 1032	《航空伽玛能谱测量规范》	
	EJ/T 363	《地面伽玛能谱测量规范》	
	EJ/T 980	《车载γ能谱测量规范》	
铀	HJ 840	《环境样品中微量铀的分析方法》	
	HJ 700	《水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法》	适合水质
	GB/T 11743	《土壤中放射性核素的γ能谱分析方法》	
	GB/T 11743	《土壤中放射性核素的γ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》	适合土壤、沉积物
钍	GB 11224	水中钍的分析方法	
	HJ 700	《水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法》	
	GB/T 11713	《高纯锗γ能谱分析通用方法》	
	GB/T 11743	《土壤中放射性核素的γ能谱分析方法》	
	HJ 840	《环境样品中微量铀的分析方法》	附录 B
	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》	适合土壤、底泥
镭-226	GB/T 11214	《水中镭-226 的分析测定》	
	GB/T 13073	《岩石样品 $^{226}\text{Ra}$ 的测定 射气法》	

	GB/T 11713	《高纯锗 $\gamma$ 能谱分析通用方法》	
	GB/T 11743	《土壤中放射性核素的 $\gamma$ 能谱分析方法》	
	EJ/T 1117	《土壤中镭-226 的分析测定》	
总 $\alpha$	HJ 898	《水质总 $\alpha$ 放射性的测定 厚源法》	
	EJ/T 1075	《水中总 $\alpha$ 放射性浓度的测定 厚源法》	
	DZ/T 0064.76	《地下水水质分析方法 第 76 部分：总 $\alpha$ 和总 $\beta$ 放射性的测定 放射化学法》	
总 $\beta$	HJ 899	《水质 总 $\beta$ 放射性的测定 厚源法》	
	EJ/T 900	《水中总 $\alpha$ 放射性测定 蒸发法》	
	DZ/T 0064.76	《地下水水质分析方法 第 76 部分：总 $\alpha$ 和总 $\beta$ 放射性的测定 放射化学法》	