



# 中华人民共和国国家标准

GB 23726—202X

代替 GB 23726—2009

## 铀矿冶流出物和辐射环境监测规定

Regulations for effluents and radiation environment monitoring

(征求意见稿)

202X - XX - XX 发布

202X - XX - XX 实施

生 态 环 境 部  
国 家 市 场 监 督 管 理 总 局

发布

## 目 次

前言.....	ii
1 适用范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 一般要求.....	2
5 监测方案.....	3
6 样品的采集、预处理和管理.....	9
7 监测分析方法.....	9
8 数据处理.....	9
9 质量保证.....	9
附录 A（资料性附录） 铀矿冶环境辐射监测分析方法.....	10
附录 B（资料性附录） 废水中钍-230 的分析方法.....	11

## 前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国环境影响评价法》《中华人民共和国放射性污染防治法》和《建设项目环境保护管理条例》，规范铀矿冶流出物和辐射环境监测工作，制定本标准。

本标准规定了铀矿冶流出物和辐射环境的监测技术要求，包括一般要求、监测方案、样品的采集、预处理和管理、监测分析方法、数据处理、质量保证等技术要求。

《铀矿冶辐射环境监测规定》（GB 23726—2009）首次发布于2009年，本次为第一次修订。本次修订的主要内容有：

- 标准名称调整为铀矿冶流出物和辐射环境监测规定；
- 明确了铀矿冶非放射性污染物排放和环境监测应遵守相关的法律、法规和标准要求；
- 增加了建设期、关停期铀矿冶流出物和辐射环境监测要求；
- 区分了地浸和非地浸矿山的流出物和辐射环境监测要求；
- 附录A根据现行标准更新了铀矿冶环境辐射监测分析方法；
- 附录B推荐了铀矿冶废水样中<sup>230</sup>Th放射性活度的分析方法；
- 删除了附录监测报告及报表；
- 调整了章节设置。

本标准的附录A和附录B为资料性附录。

自本标准实施之日起，《铀矿冶辐射环境监测规定》（GB 23726—2009）废止。

本标准由生态环境部辐射源安全监管司、法规与标准司组织修订。

本标准主要起草单位：中国辐射防护研究院、生态环境部核与辐射安全中心。

本标准生态环境部202□年□□月□□日批准。

本标准自202□年□□月□□日起实施。

本标准由生态环境部解释。

# 铀矿冶流出物和辐射环境监测规定

## 1 适用范围

本标准规定了铀矿冶流出物和辐射环境的监测技术要求，包括一般要求、监测方案、样品的采集、预处理和管理、监测分析方法、数据处理、质量保证等技术要求。

铀矿冶非放射性污染物排放和环境监测应遵守相关的法律、法规和标准要求。

本标准适用于铀矿冶设施选址、建设、运行、关停、退役、长期监护等过程中的流出物和辐射环境监测。

## 2 规范性引用文件

本标准内容引用了下列文件或其中的条款。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 14586 铀矿冶设施退役环境管理技术规定

GB 23727 铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定

GB/T 4883 数据的统计处理和解释 正态样本离群值的判断和处理

GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

GB/T 27418 测量不确定度评定和表示

HJ 61 辐射环境监测技术规范

HJ 164 地下水环境监测技术规范

HJ 1212 环境空气中氡的测量方法

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

**铀矿冶** mining and milling of uranium ores

以提取铀为目的含铀系放射性核素矿石的开采、选矿和水冶过程或处理活动的简称。

### 3.2

**铀矿冶设施** uranium mine and mill facilities

具有一定规模的从事铀矿开采、选冶的设施，主要包括：

——铀矿生产、冶炼的实验设施和场所；

——铀矿山（露天矿、地下矿）场所；

——铀选矿厂和水冶厂；

——铀矿堆浸场地和地浸采铀井场；

——铀矿冶放射性废物处理、贮存和处置设施。

### 3.3

**关停 shut-down**

铀矿冶设施因某些非例行原因停止使用并在某些条件下恢复使用前，或在终止生产后、退役治理实施前所采取的行动。

## 3.4

**退役 decommissioning**

指铀矿冶设施利用寿期終了或其他原因停止服役后，在充分考虑保护工作人员和公众健康与安全和保护环境的前提下所进行的各种行动。

## 3.5

**流出物 effluents**

铀矿冶实践中源所造成的以气体、气溶胶、粉尘或液体等形态排入环境的放射性物质，通常状况下可在环境中得到稀释和弥散，如气态中的氡、气溶胶等，液态中的铀、镭、钍等。

## 3.6

**本底调查 background investigation**

在项目建设前，对特定区域环境中已存在的辐射水平、环境介质中放射性核素组分、含量所进行的调查。

## 3.7

**对照点 contrast site**

受铀矿冶设施的环境影响可以忽略，可长期保持原有环境特征的监测点。

## 4 一般要求

## 4.1 流出物监测

## 4.1.1 监测目的

获取流出物中的放射性核素排放浓度和排放总量，判断是否达标排放；为公众剂量评价和环境影响分析、预测提供源项数据；及时发现计划外释放的物质和规模，为启动应急措施提供信息。

## 4.1.2 监测原则

- 1) 流出物监测应考虑生产工艺特征，与流出物排放同步开展；
- 2) 流出物监测应客观反映流出物的实际排放情况；
- 3) 应将主要的排放源纳入监测范围；
- 4) 制定监测方案时，应考虑设施运行的不同阶段，根据流出物的排放特征，调整监测方案。

## 4.2 辐射环境监测

## 4.2.1 监测目的

获得铀矿冶设施运行前的环境本底水平；评判铀矿冶设施运行对周边环境造成的辐射影响；积累监测数据，为环境管理提供依据，为公众提供环境信息。

## 4.2.2 监测原则

- 1) 辐射环境监测应定期开展,以反映设施运行对周边环境的影响;
- 2) 辐射环境监测应考虑设施运行工况,与生产/排放同步开展;
- 3) 应将关键人群组位置、关键途径和关键放射性核素纳入监测范围;
- 4) 监测方案的内容应随设施运行的不同阶段而进行调整。

## 5 监测方案

### 5.1 监测布点要求

5.1.1 监测点位应反映设施的分布情况、流出物排放、环境特点以及之间的相互关系,使监测点的监测结果能够代表现状水平。应固定相应监测点位,便于获取铀矿冶设施各阶段同一监测点位的监测数据,掌握环境变化趋势。当设施周围布设有生态环境主管部门的监督性环境监测点位时,应涵盖这些监督性监测点位,便于监测结果的相互比较。

5.1.2  $\gamma$ 剂量率、空气、气溶胶的辐射环境监测点位设置应优先选择开阔平整的区域,避开树木及建(构)筑物;地表水优先选取覆盖下风向面积的水体;土壤样应选取监测区域内典型类别的土壤,常选择无水土流失的原野或田间;生物样品应选取监测区域内相对固定的原产生物;对照点设置在厂区外不受设施排放和其他类似污染源影响处。

5.1.3 地下水采样位置由场址所在地区的岩层地下水分布、流向等因素确定。堆浸场四周、铀尾矿(渣)库附近应设置地下水监测井,监测井的布设可参照 HJ 164 的要求执行。地浸集液池、配液池和蒸发池等贮液池附近设置地下水监测井。地浸矿山井场设置地下水监测井,监测井数量和位置应根据矿床特征、工艺特征、水文地质特征、污染扩散监控的需要而确定;含矿含水层应在采区四周边界井之外 50 m~150 m 范围内设置地下水监测井,其下游监测井还应至少延伸至 300 m;采区含矿含水层上部含水层设置相应的地下水监测井,下部含水层根据所在区域的地质与水文地质情况酌情布置。地下水监测井可以选用已有的民井或泉点作为地下水监测点,也可以利用地质勘探施工的地质水文井作为地下水监测点。

### 5.2 本底调查

#### 5.2.1 监测要求

- a) 本底调查包括设施所在区域和项目外环境的本底调查。调查厂址、主要设施所在地及周围环境  $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率水平和放射性组分的含量。
- b) 本底调查应不少于两次/年,监测周期应不少于一年,两次监测的间隔时间应不少于 3 个月。地表水调查应包括丰水期和枯水期。大气中  $^{222}\text{Rn}$  的监测要求参照 HJ 1212 的要求执行。
- c) 地浸矿山地下水本底调查时应收集近十年的地下水质量数据,以识别监测项目随周围含水层的空间和时间变化情况。地下水的调查范围可以超出井场的范围,具体取决于场址条件。

#### 5.2.2 监测范围

本底调查范围为厂矿区及边界外 5km 以内范围,若评价范围边界处有敏感目标,可适当超过上述范围。

#### 5.2.3 监测方案

地浸矿山本底调查监测方案见表 1,非地浸矿山本底调查监测方案见表 2。

表 1 地浸矿山本底调查监测方案

序号	监测对象	采样点或测量点	监测项目	监测频次
1	空气	拟建水冶厂废气排放口最大风频下风向设施边界处；关键居民点；最大风频下风向最近居民点；对照点	$^{222}\text{Rn}$	1 次
2	陆地 $\gamma$ 辐射	厂界内 3-4 个点（拟建蒸发池、地浸井场、水冶厂、饱和树脂运输道路处）；空气采样布点处	$\gamma$ 辐射空气吸收剂量率	1 次
3	地表水	矿区附近的湖库等地表水体；接纳水体排放口下游均匀混合段、下游第一取水口；对照点	$\text{U}_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{230}\text{Th}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$	2 次
4	地下水	采区含矿含水层及其上部、下部含水层监测井；拟建配液池和蒸发池附近的监测井；周围饮用水井（地下水）；地下水取水点（如有）；对照点	$\text{U}_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{230}\text{Th}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$ 、总 $\alpha$ 、总 $\beta$	2 次
5	土壤	拟建蒸发池、地浸井场、水冶厂、输运管线附近；场址周围的农田或土壤；对照点	$\text{U}_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$	1 次
6	底泥	同地表水	$\text{U}_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$	1 次
7	陆生生物	排放口下游采用接纳水体灌溉的植物；主导下风向植物；食入灌溉植物的动物；对照点	$\text{U}_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$	1 次
8	水生生物	排放口下游接纳水体中的水生生物；对照点	$\text{U}_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$	1 次

注：无接纳水体的可根据实际情况进行监测项目调整。

表 2 非地浸矿山本底调查监测方案

序号	监测对象	采样点或测量点	监测项目	监测频次
1	空气	拟建回风井、水冶厂废气排放口最大风频下风向边界处；关键居民点；最大风频下风向最近居民点；对照点	$\text{U}_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$	1 次
2		拟建回风井、水冶厂废气排放口最大风频下风向边界处；铀尾矿（渣）库最大风频下风向边界处；关键居民点；最大风频下风向最近居民点；对照点	$^{222}\text{Rn}$	1 次
3	陆地 $\gamma$ 辐射	厂界内 3-4 个点（拟建工业场地、尾矿（渣）库、废石场、蒸发池处）；空气采样布点处；矿石（尾渣）运输道路	$\gamma$ 辐射空气吸收剂量率	1 次
4	地表水	矿区附近的湖库等地表水体；接纳水体排放口下游均匀混合段、下游第一取水口；对照点	$\text{U}_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{230}\text{Th}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$	2 次
5	地下水	拟建堆浸场、蒸发池及铀尾矿（渣）库附近地下水；下游监测井；周围饮用水井（地下水）；地下水取水点（如有）；对照点	$\text{U}_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{230}\text{Th}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$ 、总 $\alpha$ 、总 $\beta$	2 次
6	土壤	拟建铀尾矿（渣）库、废石场、水冶厂、工业场地；运输道路；场址周围的农田或土壤；对照点	$\text{U}_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$	1 次
7	底泥	同地表水	$\text{U}_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$	1 次
8	陆生生物	排放口下游采用接纳水体灌溉的植物，食入灌溉植物的动物；对照点	$\text{U}_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$	1 次
9	水生生物	排放口下游接纳水体中的水生生物；对照点	$\text{U}_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$	1 次

### 5.3 建设期监测

#### 5.3.1 监测要求

建设期应关注产生的矿井水和钻井泥浆。

### 5.3.2 监测范围

监测范围为厂矿区及厂矿区边界。

### 5.3.3 监测方案

建设期流出物监测方案见表3。地浸矿山建设期辐射环境监测方案见表4，非地浸矿山建设期辐射环境监测方案见表5。

表3 建设期流出物监测方案

序号	监测对象	采样点或测量点	监测项目	监测频次
1	废水	矿井水排放口	$U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$	1次/月
			$^{230}\text{Th}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$	1次/季

表4 地浸矿山建设期辐射环境监测方案

序号	监测对象	采样点或测量点	监测项目	监测频次
1	陆地 $\gamma$ 辐射	最大风频下风向最近居民点；场界四周	$\gamma$ 辐射空气吸收剂量率	1次/半年
2	空气		$^{222}\text{Rn}$	1次/半年
3	土壤	钻井泥浆坑、输运管线附近选取2~3个点位	$U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$	1次/半年

表5 非地浸矿山建设期辐射环境监测方案

序号	监测对象	采样点或测量点	监测项目	监测频次
1	陆地 $\gamma$ 辐射	最大风频下风向最近居民点；场界四周	$\gamma$ 辐射空气吸收剂量率	1次/半年
2	气溶胶		$U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$	1次/半年
3	空气		$^{222}\text{Rn}$	1次/半年
4	地表水*	接纳水体排放口下游均匀混合段、下游第一取水口	$U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{230}\text{Th}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$	1次/半年
5	土壤	废石场附近	$U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$	1次/半年

注：\*—有废水排放的，需监测地表水。

## 5.4 运行期（关停期）监测

### 5.4.1 监测要求

运行期应对涉及流出物排放的设施进行监测。气态流出物应监测有组织排放的水冶厂、铀矿山回风井废气，还需监测无组织排放的蒸发池。液态流出物应监测工艺废水、尾渣库渗出水处理设施排水和矿井水。

运行期间的辐射环境监测应与运行前的本底调查工作相衔接。重点关注关键核素、关键释放途径和关键居民点；采样分析方法应尽可能与本底调查所采用的方法一致，便于数据的分析和比较；辐射环境监测对象一般包括 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率、环境介质中的放射性核素浓度。

运行期地浸矿山应重点关注地下水的监测，地下水监测井数量和位置应根据矿床特征、工艺特点、水文地质条件、污染扩散监控的需要确定，监测井的数量宜为抽注液井总数的2%~10%。



关停期监测计划参照运行期的监测计划执行，根据实际情况调整监测项目和监测频次。

#### 5.4.2 监测范围

监测范围为厂矿区边界外 5km 以内范围。

#### 5.4.3 监测方案

运行期流出物监测方案见表 6，地浸矿山运行期间辐射环境监测方案见表 7，非地浸矿山运行期间辐射环境监测方案见表 8。

表 6 运行期间流出物监测方案

序号	监测对象	采样点或测量点	监测项目	监测频次
1	废气 (地浸矿山)	水冶厂废气排放口	$^{222}\text{Rn}$	1 次/季
		蒸发池	$^{222}\text{Rn}$ 析出率	1 次/季
2	废气 (非地浸矿山)	矿山回风井、水冶厂废气排放口	$^{222}\text{Rn}$ 、 $\text{U}_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$	1 次/季
		铀尾矿(渣)库、废石场	$^{222}\text{Rn}$ 析出率	1 次/半年
3	废水	工艺废水及尾渣库渗出水处理设施排放口	$\text{U}_{\text{天然}}$	槽式排放前监测
			$^{226}\text{Ra}$	1 次/月
			$^{230}\text{Th}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$	1 次/季
		矿井水	$\text{U}_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$	1 次/月
			$^{230}\text{Th}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$	1 次/季

表 7 地浸矿山运行期间辐射环境监测方案

序号	监测对象	采样点或测量点	监测项目	监测频次
1	空气	配液池、蒸发池、水冶厂废气排放口最大风频的下风向设施边界处；关键居民点；最大风频下风向最近居民点；对照点	$^{222}\text{Rn}$	1 次/季
2	陆地 $\gamma$ 辐射	蒸发池、地浸井场、水冶厂周围和空气采样布点处；对照点	$\gamma$ 辐射空气吸收剂量率	1 次/半年
3	地表水	矿区附近的湖库等地表水体；受纳水体排放口下游均匀混合段、下游第一取水口；对照点	$\text{U}_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{230}\text{Th}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$	1 次/半年
4	地下水	采区含矿含水层监测井、含矿含水层上部、下部含水层监测井；配、集液池和蒸发池附近监测井	$\text{U}_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$	1 次/季
			$^{230}\text{Th}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$	1 次/半年
		周围饮用水井(地下水)；地下水取水点(如有)；对照点	$\text{U}_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{230}\text{Th}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$	1 次/半年
5	土壤	设施周边可能受污染的区域，如蒸发池、地浸井场、水冶厂、输运管线等；场址周围的农田或土壤；对照点	$\text{U}_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$	1 次/半年
6	底泥	同地表水	同地表水监测项目	1 次/年
7	陆生生物	排放口下游采用受纳水体灌溉的植物，食入灌溉植物的动物；对照点	$\text{U}_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$	根据实际情况确定
8	水生生物	排放口下游受纳水体中的水生生物；对照点	$\text{U}_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$	1 次/年或捕捞期

表 8 非地浸矿山运行期间辐射环境监测方案

序号	监测对象	采样点或测量点	监测项目	监测频次
1	气溶胶	水冶厂废气排放口最大风频下风向设施边界处；关键居民点；最大风频下风向最近居民点；对照点	$U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$	1 次/半年
2	空气	铀尾矿（渣）库、废石场、水冶厂废气排放口、回风井最大风频的下风向设施边界处；关键居民点；最大风频下风向最近居民点；对照点	$^{222}\text{Rn}$	1 次/季
3	陆地 $\gamma$ 辐射	废石场、尾渣库、水冶厂周围和空气采样布点处；矿石（尾渣）运输道路；对照点	$\gamma$ 辐射空气吸收剂量率	1 次/半年
4	地表水	矿区附近的湖库等地表水体；受纳水体排放口下游均匀混合段；下游第一取水口；对照点	$U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{230}\text{Th}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$	1 次/半年
5	地下水	堆浸场及铀尾矿（渣）库附近地下水；下游监测井；下游居民点饮用水井；地下水取水点（如有）；对照点	$U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{230}\text{Th}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$	1 次/半年
6	土壤	设施周边可能受污染的区域，如运矿道路；场址周围的农田或土壤；对照点	$U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$	1 次/半年
7	底泥	同地表水	同地表水监测项目	1 次/年
8	陆生生物	排放口下游采用受纳水体灌溉的植物，食入灌溉植物的动物；对照点	$U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$	根据实际情况确定
9	水生生物	排放口下游受纳水体中的水生生物；对照点	$U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$	1 次/年或捕捞期

## 5.5 退役治理监测

### 5.5.1 监测要求

- 退役治理监测包括铀矿冶设施退役治理前辐射环境现状监测、退役治理期间流出物及辐射环境监测、验收监测。
- 退役治理前应开展辐射环境现状分析，充分利用已有的辐射环境监测数据说明矿区运行排放对周围环境的影响程度。退役治理前辐射环境现状监测方案可参照运行期的监测方案执行。
- 退役治理期间的辐射环境监测应根据退役实施目标和实施方案制定。
- 退役终态需开展验收监测，参照 GB 14586 中的监测要求和环境影响评价文件确定。

### 5.5.2 监测范围

退役治理期间的监测范围为厂矿区边界外3km以内范围，涵盖历史运行造成的污染区域。

### 5.5.3 监测方案

退役治理前的辐射环境监测方案参照表 7 和表 8，退役治理期间流出物监测方案见表 9，退役治理期间辐射环境监测方案见表 10。

表 9 退役治理期间流出物监测方案

序号	监测对象	采样点或测量点	监测项目	监测频次
1	废水	矿井水处理设施排放口	$U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$	1 次/月
		铀尾矿（渣）库渗出水处理设施排放口	$U_{\text{天然}}$	每槽
			$^{226}\text{Ra}$	1 次/月

表 10 退役治理期间辐射环境监测方案

序号	监测对象	采样点或测量点	监测项目	监测频次
1	气溶胶 (非地浸矿山)	关键居民点；最大风频下风向最近居民点；退役治理设施及下风向设施边界处；对照点	$U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$	1次/半年
2	空气		$^{222}\text{Rn}$	1次/半年
3	陆地 $\gamma$ 辐射	关键居民点；最大风频下风向最近居民点；退役治理设施及下风向设施边界处；对照点	$\gamma$ 辐射空气吸收剂量率	1次/半年
4	地表水	接纳水体排放口下游均匀混合段；下游第一取水口；监测范围内可能受影响的水体；对照点	$U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{230}\text{Th}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$	1次/半年
5	地下水 (地浸矿山)	采区含矿含水层及其上部、下部含水层监测井；配、集液池和蒸发池附近监测井；周围饮用水井(地下水)；对照点	$U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{230}\text{Th}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$	1次/半年
	地下水 (非地浸矿山)	堆浸场及铀尾矿(渣)库附近地下水监测井；下游居民点饮用水井；对照点		1次/半年
6	土壤	厂区可能受污染的区域，如地浸设施蒸发池、井场、水冶厂、输运管线附近等；堆浸设施工业场地、运矿道路等；场址周围的农田或土壤；对照点	$U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$	1次/半年
7	底泥	同地表水监测点位、周边可能受污染的河沟、池塘	$U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$	1次/年

## 5.6 监护期监测

### 5.6.1 监测要求

- 监护期监测项目应根据监护设施情况酌情设定，主要监测废石场、铀尾矿(渣)库废气、矿井或铀尾矿(渣)库废水、地浸矿山地下水等。
- 监测频次按照退役治理竣工后前2年监测频次为1次/年；以后视情况可降低监测频次。若监护期现场巡视时发现覆盖层被损坏时，应及时开展监测。
- 监护期仍有废水处理设施运行的，液态流出物的监测应按照运行期的监测要求执行。
- 当地下水监测发现异常时，应增加监测频次，并开展原因分析。

### 5.6.2 监测范围

监测范围为退役后有限制开放使用设施可能影响的范围，涉及外排废水的，还应对废水和接纳水体进行监测。

### 5.6.3 监测方案

监护期流出物监测方案见表11，监护期辐射环境监测方案见表12。

表 11 监护期流出物监测方案

序号	监测对象	采样点或测量点	测量分析项目	监测频次
1	土壤	铀尾矿(渣)库等有限制开放区域	$^{222}\text{Rn}$ 析出率	1次/年
2	废水	铀尾矿(渣)库渗出水 and 矿井水	$U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{230}\text{Th}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$	1次/月

表 12 监护期辐射环境监测方案

序号	监测对象	采样点或测量点	监测项目	监测频次
1	陆地 $\gamma$ 辐射	废石场、铀尾矿（渣）库等有限制开放区域	$\gamma$ 辐射空气吸收剂量率	退役治理竣工后前2年频次为1次/年；以后视情况可降低监测频次
2	地表水	受纳水体排放口下游均匀混合段	$U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$	
3	地下水（地浸）	采区含矿含水层监测井下游最近居民点饮用水井	$U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$	
	地下水（非地浸矿山）	铀尾矿（渣）库附近监测井		

### 5.7 应急监测

- 应急监测准备包括资源保障、设备与器材等；配备应急救援、事故处理措施；
- 应制订铀矿冶设施的应急预案，实施应急监测，应急监测应根据事件类型确定监测因子；
- 应急监测仪器设备及灵敏度应满足监测要求；
- 应急监测范围为追踪到环境本底数值处。

### 6 样品的采集、预处理和管理

放射性样品的采集、预处理和管理执行HJ 61的要求，环境空气中氡的采样、测量执行HJ 1212的要求。

### 7 监测分析方法

在选定分析方法时，应优先选用生态环境主管部门发布的环境监测专用的环境标准；没有环境标准的，优先使用国家标准；没有国家标准的，优先选用行业标准或适合的国际标准；初次使用标准方法前应进行方法证实。

铀矿冶辐射环境监测推荐分析方法见附录A。采用附录A推荐方法以外的方法，应对方法进行确认后方可使用。流出物和环境监测方法探测下限的确定方法执行HJ 61的要求。

### 8 数据处理

有效数字和数值修约执行 GB/T 8170 的要求，结果不确定度的评估执行 GB/T 27418 的要求，判断限和探测下限的确定方法执行 HJ 61 的要求，离群值的判断和处理执行 GB/T 4883 的要求。

### 9 质量保证

为使监测数据具有代表性、准确性、精密性、可比性和完整性，应对监测全过程实施质量保证。质量保证包括监测方案的质量保证要求、监测人员要求、监测仪器的检定/校准和检验、采样质量保证、监测方法的选用和验证、实验室内分析测量的质量控制、实验室间的质量控制。质量保证执行GB 8999和HJ 61的要求。

附 录 A  
(资料性附录)  
铀矿冶辐射环境监测分析方法

铀矿冶辐射环境监测分析方法见表A.1。

表 A.1 铀矿冶环境辐射监测分析方法

监测项目	监测介质	标准编号	标准方法名称
γ辐射空气吸收剂量率	固体介质	HJ 1157	环境γ辐射剂量率测量技术规范
<sup>222</sup> Rn	空气	HJ 1212	环境空气中氡的测量方法
<sup>210</sup> Po	水	HJ 813	水中钋-210的分析方法
<sup>210</sup> Pb	水	EJ/T 859	水中铅-210的分析方法
U <sub>天然</sub>	水、土壤、生物、空气	HJ 840	环境样品中微量铀的分析方法
	水	HJ 700	水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法
<sup>226</sup> Ra	水	GB 11214	水中镭-226的分析测定
	土壤	GB/T 11743	土壤中放射性核素的γ能谱分析方法
	生物	GB/T 16145	生物样品中放射性核素的γ能谱分析方法
氡析出率	固体介质	EJ/T 979	表面氡析出率测定 积累法
<sup>230</sup> Th	水	附录 B	废水中钍-230的分析方法

附 录 B  
(资料性附录)  
废水中 Th-230 的分析方法

### B.1 范围

本资料性附录规定了205×7型阴离子交换树脂分离 $\alpha$ 能谱法测定铀矿冶废水样中 $^{230}\text{Th}$ 放射性活度的方法。

$^{230}\text{Th}$ 探测限：0.5Bq/L。

### B.2 原理

量取一定量的废水样品，经过一定的预处理后，在7.5mol/L硝酸体系下，用205×7型阴离子交换树脂分离钍，用9mol/L盐酸洗脱钍，把 $^{230}\text{Th}$ 电沉积在不锈钢片上，用 $\alpha$ 能谱仪测量。

### B.3 取样

按照HJ 61的相关要求进行样品的采集与保存。

样品采集后立即加入硝酸至pH值为1-2，静置，过滤，待用。

### B.4 分析步骤

#### B.4.1 水样预处理

取5-100mL酸化后的废水样，按照1:1的比例加入浓硝酸，加入一定量的 $^{229}\text{Th}$ 示踪剂，搅拌均匀，调节溶液为7.5mol/L硝酸体系，待进一步处理。

#### B.4.2 上柱分离

用20-30mL硝酸溶液（7.5mol/L）预平衡阴离子交换树脂柱（205×7型， $\Phi 8\text{mm}\times 150\text{mm}$ ），然后将预处理后的样品溶液分两次上柱，等试液全部流完后，用30~60mL硝酸（7.5mol/L）分四次淋洗杂质，然后用60-80mL盐酸（9mol/L）洗脱钍，收集在100mL小烧杯中。

#### B.4.3 电沉积制源

在分离纯化后的钍溶液中加入0.5mL浓硫酸，放在电热板上蒸至近干，取下烧杯，稍冷却。加入10mL去离子水溶解，加入0.5mL浓硫酸，搅拌均匀，加入浓氨水调节pH值为2.2。将全部溶液转移至电沉积槽内，接通电源，调节电流至1.2A，持续电沉积120min，向电沉积槽中加入数滴氨水，再持续电沉积1~3min，切断电源，取出镀片，用水和无水乙醇冲洗后晾干，编号待测。

### B.5 空白实验

定期进行空白实验，每当更换试剂或每批样品分析时，都应进行空白实验；在正常情况下空白样品数量不应少于分析样品总数的5%。其方法如下：

取去离子水，用硝酸酸化至7.5mol/L硝酸溶液，搅拌均匀。

按B.4.1-B.4.3条规定的程序完成实验，在 $\alpha$ 能谱仪上测量空白样品的总计数。

计算空白样品计数平均值和标准偏差，并检验其与仪器本底计数在95%置信水平下是否有显著性差异。

## B.6 计算

在计算 $^{230}\text{Th}$ 峰位的净计数时，应先减去本底谱。样品中 $^{230}\text{Th}$ 的放射性活度浓度可按照下式计算：

$$A_0 = A_1 \cdot \frac{N_0}{N_1 V}$$

式中：

$A_0$ ——分析试样中 $^{230}\text{Th}$ 的放射性活度浓度，Bq/L；

$A_1$ ——示踪剂中 $^{229}\text{Th}$ 的放射性活度浓度，Bq/L；

$N_0$ —— $^{230}\text{Th}$ 峰位对应的净计数率， $\text{S}^{-1}$ ；

$N_1$ —— $^{229}\text{Th}$ 峰位对应的净计数率， $\text{S}^{-1}$ ；

$V$ ——分析试样的体积，L。