



# 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

(二次征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - 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 .....	2
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 一般要求 .....	1
4.1 本底调查监测 .....	1
4.2 流出物监测 .....	2
4.3 辐射环境监测 .....	2
5 监测方案 .....	2
5.1 监测布点要求 .....	2
5.2 本底调查监测 .....	2
5.3 建设期监测 .....	4
5.4 运行期与关停期监测 .....	5
5.5 退役治理监测 .....	7
5.6 监护期监测 .....	8
5.7 应急监测 .....	9
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 .....	10
9 质量保证 .....	10
附 录 A （资料性） 铀矿冶流出物及辐射环境监测分析方法 .....	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设施选址本底调查监测技术要求及铀矿冶设施建设、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；
- 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；
- 删除了非放射性污染物的排放和环境监测要求；
- 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；
- 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。

本标准生态环境部于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 范围

本标准规定了铀矿冶设施本底调查监测技术要求及铀矿冶设施建设、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技术要求。

本标准适用于铀矿冶设施的本底调查监测、流出物和辐射环境监测。

## 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 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/T 166 土壤环境监测技术规范

生态环境部 部令 第16号 建设项目环境影响评价分类管理名录(2021年版)

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1 流出物 effluents

铀矿冶实践经许可后排入环境并在环境中得到稀释和弥散的含放射性物质的气态流或液态流。

### 3.2 对照点 contrast site

邻近铀矿冶设施,且受铀矿冶设施或其他类似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 本底调查监测

本底调查监测旨在获取铀矿冶设施运行前环境  $\gamma$  辐射水平和环境介质中重要放射性核素的**本底水平**；为铀矿冶设施运行后的辐射环境监测和退役治理提供可供比较和解释的本底数据。

本底调查监测应结合铀矿冶设施类型及厂址周围环境特征，重点关注可能的影响区域、主要居民点等，确定主要的监测对象和监测项目。

#### 4.2 流出物监测

流出物监测旨在获取流出物中的放射性核素排放活度浓度和排放量，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；发现计划外释放的物质和规模，为启动改进措施提供信息。在设施运行的不同阶段，应根据生产工艺特征及排放特点制定监测方案。

#### 4.3 辐射环境监测

辐射环境监测旨在评判铀矿冶设施运行对周边环境造成的辐射影响；掌握铀矿冶设施关停、退役、长期监护期间环境质量状况变化；积累监测数据，为环境管理提供依据，为公众提供环境信息。

辐射环境监测应重点关注关键人群组、关键照射途径和关键放射性核素。

### 5 监测方案

#### 5.1 监测布点要求

监测布点要求包括：

- a) 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。监测点位应相对固定，便于获取铀矿冶设施各阶段同一监测点位的监测数据，掌握辐射环境变化趋势。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。
- b) 陆地  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率、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。
- c) 地表水监测点优先选取流出物接纳水体及覆盖主导下风向面积较大的水体。
- d) 土壤样应选取监测区域内典型类别的土壤，如：无水土流失的原野或田间，布点与采样可参照 HJ/T 166 的要求执行。
- e) 生物样品应选取监测区域内相对固定的原产生物。
- f) 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。
- g) 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。
- h) 地浸矿山井场应设置地下水监测井，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，监测井的数量宜为抽注液井总数的 2%~10%；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。堆浸场四周、铀尾矿（渣）库附近、蒸发池附近应设置地下水监测井，监测井的布设可参照 GB 23727 和 HJ 164 的要求执行。地浸配液池等贮液池未设置防渗漏检测设施的应设置地下水监测井。地表悬空式集液池可不设置地下水监测井。
- i) 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，并注明相应的含水层位。

#### 5.2 本底调查监测

### 5.2.1 监测要求

本底调查监测要求包括：

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) 本底调查的监测周期不少于一年，除大气氡外，其他核素的监测频次不少于两次/年，两次监测的间隔时间应不少于3个月。水体的调查应包括丰水期和枯水期。大气中 $^{222}\text{Rn}$ 的变化规律不少于2个测点，每个点至少测3d，每天连续监测24h。

c) 地浸矿山地下水本底调查时宜收集多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。地下水的调查范围应涵盖每个采区，可以超出井场的范围，具体取决于场址条件。考虑监测井施工进度，地下水本底调查数据可在各采区投入运行前补充完整，每个采区不少于3眼钻孔的地下水监测。

d) 地浸矿山地下水的本底调查监测可在地浸采铀建设阶段完成生产井施工后完成。地浸采铀的本底可以根据实际情况按照采区统计确定，取样密度一般为每2~8个生产单元至少布置1眼取样井，每个采区应不少于6眼取样井。

### 5.2.2 监测范围

本底调查范围为厂矿区及边界外或排放口下游5 km以内范围，若调查范围边界处有相关规定确定的环境敏感区，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
1	空气	拟建厂矿区、水冶厂边界外1km范围内的主要居民点及最大风频下风向最近居民点；对照点	$^{222}\text{Rn}$
2	陆地 $\gamma$ 辐射	拟建厂矿区；空气与土壤采样布点处；对照点	$\gamma$ 辐射空气吸收剂量率
3	地表水	厂矿区附近的河流等地表水体；接纳水体排放口下游均匀混合段、下游第一饮用水取水口；对照点	$\text{U}_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{230}\text{Th}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$
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、集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 $\beta$
5	土壤	拟建厂矿区；场址周围的农田或土壤；对照点	$\text{U}_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$
6	底泥	同地表水	$\text{U}_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$
7	陆生生物	接纳水体排放口附近植物；指示生物；采用接纳水体灌溉的植物；食入灌溉植物的动物；对照点	$\text{U}_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$
8	水生生物	接纳水体排放口附近水生生物；对照点	$\text{U}_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$
注：无接纳水体的可根据实际情况进行监测项目调整。			
除对照点外，陆地 $\gamma$ 剂量率采样点至少10个点；气溶胶采样点位至少4个点，土壤采样点位至少8个点，其余监测对象的采样点根据厂址周围环境状况确定。			

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
1	气溶胶	拟建厂矿区、回风井及水冶厂边界外1km范围内的主要居民点及最大风频下风向最近居民点；对照点	$U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$
2	空气	拟建回风井、水冶厂废气排放口、铀尾矿（渣）库最大风频下风向厂址边界处；1km范围内的主要居民点及最大风频下风向最近居民点；对照点	$^{222}\text{Rn}$
3	陆地 $\gamma$ 辐射	拟建厂矿区；空气与土壤采样布点处	$\gamma$ 辐射空气吸收剂量率
4	地表水	厂矿区附近的河流等地表水体；接纳水体排放口下游均匀混合段、下游第一饮用水取水口；对照点	$U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{230}\text{Th}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$
5	地下水	拟建堆浸场、铀尾矿（渣）库下游监测井；周围饮用水井（地下水）；地下水取水点（如有）；对照点	$U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{230}\text{Th}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$ 、 总 $\alpha$ 、总 $\beta$
6	土壤	拟建厂矿区；场址周围的农田或土壤；对照点	$U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$
7	底泥	同地表水	$U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$
8	陆生生物	接纳水体排放口附近植物；指示生物；采用接纳水体灌溉的植物；食入灌溉植物的动物；对照点	$U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$

注：陆地 $\gamma$ 剂量率采样点至少10个点；其余监测项目的采样点（除对照点外）至少6个点。

### 5.3 建设期监测

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	场界四周	$\gamma$ 辐射空气吸收剂量率	1次/半年
2	土壤	钻井泥浆坑附近选取2~3个点位	$U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$	1次/半年
3	地下水	采区含矿含水层及其上部、下部含水层监测井；配液池、集液池和蒸发池附近的监测井	$U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{230}\text{Th}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$	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	场界四周	$\gamma$ 辐射空气吸收剂量率	1次/半年
2	空气	1 km内最大风频下风向最近居民点	$^{222}\text{Rn}$	1次/半年

序号	监测对象	采样点或测量点	监测项目	监测频次
3	地表水 <sup>a</sup>	接纳水体排放口下游均匀混合段、下游第一饮用水取水口 <sup>b</sup>	$U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{230}\text{Th}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$	1次/半年
注：a—有废水排放的，需监测地表水。 b—排放口下游5km范围内第一饮用水取水口应纳入监测。				

## 5.4 运行期与关停期监测

### 5.4.1 监测要求

运行期和关停期的流出物及辐射环境监测要求包括：

#### (1) 运行期

运行期应对涉及流出物排放的设施进行监测，如水冶厂有组织 and 无组织排放的废气。液态流出物应监测工艺废水、尾渣库渗出水处理设施排放水，以及矿井水、废石场和工业场地的渗出水等。

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。

五年后可适当进行运行期间的监测方案优化。

#### (2) 关停期

关停期监测计划可参照运行期的监测计划执行，根据三废处理设施运行情况、污染源留存情况、主要环境影响等因素进行综合考虑，视情况调整采样点或测量点、监测项目和监测频次。

1) 对于关停后已不再运行但还存在潜在释放的三废处理设施，可酌情减少监测项目，降低监测频次。

2) 对于关停后仍需运行的三废处理设施，在关停后前五年的监测按运行期监测要求执行；之后可依据五年间的监测数据变化情况进行监测计划的优化。若关停后五年间流出物中核素浓度水平基本稳定，监测数据无明显变化，且远小于标准排放限值要求，可酌情减少监测项目，降低监测频次。若关停后五年间流出物中核素浓度水平变化较大，监测数据存在接近或超过标准排放限值要求的，需开展原因分析，并按照运行期监测要求执行。

3) 地浸采场关停期间，仍需开展地下水监测，监测频次按运行期监测要求执行。

### 5.4.2 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
2	废气 (非地浸矿山)	回风井、水冶厂废气排放口	$^{222}\text{Rn}$ 、 $U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$	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排放	$U_{\text{天然}}$	排放前监测

序号	监测对象	采样点或测量点	监测项目	监测频次
		槽	$^{226}\text{Ra}$	1次/月
			$^{230}\text{Th}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$	1次/半年
		其他废水处理设施排放口	$\text{U}_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$	1次/月
			$^{230}\text{Th}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$	1次/半年

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	蒸发池、水冶厂最大风频的下风向厂址边界处；关键居民点；1km范围内的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	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 <sup>a</sup>	接纳水体排放口下游均匀混合段、下游第一饮用水取水口；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；配液池、集液池和蒸发池附近监测井	$\text{U}_{\text{天然}}^{\text{b}}$	1次/月
			$^{226}\text{Ra}$ 、 $^{230}\text{Th}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$	1次/半年
		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/年
饮用水井（地下水）	1次/季			
5	土壤	蒸发池、地浸井场、水冶厂等设施周边可能受污染的区域环境；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	$\text{U}_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$	1次/年
7	陆生生物	接纳水体排放口附近植物；指示生物；采用接纳水体灌溉的植物；食入灌溉植物的动物；对照点	$\text{U}_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$	根据实际情况确定
8	水生生物	接纳水体排放口附近水生生物；对照点	$\text{U}_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$	1次/年或捕捞期
注：a-有废水排放的，需监测地表水。				
b- $\text{U}_{\text{天然}}$ 发现监测数据异常时，应对 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{230}\text{Th}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$ 进行取样分析。				

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	回风井、水冶厂废气排放口最大风频下风向厂址边界处；关键居民点；1km范围内的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/半年
2	空气	回风井、水冶厂废气排放口、铀尾矿（渣）库、废石场最大风频的下风向厂址边界处；关键居民点；1km范围内的最大风频下风向最近居民	$^{222}\text{Rn}$	1次/季

序号	监测对象	采样点或测量点	监测项目	监测频次
		点；对照点		
3	陆地 $\gamma$ 辐射	废石场、尾渣库、水冶厂周围、空气与土壤采样布点处；矿石、尾矿（渣）和废石运输路线；对照点	$\gamma$ 辐射空气吸收剂量率	1次/半年
4	地表水 <sup>a</sup>	接纳水体排放口下游均匀混合段；下游第一饮用水取水口；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、铀尾矿（渣）库附近及下游监测井	$U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{230}\text{Th}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$	1次/半年
		地下水取水点（如有）；对照点		1次/年
		周围饮用水井（地下水）		1次/季
6	土壤	设施周边可能受污染的区域，如矿石、尾矿（渣）和废石运输路线；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	$U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$	1次/年
8	陆生生物	接纳水体排放口附近植物；指示生物；采用接纳水体灌溉的植物；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	接纳水体排放口附近水生生物；对照点	$U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$	1次/年或捕捞期
注：a—有废水排放的，需监测地表水。				

## 5.5 退役治理监测

### 5.5.1 监测要求

退役治理的流出物及辐射环境监测要求包括：

- 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3 km以内范围及矿石、尾矿（渣）和废石运输路线，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
----	------	---------	------	------

序号	监测对象	采样点或测量点	监测项目	监测频次
1	废水	废水处理设施排放口	$U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$	1 次/月
			$^{230}\text{Th}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$	1 次/季
		铀尾矿（渣）库渗出水排放槽	$U_{\text{天然}}$	排放前监测
			$^{226}\text{Ra}$	1 次/月
		$^{230}\text{Th}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$	1 次/季	

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；1 km 范围内的最大风频下风向最近居民点；退役治理设施及	$U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$	1 次/半年
2	空气	下风向厂址边界处；对照点		$^{222}\text{Rn}$
3	陆地 $\gamma$ 辐射	关键居民点；1 km 范围内的最大风频下风向最近居民点；退役治理设施及下风向厂址边界处；空气与土壤采样点处；矿石、尾矿（渣）和废石运输路线；对照点	$\gamma$ 辐射空气吸收剂量率	1 次/半年
4	地表水 <sup>a</sup>	接纳水体排放口下游均匀混合段；下游第一饮用水取水口；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；配液池、集液池和蒸发池附近监测井；周围饮用水井（地下水）；对照点	$U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{230}\text{Th}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$ 、总 $\alpha$ 、总 $\beta$	1 次/半年
	地下水 (非地浸矿山)	堆浸场、铀尾矿（渣）库附近及下游监测井；周围饮用水井（地下水）；对照点		1 次/半年
6	土壤	地浸蒸发池、井场、水冶厂等设施周边可能受污染的区域环境；矿石、尾矿（渣）和废石运输路线；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

注：a—有废水排放的，需监测地表水。

## 5.6 监护期监测

### 5.6.1 监测要求

监护期的监测要求包括：

a) 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。

b) 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。

c) 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。

d) 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

监护期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，还应对废水和受纳水体进行监测。

### 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、废石场等有限制开放区域	$^{222}\text{Rn}$ 析出率	见5.6.1 b)
2	废水	铀尾矿（渣）库渗出水 和矿井水	$\text{U}_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{230}\text{Th}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$	见5.6.1 c)

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	$\text{U}_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{230}\text{Th}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$	
3	地下水（地浸）	退役完成后保留的监测井	$\text{U}_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、总 $\alpha$ 、总 $\beta$	
	地下水（非地浸矿山）	铀尾矿（渣）库附近监测井		

### 5.7 应急监测

a) 应急监测准备包括资源保障、设备与器材等；以及制定应急救援、事故处理措施；

b) 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；

c) 应急监测仪器设备量程及灵敏度应满足监测要求。

## 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确认。

## 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)

## 铀矿冶流出物及辐射环境监测分析方法

铀矿冶流出物及辐射环境监测分析方法见表A.1。

表 A.1 铀矿冶流出物及辐射环境监测分析方法

监测项目	监测介质	标准编号	标准方法名称	探测限
$\gamma$ 辐射空气吸收剂量率	固体介质	HJ 1157	环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范	10nGy/h
$^{222}\text{Rn}$	空气	HJ 1212	环境空气中氡的测量方法	5Bq/m <sup>3</sup>
氡析出率	表面	EJ/T 979	表面氡析出率测定 积累法	0.004Bq/(m <sup>2</sup> ·s)
		GB 50325	民用建筑工程室内环境污染控制标准	0.004Bq/(m <sup>2</sup> ·s)
$^{210}\text{Po}$	水	HJ 813	水中钋-210的分析方法	1mBq/L
	气溶胶、生物	GB 14883.5	食品中放射性物质钋-210的测定	10 $\mu$ Bq/m <sup>3</sup>
		HJ 813	水中钋-210的分析方法	0.1mBq/g干
$^{210}\text{Pb}$	水	EJ/T 859	水中铅-210的分析方法	2.0mBq/L
		HJ1323	水中铅-210的分析方法 冠醚树脂分离- $\beta$ 计数器法	
	气溶胶	GB/T 16145	环境及生物样品中放射性核素的 $\gamma$ 能谱分析方法	20 $\mu$ Bq/m <sup>3</sup> (> 1mBq/m <sup>3</sup> ) 30 $\mu$ Bq/m <sup>3</sup> ( $\leq$ 1mBq/m <sup>3</sup> )
		HJ1149	环境空气 气溶胶中 $\gamma$ 放射性核素的测定 滤膜压片/ $\gamma$ 能谱法	100 $\mu$ Bq/m <sup>3</sup> (取样体积10000m <sup>3</sup> )
		WS/T184	空气中放射性核素的 $\gamma$ 能谱分析方法	20 $\mu$ Bq/m <sup>3</sup> (> 1mBq/m <sup>3</sup> ) 30 $\mu$ Bq/m <sup>3</sup> ( $\leq$ 1mBq/m <sup>3</sup> )
	生物	GB/T 16145	环境及生物样品中放射性核素的 $\gamma$ 能谱分析方法	50mBq/g (灰)
$U_{\text{天然}}$	水、气溶胶、土壤、生物	HJ 840	环境样品中微量铀的分析方法	激光荧光法： 水：2.0 $\times$ 10 <sup>-8</sup> ~2.0 $\times$ 10 <sup>-5</sup> g/L； 气溶胶：2.0 $\times$ 10 <sup>-11</sup> ~2.0 $\times$ 10 <sup>-8</sup> g/m <sup>3</sup> (取样体积为10m <sup>3</sup> )； 生物：1.0 $\times$ 10 <sup>-8</sup> ~1.0 $\times$ 10 <sup>-5</sup> g/g灰 (样品灰量为0.05g)； 土壤：1.0 $\times$ 10 <sup>-7</sup> ~1.0 $\times$ 10 <sup>-4</sup> g/g灰 (土壤样品量为0.10g)
				N-235萃取—分光光度法： 1.0 $\times$ 10 <sup>-7</sup> ~1.0 $\times$ 10 <sup>-5</sup> g/g灰 (样品灰量为2.0g)
	生物	HJ 840	环境样品中微量铀的分析方法	磷酸三丁酯萃取或三正辛基氧磷萃取— 固体荧光法： 水：5.0 $\times$ 10 <sup>-8</sup> ~1.0 $\times$ 10 <sup>-4</sup> g/L
	水	HJ 700	水质 65种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法	地表水：0.05 $\mu$ g/L

$^{226}\text{Ra}$	水	GB 11214	水中镭-226的分析测定	4.0mBq/L
	水	GB 11218	水中镭的 $\alpha$ 放射性核素的测定	4.0mBq/L
	土壤	GB/T 16145	环境及生物样品中放射性核素的 $\gamma$ 能谱分析方法	8.0Bq/kg
	生物	GB/T 16145	环境及生物样品中放射性核素的 $\gamma$ 能谱分析方法	6mBq/g (灰)