

附件 2

中华人民共和国国家标准

GB 23727—20□□
代替GB23727-2009

铀矿冶辐射环境保护规定

Regulations for radiological environmental protection in uranium mining and
milling

(征求意见稿)

20□□-□□-□□发布

20□□-□□-□□实施

生态环境部
国家市场监督管理总局

发布

目 次

前 言.....	6
1 范围.....	7
2 规范性引用文件.....	7
3 术语和定义.....	7
4 环境保护基本要求.....	9
5 企业管理要求.....	9
6 公众剂量限值和污染物浓度限值.....	9
7 选址与设计的环境保护要求.....	10
8 设施建设、运行环境保护要求.....	13
9 铀矿石或铀浓缩物的安全运输.....	15
10 辐射环境事件（事故）预防与应急管理.....	15
11 设施关停、关闭、退役、环境修复与长期监护.....	16
12 辐射监测.....	17

前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国放射性污染防治法》，保护环境，保障人体健康，规范铀矿冶辐射环境保护，制订本标准。

本标准规定了铀矿山和选冶厂的选址、设计、建造、运行、关停、关闭、退役、长期监护等过程应遵守的辐射环境保护原则与基本要求。

本标准首次发布于2009年。本次为第一次修订。

本次修订的主要内容：

——将原标准名称“铀矿冶辐射防护与环境保护规定”修改为“铀矿冶辐射环境保护规定”；
——增加了铀矿冶设施、关停、环境整治、有限制开放或使用、无限制开放或使用等术语和定义；

- 修订了废水排放限值的要求；
- 修订了事故预防与应急管理；
- 增加了堆浸场、地浸场、酸库、贮液池设计和排放口设置的辐射环境保护要求；
- 修订了流出物监测项目；
- 修订了辐射监测项目；
- 删除了辐射防护、环境影响评价方面的内容。

本标准的全部技术内容为强制性。

本标准实施之日起，《铀矿冶辐射防护与环境保护规定》（GB23727-2009）废止。

本标准由生态环境部辐射源安全监管司组织制订。

本标准主要起草单位：核工业北京化工冶金研究院。

本标准生态环境部于20□□年□□月□□日批准。

本标准自20□□年□□月□□日起实施。

本标准由生态环境部解释。

铀矿冶辐射环境保护规定

1 范围

本标准规定了铀矿山和选冶厂的选址、设计、建造、运行、关停、关闭、退役、长期监护等过程应遵守的辐射环境保护原则与基本要求。铀矿山和选冶厂应遵守非放射性污染防治和生态环境保护的各项法律、法规和标准要求。

本标准适用于中华人民共和国境内的铀矿山和选冶厂，钍矿或其他伴生铀（钍）的矿山或选冶厂亦可参照执行。

2 规范性引用文件

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

- GB18871 电离辐射防护与辐射源安全基本标准
- GB11216 核设施流出物和环境放射性监测质量保证计划的一般要求
- GB11806 放射性物质安全运输规程
- GB12379 环境核辐射监测规定
- GB14585 铀、钍矿冶放射性废物安全管理技术规定
- GB14586 铀矿冶设施退役环境管理技术规定
- GB23726 铀矿冶辐射环境监测规定
- GB3838 地表水环境质量标准
- GB8978 污水综合排放标准
- GB/T14848 地下水质量标准
- GB/T4960.3 核科学技术术语 第3部分：核燃料与核燃料循环
- GB/T4960.8 核科学技术术语 第8部分：放射性废物管理
- HJ651 矿山生态环境保护与恢复治理技术规范（试行）

3 术语和定义

3.1 铀（钍）矿冶 mining or milling of uranium/thorium ores

含铀系或钍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、处置设施；
- 铀废石场、尾矿（渣）库等。

3.3 辐射监测 radiation monitoring

- 为评价和控制辐射或放射性物质的照射，对剂量或污染所进行的测量及对测量结果的解释。
- 3.4 环境（辐射）监测 **environmental (radiation) monitoring**
在源的设施边界以外环境中所进行的辐射监测。
- 3.5 采矿废石 **mining debris**
采掘过程中产生的铀含量达不到可用作矿石的岩石。
- 3.6 铀尾矿（渣） **uranium tailings**
为提取铀，从矿石加工过程中产生的细碎残渣，包括水冶过程产生的残余物和堆浸处理矿石而产生的残渣。
- 3.7 铀浓缩物 **uranium concentrate**
又称铀矿石浓缩物，用物理或化学的方法处理铀矿石及其他含铀物料制得的含铀量高的粗制产品。
- 3.8 堆浸 **heap leaching**
将矿石或表外矿石破碎或造粒之后，堆积在不透水的天然或人造基底上，喷淋浸出剂到筑堆的矿石上面，经渗透溶浸后，收集浸出液回收有用成分的工艺过程。
- 3.9 地浸采铀 **in situ leaching of uranium**
将配制好的溶浸液通过注入井注入具有适当渗透性能的铀矿层里，在铀矿层中渗透和扩散，与天然埋藏条件下的铀矿物发生化学反应，生产含铀元素的浸出液，然后通过抽出井收集铀浸出液的采铀工艺。
- 3.10 原地爆破浸出采铀 **leaching uranium from in-place blasted**
通过爆破将采场内矿石破碎到一定块度，在原地用事先配制的溶浸液对矿石进行喷淋，再将所形成的浸出液送地面进行水冶处理的采铀方法。
- 3.11 槽式排放 **discharge through storage tank**
将拟排放的放射性废液先注入贮槽中，检测其活度浓度，当浓度低于排放管理限值时方可排放，并记录排放总量和排放浓度，当浓度高于排放管理限值时，不准排放，应将其返回再处理直至浓度低于管理限值的一种方式。
- 3.12 退役 **decommissioning**
铀矿冶设施利用寿期终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保护环境的前提下所进行的各种活动。
- 3.13 关停 **shut-down**
铀矿山和选冶厂因某些非例行原因停止使用并在某些条件下恢复使用前，或在终产后、退役治理实施前所采取的行动。
- 3.14 关闭 **close-out**
指地下矿井、露天采场、地浸场、堆浸场、尾矿（渣）库、废石场等设施永久终止运行而采取的行动。
- 3.15 环境整治
对受到污染或地貌被破坏的场地进行去污、清除、恢复地貌和植被等补救行动。
- 3.16 有限制开放或使用 **restricted release or use**
设备、器材、建（构）筑物或场址因其潜在的放射性危害而限制其开放或使用，这种限制通常以禁止某种特定活动（如建房居住、种植或收获特定食物、破坏性或损坏性开发及其进入食物链的行为）或规定某种特定方式（如规定某种材料只能在某一设施内循环或再利用）来约定。
- 3.17 无限制开放或使用 **unrestricted release or use**
污染或潜在污染水平足够低的设备、器材、建（构）筑物或场址不受任何放射性限制的开放或使用。

4 环境保护基本要求

4.1 铀矿山和选冶厂的选址、设计、建造、运行、关停、关闭、退役、长期监护等实践均应按照有关法规、标准的要求进行，符合有关环境保护要求，实现达标排放。

4.2 铀矿冶生产实践过程中，应遵循实践的正当性、防护与安全的最优化、剂量限制和潜在照射危险限制的要求。

4.3 铀矿冶新建、扩建、改建工程的污染防治设施，应执行与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”要求。

4.4 铀矿冶废物管理应与生产工艺改革、技术改造、综合利用或复用相结合，做到废物最小化。禁止利用渗井、渗坑、裂隙、溶洞，私设暗管，篡改、伪造监测数据，或者不正常运行水污染防治设施等逃避监管的方式排放水污染物。

4.5 铀矿冶企业从始至终应注重生态环境保护，满足 HJ651 的要求，减少对生态空间的占用和地表植被的破坏，及时进行生态恢复，不影响区域主导生态功能。

4.6 铀矿冶企业应贯彻“边生产、边治理”的原则，将矿山退役治理与环境整治纳入日常生产管理。退役后的放射性固体废物应尽可能集中处置。

4.7 在持续照射情况下，除非铀矿冶设施导致公众住宅和其工作场所中 ^{222}Rn 浓度超过 GB18871 附录 H 规定的行动水平，否则一般不需要采取补救行动。

5 企业管理要求

5.1 铀矿冶企业应根据国家有关环境保护法律、法规和标准要求，设立辐射环境保护机构，配备专职技术人员和监测仪器设备，负责本单位环境监测、三废排放、环境应急等环境保护管理工作。

5.2 铀矿冶企业应根据 GB18871、GB11216、GB12379、GB23726 规定，制定运行和退役治理的环境监测计划，开展相应监测工作。监测布点、监测频率、采样原则、测量分析方法及数据处理等应满足有关规定要求，并按照有关规定定期向监管部门报送环境保护的监测数据和有关资料。

5.3 铀矿冶企业应建设和保持良好的环境保护企业文化，建立环境保护规章责任制度、教育培训制度、操作规程、资料存档制度和报告制度等规章制度，明确有关人员的环境保护责任，加强环境保护工作人员的培训。

6 公众剂量限值和污染物浓度限值

6.1 公众剂量限值

铀矿山、选冶厂所致公众最大个人年有效剂量限值应符合 GB18871-2002 附录 B 的 B.1.2 规定。

6.2 公众剂量约束值

铀矿冶企业应根据辐射防护最优化的原则制定公众剂量约束值，并应获得审管部门的批准。

a) 铀矿山、选冶厂的新建、改建和扩建项目的公众剂量约束值取连续 5 年的年平均有效剂量不超过 0.5mSv/a；

b) 铀矿山、选冶厂退役治理后的公众照射剂量约束值不超过 0.3mSv/a。

6.3 公众剂量控制值

建设项目单次事故情况下所致公众有效剂量不超过 1mSv。

6.4 污染物排放限值

6.4.1 各核素废水排放口处的排放浓度应符合表 1 的要求。

表 1 放射性核素排放浓度限值

放射性物质或核素	单位	废水排放口处限值	第一取水口处限值
----------	----	----------	----------

U _{天然}	mg/L	0.1	0.05
²²⁶ Ra	Bq/L	1.1	1.1
²¹⁰ Po	Bq/L	0.5	0.1
²¹⁰ Pb	Bq/L	0.5	0.1

注：槽式排放时各核素浓度是否满足表中所列数据要求，其浓度监测应考虑可快速测量时间；U、pH应每槽监测。

6.4.2 归一化排放量管理限值

铀矿冶设施放射性流出物归一化排放量分为铀矿山（采矿）、堆浸水冶厂和地浸水冶厂三类设施进行管理，具体限值见表2~表4。

表 2 铀矿山气载流出物归一化排放量管理限值 Bq/100t(U)

放射性核素	U _{天然}	²³⁰ Th	²²⁶ Ra	²²² Rn	²¹⁰ Po	²¹⁰ Pb
气载流出物	4.0×10 ⁷	2.0×10 ⁷	6.0×10 ⁷	6.0×10 ¹³	2.5×10 ⁷	2.5×10 ⁷

注：100t (U) 指 100t 金属铀；本表所指气载流出物为回风井排风。

表 3 堆浸水冶厂放射性流出物归一化排放量管理限值 Bq/100t(U)

放射性核素	U _{天然}	²³⁰ Th	²²⁶ Ra	²²² Rn	²¹⁰ Po	²¹⁰ Pb
气载流出物	3.5×10 ⁸	5.0×10 ⁶	5.0×10 ⁶	4.0×10 ¹²	2.5×10 ⁷	2.5×10 ⁷
液态流出物	9.5×10 ⁸	2.5×10 ⁸	1.5×10 ⁸	—	6.5×10 ⁷	6.5×10 ⁷

注：气载流出物的排放包括堆浸场、水冶厂房、铀矿石库、破碎厂房，不包括尾矿库；液态流出物为工艺废水处理后的废液。

表 4 地浸水冶厂气载流出物归一化排放管理限值 Bq/100t(U)

放射性核素	²²² Rn
气载流出物	6.5×10 ¹²

7 选址与设计的环境保护要求

7.1 选址的一般原则

7.1.1 铀矿冶设施选址时，必须考虑铀矿冶设施的污染源、该区域的地理环境、交通运输、生态环境状况、水文与水文地质、地质与地质构造、气象、自然灾害、社会经济、工矿企业分布、土地利用与规划等条件，以及与生态功能保护区、自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、森林保护区、草原保护区、基本农田保护区等相关的法律、法规规定，经过综合分析、论证、比较后做出选择。

7.1.2 应考虑铀矿冶设施在正常运行期间和事件情况下，其流出物释放对环境和公众造成的长远影响。

7.1.3 应根据当地自然资源、发展规划和自然环境状况，优先考虑近矿建厂，但主要建（构）筑物、堆浸场和尾矿（渣）库等不宜建在开采影响范围内，否则应采取措施防止开采活动对设施的相互影响。

7.1.4 禁止向江河、湖泊、运河、渠道、水库及其最高水位线以下的滩地和岸坡等法律、法规规定禁止倾倒、堆放废弃物的地点倾倒、堆放固体废物。

7.1.5 在生态保护红线、自然保护区、饮用水水源保护区和其他需要特别保护的区域内，严禁建设铀矿冶设施。

7.1.6 拟建厂（场）址、废石场、尾矿（渣）库和排风井等应选择在人口密度低、流出物稀释扩散条件好的地点。

在选择废石场、尾矿（渣）库的位置时，除满足上述要求外，还应考虑其安全性、稳定性和泄洪能力，并有利于关闭退役后的环境治理。水文、地质、地震等不满足长期稳定要求的场址不宜作为拟选场址。

7.1.7 尾矿（渣）库的选址

- a) 在选择尾矿（渣）库位置时，应进行多个方案比选；
- b) 坝址及库区应选择具有足以支撑尾矿（渣）库、不致发生明显沉降的基底特性区域，避免不良地质构造（如滑坡、溶洞、断层和泥石流等）和洪水、火灾及地震易发区；
- c) 远离城镇人口密集区；
- d) 优先选在库底地层裂隙不发育且具有天然隔水层的区域；
- e) 优先选择库容大、汇水面积小、坝体工程量小的方案；
- f) 尾矿（渣）库应布置在附近水库和取水点的下游，并按当地常年最小频率的风向尽可能布置在主要居民区和企业的上风侧。

7.2 设计的一般原则

7.2.1 铀矿冶设施总体布置应根据其生产运行中污染物排放状况，并结合当地气象、水文、地形、地貌等自然条件和人口分布情况，合理地布置生产区和生活区。各设施既要相对集中布置，又要避免相互之间的污染。

7.2.2 根据铀矿冶设施的性质、规模、流出物排放状况和当地的地形条件，尾矿（渣）库、废石场、排风井、露天采场、堆浸场、工业场地、选冶厂、矿仓、实验室等铀矿冶主要污染源应按当地常年较小频率的风向尽可能布置在环境敏感保护目标的上风侧，距离应根据污染源的性质和当地的自然、气象条件等因素，通过环境影响评价确定。

7.2.3 铀矿石开采、预选、水冶、废物处理处置应采用合适的工艺流程和设备，设置清污分流设施，做到放射性和非放射性污水分流、分类收集、分别治理，并加强废水的循环利用，减少三废排放量、降低放射性核素活度浓度。

7.2.4 运输铀矿石、废石或尾矿（渣）的道路应尽量避免开城镇人口密集区、饮用水水源地，运输工具应设有防洒漏措施，防止污染。

7.2.5 设计时应明确边生产边退役或者分期退役的设施。

7.3 铀选冶厂的设计

7.3.1 选冶厂的主进风口应按当地常年较小频率的风向布置在主排风口的下风侧，以减少对进风风质的影响。主进风口与主排风口的间隔距离应不小于 100m。

7.3.2 铀选冶厂排放废气的排气筒高度，应根据排放的放射性核素活度，并结合当地气象、地形、人口分布等因素，经过计算后综合考虑确定，至少不小于周围 50m 范围内最高建筑物屋脊 3m 以上。

7.3.3 凡产生铀矿尘的设备，应设计密闭抽风、除尘过滤、净化等降尘措施。

7.4 堆浸场的设计

7.4.1 地表堆浸场布置应相对集中、避免地下水埋藏浅、易受洪水侵害或地质灾害频发的地区，应有完善的底部防渗结构和底部检漏设施，其周围应有防止浸出液流失设施和防排洪设施，并考虑洪水和地震等自然灾害可能造成的破坏。

7.4.2 原地爆破浸出采场应采取有效措施将溶浸液控制在采场边界外 100m 以内，其底部应采取导流、防渗处理，并有检查渗漏流失的措施和设施，防止对地下水的污染。

7.4.3 铀矿床采取原地爆破浸出采铀工艺时，要充分考虑排除高浓度氡问题。

7.4.4 堆浸场附近应设置地下水监测井。

7.5 地浸场的设计

7.5.1 地浸场分段地浸时，各地浸开采单元应按地下水流方向从上游往下游方向顺序布置，减少对地下水的影响。

7.5.2 地浸矿山设计应使抽液量大于注液量，将溶浸液的迁移扩散范围控制在开采单元边界井外150m内，以保护地下水环境。

7.5.3 地浸矿山井场应设计地下水监测井，具体监测井数量根据矿床特征、工艺特征、水文地质特征、污染扩散监控的需要而确定，一般应为生产井总数的2%~10%，其中下游方向应不少于2个地下水监测井。

7.5.4 地下水监测井应布置在地浸开采单元边界井之外25m~150m范围内的含矿含水层地下水流向的上、下游及两侧。开采单元的上含水层中应布置相应的地下水监测井，下含水层根据所在区域的地质与水文地质情况酌情布置。

7.5.5 应按有关规定设计钻孔，以防浸出剂、浸出液等含有害组分的溶液通过钻孔与含矿含水层之外的含水层或地层连通。工艺钻孔的生产套管应露出地面0.5m以上。

7.6 废气、废水和废石处理处置的设计

7.6.1 铀矿冶生产工艺过程中产生的废气、废水、废石，应采取先进有效的处理或处置措施，减少对环境的影响。

7.6.2 废水处理设计要求

铀选冶废水应优先采用循环利用方式，采用先进成熟的废水处理工艺，排放废水中污染物浓度应满足6.3的要求。

工艺废水、尾矿（渣）库渗出水应采取槽式排放设计，贮槽容积应不小于6h贮量。

有毒有害或含有腐蚀性物质废水的输送沟渠和地下管线检查井等，必须采取防渗漏和防腐蚀措施。

7.6.3 采矿废石处理处置应优先考虑回填方案。废石应集中堆放于废石场，废石场应采取防止水土流失的措施。

7.7 尾矿（渣）库的设计

7.7.1 同一个矿山不宜设计多个尾矿（渣）库。

7.7.2 应考虑其长期环境影响的控制。

7.7.3 应优先设计在地平面以下，如果不能完全埋在地面以下，则应根据地质及水文地质条件尽可能合理地减少尾矿库占地面积和尾矿坝体的规模及坡度。

7.7.4 应对尾矿（渣）库进行防排洪和渗水收集、处理设计。尾矿（渣）库的澄清水和渗出水应尽可能回收后返回水冶厂循环利用。

7.7.5 应综合考虑尾矿（渣）库底地质与水文地质条件、地下水水位、库水位、库生产运营时间，进行尾矿（渣）库库底防渗设计，确保尾矿（渣）库在生产运营、关闭的全寿期不对地下水产生影响，并设检漏装置。

7.7.6 尾矿（渣）库周边应设置地下水监测井。

7.8 输送管道的设计

7.8.1 铀选冶厂尾矿输送管道（或槽）、主工艺管道，以及地浸、堆浸的布液与集液管道应尽量避免通过居民区、河流、农田。

7.8.2 尾矿、工艺水、废水等的输送管道应采取防止喷溅、跑冒滴漏等污染防治措施。

7.8.3 输送管道及其附属装置的结构、抗腐蚀性和强度，应与所输送物质特性和工作条件相符，避免破裂而泄漏出输送液。

7.8.4 输送管道的支撑结构应充分考虑输送管道的运行荷载及应力，避免输送管道因超负荷断裂。

7.8.5 气候寒冷地区，输送管道应采取必要的防冻措施。

7.8.6 阀门和管道接头处、设备等应采取有效的密封措施和防漏装置，防止物料的跑、冒、滴、漏。

7.9 贮液池的设计

7.9.1 集液和配液设施应采用独立、密封设计。

7.9.2 集液池、配液池和蒸发池等贮液池应设有防渗和检漏装置。

7.9.3 贮液池的容积应留有足够的裕度，一般比正常运行的液面高出 0.3m 以上，防止溶液的外溢。

7.9.4 集液池、配液池和蒸发池应在其四周设计地下水监测井。

7.10 废水排放口的设置

7.10.1 GB3838 中的 I、II 类水域和 III 类水域上游 1km 范围内不得设置排放口。

7.10.2 排放口应选择具有足够稀释能力的受纳水体，原则上不得低于 5 倍稀释倍数。严禁废水漫滩排放。

7.10.3 排放口的设置应充分考虑受纳水体的环境容量、功能以及生态特征等因素，以确保受纳水体排放口下游第一取水口处的水质符合规定用途的水质标准。

7.10.4 确定排放口位置时，应尽量避免受纳水体中悬浮沉积物较多的地方，以降低排放口附近放射性物质的沉积累积。

7.10.5 排放口应设有明显的警示标志。

8 设施建设、运行环境保护要求

8.1 一般要求

8.1.1 应按设计文件和环境影响评价文件的要求进行建造和运行。

8.1.2 项目建设期间应采取有效措施避免或减少对大气、水、土壤和声环境的影响，防止水土流失和生态破坏。

8.1.3 建设和运行过程中应定期巡视、监测和监督，及时发现和解决污染泄漏情况及环境安全隐患。

8.1.4 操作人员应详细记录运行参数，发现问题与异常应及时采取调整和补救措施，尽量减少和避免污染物的泄漏。

8.1.5 废石、尾矿（渣）等应有组织集中堆放，防止流失，便于退役和最终处置。

8.1.6 制定、实施、评估尾矿（渣）库日常检查程序及检查清单，并记录归档。

8.2 铀矿山环境保护措施要求

8.2.1 铀矿床开采时，应采取以通风、喷雾洒水、密闭等防尘降氡措施，降低氡及其子体、铀矿尘等有害物质的排放浓度及排放量。

8.2.2 铀矿露天开采过程中，应采取喷雾洒水等防尘措施；露天坑较深时还应采取机械通风方式防尘降氡。

8.2.3 地表堆浸结束后堆浸渣应根据其酸碱度进行中和处理。处理后的堆浸渣应采用石灰或石灰石分层铺垫，然后压实处置。

8.2.4 地浸矿山在浸出过程中应确保抽液量大于注液量，并根据实际开采条件和地下水监测情况进行优化调整，确保满足 7.5.2 的要求，一旦发现不能满足要求，应采取补救措施直至满足 7.5.2 的要求。

8.3 铀选冶厂环境保护措施要求

8.3.1 铀选冶厂应采取通风、防氡降尘等防护措施；凡产生铀矿尘和有害气体的工艺设备应采取密闭、负压、除尘过滤及净化等措施，控制生产运行过程中危害因素的产生，减少对操作人员的危害。

8.3.2 铀浓缩物应密封在专用的防渗产品桶中，产品桶集中堆放在专用的产品库，不得露天堆放。

8.4 废物的污染防治措施要求

铀矿冶放射性废物的管理应满足GB14585的要求。

8.4.1 废水处理要求

8.4.1.1 铀矿冶工艺废水应循环利用，复用率不应小于 80%，并尽可能提高废水复用率，减少废水外排量。

8.4.1.2 应确保废水处理设施运行稳定、有效，满足 6.3 污染物排放限值要求，不得漫滩排放。

8.4.1.3 应鼓励开发和应用废水产生量少或无废水的工艺技术和先进的废水处理工艺。

8.4.1.4 矿井水应优先循环利用，不能循环利用的应处理达标后排放。

8.4.1.5 水冶厂区地面冲洗水和场地初期雨水应收集处理。

8.4.1.6 废水排放应有流量和浓度监控设备，排放应是受控且最优化的。

8.4.1.7 洗衣房废水尤其是浸泡工序的排水应经沉淀后检测达标方可排放。

8.4.2 废气处理要求

8.4.2.1 应根据有害物质的性质、浓度及危害程度，采取机械通风、密闭、过滤净化、喷雾洒水、排气筒排放等有效处理措施，降低氡及其子体、铀矿尘等有害物质排放浓度和排放总量。

8.4.2.2 应考虑便于露天采场、裸露矿仓、地表储矿场、堆浸场、尾矿（渣）库、废石场等表面析出的氡通过空气自然流动和扩散的设计，必要时应采取有效降氡措施。

8.4.3 固体废物处理要求

8.4.3.1 应按下列要求对铀尾矿（渣）进行处理：

- a) 提倡将铀尾矿（渣）回填矿井采空区、废弃巷道或露天采场废墟。但利用尾矿（渣）回填时，应采取妥善措施，防止其对地下水的污染和对井下需风点的风质污染；
- b) 尾矿（渣）库不得存放其他无关的废物，存放其他种类矿山的尾矿（渣）时应当重新进行环境影响评价；
- c) 选冶过程产生的尾矿（渣）应根据铀尾矿（渣）的酸碱度采取有效中和措施并堆放在尾矿（渣）库；
- d) 尾矿（渣）表面应采取防止扬尘措施；
- e) 尾矿（渣）库应按设计要求建设防排洪、库底防渗、清污分流、渗出液收集处理设施，防止尾矿（渣）流失、地下水污染和渗出液漫流。

8.4.3.2 应按下列要求对铀矿废石或废渣进行处理：

- a) 铀矿山采掘出来的围岩废石应尽量回填矿井采空区、废弃巷道或露天采场废墟；
- b) 凡具有综合利用价值的废石宜回收利用，提高资源利用率，但应满足国家和地方环境保护的相关要求，不得造成新的放射性污染；
- c) 废石应有组织集中堆放在专用废石场。废石场应采取拦石、防洪和清污分流措施，防止废石流失、减少渗出水，并保证废石场的安全。必要时采取底部防渗漏措施；
- d) 钻孔泥浆应集中存放或重复利用。泥浆坑应及时进行覆盖治理和植被绿化，防止污染地表土壤和水土流失；
- e) 废水处理残渣及沉淀底泥应集中堆放并根据放射性核素活度大小进行治理，高于豁免水平时，应送至尾矿库或井下废弃坑道处置。

8.4.3.3 加强尾矿（渣）库和废石场的运行管理，防止废石、尾矿（渣）流失。使用尾矿（渣）、采矿废石做建筑和装修材料，应符合国家建筑材料放射性核素控制标准。

8.4.3.4 在尾矿（渣）库、废石场、露天采场边界人员经常活动处设立电离辐射标志牌等安全标志。

8.4.3.5 污染设备、器材、废旧钢铁、建（构）筑物等应按下列要求进行处置：

- a) 污染设备、器材、废旧钢铁、建（构）筑物等经过去污处理后，其 α 、 β 放射性表面污染水平低于 0.8 Bq/cm^2 时，可作为普通物品使用；

- b) 对不能回收利用的应进行分类贮存和处置;
- c) 对于去污处理后仍不能满足 a) 要求的废旧钢铁送有资质的放射性废旧金属处理单位处理。

9 运输的环境保护要求

9.1 运输工具辐射水平和表面污染控制值

9.1.1 运输车辆应采取辐射防护措施,控制辐射照射在可合理达到尽量低的水平。

9.1.2 运输车辆和包装容器外表面任意点上的辐射水平应不超过 2mSv/h,距离车辆外表面 2m 远处的任意点的辐射水平应不超过 0.1mSv/h。

9.1.3 运输车辆和包装容器外表面放射性污染控制值为:

- a) α 放射性污染水平: 4Bq/cm²;
- b) β 放射性污染水平: 40Bq/cm²。

9.1.4 运输车辆和包装容器检修时的内外表面污染控制值分别为 9.1.3 中所列数值的 1/10。

9.2 运输管理

9.2.1 铀矿冶企业的运输组织机构、安全管理、辐射测量、运输评价等应符合 GB11806 等有关规定的要求。

9.2.2 应采用专用车辆运输铀矿石、废石、尾矿(渣)和铀浓缩物,运输车辆应尽量采用容易去污的材料制造,车厢表面应平整光滑容易去污。车辆运输应采取措施防止撒漏、滴水、扬尘。

9.2.3 铀浓缩物应采用专用的密封金属容器包装。包装容器必须坚固耐用、表面平整光滑容易去污,其质量、体积和形状应满足安全运输要求。

9.2.4 运输前应对包装容器外表面进行检测,符合规定要求后才能装车运输。

9.2.5 运输车辆应停放在专用的停车场。运输车辆装卸矿石、废石或铀浓缩物后,其外表面应进行去污处理。送检修的车辆经去污处理符合 9.1.4 规定要求后,才能送厂检修。

运输车辆冲洗时产生的废水和矿泥应进行收集与处理。

9.2.6 运输车辆和包装容器的外表面应有电离辐射标志。

9.2.7 铀矿石或铀浓缩物零担运输时,应遵守铁路、交通等部门的有关规定。

10 辐射环境事件(事故)预防与应急管理

10.1 铀矿冶企业应开展突发辐射环境事件(事故)的风险评估,完善突发辐射环境事件(事故)的风险防控措施,排查事件(事故)隐患,加强辐射环境应急能力保障建设。

10.2 分析可能发生的突发辐射环境事件(事故)及其等级,设计、建设与之相匹配的应急事故池和废水处理设施,配备必要的通讯、照明、动力、交通、监测等设备工具,配置相应的办公用品、处置用品、通讯器材、个人防护用品和后勤保障用品等应急物质器材。

10.3 铀矿冶企业应严格辐射环境事件(事故)管理,防止事件(事故)的发生,减少事件(事故)影响,采取的措施有:

- a) 应对尾矿(渣)库的安全及其环境风险进行评价,确保设施的长期安全稳定;
- b) 为加强对事故的管理,应严格按照国家有关规定执行辐射环境事件(事故)报告和管理制度,建立完整的事件(事故)档案、环境污染档案、剂量档案和有关记录档案,并存档保留;
- c) 发生突发环境事件(事故),应采取妥善处理措施限制事态的发展,并迅速进行现场调查分析、辐射监测、事件(事故)处理和受照剂量估算;
- d) 为避免重大事件(事故)的发生和最大限度的控制事态扩大,应制定事件(事故)应急预案,把事件(事故)的损失和危害程度降到最低限度。

10.4 水冶厂房、地表堆场、贮液池等应设计具有足够容量的事件（事故）应急池或应急槽，以收集事件（事故）泄漏的工艺流程溶液，防止流到外环境。

10.5 地表堆浸场、蒸发池、集液池、配液池等工艺溶液贮池一旦发生泄漏，应及时进行应急处理并对事件（事故）应急池或应急槽进行清空和修补。

10.6 尾矿（渣）和废石一旦发生流失，应及时清理和清污。

10.7 铀矿冶企业应编制突发环境事件（事故）应急预案，定期开展应急演练，确保应急措施与应急设施的有效性，具体要求为：

- a) 突发环境事件（事故）应急预案应包括尾矿（渣）库溃坝、运输事故、放射源丢失、工艺水泄漏、废水未经处理外排和其他可能引起环境污染的事件（事故）等内容。
- b) 突发环境事件（事故）应急预案编制内容应包括应急组织、应急准备、应急响应、应急事故处理措施、有效恢复措施、终止行动的准则、报告有关负责部门和发布公众信息的安排等要素。同时还应包括突发环境事件应急、辐射应急与其他综合应急（火灾、洪水、塌方等）的协调和综合接口。
- c) 定期对事件（事故）应急预案进行演练与评审，针对实际情况以及预案中暴露的缺陷，不断进行更新、完善和改进。应急演练应进行完整的记录。

11 设施关停、关闭、退役、环境修复与长期监护

11.1 关停与关闭

11.1.1 在铀矿冶设施关停、关闭期间，其设施应处于受控状态，继续开展流出物和环境（辐射）监测。

11.1.2 地浸矿山关停、关闭期间，仍需要采取地下水环境影响监控措施，确保满足 7.5.2 的要求。

11.2 退役

11.2.1 铀矿冶设施设计、建造、运行过程中应充分考虑退役和环境整治的便利性，在运行过程中部分设施可退役的应当及时退役。

11.2.2 铀矿冶设施退役治理必须认真执行 GB14586 中有关铀矿冶设施退役治理管理与审批程序，及时做好退役治理工作。

11.2.3 铀矿冶设施退役治理应执行 GB14586 规定中的有关内容和要求，明确各退役设施的退役治理目标；坚持因地制宜，采取有效治理措施，进行多方案比较，使退役治理和环境整治后的工程达到稳定、安全和无害化。

11.2.4 铀尾矿（渣）库退役治理后应满足长期安全稳定要求，其设计必须满足可合理达到 1000 年控制放射性影响、任何情况下至少 200 年有效。防侵蚀稳定设计应采用最大可能降雨量和最大可能洪水标准。

11.2.5 铀矿冶废石场、尾矿（渣）库、露天废墟等设施，经退役治理与环境整治后，所有场址表面氡析出率应不大于 $0.74\text{Bq/m}^2\cdot\text{s}$ ；土地去污整治后，任何平均 100m^2 范围内土层中 ^{226}Ra 的比活度扣除当地本底值后不超过 0.18Bq/g 时可无限制开放或使用。

11.2.6 尾矿（渣）、废石、建筑垃圾等固体废物应集中处置。尾矿（渣）的覆盖治理应采用多层覆盖体系，其覆盖层应包括但不限于降氡层、导水层、植被表土层。尾矿（渣）、废石的植被表土覆盖层厚度不应小于 50cm 。

11.2.7 塌陷坑应尽量全部回填，避免安全隐患。

11.2.8 地下堆场浸出结束后应对地下堆场空隙中残留的溶浸进行中和洗涤，直至流出液的 pH 值稳定在 $6\sim 8$ ，严密封堵通往处理后采场的所有通道。

11.2.9 退役治理工程竣工验收后，应对有限制开放或使用的设施进行长期监护。

11.3 环境修复

11.3.1 铀矿冶设施终产关闭后，原地爆破浸出、尾矿（渣）库和蒸发池等经监测造成地下水污染的，应采取修复措施，使地下水水质满足环境影响评价所确定的地下水水质标准要求；应对超过6.3 污染物排放浓度要求的工艺废水、尾矿（渣）库渗水、矿井水等废水进行处理，使其满足6.3 的要求。

11.3.2 地浸采场终产关闭后应立即进行地下水修复，地下水修复结束后，应维持不少于一年的监测观察期，在确保地下水水质修复稳定后，所有工艺钻孔和监测井应及时从下往上进行全封井。

11.3.3 尾矿（渣）库、废石场、露天采场、工业场地、矿区专用道路、塌陷坑、污染场地的退役治理及关闭应参照 HJ651 的要求进行生态恢复。

11.4 长期监护

11.4.1 退役治理工程竣工验收后，有限制开放或使用的设施或场地均应进行长期监护。

11.4.2 长期监护包括巡视、监测和维护。

11.4.3 退役治理设计和工程竣工验收报告应制定长期监护计划及方案，包括监护目的及范围、基本原则及要求、责任主体及职责、人员与培训、所需物资与仪器设备、监护方式、监护内容及频次、质量保证等。

11.4.4 监测应包括日常监测和应急监测。

11.4.5 维护应包括日常维护、突发应急状况的处理和处置，以及出现事故、破坏或损坏后的维修和补救。

11.4.6 巡视、监测和维护等监护记录应长期保存，并编制相应报告、定期上报。

12 辐射监测

12.1 流出物监测

12.1.1 铀矿冶生产运行过程中排放的流出物必须进行辐射监测，及时掌握和控制气载、液态流出物对环境影响的程度。

12.1.2 气载流出物中监测项目主要包括：废气中氡及其子体浓度， $U_{\text{天然}}$ 、 ^{230}Th 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Pb 、 ^{210}Po 和长寿命核素 α 气溶胶浓度；同时测量废气排放量；尾矿（渣）库、废石场、污染工业场地等表面氡析出率。

12.1.3 液态流出物中放射性核素监测项目主要包括：废水中 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Pb 、 ^{210}Po 含量，同时测量液态流出物的流量或排放量。

12.2 固体废物及工业场地监测

12.2.1 固体废物监测项目主要包括：固体废物排放量； α 、 β 放射性表面污染水平；固体废物中 $U_{\text{天然}}$ 和 ^{226}Ra ；废石、尾矿（渣）等表面的 γ 辐射空气吸收剂量率。

12.2.2 工业场地监测项目主要包括： γ 辐射空气吸收剂量率、土壤中的 $U_{\text{天然}}$ 和 ^{226}Ra 。

12.3 辐射环境监测

12.3.1 辐射环境监测包括铀矿冶设施运行前的天然放射性本底调查、生产运行期间辐射环境监测、退役监测和事故应急监测。

12.3.2 铀矿冶企业应依据对关键人群、关键核素和关键照射途径的分析制定辐射环境监测大纲，监测范围与监测频次应符合相关标准要求。

12.3.3 本底调查和日常辐射环境监测的监测介质和监测项目主要包括：空气中氡及其子体浓度、铀系长寿命核素 α 放射性气溶胶浓度； γ 辐射空气吸收剂量率；水体、生物中 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Po 、 ^{210}Pb ；底泥、土壤中 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra ；土壤表面氡析出率。

日常辐射环境监测项目应在本底调查基础上结合浸出液、外排废水组分含量确定。

12.3.4 铀矿冶设施退役监测包括退役治理前监测、退役治理过程中监测、退役终态后评估监测和监护期的监测；监测介质和监测项目应根据退役设施的具体情况和不同监测期的目的确定。

12.3.5 事故应急监测的监测介质和监测项目应根据事故类型确定,主要包括空气中氡及其子体浓度,气溶胶中 $U_{\text{天然}}$, 陆地 γ 辐射空气吸收剂量率, 水体环境中 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra , 土壤、生物和底泥中 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 。

12.3.6 天然放射性本底调查和日常辐射环境监测应设置同一个对照点。

12.4 辐射监测质量保证

12.4.1 为使辐射监测结果具有代表性、准确性和可比性,根据 GB11216 规定,监测布点、采样、测量、数据处理等过程必须实施质量控制并采取相应的质量保证措施;编制生产运行、退役等各阶段的辐射监测计划、质量保证措施和实施细则;从事辐射监测人员必须进行技术培训,取得资质后,方能上岗操作。

12.4.2 制定辐射监测计划和采取的质量保证措施等应有书面执行程序;辐射监测分析方法应采用国家规定或推荐的标准分析测量方法;辐射监测仪器应使用探测效率高的可靠仪器设备,并按国家标准规定的检定周期定期进行检定。

12.4.3 质量保证机构的职责权限包括审查辐射监测计划和质量保证计划的书面程序,监督实施辐射监测过程的质量保证措施,复查辐射监测数据,建立完整的文件档案等任务。
