

附件 3

《铀矿冶辐射环境保护规定（征求意见稿）》  
编制说明

核工业北京化工冶金研究院

二〇一八年九月

# 目 录

1 项目背景.....	21
1.1 任务来源.....	21
1.2 工作过程.....	21
2 标准修订的必要性分析.....	22
2.1 环境形势的变化对标准提出新的要求.....	22
2.2 标准发布程序的需要.....	22
2.3 现行标准存在的问题.....	22
3 标准修订的依据.....	24
4 标准修订的基本原则和技术路线.....	25
4.1 标准修订的基本原则.....	25
4.2 标准修订的技术路线.....	25
5 标准修订的思路.....	28
6 标准修订的简要说明.....	28
7 标准修订的主要内容.....	29
7.1 范围.....	29
7.2 规范性引用文件.....	29
7.3 术语和定义.....	30
7.4 环境保护的基本要求.....	30
7.5 企业管理要求.....	30
7.6 公众剂量限值与污染浓度限值.....	30
7.7 选址与设计的环境保护要求.....	31
7.8 设施建设、运行环境保护要求.....	31
7.9 运输的环境保护要求.....	32
7.10 辐射环境事件（事故）预防与应急管理.....	32
7.11 设施关停、关闭、退役、环境修复、长期监护.....	32
7.12 辐射监测.....	32
8 标准修订几个问题的说明.....	32
8.1 污染土地治理标准扣除本底.....	32
8.2 删除防护距离.....	33
8.3 污染物浓度排放限值.....	34
8.4 归一化排放量管理限值.....	35
附录 国内外有关土壤残留值标准的说明.....	40
A1 关于退役项目土壤残留值的相关标准.....	40
A2 核设施和铀矿冶设施退役的实践活动.....	41
A3 我国土壤中 $^{226}\text{Ra}$ 的本底水平.....	41
A4 美国土壤中 $^{226}\text{Ra}$ 控制标准.....	41

## 1 项目背景

### 1.1 任务来源

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》《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》，进一步强化铀矿冶建设项目的环境管理与环境污染防治工作，规范、指导和推动铀矿冶环境保护工作，完善环境管理标准体系，适应新的发展形势，需要对《铀矿冶辐射防护与环境保护规定》（GB23727-2009）进行修订。

2014年8月，核工业北京化工冶金研究院（以下简称化冶院）向原环境保护部辐射源安全监管司提出本标准修订的申请。原环境保护部于2014年11月批复《核与辐射安全监督管理明细项目2015年申报指南》，本标准列入指南中的“法规技术规范制修订”。化冶院2015年正式启动本标准的修订。

### 1.2 工作过程

本次是对《铀矿冶辐射防护与环境保护规定》（GB23727-2009）的修订。2014年12月，开始本标准修订的初步论证工作，随后开展了前期资料调研和检索，2015年1月16日编制完成了标准修订初稿。

2015年12月16日在北京市召开了标准的适应性讨论，提交了标准修订的开题论证报告。论证会指出：本标准在适用范围、间隔距离、排放浓度、生态保护、退役治理、事故环境应急等方面存在一些问题，有必要对标准进行修订；建议对核工业和其他非铀矿山环境标准进行调研，保持标准之间的衔接；加强沟通和协调，加快标准适用性和修订的前期研究工作。

2016年3月2日，标准编写组进行了内部讨论，梳理了标准修订需要解决的具体问题清单，并编制的标准修订初稿。

2016年5月18日、2016年8月4日和2017年1月13日原环境保护部辐射源安全监管司在北京分别组织召开专家咨询会对标准的修订进一

步讨论。编制组根据专家意见对标准初稿进一步修改。

2018年4月23日，生态环境部辐射源安全监管司在北京听取了编制组关于主要修订内容的汇报，针对职业照射和工作场所、常规环境保护、间隔距离、废水排放浓度限值、归一化排放量管理限值、退役治理后的土壤残留水平、地浸开采单元、有限制开放或使用、无限制开放或使用、废旧金属设备、公众剂量约束值等存在争议的问题进行了意见统一，将标准名称修改为“铀矿冶辐射环境保护规定”。在此基础上形成本标准文本（征求意见稿）及相应的编制说明，标准中删除了职业照射、工作场所、间隔距离等方面的内容，增加归一化排放量管理限值的内容。

## 2 标准修订的必要性分析

### 2.1 环境形势的变化对标准提出新的要求

我国核电建设面临良好的发展形势，天然铀的需求大幅增加，新的铀矿山不断涌现，老的矿山将相继退役，铀矿冶放射性废物的安全管理需要完善，铀矿冶环境保护面临新的挑战。

### 2.2 标准发布程序的需要

《中华人民共和国放射性污染防治法》第九条规定：“国家放射性污染防治标准由国务院环境保护行政主管部门根据环境安全要求、国家经济技术条件制定。国家放射性污染防治标准由国务院环境保护行政主管部门和国务院标准化行政主管部门联合发布”。《中华人民共和国环境保护法》第十六条规定：“国务院环境保护主管部门根据国家环境质量和国家经济、技术条件，制定国家污染物排放标准”。本标准发布单位为原中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局和中国国家标准化委员会，其发布程序与上述法规要求不符。

### 2.3 现行标准存在的问题

《铀矿冶辐射防护和环境保护规定》（GB23727-2009）自出台后，为

铀矿冶辐射防护与环境保护提供了技术依据，对铀矿冶企业职业人员和公众的保护和环境保护起到了积极作用，但通过几年的实施，也发现了一些问题，主要包括：

(1) 原国家环境保护总局《关于发布〈加强国家污染物排放标准制修订工作的指导意见〉的公告》(国家环境保护总局公告 2007 年第 17 号)第五章第六条规定：“排放标准中原则上不规定统一的污染源与敏感区域之间的合理距离(防护距离)，可注明污染源与敏感区域之间的合理距离应根据污染源的性质和当地自然、气象条件等因素，通过环境影响评价确定”。本标准对铀矿冶相关设施与周围居民的间隔规定了统一的距离，与上述要求不符。

国外没有在标准中规定铀矿冶设施与居民间的间隔距离，国内其他行业也在逐步取消环境保护(居民安全)防护距离。而本标准没有考虑到距离防护问题的复杂性，对铀矿冶主要设施周边规定了具体的安全防护距离。经多年实践表明，这种距离的规定严重影响了环境监管和企业生产。

(2) 铀矿山及相关设施土地清污后 Ra-226 残留值控制水平没有明确扣除本底值，给标准的执行带来了困难。

美国的铀矿山退役治理后土壤标准为扣除本底值后 Ra-226 比活度水平，即，任何 100m<sup>2</sup> 范围的土壤中的平均 Ra-226 比活度为扣除本底值后上层 15cm 不超过 0.18Bq/g、下层 15cm 不超过 0.56Bq/g。

本标准中的 Ra-226 残留值控制水平是参照美国相关标准制定的，但标准中未明确扣除本底的要求，然而，有些铀矿山土壤的本底值较高，甚至超过了本标准的控制水平，造成某些土壤的退役治理无法按本标准要求实施。

(3) 表面污染控制水平正文与表格不一致，无法实施。

“5.5.1 工作场所(但不包括井下工作场所)的工作台、设备、墙壁、地面、屋面以及工作人员体表、工作服、内衣等表面的放射性物质污染控制水平见表 3”，但表 3 中没有屋面的表面污染控制水平。

“5.5.2 工作场所的设备、用品经去污处理后，其污染水平降低到表 3 中控制区所列数值的五分之一以下时，经审管部门或审管部门授权的

部门确认同意后，可当作普通物品使用”，但表 3 中没有控制区。

(4) 标准中规定了没有受纳水体和有稀释能力的受纳水体(稀释倍数 5 倍以上)的废水放射性核素排放浓度限值，在实际工作中绝大多数监测报告都没有标注受纳水体的流量和稀释倍数，给标准的执行带来了困难。

此外，标准中还存在术语、选址、辐射监测等与其他标准不一致之处。

### 3 标准修订的依据

- (1) 《中华人民共和国放射性污染防治法》
- (2) 《中华人民共和国环境保护法》
- (3) 《中华人民共和国水污染防治法》
- (4) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》
- (5) GB11806-2004 放射性物质安全运输规程
- (6) GB18871-2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准
- (7) GB14500-2002 放射性废物管理规定
- (8) GB14586-1993 铀矿冶设施退役环境管理技术规定
- (9) GB23726-2009 铀矿冶辐射环境监测规定
- (10) GB23727-2009 铀矿冶辐射防护和环境保护规定
- (11) GB50520-2009 核工业铀水冶厂尾矿库、尾渣库安全设计规范
- (12) GB50521-2009 核工业铀矿冶工程设计规范
- (13) GB/T17567-2009 核设施的钢铁、铝、镍和铜再循环、再利用的清洁解控水平
- (14) GB/T4960.8-2008 核科学技术术语 第 8 部分：放射性废物管理
- (15) YS5017-2004 有色金属工业环境保护设计技术规范
- (16) HJ53-2000 拟开放场址土壤中剩余放射性可接受水平规定(暂行)
- (17) EJ1107-2000 铀矿冶设施退役整治工程设计规定

(18) IAEA-TECDOC-1059. Guidebook on Good Practice in the Management of Uranium Mining and Mill Operations and the Preparation for Their Closure. 1998

(19) IAEA. Safety Standards Series No. WS-G-1.2, Management of Radioactive Waste from the Mining and Milling of Ores. 2002

(20) IAEA. Safety Reports Series No. 27, Monitoring and Surveillance of Residues from the Mining and Milling of Uranium and Thorium. 2002

(21) 关于发布《加强国家污染物排放标准制修订工作的指导意见》的公告（国家环境保护总局公告 2007 年第 17 号）

## 4 标准修订的基本原则和技术路线

### 4.1 标准修订的基本原则

本次修订遵循下述原则：

- (1) 体现国家政策与法规；
- (2) 突出可持续发展、全过程管理原则；
- (3) 遵循辐射环境保护要求；
- (4) 执行国家和核行业有关法规和标准中的规定；
- (5) 《国家环境保护标准制修订工作管理办法》的要求；

(6) 体现国内外辐射防护、铀矿冶放射性废物管理及辐射环境保护的最新进展和技术水平，以保证标准的先进性、可操作性和可执行性。

### 4.2 标准修订的技术路线

标准修订的技术路线见图 1。

- (1) 查阅期刊文献、国内和国际标准化组织的标准文本；
- (2) 组织专家论证会，确定标准存在的主要问题，对比国际标准与现有国家标准的具体内容，确定修订的内容；
- (3) 参照有关的基础标准或者规范技术要求，编制国家标准文本草案，同时编制标准文本修订的说明；提交标准文本和编制说明的征求意见稿；

(4) 向国务院有关部门、环境保护相关机构、科研院所、大专院校等公开征求意见；

(5) 汇总回复意见，针对意见对标准文本和编制说明进行完善。提交标准文本和编制说明的送审稿；

(6) 召开标准审议会，进行技术和格式审查；

(7) 按照审议会专家意见修改，形成标准和编制说明报批稿，经行政审查合格后正式发布。



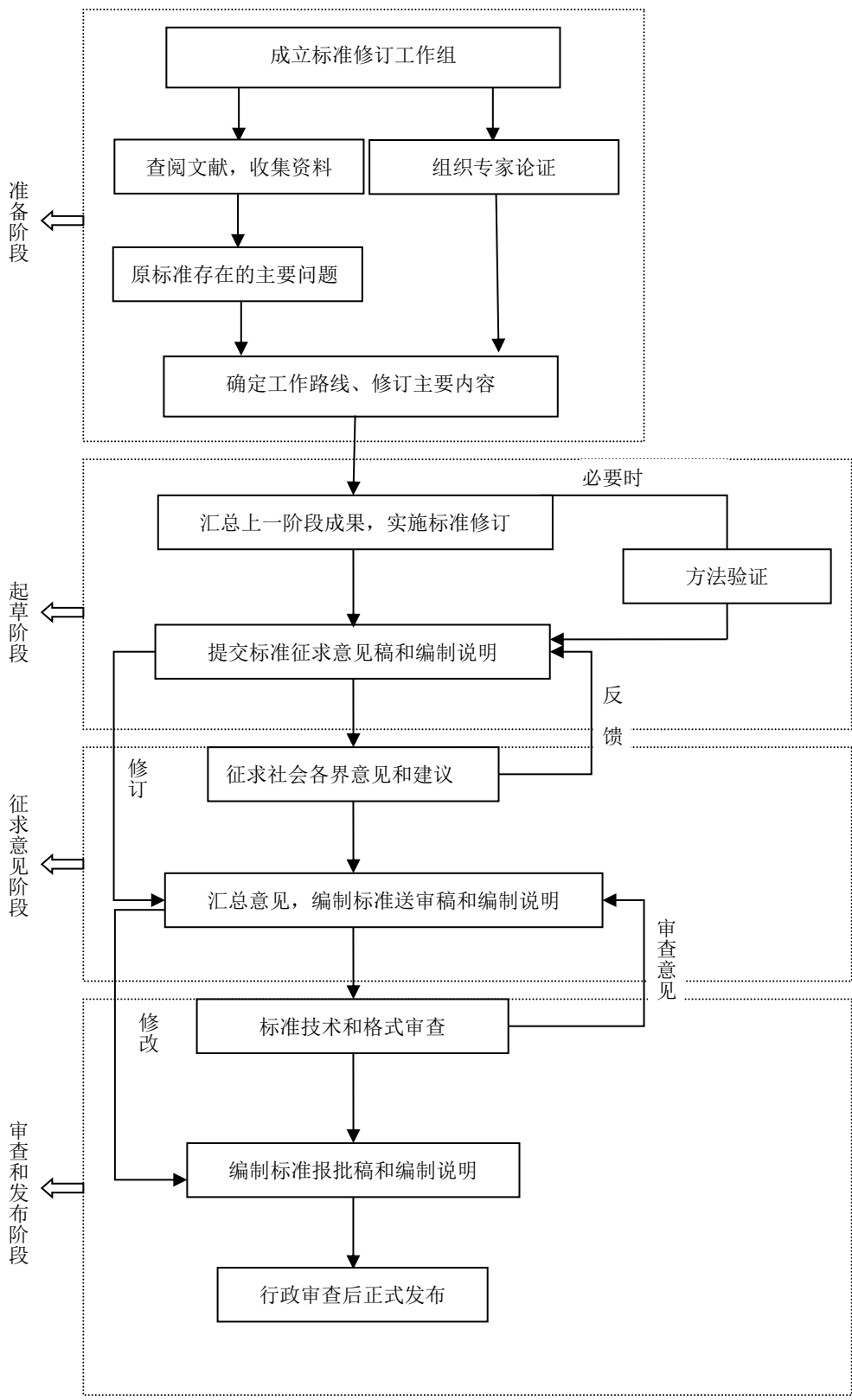


图1 标准修订的技术路线图

## 5 标准修订的思路

本标准主要根据《中华人民共和国放射性污染防治法》《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的有关要求,在原有标准《铀矿冶辐射防护与环境保护规定》(GB23727-2009)的基础上,结合国内外铀矿冶辐射环境保护最新进展及技术水平修订而成。本标准的修订思路为:

(1) 突出可持续发展、全过程管理、废物危害最少化、优化管理等,使铀矿冶放射性废物管理规范化、制度化;

(2) 着重规定铀矿冶辐射环境保护方面的主要内容,常规环境保护与生态环境的内容按相关标准执行,不再在本标准重复撰述。

## 6 标准修订的简要说明

本标准是《铀矿冶辐射防护与环境保护规定》(GB23727-2009)的修订版。除了按 GB/T1.1 的规定对标准格式作了相应修改外,新版作了如下主要修改:

(1) 增加了铀矿冶设施、关停、有限制开放或使用、无限制开放或使用等术语;增加了企业管理要求、铀选冶厂的设计、堆浸场的设计、地浸场的设计、输送管道的设计、贮液池的设计、废水排放口的设置、关停的管理要求,以及废气、废水和废石处理处置的设计等章节。

(2) 强化了尾矿(渣)库的管理要求,增加了铀尾矿(渣)库的选址、尾矿(渣)库的设计等要求,细化了运行阶段的尾矿(渣)的处理要求。

(3) 修订了放射性污染物浓度限值。

(4) 加强了事件(事故)预防的应急管理的要求。

(5) 删除了辐射防护距离及公众剂量约束值的具体数值要求;删除了“环境影响评价”一章。

(6) 删除了有关职业照射剂量限值、工作场所表面污染控制水平、职业照射和工作人员的防护、工作人员的辐射监测、工作场所辐射监测及职业健康管理等内容。

(7) 增加了铀矿冶企业归一化排放量的管理限值要求。

(8) 明确了退役治理后无限制开放使用土壤残留水平需要扣除当地本底值的要求。

(9) 明确在地浸过程中，防止溶浸液扩散到开采单元井外 150m 的要求。

(10) 对于废旧设备及材料明确了一般工业使用及不加限制使用的要求，不能满足工业使用和不加限制使用的废旧设备及材料要送有资质的废旧金属处理中心处理，循环利用。

(11) 对其他相关各章节、条款进行了重新调整、修改与补充。

## 7 标准修订的主要内容

### 7.1 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。

本标准适用于铀矿山和选冶厂。钍矿或其他伴生铀（钍）的矿山或选冶厂亦可参照执行。

标准中增加了铀矿山和选冶厂关停和长期监护的相关要求。

标准中删除了关于辐射防护的内容，并明确铀矿山和选冶厂应同时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，并将标准名称修改为《铀矿冶辐射环境保护规定》。

### 7.2 规范性引用文件

增加了下列规范性引用文件：

GB3838 地表水环境质量标准

GB8978 污水综合排放标准

GB13695 核燃料循环放射性流出物归一化排放量管理限值

GB14585 铀、钍矿冶放射性废物安全管理技术规定

GB23726 铀矿冶辐射环境监测规定

GB/T14848 地下水质量标准

HJ651 矿山生态环境保护与恢复治理技术规范（试行）

### 7.3 术语和定义

原标准所提术语 19 条，征求意见稿中增加了铀矿冶设施、关停、有限制开放或使用、无限制开放或使用、环境整治等术语，删除了“独家使用”术语。各术语定义的来源见附表 1。

### 7.4 环境保护的基本要求

提出了铀尾矿（渣）长期稳定及废物最少化的要求、铀矿冶企业“边生产、边处理”的原则、非放射性污染防治以及生态保护的要求：

增加了“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。退役后的废物应尽可能集中处置”。

强调了生态保护应遵循《矿山生态环境保护与恢复治理技术规范（试行）》（HJ651-2013）的要求。

### 7.5 企业管理要求

该章为新增内容，将原标准第 4 章的部分内容调至该章。

### 7.6 公众剂量限值与污染浓度限值

删除了关于职业照射剂量限值、摄入量限值、导出浓度及表面污染控制水平的要求。

规定了退役治理后的公众照射有效剂量约束值不超过 0.3mSv/a。

统一了放射性核素排放浓度限值，不再区分受纳水体和无受纳水体的情形。删除了 Th-230 的排放浓度限值，废水排放口  $U_{\text{天然}}$  排放限值参考《稀土工业污染物排放标准》（GB26451-2011）的 0.1mg/L。

增加了归一化排放量管理限值的要求。

## 7.7 选址与设计的环境保护要求

将该章进一步划分为“7.1 选址的一般原则”“7.2 设计的一般原则”“7.3 铀选冶厂的设计”“7.4 堆浸场的设计”“7.5 地浸场的设计”“7.6 废气、废水和废石处理处置的设计”“7.7 尾矿（渣）处理的设计”“7.8 输送管道的设计”“7.9 贮液池的设计”和“7.10 废水排放口的设置”等10节。其中7.3~7.10节为新增内容。

在7.1节中增加了尾矿（渣）库的选址要求。在7.2节中，删除防护距离的具体数值要求，改为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；增加了设计中应考虑边生产边退役或分期退役的要求。

7.5.3条中地浸监测井数量来自于《核工业铀矿冶工程设计规范》（GB50521-2009）的5.10.8条。

7.6.2条中：“贮槽容积应不小于6h贮量”引自于《核工业铀矿冶工程设计规范》（GB50521-2009）的8.5.4条。

“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”引自于《有色金属工业环境保护设计技术规范》（YS5017-2004）的5.1.6条。

## 7.8 设施建设、运行环境保护要求

增加了“8.1 一般要求”。

将部分内容调至第7章。

增加了铀浓缩物的存放要求：“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”。

删除了“8.4 工作人员防护措施要求”。

在“8.4.1 废水治理要求”中增加以下内容：

（1）“废水复用率不小于80%”“水冶厂区地面冲洗水和初期受污染的雨水应收集处理”“废水排放应有适当的流量和浓度监控设备，排放是受控的且是最优化的”分别引自于有色金属工业环境保护设计技术规范（YS5017-2004）的3.0.8条、5.1.1.7条、5.1.15条第2款；

(2) “8.4.1.7 洗衣房废水尤其是浸泡工序的排水应在室外经沉淀后再排放”引自于《核工业铀矿冶工程设计规范》(GB50521-2009)的 15.4.2 条第 3 款。

对“8.4.3 固体废物处理要求”进行了补充。鉴于钻孔泥浆在实际操作过程中无法将普通泥浆与含矿泥浆进行分离,且地浸采铀矿山铀品位均很低,故删除了普通泥浆与含矿泥浆进行分离的要求。

在 8.4.3.5 条中,对废旧设备、材料等物品的处置进行了表面污染水平的量化规定。

## 7.9 运输的环境保护要求

在 9.2.2 条中,按《核工业铀矿冶工程设计规范》(GB50521-2009)的 18.2.5 条要求,增加了“车辆运输应采取不撒漏、不滴水、不扬尘的措施”。

## 7.10 辐射环境事件(事故)预防与应急管理

增加了有关应急物质的准备,见 10.2 节。

增加了应急池或应急槽的有关要求,见 10.4、10.5 节。

## 7.11 设施关停、关闭、退役、环境修复、长期监护

按关停与关闭、退役、环境修复、长期监护进行了分类修订,并在原有标准基础上进行了完善。提出土地经去污整治后,无限制开放使用限制要求是去除当地本底值后的数据。

## 7.12 辐射监测

删除了工作人员辐射监测及辐射工作场所监测,仅保留了流出物和辐射环境监测。

# 8 标准修订几个问题的说明

## 8.1 污染土地治理标准扣除本底

污染土地清污后的 Ra-226 需扣除本底，将“土地去污整治后，对 Ra-226 的最高比活度要求为任何平均 100 m<sup>2</sup> 范围内土层中平均值不高于 0.18 Bq/g；对于移走尾矿（渣、废石）后的土地可按 0.56 Bq/g 控制”改为“土地去污整治后，任何平均 100 m<sup>2</sup> 范围内土层中 Ra-226 的比活度均值扣除当地本底值后不超过 0.18 Bq/g 时可无限制开放使用”。

(1) 扣除本底便于操作和实施。Ra-226 是天然放射性核素，在某些高本底地区，其本底值可能超过现有标准的限值，如果不扣除本底，这些未受污染的处于本底水平的场址均需治理，显然不合理。在地质勘探退役过程中曾经出现较高本底的情况。

(2) 原标准中对采用了 0.18Bq/g 和 0.56Bq/g 两种限值，这对于不同的土地使用者来说是不公平的。

(3) 在美国等国家标准中，均扣除了本底。

附录给出了国内外有关土壤修复标准的说明。

## 8.2 删除防护距离

(1) 《加强国家污染物排放标准制修订工作的指导意见》（国家环境保护总局 2007 年第 17 号公告）“五、排放标准中的排放控制要求与环境功能要求的关系”规定“（六）排放标准中原则上不规定统一的污染源与敏感区域之间的合理距离（防护距离），可注明污染源与敏感区域之间的合理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”。

(2) 2015 年 12 月 10 日，原环境保护部《关于环保问题网上咨询及液氨冷库卫生防护距离问题的答复意见》中明确：“关于排污企业的卫生防护距离问题，按照部门职责分工，应按照卫生部门的有关要求执行。根据国家环境保护法律法规的有关规定和建设项目环境管理工作的特点和要求，建设项目的环境防护距离应综合考虑经济、技术、社会和环境等相关因素，根据建设项目排放污染物的规律和特点，结合当地的自然、气象等条件，通过环境影响评价确定”。

(3) 本标准不分情形，对铀矿冶设施与周围居民的间隔距离规定了

统一的距离，与上述要求不符。在执行过程中造成频繁的社会纠纷，不利于环境管理。

(4) 多年来的实施表明，这种防护距离的规定严重影响了环境监管和企业生产。根据初步调查，我国铀矿冶企业不满足“尾矿(渣)库、露天采场、排风井口等边界距居民区间隔距离应不小于 800m”规定的有 5 家；不满足“井口工业场地、选冶厂、实验室、矿仓、堆浸场、废石场等边界距居民区的间隔距离应不小于 300m”规定的有 2 家。这些居民与铀矿冶企业或多或少引起了一些社会问题和环境问题，给铀矿冶企业的正常生产和企社和谐带来了不利影响。

(5) 通过调研，国外没有在标准中规定铀矿冶设施与周围居民的间隔距离或防护距离。如在上述剂量约束论述中提到的 IAEA 出版物、美国和澳大利亚等均没有规定距离要求。

### 8.3 污染物浓度排放限值

本标准执行过程中，存在如下问题：

(1) 有稀释能力的受纳水体（5 倍稀释倍数以上）各核素排放浓度限值的条款在实际工作中没有得到执行，绝大多数监测报告都没有标注受纳水体的流量和稀释倍数；

(2) 目前，所有污水排放标准中都没有大于 5 倍稀释倍数时可放宽限值标准的说法。

修订后的排放标准见表 4，参照了国外排放标准和现有标准中有稀释能力的受纳水体的排放标准，其中，天然铀排放限值参考《稀土行业污染物排放标准》(GB26451-2011) 规定的 U、Th 总量 0.1mg/L 的排放限值。国外放射性排放标准见表 5 和表 6。

从表 5 和表 6 可知，仅加拿大给出了 Th-230 和 Pb-210 的排放限值，其值分别为 1.85Bq/L 和 0.92Bq/L，尚没有一个国家给出 Po-210 的排放限值。因此，维持现有的 Pb-210 和 Po-210 均为 0.5Bq/L 的排放限值不变。

由于采用了 U、Th 总排放浓度限值，且国外标准中也仅加拿大制订了 Th-230 排放浓度限值、Th-230 测量难度大尚无标准测量方法，故不再



给出 Th-230 的排放浓度限值。

表 4 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	第一取水点处限值
U <sub>天然</sub>	mg/L	0.1	0.05
Ra-226	Bq/L	1.1	1.1
Po-210	Bq/L	0.5	0.1
Pb-210	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。

表 5 国外排放标准

国家	U <sub>天然</sub> , mg/L	Ra-226, Bq/L	Th-230、Pb-210, Bq/L
美国	月平均 2.0 最大 4.0	溶解性 Ra-226：连续 30 天均值 0.11，任意一天最大 0.37 总 Ra-226：连续 30 天均值 0.37，任意一天最大 1.11	/
加拿大	月平均 2.5 最大 5	月平均 0.37，组合样 0.74，最大 1.11	月均值 Th-230 为 1.85、 Pb-210 为 0.92
匈牙利	2.0	1.1	/
印度	/	0.4	/
乌克兰	0.4 (0.8) 1	1.0	/
法国	1.8	0.37	/
日本	0.88	0.37	/

表 6 国外退役矿山排放标准

国家	U <sub>天然</sub> , mg/L	Ra-226, Bq/L
德国	0.2~0.5	0.2~0.4
斯洛文尼亚	矿坑溢出水：0.25，矿堆处置后流出水：0.51，尾矿库排出水：0.05	矿坑溢出水：0.06，矿堆处置后流出水：0.04，尾矿库排出水：1

## 8.4 归一化排放量管理限值

《核燃料循环放射性流出物归一化排放量管理限值》(GB13695-92) 中对铀矿冶设施放射性流出物归一化排放量进行了规定，目前 GB13695 正在修订，其中关于铀矿冶设施放射性流出物归一化排放量管理限值将在 GB23727 修订中提出具体要求。

### 8.4.1 铀矿冶设施的类型

GB13695 中按照铀矿山、水冶厂和采冶联合企业分别对气载和液态放射性流出物归一化排放量进行了规定,采用的数据是核工业三十年辐射环境质量评价时的数据,当时的水冶工艺主要是常规搅拌浸出,而现在90%的水冶工艺已是堆浸和地浸采铀。根据目前我国铀矿冶开采的现状,将铀矿冶分为铀矿山(采矿)、堆浸水冶厂和地浸水冶厂三个类型。

#### 8.4.2 铀矿冶设施归一化排放量的管理项目

铀矿冶生产目前不具备边生产边治理的条件,废石堆和尾矿库的氡释放量与堆放面积成正比,随着生产的进行,堆放面积越来越大,氡的释放量也越来越多,无法按照归一化排放进行管理。因此,本标准中不考虑废石堆和尾矿库释放氡的归一化排放量管理限值。

铀矿山的矿坑水与水文地质条件有关,南北差异大,现实中矿坑水处于安全考虑是需要全部排出,经过处理后排放,无法进行水量控制,无法对矿坑水进行归一化排放进行管理,因此,本标准中取消了铀矿山液态流出物的归一化排放量管理限值。

地浸采铀通常采用增加抽注比的方式来控制污染物在地浸采场中的扩散,但抽注比增加,必然增大废水的排放量,从而增加废水中U和其他核素的排放量,因此,地浸采铀液态放射性流出物不规定归一化排放量管理限值。

本标准中对铀矿冶放射性流出物的归一化排放管理包括:常规采矿回风井的气载流出物,堆浸水冶厂气载流出物和工艺废水的液态流出物,地浸水冶厂的气载流出物。

#### 8.4.3 铀矿冶设施归一化排放量管理限值

##### (1) 铀矿山

根据我国铀矿山近年来回风井氡的归一化排放量统计值、全国核基地污染现状调查实测归一化排放量,以及 UNSCEAR1993、UNSCEAR2000、《中国辐射水平》中的归一化排放量进行统计分析,铀矿山回风井的氡归一化排放值为  $6.66 \times 10^{13} \text{Bq}/100\text{t}(\text{U})$ ,与 GB13695 中的归一化排放量管理

限值 ( $6.0 \times 10^{13} \text{Bq}/100\text{t}$  (U)) 一致, 因此, 回风井氡采用 GB13695 中的归一化排放量管理限值。

由于没有总 U 和其他核素的统计值, 因此, 总 U 和其他核素的气载流出物的归一化排放量管理限值维持 GB13695 中的管理限值不变。因此, 铀矿山放射性流出物归一化排放量管理限值较原标准去掉了液态流出物归一化排放量管理限值, 其余保持不变。

### (2) 堆浸水冶厂

通过对我国现有堆浸水冶厂的氡归一化排放量进行统计分析, 堆浸场氡的归一化排放量为  $3.75 \times 10^{12} \text{Bq}/100\text{t}$  (U), 考虑到水冶厂房、铀矿石库、破碎厂房氡的释放在  $1.0 \times 10^{11} \text{Bq}/100\text{t}$  (U) 量级, 因此, 堆浸水冶厂氡的归一化排放量管理限值确定为  $4.0 \times 10^{12} \text{Bq}/100\text{t}$  (U)。由于没有总 U 和  $^{230}\text{Th}$  等其他核素的统计值, 因此, 总 U 和其他核素的气载流出物归一化排放量管理限值维持不变。

堆浸水冶厂工艺废水液态流出物归一化排放量管理限值采用设计值。统计了 12 个环境影响评价报告书的吨金属废水排放量, 总 U、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{230}\text{Th}$ 、 $^{210}\text{Po}$ 、 $^{210}\text{Pb}$  的归一化排放量管理限值分别为  $9.5 \times 10^8$ 、 $1.5 \times 10^8$ 、 $2.5 \times 10^8$ 、 $6.5 \times 10^7$ 、 $6.5 \times 10^7 \text{Bq}/100\text{t}$  (U)。

### (3) 地浸水冶厂

通过对我国现有的地浸水冶厂近年来氡归一化排放量和全国核设施基地调查实测的氡归一化排放量进行统计分析, 地浸水冶厂气载流出物(氡)归一化排放量管理限值确定为:  $7.0 \times 10^{12} \text{Bq}/100\text{t}$  (U)。

附表 1 术语定义的来源

编号	术语和定义	参考标准	修改情况
3.1	铀（钍）矿冶	GB23727-2009	直接引用
3.2	铀矿冶设施	GB/T 23728-2009	直接引用
3.3	辐射监测	GB23727-2009	直接引用
3.4	环境（辐射）监测	GB23727-2009	直接引用
3.5	采矿废石	GB/T 4960.8-2008	直接引用
3.6	铀尾矿（渣）	GB23727-2009	直接引用
3.7	铀浓缩物	GB/T 4960.3-2010	直接引用
3.8	堆浸	GB/T 4960.8-2008	直接引用
3.9	地浸采铀	GB/T 4960.3-2010	直接引用
3.10	原地爆破浸出采铀	GB/T 4960.3-2010	直接引用
3.11	槽式排放	GB23727-2009	直接引用
3.12	退役	GB23727-2009	直接引用
3.13	关停		新增
3.14	关闭	GB23727-2009: 3.12	<p>1) 针对 GB23727-2009: 3.12: a) 井下设备和水冶设备不属于设施, 因而删除; b) 主要设施列举不全, 因而增加了地下矿井、露天采场、堆浸场、选冶场; c) “井口工业场地”太局限, 将其改为工业场地。</p> <p>2) 参照了 A Joint Report by the OECD Nuclear Energy Agency and the International Atomic Energy Agency. Environmental Remediation of Uranium Production Facilities. Nuclear Energy Agency Organization for Economic Co-operation and Development, 2002: “Close-out: In the context of uranium mill tailings impoundments, the operational, regulatory and administrative actions required to place a tailings compoundment into long-term conditions such that little or no future surveillance and maintenance are required. A tailings facility is usually placed into permanent closure by covering the tailings, and termination and completion of activities in any associated structures. The same concept may apply to waste rock from mining (including barren and below ore grade waste rock), heap and in-stope leach residues and <i>in situ</i> leach sites.”</p>
3.15	环境整治	GB/T4960.8-2008	直接引用

3.16	有限制开放或使用		<p>参照了 A Joint Report by the OECD Nuclear Energy Agency and the International Atomic Energy Agency. Environmental Remediation of Uranium Production Facilities. Nuclear Energy Agency Organization for Economic Co-operation and Development, 2002:</p> <p><b>“Restricted use:</b> The use of an area or of materials, subject to restrictions imposed for reasons of radiation protection and safety. Restrictions would typically be expressed in the form of prohibition of particular activities ( e.g. house building, growing or harvesting particular foods ) or prescription of particular procedures ( e.g. materials may only be recycled or reused within a facility ) .”</p>
3.17	无限制开放或使用		<p><b>“Unrestricted release or use:</b> The use of an area or of materials without any radiologically based restrictions. There may be other restrictions on the use of the area or materials, such as planning restrictions on the use of an area of land or restrictions related to the chemical properties of a material. In some situations, these restrictions could, in addition to their primary intended effect, have an incidental effect on radiation exposure, but the use is classified as unrestricted use unless the primary reason for the restrictions is radiological. Unrestricted use is contrasted with restricted use. A designation by the regulatory body in a country or state, that enables the release or use of formally or potentially contaminated equipment, materials, buildings, or the site without radiological restriction.”</p>

## 附录 国内外有关土壤残留值标准的说明

### A1 关于退役项目土壤残留值的相关标准

(1) 《可免于辐射防护监管的物料中放射性核素活度浓度》(GB27742-2011)

该标准规定可免于辐射防护监管的物料中  $^{226}\text{Ra}$  的浓度为 1Bq/g。

(2) 《推导退役后场址土壤中放射性残存物可接受活度浓度的照射情景、计算模式和参数》(EJ/T1191-2005)

该标准规定了退役场址土壤中放射性残存物可接受活度浓度的照射情景、照射途径、计算模式和主要参数。其中 B3 节专门介绍氡途径模式。

(3) 《拟开放场址土壤中剩余放射性可接受水平规定(暂行)》(HJ53-2000)

该标准规定按照选定的剂量约束值反推确定土壤剩余放射性可接受水平,给出了剂量值为 0.1mSv 时从  $^{238}\text{U}$  到  $^{210}\text{Po}$  各核素的可接受水平为 0.026 Bq/g。

该标准的剂量约束值为附加剂量,因此,反推的结果应该是扣除本底后的值。

(4) 《铀矿冶设施退役环境管理技术规定》(GB14586-93)

土地去污整治后对核素  $^{226}\text{Ra}$  的最高活度要求:任何平均 100m<sup>2</sup> 范围内,上层 15cm 厚度土层中平均值为 0.18Bq/g;下层 15cm 厚度土层以下的平均值为 0.56Bq/g。

(5) 《铀矿冶辐射防护和环境保护规定》(GB23727-2009)

土壤去污整治后,对  $^{226}\text{Ra}$  的最高比活度要求为任何平均 100m<sup>2</sup> 范围内,土层中平均值不高于 0.18Bq/g;对于移走尾矿(渣、废石)后的土地,可按 0.56Bq/g 控制。

以上几个标准,GB27742-2011 规定最为宽松,但该标准是基于 1mSv 的剂量准则推导出来的,并明确规定不适合“环境(包括场地土壤)中的放射性残留物”;HJ53-2000 最严格,是基于 0.1mSv 推导出来的无限制开放扣除本底后残留值,但该标准在铀矿冶实际退役治理工程实践中并未采

用；在 GB23727-2009 中，对于同样的土地利用目的，一个采用 0.18 Bq/g、另一个采用 0.56 Bq/g，对公众和利益相关者来说是不公平、不合理的。GB23727 和 GB14586 均没有扣除本底，实际上在某些高本底地区，土地中  $^{226}\text{Ra}$  的最高活度可能就高于 0.18 Bq/g，使得退役治理无法达到标准要求，且该标准来源于美国，但偏离了美国原标准的含义。

## A2 核设施和铀矿冶设施退役的实践活动

### (1) 铀矿冶退役实践

2008 年以前的铀矿冶退役环境管理按照 GB14586 的规定，土壤污染治理后 15cm 上下土层分别按 0.18 Bq/g 和 0.56Bq/g 的  $^{226}\text{Ra}$  活度浓度限值控制。

2008 年以后的铀矿冶退役环境管理按照 GB23727 的规定，土壤污染治理和移走污染物土壤  $^{226}\text{Ra}$  活度浓度分别为 0.18 Bq/g 和 0.56Bq/g。

以上均未扣除本底，在实践活动中多数情况下能达到上述标准的要求，但有些情况下，需要清污很深的土壤才能达到标准要求，也有由于本底值本身较高，无法达到标准要求的情形。

### (2) 核设施退役

目前，核设施退役土壤中残留物以 EJ/T1191-2005 的规定，按照审管部门批准的终态剂量管理目标值（一般为 0.01~0.03mSv）推导出来核素的残留水平，均为扣除本底水平后的残留值。

## A3 我国土壤中 $^{226}\text{Ra}$ 的本底水平

根据《中国环境天然放射性水平》，我国土壤中  $^{226}\text{Ra}$  本底值为 0.0024~0.425 Bq/g，有些本底值已经超过 0.18Bq/g。

## A4 美国土壤中 $^{226}\text{Ra}$ 控制标准

美国联邦法规第 40 篇 192 部分《铀水冶尾矿健康和环境保护标准》（1983 年 1 月 5 日美国国家环保局发布）规定：“受退役铀加工场址残余放射性物质污染的土壤和建筑物去污后”应满足：

“任何 100m<sup>2</sup> 面积的土地中的平均 <sup>226</sup>Ra 浓度扣除本底值后应不超过：在地表上层 15cm 土壤表层的平均浓度为 0.18Bq/g；距地表 15cm 以下的 15cm 土层的平均浓度 0.56 Bq/g”。

该标准根据《原子能法》275 节（42U.S.C. 2022）及 1978 年颁布的《铀水冶尾矿辐射控制法》（UMTRCA）206 节（42 U.S.C. 7918）修订。

（1）该标准是专为美国《铀水冶尾矿辐射控制法》中第一类场址（Title 1 sites）的 24 军工铀水冶场址土壤中尾矿污染清理而制定的，目的是为了防止在受尾矿污染的土地上建房、居住、使用而产生的氡子体吸入危害和 $\gamma$ 辐射危害。

（2）该标准规定“地表上层 15cm 土壤表层 <sup>226</sup>Ra 的平均浓度为 0.18Bq/g”是基于健康标准，其相应的健康危险源是 $\gamma$ 辐射，采用单一核素 <sup>226</sup>Ra 标准可控制 $\gamma$ 辐射危险。

（3）该标准规定“距地表 15cm 以下的土层的 <sup>226</sup>Ra 平均浓度为 0.56 Bq/g”源于水冶场址及其附近地面下高比活度尾矿（典型为 11.1~37Bq/g）分散沉积物的定位和修复，其目的是可采用野外测量而非实验室测量就能检测到被埋藏的尾矿。

（4）美国环保局考虑到 <sup>226</sup>Ra 比活度达到 0.56Bq/g 的大量残留污染会对建房居住存在健康危害，但考虑到第一类场址这样的污染很小，并注意到在集中沉积物边缘需要将 <sup>226</sup>Ra 比活度清污到 0.56Bq/g 以下的土壤仅为薄薄一层。

（5）该标准不适用于 <sup>226</sup>Ra 比活度为 0.18~1.11Bq/g 的大量土壤污染的情形。因此，当存在 <sup>226</sup>Ra 比活度大于 1.11Bq/g 的大量土壤污染且预计不会明显混有干净土壤的情形时，0.56Bq/g 的 <sup>226</sup>Ra 比活度只适用于放射性废物定位和清除的代价-利益分析。在此情形下，需要去除 <sup>226</sup>Ra 比活度为 0.56Bq/g 及以上的所有下层污染才可将残留污染降至接近于 0。

（6）对美国第一类铀水冶场址而言，达到 0.18Bq/g 和 0.56Bq/g 的 UMTRCA 标准意指第一类场址已清理干净、达到无限制使用的水平。

（7）如果在随后的研究或在治理过程中发现 0.18~0.56Bq/g 的 <sup>226</sup>Ra 比活度的下层土壤污染超过 100m<sup>2</sup> 时，意味着该场址的环境与采纳 40 CFR



Part 192 下层土壤清污标准的 UMTRAC 场址没有足够的相似性，则需要根据具体场址的危险评价制定下层土壤残留标准。

(8) 同样，0.56Bq/g 的  $^{226}\text{Ra}$  比活度标准一般不应作为回填料的相关标准。

(9) 当存在铀、钍系混合污染时，0.18Bq/g 和 0.56Bq/g 指的是  $^{226}\text{Ra}$  和  $^{228}\text{Ra}$  的叠加值。