

附件3

《铀矿冶设施退役辐射环境管理技术规定
(二次征求意见稿)》

编制说明

中核第四研究设计工程有限公司
生态环境部核与辐射安全中心
核工业北京化工冶金研究院

二〇二四年九月

目 录

1 项目背景	1
1.1 任务来源	1
1.2 工作过程	1
2 标准修订的必要性	3
3 标准编制的依据	4
4 标准编制的原则和技术路线	4
4.1 标准编制的原则	4
4.2 标准编制的技术路线	5
5 标准主要技术内容	5
5.1 范围	5
5.2 规范性引用文件	6
5.3 术语和定义	6
5.4 技术要求	6
5.5 退役目标	24
5.6 源项调查	29
5.7 实施及验收	39
5.8 长期监护	40
5.9 质量保证	43
6 与原标准相比修订的主要内容	43
6.1 标准名称修改为《铀矿冶设施退役辐射环境管理技术规定》	43
6.2 删除管理程序要求	44
6.3 铀矿冶退役管理限值的统一	44
6.4 术语和定义	44
6.5 增加源项调查内容	45
6.6 增加长期监护内容	45
7 对实施本标准的建议	45
8 标准公开征求意见及对意见的处理情况	45
9 标准技术审查及处理情况	46

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》，进一步规范铀矿冶设施退役治理工作，指导和推动铀矿冶设施退役治理和长期监护工作，需要修订《铀矿冶设施退役环境管理技术规定》（GB14586-93）。

任务来源为原国家环境保护总局 2006 年下发《关于下达 2006 年度国家环境保护标准制修订项目计划的通知》（环办函[2006]371 号），本标准修订正式立项，计划编号为“1561”。中核第四研究设计工程有限公司、生态环境部核与辐射安全中心和核工业北京化工冶金研究院承担本标准修订的相关工作。

1.2 工作过程

中核第四研究设计工程有限公司、生态环境部核与辐射安全中心和核工业北京化工冶金研究院成立标准编制组。在广泛收集、充分查阅有关文献的基础上，进行开题报告编写。2021 年 4 月，在北京召开了开题论证会。开题论证会议纪要结论如下：“1、该标准的修订是必要的。2、标准修订开题论证报告内容完整、格式规范，符合生态环境部标准修订的开题要求。”开题论证会后，根据专家意见，编制组开展了广泛深入的调研工作，查阅铀矿冶退役项目的环境保护法律法规、标准和相关文献作为编制标准的指导，收集了退役铀矿山退役及长期监护的大量资料。通过分析各类退役项目的源项调查、设计、施工、验收和退役后长期监护等实践，梳理了标准修订思路。

2021 年 9 月，在北京召开了《铀矿冶设施退役环境管理技术规定》（GB14586-1993）标准修订思路专家咨询会，形成了咨询意见如下：“为进一步规范铀矿冶设施的退役治理和长期监护工作，修订 GB14586-1993 是必要的，总体修订思路合理。”并提出标准修订过程中重点关注的内容。编制组根据咨询意见，编制了标准文本草案。

2022 年 1 月 27 日和 2 月 16 日，编制组以视频会议形式组织开展标准草案专家咨

询会。对标准文本草案逐条进行了讨论，提出标准修订应注重先进性、实用性、可操作性问题。再次提出应注重与其他铀矿冶标准的衔接性。

2022年2月21日，生态环境部辐射源安全监管司组织相关单位针对正在制修订的《铀矿冶辐射环境监测规定》（GB 23726）、《铀矿冶设施退役环境管理技术规定》（GB 14586）、《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 铀矿冶》、《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 铀矿冶退役》等相关铀矿冶标准的若干事项进行了讨论。明确相关标准的衔接和界定内容。编制组根据讨论意见，修改了标准文本。

2022年7月，在北京召开了《铀矿冶设施退役辐射环境保护规定》（GB 14586）标准修订专家咨询会。编制组根据专家意见对标准征求意见稿初稿进一步修改并完成了标准文本（征求意见稿）和相应的编制说明。

2023年2月10日，生态环境部办公厅印发《关于公开征求国家标准〈铀矿冶设施退役辐射环境保护规定（征求意见稿）〉意见的通知》（环办标征函〔2023〕2号），公开征求了国务院有关部委、省（自治区、直辖市）生态环境厅（局）、相关企（事）业以及部内各相关司局共59家单位（或部门）意见。

2023年5月8日，生态环境部辐射源安全监管司在北京召开了征求意见处理情况专家咨询会，根据反馈意见（共93条，其中88条采纳及原则采纳，占94.6%、2条部分采纳，占2.2%、3条未采纳，占3.2%）及专家意见，编制组对标准及编制说明进行了修改完善，形成送审稿。

2023年6月7日，国家核安全专家委员会组织在北京召开了核安全专家委员会，会议审议了标准并提出了修改意见，认为标准可通过一审，并建议修改完善后，上报生态环境部。根据与会专家意见，编制组对标准和编制说明进行了修改完善。

2023年11月7日，组织国防科工局核安全中心、国防科工局军工项目审核中心、中国辐射防护研究院、中国铀业股份有限公司等单位代表召开咨询会，对标准进行讨论和修改完善。

2024年3月14日,国家核安全专家委员会在北京组织召开了核安全专家委员会,会议审议了标准二次送审稿并提出了修改意见,认为该标准送审稿通过二审,并建议按照会议建议和意见修改完善后,报送生态环境部。根据与会专家意见,编制组对标准和编制说明进行了修改完善。

2 标准修订的必要性

铀矿冶设施终产后遗留大量的放射性污染设施和场地,对环境存在潜在危险,需要及时开展退役治理工作,消除环境隐患,改善环境质量,保护公众健康。20世纪80年代开始,我国启动了铀矿冶退役治理工作。经过三十多年的努力,基本确立了铀矿冶设施退役治理及放射性废物处置的指导思想、实施原则和技术路线。基本形成了一套较为成熟的工程技术体系。截至目前,我国已经退役了33座铀矿山,积累了大量的经验。铀矿冶生产设施主要包括尾矿(渣)库、废石场、矿井、露天采场、工业场地等,受铀矿冶放射性污染的周边环境主要包括场地、农田、水体、底泥等,生产设施和周边污染环境都属于退役治理源项。退役治理完成后,原地集中治理的尾矿(渣)库和废石场,以及采取回填废石治理的塌陷区属于含天然放射性核素废物的处置场所,只能达到有限开放的水平。这些有限开放的设施内仍存有大量铀矿冶放射性废物,需要对这些设施采取必要的防护措施,并进行长期监护。

我国铀矿冶退役治理技术标准多形成于20世纪90年代,GB14586-1993是铀矿冶退役治理领域的主要标准。随着国家对环境保护要求的提高和退役治理理念和技术的发展,原标准内容已与当前的要求存在一定的差距,亟待修订;另一方面,当前我国铀矿生产已由硬岩为主转变为砂岩地浸为主,标准中涉及地浸的退役治理内容较少,也不能满足铀矿冶退役治理工作的要求。

因此,综合以上分析,为了保护环境、保障公众健康,进一步规范我国铀矿冶设施的退役治理和长期监护工作,修订GB14586-1993是十分必要的。

3 标准编制的依据

- 1) 《中华人民共和国环境保护法》(2015年1月1日);
- 2) 《中华人民共和国放射性污染防治法》(2003年10月1日);
- 3) 《污水综合排放标准》(GB8978-2002);
- 4) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002);
- 5) 《铀矿冶辐射环境监测规定》(GB23726-2009);
- 6) 《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》(GB23727-2020);
- 7) 《核工业铀水冶厂尾矿库、尾渣库安全设计规范》(GB50520-2009);
- 8) 《环境影响评价技术导则 铀矿冶退役》(HJ 1015.2-2019);
- 9) 《放射性废物分类》(公告2017年第65号);
- 10) 《地表水环境质量监测技术规范》(HJ91.2-2022);
- 11) 《土壤环境监测技术规范》(HJ/T166-2004);
- 12) 《建设用地土壤污染状况调查技术导则》(HJ25.1-2019)
- 13) 《建设用地土壤污染风险管控和修复 监测技术导则》(HJ25.2-2019);
- 14) 《污染地块地下水修复和风险管控技术导则》(HJ 25.6-2019);
- 15) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021);
- 16) 《区域性土壤环境背景含量统计技术导则(试行)》(HJ1185-2021);
- 17) 《建设用地土壤环境调查评估技术指南》(生态环境部,2017年12号公告)。

4 标准编制的原则和技术路线

4.1 标准编制的原则

本次标准编制遵循下述原则:

- 1) 遵循国家政策和法规;
- 2) 遵循辐射环境保护要求;
- 3) 执行国家和行业有关法规和标准中的规定;

- 4) 符合《国家生态环境标准制修订工作规则》的要求；
- 5) 借鉴国外退役治理经验，总结体现国内退役治理和长期监护工作经验；
- 6) 保证标准的先进性、可操作性和可执行性。

4.2 标准编制的技术路线

1) 梳理当前的标准与现有国家环境保护要求及现有国标的差异，确定本次修订标准的主要内容；

2) 调研硬岩铀矿几十年退役治理工作开展的情况，总结退役治理经验，提出符合当前环境保护管理且可指导硬岩铀矿山退役治理的相关要求；

3) 调研国内外砂岩地浸矿山退役治理设施现状、地浸退役治理地下水修复标准、地下水修复技术等，为制定合理的地浸矿山退役治理要求提供依据；

4) 根据调研结果，结合现有系列标准中的要求，统筹退役治理先进技术，提出铀矿山退役治理和长期监护过程中的辐射环境管理要求。

5 标准主要技术内容

5.1 范围

本标准明确了铀矿冶设施退役和长期监护应遵守的辐射环境管理基本原则与技术要求。

铀矿冶设施包括常规开采、原地浸出、原地爆破浸出等铀矿采选冶各类生产设施，周边环境包括受放射性污染的场地、农田、水体、底泥等。

本标准侧重于铀矿冶退役辐射环境管理技术要求，删除了 GB14586-93 版中相关铀矿冶设施退役工作程序的要求。

本标准定位为铀矿冶设施退役辐射环境管理技术要求，铀矿冶退役的非放射性污染防治和生态环境保护的相关内容应遵守非放相关法律、法规和标准要求，在本标准中不再进行规定。

5.2 规范性引用文件

本部分为标准引用的相关标准和文件，其有效版本适用于本标准。引用的标准为《铀矿冶辐射环境监测规定》(GB 23726)和《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》(GB 23727)。

5.3 术语和定义

5.3.1 退役

参考 IAEA 《国际原子能机构 安全术语 核安全和辐射防护系列》中“退役”定义，即为允许解除对一个设施的部分或全部监管控制而采取的管理和技术行动；对于铀尾矿（渣）库等放射性矿石和加工残留物处置设施，以“关闭”代替“退役”。

5.3.2 长期监护

参考 IAEA TRS NO.450 Management Of Long Term Radiological Liabilities: Stewardship Challenges，并结合根据《核科学技术术语》(GB/T4960)和《低、中水平放射性固体废物近地表处置安全规定》(GB9132-2018)对有组织控制（监护）的定义，以及退役铀矿冶设施的特点，本条给出了长期监护的定义，即为铀矿冶设施或场地主动修复或评估完成后，为长期保护人类和环境不被设施或场地的残余放射性所危害而采取的技术和管理措施。

5.4 技术要求

从二十世纪八十年代开始，我国就启动了铀矿冶退役治理工作。经过三十多年的发展，基本形成了铀矿冶设施退役治理的技术路线。截止目前，我国的铀矿山中已经退役的 33 座，退役治理后已实施监护的 21 座。铀矿冶设施主要包括尾矿库、废石场、矿井（或露天采场）、工业场地等。我国目前的铀矿冶退役治理过程中，尾矿（渣）库和部分废石场采取原地覆土植被的治理方法，矿井口采取封堵的治理方法，而工业场地大多采取彻底清挖的方法。因此，退役后，原地集中治理的尾矿（渣）库和废石场，以及采取回填废石治理的塌陷区属于含天然放射性核素废物的处置场所，只能达

到有限制开放的水平，如铀尾矿库、废石场等。

标准修订过程中在铀矿冶退役治理实践的基础上，调研了国外铀矿冶退役治理技术相关内容如下：

1) 国际原子能机构（IAEA）总结的铀矿山退役治理技术

国际原子能机构（IAEA）认为，由于铀的衰变周期很长，没有放射学方面的理由延迟拆解铀矿冶设施，而任由其放射性衰变，换而言之，即铀的半衰期时间长，任由这些已关闭的铀矿冶设施自然衰变而推迟退役治理（拆除、拆解或去污并最终处置）对降低其放射性毫无帮助，因此，铀矿山一旦停产则有必要尽快开展退役治理工作。对于采冶设施去污、拆解后，仍存在残留污染物的材料和设备等设施通常采取以下总体技术方案：一是将有价值的设备和材料去污后无限制使用。二是将这些污染设备或材料等设施置于尾矿（渣）库、地下矿井、露天采场或特殊的处置坑。三是将未受污染的设备和材料置于传统的处置区或置于批准的就地处置区。

国际原子能机构（IAEA）认为铀矿山建（构）筑物及设备等设施退役主要治理技术为拆解、去污。去污后达到有限制使用和无限制使用标准。可行的去污技术有吸尘、擦洗、不使用清洁剂的情况下采用高压水或蒸汽喷射清洗，以及喷砂去污等，其中的洗涤水可循环使用。同时指出，使得设备/材料达到无限制使用程度的去污工作，一般是劳动密集型的，费用较高。解控这些设施的经济性、可行性可能受到缺乏潜在客户和回收的这些设备/材料市场价值低的影响。

对于地下矿山，有两种可能方式：一是巷道空置，二是充填尾渣、堆浸渣、污染拆除材料、闲置的废石或者其他合适的材料。如果矿山位于地下水位线之下区域，那么它终究会被地下水淹没，因为长期抽水既不可能也不可取。既然如此，淹井则实际上视为一项需要考虑的治理技术。另外，所有的主巷道入口、斜坡道、平硐及其他矿山通道都需要采用闲置废石或非收缩性混凝土封堵，以防人类误入。

根据 IAEA 的技术报告，露天矿的退役治理有四种治理技术，一是保持露天坑开

挖的最终状态不变，但适当放缓边坡，并进行覆盖以防伽马射线及氡气析出。该项技术要求保持露天采场的长期稳定，适合于干燥的地区。二是将台阶修整为平缓的坡度。放缓台阶岩墙坡度，为将来开发利用创造条件，降低或减小事故发生风险。三是淹井或水覆盖。在水位线接近拟开挖境界或地表水直接涌入或流经矿坑的情况，保持矿坑（采场）干燥是很困难的，即水文条件是合适的。在此种情况下可以采用水覆盖采场技术，必要时，也考虑防溢流设施。四是采用水冶或采矿残余物充填矿坑（采场），例如采用尾矿（渣）、干净的废石、低品位的矿石、堆浸废渣或退役的废设备、材料等。

2) 美国

美国铀矿山不受美国核管会(NRC, United States Nuclear Regulatory Commission)管理，而是归所在州政府管理。美国把核设施（铀尾（矿）渣与低放、高放废物并列，即是列为核设施进行管理的）退役的众多方法归纳为三种退役方式：即安全封存、埋葬和解体拆除。

(1) 铀矿山废石和露天采矿场退役治理

关于美国铀矿山的退役、矿井封闭，早期无特殊要求，而与其它有色金属矿山相同，铀矿山废石（ U_3O_8 品位低于0.05%）都是就地堆放，未采取任何控制措施。废石中含镭量少（与尾矿相比），为防止水土流失，可在废石堆周围砌挡土墙，根据需要做适当的覆盖。

(2) 铀矿山尾矿退役治理

老尾矿采用就地处置的方式，它包括稳定化和覆盖。所谓的稳定化就是使尾矿堆成稳定的几何构型，以防止堆体发生塌跨，尾矿流失，造成土地污染。覆盖的目的既是防止风雨的冲刷侵蚀以保持堆体的稳定，又是直接阻碍氡气释入大气和减弱 γ 辐射。

尾矿堆处于旅游区、人口稠密区、城镇水源地、河流、地热电站等附近，采取就地处置达不到要求的，要搬迁到新的地方进行处置。

（3）设备清洗去污

美国铀矿山和水冶厂的厂房、设施、设备等退役拆除后，先集中堆放，然后进行清洗去污。对于被污染设备的去污，只用高压水进行冲洗，不用其它化学试剂和刷子进行去污。低于一般表面污染限值标准的，可在市场上出售，仍可用于铀矿工业。经过清洗达不到标准的，埋在尾矿堆里，并不熔炼回收废钢铁。

3）德国

（1）矿山淹井

天然地下水位以下的建（构）筑物在环境上最适合、技术上最可靠、费用最低的治理措施就是中止排水、淹灭矿井，这一过程称之为淹井。在开始淹井之前，必须采用如下措施：清除矿井中的炸药、油及化学危险物；对各个井田筑坝拦水或封闭以控制水和空气的回流量；回填有可能造成地表塌陷的矿坑；永久充填竖井、平硐及大口径钻孔并封口。

（2）近地表采空区

早期 50 年代铀矿开采造成的近地表采空区的治理是重点，有些采空区离住宅区地面仅 10~15m，既无支护也未回填。这些近地表采空区采取回填治理。

（3）废石堆治理

在废石堆治理过程中，优先考虑整个废石堆搬迁至露天坑、尾矿库或其它地点。当搬迁在技术经济上不可取时，就采用原地处理方法，即整坡后多层覆盖、植被、修筑小径与截（排）水沟。多层覆盖的目的是降低入渗到废石堆的降雨入渗量、污染物的溶解和释放、氡的析出。

（4）建构筑物及设备、器材的拆除

大量设备和建（构）筑物因各种原因不能再利用，拆除是必要的。另一方面受放射性或化学污染，去污及修复在技术上不可行，经济上也不合理，因此拆除是唯一方案。

技术设备和机械设备，如起重设备、运输设备、动力厂、矿石加工厂等也拆除。在给定的污染程度、维护环境和特定的设计目的下，其继续使用只限于治理过程，随着治理的进行，这些设备也将陆续拆除。

因各物件具有各自不同的污染，其拆除不仅难度大，而且耗时，几乎与原建（构）筑物和设备、器材的建设一样。这些物件必须在拆除过程中或紧接其后进行分类处理。无放射性污染的物质将循环使用；非污染的物件将再利用，如出售、回熔。拆除后的废物破碎后再用于其他各种目的，如作为尾矿库的临时覆盖层。石棉胶泥制品将集中在危害废物处置设施中处理。

经管理部门批准后，废料、碎石、木材、挖掘土等放射性污染物，回填矿井进行地下处置，或与废石堆、尾矿库、露天坑一起在地面处置。

（5）尾矿库

尾矿库的治理目的就是尽量将尾矿库与大气圈、生物圈和水圈隔离以达到尾矿的长期安全贮存。为此，所采取的技术必须确保将空气与水途径的释放降到满足管理要求。Wismut 公司在综合国际环境治理技术、调查尾矿库长期稳定的各种治理措施等一系列研究基础上，推荐尾矿部分脱水后原地稳定作为最佳方案。尾矿库的稳定包括下列步骤：a、尾矿库表面水的去除、处理和排放；b、裸露尾矿的临时覆盖；c、坝和尾矿面的安全考虑；d、表面平整维修后，最终覆盖；e、美化和植被；f、渗漏的收集、处理和排放；g、长期监测。

4) 捷克

基于废物最小化、稳定化和可控化的目的，捷克共和国 DIAMO 国有公司，建立了 10 个固化废物处置场，处理了 9 个尾矿库（保留了 2 个尾矿库），除此之外计划建立 1 个小的废石处理场，对来自德国和捷克的矿产废物进行处理。根据原地貌特征，对废物处置复垦后恢复为不同地貌，以减少环境改变产生的长期影响。

（1）废石减量化处理

块状废石经过放射性筛选后。达到可经济回收品位的送至水冶厂继续处理；放射性 $<1000\text{Bq/kg}$ 的废石，可解控作为建筑材料；在上述两者之间的部分废石，通过恢复井下设施后回填至井下；剩余部分废石设置适合的处置场。

（2）废石堆场

位于 Starz 附近的废石堆场(底部未铺设诸如土工膜类的隔水层,仅为自然地质),结合周边丘陵地貌堆积形成,表面覆土使 γ 值达到要求(设计值为参考值,只要覆土 γ 值达到要求即可),四周设置沟渠,处置场内设置联通底部的监测井,定期取水样监测,至今未出现问题(如覆土被大量剥蚀、失去阻隔 γ 值或阻隔自然降水的影响)。

该案例证明,地表的废石处置等恢复为原地貌特征,或处置区按周界地貌相似性设置,可减少环境对固废处置区侵蚀的影响。

（3）尾渣库（湿）

在可控的区域建立地表尾渣库,具有如下几个功能:

- ①尾渣及其它固废贮存;
- ②废液收集贮存;
- ③分区块作为自然蒸发池;
- ④在库内有限制区域配置太阳能发电设施。

5) 加拿大

加拿大铀水冶厂的尾矿砂全部排入尾矿库内贮存。到 1990 年止加拿大贮存在尾矿库内的尾矿总计达 1.8 亿 t,其中尾矿砂贮存量最多的是埃里奥特湖的里奥阿尔甘姆矿,为 7100 万 t;其次是丹尼森矿,为 5400 万 t。早期铀尾矿全部弃于湖泊中,一些湖泊已被尾矿砂填满。当时未引起人们的注意,但后来发现了这里湖泊水质遭到破坏,湖水中铀、镭含量增高,以致超标,此外,在加拿大的安大略省和萨斯喀彻温省的几个地方发现了氡污染问题。

加拿大的矿物和能源技术研究中心联合一些大学于 1972 年对铀尾矿进行了研究。

于 1980 年初执行铀尾矿对环境长期影响评价计划和进行铀尾矿无害化研究。同时制定了有关卫生防护标准，对污染严重的湖泊进行清污治理，花了相当大的代价。

治理方案：首先各矿区和废物治理区进行清理；其次对裸露的尾矿进行覆盖(0.6 ~ 1m)，然后植被。有的向湖内覆盖 1m 厚废石，并用毛石和喷射混凝土加固各天然进水口。有的为了降低氡及其子体的释出量，在研究用水覆盖尾矿砂，即将尾矿库内的尾砂推平后，灌入 1m 以上深度水，把它淹没，可减少氡及其子体释出量 1/2 ~ 1/3。

6) 俄罗斯

俄罗斯在铀矿退役治理时，对废石、尾矿按标准进行了治理，水冶设备按照污染程度分别进行处理，污染严重的埋藏在尾矿库中。水冶厂经去污达标后转为民品生产厂房。

俄罗斯莱蒙托夫铀矿部分废石场 20 多年前退役，在没有标准的条件下，就进行覆土植被，以防止扬尘污染环境，对废水亦作了连续处理。在废石堆的边坡上打上网格，挡有 1.0m 宽、1.5m 高的木板格，内堆土 15-20cm，然后种植三叶草和松树或白桦树，树的间距是 1m × 1m。经过 10 年种植，长势良好。坑道口仅用钢门和 400mm 厚的水泥封闭，以防氡析出和人畜误入。在门上留有取空气样品的孔洞，坑道内仍有矿坑水外溢，对铀较高的 720m 中段坑道水，经一大蓄水池沉淀后进入处理能力为 60m³/d 的吸附塔，吸附处理达标后外排。该矿还将坑道排出的高浓度氡水(含氡量达 7200Bq/L)装入罐中、供当地疗养院用于胃、肝、肠等多种疾病的治疗。1991 年后更加重视，对未处理的工程，一律按新标准和规章来设计和处置。对尾矿库周围的地下水长期进行监测。由于该矿全面停产退役，并已转为生产金刚石和磷肥等民用产品，他们就充分利用生产磷肥的废渣来覆盖尾矿。现在尾矿上部的覆盖层厚度已超过 1m，相当于 1.5m 厚的土层，取得了较好的以废治废的环境效益。该尾矿库为盆地，底部为淤泥，不透水，库外周设排水沟，以防止雨水流入。在库内外均有观察井，观察周围 3km 范围内的地下水变化。经过 15 年连续观测，尾矿库对地下水无影响，水质成

分没有被污染。

7) 西班牙

西班牙某铀矿山为了同时满足对侵蚀、渗透和氡控制的三个要求，对固体废物堆积平面采用六层覆盖，对边坡则采用七层覆盖。

8) 澳大利亚

澳大利亚于 2010 年制定了《澳大利亚地浸采铀最优实践导则：地下水、残留物和辐射防护》。对地浸前的背景调查与优化设计、地浸过程的环境影响控制和地浸结束后的地下水修复给出了较详细的规定。该导则要求根据场址特征，充分考虑各种风险、利益、代价，特别是地下水下游水质、流速、含水层矿物学特征、修复模拟结果、水质与能耗，确定地下水修复方案（例如地下水抽除、反渗透）。当采场下游地下水满足国家水质导则规定的水质标准，或下游地下水水质不十分清楚（如取样点位不足），或自然净化不能在给定时间内满足有关土地用途时，应考虑人工修复并优化，以作为自然净化的补充。

澳大利亚 Beverley 和 Honeymoon 地浸矿山地下水背景水质很差，其矿化度分别为 3~13g/L 和 1~16g/L，无任何用途，因此，采用自然净化修复，残留废液直接注入采场而不经任何处理。自然净化修复时设置大量的监测井，以监测自然净化进程。

9) 独联体

独联体国家由于其矿区大多地处偏远地区，人口稀少，因此主要采用在长期监控状态下的自然净化法修复地下水。

(1) 长期监控自然净化法

目前，对于自然净化法的有效性和持久性还有待考究。例如，乌克兰 Devladivske 和 Bratske 铀矿床分别于 1968~1983 年和 1971~1989 年间进行酸法地浸采铀，由于地下水影响大而均提前关停。终采后采用自然净化法修复地下水，虽然个别监测点 U、Th、Ra 出现明显降低，pH 由 3.9 上升至 6.2。但是至 1995 年，影响范围也分别达到

了 2km 和 4.2km。

乌兹别克斯坦某酸法地浸铀矿床 1975 年终采，到 1989 年重酸化区面积减少了 60%，自然净化起到了一定的作用。但 2000 年在该矿区新施工的钻孔抽出地下水中的铀浓度高达（60 ~ 200）mg/L，这说明仅靠自然净化难以达到预期的目的。由于酸法地浸地下水修复需要采用昂贵的人工修复技术，为此，乌兹别克斯坦开发了一种新的地浸工艺，即采用 pH4 ~ 4.5 的弱酸浸出。研究表明，这种弱酸浸出工艺与通常的酸法浸出工艺相比，具有显著的优势：地浸结束后无需进行地下水修复，而铀的浸出率与通常的酸法浸出一样高。目前弱酸浸出已占乌兹别克斯坦地浸采铀矿山一半以上。除乌兹别克斯坦外，哈萨克斯坦某酸法地浸铀矿也发现了类似的污染物自然衰减特征。

研究表明，由于地下水组分复杂、浓度很高、影响范围很大，单纯依靠自然净化法往往需要数十年数百年甚至更长时间才能得到修复地下水。

（2）人工加速自然净化法

哈萨克斯坦是世界上最大的地浸采铀国家，哈萨克斯坦法律要求地下水修复到开采前的水平。为了加快自然净化历程，哈萨克斯坦开展了水动力强化自然净化修复试验，即将采场溶液抽出再注入到附近的非氧化岩层中。该试验表明，通过采场与非氧化岩层之间的溶液交换循环，可提高自然净化能力，显著缩短地下水的自然净化修复时间。此外，哈萨克斯坦还开展微生物强化自然净化修复试验，研究证实了硫酸盐还原菌对地下水修复具有一定的强化作用。实验室和井场现场试验表明，硫酸盐还原菌可使浸出液中的硫酸盐浓度从 10g/L 降至 0.5g/L。

在综合考虑国内铀矿冶退役治理工作实践和国外相关工作调研的基础上，本标准修订提出铀矿冶退役治理的主要技术要求内容如下：

5.4.1 一般要求

5.4.1.1 本条规定了铀矿冶设施退役活动和长期监护工作均应满足有关法律法规和标准的要求。铀矿冶设施退役后，应达到相应的稳定、安全和无害化的目的。

5.4.1.2 本条依据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)提出了铀矿冶退役遵循实践的正当性、防护与安全的最优化和剂量限制的辐射防护原则要求。

5.4.1.3 铀矿冶退役涉及的放射性固体废物尽可能集中处置,以减少有限制开放或使用的设施或场地数量。

5.4.1.4 铀矿冶退役治理贯彻废物最小化原则,退役治理工作尽可能对铀矿冶放射性废物进行分类和去污治理,实现放射性废物最小化。

5.4.1.5 从全过程管理的角度考虑,要求铀矿冶企业应制定退役治理计划,将退役治理和环境整治贯穿铀矿冶设施设计、建设和生产全过程管理。

5.4.1.6 退役治理和长期监护作为铀矿冶全寿期最后一环,水冶设施、尾矿(渣)库设施选址、建设、设计和运行尽可能便于设施退役和关闭,如选址避让环境敏感区、厂房及设备采用易于去污材料、铀矿冶设施建设和运行中产生的放射性废物尽可能集中处置等。

5.4.1.7 本条依据《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》(GB23727-2020)中“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。”本条规定铀矿冶设施退役应进行方案比选,选择合理可行尽可能低的技术方案,使退役治理和环境整治后的设施达到稳定和安全。

5.4.1.8 经过铀矿冶相关标准修订内容的沟通协调,确定铀矿冶设施退役施工、验收及长期监护过程中的流出物和环境监测应满足 GB23726 的要求。

2022年2月21日,生态环境部辐射源安全监管司组织对正在制修订的铀矿和伴生放射性矿环境标准的若干事项进行了讨论,核与辐射安全中心、中国辐射防护研究院、核工业北京化工冶金研究院、中核第四研究设计工程有限公司等编制单位的代表参加了讨论,会议明确“其他标准制修订时涉及流出物和环境监测的内容原则上直接引用 GB 23726,不再另行列表。”

5.4.1.9 本条从环境应急管理角度,要求退役和长期监护过程中应关注各类潜在辐射环境事件危害,并考虑措施。

5.4.1.10 参考原标准 GB14586-1993 中质量保证的相关内容,从资料档案管理角度要求退役整治工程的全部文件(源项调查、施工监测、竣工监测、流出物及环境监测、监护记录和总结报告等资料)都应进行存档。

5.4.1.11 对退役过程中新建的三废处理处置设施,其相关环境保护要求应遵循 GB23727 的有关规定。

5.4.2 采矿遗留设施退役技术要求

5.4.2.1 本条规定了坑(井)口退役的技术要求

1) 由于坑(井)口与井下巷道、采场相连通,为防止井下氡气逸出污染大气环境,应对通往地表的坑(井)口进行封堵,使其与地表完全隔绝。为确保退役治理长期安全有效,封堵体要坚实可靠,其中回填材料应优先考虑利用废石;封堵材料选用毛石、混凝土等材料。为改善生态环境,封堵后的坑(井)口需覆土并恢复植被。

2) 对有水流出的坑(井)口,应首先结合井巷工程、地质构造和水文地质等条件尽可能考虑采取井下封堵治理措施,以减少坑(井)口的流出水量。坑(井)口流出水水质超出本底水平或不满足排放限值(或超出本底水平)的,应对流出水进行处理,达标(或达到本底水平)或达标后方可排放。

5.4.2.2 本条规定了露天采矿废墟退役的技术要求。

铀矿山露天开采不仅破坏了大量的表层土和植被,甚至可能破坏了地下水流方向,不仅采坑具有放射性,同时,大量的放射性废石堆积在地表,也造成对环境的直接污染,铀矿山退役要求根据露天采坑的类型、所处地理环境及当地具体情况和需求,合理选择退役治理方法。铀矿山退役治理一般采取回填复垦法治理、水覆盖治理及土壤覆盖治理技术。

铀矿山退役治理应尽量优先采用回填治理法对铀矿山露天采坑进行退役治理技术,特别是对于覆盖层较厚且剥采比大于 10:1 的露天凹陷露天采坑,因在开采过程中大量废石都堆积在地表,这些废石中含有一定量的铀、镭,会污染水体和土壤,是矿

山的主要污染源,因此应尽量将开采过程中产生的废石回填至原处,作为充填料使用,以使废石对环境的危害降到最低。用回填法复垦露天采场矿坑,既把被开采的露天采坑复原,又把开采过程中产生的废石回填到原处,如果矿坑容易足够大,还可以容纳铀矿山其他污染物入坑。

德国因地制宜地利用预存在地表的废石和附近其他几个铀矿开采的废石,对 Ronnerberg 露天坑(容积为 1.6 亿 m³)进行回填处理。

回填方法:可以采用水平分层回填,或倾斜分层回填,或混合分层回填。当采用机械运输回填方式时,可采用水平分层和倾斜分层相结合的混合方法进行回填,回填设计时考虑压实和沉降。充填由开采破坏形成的不利地形,应尽量使充填后的地形更合适于地区条件。充填时应考虑隔水层的设置(结合是否穿越了含水层,地下水位线综合考虑,采用复合土工膜隔水层),此外要将坚硬的、大块废石及含放射性高的废石放置在下层,上部覆盖土壤,周边根据地势修建截水沟。

如果无法用回填法退役治理,则根据采坑所处地区实际情况选择水覆盖法(改造为水库或湖泊景观),或者采取土壤覆盖治理技术对其进行退役治理。

1、土壤覆盖治理技术

对于一些山坡露天采场废墟,可先对其稳定性进行分析,结合边坡实际对露天采场废墟边坡进行调坡处理,根据治理范围边界以及坡度、高度、岩石硬度确定采用削坡还是回填放坡(目前多采用回填放坡,可容纳部分污染物),坡度一般放缓至小于岩石自然安息角,并在坡脚处设置挡土墙,边坡较高的露天采场可采用分级放坡,中间加设马道,采场周边沿地形设置截水沟,防止雨水进入采场内造成雨水冲刷,利用废石放坡后上部进行覆盖土壤压实(也可视情况加设复合土工膜隔水层+屏蔽覆盖层+砂卵石隔离层),恢复植被,护坡可采用土工网护坡或浆砌片石截水骨架护坡。

2、水覆盖治理技术

露天采矿废墟也采用水覆盖技术,尤其是坑深大于 50m 的采坑采用水覆盖治理。

该方法在我国主要应用在 716 矿、712 矿及 713 矿退役治理工程当中，该方法不用大量的回填材料，同时可以使环境得到美化，重要的是该方法也可以有效控制废墟氡的析出，具有良好的经济和社会效益。然而随着社会的发展，人们认识水平的提高及对环境利用要求的提高，该方法已不再使用。原因是虽然该方法在辐射防护层面是满足国家规范和要求的，但是采用水覆盖后，该区域的土地资源的可利用率不高，比如该区域仍属于控制区，覆盖水体不可利用，同时还存在人畜误入，造成伤亡的潜在风险，在一定程度上可以说是一个“禁区”，浪费了宝贵土地资源。

目前铀矿山露天采场废墟治理多采用回填法（凹陷露天）和土壤覆盖法（山体边坡露天）的方式进行治理，对有些较陡的边坡也采用过锚杆+喷射混凝土封闭的治理方法（741 矿退役 1 期）。同时对于植被作物生态特征及指标的考虑，应根据区域和当地的气候、气象、土壤和生态特点选择，同时考虑放牧和动物破坏行为。

露天采矿废墟内矿石已开采完，遗留的主要为铀品位达不到工业开采的废石，废石 $U_{\text{天然}}$ 和 ^{226}Ra 含量较区域辐射环境本底略高，有氡析出和 γ 外照射的辐射危害；同时，露天采场存在人畜坠落、边坡滑塌等安全风险；此外，部分露天采场受大气降雨的影响，采场内存有大量积水，水质中 $U_{\text{天然}}$ 含量较地表水中偏高，存在污染环境的风险。

为消除上述风险，本条提出了如下退役治理环保技术要求：

1) 由于露天采矿废墟内遗留有铀品位达不到工业开采的废石，因此可以作为铀矿冶放射性固体废物的集中处置设施，回填废石、污染建筑垃圾等废物。

若露天采矿废墟作为铀矿冶放射性固体废物集中处置设施，回填废石等，须参考废石场的退役要求设置覆盖、截排洪和挡墙等设施；回填尾渣等，须满足尾矿（渣）库的退役要求。

2) 露天采矿废墟的边坡应进行稳定化处理（如回填、削坡等），使其保持长期安全稳定。

3) 若露天采矿废墟积水超标, 应根据实际情况设置或利用已有废水处理设施, 对积水进行处理并使其满足排放标准。

5.4.2.3 本条规定了地浸井场退役的技术要求。

1) 本条参考了国外地浸采铀矿山许可证申请的相关要求, 国外铀矿山在申请许可证时需说明计划采用的铀矿开发顺序和地下水修复顺序, 但其未说明采区修复顺序的确定原则。为及时消除地浸井场对地下水环境影响, 本条规定了地浸井场的退役治理计划的确定原则, 即处于独立矿块的采区应在终采后立即开展退役治理, 对处于连续矿块的或其退役治理可能对周边生产采区产生影响的采区, 在其终采后应仍采取抽大于注和地下水监测措施, 控制浸出液迁移扩散范围, 待满足退役治理条件时, 及时开展退役治理工程。

2) 在确定修复技术时, 国内外的规范一般只给出需遵循的原则或考虑的因素, 据此进行可行性分析, 综合考虑技术、环境和经济等因素确定最佳方案。由于当前地浸地下水修复技术仍处于研究阶段, 技术尚不成熟。因此, 本条给出了技术方案比选时应遵循的原则和考虑的因素。目前, 地下水修复技术的主要研究方向为: 异位抽出处理技术、原位还原技术及自然衰减。

(1) 抽出处理技术是根据地下水污染范围, 充分利用地浸井场的生产孔, 将污染地下水抽取上来, 然后利用地面净化设备对抽出的地下水进行处理。抽出处理技术适用于渗透性较好的饱和层, 对于污染范围大、污染羽埋藏深的污染场地治理比其他技术具有优势, 修复周期短, 缺点是不能从根本上改变地下水氧化还原环境, 当停止抽水时可能存在拖尾和反弹, 且存在抽出处理水量大, 成本高等问题。

(2) 原位修复技术是通过向含水层注入化学还原剂或还原微生物, 通过化学或微生物反应将地下水中核素固定, 降低地下水中核素浓度水平的方法。该方法具有成本较低, 地下水流场扰动小, 环境相对友好的特点, 但基于一场一策的原则, 通过研究后确定工艺路线和参数。

(3) 自然衰减是基于污染场地自身理化条件和污染物自然衰减能力进行污染修复,从而达到降低污染物浓度、毒性及迁移性等目的,在自然修复过程中需对地下水的自然修复过程进行监测评价。该技术适用于地下水环境不敏感、地层自然衰减能力较强的区域。

3) 由于地下水修复结束后,需要一个稳定过程,因此需要进行监测观察,确定修复效果。本条参考了《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》(GB23737-2020)9.2.9条款,地浸采场地下水修复结束后,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,所有工艺钻孔应及时从下往上进行全封堵。

5.4.2.4 本条规定了原地爆破浸出采场退役的技术要求

由于原地爆破浸出的特殊性,通常不具备将全部废渣清运和完全隔离的条件,因此应封堵与采场相连的巷道、天井等通道,用石灰中和浸出渣,并及时进行矿井水处理和地下水监测等措施,防止污染地下水。由于国内原地爆破浸出工艺的仅蓝田铀矿,目前已停产淹井,不具备采取治理的条件,标准提出进行监测,防止废水污染矿区外地下水。

5.4.2.5 本条规定了塌陷坑退役的技术要求。

1) 为了消除地表塌陷坑存在的人员或牲畜坠落的安全风险,以及改善生态环境,对塌陷坑应尽可能回填治理,并恢复自然地貌。为了确保治理措施长期有效,应选用未受污染的建筑垃圾、大块岩石以及土等天然材料回填。

2) 对不稳定的塌陷坑还应采取隔离、警示等有效措施,尽可能避免对周边民众产生安全危害。

3) 地下铀矿山采用分段崩落法,空场法采矿时,在近地表会导致塌陷,形成塌陷坑或塌陷区,有的塌陷坑还与井下巷道和采空区相联通。在进行退役治理时应对塌陷坑的成因进行分析,对采空区运用先进探测手段进行探测,探清采空区范围,进行分类治理。

4) 对于近地表采空区, 且采空区上部植被为非经济林木, 则一般采用封闭隔离避让法, 在较低治理费用的情况下, 达到退役施工安全目的, 一般方案为在采空区地表依据岩石移动角预测可能的塌陷边界, 修建铁丝网将其进行封闭隔离并设置警示标志, 防止采空区进一步发生塌陷, 对误入人畜造成伤亡。

5) 对于已经塌陷形成的塌陷区, 分析其成因, 判断是否已经完成塌陷过程, 对于已经稳定的塌陷坑, 采用废石或污染土回填治理方案。塌陷区治理优先采用就近的污染工业场地清挖污染土和废石堆废石进行回填。塌陷区回填废石或污染土至地表后, 铺土工膜防止地表水渗入, 土工膜上再覆土并分层夯实。为防止覆土流失, 沿塌陷区边界砌筑浆砌石矮墙, 并在塌陷区上游修建截水沟引排山坡雨水。最后种草植树, 恢复生态环境。

5.4.3 污染设施和场地退役技术要求

5.4.3.1 本条规定了矿石堆场、堆浸场、蒸发池、其他污染建(构)筑物退役治理的技术要求。

1) 为避免资源浪费, 实现放射性废物最小化, 遗留的矿石尽可能回收再利用。如果经技术经济论证无法回收利用, 应运至废石场、尾矿(渣)库等集中处置。矿石堆场底部污染土应回填至废石场或尾矿(渣)库等集中处置。

2) 为了尽可能集中处置废物, 退役治理时应将堆浸场中残留的尾渣及底部污染土回填至尾渣库内集中处置, 不能集中处置的, 应充分论证。

3) 退役治理时应将蒸发池内贮存的废水全部蒸干。蒸发池底部及周边受到污染的土壤应集中处置, 尽可能实现废物最小化和集中处置。

4) 为实现放射性废物最小化, 污染建(构)筑物应进行去污处置。治理产生的去污残渣或污染建筑垃圾应运至尾矿(渣)库、废石场等集中处置。

5.4.3.2 本条规定了污染设备、管线退役的技术要求。

1) 污染设备、管线应首先考虑在核工业系统内回收再利用。经去污处理后满足

表面污染水平限值的设备、管线，可以做为普通物品使用。

2) 经去污后不满足限值要求的设备、管线，应按材质分类进行处理处置。其中，废旧钢材应送有资质的放射性废旧金属处理单位处理，非金属材质的应运至尾矿(渣)库、废石场、井下等集中处置。

3) 设备中残留的有机相应优先回收再利用。确实无法利用的应根据现场实际情况采取稳妥的处理处置措施，确保安全。

5.4.3.3 本条规定了污染场地、污染水体治理的技术要求

1) 退役铀矿山、水冶厂的工业场地、污染道路、污染农田、污染溪沟和池塘等场地底部污染土壤，用物理、化学、生物等成熟的治理措施技术进行治理(如清挖换土等)，使其满足管理限值要求，并恢复自然地貌或原有使用功能。治理产生的污染土运至尾矿(渣)库、废石场等集中处置。

2) 受污染的地表水体治理前，应首先对其上游的废石场、尾渣库等污染源进行治理，消除污染源后再对其被污染的底泥进行治理，并确保外排水达标排放。

3) 受污染的浅层地下水应阻断污染源，并采取修复或控制措施。

5.4.4 废物处置设施关闭技术要求

5.4.4.1 本条规定了尾矿(渣)库退役的技术要求

铀尾矿(渣)库作为铀矿冶放射性固体废物的集中受纳场所，其退役治理的目标是将铀矿冶放射性固体废物与公众及环境长期、安全的隔离，降低对公众和环境的影响并达到合理可行尽量低的水平，为实现上述目标退役的尾矿(渣)库须进行稳定化处理，并确保其长期安全稳定。

1) 铀尾矿(渣)库作为堆放或贮存尾矿(渣)的专用场所，退役治理时应优先考虑将其作为铀矿冶放射性固体废物的集中受纳、处置设施，并开展环境影响论证。提出了尾矿(渣)库集中回填污染物的顺序要求，按照污染轻重，优先回填放射性水平较高废物。

2) 从环境安全角度, 提出了尾矿(渣)库退役治理的一般要求, 通常应建设覆盖隔离系统, 完善截排洪系统, 如果存在地下水污染风险的还应采取有效防治措施。若退役尾矿(渣)库有渗水产生且超标的, 应根据实际情况设置或保留渗水处理设施, 使外排水满足排放标准。

3) 参照《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》(GB23737-2020) 以及我国和美国、法国、澳大利亚、瑞典等国外铀尾矿库的退役治理经验, 给出了退役尾矿(渣)库覆盖结构层构成及相关性能要求。

(1) 降氡层: 厚度应根据氡扩散特征和覆盖材料屏蔽性能确定。可参照《铀矿冶废石、尾矿土质覆盖厚度及降低氡析出率的计算方法》(EJ/T 1128), 通过覆土实验以及屏蔽计算等确定。

(2) 植被层: 根据《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》(GB23737-2020) 为满足植被恢复所需的覆土厚度考虑土壤侵蚀裕量后总厚度应不小于 50cm, 提出了植被层厚度要求。

治理后的尾矿(渣)库应因地制宜采取植被恢复措施, 植被种类选择当地优势物种, 具体可参考《裸露坡面植被恢复技术规范》(GB/T38360-2019) 中表 D.1 推荐的植被。参照《铀矿冶企业总图运输设计要求》(EJ/T20075-2014), 提出在风蚀强烈地区设置防风蚀保护层。

5.4.4.1 本条规定了废石场退役的技术要求

1) 为了尽可能集中处置废物, 减少有限制开放或使用设施数量, 并最大限度解控面积, 退役治理时应优先考虑对废石场采取清挖治理, 经过技术经济论证无法清挖治理的废石场, 可以采取覆盖治理。覆盖治理的废石场作为集中堆存废石的专用场所, 退役治理时可以利用其作为废石、污染建筑垃圾、污染土壤等废物的集中受纳、处置设施。

2) 为尽量减少地表处置废石等, 在方案合理、可行、辐射影响尽量低的条件下

尽可能将废石回填至井下、露天采矿废墟或废物处置设施。

3) 参照《铀矿冶企业总图运输设计要求》(EJ/T20075-2014), 从辐射安全角度提出覆盖治理的废石场, 应具有可靠的截排洪设施和适宜的坡面防护、坡脚防护或挡墙工程。

4) 一般情况下, 废石在自然条件下放射性核素浸出率低, 放射性核素不会迁移至地下水中, 不需做防渗处理。但在废石中含硫量较高或易形成酸性条件等特殊情况下, 废石场有可能产生超标渗水。若废石场底部有渗水产生并且超标, 应采取底部防渗措施, 并根据实际情况设置废水处理设施, 确保外排水满足排放标准。

5) 废石场覆盖治理厚度应根据氡扩散特征和覆盖材料屏蔽性能, 参照《铀矿冶废石、尾矿土质覆盖厚度及降低氡析出率的计算方法》(EJ/T 1128), 通过覆土实验以及屏蔽计算等确定。在此基础上参照《铀矿冶企业总图运输设计要求》(TJ/T 20075-2014) 要求, 增加 10cm~15cm 多年侵蚀余量。根据《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》(GB23737-2020), 为满足植被恢复所需的覆土厚度考虑土壤侵蚀裕量后应不小于 50cm, 提出最小覆盖厚度应不小于 50cm。

5.5 退役目标

5.5.1 本条规定了铀矿冶设施退役后的辐射剂量限值和流出物排放限值一般要求, 均已在 GB23727-2020 进行了规定。

5.5.2 本条规定了不同类型铀矿冶设施退役治理深度的一般要求。对于放射性废物处置设施(如废石场、尾矿(渣)库等)内部堆存大量天然放射性固体废物, 关闭后达到有限制开放深度, 限制某些活动避免设施受破坏或其他放射性核素进入食物链等行为; 对于建构筑物、设备、器材、管线、污染场地等应拆除或去污后达到无限制开放或使用要求, 即不受任何放射性限制的开放或使用。本条提出来退役设施的退役治理目标, 其中采取覆盖治理的露天采场废墟、铀尾矿(渣)库、废石场等设施退役治理后有限制开放的设施因处置了放射性废物, 而作为有限制开放场地应用, 这与 IAEA

No.SSG-60 的要求是相符的。如其 8.52 节提到：“在退役和关闭后的一段时间内，应进行监测和监督计划，以证明设施的运行情况符合预期”。

5.5.3 本条规定了放射性废物处置设施关闭后表面氡析出率目标值，该值来自于《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》(GB23727-2020)。

5.5.4 本条规定了污染场地土壤去污治理后 ^{226}Ra 目标值，该值来自于《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》(GB23727-2020)。

5.5.5 本条规定了污染设备、器材等经去污处理后 α 、 β 放射性表面污染目标值，该值来自《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》(GB23727-2020)。

GB23727-2020 中规定污染设备、器材去污达到目标值后，可作为普通物品（食品工业除外）使用。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中 B2.2 条的规定“工作场所中的某些设备与用品经去污使其污染水平降低到表 B11 中所列设备类的控制水平的五分之一以下时，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”。GB18871-2002 并未对去污后的设备管线做限制要求，通过退役治理实践经验，去污解控后作为普通物品的设备管线，无法长期监管其使用用途。因此本标准修订去污治理后的设备管线和钢材满足去污标准要求后，可作普通物品使用，不再保留“食品工业除外”的限制。

5.5.6 本条规定了地浸地下水修复目标值，主要包括地下水使用功能、水文地球化学条件、修复技术经济条件及辐射影响可接受水平评估等。修复目标值参考国外放射性领域及国内非放射性领域的确定原则。

1) 国外放射性领域研究现状

(1) 美国

美国核管理委员会2003年颁发了“原地浸出采铀许可证申请的标准审评计划”。该计划对地浸地下水修复标准作了较详细的规定。地下水修复标准包括基本标准和次级标准。

①基本标准是指采矿前的背景水平（背景值监测的统计范围值），即地下水修复的首要目的是将地浸采区残留溶浸液的水质及受污染的周边地下水修复到采矿前的背景水平。

②次级标准是指地浸采铀前的水质用途（如饮用水、畜牧用水、农业用水或有限制使用）所对应的水质标准，该标准是针对那些无法恢复到采矿前的背景水平的特定组分而设定的。

③只要修复活动能使地下水水质得到显著改善，应尽可能恢复到采矿前的背景水平，不能采用次级标准，而应采用基本标准。

④对于地浸采区残留溶浸液中在技术和经济上达不到次级标准的那些组分，可以允许其修复后的浓度高于次级标准，但必须说明该浓度水平不会对公众健康和安全造成威胁、不会对附近地下水资源的利用造成不可接受的影响。这种思路体现了尽可能合理达到低的水平。

根据美国地浸采铀矿山地下水修复实践来看，很难恢复到背景水平。2009年美国地调局调查指出，“到目前为止，没有1座地浸采铀采场地下水成功修复到背景水平”，即每个采场总有若干组分达不到地浸前的背景水平。故地下水修复指标在取得当地所在州环保局的认可下可以放宽。如怀俄明州Leuenberger矿M矿层碱法地浸修复后的U为0.58mg/L, 大于背景值($< 0.10 \text{ mg/L}$), 但满足当时的畜牧标准和民用标准(5mg/L)。

（2）捷克

在地浸生产过程中造成地下水显著影响及国际反响的首推捷克的Stráz铀矿酸法地浸，该矿山地下水修复的第一步是确定地下水修复目标，通过研究，确定上含水层地下水修复目标为饮用水标准，含矿含水层地下水修复目标为含矿含水层地下水组分迁移至上部饮用水含水层后的浓度不能超过饮用水标准。

（3）澳大利亚

澳大利亚于2010年制定了《澳大利亚地浸采铀最优实践导则：地下水、残留物和

辐射防护》，对地浸结束后的地下水修复给出了较详细的规定，基本都是基于地下水用途规定了不同的修复方案，但基本均采用自然净化修复，例如澳大利亚Beverley和Honeymoon地浸矿山地下水采用自然净化修复。

总体来看，国外地浸采铀矿山地下水修复目标和思路均不相同，但基本均考虑地下水水质用途，并结合技术经济条件和地下水水文地球化学条件，以不会对公众健康和安全造成威胁、不会对附近地下水资源的利用造成不可接受的影响为原则，确定地下水修复目标。

2) 国内非放领域的研究现状：

(1) 非放领域标准体系：

当前生态环境部共发布了如下污染场地环保体系标准，为开展场地环境状况调查、风险评估、修复治理提供技术指导和支持，为推进土壤和地下水污染防治法律法规体系建设提供基础支撑。

- ①《建设用地土壤污染状况调查 技术导则》（HJ 25.1-2019）；
- ②《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ 25.2-2019）；
- ③《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ 25.3-2019）；
- ④《建设用地土壤修复技术导则》（HJ 25.4-2019）；
- ⑤《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则》（HJ 25.5-2018）；
- ⑥《污染地块地下水修复和风险管控技术导则》（HJ 25.6-2019）；
- ⑦《生态环境损害鉴定评估技术指南 环境要素第1部分：土壤和地下水》（GB/T 39792.1-2020）。

经查阅以上标准的适用范围，均明确说明不适用于放射性污染地块。以上标准HJ25.1-HJ25.5均为土壤的相关标准，但也包含地下水相关内容，如HJ25.3适用于建设用地健康风险评估和土壤、地下水风险控制值的确定。其中，《污染地块地下水修复和风险管控技术导则》（HJ 25.6-2019）是专门针对污染地块地下水设定的标准。

(2) 修复目标值的确定:

①确定因素

根据《污染地块地下水修复和风险管控技术导则》(HJ 25.6-2019),“4.2.1 根据地下水使用功能、风险可接受水平,经修复技术经济评估,提出地下水修复和风险管控目标。”“4.2.6 对于地下水修复效果,当每口监测井中地下水检测指标持续稳定达标时,可判断达到修复效果。若未达到评估标准但判断地下水已达修复极限,可在实施风险管控措施的前提下,对残留污染物进行风险评估。若地块残留污染物对受体和环境的风险可接受,则认为达到修复效果;若风险不可接受,需对风险管控措施进行优化或提出新的风险管控措施”。

②确定原则

根据《污染地块地下水修复和风险管控技术导则》(HJ 25.6-2019),“5.3.2.1 污染地块位于集中式地下水型饮用水源(包括已建成的在用、备用、应急水源,在建和规划的水源)保护区及补给区(补给区优先采用已划定的饮用水源准保护区),选择 GB/T14848 中Ⅲ类限值作为修复目标值。对于 GB/T 14848 未涉及的目标污染物,按照饮用地下水的暴露途径计算地下水风险控制值作为修复目标值,风险控制值按照 HJ 25.3 确定。当选择 GB/T 14848 中Ⅲ类限值或按照 HJ 25.3 确定的地下水型饮用水源保护区及补给区内污染地块的修复目标值低于地下水环境背景值时,可选择背景值作为修复目标值”。“5.3.2.2 具有工业和农业用水等使用功能的地下水污染区域,按照 GB/T 14848 要求,制定修复目标值。对于 GB/T 14848 未涉及的目标污染物,采用风险评估的方法计算风险控制值作为修复目标值,风险控制值按照 HJ 25.3 确定。不具有工业和农业用水等使用功能的地下水污染区域,采用风险评估的方法计算风险控制值作为修复目标值,风险控制值按照 HJ 25.3 确定。当地下水污染影响或可能影响土壤和地表水体等,根据 GB 36600 和地表水(环境)功能要求,基于污染模拟预测、风险评估结果,同时结合 5.3.2.2.1 或 5.3.2.2.2 情形从严确定地下水修复目标值。当

选择相关标准或按照 HJ 25.3 确定的其他区域的污染地块修复目标值低于地下水环境背景值时，可选择背景值作为修复目标值”。

综上所述，总结修复目标值确定原则为：①根据地下水使用功能，对照《地下水环境质量标准》GB/T14848 分类标准确定其应执行的修复目标值；②GB/T14848 未涉及的污染物，根据风险评估计算的风险控制值作为修复目标值；③修复目标值低于背景值时，以背景值作为修复目标值。

在非放射性领域，除修复目标值（由地块环境调查或风险评估确定的目标污染物对人体健康和生态受体不产生直接或潜在危害，或不具有环境风险的地下水修复终点）外，HJ 25.6还提出了管控目标（阻断地下水污染物暴露途径，阻止地下水污染扩散，防止对人体健康和生态受体产生影响的阶段目标），“当污染地块位于集中式地下水型饮用水源（包括已建成的在用、备用、应急水源，在建和规划的水源）保护区及补给区（补给区优先采用已划定的准保护区）时，应同步制定风险管控目标，阻断地下水污染物暴露途径，阻止污染扩散。经修复技术经济评估，无法达到5.3.2 提出的地下水修复目标值，应制定地下水风险管控目标作为地下水修复的阶段目标。”

因此，本标准参照国外放射性领域及国内非放射性领域修复目标值的确定原则，规定了我国铀矿冶设施退役治理的地下水修复目标确定要求，即根据所在地区的环境要求、含矿含水层的使用功能、地下水水文地球化学条件以及技术经济条件，结合辐射环境影响评估，确定地下水修复目标值。

5.6 源项调查

源项调查是铀矿冶退役治理的基础，目的是调查清楚铀矿采冶生产设施放射性水平及其对周边环境的影响程度。考虑到铀矿冶设施退役源项复杂多样，易造成缺项漏项以及边界范围界定不清晰，本标准结合三十多年退役治理工作经验对源项调查技术提出了源项调查一般原则、调查内容和监测布点要求等。

5.6.1 一般要求

5.6.1.1 本条规定了铀矿冶设施退役治理的源项调查范围的一般原则，铀属于天然放射

性物质，其生产所涉及的设施均有可能被放射性污染，由于生产事故、“三废”排放及其开放式操作的生产特点有可能对周围环境造成一定程度放射性污染。因此，源项调查范围包括铀矿冶生产及其配套设施以及所有可能受污染的外部环境。

其中，铀矿冶设施主要包括坑（井）口、露天采场废墟、矿石堆场、废石场、堆浸场、铀尾矿（渣）库、蒸发池、原地爆破浸出采场、建（构）筑物、设备管线、地浸井场等；受污染的外部环境按照污染途径可分为：废气颗粒物沉降造成表层土壤污染、废水外排造成受纳水体及底泥和灌溉的农田等污染、放射性固体废物放射性核素迁移造成底部土壤或地下水污染和铀矿冶辐射环境事故造成的污染等，具体调查范围可根据上述铀矿冶设施特点、三废排放及污染途径等综合考虑确定。

5.6.1.2 本条给出了源项调查的常用手段和源项确定的一般方法。

首先采用取历史资料收集分析、现场踏勘、人员访谈手段，识别源项类型，排除当前和历史均无可能的污染源。其中，资料收集分析主要包括设施历史变迁、生产工艺、平面布置、“三废”来源及去向、历史辐射污染事件及其处置措施和历史监测数据等，初步识别源项类型；现场踏勘主要是将资料收集情况与现场实际情况进行对比和修正，掌握源项类型；人员访谈内容包括资料收集和现场踏勘所涉及的疑问，以及信息资料补充等，访谈对象主要设施现状或历史知情人，最终确定源项类型。

在此基础上，对各类源项开展现场监测和采样分析，并结合退役目标，确定源项污染程度和范围。针对 5.6.1.1 中提及的各类源项，分析整理历史监测数据（如竣工环境保护验收监测报告、流出物和环境监测年报）掌握源项放射性水平，对不满足源项调查要求的按照网格布点或其他布点方式调查其特征参数和污染因子放射性水平，并根据 GB23727-2020 规定的退役治理目标确定废石、尾矿（渣）等放射性水平及其空间分布和土壤、底泥等污染范围。

5.6.1.3 源项放射性水平是判断污染程度的重要指标，跟采样具有直接关系，因此规定了样品和点位质量保证措施和代表性的要求，必须能够反映源项真实污染水平。

5.6.1.4 铀矿冶关闭后到退役治理完成需要较长时间。铀矿山关闭后大部分铀矿冶设施露天开放，受极端气象条件或其他因素影响，可能发生源项变化的情况，如雨水冲刷、垮塌、遗失或盗窃等。源项调查成果提交后，退役治理施工实施前和施工过程中发现源项与调查不一致（如废石场等设施个数变化、废水种类变化、建（构）筑物及设备管线数量变化、土壤污染深度变化等）的，应进行补充调查。

5.6.2 调查内容

5.6.2.1 辐射环境本底为铀矿冶退役治理工程目标和深度的重要指标，也是源项调查中识别源项的主要依据。根据《环境影响评价技术导则 铀矿冶退役》（HJ1015.2-2019）中 6.3.1 节内容和《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020）9.2.4 节内容，须调查清楚辐射环境本底情况。

辐射环境本底资料，至少包括 γ 辐射剂量率、土壤 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、地下水 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 等相关资料；本底资料可来源于建矿前本辐射环境监测资料，也可通过历史铀矿勘查资料或铀矿冶设施历史环境影响评价资料收集。缺少建矿前资料可参照《铀矿冶辐射环境监测规定》（GB23726）和《环境影响评价技术导则 铀矿冶退役》（HJ1015.2）辐射环境本底调查内容以及《区域性土壤环境背景含量统计技术导则（试行）》（HJ1158）土壤背景调查内容，对项目周围对照点（定义“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”）及其他受铀矿冶设施的环境影响可以忽略的点位进行补充调查，也可收集权威部门发布的区域调查结果。

5.6.2.2 本条规定资料性调查的一般内容，主要包括设施历史变迁、生产工艺、平面布置、“三废”来源及去向、历史辐射污染事件及其处置措施收集整理等。

5.6.2.3 本条提出了源项调查主要监测内容和特征参数，主要结合了《铀矿冶辐射环境监测规定》（GB23726）中退役监测方案和近 20 年铀矿冶退役治理经验。其中：

监测介质包括：废气、固体废物、废水、废液、地表水、土壤、底泥、地下水和其他等；

调查对象主要为铀矿冶设施及可能污染的外部环境，包括：坑（井）口、露天采场废墟、塌陷坑、矿石堆场、废石场、堆浸场、尾矿（渣）库、蒸发池、建（构）筑物、设备管线以及可能受污染的受纳水体、池塘、地下水、土壤等；

主要监测内容包括： γ 辐射剂量率、氡析出率、固废中 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、水中 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{230}Th 、 ^{210}Po 、 ^{210}Pb 、土壤中 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 垂直分布和 α 、 β 放射性表面水平等；

主要特征参数包括：占地面积、裸露面积、废物量、尺寸、流量和重量等基本物理参数；如果地下水水受污染需进行详细水文勘测获取当地水文地质详细资料，包括地下水类型、补径排条件、水位、地下水化学类型；修复含水层岩性、分布、结构、埋藏条件、渗透性等。

5.6.3 主要监测布点要求考虑如下：

1) γ 辐射剂量率和氡析出率

本次收集了近 20 年退役治理工程中源项调查 γ 辐射剂量率和氡析出率布点方案，详见表 1。

由该表可知， γ 辐射剂量率和氡析出率监测布点为每 $\leq 100\text{m}^2\sim 400\text{m}^2$ 设置 1 个点位， γ 辐射剂量率监测时间短、响应快，一定程度上表征废物放射性污染水平，快速反应放射性水平的基本监测项，尽可能的采用网格间距较小的布点（建议每 $100\sim 200\text{m}^2$ 至少布置 1 个点位），反映整个设施或场地放射性水平。

此外，对于运矿道路和输送管道沿线，一般宽度在 2~4m 不等，按照长度每 50m 布置监测段，可满足每 $100\sim 200\text{m}^2$ 至少布置 1 个断面要求。

在 γ 辐射剂量率监测的基础上，布置氡析出率监测布点，尽可能在 γ 辐射剂量率较高的点位对氡析出率进行加密监测。

此外，根据《表面氡析出率测定 累积法》（EJ/T979-95）中相关要求，氡析出率需要进行两次取样，取样时间间隔 30min，取样后在闪烁室或电离室静止 3h 待氡及其子体平衡，得到氡浓度，然后才能计算得出氡析出率。氡析出率监测的时间成本较高。

为尽量节约时间成本,同时考虑土壤监测反映设施或场地污染水平,建议布点每 400m² 设置 1 个点位。

表1 已退役治理铀矿冶设施 γ 辐射剂量率和氡析出率布点统计表

序号	项目名称	调查时间	布点方案	调查单位	监测对象 裸露面积	监测 点数
1	279厂尾矿库退役治理工程	2002.8	γ 辐射剂量率: 400 m ²	甘肃省辐射环境监督站	尾矿库 58600m ²	138
			氡析出率: 400 m ²			138
2	716矿核设施退役治理工程	1999.12	γ 辐射剂量率: 335m ²	湖南环境监测中心站	井口废石场 11400m ²	34
			氡析出率: 345m ²			33
			γ 辐射剂量率: 64m ²		3号硐口废石场 2300m ²	36
			氡析出率: 460m ²			5
3	江西修水大椿等铀矿设施退役治理工程	2005.12	γ 辐射剂量率: 400m ²	原核工业第六研究所	1号废石场 26848m ²	79
			氡析出率: 400m ²			79
			γ 辐射剂量率: 100m ²		103矿石堆场 840m ²	5
			氡析出率: 100m ²			5
			γ 辐射剂量率: 400m ²		4号废石场 25733m ²	69
			氡析出率: 400m ²			69
4	724矿保峰源矿区退役治理工程	2016.4	γ 辐射剂量率: 100m ²	江西省核工业地质局 测试研究中心	1#废石场 2880m ²	24
			氡析出率: 100m ²			24
			γ 辐射剂量率: 150m ²		2#废石场 3500m ²	24
			氡析出率: 150m ²			24
			γ 辐射剂量率: 100m ²		3#废石场 600m ²	6
			氡析出率: 100m ²			6
			γ 辐射剂量率: 140m ²		尾渣库 44073m ²	315
			氡析出率: 140m ²			315

序号	项目名称	调查时间	布点方案	调查单位	监测对象 裸露面积	监测 点数
5	云南地浸采铀科研试验 基地退役治理工程	2014.9	γ辐射剂量率：200m ²	核工业北京化工冶金 研究院	地浸井场及试验场地 11843m ²	54
			氡析出率：400m ²			27
6	丹凤高山寺铀矿退役治 理工程	2015.6	γ辐射剂量率：100m ²	核工业北京化工冶金 研究院	尾渣库 7200m ²	114
			氡析出率：200m ²			92
7	771 军工核设施退役治 理 I 期工程	2009.7	γ辐射剂量率：175m ²	中核浙江衢州铀业有 限责任公司	93 坑口废石场 1396m ²	8
			氡析出率：175m ²			8
			γ辐射剂量率：100m ²		尾渣库 7000m ²	60
			氡析出率：200m ²			30
8	721 矿退役治理 I 期工 程	2009.1	γ辐射剂量率：300m ²	江西省核工业地质局 测试研究中心	露天采场废墟 3500m ²	11
			氡析出率：300m ²			11
			γ辐射剂量率：400m ²		5#废石场 35492m ²	92
			氡析出率：400m ²			92
			γ辐射剂量率：400m ²		运矿停产场地 13500m ²	32
			氡析出率：400m ²			32
9	701 矿退役治理工程	2008.10	γ辐射剂量率 400m ²	原核工业第六研究所	残矿回收采场 14100m ²	130
			氡析出率：400m ²			34
			γ辐射剂量率：100m ²		堆浸场 5420m ²	96
			氡析出率：400m ²			13
			γ辐射剂量率：200m ²		污水处理场地 4970m ²	26
			氡析出率：400m ²			13
10	黄泥湖矿点（含大鞞围 矿点）退役治理工程	2020.12	γ辐射剂量率：400m ²	江西省核工业地质局 测试研究中心	露天采场废墟 1137.5m ²	35
			氡析出率：200m ²			6

序号	项目名称	调查时间	布点方案	调查单位	监测对象 裸露面积	监测 点数
			γ 辐射剂量率: 400m ²		KD-2 废石场 2598m ²	110
			氡析出率: 100m ²			25
11	中核北方铀业有限公司 753 矿退役治理工程	2020.10	γ 辐射剂量率:340m ²	核工业北京化工冶金 研究院	堆浸场 2380m ²	7
			氡析出率: 340m ²			7
			γ 辐射剂量率:100m ²		井口工业场地 22661m ²	103
			氡析出率: 400m ²			398
12	中核韶关锦原铀业有限 公司 745 矿退役治理 II 期工 程	2020.10	γ 辐射剂量率:100m ²	核工业二九〇研究所	原矿堆场场地 15581m ²	141
			氡析出率: 400m ²			36
			γ 辐射剂量率:100m ²		堆浸渣场 3392m ²	34
			氡析出率: 130m ²			26
13	中核韶关金宏铀业有限 责任公司 741 矿退役治理 II 期工 程	2018.12	γ 辐射剂量率:400m ²	核工业北京化工冶金 研究院	8 号废石堆 26453m ²	63
			氡析出率: 400m ²			63
			γ 辐射剂量率:400m ²		7 号废石堆 20147m ²	57
			氡析出率: 400m ²			57

2) 氡浓度、铀尾矿(渣)库渗水、坑口流出水

流出物监测应按照 GB23726 中要求进行。

3) 废矿石、废石和尾矿(渣)、蒸发池残留物 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra

废矿石、废石和尾矿(渣)、蒸发池残留物每类废物贮存设施不少于 3 个点位。

4) 露天采场废墟积水

露天采场积水含量较大一般在十几万到几十万方水量,类似于水库,因此参照《地表水环境质量监测技术规范》(HJ91.2-2022)中湖泊、水库水质监测方法设置垂线,并在垂线上取样。

5) 有机相 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra

有机相主要包括饱和有机相、非饱和有机相和废有机相等,不同有机相中放射性核素含量不相同,应分类取样监测。

6) α 、 β 放射性表面污染水平

(1) 根据《表面污染测定第 1 部分: β 发射体和 α 发射体》(GB/T 14056.1-2008)中 4.2.1 内容,监测仪器一般具有 $20\text{cm}^2\sim 200\text{cm}^2$ 监测灵敏窗。由此可知, α 、 β 放射性表面污染水平属于小面积监测,且监测速度快。因此,表面监测较为方便,可采取巡测方式进行,给出每类设备、管线和建(构)筑物表面水平。根据以往铀矿冶退役工程实践,2m 以上表面污染程度较小,一般可采取随机布点方法进行监测。

(2) 参考《后处理厂退役源项调查取样技术准则》(EJ/T1193-2005)中调查方法,按照生产工艺进行分类,同类型生产工艺使用的设备、管线污染水平基本一致,可选取具有代表性的设备及管线进行监测。

7) 地表水体 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{230}Th 、 ^{210}Po 、 ^{210}Pb

地表水体一般由于废水排放所致接纳水体受污染或固废淋滤及污水径流所致周围池塘水体受污染。

针对接纳水体,参照《铀矿冶辐射环境监测规定》(GB23726)中接纳水体质量

监测布点原则，在排放口处断面、排放口下游均匀混合断面布置监测点位，具有一定代表性。

针对池塘，经统计矿区周边池塘较小水域面积在几百到几千 m^2 之间，水深在几十厘米到3米之间，参照《地表水环境质量监测技术规范》(HJ91.2-2022)相关内容，一般对池塘的上层(表层)水进行采样，布置3条垂线。

8) 土壤、底泥 $\text{U}_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra

(1) 根据《建设用地土壤环境调查评估技术指南》(原环境保护部, [2017]72号公告)中相关内容,“根据污染识别和初步调查结果涉嫌污染区域,土壤采样点位数每 400m^2 不少于1个,其他区域每 1600m^2 不少于1个,地下水点位数每 6400m^2 不少于1个”。

(2) 根据《土壤环境监测技术规范》(HJ/T116-2004)中相关内容,为准确判定土壤污染深度,并遵循废物最小化原则,采取分层规定深度采样方法,选取20~30cm深度取样分析,并应取足够深度直至管理限值。

9) 浅层地下水 $\text{U}_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{230}Th 、 ^{210}Po 、 ^{210}Pb

(1) 根据《建设用地土壤环境调查评估技术指南》(原环境保护部, [2017]72号公告)中相关内容,“根据污染识别和初步调查结果涉嫌污染区域,土壤采样点位数每 400m^2 不少于1个,其他区域每 1600m^2 不少于1个,地下水点位数每 6400m^2 不少于1个”。

(2) 参考《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》(HJ25.2-2019)中相关内容,地下监测如下:

①对于地下水流向及地下水位,可结合土壤污染状况调查阶段性结论间隔一定距离按三角形或四边形至少布置3~4个点位监测判断;

②地下水监测点位应沿地下水流向布设,可在地下水流向上游、地下水可能污染较严重区域和地下水流向下游分别布设监测点位。确定地下水污染程度和污染范围时,

应参照详细监测阶段土壤的监测点位，根据实际情况确定，并在污染较重区域加密布点；

10) 地浸井场地下水 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra

地浸井场由多个抽注单元组成，每个抽注单元由 1 个抽液井和若干注液井组成。每个采区生产井（抽液井、注液井）一般为 100~200 口。生产井地下水中放射性核素浓度水平基本一致，因此每个采区可选取不少于 10% 的生产井进行调查。监测井可反映地下水迁移扩散范围和地下水污染程度，源项调查阶段应对所有监测井进行监测。

5.7 实施及验收

5.7.1 实施

本部分规定了铀矿冶设施退役治理实施过程应遵循的环境保护技术要求。

5.7.1.1 本条规定了铀矿冶设施退役活动应遵循的重要原则。项目实施过程中应加强施工监测。边施工、边监测，以监测结果指导施工，直至所有监测结果满足管理限值要求。

5.7.1.2 本条规定了实施过程中无限制开放或使用的设施清挖去污后，经施工监测确认达到环境管理限值后，方可停止清挖去污，进行下一步施工。

5.7.1.3 考虑部分铀矿冶企业流出水需持续进行处理达标后方能排放，部分铀矿冶设施存在安全隐患。因此施工过程中，应确保水处理设施等污染防治措施的继续运行，直到无渗水流出或流出水水质达到管理限值要求。

5.7.1.4 本条规定了铀矿冶退役施工过程中，应采取技术和管理措施，制定施工过程中废物治理制度，防止放射性物质和各类污染物在环境中流失、扩散，避免发生二次污染。

5.7.1.5 规定了应采取遮盖、设围栏、散水降尘及密闭运输等技术措施。

5.7.1.6 规定了施工废水应进行收集，处理后回用或处理后达标排放。

5.7.1.7 规定了退役施工过程中固体废物的分类收集处理处置，尽可能减少放射性固体

废物的产生量，尽可能将放射性水平较高废物填埋至底部。

5.7.1.8 规定了退役施工废物运输的相关要求。

5.7.1.9 规定了有限制开放设施警示牌或其他标志物要求，该标志物注明关闭时间以及限制开放或使用的事项。

5.7.2 验收

5.7.2.1 规定了铀矿冶退役治理隐蔽工程验收的要求，即在隐蔽工程完成后应及时开展工程质量验收，如对清挖场地的土壤开展 ^{226}Ra 监测，去污设备、管线开展 α 、 β 放射性表面污染水平监测，防渗工程开展防渗漏检测等，满足去污目标或防渗要求后方可开展下一步施工。

5.7.2.2 规定了有限制开放设施应开展氡析出率和 γ 辐射剂量率等终态监测。

5.7.2.3 规定了验收监测点位布置一般要求，主要参照源项调查监测布点要求。

5.7.2.4 退役治理过程中新建的三废处理处置设施（如新建废水处理设施、尾渣库等），由于无法单独针对此类设施开展环保竣工验收，因此可将其调试运行、监测数据、隐蔽工程影像资料等相关资料作为退役环保竣工验收的一部分。

5.8 长期监护

原标准 GB14586-1993 中长期监护的内容仅做了原则性要求，监护工作的管理程序方面的内容也不适于当前的铀矿冶退役后监护管理现状。在该条款修订过程中，综合考虑已完成和正在实施的铀矿冶设施监护工作实践经验和 GB23727-2020 相关要求，明确给出监护范围、巡视检查、辐射监测和维修维护等相关要求。长期监护的主要内容包括保障条件、巡视监护、辐射和安全监测、维修、运行维护和有限制开放设施的限制条件和范围。

5.8.1 本条规定了长期监护的范围为有限制开放或使用的设施。具体包括原地或集中稳定化治理的尾矿（渣）库、废石场、露天采场废墟、塌陷坑、坑（井）口、工业场地、近地表采空区等有限制开放退役设施等。规定了退役铀矿冶设施长期监护的基本条件

保障，包括组织机构和人员配置、设备配置、办公条件、工器具等材料准备。

铀矿冶退役治理过程中，尾矿（渣）库和部分废石场采取原地覆土植被的治理方法，矿井口采取封堵的治理方法，而工业场地大多采取彻底清挖的方法。退役治理完成后，覆盖治理的尾矿（渣）库和废石场，以及采取回填废石治理的塌陷区属于含天然放射性核素废物的处置场所，只能达到有限开放的水平，如铀尾矿库、废石场等。这些有限开放的设施内仍存有大量铀衰变产物，如被破坏仍可能造成扩散污染。需对这些设施其进行长期监护。

目前，国家已经完成了“十二五”、“十三五”两期监护项目，“十四五”监护项目正在实施过程中。各监护责任单位在监护项目的支持下，对退役铀矿设施开展日常维护和巡查工作，及时处理了影响设施安全和稳定的一般隐患和问题，对存在的较大隐患和问题及时上报，保护了公众及环境安全。该条款根据我国铀矿冶退役后遗留的有限开放设施界定监护范围，并考虑监护工作的基本条件保障。

5.8.2 定期对有限开放设施的结构、覆盖层、辅助设施的完整性进行巡视监护，监护频次应根据设施类型、大小、自然环境和社会环境综合考虑，在发生极端降水、地震等影响设施安全的情况下，应加大巡视频次。设施长期处于稳定的情况下，可减少巡视频次。

已完成和正常开展的铀矿冶监护工作均是按一定频次开展巡视监护工作，属于监护工作的重要组成部分，应结合实际情况确定不同设施、在不同自然社会条件的巡视频次。

5.8.3 本条规定了长期监护过程中监测的内容。应按照 GB23726 的要求编制流出物和辐射环境监测计划，并应根据现场环境变化情况及时修订监测计划。在发现设施状况或环境变化影响设施安全的情况下，应及时增加监测内容和频次。设施长期处于稳定的情况下，可减少监测频次。定期开展尾矿（渣）库坝体位移监测。

5.8.4 尾矿（渣）库、废石场等的坝体、挡墙、护坡、截排洪沟覆盖层等设施结构及

辅助设施发生损坏时，应及时开展修复，确保设施的长期安全稳定。

5.8.5 部分矿山退役完成后，仍有流出水或渗出水超过排放标准，需保留水处理设施对流出水处理后达标排放，监护工作需保证该类设施的正常稳定运行，直至连续 5 年无废水流出或废水未经处理可达标排放。

5.8.6 有限制开放与设施所含放射性核素的原因、污染核素的种类、污染的严重程度、污染面积、污染深度等有关，也与技术、经济、环境、社会等多种因素有关。限制措施包括限制公众成员进入原场址的部分场区、限制在部分场区的停留时间或限制其从事活动的类别等。从场址长期存在可能的利用途径筛选出开放利用设施或场地可能受到的吸入内照射、 γ 外照射和食入内照射的剂量影响。鉴于铀矿冶废物中存在大量长寿命天然放射性核素，应确保该类区域的长期限制措施。

本条明确了场址有限制开放或使用的限制内容，主要限制建房居住、破坏性或破坏性开发及利用及其他可能导致铀矿冶放射性核素进入食物链的行为活动。

因此，本标准从设施或场地完整性、可能导致铀矿冶放射性核素进入食物链的行为和建房居住三方面对活动进行限制。

5.8.7 在特定条件下，如增加覆土厚度，并保证设施安全稳定的前提下，对有限制开放或使用场址可以用于根茎不发达的经济性种植、建设生态公园、健身场所、墓地和道路等开放或使用途径。

铀尾矿（渣）库本质上属于矿冶行业固体废物处置场，具有放射性废物堆存数量大、半衰期长、比活度低等特点，又属于极低放固体废物处置场，与之相似或相近的固体废物处置场治理与保护利用的工程实例为数不少：法国对关闭铀矿场址退役治理再利用走在前列，AREVA 公司于 2000 年前后将 Gouzon、Grands Champs 等几个退役治理铀矿长期监护的露天采场、废石场、尾矿（渣）库整治为当地社区体育健身、休闲娱乐和生态公园之用。

参考国内外矿冶行业固体废物处置场治理后保护再利用以及国外铀矿场址退役

治理后开放或使用现状，规定了我国铀矿冶有限制开放或使用的设施或场地使用前，应采取工程措施或管理措施，确保铀矿冶放射性废物的有效隔离和包容。

5.9 质量保证

原标准 GB14586-1993 中质量保证的内容对退役治理工程的设计和施工提出了质量保证要求，本次修订对铀矿冶设施全过程提出了质量保证方面的基本原则和相关要求。

5.9.1 为了保证铀矿冶设施退役治理实现长期安全和稳定的目的，项目单位应编制退役工程质量保证大纲，制定质量管理制度，配备管理资源，对源项调查、方案设计、实施和长期监护等全过程实施质量保证。该条款修订参考《建设工程项目管理规范》（GB/T50326-2017）中关于质量保证的内容，对铀矿冶退役项目管理质量保证做出的一般要求。

5.9.2 本条规定了承担退役治理相关工作的单位应具备的质量保证方面的基本要求，包括健全的管理制度、完善的质量保证体系和具体的质量保证措施。参考《建设工程项目管理规范》（GB/T50326-2017）中的相关内容进行一般要求。

5.9.3 为确保监测数据具有代表性、准确性、精密性、可比性和完整性，应对铀矿冶设施退役治理的源项调查、实施和验收过程中的监测工作采取质量保证措施，具体要求应遵循 GB23726 的相关规定。

6 与原标准相比修订的主要内容

6.1 标准名称修改为《铀矿冶设施退役辐射环境管理技术规定》

本标准修订前名称为《铀矿冶设施退役环境管理技术规定》（GB14586-1993），规定了铀矿冶设施退役的程序、环境影响评价以及环境整治工程设计、施工、验收、环境管理等的一般要求。按照现行的《生态环境标准管理办法》，生态环境标准是指由国务院生态环境主管部门和省级人民政府依法制定的生态环境保护工作中需要统一的各项技术要求，原标准中涉及铀矿冶退役的程序等相关内容应删除。2021年9月，

标准编制组组织召开了专家咨询会，生态环境部辐射源安全监管司、生态环境部核与辐射安全中心、中核环保有限公司、中国铀业有限公司、中国辐射防护研究院、核工业北京化工冶金研究院和中核第四研究设计工程有限公司等单位的代表参加了会议，会议同意编制组提出的删除铀矿冶设施退役管理程序相关内容的建议，并建议标准名称修订为《铀矿冶设施退役辐射环境保护规定》。2023年11月，标准编制组组织召开专家咨询会，生态环境部辐射源安全监管司、国防科工局核安全中心、国防科工局军工项目审核中心、中国铀业股份有限公司、中国辐射防护研究院、生态环境部核与辐射安全中心、中核第四研究设计工程有限公司等单位的代表参加了会议，会议认为，修订后标准的主要内容为铀矿冶设施退役辐射环境管理的技术要求，为加强标准规定内容的符合性，建议名称修改为《铀矿冶设施退役辐射环境管理技术规定》，编制组采纳了专家建议，修改了标准名称。

6.2 删除管理程序要求

《铀矿冶设施退役环境管理技术规定》（GB14586-1993）中对于项目管理、环境影响评价、竣工验收等内容已不符合当前的生态环境管理要求，修订过程中对于原标准中关于管理程序要求的内容予以删除。

6.3 铀矿冶退役管理限值的统一

《铀矿冶设施退役环境管理技术规定》（GB14586-1993）中关于退役治理环境管理限值的内容与《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020）不一致，修订过程中予以统一。

6.4 术语和定义

本标准根据《核科学技术术语》（GB/T4960）的相关内容，结合退役铀矿冶设施的特点，给出了长期监护的定义；其他涉及的铀矿冶设施、退役与关闭、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则均已在《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020）进行了定义。

6.5 增加源项调查内容

源项调查是铀矿冶退役治理的基础，目的是调查清楚铀矿采冶生产设施放射性水平及其对周边环境的影响程度。考虑到铀矿冶设施退役源项复杂多样，本标准结合退役治理实践经验对源项调查技术提出了源项调查一般原则、调查内容和监测布点要求等。

6.6 增加长期监护内容

《铀矿冶设施退役环境管理技术规定》(GB14586-1993)中写明：“退役的设施必须进行长期监护和管理”。本标准在《铀矿冶辐射防护与辐射环境保护规定》(GB23727-2020)的基础上，增加了监护条件保障、巡视、监测、运行维护、维修和有限制开放使用条件等内容。

7 对实施本标准的建议

1) 本标准是针对铀矿冶退役的辐射环境保护技术要求，对非放射性及生态方面的管理，应严格遵守有关非放射性及生态方面的法规、标准及规范的要求。

2) 本标准是在《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》(GB23727-2020)的基础上，针对铀矿冶退役治理和长期监护等过程制定的辐射环境保护原则和要求，适用于铀矿冶退役项目的全过程辐射环境保护管理。

3) 目前地浸采铀已占据铀矿冶主导地位，应加强地浸采铀退役治理研究工作，尽快完善地浸采铀地下水修复技术体系。

8 标准公开征求意见及对意见的处理情况

2023年2月10日，生态环境部办公厅印发了《关于公开征求国家标准〈铀矿冶设施退役辐射环境保护规定（征求意见稿）〉意见的通知》（环办标征函〔2023〕2号），公开征求了自然资源部、国家国防科技工业局、生态环境部各地区核与辐射安全监督

站、生态环境部核与辐射安全中心、生态环境部辐射环境监测技术中心、各省（自治区、直辖市）生态环境厅（局）、相关企（事）业以及部内各相关司局共 59 家单位（或部门）意见。经统计，共收到意见 93 条。

标准编制组逐条对征求意见进行了研究和讨论，最终采纳或原则采纳意见 88 条，占 94.6%、部分采纳 2 条，占 2.2%、未采纳 3 条，占 3.2%，意见回复情况具体见附件 1。

9 标准技术审查及处理情况

2023 年 6 月 7 日，国家核安全专家委员会第九次专题会上，应急与辐射安全分委会对本标准进行了审议，会议纪要见附件 2。会议提出了 4 条建议：完善“退役”和“长期监护”的术语表达；增加质量保证相关内容；修改完善退役目标和源项调查相关内容；删除退役治理年限和长期监护巡视频次的内容等。并建议该送审稿通过审议，按会议意见和建议修改完善后，报送生态环境部（国家核安全局）。

标准编制组按照上述审议意见对标准送审稿进行了认真修改，完善了“退役”和“长期监护”的定义，增加了质量保证的内容，完善了铀矿冶退役目标的表述和源项调查内容，删除了退役治理年限和长期监护巡视频次等的要求，一审意见汇总处理表见附件 3，形成了二审送审稿。

2024 年 3 月 14 日，国家核安全专家委员会第四次专题会上，应急与辐射安全分委会对本标准进行了审议，会议纪要见附件 4。会议提出了 2 条建议：调整优化有水流出坑（井）口、原地爆破浸出采场等退役技术要求的描述；补充地浸铀矿山废物处置技术要求等。并建议该送审稿通过审议，按会议意见和建议进一步修改完善后，报送生态环境部（国家核安全局）。

标准编制组按照二审审议意见对标准送审稿进行了认真修改，对有水流出坑（井）口、原地爆破浸出采场等设施退役提出环保要求，简化了具体退役技术方案的表述；增加了地浸矿山地表设施去污产生的废物处置要求。二审意见汇总处理表见附件 5，

形成了报送稿。

附件 1

国家生态环境标准征求意见情况汇总处理表

标准名称		铀矿冶设施退役辐射环境管理技术规定			
标准主编单位		中核第四研究设计工程有限公司、生态环境部核与辐射安全中心、核工业北京化工冶金研究院			
序号	条款编号	意见内容	提出单位	处理意见及理由	备注
一、征求意见及处理情况					
1	综合意见	征求意见稿内容从原标准的“规定铀矿冶设施退役的程序、环境影响评价，以及环境整治工程设计、施工、验收、环境管理等的一般要求”，调整为“规定铀矿冶设施的退役目标，源项调查、方案设计、实施、验收、长期监护等过程应遵守的辐射环境保护原则与基本要求”，涉及较多我局工作职责。按照《中华人民共和国标准化法》、《强制性国家标准管理办法》要求，建议与我局共同成立起草专家组，组织开展本标准修订工作。	国家国防科技工业局科技质量与安全生产监管司	采纳。按照国防科工局意见，在修订过程中与国防科工局核安全中心、国防科工局军工项目审核中心专家共同进行研究讨论。	
2	综合意见	GB23727-2020《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》规定了铀矿冶设施的选址、设计、建造、运行、关停、退役与关闭、长期监护等过程应遵守的辐射防护和辐射环境保护原则与基本要求、覆盖本标准名称应规定的内容。本标准实际是在遵循GB23727-2020、GB18871-2002等相关标准规定的基础上，聚焦退役治理全过程，补充了源项调查、长期监护等要求，删除了管理程序、环境影响评价、竣工验收、环境管理等内容，标准名称与内容不匹配。建议内容上进一步聚焦铀矿冶设施退役治理技术要求，做好与GB23727-2020的界面划分，完善标准名称。	国家国防科技工业局科技质量与安全生产监管司	采纳。 名称由征求意见时的《铀矿冶设施退役辐射环境保护规定》修改为《铀矿冶设施退役辐射环境管理技术规定》，适用范围修订为：本标准规定了铀矿冶设施退役和长期监护应遵守的辐射环境管理基本原则与技术要求。进一步理顺与《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020）关系。	
3	综合意见	核工业系统以及相关高校、科研院所等，有开展铀矿冶实验研究及相关小试、中试活动情况。建议针对这类情况补充相关退役和放射性废物管理要求，或在“范围”中说明这类情况是否包含或可参照执行。	北京市生态环境局	原则采纳。 本标准“铀矿冶设施”包括铀矿生产、冶炼的实验设施和场所，与GB23727-2020一致，是对建设于生产现场的工业试验设施属于铀矿冶设施，不包含实验室研究设施。	

标准名称		铀矿冶设施退役辐射环境管理技术规定			
标准主编单位		中核第四研究设计工程有限公司、生态环境部核与辐射安全中心、核工业北京化工冶金研究院			
序号	条款编号	意见内容	提出单位	处理意见及理由	备注
4	综合意见	有限制开放的某一场址若需调整为无限制开放时，建议补充相应的要求。	甘肃省生态环境厅	原则采纳。 如需调整，应满足无限制开放或使用的要求。根据《铀矿冶建设项目重大变动清单（试行）》（环办辐射函[2020]717号），有限制开放或使用改为无限制开放或使用属于重大变动，相应要求遵循该变动清单要求。	
5	综合意见	建议重复考虑与 GB23726 标准的衔接，如第 4.8 条规定“流出物和环境监测应满足 GB23726 的要求”，但 GB23726 标准又规定监测需满足 GB14586 的要求。	广西壮族自治区生态环境厅	采纳。 《铀矿冶流出物和辐射环境监测规定（征求意见稿）》（GB23726）侧重于流出物和辐射环境监测，仅在退役竣工环保验收监测参照 GB14586；本标准修订明确了退役验收监测内容，与 GB23726 无重复。	
6	综合意见	标准 4.4、4.6、7.5.1 条中出现了“尽可能……”的表述，在强制性标准中应避免使用，建议修改相关表述	生态环境部法规司	采纳，修改相关内容，删除“尽可能”表述。 原征求意见稿中 4.4 和 4.6 合并，修改为“铀矿冶设施退役放射性固体废物宜集中处置，减少有限制开放或使用的设施或场地”，见修改稿 4.1.3 节； 原征求意见稿中 7.5.1 修改为“污染设备、管线去污后优先在核工业系统内回收再利用，经去污处理后，满足 5.4 条要求的，可做普通物品使用”，见修改稿 4.3.2 节。	
7	综合意见	建议统一标准正文和编制说明中“ α 、 β 放射性表面污染”、“ α 、 β 表面污染水平”和“ α 、 β 表面放射性水平”的写法	生态环境部监测司	采纳。 统一修改为“ α 、 β 放射性表面污染水平”与 GB23727 保持一致。	
8	综合意见	在铀矿冶设施建设、运行、关停、退役和关闭全过程加强大气污染管控，包括： 1.加强施工扬尘管控。在项目施工过程中，严格落实工业场地周边围挡、物料堆放覆盖、土方开挖湿法作业、路面硬化、出入车辆清洗、渣土车辆密闭运输“六个百分百”；粉末状物料鼓励采用密闭料仓或粉料料场等方式储存； 2.加强移动源控制。项目施工期使用新能源或国五及以上排	生态环境部大气司	原则采纳。 本标准非放射性污染设施和场地的治理应遵守非放射性污染防治和生态环境保护相关的法律、法规和标准要求。 7.1.5 修改为“退役施工过程中应采取施工场地围挡、物料堆放遮盖、土方开挖洒水、出入车辆清洗等措施降低施工扬尘”	

标准名称		铀矿冶设施退役辐射环境管理技术规定			
标准主编单位		中核第四研究设计工程有限公司、生态环境部核与辐射安全中心、核工业北京化工冶金研究院			
序号	条款编号	意见内容	提出单位	处理意见及理由	备注
		放标准车辆；采用新能源或国三以上排放标准的非道路移动设备。		7.1.8 修改为“废物运输应合理选择运输路线，运输车辆采取密闭车辆运输，避免废物洒落污染环境”。	
9	封皮	建议术语 3.1 与标准英文译名保持一致	国家国防科技工业局科技质量与安全生产监管司	采纳，标准英文译名修改为“Regulations for radiation environment protection of decommissioning of uranium mine and mill facilities”。	
10	封皮	建议修改成“Regulations for radiation environment protection of decommissioning of uranium mine and mill facilities”	中国辐射防护研究院	采纳。	
11	目次页	目次页，建议按照 HJ565 的格式要求编制页码	生态环境部监测司	采纳，按照 HJ565 要求调整目次页码。	
12	前言	建议删除前言中“本标准的全部技术内容为强制性”	生态环境部法规司	采纳，删除“本标准的全部技术内容为强制性”内容。	
13	1	建议完善表述	国家国防科技工业局科技质量与安全生产监管司	采纳，范围修改为“本标准规定了铀矿冶设施退役和长期监护应遵守的辐射环境保护原则与基本要求”，见修改稿 1 节。	
14	1	建议删除“退役目标”	中国辐射防护研究院	采纳。	
15	1	删除“退役目标”，或改为“退役目标确定”	中国铀业有限公司	采纳。	
16	2	规范性引用文件和表 2 部分，建议将“HJ/T91 地表水和污水监测技术规范”修改为“HJ91.2 地表水环境质量监测技术规范”。	生态环境部监测司	采纳，修改为“HJ91.2 地表水环境质量监测技术规范”。	
17	2	建议确认 HJ/T91 的有效性	国家国防科技工业局科技质量与安全生产监管司	采纳。	
18	2	建议在规范性引用文件中补充《拟开放场址土壤中剩余放射性可接受水平规定(暂行)》（HJ53-2000）。	甘肃省生态环境厅	未采纳，根据正在修订的《核设施退役场址土壤中残留放射性水平规定（征求意见稿）》（HJ53）中相关内容，不适用于铀矿冶设施。	
19	2	建议进一步核对规范性引用文件。如 GB14585、HJ1015.2 在正文中无引用；HJ/T91 目前已被 HJ91.1、HJ91.2 替代。	生态环境部法规司	采纳，本标准未对“GB14585”直接引用，删除该引用文件；HJ1015.2 在 4.1.7 条进行了引用；修改为“HJ91.2 地表水环境质量监测技术规范”。	
20	3	建议增加对“长期监护”的定义。	生态环境部华东核与辐射安全监督站	采纳。 参考 IAEA TRS NO.450，并结合根据《核科学技术	

标准名称		铀矿冶设施退役辐射环境管理技术规定			
标准主编单位		中核第四研究设计工程有限公司、生态环境部核与辐射安全中心、核工业北京化工冶金研究院			
序号	条款编号	意见内容	提出单位	处理意见及理由	备注
				术语》（GB/T4960）和《低、中水平放射性固体废物近地表处置安全规定》（GB9132-2018）对有组织控制（监护）的定义，给出了长期监护的定义。	
21	3	建议修改对“退役”的定义。	生态环境部华东核与辐射安全监督站	采纳，参照 IAEA 术语与定义进行修改完善。	
22	3.1	“3.1 铀矿冶设施中 矿冶放射性废物处置、处理设施”建议修改为 开采、矿冶放射性废物处置、处理设施。	生态环境部华南核与辐射安全监督站	采纳，删除了“铀矿冶设施”定义，与 GB23727-2020 重复。	
23	3.1	最后一段修改为“.....废物处理、贮存、处置设施”	中国辐射防护研究院	采纳，删除了“铀矿冶设施”定义，与 GB23727-2020 重复。	
24	3.1	“铀矿冶设施”定义应于 GB23727 的保持一致。	中国铀业有限公司	采纳，删除了“铀矿冶设施”定义，与 GB23727-2020 重复。	
25	3.4	建议对“无限制开放或使用”的定义进行修改为：对区域或材料的使用不存在任何以放射性为依据的限制。	中广核工程有限公司	采纳，删除了“无限制开放或使用”定义，与 GB23727-2020 重复。	
26	3.4	删除“污染”或解释污染和潜在污染的区别	中国辐射防护研究院	采纳，删除了“无限制开放或使用”定义，与 GB23727-2020 重复。	
27	4	建议增加“4.11 铀矿冶设施退役过程中，应对核材料及其初级产品依法进行转移或处置，确保核材料安全受控”	国家国防科技工业局科技质量与安全生产监管司	原则采纳，核材料应该依法进行转移或处置，确保核材料安全受控；根据多年监管实践，铀矿石及其产品未按核材料管理。	
28	4.1	第 4.1 节中“退役过程一般在三年内完成”建议优化	生态环境部东北核与辐射安全监督站	采纳，删除“一般在三年内完成”内容。	
29	4.1	建议删除“退役过程一般在三年内完成”的要求。	生态环境部华东核与辐射安全监督站	采纳，删除年限要求。	
30	4.1	“退役过程一般在三年内完成”，建议不设定具体年限	中广核工程有限公司	采纳，删除年限要求。	
31	4.1 和 4.7	4.1 和 4.7 合并，修改为“铀矿冶企业应按照整体规划、分步实施的原则制定铀矿冶设施退役治理计划，并将退役治理和环境整治贯穿于设计、建设和运行全过程”	中国铀业有限公司	采纳。 合并后修改为“铀矿冶设施便于退役治理和环境整治的理念应贯穿于选址、设计、建设和运行全过程”，见修改稿 4.1.6 节。	

标准名称		铀矿冶设施退役辐射环境管理技术规定			
标准主编单位		中核第四研究设计工程有限公司、生态环境部核与辐射安全中心、核工业北京化工冶金研究院			
序号	条款编号	意见内容	提出单位	处理意见及理由	备注
32	4.2	“应达到.....的目的”	中国辐射防护研究院	采纳。 修改为“铀矿冶设施的退役和监护应达到稳定和安全的目的”，见修改稿 4.1.1 节。	
33	4.4 和 4.6	4.4 和 4.6 合并，修改为“铀矿冶设施退役尽可能实现放射性固体废物的集中处置，尽量减少有限制开放或使用的设施或场地，以减少退役后长期监护设施的数量”	中国铀业有限公司	采纳。 将 4.4 与 4.6 合并，修改为“铀矿冶设施退役放射性固体废物宜集中处置，减少有限制开放或使用的设施或场地”，见修改稿 4.1.3 节。	
34	4.4	建议删除 4.4.	国家国防科技工业局科技质量与安全生产监管司	采纳，4.4 与 4.6 合并处理。	
35	4.6	建议删除“宜”。	国家国防科技工业局科技质量与安全生产监管司	采纳，删除 4.6 条“宜”，并将 4.4 和 4.6 已合并处理。	
36	4.9	建议修改为“辐射环境事件应急响应程序”“突发环境事件应急预案”	国家国防科技工业局科技质量与安全生产监管司	采纳。 修改为“铀矿冶设施退役和长期监护过程中应遵循 GB23727 辐射环境应急管理要求，针对可能发生的放射性和非放环境污染事件，编制应急预案，建立应急响应程序，配置必要的应急物资”，见修改稿 4.1.9 节。	
37	4.9	建议将“建立辐射环境应急事件响应程序，编制环境应急预案”改成“编制环境应急预案，明确辐射环境应急事件响应程序”。	生态环境部华东核与辐射安全监督站	采纳。	
38	4	建议按照层次调整表述顺序。	国家国防科技工业局科技质量与安全生产监管司	采纳，按照由整体到局部调整了“基本要求”表述顺序，并补充“退役过程中新建的三废处理处置设施，应遵循 GB23727 相关要求。”，见修改稿 4.1 节。	
39	5.1.1	建议根据退役治理深度不同，增加和细化无限制开放场所的环境管理限值。	生态环境部华东核与辐射安全监督站	原则采纳，去污治理达到无限制开放深度的要求已在 GB23727-2020 规定。	
40	5.1.3	建议删除“修复极限”的表述，改为：“地浸井场地下水修复目标值宜根据地下水背景值、地下水使用功能、水文地球化学条件、技术经济条件及环境可接受水平，经评估后综合确定”。	国家国防科技工业局科技质量与安全生产监管司	采纳，修改相关内容，见修改稿 5.6 节。	
41	5.1.3	修改为“地浸井场地下水修复目标应根据地下水环境背景值、	中国铀业有限公司	采纳，修改相关内容，见修改稿 5.6 节。	

标准名称		铀矿冶设施退役辐射环境管理技术规定			
标准主编单位		中核第四研究设计工程有限公司、生态环境部核与辐射安全中心、核工业北京化工冶金研究院			
序号	条款编号	意见内容	提出单位	处理意见及理由	备注
		地下水使用功能、水文地球化学条件、技术经济评估及环境可接受水平等条件，经评估后确定”			
42	5.2	建议补充对退役治理深度的规定。	国家国防科技工业局科技质量与安全生产监管司	采纳，补充相关内容，见修改稿 5.1 节。	
43	5.2	建议增加退役治理深度的描述	中国辐射防护研究院	采纳，补充相关内容。	
44	5.2	增加退役治理深度相关内容	中国铀业有限公司	采纳，补充相关内容。	
45	5.2	建议将该节内容放到长期监护的章节内描述。	生态环境部华东核与辐射安全监督站	采纳，退役治理深度要求内容移至“长期监护”章节，见修改稿 8.7 节。	
46	6 和 8.1	第 6 节、第 8.1 节中辐射环境检查内容和要求建议与正在修订的《铀矿冶流出物和辐射环境监测规定（征求意见稿）》保持一致。	生态环境部东北核与辐射安全监督站	采纳，表 1 中废水、浅层地下水、地表水补充了 ^{230}Th 监测要求。	
47	6.1.1	建议明确“可能受到污染的外部环境”的具体范围（距离），以便更具有可操作性。	河南省生态环境厅	采纳，修改相关内容，见修改稿 6.1.1 节。	
48	6.1.2	现场监测与采样应具有代表性，后面缺少“逗号”，“数据应准确反映源项放射性水平”建议修改成“数据应能反映源项放射性水平。”	中国辐射防护研究院	采纳，修改为“现场监测与采样应具有代表性，并制定严格的质量保证措施，数据应能反映源项放射性水平”。	
49	6.2.3	建议删除表 1 中的 Po、Pb 等监测因子。	国家国防科技工业局科技质量与安全生产监管司	部分采纳，废水、环境中监测因子与 GB23727、GB23726 保持一致，删除有机相 ^{210}Po 、 ^{210}Pb 监测因子。	
50	6.2.3	应说明表 1 中不同类型设施的源项调查主要内容选择的原则。	中国辐射防护研究院	采纳，修改相关内容，见修改稿 6.2.3 节。	
51	6.2.3	表 1 废液中建议增加 ^{230}Th ；“设备、管线”主要监测因子为“ α 、 β 放射性表面污染水平”	中国辐射防护研究院	采纳，废水补充了 ^{230}Th 监测因子，“ α 、 β 放射性表面污染水平”术语与 GB23727-2020 保持一致。	
52	6.2.3	表 1，建议将“尾矿（渣）库、堆浸场、蒸发池、集液池、配液池等周围潜层地下水”修改为“尾矿（渣）库、堆浸场、蒸发池、集液池、配液池等周围浅层地下水”。	生态环境部监测司	采纳，修改相关内容，修改内容见表 1。	

标准名称		铀矿冶设施退役辐射环境管理技术规定			
标准主编单位		中核第四研究设计工程有限公司、生态环境部核与辐射安全中心、核工业北京化工冶金研究院			
序号	条款编号	意见内容	提出单位	处理意见及理由	备注
53	6.2.3	1) 有机相废液中删除监测因子“ ^{210}Po 、 ^{210}Pb ”。 2) 删除 11 条中监测因子“氡析出率”	中国铀业有限公司	采纳, 1.删除有机相 ^{210}Po 、 ^{210}Pb 监测内容; 2.污染场地等氡析出率监测因子。	
54	6.3	在 γ 辐射剂量率和氡析出率中,在“至少布置 X 个监测点位”前,增加“每个设施或场地”	中国铀业有限公司	采纳, γ 辐射剂量率监测要求修改为“每个设施或场地至少布置 5 个监测点位”;氡析出率监测要求“每个设施或场地至少布置 3 个监测点位”。	
55	6.3	建议表 2 中监测布点要求统一明确加密布置监测点位的要求,如“每个设施”;第 10 中补充说明不同情况下的布点要求。	国家国防科技工业局科技质量与安全生产监管司	采纳,表 2 中明确“每个设施”;第 10 项补充“发现地下水受污染,每 6400m ² 至少布置 1 个监测井,并在污染较为严重区域加密布点”。	
56	6.3	表2对于受污染的底泥的监测布点,建议在排污口附近加密采样点	中国辐射防护研究院	采纳,补充内容“废水排放口下游附近底泥加密布点”,见修改稿表 2 序号 12。	
57	6.3	由于《地表水和污水监测技术规范》(HJ/T91)部分内容已被《污水监测技术规范》(HJ91.1-2019)代替,建议对 6.3 章节表 2“源项调查监测布点要求”中序号 6“露天采矿废墟积水”的布点要求进一步表述完整。	广西壮族自治区生态环境厅	采纳,修改为“参照 HJ91.2 中布置垂线和垂线采样点”,见修改稿表 2 序号 6。	
58	7	建议补充“塌陷区”的治理规定。	国家国防科技工业局科技质量与安全生产监管司	采纳,补充内容如下: “1.塌陷坑应选用天然材料回填治理,恢复自然地貌并控制水土流失; 2.不稳定的塌陷坑还应采取避让、隔离、警示等措施,防止造成安全危害”。 见修改稿 4.2.5 节。	
59	7	增加塌陷区治理相关内容	中国铀业有限公司	采纳。	
60	7	“7 方案设计”的条款名称修改为“7 退役方案设计一般要求”。	陕西省生态环境厅	采纳,本标准的适用范围已明确为铀矿冶设施退役工作各阶段应遵守的辐射环境保护原则与基本要求,方案设计修改为“技术要求”。	
61	7	在“7 方案设计”的“7.1.3”“7.2.5”“7.3.2”“7.4.3”条款中,补充尾矿渣(库)渗水、废石场渗水、坑(井)口流出水、露天采矿废	陕西省生态环境厅	原则采纳,外排废水去向与接纳水体相关,应根据设施所在地的自然环境确定,废水排放口和接纳水体相	

标准名称		铀矿冶设施退役辐射环境管理技术规定			
标准主编单位		中核第四研究设计工程有限公司、生态环境部核与辐射安全中心、核工业北京化工冶金研究院			
序号	条款编号	意见内容	提出单位	处理意见及理由	备注
		墟积水等外排废水排放去向等相关内容。		关要求在 GB23727-2020 中已有明确规定。	
62	7.1.3	删除“防渗系统”	中国铀业有限公司	采纳，修改为“铀尾矿（渣）库退役治理应建设覆盖隔离系统，完善截排洪系统，存在地下水受污染风险的应采取有效防治措施。”	
63	7.1.5	删除该条	中国铀业有限公司	采纳，删除“退役尾矿（渣）库应根据 GB23726 要求布设地下水监测井”。	
64	7.1.5	建议删除 7.1.5	国家国防科技工业局科技质量与安全生产监管司	采纳。	
65	7.2.1	建议修改为“矿石堆场中遗留的矿石尽可能回收利用，底部污染土壤应清挖至尾矿库集中处置”	中国铀业有限公司	采纳，修改为“矿石堆场中遗留的矿石应回收利用，剩余的应填埋处置；堆场底部污染土壤应清挖并运至铀尾矿（渣）库、废石场等集中处置”。	
66	7.2.1	建议与 7.2.7 合并，并做相应修改。	国家国防科技工业局科技质量与安全生产监管司	采纳。	
67	7.2.8	应进一步明确蒸发池底部及周边污染土壤集中处置的含义。	中国辐射防护研究院	采纳，修改为蒸发池底部及周边污染土壤应填埋处置。	
68	7.3.1	回填材料增加废石，修改为“回填封堵材料应优先选用废石等天然材料”	中国铀业有限公司	原则采纳，删除了坑（井）口回填材料的要求。	
69	7.4.1	应理清废石、污染建筑垃圾等与铀矿冶放射性废物之间的关系。	中国辐射防护研究院	采纳。 修改为“露天采矿废墟优先回填废石、污染建筑垃圾等，并进行覆盖治理”。废石属于铀矿冶放射性废物，污染建筑垃圾属于被污染废物，见修改稿 4.2.2 节。	
70	7.4.3	应明确露天采矿废墟积水需水质控制的指标。	中国辐射防护研究院	原则采纳。 修改为“露天采矿废墟积水中放射性核素浓度超过排放限值的，应对积水进行处理和达标排放”，见修改稿 4.2.2。 为消除露天采矿废墟积水对周围公众造成的潜在危害，已不推荐采用水覆盖治理方法，积水需要外排，	

标准名称		铀矿冶设施退役辐射环境管理技术规定			
标准主编单位		中核第四研究设计工程有限公司、生态环境部核与辐射安全中心、核工业北京化工冶金研究院			
序号	条款编号	意见内容	提出单位	处理意见及理由	备注
				并回填采坑，不再对不排放的积水水质提出具体要求。	
71	7.5.3	金属材质的设备、管线，经去污满足相应接收标准后应送放射性废旧金属处理单位处理，是否意味着不能直接再利用。	中国辐射防护研究院	采纳。 修改为“污染设备、管线去污后优先在核工业系统内回收再利用，经去污处理后，满足 5.4 条要求的，可做为普通物品使用，见修改稿 4.3.2 节。”	
72	7.6.1	增加暂不具备修复条件，修改为“地浸井场终采后应及时开展地下水修复。对处于连续矿块且地下水修复可能对周边产生影响的等暂不具备修复条件的采取，应……”	中国铀业有限公司	采纳。 修改为“地浸井场终采后应及时开展地下水修复。对暂不具备修复条件的采区（如采取处于连续矿块、修复活动可能对周边采区生产造成影响等），应……”，见修改稿 4.2.3 节。”	
73	7.6.2	增加自然净化，修改为“应根据……，选择异位修复、原位修复、自然净化等技术，制定……”	中国铀业有限公司	采纳。 修改为“选择异位修复、原位修复、自然净化等技术，制定……”，见修改稿 4.2.3 节。”	
74	7.6.2	建议增加“自然净化”技术。	国家国防科技工业局科技质量与安全生产监管司	采纳。	
75	7.6.3	删除“工艺”	中国铀业有限公司	部分采纳。 修改为“在确保地下水水质修复稳定后，对所有工艺钻孔进行全孔封堵，保留必要的地下水监测井”，见修改稿 4.2.3 节。”	
76	7.6.3	第 7.6.3 节“维持一年以上的监测观察期”，建议增加“并在环评报告书（表）中明确监测观察期要求”	生态环境部东北核与辐射安全监督站	原则采纳，补充相关内容不属于标准规定的范畴。本标准出台后，退役环评报告应按照本标准和 GB23726 的要求予以明确监测观察期的要求。	
77	7.9.1	应给出清挖治理后，产生的污染土去向	中国铀业有限公司	采纳。 补充内容为“产生的污染土可运至尾矿（渣）库、废石场等集中处置”，见修改稿 4.3.1 节。”	
78	8	建议在“8 实施及验收”章节中，增加退役实施过程中个人累积剂量监测。	广西壮族自治区生态环境厅	未采纳，该部分内容不属于辐射环境保护范围内。	

标准名称		铀矿冶设施退役辐射环境管理技术规定			
标准主编单位		中核第四研究设计工程有限公司、生态环境部核与辐射安全中心、核工业北京化工冶金研究院			
序号	条款编号	意见内容	提出单位	处理意见及理由	备注
79	8.1.1	表 3 中“设备器材”监测内容为“ α 、 β 表面污染水平”，建议两者统一。	中国辐射防护研究院	采纳。 已修改相关内容，本标准均统一为“ α 、 β 放射性表面污染水平”，与 GB23727 保持一致。	
80	8.1.1	表 3 中提到的“覆盖治理设施”，应在“3 术语和定义”中进行解释和说明。	陕西省厅	原则采纳。 表 3 中“覆盖治理设施”修改为“覆盖治理的尾矿（渣）库、废石场等”	
81	8.1.1 表 3	第 6 条，在布点要求中，删除“表面全扫描测量”，修改为“采取巡测方法”	中国铀业有限公司	采纳，修改为“采取巡测方法”。	
82	8.2	建议明确设施和场地退役治理终态验收的实施主体，是否按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》有关规定执行。	河南省生态环境厅	未采纳，本标准为退役辐射环境保护技术要求，实施、验收责任主体属于管理范畴，不在本标准做相应规定。	
83	8.2.2	删除“调试运行资料”	中国铀业有限公司	采纳，修改为“退役治理过程中新建的三废处理处置设施相关资料应作为退役环保竣工验收的组成部分”，见修改稿 7.2.4 节。	
84	9	增加监测相关内容的表述，如对有限制开放场所的监测、对排放废水的监测等要求。	生态环境部华东核与辐射安全监督站	采纳。 补充“应按照 GB23726 的要求编制流出物和辐射环境监测计划，监护过程中发现有环境变化的，应及时修订监测计划”，见修改稿 8.6 节。	
85	9	建议在“9 长期监护”章节中，增加编制退役铀矿冶设施长期监护辐射环境监测方案或监测计划，在监护过程中发现有环境变化的，按实际情况及时修订辐射环境监测方案。	广西壮族自治区生态环境厅	采纳。 补充“应按照 GB23726 的要求编制流出物和辐射环境监测计划，监护过程中发现有环境变化的，应及时修订监测计划”，见修改稿 8.6 节。	
86	9	“9 长期监护”中，对保留废水处理设施的，应该提出监测的相关要求。	陕西省生态环境厅	采纳。 补充“应按照 GB23726 的要求编制流出物和辐射环境监测计划，监护过程中发现有环境变化的，应及时修订监测计划”，见修改稿 8.3 节。	
87	9	增加对尾矿库坝体位移监测的相关要求	中国铀业有限公司	采纳，补充相关内容。	

标准名称		铀矿冶设施退役辐射环境管理技术规定			
标准主编单位		中核第四研究设计工程有限公司、生态环境部核与辐射安全中心、核工业北京化工冶金研究院			
序号	条款编号	意见内容	提出单位	处理意见及理由	备注
88	9.3	建议巡视频次要求不用很具体。	生态环境部华东核与辐射安全监督站	采纳，删除频次要求。	
89	9.3	由于废石场、露天采矿废墟和其他设施的危险性较低，建议第 9.3 条降低对该部分场所巡视检查频次。	广西壮族自治区生态环境厅	采纳，删除了具体频次要求。	
90	9.3	部分早期铀矿冶设施退役治理后，经长期养护已经达到了自然地貌稳定状况，建议对此类设施减少巡视频次。	河南省生态环境厅	采纳，删除了具体频次要求。	
91	9.4	说明有限制开放设施与坝体、挡墙、护坡、截排洪沟或覆盖层等之间的关系。	中国辐射防护研究院	采纳，修改为“覆盖治理的尾矿（渣）库、废石场等的坝体、挡墙、护坡、截排洪沟或覆盖层等损坏时，应及时修复”。 有限制开放设施主要为覆盖治理的尾矿（渣）库和废石场等，坝体、挡墙、护坡、截排洪沟或覆盖层是该设施组成部分。	
92	编制说明	建议编制说明“任务来源”中补充本标准项目的统一计划编号。	生态环境部法规司	采纳，原国家环境保护总局于 2006 年 6 月 26 日下发《关于下达 2006 年度国家环境保护标准制修订项目计划的通知》（环办函[2006]371 号），本标准修订正式立项，计划编号为“1561”。	
93	编制说明	编制说明 5.3 部分，建议将“HJ10151015.2”修改为“HJ1015.2”。	生态环境部监测司	采纳，修改为“HJ1015.2”。	
二、附加说明					
征求意见单位数量：59 家；征求意见数目：93 条；采纳及原则采纳 88 条，占 94.6%；部分采纳 2 条，占 2.2%；未采纳 3 条，占 3.2%。					

国家核安全专家委员会 2023 年第九次专题会会议纪要

核专委纪〔2023〕30 号

应急与辐射安全分委会

2023 年 6 月 7 日

2023 年 6 月 7 日，国家核安全专家委员会召开第九次专题会，审议了《铀矿冶设施退役辐射环境保护规定》（一审送审稿）。国家核安全专家委员会委员及特邀专家（专家名单附后），生态环境部（国家核安全局）、生态环境部核与辐射安全中心、中核第四研究设计工程有限公司和核工业北京化工冶金研究院等有关人员参加会议。

会议分别听取了有关编制情况的介绍，与会专家对该一审送审稿进行了讨论，形成意见如下。

一、编制单位按照《核与辐射安全标准制修订工作指南》要求修订本标准，满足标准制修订有关程序和技术要求，提供的一审送审稿材料充分、完整。

二、该标准一审送审稿内容整体科学合理，技术可行，具有可操作性，与现有法规标准协调一致。

三、提出以下建议和意见

- (一) 完善“退役”和“长期监护”的术语表述。
- (二) 增加质量保证相关内容。
- (三) 修改完善退役目标和源项调查相关内容。
- (四) 删除退役治理年限和长期监护巡视频次的内容。
- (五) 专家提出的其他意见。

综上，该送审稿通过本次审议，建议按照本次会议意见和建议进一步修改完善后，报送生态环境部（国家核安全局）。

专家委员（签字）：

王永明 王五虹 顾玉华 陈蔚 薛建新
高志

附件 3

核安全专家委员会一审意见汇总处理表

序号	章节	意见	是否采纳	不采纳原因	修改说明	专家
1	3	完善“退役”和“长期监护”的术语表述	是		退役的表述与 GB23727-2020 保持一致。长期监护的术语表述修改为“铀矿冶设施或场地主动修复或评估完成后，为长期保护人类和环境不被设施或场地的残余放射性所危害而采取的技术和管理措施。”	会议纪要
2	9	增加质量保证相关内容	是		增加了质量保证相关内容，要求对源项调查、方案设计、实施和长期监护等全过程实施质量保证。	会议纪要
3	5	修改完善退役目标和源项调查相关内容	是		结合 GB23727-2020，修改完善了铀矿冶退役治理的治理目标，增加了地浸地下水修复目标，增加了有限制开发和无限制开放的治理目标。	会议纪要
4	8	删除退役治理年限和长期监护巡视频次的内容	是		删除了退役治理年限和长期监护巡视频次的内容。	会议纪要
5	2	引用文件缺少有关清洁解控的标准。	是		退役设备管线的清洁解控引用文件为 GB18871 和 GB23727 相关内容	毛亚虹
6	3.1	3.1 退役的定义建议参考 IAEA 对退役的定义：为允许取消对一个设施的部分或全部监管控制而采取的管理和技术行动。	是		退役的表述与 GB23727-2020 保持一致。	毛亚虹
7	3.2	3.2 应进一步斟酌，建议：对于有限制开放退役铀矿冶设施，为维持设施的退役终态而进行的维护、维修、监测等活动。	是		长期监护的术语表述修改为“铀矿冶设施或场地主动修复或评估完成后，为长期保护人类和环境不被设施或场地的残余放射性所危害而采取的技术和管理措施。来源于 IAEA TRS No.450 报告	毛亚虹
8	4.8	由于生态环境部《突发环境事件应急管理办法》将所有辐射污染事故排除在外，4.8“应针对铀矿冶设施退役和长期监护过程中可能发生的辐射事故，编制突发环境事件应急预案”修改为“应针对铀矿冶设施退役和长期监护过程中可能发生的辐射事故和突发环境事件，编制辐射事故应急预案和突发环境事件应急预案”。	是		采纳专家的建议	毛亚虹
9	4.9	4.9“铀矿冶设施退役和长期监护过程中产生的资料应进行存档”修改为“铀矿冶设施退役和长期监护过程中产生的资料应永久保存”。	是		采纳专家的建议	毛亚虹
10	4	第 5 章标题“具体要求”建议修改为“环境保护要求”。	是		第 5 章内容与第 4 章合并，标题修改为技术要求	毛亚虹
11	5.1.1	“如无法集中处置应充分论证并说明原因”建议修改为“如无	是		修改为“尾矿（渣）应在铀尾矿（渣）库集中处置，不能集中处置的，应充分	毛亚虹

序号	章节	意见	是否采纳	不采纳原因	修改说明	专家
		法集中处置应充分论证并获得批准”。			论证并说明理由。”无法单独就是否集中处理进行批准，从技术角度充分说明理由。	
12	5.5.3	5.5.3 与 6.2 不自洽。且基本标准 B2.2 指的是“设备与用品”，不包括“建（构）筑物”。	是		修改后的标准中删除了 6.2 中的建（构）筑物	毛亚虹
13	7.1.3	7.1.3“源项发生变化的应进行补充调查”修改为“源项与预先估计情况发生变化的应进行补充调查”。	是		修改为“铀矿冶设施退役实施前或实施过程中，源项与调查情况发生变化的应进行补充调查。”	毛亚虹
14	7.2.2	7.2.2“历史环保事故事件”修改为“历史上发生的辐射事故和突发环境事件”。	是		修改为历史辐射污染事件。	毛亚虹
15		表 1 第 2 项监测介质为“固体废物”，但调查对象为“露天采矿废墟、矿石堆场、废石场、堆浸场、铀尾矿（渣）库、蒸发池、原地爆破浸出采场”，指代不清楚。在源项调查阶段对“堆浸场、蒸发池、原地爆破浸出采场等”测氦析出率的意义何在？而且蒸发池测氦析出率没有可行性；第 11 项“工业场地”指代不明。	是		采纳专家意见，重新修改了表 1 中的相关表述。	毛亚虹
16		同一覆盖面氦析出率本身受诸多环境因素影响，是一个在较大数值范围内变化的物理量，而且集中处置场所填埋的渣等是非均匀分布的，测量数据用作评估的科学意义不大；另一方面，从剂量贡献上分析，对于室外环境， γ 剂量率是便于测量的指标， γ 剂量率本身也能反映覆盖层是否足够。建议取消氦析出率测量。	原则采纳		铀矿冶退役设施的关键控制指标是表面氦析出率，且 GB23727 中关于退役治理的要求也是氦析出率，参照美国铀尾矿库退役治理，也有氦析出率的要求。 γ 剂量率和氦析出率都应该要测量。	毛亚虹
17		修改完善表 2 的布点和监测频次。	是		采纳专家意见，修改细化了表 2 中的相关内容，编制说明给出了各类源项调查布点要求的来源和依据。	毛亚虹
18		8.1.7“施工产生的固体废物应按放射性水平进行分类处理处置”修改为“施工产生的固体废物应按放射性水平进行分类收集处置。”。	是		修改后的条款完全采纳专家的建议	毛亚虹
19	8.2.1	删去 8.2.1 中“铀矿冶退役治理验收监测应贯穿实施全过程”。	是		修改后的条款删除了相关表述。	毛亚虹
20	6	第 6 章退役目标建议按无限制开放和有限制开放重新组织。增加事故事件应急章节、废物管	是		重新梳理了退役目标，增加了质量保证章节，事故应急要求在 4.9 节，废物管理相关内容在 8.1 实施阶段已有表述。	毛亚虹

序号	章节	意见	是否采纳	不采纳原因	修改说明	专家
		理、质量保证章节。				
21	4.5	4.5 条中，删除“退役过程一般在五年内完成”。属于管理要求，可不给出退役治理完成的时限要求。对于地浸矿山，需要对地下水进行修复和监测观察，5 年不一定能完成退役。	是		修改后的条款删除了相关表述。	薛建新
22	5.5.3	5.5.3 条中，在“无回收利用价值的应去污处理”后，增加“经去污处理后，满足 6.2 条要求的，可做普通物品使用”。	是		修改后的条款完全采纳专家的建议。	薛建新
23	5.5.4	5.5.4 条中，增加“对于去污处理后，仍不能满足要求的污染设备、管线”。与 GB23727 相关要求保持一致。	是		修改为“去污处理后仍不能满足要求的污染设备、管线，应根据材质类型进行分类处理处置。金属材质的送有资质的放射性废旧金属处理单位处理，非金属材质的可运至铀尾矿（渣）库、废石场、矿井等集中处置。”与 GB23727-2020 相关要求保持一致。	薛建新
24	5.8	5.8 条中，封堵与采场相连的裂隙难以做到，封堵巷道和天井即是对浸出渣的隔离，前后重复。建议该条修改为“根据原地爆破浸出采场的位置和矿井的水文地质条件，应封堵与采场相连的巷道、天井等通道，对浸出渣进行中和，并及时进行矿井水处理和地下水监测，防止污染地下水。”	是		修改后删除了封堵裂隙的相关表述。	薛建新
25	6	第 6 章退役目标中，题目和内容不符。内容主要给出了一些环境管理限值，不是退役目标。另外，建议在该章给出地浸地下水修复目标值的确定要求，即“地浸井场地下水修复目标值应根据地下水环境背景值、地下水使用功能、水文地球化学条件、技术经济评估及环境可接受水平等条件，经评估后确定”。	是		修改后的退役目标首先保证各类限值达到 GB23727-2020 的要求，对地下水修复的目标进行了要求，并增加了退役治理深度相关内容。	薛建新
26		前言中规定非放射性污染防治和生态环境保护的相关内容应遵守非放相关法律、法规和标准要求，在本标准中不再给出具体规定。这样似乎比较含糊，易引发一些困扰，建议明确一些具体要求。	是		本标准修订定位为铀矿冶退役的辐射环境规定。非放相关要求参考其他环境要素环境治理要求执行。	商照荣
27	4.3	第 4.3 节要求铀矿冶退役涉及的放射性固体废物尽可能集中处置，以减少有限制开放或使用的设施或场地数量。应结合代价利益分析和具体历史原因及现状，	是		修改为“尾矿（渣）应在铀尾矿（渣）库集中处置，不能集中处置的，应充分论证并说明理由。”体现尽可能集中的理念，并允许结合具体情况进行分析，并说明理由。	商照荣

序号	章节	意见	是否采纳	不采纳原因	修改说明	专家
		适当灵活地提出要求。而在第5.1.1节要求对此要充分论证并说明原因,此处又留有较大的空间,似乎不太明确其含义。				
28	5.3.2	第5.3.2节,提出应对流出水进行处理,确保达标排放。此处技术难度较大。	原则采纳		目前已在开展针对流出水的处理技术研究,采用被动式处理方式可大大减小长期监护工作量,且德国等国外经验,坑口流出水一般二三十年可降低至较低水平,长期监护工作量将更小,或可实现不处理达标排放。	商照荣
29	5.9.1	第5.9.1节要求宜采用清挖治理。建议重复考量技术,提出原地治理的要求。	是		修改为“受污染的工业场地、道路、农田、溪沟和池塘等,采用物理、化学、生物等成熟技术治理,治理后原地应恢复自然地貌或原使用功能。”增加了其他原地治理技术的考虑。	商照荣
30	7.2.1	第7.2.1节要求调查给出参考本底水平。建议明确样品代表性和调查方法。	是		参考本底水平的确定是较为系统的一套方法,可新编制技术规范,或由GB23726来界定。	商照荣
31	9.7	第9.7节的b),建议修改使用通俗的表达方式。	是		修改为“种植蔬菜、水果、谷物等可食用作物及放牧”	商照荣
32	3	本标准未参考HJ61-2021中的一些通用要求,建议给以说明。	是		标准修订参考了GB23726的相关内容。	商照荣
33	3	术语。用一个监护还是去解释一个监护的内容。	是		长期监护的术语表述修改为“铀矿冶设施或场地主动修复或评估完成后,为长期保护人类和环境不被设施或场地的残余放射性所危害而采取的技术和管理措施。”	顾志杰
34	4	一般要求里面整体规划,分布实施的原则。一般在5年内完成。是不是属于管理要求。是不是符合实际的情况。	是		修改后删除了5年内完成的表述。	顾志杰
35	5	放射性固体废物的处置场所,与真正的处置场所还是有区别的。处置场所是一个很明确的定义。是不是按废物处置的要求去做。可能实现起来比较麻烦。	是		修改后标准删除了处置场所的表述。	顾志杰
36	5	包括集中处置,尾渣库尽可能利用原有设施就在原地做,不要再开拓新的地方。容易引起歧义和误解的措辞。	是		修改了相关措辞,表述为“尾矿(渣)应在铀尾矿(渣)库集中处置,不能集中处置的,应充分论证并说明理由。”	顾志杰
37	5	包括有些东西是不是可以达到,第5节里面,流出水不满足限值的要处理。	是		环境保护标准应要求确保设施流出水达标排放。	顾志杰
38	5	不一定非写抽大于注,采取措施控制污染就可以了。	是		修改后不再明确要求抽大于注的具体控制措施。	顾志杰
39	7	监测项目,主要监测因子还是要统一一下,地浸的和常规不一样。调查只做一次能不能解决问	是		重新梳理了监测项目和监测因子,要求源项与调查情况发生变化的应进行补充调查。	顾志杰

序号	章节	意见	是否采纳	不采纳原因	修改说明	专家
		题。源项发生变化的情况,尽可能做一些。				
40	4、5	一般要求和具体要求不一定好实现。例如不稳定的塌陷坑还应采取避让等措施。	是		将避让修改为隔离、警示等措施,防止造成安全危害。	顾志杰
41		包括源项调查和源项调查的内容,监测没有质量保证的情况。修订还得是引用 HJ61 或者 GB23726。	是		修改后增加了质量保证内容,监测方面引用了 GB23726。	任晓娜
42	6	退役目标。一个是说 GB23727 的限值。表面污染的。内容与目标不太对应。	是		修改后的退役目标首先保证各类限值达到 GB23727-2020 的要求,对地下水修复的目标进行了要求,并增加了退役治理深度相关内容。	
43	7	源项调查的目的是了解污染水平,对最后退役的方案提供支撑。源项调查不能是一次,应该贯穿全过程的情况。体现全过程的监测更好。	是		铀矿冶设施退役贯彻边施工、边监测,监测指导施工的原则。根据源项类型、退役方案及退役目标确定施工监测内容,相当于源项调查的全过程监测。	任晓娜
44	7	取样单次测量的代表性,取得一次的代表性特别放心。不一定够。更好有热点或者不在热点上。充分论证数字的代表性。表 2 的数字一定要体现这个情况。说清楚这个情况。	是		源项调查主要监测内容和特征参数,主要结合了《铀矿冶辐射环境监测规定》(GB23726)中退役监测方案和近 20 年铀矿冶退役治理良好实践反馈,具体布点还参考了《地表水环境质量监测技术规范》(HJ91.2-2022)、《后处理厂退役源项调查取样技术准则》(EJ/T1193-2005)、《建设用地土壤环境调查评估技术指南》、《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》等资料。	任晓娜
45	3	长期监护的概念需要梳理。由于天然铀的辐射特性才进行长期监护。达到一定程度后是否会长期存在潜在危害等。	是		长期监护的术语表述修改为“铀矿冶设施或场地主动修复或评估完成后,为长期保护人类和环境不被设施或场地的残余放射性所危害而采取的技术和管理措施。”	刘森林
46	5	在退役过程中,如何设计、如何施工,针对的治理对象,后面的退役后的销项后,成为有限的东西要明确。退役目标还是按对象退役到什么状态。	是		修改后对退役目标进行了重新梳理。	刘森林
47	7.1	参考本底水平不讨论。建议有一个技术规范来确定。	是		标准中提出了要参考本底水平的表述。	刘森林
48	7	关于源项调查,就是为了制定方案和设计来用的。过程中要交代清楚所有的物料或废物的去向。	是		修改后的标准对源项调查内容进行了细化,源项调查的内容是按照退役治理目标确定的。	刘森林
49	8	关于长期监护的内容和第 8 条内容是不对应的。	是		长期监护章节是对第 8 条的具体要求扩展。	刘森林
50	3	术语:长期监护还是研究一下。	是		长期监护的术语表述修改为“铀矿冶设施或场地主动修复或评估完成后,为长期保护人类和环境不被设施或场地的残余放射性所危害而采取的技术和管理措施。”	陈凌

序号	章节	意见	是否采纳	不采纳原因	修改说明	专家
51	5.3.2	没有做回应关于尾渣的渗滤水怎么办。井水我们能处理过来的吗。	是		尾渣库渗滤水在 5.3.1 中规定，渗水超过排放限值的，应保留渗水收集和处理系统，确保达标排放。标准中对于坑井口流出水要求做到确保达标排放。经德国等国家多年的实践，渗出水和矿井水经历二三十年会逐步降低至较低水平。	陈凌

国家核安全专家委员会 2024 年第四次专题会会议纪要

核专委纪（2024）18 号

应急与辐射安全分委会

2024 年 3 月 14 日

2024 年 3 月 14 日，国家核安全专家委员会召开第四次专题会，审议了《铀矿冶设施退役辐射环境管理技术规定》（二审送审稿）。国家核安全专家委员会委员及特邀专家（专家名单附后），生态环境部（国家核安全局）、生态环境部核与辐射安全中心、中核第四研究设计工程有限公司、核工业北京化工冶金研究院等有关人员参加会议。

会议分别听取了有关编制情况的介绍，与会专家对该二审送审稿进行了讨论，形成意见如下。

一、编制单位按照《核与辐射安全标准制修订工作指南》要求修订本标准，满足标准制修订有关程序和技术要求，提供的二审送审稿材料充分、完整。

二、该标准二审送审稿内容整体科学合理，技术可行，具有可操作性，与现有法规标准协调一致。

三、提出以下建议和意见

(一) 调整优化有水流出坑(井)口、原地爆破浸出采场等退役技术要求的描述。

(二) 补充地浸铀矿山废物处置技术要求。

(三) 专家提出的其他意见。

综上, 该送审稿通过本次审议, 建议按照本次会议建议和意见进一步修改完善后, 报送生态环境部(国家核安全局)。

专家委员(签字):

高志
志明 景上镜 薛建新
杨平 林林 俞淑娟

附件 5

核安全专家委员会二审意见汇总处理表

序号	章节	意见	是否采纳	不采纳原因	修改说明	专家
		调整优化有水流出坑（井）口、原地爆破浸出采场等退役技术要求的描述。	是		有水流出坑（井）口修改为：“优先采取工程措施，从源头控制和减少流出水量”。原地爆破浸出采场目前还没有成熟可靠的技术方案，本标准修订提出原则要求，修改为“根据原地爆破浸出采场的位置和矿井的水文地质条件，采取工程措施防止采场浸泡铀尾渣的废水污染地下水。”	会议纪要
2		补充地浸铀矿山废物处置技术要求。	是		修改后的 4.3.1 增加了“地浸矿山退役治理产生的废物与蒸发池的污染土壤一并填埋处置。”	会议纪要
3	4.2.1	b) “采取井下封堵措施，从源头控制和减少流出水量”的工艺值得探讨，716 矿、765 矿退役采取井下封堵就不太成功；	是		有水流出坑（井）口修改为：“优先采取工程措施，从源头控制和减少流出水量”。	曾毅君
4	4.2.2	a) 露天矿废墟不建议回填铀尾矿（渣），仅仅覆盖层满足规定要求是不够的，还必须考虑地下水等因素；此外，露天矿废墟如果回填大量的铀尾矿（渣），应该按照铀尾矿（渣）的标准进行设施建设并办理许可。	是		修改为“露天采矿废墟宜回填废石、污染建筑垃圾等废物，回填后应进行覆盖治理，恢复植被”	曾毅君
5	4.2.3	c) 最后一句建议调整一下顺序：“除保留必要的地下水监测井外，对所有工艺钻孔进行全孔封堵”；	是		修改为“除保留必要的地下水监测井外，对所有工艺钻孔进行全孔封堵”	曾毅君
6	4.2.4	原地爆破浸出采场退役到底要不要纳入该标准？一方面，原地爆破浸出工艺在我国已经不再使用，另一方面，该条款所列退役工艺的可靠性目前缺乏实验数据支撑，浸出尾渣即使达到稳定化处理以后也会对矿井水以及地下水构成威胁；	是		修改后，原地爆破浸出采场目前还没有成熟可靠的技术方案，本标准修订提出原则要求，修改为“根据原地爆破浸出采场的位置和矿井的水文地质条件，采取工程措施防止采场浸泡铀尾渣的废水污染地下水。”	曾毅君
7	4.3.1	d) 去污产生的铀矿冶放射性废物不建议运至废石场填埋，完全可以全部进入铀尾矿（渣）库填埋；	是		被污染的建（构）筑物去污产生的铀矿冶放射性废物优先运至铀尾矿（渣）库，但是部分污染建构筑物运至废石场也是可行的，不宜过于绝对。修改为：“被污染的建（构）筑物应进行去污处理，去污产生的铀矿冶放射性废物应运至铀尾矿（渣）库、废石场等填埋处置，水冶设施去污产生的铀矿冶放射性废物应运至	曾毅君

序号	章节	意见	是否采纳	不采纳原因	修改说明	专家
					铀尾矿（渣）库处置”	
8	4.3.2	a)笔误,应该是“满足 5.5 条要求”	是		修改为：“满足 5.5 条要求”	曾毅君
9	4.4.1	b)与 4.4.2, d)应统一规范对降氦层、植被层、覆盖层的描述；	是		尾矿（渣）库的覆盖治理要求表述与 GB23727-2020 保持一致。废石场的覆盖治理要求表述修改为“废石场宜采用单层覆盖体系，覆盖材料选用粘土、黄土等天然材料。覆盖层厚度根据氦扩散特征和覆盖材料屏蔽性能确定，考虑 10 cm 至 15 cm 厚的多年土壤侵蚀余量后，总厚度应不小于 50 cm”。	曾毅君
10	5.2	“污染建构筑物、设备、器材等应按铀矿冶放射性废物处理处置或去污后达到无限制开放或使用，其他设施或场地退役治理后后应达到无限制开放”建议修改为：“污染建构筑物、设备、器材等设施或场地，应按铀矿冶放射性废物处理处置或去污，尽可能达到无限制开放或使用”；	是		修改为“污染建构筑物、设备、器材等设施或场地，应按铀矿冶放射性废物处理处置或去污，尽可能达到无限制开放或使用”；	曾毅君
11	5	在“5 退役目标”一章，5.1 已经强调了 GB23727 的要求，5.3、5.4、5.5 等还要不要列？	是		本标准作为 GB23727 的铀矿冶退役专门标准，有对退役直接相关的限值进行界定。	曾毅君
12	6.1.2	“手段”建议改为“形式”；建议删除“历史监测数据无法满足调查要求的”，改为：“制定监测方案并开展现场监测……”	是		将“手段”修改为“形式”；将“历史监测数据无法满足调查要求的”修改为“制定监测方案并开展现场监测……”	曾毅君
13	6	表 1，序号 4，原地爆破浸出采场，监测对象建议增加采取坑道积液、井下溶液池等；序号 8，蒸发池建议修改为溶液池；序号 14，铀尾矿（渣）库，建议明确哪些工业场地需要监测浅层地下水；	是		原地爆破浸出采场暂无成熟的调查与治理方案，考虑一事一议的处理方案，需要调查的基本信息包括尾渣量，空间分布，水文地质特征等。 铀矿冶生产设施“溶液池”按照建构筑物归类，“蒸发池”作为地浸铀矿山重要环保设施单独列出。 已在修改版标准中明确“铀矿（渣）库下游浅层地下水”，该场地有可能为水冶、采矿工业场地，也有可能为其他用地，故不再明确场地。	曾毅君
14	6	表 2，序号 4，“重点监测 2m 以下壁面”建议修改为“重点监测操作面附近 2m 以下壁面”；序号 7,蒸发池建议修改为溶液池；序号 10，建议明确哪些工业场	是		已修改为“重点监测操作面附近 2m 以下壁面”。 “溶液池”按照建构筑物归类，“蒸发池”作为地浸铀矿山重要环保设施单独列出。	曾毅君

序号	章节	意见	是否采纳	不采纳原因	修改说明	专家
		地需要监测浅层地下水；			浅层地下水调查为设施为蒸发池和铀尾矿（渣）库下游浅层地下水。	
15	8.6	禁止从事的活动很多，只要符合限制条件就行，建议删除 b),c).	原则采纳		禁止从事破坏设施或场地完整性或稳定性的活动是基本要求。在其基础上，进一步要求不得种植可食用作物，和建房居住的长时间逗留，是三个层次的禁止要求。之外的其他活动不做禁止要求。	曾毅君
16		在源项调查、实施及验收、长期监护部分充分考虑生物、微生物影响因素。	原则采纳		源项调查是摸清源项放射性水平和污染范围，对生物、微生物影响较大因素如环境 pH、温度、湿度等不属于源项调查范畴。 此外，退役治理前应按照 GB23726 要求开展动植物生物环境质量调查工作，该部分内容已在 4.1.8 条体现。 实施阶段将铀尾矿（渣）、废石和污染土等进行集中处置，底部和顶部均设置多层保护层，使设施与生物圈隔离保护生态环境，该部分内已在 4.4 节体现。 验收阶段将按照 GB23726 和 HJ1347.2-2024 开展退役治理后动植物生物环境质量调查工作，该部分内容已在 4.1.8 条体现。 长期监护阶段对有限制开放设施覆盖层等进行巡查和修复工作，保护生态环境，确保与周围环境融为一体，该部分内容已在 8.4 节体现。	吴王锁
17		本标准不宜直接按照 GB23726 和 GB23727 执行，毕竟退役矿山的风险与正常运行矿山不同。	是		本标准属于 GB23727 铀矿冶退役相关内容的具体要求，标准过程中与 GB23726、GB14584 等标准修订过程进行了协调。	杨华庭
18	4.2	4.2 节坑井口的 Rn 气溢出宜有限制。	是		标准修改为“坑（井）口应采取封堵措施控制氡气外溢，恢复自然地貌。”	杨华庭
19	5.3	5.3 节宜表述为“0.74Bq/(m ² ·s)”，避免误解	是		修改为“表面氡析出率应不大于 0.74 Bq/（m ² ·s）”	杨华庭
20	5.4	5.4 节“当地本底值”宜明确为“当地对照点本底值”	原则采纳		当地本底值的说法是 GB23727 的规定，当地本底值的确定应按照 GB23726 相关要求开展。	杨华庭

序号	章节	意见	是否采纳	不采纳原因	修改说明	专家
21	5.6	5.6 节环境背景值, 宜明确其时间和地点;	原则采纳		当地本底值的确定应按照 GB23726 相关要求开展, 环境背景值不是单个时间和某一个地点, 应开展一系列的调查和评价工作后得出。	杨华庭
22	8	第 8 章中对无限制开放的长期监护是怎么处理的?	是		无限制开放设施不做任何限值, 无需开展监护工作。	杨华庭
23	9	第 9 章宜对退役资料的保存期做要求	是		标准的 4.1.10 铀矿冶设施退役和长期监护产生的档案资料应长期保存。	杨华庭
24	4.2.1	b)中, 绝大部分铀矿山, 无法采取井下封堵措施, 必要性也不大。建议增加“优先”两字, 改为“优先采取井下封堵措施, 从源头控制和减少流出水量”	是		该条文改为“优先采取井下封堵措施, 从源头控制和减少流出水量”	薛建新
25	4.3.2	a)中, 满足 5.4 应为满足 5.5。	是		修改为: “满足 5.5 条要求”	薛建新
26	4.4	尾矿库和废石场覆盖后, 植被类型应选择当地优势物种, 建议还应明确相关具体要求, 如是否能够种植乔木?	是		废物处置设施关闭技术要求中, 尾矿(渣)库、废石场覆盖后植被类型选择技术要求修改为“植被类型宜选择当地优势草本、灌木等植物种”。	薛建新
27	7.1.10	删除 7.1.10, 在 4.1.9 中对应急管理已有相关要求。	是		修改后的标准文本已删除 7.1.10 应急管理相关内容。	薛建新
28		标准, 尤其是辐射环境管理方面的标准, 必须把握“回归自然”为指导思想。	是		铀矿冶退役治理坚持对超过标准限值的设施源项进行退役治理, 结合周边环境, 恢复自然地貌。	刘森林
29		铀矿冶设施退役目标, 建议仅对尾矿(渣)库的治理目标作为有限制使用或开放。	原则采纳		4.1.3 铀矿冶设施退役放射性固体废物宜集中处置, 减少有限制开放的设施或场地。实践过程中, 部分单一开采矿山没有尾矿(渣)库, 只能集中到废石场, 尽可能减少有限制开放设施。	刘森林
30		废水治理以疏为主的指导, 若真有大量排水(退役治理后), 设个人工湖。尾矿(渣)库等治理目标能够实现复垦。废弃物处置选好处置地点才能实现长期稳定。	是		铀矿山废水自然生态修复目前尚处于研究阶段, 暂时没有形成成熟可靠的技术路线, 不宜提出明确的退役治理要求。鉴于尾矿(渣)库的长寿命核素特殊性, 有限制开放设施禁止种植可食用作物, 复垦难度较大。	刘森林
31		强调退役项目的环境治理的内容, 增加治理的内容;	是		铀矿冶退役包括设施退役和污染环境的治理。污染的环境包括工业场地、道路、农田、溪沟和池塘等, 还对地下水进行监测和修复进行了要求。	商照荣

序号	章节	意见	是否采纳	不采纳原因	修改说明	专家
32		增加地勘的内容；	是		修改后增加了铀矿地质勘查等设施退役和长期监护的辐射环境管理可参照执行。	商照荣
33		考虑铀矿冶项目特点,增加一事一议,一址一策的原则要求；	是		标准要求治理方案应根据现场特点进行经济技术论证。第四章一般要求“铀矿冶设施退役应进行方案比选,选择技术经济可行的方案,……。”	商照荣
34		对退役的定义需认真考量,应全面科学；	是		参考 IAEA 和其他标准进行了重新定义。	商照荣
35		个别词句需斟酌。	是		修改后对文件进行了校对审核。	商照荣