**《高水平放射性固体废物贮存设施运行维护指南》编制说明**

**（征求意见稿）**

**一、工作简况**

**1、任务来源**

本标准制定任务由中国核能行业协会文件关于《核电厂大修运行管理指南》等17项拟立项核协团标的公示（中核协标函〔2025〕289号）有关要求，开展中国核能行业协会团体标准制订任务，标准计划名称为《高水平放射性固体废物贮存设施运行维护指南》，主要起草单位为中核四0四有限公司，下达任务时间为2025-04-21，完成时间为2016年4月30日。

**2、主要工作过程**

（1）前期准备：

自上世纪五十年代，我国开始建立核工业以来，迄今为止，由核领域国家标准、核行业标准和能源行业核电标准、团体标准等构成现行有效标准3000多项，涉及反应堆、核燃料循环、核技术应用、核安全、核安保、辐射防护、信息化、质量与可靠性、核电前期、工程设计、设备、建造、调试、运行和退役等领域。随着我国核技术和核工程的发展与实践，相关各领域标准的制定也日趋完善。而在放射性废物治理领域，标准的建设相对滞后于工程实践。高水平放射性固体废物（简称“高放固体废物”）处理处置这一领域，因我国完整、成熟的工程技术还处于试验阶段，各个环节并无相适应的标准来进行规范。因此，我国产生高放固体废物的核设施大多采取整备后暂时（约30～50年）贮存的方式，保障环境和公众的安全。《高放固体废物贮存设施运行维护指南》即是从实践应用出发，适应我国放射性固体废物处理环节的一项重要规范要求。

2025年4月15日，在嘉峪关培训楼召开参加项目答辩会，对标准编制背景、技术内容、应用价值等核心内容进行了汇报，专家针对标准草案的创新性、关键技术内容、与国际标准、强制性标准的协调性方面提出专业质询。根据专家在答辩中提出的意见进行梳理分析，结合专家意见对标准草案的技术条款、编制说明等内容进行了进一步完善，提升了标准的科学性与严谨性。

（2）征求意见稿编制

2025年5月9日，中核四0四有限公司第二分公司质量部组织专家召开标准草案评审会，对草案逐条审议，对专家提出的技术问题进行了修改，确保技术内容的科学性、先进性与可操作性，最终形成《标准意见征求稿》及编制说明。

**3、主要参加单位和工作组成员及其所作的工作等**

主要起草单位为中核四0四有限公司、核工业标准化研究所、中核四川环保工程有限公司、生态环境部核与辐射安全中心。

主要起草人员为：李鸿伟、孙源锴、郭建锋

表1 编制组成员及分工

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 姓名 | 单位 | 承担任务 |
| 1 | 李鸿伟 | 中核四0四有限公司 | 参与编制 |
| 2 | 孙源锴 | 中核四0四有限公司 | 标准编制 |
| 3 | 郭建锋 | 中核四0四有限公司 | 技术支持 |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

**二、标准编制原则和主要内容**

**1、标准编制原则**

本标准主要依据《中国核能行业协会团体标准管理办法（试行）》的相关要求，按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的要求进行了标准编写。

（1）科学性

本标准是在对我国高放固体废物贮存设施运营单位进行了大量调研之后，依据各高放固体废物贮存设施多年运行与维护的实践经验为基础，并借鉴了IAEA．WS-G－6.1(2006)《STORAGE OF RADIOACTIVE WASTE》、IAEA.STI/DOC/10/229《Handling and Storage of Conditioned High-level Wastes》、IAEA-TEC/DOC－680《Requirements and methods for high level waste package acceptability》等国际标准、同时结合我国高放固体废物贮存设施运行与维护实际情况对本团体标准进行编写。

（2）实用性

本标准提供了高水平放射性固体废物（简称“高放固体废物”）贮存设施在运行与维护方面的建议与指导，包括厂房设计、废物接收、废物贮存、运行管理、设备设施维护、辐射防护、应急、质量保证等方面，适用于高放固体废物贮存设施的运行管理。使高放固体废物贮存设施的运行与维护向科学化、合理化方向迈进，减少高放固体废物接收、贮存等各方面的主观性、随意性，增加科学性、客观性。

**2、标准主要内容的依据**

本标准编写的格式应遵从GB/T 1.1-2009的要求，标准内容以工程实践为基础，依据各单位高放固体废物贮存设施多年运行经验，提供了高放固体废物贮存设施在运行与维护方面的建议与指导，主要包括厂房设计、废物接收、废物贮存、运行管理、设备设施维护、辐射防护、应急、质量保证等方面：

1）贮存设施运行及维护的基本要求：对贮存设施的运行及维护提供了总体性、原则性的建议与指导。

2）贮存设施设计：对贮存设施的寿命、分区、厂房通排风、贮存区贮存井（坑）等方面提供了具体建议与指导，确保贮存设施设计合理、质量可靠、运行符合国家相关规范要求。

3）高放固体废物接收：对废物包装、废物包内容物、送贮信息、检查项目等方面提供了具体建议与指导，确保所接收废物符合高放固体废物贮存设施的接收标准，废物信息记录完整，具有可追溯性。

4）高放固体废物贮存：对高放固体废物的贮存操作、贮存环境、运行记录等方面提供了具体建议与指导，保证高放固体废物在贮存期间不丢失、可追溯、废物容器完整可回取，以便进一步整备、处理、运输、和处置。

5）运行管理：对高放固体废物运营单位的体系管理、人员管理、程序管理及其他方面的管理提供了具体的建议与指导，保证贮存设施运行与维护时人员、程序等方面的秩序。

6）设备设施维护：对高放固体废物贮存设施及设备维护提供了具体建议与指导，应根据计划定期维护、检查、测试贮存设施内相关设备确保设备的性能及可靠性，保证设施正常稳定运行，最大程度减小事故发生的概率。

5）辐射防护：对贮存设施运营单位应为工人、公众和环境提供的保护及造成的辐射剂量限值做了规定，保证工人、公众和环境所受辐射剂量保持在尽可能低的水平；

6）应急：对运营单位应制定的应急准备和响应安排做了具体要求，以便在事故条件下快速做出反应；

**3、解决的主要问题**

高水平放射性固体废物（简称“高放固体废物”）处理处置这一领域，因我国完整、成熟的工程技术还处于试验阶段，各个环节并无相适应的标准来进行规范。因此，我国产生高放固体废物的核设施大多采取整备后（约30～50年）贮存的方式，保障环境和公众的安全。《高放固体废物贮存设施运行维护指南》即是从实践应用出发，对我国高放固体废物贮存设施运营单位进行了大量调研之后，依据各高放固体废物贮存设施多年运行与维护的实践经验为基础，对高放固体废物贮存设施在运行与维护等方面提出具体的建议与指导，主要包括厂房设计、废物接收、废物贮存、运行管理、设备设施维护、辐射防护、应急、质量保证等方面，适应我国放射性固体废物处理环节的一项重要规范要求。

**三、主要试验（或验证）情况**

无

**四、标准中涉及专利的情况**

本标准不涉及专利问题。

**五、预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况**

1）社会效益

公共安全保障：通过规范化高放废物贮存的运行及监测要求，可有效降低高放废物贮存过程中的辐射泄漏风险，减少对工作人员的危害，保障社会公共安全；

环境保护强化：规范化高放废物贮存的技术要求可确保贮存设施对地下水、土壤及大气环境的保护效能，防止放射性核素迁移扩散，维护区域生态安全；

2）经济效益

全周期成本优化：标准化的高放固体废物暂存可避免已贮存的废物因辐射泄漏等情况需重新包装贮存，降低贮存设施建设改造成本及再高放固体废物再贮存成本，规范化运行维护可减少年度运维费用；

国际竞争力提升：通过技术标准与国际原子能机构（IAEA）导则对接，推动我国放射性废物管理技术输出。

**六、与国际、国外对比情况**

本标准与国际标准和国外先进标准、强制性国家标准GB 14500《放射性废物管理规定》、GB 14500-2002《放射性废物管理规定》相协调。

1）国际高放废物处理处置标准现状

国际原子能机构(IAEA)是制定放射性废物安全标准的主要国际组织，其制定的标准在世界范围内得到广泛采纳。IAEA专门成立了废物安全标准顾问委员会，组织编制和审评废物安全标准。目前IAEA已经制定和正在制定的废物安全标准和相关文件有上百项，其中与高放废物处理处置相关的主要标准和技术文件涉及处置前管理基本要求、高放废液固化、固化体性能要求及相关检验方法、固体废物接收、回取、贮存以及深地质处置等。美国也制定了比较全面的放射性废物管理标准及大量文件，制定的与高放废物处置前管理相关的主要标准涉及高放废物和乏燃料的长期管理的机构框架、高放废物和乏燃料的可回取性、高放废物包可接收性的质保要求和方法等。另外国际标准化组织（ISO）也制定了2项高放废液固化相关标准。高放废物处置前管理相关标准见表2。

表2 国外涉及高水平放射性废物相关标准

| 序号 | 编号 | 名称 |
| --- | --- | --- |
| 1 | IAEA．GSG－1( 2009) | 放射性废物分类 |
| 2 | IAEA．GSR Part 5( 2009) | 放射性废物处置前管理 |
| 3 | IAEA．GS-G－3.3(2008) | 放射性废物处理、整备、贮存管理系统 |
| 4 | IAEA．GSG－3(2013) | 放射性废物处置前管理安全案例和安全评价 |
| 5 | IAEA．WS-G－6.1(2006) | 放射性废物的贮存 |
| 6 | IAEA-TECDOC－1323(2002) | 高放废物和乏燃料的长期管理的机构框架 |
| 7 | IAEA-TECDOC－1187(2000) | 高放废物和乏燃料的可回取性 |
| 8 | IAEA-TECDOC－680 | 高放废物包可接收性的质保要求和方法 |
| 9 | IAEA．STI/DOC /10 /356 | 从高放废液中分离和利用铯和锶的可行性 |
| 10 | IAEA．STI/DOC /10 /308 | 从高放废液中分离钌、铑和钯的可行性 |
| 11 | IAEA．STI/DOC /10 /191 | 需要冷却的高放废液的贮存和处理 |
| 12 | IAEA．STI/DOC /10 /229 | 整备的高放废物的搬运和贮存 |
| 13 | IAEA．STI/DOC /10 /258 | 废包壳和燃料端头部件的管理 |
| 14 | IAEA-TRS－291 | 高放废液设施排气系统的设计和运行 |
| 15 | DOE O 435. 1 | 放射性废物管理 |
| 16 | DOE M 435. 1－1 | 放射性废物管理细则 |
| 17 | DOE G 435.1－1 第2章 | DOE M 435. 1－1 的实施导则———高放废物管理要求 |
| 18 | DOE G 435. 1－1 第3章 | DOE M 435. 1－1 的实施导则———超铀废物管理要求 |
| 19 | DOE-RL－94－52 | 高放废液包装设计准则 |
| 20 | ISO 16797:2004 | 核能－Soxhlet 模式化学稳定性试验－高放废物玻璃基质 |
| 21 | ISO 6962:2004 | 核能－测试高放废物固化体基质长期 α 辐照稳定性的标准方法 |

国外相关标准标准如：IAEA．WS-G－6.1(2006)《STORAGE OF RADIOACTIVE WASTE》针对各级监管机构、操作员的职责、常见安全注意事项、废物包装要求、应急准备、设施厂房设计等内容做出了明确要求。本标准的正文逻辑及结构参考了该标准相关内容，对于高放固体废物贮存的上述环节提出了明确要求。

IAEA.STI/DOC/10/229《Handling and Storage of Conditioned High-level Wastes》中对高放固体废物暂存设施的结构设计、风冷降温的方式、库存指标、表面温度指标等提出了明确要求。对于贮存区高放废物包装体采取风冷降温的方式也是目前国内高放固体废物贮存设施的普遍做法，本标准参照该部分内容，并根据多年实际运行经验对相应贮存区废物包装体贮存工艺及相关参数进行了适应性调整。

IAEA-TEC/DOC－680《Requirements and methods for high level waste package acceptability》中针对送贮的高放固体废物包提出了明确要求，本标准中 7.2节同样为废物包接收要求，参考了IAEA标准的相关内容，同时在结合国内相关标准中对废物包装的要求对本标准中废物接收要求进行了完善和补充。

本标准是在参考国外（国际原子能机构IAEA）相关标准的基础上，结合国内已有的相关标准内容对高水平放射性固体废物的贮存管理要求进行补充和完善。

2）国内已发布标准情况

我国的法律法规，如《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性废物安全管理条例》等法律法规都明确规定了高放废物的处理、整备、运输、贮存、处置在内的所有行政和技术活动都要符合严格的标准。而目前我国绝大多数的废物处理处置标准是针对低中放废物编制的，仅存在部分较为通用的标准和极少数针对性较强的标准适用于高放废物处理处置，具体情况见表3。

表3 国内涉及高水平放射性废物相关标准

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 标准号 | 标准名称 | 发行年份 |
| 1 | EJ/T 940-1995 | 核燃料后处理厂放射性废物管理技术规定 | 1995 |
| 2 | EJ/T 20012-2012 | 高放废物处置前管理技术规定 | 2012 |
| 3 | GB 14500-2002 | 放射性废物管理规定 | 2002 |
| 4 | GB 11929-2011 | 高水平放射性废液贮存厂房设计规定 | 2011 |

如表2所示，国内涉及高水平放射性废物管理的相关标准仅有GB 11929-2011《高水平放射性废液贮存厂房设计规定》，该标准规定了乏燃料后处理产生的高放废液贮存厂房的设计过程，并不能规范高水平放射性固体废物的贮存过程。以下三项标准中部分内容涉及放射性固体废物的贮存，但并未针对高水平放射性固体废物的特点提出针对性规定：

EJ/T 940-1995 《核燃料后处理厂放射性废物管理技术规定》涉及高水平放射性固体废物贮存的内容为：第七章固体废物的贮存中“7.1.2.1 高放固体废物和超铀废物中间贮存库的容量应该能容纳核燃料后处理厂全寿期内运行、检修所产生的全部高放固体废物和超铀废物。7.1.2.2 核燃料后处理厂营运单位应对高放固体废物和超铀废物在暂存库的暂存时间提出建议，并申报主管部门批准。该标准对高放固体废物暂存库的容量、暂存时间进行了描述。

EJ/T 20012-2012 《高放废物处置前管理技术规定》涉及高水平放射性固体废物贮存的内容为：第八章高放固体废物处置前管理中“高放固体废物贮存的目的是在其被处置前确保高放废物包的安全和可回取性。其主要措施包括应设置以下装置或系统∶a) 充分有效的冷却和监测系统，防止废物包的温度超过设计规定的限值；b) 能正确监测废物包破损的装置；c) 安全可靠，可远距离操作和回取废物包的装置。”该标准对高放固体废物包温度、防破损及回取方面进行描述。

GB 14500-2002 《放射性废物管理规定》涉及高水平放射性固体废物贮存的内容为：第十二章废物的贮存中“12.2.1.1 废物应按其放射性活度和所含核素半衰期的不同分类贮存。12.2.1.2 贮存库的设计和运行应便于废物包的监视、识别、回取和管理。12.2.1.3 应根据库址的自然条件（如温度、湿度、空气中腐蚀性成分的含量）和废物特性（如侵蚀性、释热，放射性活度等）采取必需的措施（如通风、除湿、防火、防水、防震、防雷击、防撞击、屏蔽、冷却、实物保护、剂量监测等），保证在规定的贮存期限内废物的安全和容器的完好。必要时，应对废物包进行探测，以便及早发现容器损坏、放射性泄漏或容器内有气体产生。12.2.1.4 贮存库的设计应考虑适当的冗余度，以满足检修和事故工况下废物量可能增加的需求。贮存在库中废物的贮量（体积和放射性总活度）和贮存时间不得超过设计规定或审管部门的要求。对贮存含易裂变材料的废物库，应采取防核临界措施。12.2.1.5 经过贮存衰变，如果废物的放射性活度浓度达到免管或极低放的水平，经审管部门批准可分别按免管废物或极低放废物进行处理或处置。12.2.1.6 应为检修或退役中产生的大件废物设置贮存场所。贮存场所的设计应考虑废物安全和废物对场地的可能影响，以及废物回取和转运的可能性。拟送贮存场所的废物的表面剂量应达到运输规定要求。12.2.1.7 贮存库应建立废物档案和出入库登记制度，保证废物始终处于有效监控之下。”该标准对废物分类贮存、贮存库的设计进行了描述。

本标准在符合上述核行业标准要求的基础上，对于高放固体废物贮存设施运行过程中的相关技术要求（如废物包接收要求、贮存设施的运行要求）及管理要求进行了丰富和扩充。

**七、在标准体系中的位置，与现行相关法律、法规、规章及标准，特别是强制性标准的协调性**

本标准遵循《中华人民共和国放射性污染防治法》《放射性废物安全管理条例》《核安全法》《放射性废物管理条例》《放射性固体废物贮存和处置许可管理办法》等法规；与强制性国家标准GB 14500《放射性废物管理规定》、GB 14500-2002《放射性废物管理规定》相协调。

**八、重大分歧意见的处理经过和依据**

无。

**九、标准性质的建议说明**

建议本标准的性质为团体标准。

**十、贯彻标准的要求和措施建议**

本标准的目的时为了指导、规范乏燃料后处理高水平放射性固体废物的安全稳定贮存运行，包括废物包接收要求、贮存设施的运行要求等方面。因此，标准发布后，为了使标准颁布后能够更好的实施，建议主办部门开展标准宣传、标准培训学习、标准使用经验总结及评价反馈等活动，提高标准的知悉范围和影响深度、广度，促进该标准更好的贯彻实施。

**十一、废止现行相关标准的建议**

无

**十二、其他应予说明的事项**

无