

附件3

《低、中水平放射性固体废物岩洞处置安全规定
(征求意见稿)》编制说明

二〇二二年十月

目 录

一、项目背景	3
1.任务来源	3
2.工作过程	4
二、标准修订必要性	4
三、标准修订的原则与思路	4
1.标准修订的原则	4
2.标准修订的主要思路	4
四、标准修订主要内容	5
1.标准框架结构	5
2.主要修订内容	6
五、与国内外标准的对比分析	11
1.国际相关标准	11
2.国内相关标准	11
六、对实施本标准的建议	12

《低、中水平放射性固体废物岩洞处置安全规定（征求意见稿）》编制说明

一、项目背景

1. 任务来源

自《低中水平放射性固体废物的岩洞处置规定》（GB 13600-92）实施以来，我国在放射性废物处置领域的科学技术水平显著提高，工程设计能力迅猛发展，相关工程实践不断丰富；另外，国内陆续发布实施了一批核与辐射安全法规标准，这些法规标准为本次修订工作提供了重要的前提和依据。

在岩洞处置工程实践方面，中国核电工程有限公司从2015年起开展了福建核电环保配套项目的选址、设计工程研发等工作；中广核工程有限公司也开展了广东省内岩洞处置的探索工作。通过上述项目的实施，积累了一定的岩洞处置设计、建设方面的工程经验，为本次修订工作提供了必要的技术支撑。

国际上低中放废物岩洞处置经过数十年的发展，目前整体工程技术水平已日趋成熟，目前已有一些岩洞处置实践，如瑞典SFR处置库（埋深为地面以下60m，主要处置核电及核技术利用产生的低中放废物，处置类型为巷道与筒仓形式，处置围岩为花岗岩）、芬兰Olkiluoto处置库（埋深为地面以下70-100m，主要处置核电运行产生的低中放废物，处置类型为筒仓形式，处置围岩为花岗岩）与Loviisa处置库（埋深为地面以下110m，主要处置核电运行产生的低中放废物，处置类型为巷道形式，处置围岩为花岗岩）、韩国月城处置库（埋深为地面以下80-130m，主要处置核电运行产生的低中放废物，处置类型为筒仓形式，处置围岩为花岗岩）等。以上岩洞处置库的建成与运行，对岩洞处置工程技术的可实施性与安全性提供了证明。目前中国核电工程有限公司、中广核工程有限公司等对上述国际岩洞处置工程实践均开展了较为深入的调研活动，已充分了解其设计、建设和运行情况，这些调研工作均可作为本次修订工作的重要借鉴。

为加强放射性废物处置管理，完善核与辐射法规标准体系，2022年1月生态环境部辐射源安全监管司，根据需求和前期准备工作进展情况，委托中国核电工程有限公司、中广核工程有限公司共同承担国家标准《低中水平放射性固体废物的岩洞处置规定》（GB 13600-92）修订工作。在接到工作任务后，中国核电工

程有限公司、中广核工程有限公司联合中国辐射防护研究院、长江勘测规划设计研究有限责任公司成立了标准编制组，开展标准修订工作。

2. 工作过程

2022年1月生态环境部辐射源安全监管司组织了本标准修编的开题论证会，对标准修订原则与编制组完成的标准草案进行了专家咨询。编制组依据开题论证会专家意见对标准草案进行了修改，经过反复研究、协调，形成征求意见稿（初稿）。

2022年8月生态环境部辐射源安全监管司组织召开了征求意见稿（初稿）的技术审查会，专家组通过了征求意见稿（初稿），并提出了进一步完善建议。会后，编制组根据会议意见，修订完成了目前的征求意见稿。

二、标准修订必要性

为保证岩洞处置活动与现阶段国内外相关法规、标准相适应，全面反映我国在放射性废物岩洞处置方面积累的能力，总结现有的科研设计及工程实践经验，特开展本标准修订工作。

岩洞处置作为低、中水平放射性固体废物安全处置的一种重要方式，由于其自身安全功能更强、环境更友好而越来越受到重视和考虑。近年来，我国已实际启动岩洞处置的工程建设研究，积累了相应工程建设经验，现阶段启动本标准的修订工作，可指导国内岩洞处置工程项目的顺利开展。

三、标准修订的原则与思路

1. 标准修订的原则

本次修订遵循以下原则：

- （1）与我国新颁布的法规、标准及核安全审评的要求相协调；
- （2）基于科学性原则，修订本标准；
- （3）本标准应具有普遍性和可操作性，易于推广使用；
- （4）基于实事求是的原则，修订本标准。

2. 标准修订的主要思路

- （1）本标准格式遵循生态环境部发布的《国家生态环境标准制修订工作规

则》(国环规法规〔2020〕4号)以及《标准化工作导则 第1部分:标准的结构和编写规则》(GB/T 1.1-2020)的相关要求,开展标准修订工作。

(2) 基于国内外低、中水平放射性固体废物岩洞处置设计、建造、运行及监管经验开展标准修订工作。

(3) 基于相关的国家标准(GB)、行业标准(HJ、EJ)、核安全导则(HAD),以及核安全法规技术文件(HAJ)开展标准修订工作。

(4) 基于IAEA标准等开展标准修订工作。

四、标准修订主要内容

1. 标准框架结构

标准框架总体上仍沿用原标准的排序逻辑,主要按照现行标准规范做法,对标准格式进行了优化完善,按照国际工程经验及国内相关研究设计方案重点补充了处置设施设计、运行、关闭、监测和检查的最新要求以及对中水平放射性固体废物岩洞处置的特定要求,并以安全全过程系统分析替代原有的安全分析与环境影响评价内容。

表1 原标准与修订后标准章节框架对比表

章节设置	原标准	章节设置	修订后标准
			前言
1	主题内容与适用范围	1	适用范围
2	引用标准	2	规范性引用文件
3	术语	3	术语和定义
4	一般要求	4	总则
5	废物	5	废物
6	场址选址	6	场址选择
7	处置场设计、建造、调试	7	处置设施设计和建造
8	处置场运行	8	处置设施运行
9	处置场关闭	9	处置设施关闭
10	处置场监督	10	处置系统监测和检查
11	管理		
12	安全分析和环境影响评价	11	安全评价与安全全过程系统分析
13	质量保证	12	质量保证

章节设置	原标准	章节设置	修订后标准
		13	中水平放射性固体废物岩洞处置特定要求
附录 A	废矿井调查内容（参考件）	附录 A	（规范性附录）选址和评价准则及所需资料

具体修改为：补充“前言”章节，将第1章“主题内容与适用范围”更改为“适用范围”，将第2章“引用标准”更改为“规范性引用文件”，第3章“术语”更改为“术语和定义”，以上更改均为按照现行标准的一般做法对标准格式与行文的补充完善。第5章、第6章名称保持不变，第7章、第8章将名称中的“处置场”更改为“处置设施”，并将第7章调试部分调整至第8章，第10章按照最新要求将“处置场监督”更改为“处置系统监测和检查”，删除第11章（根据开题论证会专家意见，本次标准修订定位上更偏于技术性，应弱化管理内容），将第12章更改为“安全评价与安全全过程系统分析”。根据征求意见稿（初稿）专家审查意见，增加13章“中水平放射性固体废物岩洞处置特定要求”。删除原标准附录A废矿井调查内容，并新增规范性附录“选址和评价准则及所需资料”。

2. 主要修订内容

（1）标准名称

为了体现本标准修订后是对技术要素提出的安全要求，将原标准名称中的“规定”改为“安全规定”，标准名称从《低中水平放射性固体废物的岩洞处置规定》更改为《低、中水平放射性固体废物岩洞处置安全规定》。

另外，根据《放射性废物分类》公告，低水平放射性废物、中水平放射性废物分别采用近地表处置、中等深度处置方式。岩洞型处置可作为低水平放射性废物处置的一种方式，同时，岩洞型处置在适当设计下，存在处置中水平放射性废物的可能性，因此，仍然保留“低、中水平”的表述。

需要特别注意的是，本标准主要针对以大量低水平放射性废物及不含超铀长寿命 α 核素中水平放射性废物为处置对象的岩洞处置设施，以服务于我国核电大省的废物处置需求，不适用于为专门处置中等水平放射性废物而建造的中等深度处置设施。对于专门建设的处置所有种类和来源的中放废物的中等深度处置设施，可考虑在时机与技术水平具备的条件下，对本标准进行适宜性转化或专门制定中等深度处置设施的安全要求标准。

(2) 适用范围

明确本标准适用于为处置大量低水平放射性固体废物及不含超铀长寿命 α 核素中水平放射性固体废物而建造的岩洞处置设施,利用现有洞室的处置活动可参考使用,但需论证达到本标准要求的安全防护水平。

需要说明的是:本标准中所包含的中水平放射性废物,主要指核电厂运行、退役等过程中产生的不含超铀长寿命 α 核素的中水平放射性固体废物,如反应堆堆内构件等,同时该类中水平放射性废物在整体处置废物量中仅为少量占比。

此外,对于废矿井这一采用“利旧”方式进行处置的办法,需要经过慎重详尽的安全论证后进行实施,本次修订中暂删除了适用于废矿井的相关内容。

(3) 规范性引用文件

增加了《低、中水平放射性固体废物近地表处置安全规定》(GB 9132-2018)、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871)等一系列最新标准。

(4) 术语和定义

删除了“管理机构”、“营运单位”等管理性术语,使得本标准更倾向于技术性标准。

增加了“监测”、“检查”等术语,该定义与《放射性废物处置设施的监测和检查》(HAD 401/09)相一致;增加了“安全全过程系统分析”、“坚稳性”、“有组织控制”等术语,该定义与《低、中水平放射性固体废物近地表处置安全规定》(GB 9132-2018)、《放射性废物处置安全全过程系统分析》(NNSA-HAJ-0001-2020)等相一致。

(5) 总则

该部分主要基于现阶段最新的法规标准对岩洞处置的一般要求进行规定,将原标准中“4 一般要求”改为“4 总则”,包括“4.1 废物处置的基本安全要求”、“4.2 废物处置的辐射防护要求”。

对于“4.1 废物处置的基本安全要求”,结合IAEA的SSG-29《Near Surface Disposal Facilities for Radioactive Waste》、美国10CFR61《Licensing Requirements for Land Disposal of Radioactive Waste》、国标GB 9132-2018、HAD 401/10,提出了“包容和隔离、坚稳性、多重屏障、被动安全”等具体要求;增加“循序渐进、迭代设计和安全全过程系统分析”的要求。

对于“4.2 废物处置的辐射防护要求”，明确“处置系统在正常运行工况和事故工况对工作人员和公众所造成的辐射照射应符合 GB 18871 的要求，并在考虑了技术、经济和社会因素之后应保持在可合理达到的尽量低水平”，规定“通过各种途径向环境释放的放射性核素对公众中代表性个人造成的年有效剂量不得超过 0.25mSv”，这与 IAEA 的 SSG-29、美国 10CFR61、国标 GB 9132 的要求基本一致。对于在处置设施的有组织控制解除后的任何时间内，对无意闯入处置设施或接触废物的个人提供保护，无意闯入者持续受到照射的年有效剂量不超过 1mSv，单次急性照射的有效剂量不超过 5mSv，这与 10CFR61、SSG-29、国标 GB 9132 等的理念相一致。

(6) 废物

原标准中的“5 废物”分为“5.1 性能要求”和“5.2 包装要求”，本次修改为“5.1 废物体特性要求”、“5.2 废物包特性要求”和“5.3 废物接收准则”。

原标准中规定的处置废物条件过于原则，因此将该章内容调整为三节，并增加一些更具体内容。其中，5.2 改为“废物包特性要求”，规定废物包装容器和废物包应符合 GB 11806、GB 12711 等相关标准要求，对容器内盛装的废物和废物包的标志和编号提出了要求。增加了“5.3 废物接收准则”，根据 GB 9132、IAEA SSG-29，提出“处置设施营运单位应根据 5.1、5.2 的要求、处置设施的环境特性和采取的工程措施，经过安全评价给出废物接收准则”，并给出了废物接收准则应包含的主要内容。

(7) 场址选择

本章是在原标准“6 场址选择”的基础上进行的修订，修订内容参考了《低、中水平放射性固体废物近地表处置安全规定》(GB 9132-2018)、《低、中水平放射性固体废物近地表处置设施的选址》(HJ/T 23-1998) 等标准，并按照国内核电厂选址经验等将原标准选址步骤修改为：普选、初步可行性研究、可行性研究三个阶段。

按照 HJ/T 23 及 IAEA SSG-29 相关内容及其属性归类，将原标准“6.2 场址要求”修改为“选址和评价准则及所需资料”，分别包括地震地质、工程地质、水文地质、地球化学、人类活动和其它自然特性、土地利用和资源、社会经济等内容，使要求更明确，并从内容突出重点、行文简洁等方面的考虑将本部分调整

为规范性附录。

(8) 处置设施设计和建造

将原标准中的“7 处置场的设计、建造、调试”改为“7 处置设施设计和建造”。强调应充分利用天然屏障并设置工程屏障来保证和提高处置设施的包容和隔离功能。对处置设施的辐射监测设计提出了要求。对于接收高表面剂量率废物包的处置设施，提出“应设置远距离或遥控转运及码放废物包的设备”。明确应根据具体场址特征通过安全全过程系统分析确定处置设施的设计处置容量。结合国内外实践，对处置设施布置、通风设计、防排水设计、照明等辅助设施等提出要求。另外关于原标准中的“调试”内容，根据专家意见调整至处置设施运行章节的一般要求中。

(9) 处置设施运行

原标准中“8 处置场运行”分为“8.1 废物接收”、“8.2 处置运行”、“8.3 运行安全”，本次修改为“8.1 一般要求”、“8.2 废物包的接收”、“8.3 废物包的码放”、“8.4 处置洞室的填充”、“8.5 异常情况”五个部分，增加了“一般要求”。原标准“8.1 废物接收”在本次修订中列入处置设施运行的一部分，原标准的“8.3 运行安全”在本次修订中修改为“8.5 异常情况”，原标准的“8.3.1”，在本次修订中，修改列入“监测和检查”章节。

(10) 处置设施关闭

原标准中“9 处置场关闭”分为“9.1 关闭的原因和条件”、“9.2 关闭主要步骤”，本次修改为“9 处置设施关闭”，并划分为“9.1 一般要求”、“9.2 关闭类型”、“9.3 关闭的主要步骤”三个部分。删除了原标准中“9.2.4 记录保存”，记录保存的要求贯穿于处置设施的运行和关闭等各个阶段，本次修订在运行、关闭等章节均提出了记录保存的要求，不再单独列为一节进行阐述。

修订标准中增加了“9.1 一般要求”，将“9.2 关闭类型”分为正常关闭和非正常关闭两大类，在“9.3 关闭的主要步骤”提出了对长期不用的辅助设施进行退役和拆除。

(11) 处置系统监测和检查

将“10 处置场监督”修改为“处置系统监测和检查”。

关于监测和检查阶段划分，在 GB 13600-92 中，分为“运行阶段的监督”、

“关闭期间及关闭后的监督”，综合考虑最新的标准情况（GB/T 15950、GB 9132-2018、HAD 401/09、NNSA-HAJ-0001-2020），重新划分为“运行前阶段的监测和检查”、“运行阶段的监测和检查”、“关闭后阶段的监测和检查”三大部分。

10.1 参考原标准 10.1 节“监督的基本职能”，规定了监测和检查的一般要求，增加了为公众提供信息等表述。

10.2 新增小节，增加运行前阶段的监测和检查内容。

10.3 补充运行阶段检查内容。

10.4 删除“关闭后的监督应由政府部门指定的监督机构进行”等管理性相关内容；删除“处置场关闭后监督及其它有关费用应在处置运行前作出预算，并从处置废物收费中按比例提取。”等内容，补充关闭后阶段的检查内容。

（12）安全评价与安全全过程系统分析

将原标准中“12 安全分析和环境影响评价”改为“安全评价与安全全过程系统分析”，包括“一般要求”、“关闭后的长期安全”。该部分内容是根据 IAEA 相关的安全导则（如 SSG-23）要求、国内外经验、以及 GB 9132-2018 和 NNSA-HAJ-0001-2020 进行修订，保证了对处置系统所有安全问题进行分析评价，证明处置系统的坚稳性、对人类和环境的辐射防护水平符合相关法规标准的要求，且辐射防护已达到最优化水平，重点关注处置设施关闭后的长期安全。

（13）质量保证

将本章节结构修改为“12.1 一般要求”、“12.2 选址”、“12.3 设计、建造和运行”、“12.4 关闭和关闭后控制”四个部分，并将原标准质量保证条文修改后纳入“12.1 一般要求”中。

（14）中水平放射性固体废物岩洞处置特定要求

除本标准的一般规定外，考虑对于中水平固体废物的接收处置在包容隔离、处置容器、处置洞室方面还存在一些特殊要求，根据征求意见稿（初稿）专家审查意见，本次修编增加了“13 中水平放射性固体废物岩洞处置特定要求”，进一步明确了岩洞处置中水平放射性固体废物的具体要求。一是岩洞处置中水平放射性废物应经过安全全过程系统分析；二是中水平放射性固体废物的包容、隔离要求相较于低水平放射性废物的要求更高，至少应为 1000 年，并应根据情况选择包容能力更强的处置容器形式；三是在处置码放中，中水平放射性固体废物应与

低水平放射性固体废物分区处置，且应处置于地表 50 米以下低渗透性岩土体的岩洞中，同时应设置远程码放废物包的设备，以满足运行阶段的辐射防护安全要求；四是应加强对中水平放射性固体废物包的监测检查要求。

五、与国内外标准的对比分析

1. 国际相关标准

IAEA 在上个世纪先后出版了三部与岩洞处置相关的安全标准，分别为《Disposal of Low-and Intermediate - Level Solid Radioactive Wastes in Rock Cavities》(Safety Series No.59，1983 年，已废止)、《Site Investigations, Design, Construction, Operation, Shutdown and Surveillance of Repositories for Low-and Intermediate - Level Radioactive Wastes in Rock Cavities》(Safety Series No. 62, 1984 年, 已废止)、《Acceptance Criteria for Disposal of Radioactive Wastes in Shallow Ground and Rock Cavities》(Safety Series No. 59, 1985 年, 已废止)。以上 IAEA 安全标准为原标准 (GB 13600-92) 的制定提供了重要依据。本次标准修订，主要是在近年来最新技术成果与工程实践经验基础上开展的，是对以上 IAEA 安全标准的继承与发展。

2. 国内相关标准

如前所述，自《低中水平放射性固体废物的岩洞处置规定》(GB 13600-92) 实施以来，国内与之相关的核与辐射安全法规和标准等陆续发布实施。

其中，《中华人民共和国放射性污染防治法》、《中华人民共和国核安全法》、《放射性废物安全管理条例》、《电离辐射防护与辐射源安全标准》(GB 18871-2002) 等分别为本标准修订提供了法律法规授权和技术基本依据。

《放射性废物分类》(环境保护部、工业和信息化部、国家国防科技工业局公告 2017 年第 65 号)、《低、中水平放射性固体废物包安全标准》(GB 12711-2018)、“低、中水平放射性废物固化体性能要求”(GB 14569 系列)、“低、中水平放射性废物高完整性容器”(GB 36900 系列) 等对废物分类、废物性能、废物包性能等提出了最新要求；《低、中水平放射性固体废物近地表处置安全规定》(GB 9132-2018)、《放射性废物处置安全全过程系统分析》(NNSA-HAJ-0001-2020) 中全面引入了安全全过程系统分析要求，这些标准、法规文件为本标准相关内容编

制提供了技术依据。此外，包括《放射性物品安全运输规程》(GB 11806-2019)、《放射性废物处置设施的监测和检查》(HAD 401/09-2019)、《核设施放射性废物处置前管理》(HAD 401/12-2020)等在内的一系列核与辐射安全法规、标准的发布实施，也为本次修订工作提供了重要的前提和依据。

六、对实施本标准的建议

(1) 本标准的修订与颁布实施，旨在根据最新技术发展动态推进国内岩洞处置工程进展，特别是为我国核电大省废物处置决策提供科学依据。

(2) 本标准颁布实施后，正在开展岩洞处置工程研发设计的单位与运营单位可及时将现有方案与标准中提出的相关安全要求进行比较分析，并根据本标准内容对设计与管理要求进行优化、完善，确保本标准提出的各项技术内容落实于工程实践。

(3) 本标准中对于不含超铀 α 核素的中放废物的处置首次明确了安全要求，对于低成本的实现这类废物的处置，提供了解决方案，具有良好的经济效益。

综上，本标准的及时发布实施将产生良好的社会效益与环境效益。