

附件 3

《放射性固体废物近地表处置安全分析报告 格式与内容 (征求意见稿) 》编制说明

一、起草背景

放射性废物处置是放射性废物安全管理实施的重要环节,按照我国现行监管体系与核设施安全许可制度规定,处置设施营运单位在设施选址、建造、运行等阶段的许可申请中,需对场址环境与工程设计方案进行科学评价,编制提交安全分析报告与环境影响评价报告作为处置活动的批准依据。同时,随着国际放射性废物处置技术的发展与进步,国际原子能机构在 2012 年发布的放射性废物处置特定安全导则 (SSG-23) 中,提出了开展放射性废物处置安全全过程系统分析的要求,用以论证处置设施安全,统筹协调放射性废物处置管理与决策。

国际原子能机构提出的安全全过程系统分析要求与我国现行的处置设施安全分析与环境影响评价工作相比,在主体内容和基本原则上一致性,同时也对处置安全可信度论证,特别是在不确定性管理、景象开发、处置系统长期演化预测等方面提出了更高的要求。安全全过程系统分析理念的引入,对我国处置安全分析与环境影响评价工作的完善与技术提升具有积极的促进意义。近期发布的《低、中水平放射性固体废物近地表处置安全规定》(GB 9132-2018) 及《放射性废物处置安全全过程系统分

析》(NNSA-HAJ-0001-2020)中,均引入了安全全过程系统分析的概念,并将安全全过程系统分析作为我国处置设施安全分析与环境影响评价工作开展的指导与依据。

核安全法规技术文件《放射性固体废物近地表处置安全分析报告格式与内容》(以下简称本技术文件)的编制,是在基于我国近地表处置设施安全分析经验及以上技术发展背景下,对我国处置安全分析与环境影响评价体系的进一步补充完善与优化提升,以满足我国放射性废物处置发展需要。

二、起草原则

本技术文件以我国法律法规中的相应规定和要求作为指导,基于我国近地表处置设施安全分析工作经验以及安全审评经验与要求编制而成。在国际标准方面,国际原子能机构特定安全导则 SSG-23《放射性废物处置安全全过程系统分析和安全评价》(The Safety Case and Safety Assessment for the Disposal of Radioactive Waste)和特定安全导则 SSG-29《放射性废物近地表处置设施》(Near Surface Disposal Facilities for Radioactive Waste)均提出了近地表处置设施安全分析的相关工作要求,同样是本技术文件编制的重要参考。

三、起草过程

2018年,核三司组织中国核电工程有限公司开展“基于安全全过程系统分析的我国放射性废物处置安分、环评报告组成及文件管理研究”工作,通过本课题研究,课题组对安全全过程系统分析最新理念与要求进行了深入分析,并结合我国放射性废物处置监管体系特点,提出了基于安全全过程系统分析的放射性废

物处置安全分析、环境影响评价报告编制要求与内容建议。

2021年，核三司组织中国核电工程有限公司开展“放射性废物管理设施安全评价中事故景象分级分类和景象清单研究”工作，提出了放射性废物处置设施安全评价中应考虑的事故景象分级分类清单。

以上两个课题的开展，为本技术文件的编制奠定了坚实基础。

2022年1月，核三司组织中国核电工程有限公司、核与辐射安全中心共同成立课题组，按照技术文件要求开展编制工作；2月，课题组完成了技术文件（草案）；4月对技术文件（草案）组织了专家审查会，根据专家意见对草案进行修订，形成技术文件及编制说明（征求意见稿）。

四、与现行法律法规、标准的关系

我国现行的多项放射性废物处置相关法律、法规、标准，均提出了开展放射性废物处置安全分析的工作要求。其中《中华人民共和国核安全法》明确规定，核设施营运单位在设施选址、建造、运行、退役等活动申请中应向国务院核安全监督管理部门提交安全分析报告作为许可支持材料，其它相关标准导则中同样给出了处置设施的具体安全分析要求，相关内容摘录如下：

《中华人民共和国核安全法》规定，核设施营运单位应当对地质、地震、气象、水文、环境和人口分布等因素进行科学评估，在满足核安全技术评价要求的前提下，向国务院核安全监督管理部门提交核设施选址安全分析报告，经审查符合核安全要求后，取得核设施场址选择审查意见书。核设施建造前，核设施营运单

位应当向国务院核安全监督管理部门提出建造申请，并提交核设施建造申请书、初步安全分析报告、环境影响评价文件、质量保证文件、行政法规规定的其他材料。核设施首次装投料前，核设施营运单位应当向国务院核安全监督管理部门提出运行申请，并提交核设施运行申请书、最终安全分析报告、质量保证文件、应急预案、法律行政法规规定的其他材料。核设施退役前，核设施营运单位应当向国务院核安全监督管理部门提出退役申请，并提交核设施退役申请书、安全分析报告、环境影响评价文件、质量保证文件、法律行政法规规定的其他材料。

《放射性废物安全管理条例》规定，建造放射性固体废物处置设施，应当按照放射性固体废物处置场所选址技术导则和标准的要求，与居住区、水源保护区、交通干道、工厂和企业等场所保持严格的安全防护距离，并对场址的地质构造、水文地质等自然条件以及社会经济条件进行充分研究论证。低、中水平放射性固体废物处置设施关闭后应满足 300 年以上的安全隔离要求。

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）规定，应在不同阶段（包括选址、设计、制造、建造、安装、调试、运行、维护和退役）对实践中源的防护与安全措施进行安全评价，以：在分析外部事件对源的影响和源与其附属设备自身事件的基础上，鉴别出可能引起正常照射和潜在照射的各种情形；预计正常照射的大小，并在可行的范围内估计潜在照射发生的可能性与大小；评价防护与安全措施的质量和完善程度。

《放射性废物管理规定》（GB 14500-2002）规定，在废物管理设施的选址、设计、建造、运行及退役或处置场关闭的各个阶

段应优先考虑安全的需求，以保证设施在寿期内的安全，并保证公众不会遭受不可接受的危害。固体废物处置系统应能提供足够长的安全隔离期。通常，低、中放废物的隔离期不应少于 300 年。固体废物处置设施应根据需要设置不同的多重屏障，包括工程屏障（废物体、废物容器、处置结构和回填材料）和天然（地质）屏障，以实现废物与环境的有效隔离。应把多重屏障视作一个整体系统，每个屏障应对系统的安全作出有效的贡献。某一屏障的不足应由其他屏障加以弥补。安全分析和环境影响评价的目标是通过报告书的编制、审评和批准，确认该放射性废物管理设施或活动是安全的，对环境可能造成的影响是可接受的，满足有关法规、标准和审管的要求。安全分析应说明废物管理设施或活动的安全性、运行中可能出现的事故和事件以及必要的防范对策。

《低、中水平放射性固体废物近地表处置安全规定》（GB 9132-2018）规定，应采取循序渐进的方式开展选址、建造、运行和关闭活动，并通过对处置系统的性能和安全进行迭代设计和评价，为选址、建造、运行和关闭的每一步骤提供支持。近地表处置场的安全全过程系统分析，是近地表处置场选址、建造、运行、关闭、关闭后监测整个过程中每一阶段依法依规开展相关安全与环境分析论证，产生的技术文件的集成。安全全过程系统分析应包括对所有安全问题的分析评价，以证明处置场的坚稳性、对人类和环境的防护水平符合相关法规标准的要求和辐射防护已达到最优化，重点关注关闭后的长期安全。应根据场址、设施和所处置废物的特性，确定关闭后的长期安全分析评价的时间范围，且应覆盖最大/峰值剂量或危险出现的时间。关闭后的长期

安全评价应包括：处置系统及处置系统演变的描述；处置系统性能的评价；验证处置设施满足设计的要求；人类无意闯入活动的评价；对不确定因素的分析；质量保证的描述。。

《放射性废物近地表处置场选址》(HAD401/05-1998)要求，在规划选址阶段，应评价已有的安全分析方法，选定基本方法与模型，并进行一般性安全评价，以评估所建议的处置场对预期处置的废物是否能够满足安全要求。区域调查阶段，应根据选址准则，筛选出一处或几处候选场址，以供在场址特性评价阶段对它们进行评价。场址特性评价阶段，应对每处候选场址作初步安全评价，以鉴定其是否适合于建造处置场。场址确定阶段，应针对特定场址对安全分析数据和模型进行修改，并利用所有可获得的详细资料进行详细的安全分析和环境影响评价。应在各项调查和评价的基础上，编写选址阶段的安全和环境影响评价报告，该报告应总结全部有关数据，对各项场址特性调查与确认工作提出评价和结论。

《放射性废物处置设施的监测和检查》(HAD401/09-2019)要求，监测和检查应为设施的安全全过程系统分析提供信息。制定的监测计划应充分考虑设施的安全分析需求，能够将监测结果与安全全过程系统分析所做的预测进行比较。

《放射性废物处置安全全过程系统分析》(NNSA-HAJ-0001-2020)以IAEA SSG-23文件为蓝本，结合我国实践需求给出了安全全过程系统分析的目标、基本要求、作用、内容、组成、评价方法与文件编制等技术指导。

五、主要技术内容

本技术文件包含四章，分别为引言、一般要求、各阶段要求、报告的格式与内容，后附名词解释及附录。

1 引言

引言包括目的和范围两部分内容。本技术文件的目的是为放射性固体废物近地表处置设施选址、建造、运行阶段安全分析报告编制基本要求、格式和主要内容的确定提供指导，适用于近地表处置设施选址、建造、运行阶段安全分析报告的编制。

2 一般要求

给出各段安全分析报告编制的基本要求。首先安全分析报告的成文应是与我国现行法规、标准要求相适应的；其次应将安全全过程系统分析的最新理念和方法吸收到报告编制中，并强调安全分析报告对处置设施选址、设计、建造、运行、关闭各关键步骤和关键安全决策的指导作用，明确安全分析报告的资料数据来源应是详实、可靠、可追溯的，以满足不同阅读方对报告的理解和评定需要。

3 各阶段具体要求

主要包括选址安全分析报告、初步安全分析报告与最终安全分析报告的编制目的与编制重点，体现随处置工程的深入，安全分析的侧重变化及评价方法、评价模型不断细化完善的特点。

(1) 选址安全分析报告

选址安全分析报告编制于处置设施营运单位申请场址确定阶段，该阶段主要是针对推荐场址的特性与条件开展场址阶段安全全过程系统分析与安全评价，重点关注是否存在影响处置安全的不良场址条件的分析和论证，给出场址建设处置设施的适宜性

结论。

（2）初步安全分析报告

初步安全分析报告编制于处置设施营运单位申请建造阶段，是基于调查、勘探和试验获得的详细场址参数、数据，及处置设施工程设计与建造方案开展的详细安全全过程系统分析和安全评价，提供处置设施建造、运行、关闭和关闭后对工作人员及公众的影响与潜在安全风险是否满足法规标准要求的结论，以便监管部门对工程设计方案开展详细审查并做出是否允许处置设施进入建造阶段的许可决策。

（3）最终安全分析报告

最终安全分析报告编制于处置设施营运单位申请运行阶段，处置设施建设完成并经过调试检验后，本阶段安全分析报告是对场址、设计、建造情况的最丰富与详实的内容集成，由此对建造阶段安全全过程系统分析和安全评价进行更新，证明处置设施各设计功能均按照既定的安全性能要求正常运转，作为处置设施转入正式运行阶段的重要依据。

4 报告的格式与内容

该部分主要在技术文件的附录中进行说明。附录中提出的安全分析报告编制格式组成与内容要求，是在基于我国已有近地表处置工程实践基础上，结合安全分析审评要求、安全全过程系统分析理念以及现阶段我国近地表处置安全评价技术水平进行的综合确定。包括概述、场址特征、废物源项、处置设施设计、辐射防护与辐射监测、处置设施施工建造、处置设施运行、处置设施关闭与监护、安全分析、组织机构与人员、应急预案、质量保

证、结论十三个章节。其中各章节的内容、深度、侧重点应与报告的编制、审批阶段相匹配，并根据处置工程实施过程中对场址特性和工程安全性能资料的持续积累而不断补充完善。

（1）概述

本章节是处置设施总体建设情况与安全分析工作方法的说明与介绍，便于审评方及相关方对处置设施有一个整体的工程背景了解与认识，明晰安全分析工作阶段与工作重点。

（2）场址特征

场址特征包含了场址地理位置与地形地貌、地震地质、工程地质、水文地质、地球化学、工程水文、气候与气象、资源概况与土地利用、人口分布和外部人为事件、交通运输条件等重要场址要素。在本章节编制中，应结合处置设施开发阶段，及时补充获得的最新场址认识相关资料，并明确各场址特性描述中所引用数据与资料的来源与出处，以便客观评价场址适宜性及对处置安全的影响。

（3）废物源项

废物源项章节是后续开展安全评价计算的数据基础，源项特性的介绍应提供处置设施拟接收废物的来源、形态、包装、剂量率水平及核素组成，便于进行处置设施关键核素类型的筛选以及处置废物核素活度限值的制定，作为后续处置设施运行中废物接收准则制定的重要依据。

（4）处置设施设计

在处置设施设计中，应分清主次，重点介绍与安全性能相关的处置工程设计方案、工艺流程、关键系统与部件的核心设计参

数，并明确为保证处置设施安全运行所采取的设计优化方案，关键设备选型等。

（5）辐射防护与辐射监测

辐射安全虽同属于处置设施设计内容，但考虑其在处置安全分析中的重要性及特殊性，将其作为一个单独的章节进行论述，辐射防护设计中包含了处置设施辐射防护基本原则，及为满足工作人员与公众辐射剂量水平达到合理可行尽量低的辐射优化设计考虑，还包括辐射屏蔽设计中屏蔽结构的概化、参数取值与计算结果分析，是论证处置设施运行阶段安全的重要组成。辐射监测部分则主要给出进场废物监测、区域辐射监测、表面污染监测、液态流出物与气态排放物监测、个人剂量及污染监测、处置单元监测等放射性监测内容。

（6）处置设施施工建造

处置设施施工建造章节仅在初步安全分析报告与最终安全分析报告中编制并各有侧重，其中初步安全分析报告建造章节重点应为说明设施建造可以满足安全要求，最终安全分析报告的建造章节重点则为处置设施建造过程中的场址与设施信息的反馈，是处置设施未来运行管理的重要基础数据。

（7）处置设施运行

处置设施运行同样仅在初步安全分析报告与最终安全分析报告中编制，其中初步安全分析报告的重点为处置设施安全运行的可实施性说明，最终安全分析报告则应对处置设施运营单位制定的运行管理程序、人员配备细则等进行说明，以证明处置活动是在安全、受控的状态下实施开展的。

（8）处置设施关闭与监护

处置设施关闭与监护章节，主要作用是论述与处置设施设计相配套的对未来处置设施关闭的考虑，证明处置设施关闭的可实施性及覆盖层长期安全性能要求的可实现性，是开展关闭后长期安全分析的重要初始条件。

（9）安全分析

本章节是安全分析报告的核心内容，在安全分析章节中应充分体现安全全过程系统分析理念的应用，对包括纵深防御、多重安全功能、被动安全特性、坚稳性等在内的处置安全策略进行论证与说明，通过 FEPs 清单建立、处置系统长期演化预测与不确定性管理等方法提高关闭后长期安全评价结果的可信度，充分体现出处置安全是以关闭后长期安全为核心的特点。

（10）组织机构与人员

说明处置设施营运单位的组织结构与人员管理，包括组织机构设置，人员编组、职责等，并说明各项操作的人员安排。

（11）应急预案

处置设施应急预案的制定应与设施开发阶段相匹配并具备可实施性，包括应急事件与事故分析、组织及人员安排、应急保障、应急措施等主要内容。

（12）质量保证

质量保证章节是对处置设施选址、设计、建造、运行所遵循的质量保证大纲、质量管理方针和措施的提炼与总结，以证明质量保证措施的合规性与完整性。

（13）结论

安全分析报告结论应是对处置设施场址重要特性、废物源项特征、关键工艺设计、安全分析结论的高度概括与集成，给出处置设施安全分析结论并提出对处置设施开发和运行管理工作的建议。

5 名词解释

参照我国相关标准、专业术语等，给出了多个术语的解释。对于安全全过程系统分析中关于坚稳性、被动安全、处置系统演变、迭代和设计优化、不确定性管理等要求，已在核安全法规技术文件《放射性废物处置安全全过程系统分析》（NNSA-HAJ-0001-2020）中给出了详细的解释与说明，本技术文件不再赘述。

六、适用性说明

本标准适用于放射性固体废物近地表处置设施选址、建造、运行阶段安全分析报告的编制，主要给出了各阶段安全分析报告编制的格式、内容与深度要求，作为近地表处置设施营运单位申请场址审批、建造许可和运行许可的依据，其它类型处置设施相应阶段安全分析报告的编制亦可参考。

本技术文件不适用于近地表处置设施定期安全评价报告的编制。关于定期安全评价报告的格式与内容，还需参照核设施定期安全审评管理办法的相关规定进行。另外，对于近地表处置设施关闭及关闭后阶段的安全分析报告，还应结合我国后续相关技术发展动态与工程实践情况对报告组成进行研究制定，暂未纳入本技术文件内容范围。