

附件 3

《乏燃料后处理设施安全（征求意见稿）》编制说明

一、编制背景

乏燃料后处理是闭式核燃料循环中的重要环节，其主要任务是从乏燃料中回收和纯化铀钚等裂变材料，提取可利用的核素，并对放射性废物进行妥善处理。

为了适应核电事业发展要求，我国早在 1983 年就通过国务院常务会议确定采用动力堆乏燃料后处理的技术路线，并于上世纪九十年代开始建造我国第一座动力堆乏燃料后处理中间试验工厂。经过 30 多年的设计、建造和调试，中试厂已建成并完成阶段性热调试工作。虽然我国在中试厂的建设过程中积累了一定经验，但是在设计和建造工业规模后处理厂方面，仍未建立并形成配套适用的法规标准体系。安全是乏燃料后处理设施建设的前提，考虑到后处理设施具有不同于核电厂以及一般化工厂的显著特点和特殊要求，比如乏燃料后处理过程中涉及大量易裂变、可裂变核素，易燃有机溶剂，有毒气体及酸性和腐蚀性物质等，核安全问题与化学安全问题并存于整个后处理过程中，可能发生临界、放射性物质释放、爆炸和着火等事故。因此建立和完善后处理设施适用的、覆盖设施全寿命周期的安全法规和标准体系，为工程项目安全监管及顺利实施提供规范和参考，尤为重要。

国际原子能机构（IAEA）在 2017 年发布了《乏燃料后处理设施

安全-具体安全导则》(SSG-42, 2017), 安全导则(SSG-42)是后处理设施针对《核燃料循环设施安全-安全要求》(NS-R-5 (Rev.1), 2014)的具体建议和指导。同年, IAEA也在NS-R-5 (Rev.1)的基础上进一步细化, 提出对核燃料循环设施的具体安全要求, 形成《核燃料循环设施安全-具体安全要求》(SSR-4, 2017), 取代原有《安全要求》(NS-R-5, 2014)。至此, 形成了IAEA两级文件, 即安全要求(SSR-4)和安全导则(SSG-42)的结构, 在法律和标准文件之间提供了良好的衔接和过渡, 为各国规范化、标准化后处理设施的监管和建设提供了参考和指引。

2018年, 生态环境部参考IAEA《核燃料循环设施安全-具体安全要求》发布了《乏燃料后处理设施安全要求(试行)》(国环规辐射〔2018〕2号), 对我国乏燃料后处理设施的选址、设计、建造、调试、运行和退役提供了规范和指导。

本导则拟以IAEA安全导则(SSG-42)文件为蓝本, 提出满足《乏燃料后处理设施安全要求(试行)》的具体建议, 对后处理设施选址、设计、建造、调试和运行及退役具体安全建议和指导。

二、编制依据及适用范围

本导则适用于采用液-液萃取水法工艺(如PUREX流程)处理动力堆乏燃料的工业规模后处理设施, 包括配套的乏燃料接收与贮存设施、放射性废物处理和贮存设施等, 其他工艺流程的后处理设施也可参照执行。

1. 主要编制依据

在编制我国《乏燃料后处理设施安全》过程中, 以下列文件为依据:

- [1] 《民用核燃料循环设施安全规定》(HAF301-1993)
- [2] 《民用核燃料循环设施分类原则与基本安全要求(试行)》(国环规辐射〔2016〕1号)
- [3] 《乏燃料后处理设施安全要求(试行)》(国环规辐射〔2018〕2号)
- [4] 《XXX吨年乏燃料后处理厂几个重要安全问题的技术政策》(科工核应安[2018]813号)
- [5] 《核燃料循环设施安全-具体安全要求》(IAEA, SSR-4, 2017)
- [6] 《后处理设施安全-具体安全导则》(IAEA, SSG-42, 2017)
- [7] 《核燃料循环设施安全-安全要求》(IAEA, NS-R-5, 2014)
- [8] 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)
- [9] 《反应堆外易裂变材料的核临界安全》(GB15146.1~11)
- [10] 《核燃料后处理厂辐射安全设计规定》(EJ849-1994)
- [11] 《核燃料后处理厂安全设计准则》(EJ/T877-1994)
- [12] 《核燃料循环设施安全要求》(EJ/T20078-2014)

2. 编制过程

(1) 2019年3月根据《核与辐射安全监管项目2019年申报指南》编制申请材料《核与辐射安全监管项目2019年申报表-核燃料后处理设施安全导则》。

(2) 2019年5月收到生态环境部“关于印发核与辐射安全监管2019年项目计划的通知”，随后完成合同签订并成立课题组，项目启动。

(3) 2019年6-8月，开展项目总体策划，通过文献调研、现场调研和专家咨询的方式，充分吸收中试厂实践，调研、收集和整理

乏燃料后处理设施及安全导则的相关资料；根据 SSG-42 “Safety of Nuclear Fuel Reprocessing Facilities”，完成文本翻译及校对工作。

(4) 2019 年 9-12 月，以 IAEA 安全导则 (SSG-42) 为蓝本，根据 SSG-42 所参考标准在国内的转化情况，并结合我国后处理设施实践，编制完成《乏燃料后处理设施安全 (初稿)》汇总稿。

(5) 2020 年 1-5 月，编写组在征求行业专家和各专业设计人员意见基础上，根据反馈意见情况，修改完善、形成征求意见稿。

3. 主要技术内容说明

3.1 结构格式

本导则结构框架整体上遵循 IAEA 安全导则 (SSG-42) 的框架，并参照了国内核安全法规、导则通用格式；在内容上，基本涵盖了 IAEA 安全导则 (SSG-42) 的全部内容，具体安全措施也回应了上一级文件《乏燃料后处理设施安全要求 (试行)》(国环规辐射〔2018〕2 号) 的安全要求。本导则共包括 8 章：

第 1 章为引言，包括目标和范围。

第 2 章为通用安全建议，提供后处理设施的通用安全建议。

第 3 章为厂址评价，描述为避免或减少设施运行对环境的影响，在厂址评价和选择方面需要考虑的安全问题。

第 4 章为设计，描述设计阶段的安全考虑，包括运行工况和事故工况下的安全分析、后处理设施的放射性废物管理的安全方面以及其他设计考虑。

第 5 章为建造，介绍建造阶段的安全考虑。

第 6 章为调试，讨论调试阶段的安全考虑。

第 7 章为运行，提供设施运行期间的安全建议，包括运行管理、维修、检查、定期试验、变更控制、临界控制、辐射防护、工业安全、废物和流出物管理以及应急计划和准备。

第 8 章为退役准备，提供满足后处理设施退役准备相关安全要求的建议。

3.2 主要技术内容

本导则为后处理设施安全要求的具体建议，重点围绕后处理厂主要安全功能，对后处理设施寿期内包括厂址评价、设计、建造、调试、运行和退役准备在内的所有重要阶段的安全要求提出了具体的建议和指导，涉及后处理总体安全、主工艺、放射性废物处理、设备、仪表控制、退役、给排水、暖通、气体、电气、通信、辐射防护、临界安全、总图、地质、环境保护与应急等专业。

本导则内容上参考 IAEA 安全导则（SSG-42）的框架和具体安全措施进行编制。但在导则编制过程中，结合后处理设施特点，汲取后处理中试厂已有的设计、建造、调试、运行经验，考虑对标准进行了局部的调整。

对于后处理总体性的或涉及设计、建造、调试和运行等多个阶段的通用安全要求列入第 2 章通用安全建议中，并扩充了纵深防御的具体要求，补充了质量保证、核安全文化、公众沟通等内容。在第 3 章厂址评价中明确后处理设施的厂址评价、厂址选择准则总体上参考核动力厂选址相关的规范，但考虑到核动力厂和后处理设施特点的差异，在使用前应进行适用性分析，并给出后处理设施选址及整个寿期内特别关注的内容。在第 4 章设计部分修改后处理设施主要安全功能的表述；进一步完善了建（构）筑物、系统和部件（SSCs）

安全分级的具体要求，并补充了实物保护、核材料衡算、厂内运输等相关设计要求。第6章调试部分结合我国后处理设施调试经验明确了调试大纲组成及要求，调试阶段划分等内容。第7章运行部分按照运行管理要求和设施运行两部分调整了框架结构，并补充了运行阶段核材料衡算和盘存等内容。

在本导则编制过程中考虑到 IAEA 安全导则（SSG-42）所引用的标准主要是 IAEA 标准体系下的核设施标准，包括核动力厂和后处理厂的标准或技术文件等。这些标准既包括已经在国内进行了标准转化的标准，也涵盖未进行转化的标准。因此本导则在编制过程中将 IAEA 安全导则（SSG-42）在引用 IAEA 标准体系方面进行了弱化，仅提供工程设计、建造和运行过程中的指导建议和要求。随着我国乏燃料后处理科研和建设实践的进一步深入，待我国后处理标准体系健全后可进行升版或进一步明确。

本导则重点围绕后处理厂主要安全功能，对后处理设施寿期内包括厂址评价、设计、建造、调试、运行和退役准备在内的所有重要阶段的安全要求提出了具体的建议和指导。在回应《乏燃料后处理设施安全要求（试行）》的过程中，进一步完善了安全分级的内容，并补充了质量保证、核安全文化、公众沟通、实物保护、核材料衡算等相关内容。本导则旨在提供满足目前我国法律法规中安全要求的具体建议和措施，在实际工作中如果其他措施能够证明可以达到相同的效果，也可以认为是满足安全要求的。与现行法律法规是兼容的。

4. 结论

在本导则的编制过程中，参考了我国中试厂以及国际上大型商

业后处理厂的实践经验，同时也考虑了安全研究、事故研究中的一些研究成果。通过贯彻本导则的指导和建议，能够使后处理厂总体上达到安全、可靠的状态，然而随着认识的深入和技术经验的逐步积累，所提出的指导和建议在实践过程中仍需不断地加以验证、深化和修正，以促进我国后处理事业的安全、长久的发展和壮大。