

附件 3

《核燃料循环前端设施安全分析报告的 标准格式与内容（征求意见稿）》编制说明

《核燃料循环前端设施安全分析报告的标准格式与内容》

导则编制组

二〇二〇年六月

目 录

1 概述.....	57
1.1 项目背景	57
1.2 修订目的	57
2 修订的基本原则和技术路线	57
2.1 基本原则	57
2.2 技术路线	58
2.3 修订过程	58
3 对 HAD301/01 内容修订的说明	59
4 国内外法律、法规及技术文件的说明	85
4.1 国内法律、法规及标准	85
4.2 国外导则	88
5 关于事故分析方法的说明	89
5.1 ISA 方法说明.....	89
5.2 PHA 方法.....	91
5.3 小结	94
6 导则适用性说明	94

1 概述

1.1 项目背景

根据《中华人民共和国核安全法》《中华人民共和国民用核设施安全监督管理条例》和《核动力厂、研究堆、核燃料循环设施安全许可程序规定》中关于安全许可的规定，为了获得建造许可证和运行许可证，营运单位必须分别提交初步安全分析报告和最终安全分析报告。

HAD301/01《铀燃料加工设施安全分析报告的标准格式与内容》由国家核安全局于1991年7月24日批准发布，为国内铀燃料加工设施安全分析报告的编制提供指导，为审评提供依据。按照此导则编制的安全分析报告，是为了充分说明及论证设施在建造和运行方面的安全性，因此，本导则是非常重要的技术文件。几十年来，我国核燃料循环前端设施类型不断丰富，设计水平提高、工艺技术进步、安全要求提升、安全关注因素增多，分析方法及措施发展，HAD301/01部分内容已经不适应技术发展的需求，不满足核安全法最严格标准要求，需要对部分内容进行修订。

根据《关于印发核与辐射安全监管2019年项目计划的通知》（环办核设函〔2019〕482号），中国核电工程有限公司郑州分公司承担HAD301/01修订工作。

1.2 修订目的

HAD301/01作用是给出核燃料循环前端设施安全分析报告的编写格式、编制内容与要求，为营运单位编写前端设施的安全分析报告提供具体的技术指导，并为这类安全分析报告的审查提供依据。

本次修订目的是确保按HAD301/01技术要求编制的安全分析报告更能符合现行法律、法规和标准的要求，完整的体现纵深防御原则体系和技术进步。

2 修订的基本原则和技术路线

2.1 基本原则

本导则在修订过程中，以我国现行核安全法律、法规等内容为基本原则，务必做到内容的兼容性和一致性。

2.2 技术路线

导则修订的技术路线如下：

- (1) 查阅国内外文献、资料；
- (2) 组织专家论证会，确定导则修订的原则和技术路线；
- (3) 提交导则文本和修订说明的征求意见稿；
- (4) 向核设施营运单位、科研院所等单位公开征求意见；
- (5) 汇总回复意见，对文本征求意见稿和修订说明进行修改和完善，提交导则文本和修订说明的送审稿；
- (6) 召开审查会，对导则送审稿及修订说明进行技术审查；按照专家组审查意见进行修改完善，形成报批稿（初稿）及修订说明；
- (7) 召开审查会，对导则报批稿（初稿）及修订说明进行技术审查；按照专家组审查意见进行修改完善后形成报批稿（终稿），上报并正式发布。

2.3 修订过程

2019年5月，生态环境部对项目进行立项，中国核电工程有限公司郑州分公司成立了修订组，开展了导则编写准备工作，明确了导则的起草原则、计划和人员分工。

2019年5月至9月，修订组调研国际原子能机构、美国等国际组织、国家以及国内核燃料循环设施在安全方面的相关资料。主要调研的文献资料为美国核管会（NRC）的《核燃料循环设施许可证申请的审查大纲》和 REGULATORY GUIDE 系列指导准则，以及 IAEA 的《核电厂安全分析报告的格式和内容》。将他们与 HAD301/01 进行对比分析，并结合现有安全分析报告编制和审评实践给出对 HAD301/01 的修改建议，使 HAD301/01 能够更好地指导核燃料循环前端设施的安全分析工作。

同时，为了完成本项目的调研工作，修订组选派人员赴国内相关单位进行调研，收集营运单位对 HAD301/01 的修改建议。

2019 年 9 月，调研结束后，修订组对资料进行汇总、分析和研究，在此基础上形成《铀燃料加工设施安全分析报告的标准格式与内容》（初稿）。

2019 年 10 月，修订组在郑州组织召开了《铀燃料加工设施安全分析报告的标准格式与内容》（初稿）专家研讨会。

2019 年 12 月，辐射源安全监管司在北京听取了修订组编制情况汇报，确定将《铀燃料加工设施安全分析报告的标准格式与内容》的适用范围扩展至前端设施，导则名称改为《核燃料循环前端设施安全分析报告的标准格式与内容》。

2020 年 3 月，修订组与核与辐射安全中心对《核燃料循环前端设施安全分析报告的标准格式与内容》（初稿）进行了交流，对初稿进行了修改。

2020 年 4 月，辐射源安全监管司组织交流会，对现行标准在导则中使用、事故分析方法等方面提出了具体的指导意见。

3 对 HAD301/01 内容修订的说明

对 HAD301/01 内容的修订，主要归为如下四类：

（1）依据法律、法规和标准

HAD301/01 于 1991 年 7 月 24 日批准发布。通过“4.1 国内法律、法规及标准”可知，自本导则发布后，国内相继颁布放污法、核安全法等法律、法规，大量的涉及核设施的标准更新和发布，因此，需要按现行的法律、法规、标准要求对本导则内容进行修改和补充。这一类修改和补充统称“依据法规或依据标准”。

（2）详细程度

详细程度是指原 HAD301/01 规定有相关内容，但其深度不能较好的指导营运单位编制安全分析报告，需增加详细程度，这类修改统称“详细程度”。详细程度有些是针对原有内容增加编制要素，有些是依据法规和标

准增加编制深度，主要体现在以下几个方面：

1) 增加编制要素

由于原导则部分安全要求较宏观，对于前端设施而言，一些需要评价的编制要素是通用的，因此，对部分安全要求可以增加通用的编制要素，如在设施建造目的和作用中可以增加“设施功能、规模及生产能力、设计寿期”，在总体布置中可以增加“论述总体布置在道路运输、人物流、外网、防火、设施间接口等方面合理性”。

2) 增加安全重要设备设计准则、设备设计和描述

随着安全要求提高和技术发展，与执行安全功能的安全重要设备需要进行专业性的描述，将原 HAD301 中含在相关章节中对工艺设备的要求提取出来，组成独立小节，并按相关标准要求增加编制内容，即增加机械设备设计准则、设备设计和描述。

3) 增加仪表和控制

随着技术发展，生产线自动化水平、相关保护系统得到大量应用，因此，在 HAD301/01 修订中，将涉及仪表和控制的内容单独进行描述，增加安全分析的系统性、完整性和专业性。

4) 物项分级

在 EJ/T808-2007《铀燃料元件厂设计准则》中对铀燃料元件厂物项分级进行了规定，但由于没有良好的实践和相关技术文件支持，一直未能很好的按照标准执行。

根据核安全法要求，在 HAD301/01 修订中，明确了安全重要物项分类的原则要求，结合这十年工程实践，基本可以执行。但需要指出，铀燃料元件厂无核级设备，所说安全重要物项是非安全级有特殊要求的物项。

5) 火灾危险性分析

由于放射性厂房的特殊性，及近十几年一体化大厂房实践，对存在甲、乙类火灾危险性物质的厂房，在防火设计方面不能完全满足 GB50016 的规

定，或者满足 GB50016 的规定，但影响设施功能实现，导致消防验收难通过和厂房布置困难，因此，在 HAD301/01 修订中，强调火灾危险性分析，并增加相关的分析要求。

另外，能够引起安全重要物项共模失效和导致严重事故，除外部地震事件外，主要就是厂房火灾。因此，为提高设施安全性，也需要在铀燃料元件厂推行火灾危险性分析。

6) 工业与化学安全

在 HAD301/01 中仅有工业与化学安全设计准则，在 HAD301/01 修订中，增加相关设计描述。不涉及工业与化学安全的相关事故分析、管理和培训等内容。

(3) 工程实践

工程实践是在编写实践和审评实践中积累的形成惯例的内容，如：

- 1) 在 FSAR 中增加建造阶段的设计变更或工程修改。
- 2) 废物管理增加废物管理原则。
- 3) 辐射防护增加辐射源分析、密封、通风与净化。
- 4) 事故分析增加事故谱。

(4) 章节调整

章节调整是指根据章节描述的内容，对章节进行了重新安排。

对 HAD301/01 内容主要修订约 71 处，详见表 3-1 HAD301/01 内容主要修订说明，其中依据法规和标准 37 处、详细程度 16 处、工程实践 12 处、章节调整 6 处。其它文字修改见修订文本。

表 3-1 HAD301/01 内容主要修订说明

序号	章节标题	HAD301/01 涉及修改的内容	HAD301/01 修改后的主要内容	修改分类依据	简要说明
1		铀燃料加工设施安全分析报告的标准格式与内容	核燃料循环前端设施安全分析报告的标准格式与内容	依据法规	核安全法规规定所有核设施取得相应许可均应编制安全分析报告, 及工程实践, 核燃料循环前端设施的安分均是按照本导则编制, 因此将适用范围调整为核燃料循环前端设施
2			将原 HAD301/01 的前言修改为导则正文并补充相关要求, 将标准格式和内容修改为规范性附录。	章节调整	对原 HAD301/01 进行结构性调整, 更符合导则文本的要求
3		本导则不深入考虑铀燃料加工设施的非放射安全问题。	本导则主要涉及核活动中核与辐射安全, 在编制安分报告和实际设施运行过程中, 应按照相关标准的规定对一般工业危害采取防护措施。	依据法规	从原则上明确对一般工业危害的要求
以下是按“附录 I 报告的标准格式与内容”开展的修订说明					
4	1.1 设施的建设目的与作用	包括设施的功能、生产能力、原材料类型、产品。	包括建设内容、设施功能、规模及生产能力、设计寿命、原材料类型、产品。	依据法规	1) 根据核安全法的要求, 补充设计寿命; 2) 补充建设内容和规模。

序号	章节标题	HAD301/01 涉及修改的内容	HAD301/01 修改后的主要内容	修改分类依据	简要说明
5	1.2 厂址描述	给出设施的厂址位置，即省、市、地、县或区，给出厂址的经纬度。对场区边界加以描述。	给出设施的厂址位置，即省、市、地、县或区，给出厂址的经纬度。提供厂址地区平面图，图上标明场区边界和营运单位的地产边界。图上将设施的重要构筑物位置和方位表示清楚。对场区边界加以描述，简要说明场址对场区边界附近的居住区域和公共设施（如学校、医院和公园等）的距离和方向，离场址边界最近的工业设施、道路、铁路、河流、湖泊等的情况。	章节调整	1)补充场区边界描述的内容;2)与“2.1.2 厂址描述”整合。
6	1.6 设施的一般描述	本节应扼要介绍铀燃料加工设施的设计原则。要对设施的总体布局、安全重要构筑物、系统和设备在现场的位置等进行简要描述。	本节扼要介绍设施的设计原则、运行特点、工程的安全特征和应急系统、仪表控制和电气系统、其他辅助系统、放射性废物管理系统。本节应介绍设施功能、设施间接口、厂房设计特征、厂房布置特征等。对安全重要系统和设备在现场的位置等进行简要描述。	详细程度	1) 针对设计原则，补充总体设计特征； 2) 厂房设计特征包括厂房长宽高、结构设计特征、防火设计等，厂房布置特征包括工艺系统及辅助系统布置、人流等； 3) 安全重要建（构）筑物的布置在总图布置进行描述。
7	1.9 建造阶段的设计变更或工程修改		在最终安全分析中，应说明设计准则、物项分级、设施设计、设备设计等设计变更或工程修改相比建造阶段的变化和原因。	工程实践	按工程实践，增加章节
8	1.10 报告书编制依据		给出安全分析报告编制所依据的所有相关法规、标准和技术文件。	工程实践	按工程实践，增加章节。

序号	章节标题	HAD301/01 涉及修改的内容	HAD301/01 修改后的主要内容	修改分类依据	简要说明
9	2 厂址特征	<p>以及厂址所在地区的土地利用、现有的和计划中的工业、运输和军事设施等方面的资料</p>	<p>以及厂址所在地区的土地利用、现有的和计划中的工业、运输等方面的资料</p>	工程实践	<p>在厂址选择安全分析报告中考虑军事设施，初步安全分析报告中删除</p>
10	2.1.1 厂址地区平面图	<p>说明厂址的地理位置。提供厂址地区平面图。图上应标明场区边界和营运单位的地产边界，如果作为非居住区（隔离区）的边界与场区边界不一致，则明确地将其标绘出来。图上还应将设施的重要构筑物的位置和方位表示清楚。应提供半径为 80km 的地区地图，清楚表明这一地区内的居民区、工业与商业设施、公共设施等建筑物的位置以及公路、铁路、河流、溪流、湖泊和池塘等的位置；特别标出异常危险设施（如位于上游的若其决口可能会在厂址地区引发洪水的拦河坝等）的位置。</p>	<p>说明厂址的地理位置，说明厂址的地理位置，提供以厂址为中心、半径至少为 30km 的地区地图。清楚表明这一地区内半径为 8km 的居民区、工业与商业设施、公共设施等建筑物的位置以及公路、铁路、河流、溪流、湖泊和池塘等的位置；特别标出异常危险设施的位置。</p>	依据标准	<p>1) 参考 EJ/T 796-1993《浓缩铀厂安全分析报告的标准格式与内容》中“应提供以厂址为中心、半径至少为 30km 的地区地图”，将 80km 范围调整为 30km；</p> <p>2) 参考 NB/T 20200-2013《核电厂外部人为事件调查与评价技术规范》中“4.2 调查范围 外部人为事件调查范围一般为厂址半径 15km 区域（重点关注厂址半径 5km 范围）”，结合《民用核燃料循环设施分类分原则与基本安全要求（试行）》中规定的前端设施类别，按包络“重点关注厂址半径 5km 范围”将厂址外部社会环境和自然环境评价范围定为半径 8km 范围是合适的；</p> <p>3) 铀燃料加工厂无非居住区；</p> <p>4) 部分内容与“1.2 厂址位置”内容重复，与 1.2 整合。</p>

序号	章节标题	HAD301/01 涉及修改的内容	HAD301/01 修改后的主要内容	修改分类依据	简要说明
11	2.1.2 人口统计	<p>提供厂址周围地区 80km 范围内人口随距离和方向的分布, 16 个方向中各评价子区 (通常为 192 个) 内的人口总数不同年龄组的人口数。给出设施运行寿期内各评价子区的人口增长率和规划人口数。讨论可能发生的重大临时性人口变化和季节性人口变化。</p>	<p>依据最新普查人口数据, 提供厂址周围地区 30km 范围内人口随距离和方向的分布, 16 个方位中各评价子区内的人口总数及不同年龄组的人口数。给出设施运行寿期内各评价子区的人口增长率和规划人口数。提供以厂址为中心、半径为 8km 的地图, 详细说明以厂址为中心 8km 范围内人口分布并说明可能发生的重大临时性人口变化和季节性人口变化。应分析 2.1.1 节中给出的居民区、工业、商业设施、公共设施与核设施间相互影响。</p>	依据标准	<p>参考 EJT/T 796-1993 《浓缩铀厂安全分析报告书的标准格式与内容》中厂址特征的内容规定, 将 80km 范围调整为 30km, 详细说明 8km 范围内人口分布。</p>

序号	章节标题	HAD301/01 涉及修改的内容	HAD301/01 修改后的主要内容	修改分类依据	简要说明
12	2.2.2 非核设施	<p>对半径 8km 范围内的工业、运输和军事设施，凡可能危及设施安全的，都加以讨论，以说明这些外部设施中的潜在事件对设施安全的影响。这类设施包括化工厂、炼油厂、危险品仓库、采矿和采石操作、军用基地、运输线路、机场、油气管道、掘进坑道及地下仓库等。</p>	<p>对半径 5km 范围内的固定或移动的污染源，凡可能危及设施安全的，都加以讨论，以说明这些外部设施中的潜在事件对设施安全的影响。这些危险源可能来自于危化品设施、工业设施、交通运输、航运、采矿、油气管道等。在相应地图上清楚地表明它们的位置及其设施的距离。在参照 HAD101/04《核电厂厂址选择的外部人为事件》的规定对固定或移动的污染源进行评价时，也可以参考 AQ/T 3046《化工企业定量风评价导则》、GB/T 37243《危险化学品生产装置和储存设施外部安全防护距离确定方法》、HJ 169《建设项目环境风险评价技术导则》和 NB/T 20200《核电厂外部人为事件调查与评价技术规范》，对这些标准中资料性附录的适用性需进行分析说明。</p>	工程实践	<p>1) 采用“固定或移动的污染源”进行统指，更新示例；</p> <p>2) 核燃料循环前端设施在厂址选择已考虑机场的影响并避开，在安全分析报告建议删除；</p> <p>3) 补充评价标准；</p> <p>4) 根据 NB/T 20200，外部人为一件调查范围一般为厂址半径 15km，重点关注厂址半径 5km 范围。结合现有厂址评估，与核设施距离大于 1km 的危化品设施和液化气管道泄漏，其爆炸和漂移不会对设施产生安全影响。因此，将半径从 8km 改为 5km。</p>
13	2.3 气象	评价出现异常气象条件的可能性与严重程度		工程实践	核燃料循环前端设施均按照相关标准规定的基准进行设计，未进行异常气象条件的可能性与严重程度评价，因此，建议删除。

序号	章节标题	HAD301/01 涉及修改的内容	HAD301/01 修改后的主要内容	修改分类依据	简要说明
14	2.4.1 地表水文	给出上下游的水利工程及水资源的利用, 包括工业、农业及居民的用水量和用水位置等。	对影响厂址安全的河流进行分析, 提供流速、流量、水位、丰水期的水位和流量及枯水期的水位和流量等水文参数, 给出用于设计的设计基准洪水水位。	依据法规	按《民用核燃料循环设施分类原则与基本安全要求(试行)》要求。
15	2.4.2 地下水文	如果可能, 应给出利用厂址所在地的地下水水力坡度、渗透性、离子交换和水道特征等所建立的污染迁移模型;		工程实践	从工程实践, 核燃料循环设施未开展此项工作。
16	2.5 地质与地震		按照 GB 17741《工程场地地震安全性评价》中工程场地地震安全性评价工作分级对应的要求进行地质和地震描述和评价。	依据标准	补充标准
17	2.6 工程地质		为了对厂址地质作深入分析, 应借助岩土工程勘察, 确定场地范围内的地质构造特征和给出工程地质需要的设计数据, 如是否有断裂、岩土层的物理力学指标、地震液化、腐蚀等。相关内容描述应符合 GB 50021《岩土工程勘察规范》中对应工程重要性等级的规定。	章节调整	1) 将工程地质从“2.5 地质与地震”中独立出来, 体现各自的重点内容; 2) 补充标准。

序号	章节标题	HAD301/01 涉及修改的内容	HAD301/01 修改后的主要内容	修改分类依据	简要说明
18	3.1 设计基准		在工程判断和确定论评价相结合的情况下，给出始发事件和工艺设施和工艺系统及设备的设计基准。根据第2章厂址特征分析，列表给出外部自然事件（地震、极端天气状况、洪水、雨水等）和人为事件（固定和移动危险源）用于设计的相关基准数据，并确定自然事件和人为事件设计基准。.....	依据法规	1) 是核安全纵深防御体系，在设计方面具体体现； 2) 后续小节中结构、设备和安全保护系统等设计准则的需求程度主要是围绕设计基准所必需的预防和缓解措施，因此，将设计基准独立作为一个小节。
19	3.2 结构安全准则	3.2 结构与机械安全准则	3.2 结构安全准则	章节调整	1) 把涉及机械的安全准则，调整至“3.3 安全重要设备设计准则”，体现纵深防御和物项分级的要求； 2) 本节仅讨论结构设计准则。

序号	章节标题	HAD301/01 涉及修改的内容	HAD301/01 修改后的主要内容	修改分类依据	简要说明
20	3.3 安全重要设备设计准则		<p>3.3.1 抗震讨论并确定执行安全功能的安全重要设备的抗震基准，提供有关抗震评定接受准则及相关抗震设计要求。所提供的资料足够详细，使得能对所选定的设计准则进行独立评价。安全重要物项抗震需满足完整性和/或稳定性的要求，相关设计和评价要求可依据 GB/T 50761《石油化工钢制设备抗震设计标准》。3.3.2 特殊设计要求根据安全运行的要求，讨论并确定设备在腐蚀、变形、包容等方面设计要求，提供满足设计要求的方法。给出安全重要设备在鉴定、安装、调试、操作及维修方面设计原则。3.3.3 检维修要求给出设备在检维修方面的要求，如备用、去污、工具等方面的要求。</p>	依据标准	<p>1) 按照纵深防御和物项分级的规定，本节是对物项分级中安全重要设备进行要求；</p> <p>2) 在第 5 章对增加设备设计小节内容。</p>
21	3.4.1 纵深防御原则		<p>讨论纵深防御原则在设施应用的方法和要求。对于前端设施是否需场外应急进行必要的说明。</p>	依据法规	核安全法要求
22	3.4.2 密封屏障与系统	<p>C, 论证所选定的准则便有关工艺过程或设施运行时放射性和化学危险性物质的释放满足合理可行尽量低原则的要求。</p>	<p>c. 论证所选定的密封屏障接受准则使有关工艺过程或设施运行时放射性和化学危险性物质的释放满足合理可行尽量低原则的要求。对于铀燃料元件厂前端设施，建筑物除承担有限的密封屏障外，其主要功能是实现建筑通风系统的动态密封，讨论说明其封堵要求。</p>	工程实践	<p>1) 根前端设施内放射性物料的存量，表明建筑物只有有限的密封功能；</p> <p>2) 从工程实践，规定建筑物封堵要求。</p>

序号	章节标题	HAD301/01 涉及修改的内容	HAD301/01 修改后的主要内容	修改分类依据	简要说明
23	3.4.4 仪表和控制		<p>给出仪表、控制系统和控制室用于监控正常运行和偏离正常运行及防止安全重要事项的故障方面的设计准则。重点讨论专门用于提供保护功能的控制系统设计准则，论述其为安全目的提供的应急性。</p> <p>确定各种工况下需获取的参数信息、仪表配置、记录、显示和报警、报警整定值等的设计准则。讨论仪表和控制系统的可靠性和可试验性的原则。讨论用于控制室设计满足人体工程学的因素的方法。</p>	依据法规	<p>根据核安全法，为满足纵深防御层次，及技术进步对自动化水平要求提高，增加仪表和控制章节。</p>
24	3.4.5 辐射防护	<p>3.4.5.1 辐射分区与进出控制 描述辐射分区准则，提供设计用来控制和进出不同辐射（或污染）区的方法和程序。这些方法和程序能对污染进行有效控制，并保证有关人员所受辐射和放射性物质的照射最小。</p> <p>3.4.5.2 辐射报警系统 描述用于确定辐射报警系统报警整定值的准则，包括用于污染控制、排放控制的报警系统。</p>	<p>给出辐射防护设计准则，讨论实现设计要求的方法和措施，尤其是对管理措施的有效性说明。</p>	章节调整	<p>1) 本节内容与第 7 章相关内容重复，将该节内容调整至第 7 章相关内容；</p> <p>2) 补充辐射防护原则</p>

序号	章节标题	HAD301/01 涉及修改的内容	HAD301/01 修改后的主要内容	修改分类依据	简要说明
25	3.5 构筑物、系统和设备的分类	列表给出构筑物、系统和设备的分类。区分出那些安全重要的构筑物、系统和设备,这种分类依据下列条件进行:(1) 物项所执行的安全功能的重要性;(2) 物项的抗地震和防护其他自然事件的设计要求;(3) 物项的质量保证要求与其功能及性能的关系	在工程判断和确定论评价相结合的情况下,讨论和识别所有安全重要物项,列表给出构筑物、系统和设备的分类。识别出那些安全重要的构筑物、系统和设备,这种分类依据下列条件进行:……(4) 物项的设计规范。	依据法规	对安全重要物项的要求
26	3.6 退役策略	讨论为便于设施的最终退役设计中所作的考虑。如对空气净化系统中被污染设备的拆除与去污,所贮存的废物的回收与处置以及对废物处理与包装系统中设备的退役所作的设计安排等。	给出退役策略,简要分析退役策略的可行性。	依据标准	GB/T 19597-2004《核设施退役安全要求》
27	4 设施的设计与描述	要强调和评价那些以抵抗环境力和事故效应的特殊设计特性	要重点说明和评价那些用于防御设计基准事故和设计基准外部事件的特殊设计特性	工程实践	与“第3章设计准则”对应,保持要求的一致性。
28	4.1.2 主要特征	在场区平面图或地图上清楚地标明厂界、非居住区和限制区的外边界,说明各边界半径的大小。说明供水源与系统;说明供水水源、备用水源与主供水管线;指出监测井和冷却塔的位置。给出蓄水池、工艺用化工新产品与气体贮罐的位置及其他室外压力容器位置。标明排风窗和液体流出物排放口的位置。	说明供水源与系统;说明供水水源、备用水源与主供水管线;指出监测井的位置。给出用于给出设施的各原料、材料、气体、容器、中间产品和产品等物品工艺用化工新产品与气体贮罐的位置及其他室外压力容器在场区存贮的位置。标明排风窗和液体流出物排放口的位置。说明这些设施的保障能力。	详细程度	1) 厂区边界前面已提供,无非居住区和限制区; 2) 核燃料循环前端设施无“冷却塔”,有“备用水源”、无“蓄水池”; 3) 增加补充内容。

序号	章节标题	HAD301/01 涉及修改的内容	HAD301/01 修改后的主要内容	修改分类依据	简要说明
29	4.2.2 结构和建筑技术要求	4.2.2 建筑规范	描述各工艺厂房结构及其设备的工程与基础结构设计, 结构设计应满足 GB 50009《建筑结构荷载规范》、GB 50010《混凝土结构设计规范》和 GB50223《建筑工程抗震设防分类标准》的要求 应说明为满足安全重要物项安装环境要求而采取的措施, 如防火、抗震、防爆、供电等。	依据标准	1) 标题与内容不符, 建议修改; 2) 补充结构设计应满足的基本标准。
30	4.2.3 厂房布置			详细程度	确保安全重要物项功能的要求。
31	4.4 公用与支持系统	5.5 公用与支持系统	调整至本章	工程实践	将公用与支持系统调整至本章, 与现在做法一致, 属于土建工程。
32	4.4.2 供水及排水系统		讨论和论证用于消防水源的保障。……描述含放射废水的排放系统, 包括系统的设备、控制和检测手段等。	依据标准	1) 根据相关设计安全准, 消防系统属于安全重要系统, 因此, 补充说明消防水源的保障; 2) 补充排水放面的评价内容。
33	4.4.5 气体的生产与供应系统	应说明系统的设计、主要设备和运行特性, 包括对配管路和供氢可靠性的分析, 要着重讨论和评价所采取的防火防爆安全措施。应给出安全设计中所采用的标准。	说明各种气体的生产与供应系统的设计、主要设备和运行特性, 包括对气源、分配管路和供气的可靠性。提供仪表和工艺系统用压缩空气供应系统的设计基准, 说明系统的设备及其位置、分配管路和运行特性。应给出涉及易燃易爆和有毒有害气体的系统设计标准, 论述是否满足相关安全使用技术规定的要求。	详细程度	1) 前端设施使用各种气体, 因此将本小节仅指氢气, 改为“气体”; 2) 前端设施使用易燃易爆和有毒有害气体, 如氢气、HF 等, 因此需规定满足相关安全标准。
34	4.4.8 实物保护		简要描述实物保护设计方案。	依据法规	根据内容完整性, 增加一个小节。

序号	章节标题	HAD301/01 涉及修改的内容	HAD301/01 修改后的主要内容	修改分类依据	简要说明
35	4.5.1 防火		列出建筑物防火设计所采用的法规标准，可以按照标准规定进行防火系统设计，也可以通过完整的火灾危险性分析得到必要的防火措施。详细描述满足第3章火灾设计基准的防火系统设计，适当应用4.2、4.3和4.4节，给出消防水源、贮水与管路系统、火灾探测与报警设备、防火墙及门等的位置，并说明他们的位置与功能。说明对存在临界风险的区域采用的灭火方法。列表给出消防系统中安全重要物项，并说明设计特性。	依据标准	1) 火灾可以导致共模失效，核设施防火是重要的安全问题，因此，将防火防爆提升为二级标题，并增加火灾危险性分析相关要求。 2) 说明按 GB500016 设计和火灾危险性分析之间的关系。
36	4.5.2 防爆		列出建筑物和其它物项防爆系统设计所采用的法规标准。详细描述满足第3章防爆设计准则要求的预防和缓解爆炸系统设计。	依据标准	爆炸可以导致共模失效，爆炸是重要的安全问题，因此，将防火防爆提升为二级标题，并增加预防和缓解爆炸相关要求。
37	4.6 工业与化学安全		给出设施设计用于保护人员免受工业伤害和化学危险的措施。提供设施内加工处理除核材料外的危化品（包括副产品）清单及量、危化品物性、使用位置或岗位，给出防护措施。本报告不涉及工业与化学安全的相关内容。对可事故分析、管理和培训等内容。对可能导致辐射风险工业与化学安全需详细论证其安全措施。	详细程度	由于工程项目有专门的职业安全卫生专篇，本报告中仅补充工业与化学安全措施相关方面的内容。

序号	章节标题	HAD301/01 涉及修改的内容	HAD301/01 修改后的主要内容	修改分类依据	简要说明
38	5.1.2 工艺流程图	<p>为支持上述描述，要提供工艺流程图、物料及热平衡区和仪器设备一览表。要详细标出工艺物料流和废物流走向，使之可进行独立审查以确保安全运行；包括物流的流量、活度、组份、取样点和关键控制点。应提供废物流控制设备的输入及输出特性，以表明所获得的效率。结合设计工作温度与压力、特殊设计特性和工艺限制对设备进行描述。</p>	<p>为支持上述描述，要提供工艺流程图、物料平衡区和仪器设备一览表。要详细标出工艺物料流和废物流走向，使之可进行独立审查以确保安全运行；包括物流的流量、活度、组份、特性、取样点和关键控制点。应提供废物流控制设备的输入及输出特性，以表明所获得的效率。</p>	工程实践	<p>1) 铀加工设施无衰变热，仅考虑工艺设备对冷地循环水的使用要求，对热平衡要求较低，建议删除； 2) 工艺设备是贯穿纵深防御的所有层次，并考虑设计分工和审评专业化，与设备相关内容，增加一个小节。</p>
39	5.1.3 安全分析所关心的物项	指出安全分析所关心的区域或物项	指出安全分析所关心的区域或物项，包括化学安全、工艺停车、临界安全、废物处理及排放等。	详细程度	指出安全分析关心方面。

序号	章节标题	HAD301/01 涉及修改的内容	HAD301/01 修改后的主要内容	修改分类依据	简要说明
40	5.3 工艺系统设计 与描述	5.3 化工系统的设计与描述		章节调整	<p>1) 原 5.3 节为综合性章节，化工工艺系统设计 与描述包含工艺、设备和仪表，内容相互 交织，导致各专业内容重点不突出、逻辑 不清晰，在安分报告编制实践中，已经逐步 将设备和仪表相关内容单列小节，但在本小 节仍有设备和仪表内容的描述，导致内容重 复，因此建议在安全分析报告不分化工系统、 机加工系统，同时增加设备和仪表专业章节；</p> <p>2) 根据核安全法和标准要求，对核燃料循 环前端设施安全重要项目的管理及要求逐步 加严，将设备和仪表单列章节，能更好描述 设备和仪表的安全特征；</p> <p>3) “5.1.1 工艺流程描述”为工艺流程描述， 不涉及设备层面；本节从设备层进行描述。 设备层面包括工艺系统的功能及运行要求、 设备设计与描述、仪器仪表和控制要求、工 艺系统的功能及运行要求说明、系统功能、 设备组成、接口等，并从运行方面说明对 设备和仪表的要求；设备设计与描述，从 设备本体进行说明，如何满足工艺运行条 件要求；仪器仪表和控制系统多确保运行、 安全运行和停车方面进行说明。</p> <p>综上，将本小节拆分为三个小节更能逻辑 清晰的说明工艺、设备和控制方面的内 容。</p>

序号	章节标题	HAD301/01 涉及修改的内容	HAD301/01 修改后的主要内容	修改分类依据	简要说明
41	5.3.1xxx 系统	a. 功能描述 b. 主要设备 c. 设计描述 d. 仪表 e. 安全特性与保障 f. 运行限值 g. 备用设备	a. 功能描述 b. 主要设备及要求 c. 仪表要求 d. 安全特性与保障 e. 运行限值	详细程度	对表述相近的内容进行整合,调整与设备及仪控相关的内容。
42	5.4.1 XXX 系统的设备设计		<p>a. 设备描述 应描述设备作用和设备的组成、设计特征及控制要求,与工艺运行相关的主要设计参数。结合 5.3.1 中 b 主要设备的要求,分析说明这些设计参数是如何满足工艺运行要求的。</p> <p>b. 设计描述 应说明设备设计如何满足 5.3 节要求。应列出所采用的设备设计标准,并分项详细给出系统的材料和设备制造的技术条件,尤其与放射性包容相关的技术要求。分项详细说明系统的设备设计与第 3 章所确定的主要设计准则之间的关系。安全重要设备需要描述其在鉴定、安装、调试、操作及维修方面的设计特性。</p> <p>c. 抗震 应详细说明安全重要设备设计满足抗震要求设计细节,包括固定要求。</p> <p>d. 检维修 说明设备设计在便于更换、检维修方面的设计考虑。</p>	依据法规、详细程度	根据核安全法,从纵深防御和物项分级方面增加对设备设计与描述的内容。

序号	章节标题	HAD301/01 涉及修改的内容	HAD301/01 修改后的主要内容	修改分类依据	简要说明
43	5.5 仪器仪表和控制系统		结合流程图和特定加工工艺, 及 5.3 节相关要求, 讨论说明每个系统的仪表和控制特性。讨论, 应包括工艺控制、监测和报警。列表给出工艺系统的仪器仪表、控制参数、测量范围、显示和报警、连锁、报警整定值等。讨论报警整定值确定的合理性。	依据法规、详细程度	根据核安全法, 从纵深防御和技术发展方面增加对仪器仪表和控制系统的内容。
44	5.6 易裂变材料的接收、贮存、装卸和转运	描述系统的功能、设计准则和主要设计特性, 说明保持临界状态的措施和控制污染的措施。提供功能流程图, 必要时引用有关图纸, 描述所有与安全有关的特性和与系统紧密有关的用以保证正常和异常条件下安全的特殊操作技术。	应描述厂房内用于原料、中间品和产品的暂存位置、暂存能力、接口位置、贮存方式、装卸和转运方式和接收管理; 描述每个暂存位置的暂存容器规格、物料的物理和化学特性、装料量等; 描述容器的在密封方面设计特性(若 5.4 节已描述, 本节可以不描述); 描述贮存格架在稳定性方面设计特性(若 5.4 节已描述, 本节可以不描述)。	详细程度	1) 将原“5.4.1 易裂变材料的接收、贮存、装卸和转运”改为本小节; 2) 根据安分报告编制实践, 增加具体描述内容
45	6 废物管理	适当引用第 3 章主要设计准则, 讨论废物处理或处置系统的主要设计基准, 证明所有放射性或化学危险性废物在最终处置前都可得到安全的处理和包容, 包括对固态废物和污染设备进行场外处置的考虑。	适当引用第 3 章主要设计准则, 描述废物处理或整备系统的设计, 证明所有放射性或化学危险性废物在最终处置前都可得到安全的处理和包容。	工程实践	1) 核燃料循环设施前端均无场址内处置系统, 将处置统一改为整备

序号	章节标题	HAD301/01 涉及修改的内容	HAD301/01 修改后的主要内容	修改分类依据	简要说明
46	6.1 废物管理原则		给出废物运行管理准则、废物去向和废物最少化设计考虑,并说明放射性流出物排放管理限值合理性。给出利旧的废物处理设施,论证其富裕能力满足使用要求。	依据法规	根据放射性管理相关标准规定,设计和运行实践,集中一个章节增加运行管理准则和放射性废物放射性活度接受值和排放管理限值,利于废物管理。
47	6.2 废物源分类	按照废物的来源、化学和放射性组分、处理方法及系统设计和处置前的贮存方式等将废物进行分类	以实现放射性废物的最终安全处置为目标,根据各类废物的潜在危害以及处置时所需的包容和隔离程度进行分类,同时考虑废物的来源、化学和放射性组分、处理方法及系统设计和处置前的贮存方式等将废物进行分类。	依据法规	根据《放射性废物分类》进行修改,补充分类说明
48	7.1 防护与安全的最优化的方针		7.1.1 方针方面考虑 说明能使职业照射量为可以合理达到合理的尽量低的水平的有关设计方针和组织机构。	依据法规	根据核安全法,从理念和方针方面进行考虑。
49	7.2 辐射源		对操作或使用的放射性物质及其子体的辐射特征进行分析说明,尤其是影响辐射防护的衰变子体,给出用于辐射防护设计的放射性方面的数据。给出射线装置用于辐射防护设计的相关参数。对于堆前铀,通常不用考虑外照射的防护。	详细程度	补充内容。

序号	章节标题	HAD301/01 涉及修改的内容	HAD301/01 修改后的主要内容	修改分类依据	简要说明
50	7.3 管理限值和参考水平		<p>根据 GB18871《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》，结合设施特征和放射性物质的辐射特性，给出管理限值并制定合理的参考水平。管理限值包括剂量限值和表面污染控制水平，应根据剂量限值推导出空气浓度。针对前端设施的参考水平，需确定铀钍行动水平和放射性气溶胶浓度调查水平。</p> <p>营运单位应根据管理限值制定相关的剂量约束值、设计目标值和管理目标值。</p>	依据标准	<p>1) 管理限值和参考水平是辐射防护设计的基础,因此在进行相关辐射防护措施评价前要根据标准明确给出相应的值。</p> <p>2) 将后续相关的内容集中在本小节。</p>
51	7.4.1.1 辐射工作场所分区及厂房布置	<p>给出现场和厂房的区域划分原则,指名各个划定的辐射区和(或)污染区。描述不同区域之间的接口位置和用于避免污染蔓延的控制措施。</p>	<p>应出现场和厂房的区域、厂房内辐射工作场所分区的划分原则,指明各个划定的区域辐射区。描述不同区域之间的接口位置和用于避免意外照射的控制措施。从辐射工作场所分区方面说明厂房布置的原则,并给出按照这些原则的设计说明。</p>	详细程度	<p>1) 污染分区是“密封、通风与净化”的设计基础,将污染区调整至通风系统;</p> <p>2) 分区与厂房布置密切联系,建议增加这个方面的要求</p>

序号	章节标题	HAD301/01 涉及修改的内容	HAD301/01 修改后的主要内容	修改分类依据	简要说明
52	7.4.1.2 密封、通风与净化		<p>应给出满足密封屏障设计准则相关的设计说明，论述密封屏障的实体屏障在地震、火灾、热荷载和腐蚀等条件下的稳定性和边界的完整性。给出现场和厂房内的污染区域的划分原则，应给出各个划定的污染区。描述不同区域之间的接口位置和用于避免污染蔓延的控制措施。</p> <p>对于密封、通风和净化，说明讨论在正常和非正常条件下对工作环境的保障和将释放到环境的放射性物质对环境的排放量减至最少的方法和措施。</p>	依据标准	根据实践“密封、通风与净化”是辐射防护重要措施，增加内容
53	7.4.2 屏蔽		<p>应给出用于屏蔽设计的设计目标值，提供屏蔽计算过程和结果。若采取的屏蔽措施可能丧失屏蔽功能，则需对有效性进行说明，如水屏蔽墙、移动屏蔽体。</p>	详细程度	使用射线装置或放射源。
54	7.4.3 辐射监测		<p>应说明实施工作场所辐射监测的方法、频度和程序，主要内容应包括监测目的、监测类型、设置及布置，监测频度。</p>	详细程度	补充说明要素。
55	8.1.1 管理职责		<p>组织机构和职责应符合 GB15146.1《反应堆外易裂变材料的临界安全第1部分：临界安全行政管理规定》的规定。</p>	依据标准	补充标准规定要求

序号	章节标题	HAD301/01 涉及修改的内容	HAD301/01 修改后的主要内容	修改分类依据	简要说明
56	8.1.2 管理制度与程序	应详细描述在加工、贮存和运输易裂变材料过程中	应详细描述在加工、处理、操作和贮存易裂变材料过程中	依据标准	按照 GB 15146.1-2008 的适用范围修改
57	9.1 事故（件）谱		给出设施状态的划分的原则，给出设施内部始发事件，前端设施内部始发事件主要包括火灾、爆炸、物料泄漏和溢出、辅助系统故障、工艺用相关介质缺失或过量、机械故障、负载坠落等。……	工程实践	1) 根据实践，增加事故谱章节；2) 补充参考标准。
58	10 组织机构与安全管理	应描述营运单位的组织机构、培训大纲、预运行试验、运行安全管理和退役考虑。	应描述营运单位的组织机构、培训大纲、装投料前的调试报告、运行安全管理和退役考虑。	依据法规	按《核动力厂、研究堆、核燃料循环设施安全许可程序规定》的规定修改
59	10.1.1 营运单位的管理机构	给出营运单位的组织机构，描述营运单位在其设施的工程设计、建造、质量保证、试验、运行和其他有关活动中的作用和责任		依据法规	根据核安全法，无试验阶段。
60	10.3 预运行试验与试生产			依据法规	根据《核动力厂、研究堆、核燃料循环设施安全许可程序规定》，内容删除，修改为调试大纲和装投料前调试报告。

序号	章节标题	HAD301/01 涉及修改的内容	HAD301/01 修改后的主要内容	修改分类依据	简要说明
61	10.3 调试大纲		<p>在初步安全分析报告阶段，营运单位应制定一份详细的调试大纲，列出需要对设备和系统做的全部试验或活动，并给出试验方法、遵循的准则和验收标准。这些试验和活动能够对设备和系统进行性能验证，以确认是否符合设计要求和安全要求。调试包括非核试验和贫铀试验。</p> <p>调试大纲的编写可参考 NB/T 20239《压水堆核电厂调试大纲编写规范》，其中“4.2 调试阶段划分和各阶段主要试验内容”和“附录 B（资料性附录）核电厂调试试验项目示例”不适用于核燃料循环前端设施，除 4.2 和附录 B 外的其它内容需考虑设施类型和特征。调试阶段和主要试验内容需结合具体设施确定，“附录 A（资料性附录）典型的调试大纲章节”可结合设施类型进行章节调整。</p>	依据法规	<p>1) 根据《核动力厂、研究堆、核燃料循环设施安全许可程序规定》中“第七条核设施营运单位在提交核设施建造申请书时，本条第一款规定的初步安全分析报告关于调试大纲的内容不具备提交条件的，可以在征得国家核安全局同意后，由核设施营运单位根据核设施建造进展情况，按照国家核安全局的要求补充提交。”的规定，需在申请建造阶段提交调试大纲；</p> <p>2) 根据现行营运单位运行实践，申请材料前，营运单位均进行资料调试，因此，将投资料调试归为投资料前的调试。</p>

序号	章节标题	HAD301/01 涉及修改的内容	HAD301/01 修改后的主要内容	修改分类依据	简要说明
62	10.4 装投料前 调试报告		装投料前调试报告应包含调试大纲主要内容，营运单位应根据设施建造、修改及开展的试验对引用的调试大纲相关内容进行更新，如试验内容、试验方法、遵循的准则和验收标准等。装投料前调试报告可以在调试大纲的基础上完成，需重点补充如下内容：（1）简要说明试验实施过程；（2）说明试验实施过程中记录的试验参数；（3）试验过程中遇到的问题、异常事件，以及所采取的措施；（4）试验结果及分析、评价和结论；（5）试验遗留项情况说明。	依据法规	根据《核动力厂、研究堆、核燃料循环设施安全许可程序规定》中第十条规定
63	10.5.3 老化 管理		应说明其中有关安全重要物项维护和老化管理的内容。	依据法规	为《核动力厂、研究堆、核燃料循环设施安全许可程序规定》中规定的定期安全评价的需要，从制度上要求营运单位检查内容应包括安全重要物项维护和老化管理的内容。
64	10.5.4 安全重要物项功能保持		应说明为安全重要物项功能保持而开展的定期检查、测试、试验要求。	依据法规	在申请营运阶段，营运单位提交应急计划，因此，仅在初步安全分析报告简要描述。
65	10.6 应急设计 考虑			详细程度	营运单位提供退役计划，本节简要描述

序号	章节标题	HAD301/01 涉及修改的内容	HAD301/01 修改后的主要内容	修改分类依据	简要说明
66	10.6.1 营运单位应急计划概述		描述营运单位的应急计划要点，其内容应包括应急组织、应急措施安排与准备和应急演练等。	详细程度	根据核安全法，更严格的标准要求，结合运行实践，将影响安全运行相关参数在本章进行汇总，给出限制内容和条件，形成技术规定。
67	10.6.2 设施内应急设计考虑		描述设施内可用应急的设施和设备。	详细程度	根据核安全法，在申请建造和申请营运时，营运单位必须提交质量保证文件。根据工程实践，质量保证文件为营运单位编制并在单位体系内运行，因此，为确保质量保证文件有效性和更新实时性，建议在安全分析报告中进行概述，取消质量保证具体内容。
68	10.7 便于退役的考虑		在申请建造阶段，描述便于退役的设计考虑。在申请营运阶段，概述初步退役计划相关内容。	依据法规	
69	11 安全技术规定		11.1 技术规定、11.2 限值、限制和条件说明	依据法规	根据核安全法，将运行限值和限制进行规定
70	12 质量保证			依据法规	
71	附录III 预先危险性分析 (Preliminary Hazard Analysis, 简称 PHA)			详细程度	补充 PHA 简要方法说明

4 国内外法律、法规及技术文件的说明

4.1 国内法律、法规及标准

4.1.1 核安全法

《中华人民共和国核安全法》（2017年9月1日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十九次会议通过）中相关条款摘引如下：

第八条 国家坚持从高从严建立核安全标准体系。国务院有关部门按照职责分工制定核安全标准。核安全标准是强制执行的标准。核安全标准应当根据经济社会发展和科技进步适时修改。

第十六条 核设施营运单位应当依照法律、行政法规和标准的要求，设置核设施纵深防御体系，有效防范技术原因、人为原因和自然灾害造成的威胁，确保核设施安全。

第二十二条 国家建立核设施安全许可制度。核设施营运单位进行核设施选址、建造、运行、退役等活动，应当向国务院核安全监督管理部门申请许可。核设施营运单位要求变更许可文件规定条件的，应当报国务院核安全监督管理部门批准。

第二十七条 核设施运行许可证的有效期为设计寿期。在有效期内，国务院核安全监督管理部门可以根据法律、行政法规和新的核安全标准的要求，对许可证规定的事项作出合理调整。

第八条中规定“从严建立核安全标准体系”，对本次修订指明了方向，对安全相关的因素，从范围方面将增多，从详细程度将加深，如仪表和控制系统、物项分级、安全重要的设备、影响核安全的工业与化学安全、增加技术规定、防火安全等。第十六条规定“设置核设施纵深防御体系”，新增纵深防御原则在设施设计的方法和要求，对密封屏障提出具体接受准则要求。第二十二条规定中，减少调试阶段，对HAD301中相关的调试内容修订。第二十七条中规定“核设施运行许可证的有效期为设计寿期”，增加对核设施设计寿期的说明。

4.1.2 核动力厂、研究堆、核燃料循环设施安全许可程序规定

(1) 贫料调试

《核动力厂、研究堆、核燃料循环设施安全许可程序规定》中“第二条 在中华人民共和国领域及管辖的其他海域内，民用核动力厂、研究堆、核燃料循环设施（以下统称核设施）的选址、建造、运行、退役等安全许可事项的许可程序，适用本规定”规定，取消投料许可。原投料许可中关键的投贫料调试和投料试运行说明如下。

在原安全许可程序及工程实践中，核燃料循环设施安全许可分为 5 个阶段，包括厂址、建造、投料、运行和退役，分别对应厂址选择安全分析报告、初步安全分析报告、最终安全分析报告（申请投料）、最终安全分析报告（申请营运）和退役安全分析报告。在投料阶段或投料之前，营运单位投贫料对系统进行调试和相关的设备或产品合检鉴定，然后再进行一段时间投料试运行，优化运行参数和调整相关限值和条件。投料阶段为设施变更和限值调整预留窗口，通过贫料调试和投料试运行的反馈，为设施修改和最终安全分析报告（申请投料）中相关内容修订提供了基础数据，基本确保修订后最终安全分析报告（申请营运）与设施运行状态的一致性。这一阶段中，通过贫料调试，可以直接的证明设施达到原设计安全要求，可以安全运行。

按新的安全许可程序，取消投料阶段，营运单位在建造阶段完成冷态调试且最终安全分析报告获批后，可直接转入投料运行，不用进行贫料调试和投料试运行。由于缺少贫料调试，不能在投料运前充分暴露可能存在的安全隐患，不能直接有效的证明设施是否达到设计的安全要求。因此，按新的安全许可程序，虽然取消投料阶段，但建议将贫料调试归于建造阶段并在核设施装投料前调试报告中完成贫料调试工作，降低直接投料运行的安全风险。

另一方面，贫料无临界风险且辐射风险较小，贫料调试时通量也较小，安全风险可控。

综上，将贫料调试归于建造阶段并在核设施装投料前调试报告中完成贫料调试工作，建议是合理的。

（2）调试大纲和装投料前调试报告

为满足《核动力厂、研究堆、核燃料循环设施安全许可程序规定》中“第七条 核设施营运单位在提交核设施建造申请书时，本条第一款规定的初步安全分析报告中关于调试大纲的内容不具备提交条件的，可以在征得国家核安全局同意后，由核设施营运单位根据核设施建造进展情况，按照国家核安全局的要求补充提交”和“第十条（六）核设施装投料前调试报告”的要求，在HAD301/01 修订中将增加调试大纲和装投料前调试报告内容。

4.1.3 民用核燃料循环设施分类原则与基本安全要求（试行）

在《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）中将铀浓缩设施、铀燃料元件制造设施划分为第三类核设施，从设施分类和对安全措施需求范围和程度，影响安全分析报告各要素编制的详细程度。

另外，规定了三类设施基本安全要求，将反映至修订的HAD301/01。

4.1.4 导则引用的其它导则、标准

在修订的导则中，为明确评价内容和要求，补充如下导则和标准。

HAD101/04《核电厂厂址选择的外部人为事件》

GB15146.1《反应堆外易裂变材料的核临界安全第1部分：核临界安全行政管理规定》

GB 17741《工程场地地震安全性评价》

GB18871《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》

GB/T 37243《危险化学品生产装置和储存设施外部安全防护距离确定方法》

GB 50009 《建筑结构荷载规范》
GB 50010 《混凝土结构设计规范》
GB50223 《建筑工程抗震设防分类标准》
GB/T 50761 《石油化工钢制设备抗震设计标准》
HJ 169 《建设项目环境风险评价技术导则》
EJ/T 1217 《核动力厂火灾危害性分析指南》
NB/T 20200 《核电厂外部人为事件调查与评价技术规范》
AQ/T 3046 《化工企业定量风险评价导则》
AQ/T 3049 《危险与可操作性分析（HAZOP 分析）应用导则》

4.2 国外导则

主要考虑了美国核管会（NRC）的相关导则和审查规定，调研了与铀燃料循环设施相关的审查大纲《Standard Review Plan for Fuel Cycle Facilities License Applications》（（NUREG-1520, Rev. 2），以及 NRC 出版的导则 REGULATORY GUIDE 系列：

RG 3.39 《Standard Format And Content Of License Applications For Plutonium Processing And Fuel Fabrication Facilities》（钚处理及燃料制造设施建造许可证申请的格式和内容要求）；

RG 3.26 《Standard Format And Content Of Safety Analysis Reports For Fuel Reprocessing Plants》（核燃料后处理厂安全分析报告的格式和内容要求）；

RG 3.25 《Standard Format And Content Of Safety Analysis Reports For Uranium Enrichment Plants》（铀浓缩设施安全分析报告的格式和内容要求）。

以上三个导则均为核燃料循环设施，且内容和结构与 HAD301/01 基本一致，可以作为参考和对比的对象。通过详细对比和分析，采纳的内容已经在修订稿反映。

5 关于事故分析方法的说明

5.1 ISA 方法说明

5.1.1 ISA 介绍

《Standard Review Plan for Fuel Cycle Facilities License Applications》NUREG-1520 自 2002 年发布、经 2010 年和 2015 年修订，目前 2015 年版是最终版本，在本节重点介绍综合安全分析（ISA）方法。

（1）综合安全分析方法的作用

综合安全分析 (ISA) 确定设施运行中的潜在事故序列，指定安全依赖项 (IROFS)，以防止此类事故或将其后果减轻到可接受的水平，并描述管理措施，以合理保证 IROFS 的可用性和可靠性。

ISA 应用半定量的风险指数方法，根据事故发生的可能性及其引起关注的后果，对事故序列进行分类。风险指数方法框架将使申请人能够识别，并使 NRC 审查员能够确认，哪些事故序列的后果超过了 10 CFR 70.61 的技术要求，因此，需要指定安全所依赖的项目 (IROFS) 和支持的管理措施。

（2）ISA 应用的方面

a. 厂址的一般描述

侧重于可能影响安全的因素，如地理、气象(如大风和洪水)、地震、人口统计以及附近的工业设施和交通路线。

b. 设施的一般描述

着重于可能影响潜在事故及其后果的特性，包括设施位置、抵御外部事件的设施设计信息、场地布局。

c. 过程、危险和事故序列

基本工艺流程、系统功能和基础知识，识别危险和事故、可能性和后果，识别所有的事故序列和 IROFS。主要部件的功能及其操作，工艺设计和设备，工艺操作范围和限制。

d. 符合 10 CFR 70.61 技术要求的信息

假设结果，并与 10 CFR 70.61 中确定的结果水平进行比较，以及影响评估结果的信息，包括存量和释放途径；描述关于 IROFS 的管理措施；描述有关 10 CFR 70.64 的设计基准（“对现有设施的新设施或新工艺的要求”）等。

e. 描述 ISA 团队的资质和 ISA 方法

ISA 团队资格和 ISA 方法。

f. IROFS 的描述列表

本清单详细描述了所有中、高后果事故的 IROFS，以便了解其安全功能。

g. 使用的急性化学暴露标准说明

确定定量标准，用于评估 ISA 摘要中 10 CFR 70.61 中规定的化学品后果水平。

h. 描述列表的唯一 IROFS

此列表确定那些 IROFS 是预防或减轻事故的唯一项目，其后果可能超过 10 CFR 70.61 的技术要求。

i. “可信” “不大可能” 和 “极不可能” 等术语的定义

必须定义 ISA 摘要中使用的术语“不大可能”“极不可能”和“可信”。

（3）ISA 分析过程

a. 风险识别

b. 过程危害分析（PHA）

c. 事故顺序的构建与评估

d. 结果的确定及与 10 CFR 70.61 的比较

f. 确定符合 10 CFR 70.61 的可能性分类

5.1.2 应用考虑

在 NUREG-1520 中对 ISA 方法给出详细的分析过程并以铀燃料元件厂芯块制备部分 UO₂ 粉末均匀化岗位进行了实例分析，但是在具体实践中，受制于两个方面：

(1) 事故后果剂量接受准则

根据现行 GB18871 规定,“附录 B(标准的附录)剂量限值和表面污染控制水平”适用于实践所引起的照射,未明确规定特殊情况的剂量限值。目前,设计院、营运单位和相关监管部门在核燃料循环设施前端对事故后果剂量接受准则存在较大的分歧。现行实践,核燃料循环设施前端设施事故后剂量接受准则通常按 20mSv,偏严。

(2) 缺少数据库和设施建造缺统一标准

a. 物项及 IROFS 的失效频率指数和需要投入使用时的失效概率指数所少行业认可的统一的数据库。虽然一些化工企业相关设备的失效概率可供参考,但未结合具体工况,在实际使用过程中仍然存在偏差。

b. 设施建造缺少统一的标准,相同的设备,在各厂存在较大差异,由于本身样本数量少,不具有统计性。

c. 现有运行核设施未建立有效的运行数据库,无法对“故障频率指数”和“故障概率指数”进行有效的统计。

d. 现行的标准相关概率数据,不能支撑进行全生产线的概率分析,如 GB/T 37243《危险化学品生产装置和储存设施外部安全防护距离确定方法》、HJ 169《建设项目环境风险评价技术导则》、AQ/T 3046《化工企业定量风险评价导则》等。

在 ISA 方法关键步骤“风险矩阵=后果×可能性”中,“后果”和“可能性”均不能从现行运行实践获取有效数据支持,因此,ISA 方法的应用仍需要相关运行数据的支持及开展数据库研究。

5.2 PHA 方法

5.2.1 PHA 概述

预先危险性分析(Preliminary Hazard Analysis,简称 PHA)是一种定性分析评价系统内危险因素和危险程度的方法。是指一个系统或子系统在运行之前,对系统存在的危险类别、出现条件、可能造成事故的后果进

行客观大概分析。运行之前是指设计、施工或生产之前，或技术改造之后。

这种方法是对可能出现的危险类别、危险出现的条件及其可能造成的后果作大概的分析，其目的是判别系统的潜在危险，确定其危险等级，防止采用不安全的技术路线、使用危险性物质、工艺和设备等。如果必须使用时，也可以从设计和工艺上考虑采取安全措施，使这些危险性不致于发展成为事故。

5.2.2 PHA 步骤

(1) 熟悉系统

对工艺系统、工艺过程、工艺设备以及操作条件和周围环境进行充分的调查和了解。

(2) 辨识危险因素

通过安全检查表、经验判断、技术诊断等方法，查找系统中存在的危险因素。

(3) 识别转化条件

研究危险因素转变为危险状态的触发条件和危险状态转变为事故的必要条件。

(4) 划分状态等级

根据危险因素可能造成的后果，将后果分为偏离、事件、事故和严重事故四个等级。

a. 偏离

在设施运行寿期内可能发生的偏离正常运行的各种运行过程；由于设计中已采取相应措施，这类异常运行状态不影响安全运行，也不至于导致事故工况。

b. 事件

在设施运行寿期内可能发生的超运行限值的各种运行过程；虽然设计中已采取相应措施，这类异常运行状态将导致放射性物质逸出第一道密封

屏障，污染工作场所，造成内照射危害，向环境释放少量放射性物质。

c. 事故

比事件严重的工况，破坏第一道密封屏障完整性，严重污染工作场所，造成内照射危害，向环境释放放射性物质。这类事故，需要按确定的设计准则在设计中采取针对性的措施。

d. 严重事故

不在设计基准事故考虑范围的事故工况。严重事故工况包括承担密封屏障功能的建筑物没有明显损伤、第一道和/或第二道密封屏障严重破坏的工况。

(5) 制定预防和缓解措施

找出消除或控制危险因素的措施。

上述分析步骤，不一定要严格的次序，主要意义在于集中工程人员的经验和智慧，从宏观上判断所研究的对象安全性如何，供给决策人员参考。通过上述分析步骤，并经整理可以得出表 5-1 工艺事件/事故谱。

表 5-1 工艺事件/事故谱

序号	工序	设备/系统	潜在危险因素	触发条件	潜在事件/事故	类型	事件/事故探测			主要工程措施	可能事故后果			备注
							探测措施	报警整定值	连锁		对工作人员/场所影响	向环境释放	对临界安全影响	
示例	气化	气化罐、UF ₆ 输送系统	1) 阀门或连接部位密封受损； 2) 管道破损	1) 腐蚀； 2) 外力破坏	UF ₆ 气体微孔泄漏	事件	1) 检漏罐：pH、电导率计； 2) HF 探测	1) pH: 3; 电导率: 500 μs 2) HF: 2mgF/m ³	1) 均与气化罐加热电源连锁； 2) HF 探测与事故排风和气化间的全面排风连锁	1) 设置气化罐包容； 2) 每次运行前，检查系统密封情况； 3) 设置尾气和排风净化系统	气化罐外泄漏时，污染工作场所，对工作人员造成内照射危害	少量放射性物质释放	控制慢化剂引入，对临界安全无影响	

5.3 小结

除上述说明的 ISA 和 PHA 方法外，国内关于事故分析方法的标准主要如下：

GB/T 7826-2012 《系统可靠性分析技术 失效模式和影响分析（FMEA）程序》

GB/T 7829-2012 《故障树分析（FTA）程序》

GB/T 32857-2016 《保护层分析（LOPA）应用指南》

AQ/T 3049-2013 《危险与可操作性分析（HAZOP 分析）应用导则》

AQ/T 3054-2015 《保护层分析（LOPA）方法应用导则》

比较这些事故分析方法的适用对象、使用步骤及对人员资格的需求程度，结合 HAD301/01 的使用目的是给出事故（件）谱，预先危险性分析（Preliminary Hazard Analysis，简称 PHA）更贴合需求。另外，PHA 方法也是 ISA 方法中的一个关键步骤。因此，在 HAD301/01 中优先采用 PHA 方法。

6 导则适用性说明

《核燃料循环前端设施安全分析报告的标准格式与内容》是在《铀燃料加工设施安全分析报告的标准格式与内容》的基础上进行修订，充分反映我国现行的核安全法规、导则和标准，适应我国核行业发展和核安全监管需要。