ICS 27.120.99

F65

|  |
| --- |
| 备案号： |

NB

中华人民共和国能源行业标准

NB/T xxxxx—xxxx

代替XX/TXXXXX-XXXX

|  |
| --- |
|  |

核电厂定期安全评价

第12部分：设计

Periodic safety review for nuclear power plants—

Part 12: Design

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

|  |
| --- |
| （征求意见稿） |
| （本稿完成日期：2022年12月30日） |

20xx - xx - xx发布

20xx - xx - xx实施

国家能源局   发布

目  次

[目  次 I](#_Toc7617)

[前  言 II](#_Toc1190)

[引  言 III](#_Toc1211)

[1 范围 1](#_Toc14149)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc8140)

[3 术语和定义 1](#_Toc24176)

[3.1 1](#_Toc25998)

[3.2 1](#_Toc17411)

[4 缩略语 1](#_Toc22116)

[5 总则 1](#_Toc14965)

[5.1 评价目的 2](#_Toc3925)

[5.2 评价内容 2](#_Toc21872)

[5.2.1 评价范围 2](#_Toc7451)

[5.2.2 评价要点 2](#_Toc32664)

[6 评价要求 3](#_Toc21844)

[6.1 评价依据 3](#_Toc8053)

[6.2 评价输入 3](#_Toc22087)

[6.2.1 核电厂文件和记录 3](#_Toc19621)

[6.2.2 其他安全要素的评价反馈 4](#_Toc18876)

[6.3 评价方法 4](#_Toc24527)

[6.3.1 资料收集 4](#_Toc11199)

[6.3.2 要点评价 4](#_Toc15077)

[6.3.3 差异项分析和处理 6](#_Toc7233)

[6.4 评价流程 7](#_Toc21686)

[7 评价记录和报告 7](#_Toc15088)

[附　录　A （资料性附录） 核电厂设计要素评价流程图 8](#_Toc10725)

前  言

《核电厂定期安全评价》分为15个部分：

——第1部分：通用要求；

——第2部分：安全性能；

——第3部分：程序；

——第4部分：辐射环境影响；

——第5部分：概率安全分析；

——第6部分：构筑物、系统和部件的实际状态；

——第7部分：经验反馈；

——第8部分：老化；

——第9部分：确定论安全分析；

——第10部分：人因；

——第11部分：设备合格鉴定；

——第12部分：设计；

——第13部分：应急计划；

——第14部分：灾害分析；

——第15部分：组织机构和行政管理。

本部分为《核电厂定期安全评价》系列标准的第12部分。

本部分按照GB/T 1.1—2020给出的规则起草。

本部分由能源行业核电标准化技术委员会提出。

本部分由中国核电发展中心归口。

1. 本部分起草单位：大亚湾核电运营管理有限责任公司、苏州热工研究院有限公司、生态环境部核与辐射安全中心、上海核工程研究设计院有限公司
2. 本部分起草人：XX

引  言

核电厂运行的安全审查有常规安全审查和专项安全审查，它们是安全验证的主要手段。常规安全审查包括对核电厂硬件和程序的修改、安全重要事件、运行经验、核电厂运行管理、人员资格等的审查。专项安全审查是在核电厂发生安全上的重大事件之后进行的审查。一般来说，常规安全审查和专项安全审查不是综合性的，不一定总是考虑安全标准和运行实践的改进、核电厂老化和修改的积累效应、运行经验反馈以及科学技术的发展。为了全面掌握核电厂的实际安全情况，确定应该进行的合理可行的修改，使核电厂保持高的安全性，定期安全评价是一种有效的方法。

定期安全评价以规定的时间间隔对运行核电厂的安全性进行系统性的再评价，以应对老化、修改、运行经验、技术更新和厂址方面的积累效应，目的是确保核电厂在整个使用寿期内具有高的安全水平。定期安全评价是对常规安全审查和专项安全审查的补充。

我国核安全监管部门在2004年发布的《核动力厂运行安全规定》（HAF 103）中明确规定，营运单位在核动力厂整个运行寿期内应当开展定期安全评价。2022年发布的《核动力厂调试和运行安全规定》（HAF 103/2022）再次明确“在运行许可证有效期内，营运单位应当采用定期安全评价的方式对核动力厂进行系统的安全评价”。同时《核动力厂定期安全评价》（HAD 103/11）也要求运行核电厂应开展14个要素的定期安全评价工作。

HAF 103和HAD 103/11虽提出了核电厂定期安全评价工作的总体要求、目的、管理流程和评价要点，但并未对如何具体开展各个要素的评价工作给出具体规定。为此，需要在HAF 103和HAD 103/11已有规定的基础上，制定系列标准《核电厂定期安全评价》，用以指导14个安全要素定期安全评价工作的具体实施。《核电厂定期安全评价》由15个部分组成，除通用要求外，每一部分对应于HAD 103/11规定的一个安全要素，分别给出了每一要素评价的实施指南。

《核电厂定期安全评价 第12部分：设计》为上述15项标准之一，可为核电厂核电厂定期安全审查中设计要素的审查工作提供指导。

核电厂定期安全评价 第12部分 设计

1. 范围

本部分规定了核电厂设计要素定期安全评价的目的、内容、要求和方法。

本部分适用于核电厂定期安全评价中设计要素的评价。本部分规定的内容以压水堆核电厂为例，其他堆型核电厂可参照使用。

1. 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

1. 术语和定义

定期安全评价 periodic safety review

以规定的时间间隔对运行核电厂的安全性进行的系统性的再评价，以应对老化、修改、运行经验、技术更新和厂址方面的积累效应，目的是确保核电厂在整个运行寿期内具有高的安全水平。



差异项 difference

电厂现状与安全基准、现行安全标准和实践之间存在的不一致，包含强项和弱项。强项是指高于现行安全标准或实践的差异项；弱项包括低于安全基准的差异项和满足安全基准但低于现行安全标准或实践的差异项。

1. 缩略语

本文件采用下列缩略语。

PSR 定期安全评价

NNSA 国家核安全局

SF 安全要素

SSCs 构筑物、系统和设备

1. 总则
   1. 评价目的

核电厂设计要素的评价目的是通过与安全基准、现行安全标准和实践的对比分析，确定核电厂设计、设计修改及设计文件的适当性。

* 1. 评价内容
     1. 评价范围

设计要素的评价范围为安全重要物项。压水堆核电厂常见的安全重要SSCs通常包括（不限于）：

1. 反应堆及反应堆冷却剂系统；
2. 一回路辅助系统；
3. 专设安全设施；
4. 辅助冷却水系统；
5. 二回路相关系统；
6. 放射性废物处理与流出物排放系统；
7. 消防系统；
8. 核安全相关的堆芯、核燃料装卸贮存系统；
9. 仪表和控制系统；
10. 电力系统；
11. 通风系统；
12. 反应堆厂房、核辅助厂房、电气厂房、燃料厂房、应急柴油发电机厂房、重要厂用水进水廊道、连接厂房、泵站等构筑物。

评价过程中，核电厂可根据电厂具体设计和评价需要进行调整。

* + 1. 评价要点

核电厂设计要素的评价要点包括：

1. 设计文件审查（系统、布置和设备的设计文件和图样等的详细描述）；
2. 文档化的设计基准
3. 安全重要的构筑物、系统和部件的安全分级清单审查；
4. 安全基准和现行安全标准的符合性审查；
5. 安全重要的设计修改审查；
6. 经验反馈评价；
7. 安全审评承诺项评价；
8. 其他输入评价（厂址条件、环境参数或者其他安全要素的输入评价）。
9. 评价要求

评价核电厂安全重要构筑物、系统和设备设计与现行安全基准、现行安全标准和实践，识别核电厂设计方面的差异项。

* 1. 评价依据

评价依据为国家核安全局批准的定期安全评价大纲确定的安全基准、现行安全标准和实践。

* 1. 评价输入
     1. 核电厂文件和记录

评价涉及的核电厂文件和记录应包括（但不限于）：

1. 安全重要构筑物、系统和设备的设计文件、相应规格书、说明书、计算书、技术专题报告；
2. 核电厂最终安全分析报告（FSAR）；
3. 核电厂系统安全准则；
4. 定期试验导则；
5. 安全重要构筑物、系统和设备的设备运行管理手册；
6. 安全重要构筑物、系统和设备设计修改文件包；
7. 核电厂设备分级清单和设备鉴定清单；
8. 构筑物分级清单；
9. 核电厂技术规格书；
10. 程序（维修大纲、监督大纲、在役检查大纲、改造与替代管理程序、维修规程、试验规程等）；
11. 记录（改造与替代记录、大修总结报告和相关维修记录、定期试验和检查记录、在役检查报告、老化专项评估报告、不符合项记录、事件记录和报告、环境工况监测记录等）。
12. 福岛后改进相关设计资料；
13. 核安全监管部门与电厂的来往信函；
14. 审评监督的承诺项；
15. 各位同行评估报告；
16. 核电厂历次定期安全评价报告（如有）。
    * 1. 其他安全要素的评价反馈

与核动力厂设计要素存在接口的安全要素应包括：实际状态、设备合格鉴定、老化、灾害、确定论安全分析、概率论安全分析、程序、经验反馈、安全性能等要素。这些安全要素发现的与设计有关的差异项可作为设计要素的评价输入。

经验反馈要素为设计要素提供的反馈信息包括（不限于）：

1. 核电厂内部设计相关事件反馈；
2. 其他核电厂设计相关事件反馈；
3. 国内核电厂的定期安全评价成果；
4. 国外核电厂的定期安全评价成果。
5. 国内外核安全相关良好实践。
   1. 评价方法
      1. 资料收集
6. 收集并整理设计要素相关的核电厂安全基准和现行安全标准；
7. 收集最新安全实践。最新安全实践指反映当前同类机组最新安全水平的实践或方法；
8. 整理核电厂文件和记录，具体见6.2.1节所述。
   * 1. 要点评价
        1. 设计文件评价

设计文件评价方法如下：

1. 评价核电厂构筑物、系统和设备设计文件管理体系，评价设计文件管理体系的适当性；
2. 评价SSCs设计文件与安全基准的符合性，SSCs设计文件包括：最终安全分析报告（FSAR）、系统安全准则、系统设计文件等；同时评价不同设计文件之间的一致性；
3. 整理设计文件相关的差异项。
   * + 1. 安全分级评价

安全分级评价方法如下：

1. 对比SSCs安全分级与安全基准的要求，评价其符合性以及对核安全影响程度；
2. 审查核电厂安全分级清单、安全分析报告、系统设计手册等设计文件中有关安全分级的内容的一致性，评价设计文件中安全分级信息的正确性；
3. 审查SSCs安全分级与现行安全标准的符合性，评价差异内容的适用性以及对核安全影响程度；
4. 评价SSCs安全分级与同类机组的安全分级的一致性，评价差异内容的适用性以及对核安全影响程度；
5. 整理SSCs安全分级相关的差异项。
   * + 1. 设计修改评价

设计修改评价方法如下：

1. 审查安全重要SSCs的修改，评价设计修改技术方案是否满足安全基准要求；
2. 评价修改实施后安全风险是否消除；
3. 审查修改实施后受影响的设计文件是否已及时正确升版；
4. 对于电厂计划实施的修改，审查电厂是否在修改前采取必要的运维措施对潜在的风险进行控制。
   * + 1. 安全基准和现行安全标准的符合性审查

新旧安全标准符合性评价方法如下：

1. 梳理设计要素相关的新旧版本法规要求的差异，评价差异内容的适用性以及对核安全影响程度；
2. 梳理设计要素相关的新旧版本导则要求的差异，评价差异内容的适用性以及对核安全影响程度；
3. 梳理设计要素相关的新旧版本规范/标准要求的差异，评价差异内容的适用性以及对核安全影响程度；
4. 整理新旧安全标准相关的差异项。
   * + 1. 经验反馈评价

经验反馈评价方法如下：

1. 审查核电厂内部设计相关事件纠正行动的落实情况，评价纠正行动实施后安全风险是否消除；
2. 评价其他核电厂设计相关事件的适用性，评价适用的纠正行动的落实情况，评价安全风险是否消除；
3. 评价国内、外同类机组最新安全改进的适用性以及对核安全影响；
4. 评价国内其他核电厂历次定期安全评价设计相关成果（如有）的适用性，评价适用的纠正/改进行动的落实情况，评价对核安全影响；
5. 评价国外核电厂历次定期安全评价设计相关成果（如有）的适用性，评价适用的纠正/改进行动的落实情况，评价对核安全影响；
6. 整理经验反馈相关的差异项。
   * + 1. 安全审评承诺项评价

安全审评承诺项评价方法如下：

1. 评价核安全监管部门历年的监管要求落实情况；
2. 评价各类评估活动中与本要素相关的纠正行动的落实情况；
3. 评价历次定期安全评价（如有）纠正行动的落实情况；
4. 整理承诺项评价相关的差异项。
   * + 1. 其他输入的评价

其他输入的评价方法如下：

1. 识别已经发生变化的厂址条件和环境参数，分析其对核电厂设计基准的影响，识别对核安全有重要影响的差异项；
2. 对其他安全要素（实际状态、设备合格鉴定、老化管理、确定论安全分析、概率论安全分析、灾害分析、安全性能、人因、应急计划、辐射环境影响、经验反馈）发现的与设计有关的差异项进行分析。
3. 整理其他输入的评价相关的差异项。
   * 1. 差异项分析和处理
        1. 差异项清单

梳理各要点评价发现的差异项，编制差异项清单，写入评价报告。

* + - 1. 差异项分析

对于发现的不符合安全基准或现行安全标准和实践的差异项，应采用确定论、概率论、工程判断等方法评价其安全影响。

定期安全评价期间应对电厂存在的强项予以足够的关注，确定的强项是总体评价的重要输入。PSR项目组还应致力于将评价发现的强项推广至整个核工业领域，促进行业安全水平不断提升。

* + - 1. 弱项处理

通过安全影响分析，确认会对电厂安全运行造成实质性影响的差异项，归为弱项。弱项可分成管理和技术两类。

对于管理类弱项，PSR评价人员应提出合理、可行的纠正或改进建议，如修改程序、完善制度、强化执行、加强监控、人员培训等。

对于技术类弱项，PSR评价人员应提出相应的处置建议：针对低于安全基准的弱项，制定相应的纠正行动；对于满足安全基准但低于现行标准或实践的弱项，提出对应的安全改进方案。对于技术类弱项的处置（实体改造或文件修改），可提出多个方案，以便进行比选。

如果发现的弱项可能对工作人员、公众或环境造成即时重大风险，应建议电厂立即采取行动。

* 1. 评价流程

设计要素的评价流程参见附录A。

1. 评价记录和报告

设计要素评价输出结果包括（不限于）：

1. 与设计相关安全基准的符合性；
2. 与设计相关现行安全标准和实践的符合性；
3. 核动力厂修改的评价结论；
4. 最终安全分析报告修订建议；
5. 核动力厂SSCs纠正/改进行动建议；
6. 运行限值和条件修订建议。

在设计要素评价过程中，对于支撑评价结论的必要依据，应形成书面的记录。评价结果应形成相应的书面报告。评价报告应以事实依据、分析计算结果以及相应的评价记录为基础。报告和记录应保证真实性，完整性，可追溯性，并确保内容的。

1. （资料性附录）  
   核电厂设计要素评价流程图

