

附件 1

核安全导则 HAD 202/02-2017

研究堆定期安全审查

国家核安全局 2017 年 4 月 11 日批准发布

国家核安全局

研究堆定期安全审查

(2017年4月11日国家核安全局批准发布)

本导则自发布之日起实施

本导则由国家核安全局负责解释

本导则是指导性文件。在实际工作中可以采用不同于本导则的方法和方案，但必须证明所采用的方法和方案至少具有与本导则相同的安全水平。

目 录

1 引言.....	7
1.1 目的.....	7
1.2 范围.....	7
2 审查策略.....	7
3 定期安全审查的安全要素.....	8
3.1 概述.....	8
3.2 研究堆的设计和的安全分析.....	9
3.3 构筑物、系统和部件的实际状态和老化管理.....	1 0
3.4 安全性能.....	1 1
3.5 组织机构和行政管理.....	1 2
3.6 程序.....	1 3
3.7 总体评价.....	1 4
4 审查的程序.....	1 4
4.1 概述.....	1 4
4.2 研究堆营运单位的的活动.....	1 5
5 研究堆继续运行的可接受依据.....	1 6
6 审查后的工作.....	1 8
6.1 实施纠正行动和安全改进计划.....	1 8
6.2 文件保管.....	1 8
附件 I 审查要点.....	1 9

I.1 引言.....	1	9
I.2 研究堆的设计和安全分析.....	1	9
I.3 构筑物、系统和部件的实际状态和老化管理.....	1	9
I.4 安全性能.....	2	0
I.5 组织机构和行政管理.....	2	1
I.6 程序.....	2	2

1 引言

1.1 目的

1.1.1 为指导研究堆定期安全审查工作，制定本导则。

1.2 范围

1.2.1 本导则适用于在役研究堆的定期安全审查。

1.2.2 定期安全审查不适用于退役阶段的审查，但通过定期安全审查产生的文件将是计划退役的重要输入之一。

2 审查策略

2.1 定期安全审查用以评价研究堆老化、修改和厂址方面的积累效应。这种审查包括按照设计时适用的法规和安全标准对研究堆的设计和运行进行审查，按照现行的法规和安全标准进行比较和评价，目的在于确保研究堆在整个运行寿期内具有可接受的安全水平。

2.2 为便于审查，可将研究堆定期安全审查任务按若干安全要素进行划分。

2.3 对于每个安全要素，都要按照设计时适用的法规和安全标准进行审查，按照现行的法规和安全标准进行比较和评价。应根据评价结果，确定合理可行的纠正行动和安全改进计划。纠正行动和安全改进计划要考虑各安全要素的相互作用，以及纠正行动和安全改进对所有安全要素的影响。

2.4 在考虑所有纠正行动和安全改进之后，应对依然未得到适当处理的全部弱项进行评价，并综合判断反应堆的安全水平是否可以接受。

2.5 定期安全审查周期应根据《研究堆安全许可证件的申请和颁发规定》的要求确定。

2.6 应尽可能利用相关研究成果以及运行期间其他安全审查和监督检查的结果，以最大限度减少重复性工作。

3 定期安全审查的安全要素

3.1 概述

研究堆定期安全审查的内容可划分为 5 个安全要素。审查过程中，应对各个安全要素的审查结果进行汇总，给出总体评价。

3.1.1 定期安全审查的安全要素如下：

- (1) 研究堆的设计和安全分析；
- (2) 构筑物、系统和部件的实际状态和老化管理；
- (3) 安全性能；
- (4) 组织机构和行政管理；
- (5) 程序。

3.1.2 质量保证作为组织机构和行政管理的一个方面，根据实际情况进行评价。辐射防护及其有效性作为研究堆各个安全要素的一个特定方面予以审查。

3.1.3 可根据研究堆安全分类，选择定期安全审查的安全要素及

其重点审查项目，编制审查大纲，经国务院核安全监督管理部门认可后实施。对于 III 和 II 类研究堆，在第一次定期安全审查时对 5 个安全要素全部进行审查，后续可在有所侧重的情况下选取部分安全要素进行审查；对于 I 类研究堆，可选取构筑物、系统和部件的实际状态和老化管理、组织机构和行政管理等要素进行审查。

3.1.4 应通过审查确定在进行定期安全审查时每个要素的现状，确定运行体系和机制是否能及时发现、识别并有效处理相关的缺陷。

3.2 研究堆的设计和安全管理

3.2.1 目的

审查的目的是：（1）通过与现行的法规、安全标准以及实践相比较，找出研究堆当前设计与其差异，并评价其影响；（2）确定已有安全分析结论在审查时的有效性。

3.2.2 说明

3.2.2.1 审查应识别研究堆当前设计与现行法规、安全标准（包括有关设计规范）和实践的差异，并确定这些差异在实施纵深防御方面是安全上的强项还是弱项。审查通常按系统分为若干个专题：如堆芯、反应堆冷却剂系统、仪表和控制系统、实验装置等。

3.2.2.2 应对研究堆已有安全分析报告的分析范围、所采用的方法和所作假设的适用性进行审查。必要时应借审查之机更新已有的安全分析，以保证安全分析能反映研究堆构筑物、系统和部件当前的实际状态，并为将来预留一定裕量，应保证安全分析考虑了适合于厂址和设计的所有假设始发事件。审查也应采用现行的分析方

法，特别是用于瞬态分析的计算机程序。应分析在这些计算中采用的假设（如保守性、最佳估计）所带来的不确定性，以便更好地了解安全裕度。

3.3 构筑物、系统和部件的实际状态和老化管理

3.3.1 目的

审查的目的是：（1）确定安全重要构筑物、系统和部件的实际状态，以及状态是否满足设计要求；（2）确定是否对研究堆的老化进行了有效的管理，并判断安全重要的构筑物、系统和部件的性能变化趋势和预期服役时间。

3.3.2 说明

3.3.2.1 审核现有记录的有效性，要保证准确地反映构筑物、系统和部件的实际状况及维修和检查中发现的重大问题。缺少必要资料时，应做专门试验或检查。部分区域由于可达性等原因可能无法进行检查，其相关物项的实际状态往往难以确定，应认真分析此类情况对安全的影响。

3.3.2.2 应将每个安全重要构筑物、系统和部件的现行状态与其设计基准进行对照，以保证老化尚未显著地影响这些物项，设计基准能够得到满足。在某些方面不能充分证明与设计基准相符时，应做一些附加检查，以确定这些构筑物、系统和部件能满足使用要求，否则应提出执行纠正行动的建议，如更换部件。对于修改后的构筑物、系统和部件，在正常运行和事故工况下的功能或载荷需得到安全分析确认。

3.3.2.3 通过审查，确定研究堆是否有系统的老化管理方法，是否有足够的措施使研究堆在以后的运行中能维持所要求的安全功能，是否存在限制研究堆安全运行的某些因素。审查既包括老化管理本身（如老化管理的方针、程序、性能指标、人员配备、资源、记录等）的评价，也包括技术方面（如老化管理方法，对老化有关现象了解的程度，构筑物、系统和部件的验收准则，控制老化劣化速率的运行准则，老化探测和缓解方法，以及构筑物、系统和部件的实际状态等）的评价。

3.3.2.4 为保证能够在假设的工作条件（包括诸如失水事故、高能流体管道破裂、地震或其他外部事件）下执行与其安全等级相符的安全功能，研究堆的安全重要设备都必须是经过鉴定的合格设备，且必须在服役过程中保持其合格性。在定期安全审查中，应通过对设备合格鉴定的审查，确定：（1）是否从一开始就对所要求的设备性能提供了保证；（2）是否持续地利用定期维修、试验、校准等措施使设备的性能得到保持，并有明确的文档资料证明设备的合格性。应当对研究堆已安装的设备进行查勘，以确定设备状态与确认的技术状态的差异（如螺栓和盖板丢失或松动，导线裸露，或柔性导管损坏等异常情况）；（3）在考虑厂址条件变化后，鉴定性能仍得到保持。

3.4 安全性能

3.4.1 目的

审查的目的是借助安全有关的各种事件、安全系统不可用记录、

辐照剂量、放射性三废的产生和排放量等历史运行记录确定研究堆的安全性能及其趋势。

3.4.2 说明

3.4.2.1 营运单位应建立制度，对各种事件进行记录，并通过评价运行历史确定其安全性能。另外，对研究堆运行、维修、检查、试验、应用和修改等的记录也应定期评价，以便识别不安全因素或趋势。对上述评价应进行汇总，以给出研究堆运行安全性能的总评价。在进行定期安全审查时，应审查所有相关的安全性能指标并进行趋势分析，以揭示安全上可能存在的问题，还可与其他类似研究堆安全性能进行比较，为营运单位提供相互借鉴的机会。审查时如发现某一低标准的性能，则应对可能的原因（如程序、培训、安全文化上的缺陷）作深入审查。

3.4.2.2 研究堆正常运行和预计运行事件带来的辐射风险也是研究堆安全性能的重要指标。与之相关联的指标有辐照剂量和流出物数据，前者是研究堆工作人员所承受风险的指标，后者提供了某些环境影响的指标。应当审查辐照剂量和流出物记录以便确定其是否低于规定的限值，以及是否实施有效管理。此外，放射性废物也带来一定辐射风险，因而还应审查与放射性废物产生量有关的数据。

3.5 组织机构和行政管理

3.5.1 目的

审查的目的是确定研究堆的组织机构和行政管理对研究堆的安全运行是否适宜。

3.5.2 说明

3.5.2.1 在每次定期安全审查中都应分析组织机构和行政管理对核安全的影响。审查中应确认组织机构和行政管理在培育和落实安全文化中起的重要作用。应通过审查来核实研究堆的组织机构和行政管理符合良好实践，不会造成不可接受的风险。审查内容包括：组织机构设置、管理实践、技术支持、培训、质量保证、记录、对核安全监管要求和其他强制性要求的遵守情况。本审查应确定是否有足够数量的合格人员从事安全重要工作。

3.5.2.2 由于本安全要素涉及对营运单位管理者本身及有关事项的审查，必要时，可安排营运单位以外的专家承担或参加此方面审查任务。

3.6 程序

3.6.1 目的

审查的目的是确定研究堆在运行、维修、检查、试验、应用和修改等方面的程序是否符合适用的法规和标准。

3.6.2 说明

鉴于研究堆应用的灵活性，要特别注意建立充分的管理性控制程序。研究堆的程序应全面，每项程序都应为正式批准的有效程序。程序应符合研究堆的实际情况，尽可能反映最新实践，文字表述含义要明确，并方便相关人员使用。审查的重点应集中在安全重要性较高的程序上。应审查程序制订和控制的相关内容。程序使用人员应尽可能参与相应程序的制订。该安全要素的审查应覆盖：

- (1) 正常和异常（包括设计基准事故）工况的运行规程；
- (2) 维修、试验和检查规程；
- (3) 工作许可程序；
- (4) 研究堆设计修改、软件和硬件修改以及文件升版的控制程序；
- (5) 包括厂区放射性物质转移在内的辐射防护程序。

3.7 总体评价

3.7.1 总体评价的目的是在完成全部或选定的安全要素审查，并考虑所有未消除弱项、所有纠正行动和安全改进之后，对研究堆的安全作出总体评价。

3.7.2 应编制总体评价报告，内容包括定期安全审查的重要结论、纠正行动和安全改进计划，并对研究堆继续运行的可接受性进行总风险评价。评价应考虑纠正行动和安全改进的实施，以及无法消除的安全弱项。在评价研究堆总体安全水平时，应考虑各安全要素、弱项、纠正行动和安全改进等的相互关系。总体评价应表明在纵深防御要求上所能达到的程度，尤其是满足反应性控制、堆芯热量排出和放射性物质包容等基本安全功能的程度。

4 审查的程序

4.1 概述

4.1.1 营运单位的活动一般分为三步。第一步是定期安全审查项目的准备，第二步是开展定期安全审查，第三步是编制纠正行动和

安全改进计划。国务院核安全监督管理部门负责对定期安全审查过程进行监督。

4.1.2 在定期安全审查开始之前，审查大纲（包括审查的目的、范围、策略、时间安排等）应得到国务院核安全监督管理部门的认可。

4.2 研究堆营运单位的活动

4.2.1 第一步：定期安全审查项目的准备

4.2.1.1 定期安全审查任务繁杂，在任务开始时应组建一个项目管理组，以便更好地开展项目管理。

4.2.1.2 通常情况下，定期安全审查由数个审查组同时进行，因此应编制指导文件协调不同审查组和不同安全要素之间的接口关系。应根据已确定的定期安全审查的范围对指导文件进行细化，同时确定适用的安全标准和方法。

4.2.1.3 应明确规定定期安全审查所要产生的文件类型以及文件格式，对定期安全审查文件的编制质量提出明确要求，保证所有审查人员采用的输入数据都有可靠的来源，保证所有审查领域有一致的基准。

4.2.1.4 为保证定期安全审查在确定的时间内完成，应编制详细的行动计划，明确定期安全审查将进行的全部活动、时间安排和职责。

4.2.1.5 定期安全审查是一项多人参加的复杂工作，应对审查人员进行培训，确保高效完成定期安全审查任务。

4.2.2 第二步：定期安全审查的开展

4.2.2.1 为保证审查要素在输入数据上的一致性，应建立并使用统一的数据库。

4.2.2.2 对选择的每一安全要素进行审查，不能满足之前设计标准的要素以及满足之前设计标准但不能满足当前法规和安全标准的要素，应分别列出清单。

4.2.2.3 对不能满足的要素，采用适当的方法评估其安全重要性，并根据其重要性制定纠正行动和安全改进措施。

4.2.2.4 应通过总体评价，评价所有安全要素中各弱项对安全的影响，以及弱项之间是否存在关联和影响。

4.2.3 第三步：纠正行动和安全改进计划的编制

4.2.3.1 应编写详细的纠正行动和安全改进计划，并确定纠正行动和安全改进的优先顺序。

4.2.3.2 实施计划应规定时间进度和所需的资源。如果营运单位确认某个纠正行动或安全改进是紧迫且合理可行的，则可以在定期安全审查完成之前实施。对于核安全相关物项的修改，在实施之前应得到国务院核安全监督管理部门的批准。

4.2.3.3 提交国务院核安全监督管理部门的审查报告应包括所有的纠正行动和安全改进计划。

5 研究堆继续运行的可接受依据

5.1 在按照第4章的程序进行定期安全审查时，应将研究堆的安全状态与现行法规和安全标准进行对比并找出差别。需注意的是，定期安全审查并不要求研究堆机械地满足所有现行的法规和安全标

准，而是要求识别出重大的安全弱项，并采取实际可行的改进。应认识到，某些安全特性，如抗震特性，老旧研究堆难以通过简单修补来满足现行要求；在研究堆的布置等方面，更是难以做出修改。对于这些情况，要求对差别的风险做出评价，论证其对研究堆继续运行的安全影响，并提出相应的管理要求。

5.2 应评价研究堆的弱项，对纠正行动和安全改进实施之后仍留有弱项的研究堆，对其继续运行的风险进行评价。重点考虑以下几方面因素：

(1) 替代性措施

如果有足够的替代性措施能够起相同的作用，则带着某些弱项继续运行的风险是可接受的。

(2) 纠正行动和安全改进的重要性

如果由于存在不可接受的风险而必须进行修改，则只能在修改完成之后，方可允许研究堆继续运行。

(3) 利用确定论的方法做出判断

应利用确定论的方法对定期安全审查中识别出的所有未消除弱项、全部纠正行动和安全改进对研究堆安全运行的总的影晌做出判断，在一些重大问题上，工程判断也可作为判断的依据。

(4) 应用概率安全评价

当确定论不能做出明确判断时，可应用概率安全评价方法来衡量每个未消除弱项的风险。

5.3 研究堆营运单位应保证有效地实施纠正行动和安全改进计划。

6 审查后的工作

6.1 实施纠正行动和安全改进计划

营运单位要通过合适的项目管理安排来保证及时完成所承诺的纠正行动和安全改进计划。

6.2 文件保管

定期安全审查产生的文件应按规定归档，以方便营运单位和国务院核安全监督管理部门查询。归档文件应包含定期安全审查文件的最终版本。

附件 I 审查要点

1.1 引言

本附件列出了研究堆定期安全审查各安全要素的审查要点。所列要点对各种在役研究堆具有普遍意义。各研究堆可视具体情况进行调整。

1.2 研究堆的设计和安全分析

(1) 研究堆设计

(a) 安全重要构筑物、系统和部件的安全分级；

(b) 已有研究堆的设计与现行法规、安全标准的差异及差异的安全重要性。

(2) 安全分析

(a) 研究堆实际状态满足原有安全分析的程度；

(b) 用现行核安全法规、导则、标准对原有安全分析进行评价；

(c) 原有安全分析与最新安全分析所用的准则、方法和计算机程序的比较和差别；

(d) 根据目前的要求评价设计时确定的始发事件清单。

1.3 构筑物、系统和部件的实际状态和老化管理

(1) 构筑物、系统和部件的实际状态

(a) 已有状态报告和记录（包括劣化信息、性能能力的试验结果、部件检查结果、维修记录等）的有效性、符合性审查；

(b) 构筑物、系统和部件实际状态的检查，包括对文件、记录

审查中发现问题的现场确认，可采用现场查勘、专项检查和试验等方法。

(2) 老化管理

(a) 老化管理体系及相关实践活动审查：老化管理的全面性及方针、组织和资源；老化机理和老化效应的定期监测与缓解措施的有效性；运行和维修策略或程序在管理可更换部件老化劣化方面的有效性；安全重要构筑物、系统和部件安全功能的老化劣化记录；性能指标与数据记录等；

(b) 安全重要机械设备、电仪设备、构筑物老化管理审查：对老化机理和效应的掌握；评估老化劣化的数据（包括运行、维修历史数据）；老化劣化速率的控制、监测和检测的方法；安全重要构筑物、系统和部件安全可接受的准则，并据此分析评价老化状态。

对于老旧研究堆的老化管理，可根据实际情况适当调整。

(3) 合格鉴定

(a) 设备合格鉴定清单；

(b) 设备的实际状态（通过合适的监测手段予以确认）。

1.4 安全性能

(1) 安全有关事件

(a) 安全有关事件的识别和分类体系；

(b) 事件根本原因分析和针对结果采取的后续行动及其评价。

(2) 安全性能指标

(a) 反应堆处于临界状态下的非计划停堆频度；

- (b) 安全系统故障频度；
- (c) 安全系统不可用率；
- (d) 失效原因趋势（操纵人员失误、设备问题、行政管理、控制问题）；
- (e) 未完成维修的积压；
- (f) 反复维修的程度；
- (g) 纠正性维修的程度；
- (h) 出于安全的考虑，操纵人员采取非计划行动的频度及其成功率。

(3) 辐射防护

- (a) 包容放射性物质的实体屏障的完整性记录；
- (b) 厂区人员的个人剂量和集体剂量记录；
- (c) 厂外辐射环境监测数据记录；
- (d) 流出物的排放量记录；
- (e) 放射性废物产生量的记录。

1.5 组织机构和行政管理

- (1) 安全运行制度；
- (2) 个人和班组的作用和责任；
- (3) 培训；
- (4) 经验反馈；
- (5) 组织变更及其控制；
- (6) 资源配置的管理；

- (7) 记录管理；
- (8) 质量保证大纲的实施；
- (9) 持续改进。

1.6 程序

- (1) 程序管理体系审查
 - (a) 安全有关程序的批准流程；
 - (b) 程序修改控制制度；
 - (c) 研究堆管理者和厂区工作人员对这些程序的理解和接受性；
 - (d) 这些程序得到遵守的情况；
 - (e) 程序的定期审查和维护规定。
- (2) 规程和程序审查，包括对正常和异常工况下的运行规程，维修、试验、检查规程，工作许可程序，修改控制程序，辐射防护程序，运行许可申请文件等的审查。审查集中于这些程序的充分性以及与研究堆设计、运行经验、安全分析假设和结果的符合程度。