

附件 2

核安全导则 HAD202/ XX-2014

# 研究堆定期安全审查

国家核安全局 XXXX 年 XX 月 XX 日批准发布

(征求意见稿)

国家核安全局

# 研究堆定期安全审查

(201 年 月 日国家核安全局批准发布)

本导则自 年 月 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。

本导则的附件与正文具有同等效力。

## 目 录

1 引言.....	6
2 审查的策略.....	6
3 定期安全审查所采用的安全要素.....	7
4 审查的程序.....	10
5 研究堆继续运行的可接受依据.....	11
6 审查后的工作.....	11
附件 I 审查要点.....	13

# 安全导则

## 研究堆定期安全审查

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

### 1 引言

#### 1.1 目的

本导则的目的是为研究堆进行定期安全审查提供指导。

#### 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退役计划的重要输入。

### 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。这种审查包括按照现行的法规和安全标准对研究堆的设计和运行进行比较和评价,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,可以把研究堆定期安全审查任务划分为若干个安全要素。

2.3 对于每个安全要素,都要按照当时适用的法规和安全标准、现行的法规和安全标准进行评价。应确定合理可行的纠正行动和安全改进计划。要考虑各安全要素的相互作用,并考虑纠正行动和安全改进对所有安全要素的影响。

2.4 在考虑了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《中华人民共和国民用核设施安全监督管理条例实施细则之三——研究堆安全许可证件的申请和颁发规定》(HAF001/03)的要求确定。

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

## 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 可根据研究堆安全分类，选择定期安全审查的安全要素和重点审查项目，编制审查大纲，经国家核安全监管部门认可后实施。III和II类研究堆，在有所侧重的情况下可对5个安全要素都进行审查（特别是第一个审查周期）；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；长期停堆的研究堆，除选取构筑物、系统和部件的实际状态和老化管理要素外，可重点对长期停堆期间的维护进行审查。

3.1.3 鉴于质量保证是影响安全的每项活动的不可分割的组成部分，没有将它单独列出。质量保证应当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。同样，辐射防护因与大部分安全要素有关，也没有作为一种安全要素单独列出。辐射防护及其有效性应当作为研究堆的设计和安全分析、构筑物、系统和部件的实际状态和老化管理、安全性能、程序这些安全要素的一个特定方面予以审查。

3.1.4 应通过审查确定每一安全要素在进行定期安全审查时的状态，并确定运行体系是否能及时发现、识别并有效处理相关的故障。

3.1.5 以下各节（3.2~3.6）给出了每个安全要素的审查目的及其说明。在本导则附件I中列出了每个安全要素的审查要点。

### 3.2 研究堆的设计和安全分析

#### 3.2.1 目的

审查的目的是：1) 通过与原始、现行法规、安全标准 and 实践相比较，找出研究堆原设计与实际的差异，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点。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、包容系统、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的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，并为未来留有一定的裕量，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。应证明在这些计算中采用的假设（如保守性、最佳估计）所带来的固有不确定性，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，并确定其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 应审核现有记录的有效性，以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。若某些方面的资料缺少时，应作专门试验或检查。有些区域由于可达性等原因可能无法进行检查，相关物项的实际状态往往难以确定，应认真考虑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。在不能充分证明与设计基准相符的地方，应当做一些附加检查，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，例如更换部件。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 应通过审查，确定研究堆是否有系统的老化管理方法，确定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 为了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合格的，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：（a）是否从一开始就对所要求的设备性能提供了保证即完成了初始鉴定；（b）是否持续地利用定期维修、试验、校准等措施使设备经鉴定的性能得到保持，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，以确定设备状态与鉴定初始状态的差异。

### 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、放射性废物和气态、液态放射性流出物的量等历史运行记录来确定研究堆的安全性能及其趋势。

#### 3.4.2 说明

3.4.2.1 在营运单位已经建立对各种事件进行记录并评价其安全重要性的制度基础上，安全性能是通过评价运行历史而确定的。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。还可以与其他类似研究堆的安全性能相比较，给营运单位提供相互借鉴的机会。审查时若发现某一性能低于标准要求，则应对可能的原因（例如程序、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排出流数据，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排出流记录以便确定其是否低于规定的限值，以及是否进行了有效的管理。此外，放射性废物也带来辐射风险，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。组织机构和行政管理与人因一起，在确立安全文化中起着重要作用。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的工作。

3.5.2.2 由于本安全要素涉及到对营运单位管理者本身及有关事项的审查，为了保证审查的客观性，吸纳外部良好实践，可安排营运单位以外的专家承担或参加这方面的审查任务。

## 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标准。

### 3.6.2 说明

由于研究堆应用的灵活性，所以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，每项程序都应是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，文字表述含义明确，相关人员使用方便。审查的重点应集中在安全重要性比较高的程序上。应审查程序的制订和对程序进行控制的制度。只要有可能，程序使用人员应参与相应程序的制订。这一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、程序、硬件和文件的修改控制程序；
- (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，考虑了所有未消除弱项、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。该报告应包含定期安全审查的重要结果、纠正行动和安全改进的综合实施计划，并对研究堆继续运行的可接受性进行总的风险评价。评价应在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。在评价研究堆总的安全水平时，应考虑各安全要素、弱项、纠正行动和安全改进等之间的相互关系。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 营运单位的活动分为三步。第一步准备定期安全审查项目，第二步开展定期安全审查，第三步编制纠正行动和安全改进计划。国家核安全监管部门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、审查的范围、审查的策略、审查的时间安排和预期的审查结果等）应得到国家核安全监管部门的认可。

### 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 由于定期安全审查是一项庞大的任务，在任务开始时应组建一个项目管理组，以便更好的开展项目管理和控制项目的进展。

4.2.1.2 通常定期安全审查由数个审查组同时进行，因此应当编制指导文件协调不同的审查组和不同的安全要素之间的接口关系。此文件应根据已确定的定期安全审查的范围进行细化，还应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，应确定明确的质量要求以保证定期安全审查文件的编制质量。还应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。该计划应明确定期安全审查要进行的全部活动、时间安排和职责。

4.2.1.5 由于定期安全审查是一项由多人参加的复杂的工作，因此应对审查人员进行适当的培训，以有助于有效、高效地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，对于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 采用适当的方法对不能满足要素的安全重要性进行评估，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，评价所有安全要素的各个弱项对安全的影响，并评价它们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实施计划，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安排和所需的资源。如果营运单位确认某个纠正行动或安全改进是紧迫的，并且是合理可行的，则可以在定期安全审查完成之前即可实施。

4.2.3.3 提交国家核安全监管部门的审查报告应包括每一安全要素的纠正行动和安全改进措施和实施计划。

## 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，应当把研究堆的安全状态与原始法规和安全标准、现行法规和安全标准进行对比并找出差别。值得注意的是，定期安全审查并不要求研究堆机械的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。应该认识到，某些安全特性，比如抗震特性，老研究堆难以通过简单修补即可满足现行的要求；在某些方面，比如研究堆的布置，更是难以做出修改。对于这些情况，要求对这些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。

5.2 应当评价研究堆的弱项，对纠正行动和安全改进实施之后仍留有弱项的研究堆，应对其继续运行的风险进行评价。应着重考虑以下各个方面因素：

#### (1) 预计的运行时间和替代性措施

如果营运单位提出的研究堆未来预计的运行时间已经很短，且有足够的替代性措施能够起相同的作用在该期间内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，那么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

应当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的影响做出判断，在一些重大问题上，行业内专家的意见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综合实施计划。

## 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,以便营运单位和国家核安全监管部门能方便地查询。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

## I.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。具体研究堆可以根据情况加以调整。

## I.2 研究堆的设计和安全分析

- (1) 研究堆设计
  - 安全重要构筑物、系统和部件的安全分级；
  - 已有研究堆的设计与现行法规、安全标准的差异及其安全重要性。
- (2) 安全分析
  - 研究堆实际状态满足原有安全分析的程度；
  - 原有安全分析满足现行核安全法规、导则、标准的程度；
  - 原有安全分析与最新安全分析所用准的则、方法和计算机程序的比较和差别；
  - 根据目前的要求评价当时确定的始发事件清单。

## I.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
  - 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；
  - 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
  - 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；
  - 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。
- (3) 合格鉴定
  - 设备合格鉴定清单；
  - 设备的实际状态（通过合适的监测手段予以确认）。

## I.4 安全性能

- (1) 安全有关事件
  - 安全有关事件的识别和分类体系；
  - 事件根本原因分析和针对结果采取的后续行动以及评价。

## (2) 安全性能指标

安全性能指标分析，如：

- 反应堆处于临界状态下的非计划停堆频度；
- 安全系统故障频度；
- 安全系统不可用率；
- 故障原因趋势（操纵员失误、设备问题、行政管理、控制问题）；
- 未完成维修的积压；
- 重复维修的程度；
- 纠正性维修范围；
- 为了安全，操纵员采取非计划行动的频度及其成功率。

## (3) 辐射防护

- 包容放射性物质的实体屏障的完整性记录；
- 厂区人员辐照剂量记录；
- 厂外辐照监测数据记录；
- 流出物的排放量记录。

## I.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) 资源配置的控制；
- (7) 记录管理；
- (8) 质量保证大纲的实施；
- (9) 持续改进。

## I.6 程序

- (1) 程序管理体系审查
  - 安全有关程序的批准流程；
  - 程序修改控制制度；
  - 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；
  - 这些程序得到遵守的情况；
  - 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、运行许可证执照申请文件等的审查。审查关注:这些程序的充分性；程序与研究堆设计、运行经验、安全分析假设和结果的符合程度。

# 《研究堆定期安全审查（征求意见稿）》编制说明

## 一、必要性

2006年国家核安全局发布的《中华人民共和国民用核设施安全监督管理条例实施细则之三：研究堆安全许可证件的申请和颁发规定》中提到了如下有关定期安全审查的要求：研究堆运行许可证的有效期为十年，超过设计寿期研究堆的运行许可证有效期一般不超过五年，运行许可证到期换证需提交《研究堆定期安全审查报告》。

现行的《研究堆设计安全规定》、《研究堆运行安全规定》没有专门提出有关研究堆定期安全审查的要求，定期安全审查工作也没有相应的导则给予指导。

核工业标准化研究所2003年受国家核安全局委托，参照IAEA NS-G2.10“Periodic Safety Review of Nuclear Power Plants”（2003）和HAF0312《运行核电厂的定期安全审查》（校核稿）开展了《研究堆定期安全审查》导则的编制工作，并于2004年完成了《研究堆定期安全审查》导则报批稿的编制。由于当时研究堆定期安全审查的工作并没有可借鉴的成熟经验，相关考虑也不成熟，该导则没有发布实施。

自2001年国家核安全局启动在役研究堆的定期安全审查及其审评工作，到目前为止，我国大部分在役研究堆和临界装置的第一轮定期安全审查审评工作已结束，而高通量工程试验堆和49-2堆等则已完成第二轮定期安全审查审评工作。这些研究堆的定期安全审查和审评工作主要参考了2004年《研究堆定期安全审查》（报批稿）。由于没有正式发布的导则提供明确指导，审评工作存在一定的困难，也导致了不同单位开展定期安全审查的差异。

未来大量研究堆的新一轮定期安全审查工作又将启动，为体现核安全规划提出的分类监管要求，使研究堆定期安全审查工作更有效及更有针对性，国家核安全局于2013年重新启动了《研究堆定期安全审查》导则的编制工作。

## 二、编制原则

鉴于我国开展研究堆定期安全审查已经探索了十余年，并且具备了2004年《研究堆定期安全审查（报批稿）》的工作基础，国家核安全局对本次《研究堆定期安全审查》的编制原则是：在04年版的稿子的基础上，认真吸取近十余年研究堆定期安全审查的工作经验和不足，开拓思路，大尺度的归并、删节和调整审查的要素和文本内容，力争做到筛选出对安全上最重要的审查要素，对那些依赖平时监管审评工作可以控制的要素（如质量保证大纲、应急计划等）则不再列为定期安全审查要素；对于原稿子中逻辑关系不是太顺、接口关系不太清楚的要素，进行甄别合并和删减。简化工作流程，突出关注安全重要SSCs的状态、安全分析有效性等要素的审查，减少文本中的一些背景性和阐述性的描述，简化文本结构，简化工作流程和重复性。

另外，在该导则中明确了可以根据研究堆安全分类适当调整审查要素的原则。

### 三、编制过程

2013年，国家核安全局委托苏州核安全中心就研究堆定期安全审查方法及大纲格式内容开展调研。苏州核安全中心接受任务后，调研、分析了大量资料，特别是我国核安全局已发布的研究堆法规、导则，核电厂的相关导则，IAEA 和国外的相关文件，我国研究堆的具体情况、工作实践以及核安全审评、监督的实际经验，在此基础上完成了相关调研报告。

2014年年初，国家核安全局下达了《研究堆定期安全审查》导则编制任务。

2014年1月，编写者在2013年调研工作的基础上，编写完成了《研究堆定期安全审查》导则（征求意见稿）草稿。

2014年8月，国家核安全局完成了《研究堆定期安全审查》（征求意见稿）草稿的审查，提出了大量的修改意见。在此基础上，形成了《研究堆定期安全审查》（征求意见稿初稿）。

2014年9月10日，国家核安全局组织专家审查会对本导则征求意见稿初稿进行了审查，提出了修改意见和建议，同时建议本导则征求意见稿初稿按专家意见和建议修改完善后，可按程序征求意见。编写者根据专家意见和建议对本导则征求意见稿初稿进行了修改，完成了征求意见稿。

该导则是在没有IAEA蓝本的情况下，主要以我国具体实践和经验总结为基础编制的。体例和框架格式参考了IAEA NS-G2.10“Periodic Safety Review of Nuclear Power Plants”（2003），但进行了很大的删减和重新编排。

### 四、主要内容

本导则正文部分共有6章和1个附件，内容分别如下：

第1章为引言，说明了本导则的目的和适用范围。

第2章提出了研究堆定期安全审查策略方面的指导和建议。

第3章提出了研究堆定期安全审查所采用安全要素方面的指导和建议。

第4章提出了研究堆定期安全审查程序方面的指导和建议。

第5章提出了研究堆继续运行可接受依据方面的指导和建议。

第6章提出了审查后的工作方面的指导和建议。

附件I列出了各安全要素的审查要点。