

核安全导则

HAD202/XX

# 研究堆维修、定期试验和检查 (征求意见稿)

国家核安全局

2008 年 6 月

# 安全导则

## 研究堆维修、定期试验和检查

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 概述

本导则是对《研究堆设计安全规定》(HAF201)和《研究堆运行安全规定》(HAF202)有关内容的说明和补充。

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,但必须向国家核安全部门证明所采用的方法和方案至少具有与本导则同等的安全水平,不会对研究堆厂内人员、公众和环境增加风险。

#### 1.2 目的

本导则为研究堆维修、定期试验和检查大纲的编制和实施提出指导性要求。本导则虽不直接涉及使研究堆运行更有效的方法,但为保证安全而进行的适当的维修、定期试验和检查无疑会提高研究堆的运行效率。

#### 1.3 范围

本导则原则适用于所有研究堆的维修、定期试验和检查,但在使用时要考虑不同研究堆具体的设计和运行环境。

本导则是对功率在几十兆瓦以内的,具有有限公众潜在危害的,非均匀性研究堆的维修、定期试验和检查的基本要求。功率超过几十兆瓦的研究堆、均匀性研究堆、快中子研究堆、小的原型动力堆以及带有特殊装置(如热或冷中子源、高压和高温回路)的研究堆等可能还需另外的要求,在某些方面可能需要参照动力堆相应的安全导则。

对于功率为几十千瓦的研究堆和临界装置,其维修、定期试验和检查大纲可能低于本导则的要求,某些要求也可能不适用于这类研究堆。因此,本安全导则中的要求应根据其对具体研究堆的适用性进行分类。分类应该考虑这些要求所涉及的系统和设备对安全和运行的重要性、所涉及活动和领域的成熟性和复杂性。分类也可能有助于确定维修、定期试验和检查适当的频度。

## 2 维修和定期试验综述

### 2.1 概述

2.1.1 维修、定期试验和检查的目的是保证构筑物、系统和设备的功能满足设计要求，并与安全分析报告和运行限值和条件相符，以确保反应堆的长期安全。维修、定期试验和检查大纲应满足以下方面提出的安全要求：

- (1) 安全分析报告；
- (2) 运行限值和条件；
- (3) 核安全监管当局的要求；
- (4) 反应堆管理部门的要求；
- (5) 制造商的建议。

任何维修、定期试验和检查活动都应在确保反应堆始终得到控制，其安全性不会降低或受到危害的前提下进行。尽管维修、定期试验和检查有时包括在同一个大纲里，并且可能由相同的运行人员来完成，但本导则对这三种活动作了明确区分，这些活动的区别及其专用术语见附件和名词解释。

2.1.2 维修可能包括一些类似于在定期试验中进行的试验(即检查、可用性核查和检定)。虽然这些试验主要目的是验证维修已经按要求完成，但如果某个试验满足其定期试验频度的要求，则可认为该试验满足了定期试验的要求。

2.1.3 定期试验包括保证符合运行限值和条件的试验，以及验证反应堆安全状况进行的试验。

2.1.4 检查是所有维修和定期试验中固有的一项活动。在本导则中，检查也用于评价构筑物、系统和部件老化效应的特殊的、非例行检验。检查有时称为在役检查。

### 2.2 维修、定期试验和检查之间的相互关系

2.2.1 维修、定期试验和检查具有 2.1.1 节所述的共同目标。维修后总是要进行试验。定期试验或检查的结果应与被试验或检查的构筑物、系统和设备的验收准则作比较。如果试验和检查的结果超出验收准则，就应启动如调整、修理或更换的纠正行动（即维修）。纠正行动完成以后应重复进行试验或检查，以保证其结果已恢复到验收值范围内。应建立一个公共数据库，便于计划和实施这些活动的组织机构能共享相关数据和评价结果。

2.2.2 试验包括定期试验、维修后试验和检查试验。所有试验的目的都是确认构筑物、系统和部件继续满足安全分析报告和运行限值和条件中所说明的设计要求。本导则分别考虑这 3 类试验。

### 2.3 维修

维修通常可分为两类：预防性维修（也称为例行维修或计划维修）和纠正性维修（或补救性维修）。大部分维修活动在停堆期间进行。但如果能满足运行限值和条件，包括满足运

行的限制条件，维修也可以在运行时进行。

### 2.3.1 预防性维修

2.3.1.1 预防性维修是指按正式计划进行的检查、试验、保养、大修和更换等活动，其目的是增强设备的可靠性，探测和预防初期故障，以及保证反应堆构筑物、系统和部件连续地保持其执行预定功能的能力。附录 I 列出了典型预防性维修活动的清单。

2.3.1.2 对构筑物、系统和设备进行预防性维修的物项有：

- (1) 设计部门和制造商确定的物项；
- (2) 由法规和其它管理要求规定的物项；
- (3) 由反应堆管理部门根据安全审查、以往的运行经验或其他理由(如满足保险约定)提出的物项。

2.3.1.3 可以根据经验修改制造商给出的预防性维修细则。但是，该项工作应该谨慎，必要时应向制造商咨询。

2.3.1.4 预防性维修包括以下定期维修、预测维修和计划维修：

(1) 定期维修活动应作为日常工作执行，可以包括构筑物、系统和部件的检查、调整或检定、修理或更换。

(2) 预测维修活动应包括对构筑物、系统和部件的连续或定期的监测，并在可能时预报其故障。

(3) 计划维修活动应在构筑物、系统和部件性能劣化或失效前进行。可以根据预测维修或定期维修的结果，或在 2.3.1.5 节所述原因基础上启动计划维修活动。

2.3.1.5 在预防性维修过程中确认的有缺陷的构筑物、系统和部件应进行正确、及时和充分的修理或更换。

2.3.1.6 为了预测构筑物、系统和部件的故障，应该收集和保存与故障有关的信息，包括故障的根本原因。应对通常以报告形式给出的这些信息进行分析，并用作编制预防性维修大纲的输入。

### 2.3.2 纠正性维修

2.3.2.1 纠正性维修（有时称为补救性维修）包括不按正式计划进行的修理和/或更换活动。预防性维修大纲可减少纠正性维修的要求，并且可延长构筑物、系统和部件的可用性和降低成本。但是，预防性维修不可能达到完全不需要纠正性维修的程度。因此，应为纠正性维修配置适当的资源，如人力、备件和预算。

2.3.2.2 如果某项修理活动需要变更一个构筑物、系统和部件，或需要改变原设计，则应该遵循实施修改的程序。

2.3.2.3 营运单位应该制定足够的、用于应对纠正性维修紧急要求的措施。对于即时维修行动，可能需要一种合格人员或维修机构随叫随到的机制。

2.3.2.4 维修或修理活动后，必须对相应的构筑物、系统和部件进行检查，必要时必须进行重新检定、试验并由负责人批准后才能投入运行。

## 2.4 定期试验

2.4.1 应进行定期试验以维持并改善设备的可用性，确保与运行限值和条件的一致性，并在发生可能对安全造成严重后果之前查明异常工况并对其进行纠正。定期试验应查明的异常工况不仅包括构筑物、系统和部件以及软件性能的缺陷，也包括构筑物、系统和部件的状况虽处于可接受的限值范围内，但存在偏离设计要求的趋向。

2.4.2 定期试验的实施常常要满足运行许可证条件中规定的监督要求。

2.4.3 定期试验通常按固定的时间间隔进行，但是也有一些定期试验根据具体任务（例如：运行前仪控系统的核查，高架吊车在重要提吊操作前的负荷试验、与新堆芯布置有关的试验等）在可变的时间间隔内进行。

2.4.4 定期试验应该包括可运行性核查（定性试验）和检定核查（定性和定量试验）。

2.4.5 应进行可运行性核查以提供仪器通道给出正确信号能力和安全重要系统正确发挥功能的信息。

2.4.6 应进行仪表的检定核查以确认给某一仪器或通道一个已知的输入就能得到一个在规定限值内的输出。

## 2.5 检查

2.5.1 在预先确定的计划中，营运单位应对可能发生性能劣化的构筑物、系统和部件进行检验，并评估老化机理对他们的影响，以便确定这些受检物项对研究堆的继续安全运行是否可以接受，或确定是否应采取相应的补救措施。重点应放在安全重要构筑物、系统和部件的评估上，尤其是放在管道、水箱和通常情况下观察受限制的区域。

2.5.2 构筑物、系统和部件的例行检查包括几类活动，例如：

（1）设备状况（如泄漏、噪声、振动）的观察，一般在对研究堆定期巡检期间进行。对于有些系统，检查可能需要一些工具，如望远镜和双目显微镜。

（2）通过固定或便携式设备测量过程变量和运行参数。

（3）在线或离线监测。

（4）取样作化学和放化分析。

（5）安全系统响应时间测量（如控制棒释放时间、控制棒落棒时间）。

（6）进行计算（如热通道因子、能耗）或测量（例如对带测量装置的燃料元件进行测量，这些元件含有可裂变核素，置于研究堆中的目的是产生中子），以验证是否符合运行限值和条件。

2.5.3 应利用役前检查和后续检验期间收集的基准数据对检查结果进行评估。在评估中应该考虑下一次检查时预计的性能劣化。评估结果应加到基准数据库中。

2.5.4 本导则第 12 章中讨论的非破坏性试验和无损检验技术应该与测量和化学分析技术一起使用。

## 3 设计考虑

### 3.1 概述

3.1.1 本章对研究堆设计人员提供指导，同时保证在设计中考虑营运单位对维修、定期试验和检查的要求。本章的要求既适用于所有新建的研究堆，也适用于现有研究堆的重大修改或实验。

3.1.2 可维修性、可试验性和可检查性设计应基于使实施维修、定期试验和检查的人员所受辐照剂量保持在合理可行尽量低的原则。这可通过使反应堆系统（特别是处于放射性区域的那些系统）的维修、定期试验和检查所需的人力尽量少的设计特性来实现。

### 3.2 可维修性设计

3.2.1 在反应堆设计阶段应该考虑下列问题以便于维修：

- (1) 构筑物、系统和部件适当的可达性；
- (2) 构筑物、系统和部件足够的屏蔽；
- (3) 远距离操作；
- (4) 构筑物、系统和部件辐照后的放射性水平；
- (5) 构筑物、系统和部件的去污。

3.2.2 应该通过在构筑物、系统和部件周围留出足够的空间实现适当的可达性，从而使得工作时以及拆卸和更换它们时有良好、便利的工作条件。维修空间应该包括为了装卸材料可能需要安置附加设备的空间。应该特别注意门、走廊、起重设备和闸门的宽度和重量。

3.2.3 反应堆设计应该使带放射性的部件在维修过程中有足够的屏蔽。可能实现足够屏蔽的一个方法是把放射性的和非放射性的部件分别放在隔开的房间里。例如，净化系统的调节阀连同必要的最短管道可放在走廊里，而过滤器和树脂容器（存有放射性物质）则放在密闭的、屏蔽的房间里。

3.2.4 对于安装在正常不能接近的房间里的设备，也应考虑设置足够的局部屏蔽，以便于停堆期间的维修（例如更换过滤器和树脂）。

3.2.5 远距离操作设施一般用于操作已辐照的燃料元件和其它构筑物、系统和部件。这些设施还包括诸如远距离控制水下电视摄影机之类的检查设备以及远距离控制的切割设备。

3.2.6 设计应考虑在工作现场进行就地去污的措施。

3.2.7 研究堆的设计应该考虑设置适当的机械、电气和电子车间，以使其能进行反应堆所有构筑物、系统和部件，包括被污染的和带有放射性的设备和部件的装卸和操作。进一步的指南见第9章。

### 3.3 可试验性设计

3.3.1 在反应堆设计中必须考虑以下方面：

- (1) 能便于所有安全重要的物项进行适当的功能试验和检查，以确保这些系统在需要

时执行其安全功能。这对非能动部件和通常不能由日常运行验证其执行功能能力的系统尤其重要；

(2) 能使进行的试验和检查尽可能接近真实条件；

(3) 在可能和适当的情况下使电气和电子系统有自检电路。

3.3.2 适当功能试验的设计是指所有系统、装置、仪器和逻辑电路在可能时应有内置装置，以便快速、方便地进行其安全功能试验。

3.3.3 在真实条件下试验是指应该将系统的传感器放在真实的过程变量中，而不是放在模拟变量中进行功能核查（例如应用中子源试验电子停堆通道）。安全系统性能的测试应从输入信号开始到最终安全功能的实现。

3.3.4 自检电路可能有两类：(1) 连续监测重要电路参数并在参数偏离技术规格书要求时触发指示、报警或安全功能，以及(2) 仅在对系统作功能核查时起作用。

3.3.5 系统中不包括自检电路时，设计应通过采用外接试验装置为安全有关设备电路参数（如：电源电压和稳定性）提供试验手段。对自检电路应进行定期再检定。

3.3.6 辐射区中系统的试验设计应该使工作人员所受的辐照减至最小。远距离试验、屏蔽以及适当的时间安排可以显著地减少辐照。

3.3.7 如果安全系统必须满足量化的可靠性目标，则设计应允许通过试验验证这些目标得到满足。

### 3.4 可检查性设计

3.4.1 反应堆应设计成便于在役检查。在役检查的目的是查明构筑物、系统和部件的腐蚀、浸蚀、疲劳和老化效应。为此，应考虑以下事项：

(1) 提供足够的空间使人员和设备得以出入并便于采用必要的方法和技术。

(2) 必须使工作人员所受的辐照最少；

(3) 便于进行与系统或部件的修理或更换有关的操作；

(4) 去污设施的可用性。

3.4.2 可检查性的其它设计考虑包括材料的选择、焊缝结构形式、表面涂层以及杂质或腐蚀产物的累积等方面。

## 4 维修、定期试验和检查大纲

### 4.1 概述

4.1.1 必须根据安全分析报告对反应堆设备，尤其是所有安全重要物项编写书面的维修、定期试验和检查大纲。这些大纲可能是一个文件，也可能是多个文件，并且应包括实验装置的维修大纲。在本导则中将大纲视为一个单一的大纲。

4.1.2 维修、定期试验和检查大纲应该在研究堆项目早期编制，在正常运行开始前的调试期间实施，并在反应堆整个寿期内不断完善。特别应注意收集基准数据，以便于研究堆随

后寿期内观测结果的比较。

4.1.3 维修、定期试验和检查大纲应包括所有实施维修、定期试验和检查所需要的管理和技术上的措施。这些措施包括：保养、大修、修理、零部件更换、试验、检定和检查。

4.1.4 为了编写维修、定期试验和检查大纲，应能获得下列资料：

- (1) 安全分析报告；
- (2) 运行限值和条件；
- (3) 质量保证要求；
- (4) 管道和仪表布置图；
- (5) 工艺流程图；
- (6) 简图和详图（包括竣工图）；
- (7) 构筑物、系统和部件的技术规格书；
- (8) 制造厂的资料（例如：说明书、技术规格书、操作和维护手册）；
- (9) 故障数据（如果适用的话）；
- (10) 其他反应堆维修实践的资料。

4.1.5 如果维修、定期试验和检查活动彼此之间以及与反应堆运行之间没有合适的接口，这些活动就可能对安全有不利的影响。应该从反应堆全面管理的角度安排这些活动。

## 4.2 大纲的内容

编写的大纲应使审查、评价和实施者能理解维修、定期试验和检查的目的和方法，并可实现管理控制和协调。大纲应包括以下方面：

- (1) 概述；
- (2) 质量保证；
- (3) 组织机构和职责分工；
- (4) 维修人员的选择、培训和资质；
- (5) 大纲中包括的构筑物、系统和部件；
- (6) 管理程序和技术程序；
- (7) 管理控制；
- (8) 进度安排；
- (9) 大纲的审查和验证；
- (10) 文件编制；
- (11) 结果审查；
- (12) 维修设施；
- (13) 备品、备件的采购和贮存。

下面将对上述各项予以说明。

### 4.2.1 概述

概述应阐明大纲的总体目标、技术要求和范围。

### 4.2.2 质量保证

大纲应详细说明在维修、定期试验和检查活动中的质量保证措施，它们应符合研究堆质量保证大纲的要求。

#### 4.2.3 组织机构和职责分工

本节应说明组织机构并规定营运单位或反应堆设施内部的维修、定期试验和检查职责分工。本节的内容在本导则的第 5 章中有更详细的描述。

#### 4.2.4 维修人员的选择、培训和资质

大纲应规定实施维修、定期试验和检查人员的资质和培训要求。这些人员的选择、培训和资质详见本导则的第 6 章。

#### 4.2.5 大纲中包括的构筑物、系统和部件

维修、定期试验和检查大纲应包括所有需要维修、定期试验和检查的构筑物、系统和部件的清单。这个清单应包括所有安全重要的构筑物、系统和部件。该清单应概述每一个物项需实施的预防性维修、定期试验或检查。附录 II 提供了一个在这清单中应包括的构筑物、系统和部件的例子。

#### 4.2.6 技术程序和管理控制

4.2.6.1 程序是本大纲的一个重要组成部分。大纲应该包括所有维修、定期试验和检查程序的一览表。有时可将这些程序编制成一份单独文件。

4.2.6.2 当和维修、定期试验和检查程序一起使用不属于具体维修活动的通用程序（如：管理程序或辐射防护程序）时，应适当地给予说明。有关维修、定期试验和检查程序的进一步要求见第 7 章。

4.2.6.3 除了对每个构筑物、系统和部件列出维修、定期试验和检查的程序清单外，大纲还应该在一个专门章节中或在某一管理程序中给出维修、定期试验和检查工作行政管理方面的详细指导。这个指导应说明实施这些任务的先后步骤（例如：工作许可、工作执行、工作控制、试验、恢复运行状态和记录保存）。有关维修、定期试验和检查管理控制的更进一步的指导见本导则第 8 章。

#### 4.2.7 进度安排

4.2.7.1 大纲应说明进行预防性维修、定期试验和检查的频度。两次连续的定期活动之间的时间间隔通常给出一个时间范围，以使这些活动的安排具有一定的灵活性。安全重要物项的定期试验频度应包括在运行限值和条件的监督要求中。

4.2.7.2 各个构筑物、系统和部件的维修、试验和检查的频度必须根据经验予以调整，必须保证足够的可靠性，并考虑以下方面：

- (1) 它们对安全的相对重要性；
- (2) 它们不能执行预定功能的可能性；
- (3) 在安全限值和条件中规定的要求。

此外，每个构筑物、系统和部件维修、试验和检查频度的确定，适当时应遵照设计者和制造者的建议，并根据营运单位得到的经验予以调整。必要时，频度也应适当考虑反应堆运行的进度安排。

#### 4.2.8 大纲的审查和验证

大纲应包括审查和验证的要求，其中包括实施前对程序的审查。

#### 4.2.9 文件编制

4.2.9.1 大纲应规定所要求编制的文件以及维修、定期试验和检查记录归档的要求。所要求的文件应按照质量保证程序的要求颁布、批准、审查和保存。

4.2.9.2 与本大纲有关的典型维修、定期试验和检查文件包括：

- (1) 质量保证文件；
- (2) 程序；
- (3) 工作许可证；
- (4) 支持性文件（如：图纸、技术规格书）；
- (5) 工作完成报告；
- (6) 定期试验结果；
- (7) 检查结果；
- (8) 维修记录。

4.2.9.3 大纲应要求对所有维修、定期试验和检查工作进行报告。当对安全重要物项进行维修、定期试验和检查时，报告应包括如下内容：

- (1) 已完成工作的描述；
- (2) 工作负责人和参与者的姓名；
- (3) 执行日期；
- (4) 工作的理由；
- (5) 发现的缺陷和补救行动；
- (6) 使用的资源（工时、材料和备件）；
- (7) 使用的程序；
- (8) 试验结果；
- (9) 工作人员的累计辐照剂量；
- (10) 进行该工作获得的经验；
- (11) 设备状况；
- (12) 今后行动的建议。

4.2.9.4 应该在大纲里规定这些记录和报告必须保存的时间。

#### 4.2.10 结果审查

维修、定期试验和检查的结果必须由适当的、有资格的人员评估，他们必须验证这些活动已经按合适程序的规定完成，并验证符合运行限值和条件的要求。

#### 4.2.11 维修设施

在大纲中应该简要描述用于维修任务的现场设施。可能包括以下设施的描述：

- (1) 车间；
- (2) 去污设施；

- (3) 用于维修放射性物项的设施；
- (4) 起重和装卸设施；
- (5) 专用的设施和工具；
- (6) 储存设施。

本导则的第 9 章给出有关本节内容的进一步的资料。

#### 4.2.12 备品、备件的采购和贮存

大纲应该说明采购的过程并确定任何时候都应保有的备件和器材的条目和数量。在大纲中还应规定贮存的条件和贮存的时限。更进一步的资料见本导则第 10 章。

### 4.3 增加的非例行维修、试验和检查

4.3.1 在日常运行中，应该通过预防性维修、定期试验和检查大纲满足研究堆的维修、试验和检查的主要要求。然而，可能会出现一些未预见的因素（如报废、新技术、未预见的故障机理、过早失效）并提出该大纲中未列入的专门的维修、试验和检查的要求。

4.3.2 除大纲规定的正常维修、试验和检查外，为专门目的确定的非例行维修、试验和检查能改进研究堆的总体状况。这种活动要求有时可由国家核安全监管部门提出，也可由营运单位提出，以评价构筑物、系统和部件特定方面的安全状况（如在升级修改前或评价老化影响）。

4.3.3 在研究堆寿期内，构筑物、系统和部件将经受高应力及如高温和高辐射水平等的恶劣环境条件。这些条件可引起材料特性发生变化（老化效应）从而导致未预计的失效。需要特别注意防止由于老化引起的失效。

4.3.4 安排这些在役检查大纲中未考虑的专门检查，其目的是确定经受腐蚀、侵蚀、疲劳或其它老化影响的构筑物、系统和部件的状况。这些检查是反应堆运行中的一项重要活动。在许多研究堆设施中，把它们作为一项例行工作列入进度计划。这些检查的例子有：

- (1) 堆容器、堆池衬里或冷却系统的检验；
- (2) 堆内构件的检验；
- (3) 中子束流管（水平孔道）内表面和可能时外表面的检验；
- (4) 管道（尤其是埋置管道）、泵和阀的一般性检验；
- (5) 乏燃料池、液体贮存罐的检验；
- (6) 电气柜、电缆、开关设备和变压器的检验；
- (7) 包容体、安全壳和通风系统的检验。

4.3.5 这些检查通常需要停堆进行，有时需要全部卸掉燃料和排干冷却剂。反应堆的所有易损部件都应受到检查。某些部件可在运行期间或例行停堆期间进行检查，这些检查有可能发现一些可推及到其它部件的问题的征兆。重大检查的时间安排和范围可能会受到这些结果的影响。

4.3.6 应在构筑物、系统和部件预计失效时间前适当地作出进行非例行检查（或例行在役检查）的决定。应根据对劣化速率保守的假设安排检查的时间。

## 5 维修、定期试验和检查的组织机构和职责分工

### 5.1 组织机构

5.1.1 维修、定期试验和检查的组织机构形式与研究堆的实际情况和堆型有关。营运单位应设立一个由专门负责反应堆维护的运行人员组成的维修组，以实施维修、定期试验和检查大纲。在某些研究堆，运行组可在培训后完成维修、定期试验和检查任务，从而起到维修组的作用。在某些研究堆，营运单位内部的维修部门或外部承包商可在维修负责人的监督下完成维修、定期试验和检查任务。不同维修人员来源可以成功地组合使用。

5.1.2 营运单位对维修负全面责任，而实施维修、定期试验和检查大纲的直接责任应授予本导则所说的维修负责人。在某些情况下，反应堆负责人也可以履行维修负责人的职责。

5.1.3 维修、定期试验和检查组的核心应该在研究堆项目开始时就建立，并且这个组应与设计组、建造组和调试组之间保持紧密的联系。

5.1.4 维修组可分成几个班（例如：机械、电气、仪表和控制），每个班由一名班长领导。在较小的单位内，维修负责人和维修技术人员之间可不设这一中间职位。例如，反应堆负责人可以负责仪表和控制系统的维修，而反应堆设施工程师可以负责机械和电气系统的维修。授权的反应堆操纵员可以完成维修，偶而他们可以得到外部专家的协助。维修组也可以雇佣外部维修组或外部营运单位的专家(如电工、焊工、冶金专家以及泵维修和无损检验方面专家)。

5.1.5 维修、定期试验和检查的组织机构里也应包括辐射防护人员，他们必须与反应堆运行小组合作，但也必须具有独立于反应堆运行管理机构的、向营运单位报告的渠道。

5.1.6 许多研究堆通常在持续一周或其他更长的停堆期间进行大量的维修和检查工作。而且维修和检查的大部分工作只可以在这个时期完成。这将导致对维修和检查资源的需求高峰。为了满足该需求高峰，应对维修和检查小组进行很好的组织和调配。

5.1.7 对已完成的维修、定期试验和检查活动与质量保证要求一致性的独立验证应由与这些需验证活动没有直接关系的营运单位的工作人员执行。

### 5.2 协调与接口

5.2.1 应在以下单位之间建立有效的协作关系：

- (1) 维修组不同的班组之间（机械、电气、仪表和控制以及土木工程）；
- (2) 运行组、辐射防护组和维修、定期试验和检查工作组之间；
- (3) 研究堆各部门和承包商之间。

#### 5.2.2 接口控制

5.2.2.1 应为所有的维修、定期试验和检查活动设置接口控制系统或程序，该接口控制系统或程序应为所有参与维修、定期试验和检查活动的机构提供明确的责任划分。特别是

为了保证承包工作期间和之后的研究堆安全，应对营运单位和承包商间的接口作出明确规定，同时要对技术状态控制的保持作出规定。

5.2.2.2 在质量保证大纲中应描述与维修、定期试验和检查活动有关的接口。

### 5.3 职责分工

#### 5.3.1 营运单位

营运单位的责任是保证研究堆由合格的、有经验的人员按照安全要求进行维修、试验和检查。尽管营运单位可以将某些工作委托或分包给一些其他的机构进行，但这并不转移营运单位的安全责任。在履行这些责任中，营运单位应该保证：

- (1) 已建立质量保证大纲并得到实施；
- (2) 已编制并实施了控制和进行反应堆维修、定期试验和检查的程序；
- (3) 对维修和定期试验负有责任的人员接受了适当培训，培训和再培训大纲已被编制、实施和更新，并得到定期审查以验证其有效性；
- (4) 在维修、定期试验和检查期间可得到足够的设施和服务；
- (5) 在机构内建立了安全文化氛围，且员工的工作态度和工作环境有助于安全地进行维修、定期试验和检查；
- (6) 认真审视运行经验，包括其它同类设施运行经验的信息反馈，以便发现不利于安全的征兆，从而在严重工况出现之前采取纠正行动，并防止同类事件再次发生；
- (7) 赋予负责维修、定期试验和检查的管理部门足够的权力和提供足够的资源，使他们能有效地实施维修、定期试验和检查大纲；
- (8) 完成与人员和反应堆安全有关的维修、定期试验和检查活动要优先于运行或生产的要求。

#### 5.3.2 安全委员会

安全委员会应该对以下各项进行审查并向营运单位和反应堆负责人提出建议：

- (1) 在反应堆维修、定期试验和检查中出现的安全问题；
- (2) 维修、定期试验和检查大纲；
- (3) 维修、定期试验和检查程序；
- (4) 维修、定期试验和检查的结果和结论。

#### 5.3.3 反应堆负责人

5.3.3.1 反应堆负责人应对维修、定期试验和检查的各个方面负责任。同时对实施维修、定期试验和检查工作，应该有明确规定的授权体系。反应堆负责人可以将维修、定期试验和检查工作的协调责任赋予维修负责人。

##### 5.3.3.2 反应堆负责人的责任包括：

- (1) 编写维修、定期试验和检查大纲，并在安全委员会审查后予以批准和实施；
- (2) 编写维修、定期试验和检查大纲实施程序；

- (3) 批准工作许可证；
- (4) 维修人员的培训和再培训；
- (5) 确保只由适当的、合格的、有经验的并经过培训的人员承担和管理维修、定期试验和检查活动；
- (6) 书面规定维修组成员的职责和任务，以及他们的联络渠道；
- (7) 启动对由维修活动确定的系统修改的批准和实施过程；
- (8) 审查和纠正缺陷；
- (9) 接口控制；
- (10) 经常安排人员同维修、定期试验和检查人员进行沟通，包括监督进行中的工作；
- (11) 参加维修、定期试验和检查进展的评价；
- (12) 建立和实施一套性能指标；
- (13) 提供性能指标实施反馈。

5.3.3.3 反应堆负责人应承担 5.3.4.1 节所列补充的责任。反应堆负责人也可以将这些责任赋予维修负责人或其他人。

#### 5.3.4 维修负责人

5.3.4.1 如果协调维修、定期试验和检查工作的责任已由反应堆负责人赋予维修负责人或其他人，则这些责任应包括下述部分或全部内容：

- (1) 按照反应堆负责人颁发的质量保证大纲和指南实施维修、定期试验和检查大纲；
- (2) 审查维修、试验和检查的结果，并评价任何缺陷对规定性能和可利用率目标的影响；
- (3) 提出改进维修、定期试验和检查大纲（包括变更设备、程序或进度）的意见或建议；
- (4) 立即报告在工作中发现的可能需要进一步调查的缺陷；
- (5) 保证备有并应用维修、定期试验和检查程序；
- (6) 管理维修人员；
- (7) 保证必需工具和设备齐全、好用；
- (8) 审查并批准记录和报告；
- (9) 按照技术规格书和质量保证大纲采购备件；
- (10) 参与编写维修、定期试验和检查程序，并根据可用的设施、设备和工具等方面的经验更新这些程序；
- (11) 按照设施的全面要求计划和分配资源；
- (12) 检查工作的进度和质量以确保程序得到遵守，并编写报告和记录；
- (13) 与其他组协调相关活动；
- (14) 考虑维修技术人员和技术工人的建议；
- (15) 向反应堆负责人汇报工作状况；

(16) 确认维修工作的圆满完成。

#### 5.3.5 外部承包商

5.3.5.1 营运单位可将一些维修、定期试验和检查工作委托给其他单位，但对所委托的工作仍应负全面责任，并应具有调动外部维修、定期试验和检查资源必需的行政管理和监督职能。

5.3.5.2 承包商应遵照与研究堆工作人员相同的标准，特别是在能力、遵守工作规程以及业绩评价方面。应采取适当的措施来保证承包商遵守营运单位的技术标准及安全文化。

5.3.5.3 应利用质量保证大纲来控制由承包商实施的活动。该质量保证大纲覆盖承包商工作必需的质量、承包商的培训和资格鉴定、辐射防护、规程的遵守、研究堆系统的了解以及正常和应急状态下的管理程序。承包商的工作人员应了解他们对研究堆安全以及所维修的设备所担负的责任。

#### 5.4.5 维修技术人员和技术工人

维修技术人员和技术工人的责任是：

(1) 按照批准的书面程序实施维修、定期试验和检查；

(2) 提出编制新程序或修改现有程序的建议，以便增加安全性、提高效率及减少工作人员所受辐射照射。

## 6 人员的选择和培训

6.1 应该按照完成任务所要求的能力选择维修人员。这里的维修人员是指负责维修、定期试验和检查的运行人员。在成立维修组时，如果可能的话，最好使组内包括设计、建造和调试组的成员。所要求的资格是根据具体研究堆的条件确定的。应对所有级别的维修人员定期进行工作表现评估和再鉴定，以保证他们符合能力要求。

6.2 除行业技能外，所有维修人员应该接受以下方面培训：

- (1) 核反应堆原理；
- (2) 辐射防护；
- (3) 安全重要系统的原理；
- (4) 与其职责有关的系统和设备的具体知识；
- (5) 核安全和工业安全；
- (6) 与其职责相适应的质量保证要求；
- (7) 应急程序；
- (8) 维修程序；
- (9) 定期试验程序；
- (10) 检查程序；

(11) 核安全管理要求。

上述科目的培训深度应与分配给每个人员的职责相称。在允许维修人员独立工作之前，他们应具备这些科目的知识要求。为了保持和不断提高维修人员的能力，应该对他们提供再培训。

**6.3** 应使所有维修人员了解他们所从事工作对安全的重要性以及技术、程序或人员差错的潜在后果。应对其他核设施维修、定期试验和检查中的错误所引发故障和危险的经验进行评估，必要时应将其编入维修、定期试验和检查工作人员的培训大纲。

**6.4** 来自承包商的维修人员应该给予与营运单位维修人员相同的培训。对于短期承包商，第 6.2 节中提及的大部分培训可以由维修组成员的监督来代替。

**6.5** 应该根据第 6.2 节的科目为每类维修工人编写培训大纲和进度表。

**6.6** 应该为维修人员提供机会使他们深入掌握履行他们的职责所要求的专门知识。

## **7 程 序**

**7.1** 为了实施维修、定期试验和检查大纲，营运单位应保证建立必要的管理控制和工作控制措施。这些控制措施通常以管理程序和维修程序的形式表现，它们应包括实施研究堆设施维修、定期试验和检查活动的全部要求。应按照质量保证大纲要求编制、审查、验证、发布和修改这些程序。应建立一种机制使程序的使用者能反馈程序的改进建议。

**7.2** 程序的临时变更应严格控制，应进行审查并获得批准。为了限制临时程序的数量及其持续时间，适当时应将临时变更及时编入永久性程序中。

### **7.3 管理程序**

在编制维修、定期试验和检查管理程序的过程中，应考虑以下因素：

- (1) 维修、定期试验和检查书面程序的使用；
- (2) 工作许可证的使用；
- (3) 辐射防护的考虑；
- (4) 系统配置的管理；
- (5) 工具和设备的标定；
- (6) 工业安全管理和火灾危害控制；
- (7) 联锁和解锁的使用；
- (8) 设备名称、位置和标识；
- (9) 场地管理；
- (10) 停堆维修期间的工作安排；
- (11) 设备的再鉴定及反应堆向运行状态的返回。

### **7.4 维修、定期试验和检查程序**

**7.4.1** 必须根据批准的程序进行维修和定期试验，而这些程序是按照质量保证要求编写的。质量保证要求应覆盖可能影响反应堆安全的维修程序的审查和批准过程。维修、定期试验和检查程序必须包括进行以下方面工作的书面细则：

- (1) 可能影响反应堆安全的、构筑物、系统和部件的维修；
- (2) 安全重要的构筑物、系统和部件定期检查、标定和试验；
- (3) 长期停堆期间反应堆及其辅助系统的定期试验和检查(监督)。

7.4.2 在编写维修、定期试验和检查程序时，应该注意该程序的使用对安全系统和反应堆运行的可能后果。有些程序可以在反应堆运行期间执行而对反应堆安全没有影响，其他一些程序则可能要求在停堆情况下执行。因此，应该确认这些程序不会导致如违反运行限值和条件的任何降低反应堆安全水平的行动发生。应注意避免通过维修活动引入共因故障(如报警整定值或安全整定值系统性地错误重设)。

7.4.3 在编写维修、定期试验和检查程序时，应该按照使辐照剂量合理可行尽量低的原则考虑辐射防护。

7.4.4 维修、定期试验和检查程序应该清楚地描述对反应堆正常运行配置的任何变化，并应规定在恢复运行之前复原到正常运行配置。

7.4.5 程序应该要求由一名有资格的人员对所进行的维修、定期试验或检查活动进行最终验收(包括签名)，以评定按程序进行的活动的结果。程序应规定验收准则。

7.4.6 应该制订控制承包商维修工作的专用程序。这些程序中应该包括工作的先决条件，对承包商的监控要求，承包商的资格和工作协调。

7.4.7 程序应该包括解决不符合运行限值和条件的问题的条款。

7.4.8 应该编制专用的程序以控制安全和安全相关系统中物项的更换。这个程序应该规定如何保证使用相同的备件，或者在使用等效替代品的情况下，如何证明其等效性(如按照外形、配合或功能)，以使反应堆的安全性不受损害。

7.4.9 应该制定和执行与检查和预防老化效应有关的专门程序。

## 8 管理控制

8.1 在拟定管理控制措施的过程中，应考虑研究堆维修、研究堆运行和辐射防护之间的接口关系。尤其应明确包括下列各要素：

- (1) 明确划分实施维修、定期试验和检查人员与直接负责研究堆运行的人员(例如值长)；
- (2) 在整个维修、定期试验和检查活动期间，保证运行人员能获得关于研究堆状态的信息；
- (3) 建立工作许可证制度，指派被授权人员发放或撤消维修、设备隔离、带电或加压试验和入口限制等工作许可证；
- (4) 在退出服役的设备上直接作明确标记，包括采取防止这些设备误复役的措施；
- (5) 在实施维修、定期试验和检查后，保证构筑物、系统和部件在宣布可以投运或恢复正常运行前进行了检查和试验；
- (6) 返回到运行状态。

## 8.2 工作授权（工作许可）

8.2.1 除了用于维修、定期试验和检查的书面程序外，工作许可证制度应用于所有维修活动。工作许可的目的是保证工作在反应堆运行控制人员(如值长)的了解和许可下进行，并保证反应堆和工作人员的安全。工作许可证制度应被用于批准工作、认可工作的完成和规定复役的要求。尽管有些例行工作(如每次启堆前检查反应堆系统)可以在一张“持续”的工作许可证下完成，但每次例行活动开始前仍应通报运行人员。

8.2.2 工作许可证一般采用表格形式，其中概述要完成的工作、对排除危险的要求、采取的安全预防措施和负责人员的签字。工作许可证可包括下列细目：

- (1) 工作申请；
- (2) 工作要求，包括安全和保安要求；
- (3) 辐射防护要求；
- (4) 工作的批准；
- (5) 给控制室工作人员的通知；
- (6) 工作完成证明。

附录III 给出了工作许可证表格的一个例子。

8.2.3 可以采用下列顺序的步骤（参考附件III中工作许可证表格的例子）控制一个维修任务的执行：

(1) 维修、定期试验和检查的工作申请可由营运单位的任何人员提出。维修负责人应考虑这个申请，如果得到同意，工作申请者提出一张明确构筑物、系统和部件的工作许可证，任务将被执行。(采用附件III中工作许可证表格的 A 部分)

(2) 维修负责人应负责确定所申请任务的最重要的要求，并列出进行工作所需要的全部文件（如程序、图纸、手册）。这些文件应该备齐并附在工作许可证后。这些要求应尽可能排除危险（例如：通过电气隔离、与气源或液体源的隔离）。对不能排除的危险应明确，并给出适当的指令（例如：穿工作服、用呼吸设备）。保持设备或系统隔离的任何决定都应该在这个阶段作出，并应规定相应的隔离程序或指令(采用附件III中工作许可证表格由维修负责人填写的 B 部分)。

(3) 辐射防护负责人应考虑需进行的工作。应规定执行任务期间要采用的主要辐射防护措施。这些措施一般包括下列各项：

- 监测工作区域的辐射场并绘制分布图；
- 监测工作区域的被沾污表面并绘制分布图；
- 使用去污设备和实施去污程序；
- 在工作区域入口处保持一些控制点，包括提供防护服、手套、呼吸设备等；
- 监测退出工作区的人员和设备；
- 对维修人员提出有关剂量水平和工作时间的建议，并在控制剂量水平和工作时间方面提供协助；
- 收集工作人员所受辐射照射的数据。

(采用附件Ⅲ中工作许可证表格由辐射防护负责人填写的 C 部分)

(4) 由于反应堆负责人对维修的各方面负全面责任, 因此他应负责审查将执行的任务, 必要时, 可增加进一步的要求和指令。安排工作开始的时间也应是反应堆负责人的责任; (采用附件Ⅲ中工作许可证表格由反应堆负责人填写的 D 部分)

(5) 由于所有维修任务都应该与控制室工作人员和值长协调。因此值长应审查维修、定期试验和检查任务。值长还应负责设备或系统的隔离。应由运行人员采用某种方法标识被隔离的设备。做这种标识的一种方法是将隔离标签放在被隔离的设备上和远距离的操作机构上。(采用附件Ⅲ中工作许可证表格由反应堆值长填写的 E 部分)

(6) 应在下列条件满足之后颁发工作完成的证明:

- 维修工作已经完成;
- 所有必要的调整、重新检定和验证已经完成;
- 系统已经恢复到它所要求的状态;
- 已进行了功能试验。

(采用附件Ⅲ中工作许可证表格 E 部分)

8.2.4 在值长已确认设备恢复到正常运行状态, 维修负责人应颁发工作完成证明。应要求由反应堆负责人验收。这包括在反应堆运行日志上注明维修已完成、反应堆配置已验证。

### 8.3 工作协调

8.3.1 协调维修活动与反应堆其他组的工作是一项重要的工作并且应书面规定。维修工作与所有其他有关各方(如运行组、辐射防护组、实验人员和承包商)的协调是维修负责人的责任。

8.3.2 在执行主要维修任务期间, 反应堆负责人和值长应随时了解工作进展的情况。

### 8.4 承包商进行的工作

8.4.1 必须建立管理控制以监督可能在辐射防护和研究堆的其他方面没有受到足够培训的承包商进行的维修工作。应该保存参加维修工作的合同人员的记录。该记录应包括以下信息: 工作类型、雇用天数或小时数、接受的剂量和工人的识别编号等。

8.4.2 应验证承包商进行的工作是按照书面的程序和质量保证大纲的要求进行的。验证工作可由被委任为承包商监督员的一名营运单位人员来完成。

## 9 维修设施

### 9.1 车间设施

9.1.1 营运单位应提供适当的车间设施, 有足够的空间和设备进行维修活动。应考虑场外设施的可用性和预期使用, 以及处理研究堆带有放射性的构筑物、系统和部件的需求。还应考虑实验装置的维修要求。

9.1.2 应为机械、电气和仪表控制设备的维修提供现场车间。

## 9.2 放射性物项维修设施

9.2.1 对于带有放射性或沾污的构筑物、系统和部件，无论是现场或场外的车间，如果需要，都应设计为监督或控制区，并做相应标记。专用设备的储备可能是合适的，而其使用应得到控制。仅当在完成维修后能去污时才可使用场外设施。

9.2.2 把沾污的或带有放射性的物项移出反应堆厂房是不现实或不可能的，必须通过在构筑物、系统和部件或机械工具周围安装临时设施，对构筑物、系统和部件的永久性布置进行补充，从而能就地进行维修工作。无论提供哪种类型的设施，都应考虑下列事项：

- (1) 控制室和更衣室的出入控制；
- (2) 安排适当的通风；
- (3) 放射性液体和固体废物的处理、装卸和处置；
- (4) 辐射防护；
- (5) 屏蔽和遥控操作；
- (6) 放射性物项的储存设施；
- (7) 去污要求。

## 9.3 去污设施

应在现场提供设施，在对构筑物、系统和部件、工具或设备进行维修或将其运输到另一地点之前，去除其放射性污染。这种设施可能包含下述安排：

- (1) 出入口控制和更衣室；
- (2) 适当的通风安排；
- (3) 放射性液体和固体废物的处理、操作和处置；
- (4) 辐射防护；
- (5) 考虑到预计的最大物项去污需要的去污槽、专用设备和工具；
- (6) 供应足够的电力、蒸汽、热水、压缩空气和化学去污剂；
- (7) 足够的起重和装卸设施；
- (8) 工作人员的防护设备。

## 9.4 起重和装卸设施

9.4.1 在反应堆的设计中应提供起重和装卸设施。维修组负责保持所有起重和装卸设施随时可用。应在设备周围留出足够的空间以便进行这些活动并保持出入通道通畅。

9.4.2 与反应堆系统有关的起重设备故障可能造成严重后果。因此应对起重装置进行预防性维修或定期试验（检查、试验和维护保养），并应按现行核安全法规要求将其编入维修、定期试验和检查大纲中。应使用警告、机械和电气约束，限制负荷在规定区域的移动。应由受训人员执行所有与起重和吊运有关的操作。

## 9.5 专用设备和工具

9.5.1 用于定期试验和维修的设备和物项应得到确认和控制，以确保其正确使用。燃料监督定期试验所用的测量装置，应在第一次使用前按设施检定大纲的规定，对照标准进行检定。

9.5.2 营运单位应提供专用设备和工具，可以减少放射性照射并提高安全性。例如：

- (1) 长柄工具；
- (2) 远距离操作的机械手；
- (3) 远距离操作的无损检测设备；
- (4) 远距离观察设备，诸如双筒望远镜、反光镜、望远镜、闭路电视、远距离操作的摄像机，水下望远镜；
- (5) 专用照明设备，包括水下照明设备；
- (6) 专用通信系统（例如和呼吸防护面罩一起使用）；
- (7) 容纳受污染物项的容器；
- (8) 受辐照物项的屏蔽容器和运输设备；
- (9) 可移动的屏蔽；
- (10) 辐射防护工作服和设备；
- (11) 控制和包容放射性污染物的材料和设备（例如：塑料板和帐篷、纸质地板罩、可剥离的涂料、带过滤器的真空吸尘器等）。

## 9.6 仿真和模型

设施特定部分的模拟、仿真和模型可用于：

- (1) 操练将在强放射性或严重沾污区进行的工作；
- (2) 编写并验证程序；
- (3) 研制和改进工具；
- (4) 获得使用工具和防护设备的经验；
- (5) 培训和考核工作人员；
- (6) 确认用于剂量评估的工作时间估算。

# 10 采购和贮存

## 10.1 采购

10.1.1 备品备件的采购和储存应满足质量保证大纲的要求。反应堆所用供应商和材料的证明也应符合质量保证大纲的要求。

10.1.2 营运单位应为反应堆安排采购适宜数量的备品备件。在有些营运单位中，维修组可能直接负责采购和贮存。当这个责任由其他小组承担时，应确保维修组能得到足够的、采用与安装在研究堆上的物项相同的技术、质量规格和标准的备品备件。维修组应确保备品备

件以适当的方式储存。

10.1.3 每一物项的最低贮存数量和订购数量应该按照维修经验、采购时间和贮存期限来确定。

## 10.2 验收

在验收时，应按照采购技术规格书和质量保证大纲的要求检查所采购的物项。

## 10.3 贮存

10.3.1 备品备件应贮存在适当的环境条件下，以防止劣化。应对贮存物项进行定期检查，以发现劣化。

10.3.2 应该限制接近作为安全重要构筑物、系统和部件一部分的贮存物项和设备。

10.3.3 备件和材料的标识和编目方法应构成反应堆质量保证大纲必备的一部分。

10.3.4 贮存期限有限的物项应有明确的标识，并且贮存期限一到就应报废。应确定在贮存过程中劣化的备件的使用率，以防止不必要的浪费。

# 11 试验和检查的方法和技术

## 11.1 概述

11.1.1 很多方法和技术可用于维修、定期试验和检查大纲。其范围包括从熟知的空间和电的测量及化学分析的方法，到更为复杂的结构表面和内部的无损检验。无论使用何种方法和技术，选用的方法应适合于要做的检查。应按合适的程序，由对所用方法和技术具备资质的人员开展工作。同样，应由合格人员对照基准数据，对结果进行评价，以发现变化。

11.1.2 试验和检查大纲中要做的很多检验，涉及到非破坏性试验和无损检验的方法和技术。这里给出一些此类技术的简要说明。

## 11.2 目视检验

目视检验提供被检验构筑物、系统和部件一般情况的资料，如表面的擦伤、磨损、裂纹、腐蚀或侵蚀等，及泄漏的痕迹。检验时可使用诸如电视摄像机、水下望远镜、双筒望远镜和反光镜等光学辅助设备。

## 11.3 表面检验

进行表面检验是为了描绘或确认表面或近表面的缺陷或不连续性。可用液体渗透、涡流或磁粉探伤等方法进行。

## 11.4 体积检验

11.4.1 进行体积检验的目的是为了查明是否存在表面裂纹或近表面的缺陷或不连续性及其深度或尺寸。通常采用射线照相、超声或涡流技术进行体积检验。

11.4.2 利用如 X-射线、 $\gamma$ -射线或热中子等贯穿辐射的射线照相技术，并配以适当的图

象记录装置一起应用，既可探测是否有缺陷，也可确定缺陷的尺寸。

11.4.3 通常使用适当的超声检验方法确定缺陷的长度和深度。

11.4.4 涡流检验和超声检验通常用于确定管道或管状结构是否存在缺陷及其深度。

11.4.5 使用 11.3 节和 11.4 节所述技术的检验和试验，应由具备使用这些技术并对结果进行解读资质的专家进行。

## 11.5 其它试验方法

如果合适，也可以使用其它试验方法（如承压设备的静态水力试验和氦泄漏试验）。基于计算机的系统也可用于合适的维修后试验。

## 附件 本导则所用术语之间的关系

A.1. 图 A.1 说明了本安全导则使用的术语之间的关系，以及维修和试验大纲各部分相关的活动。

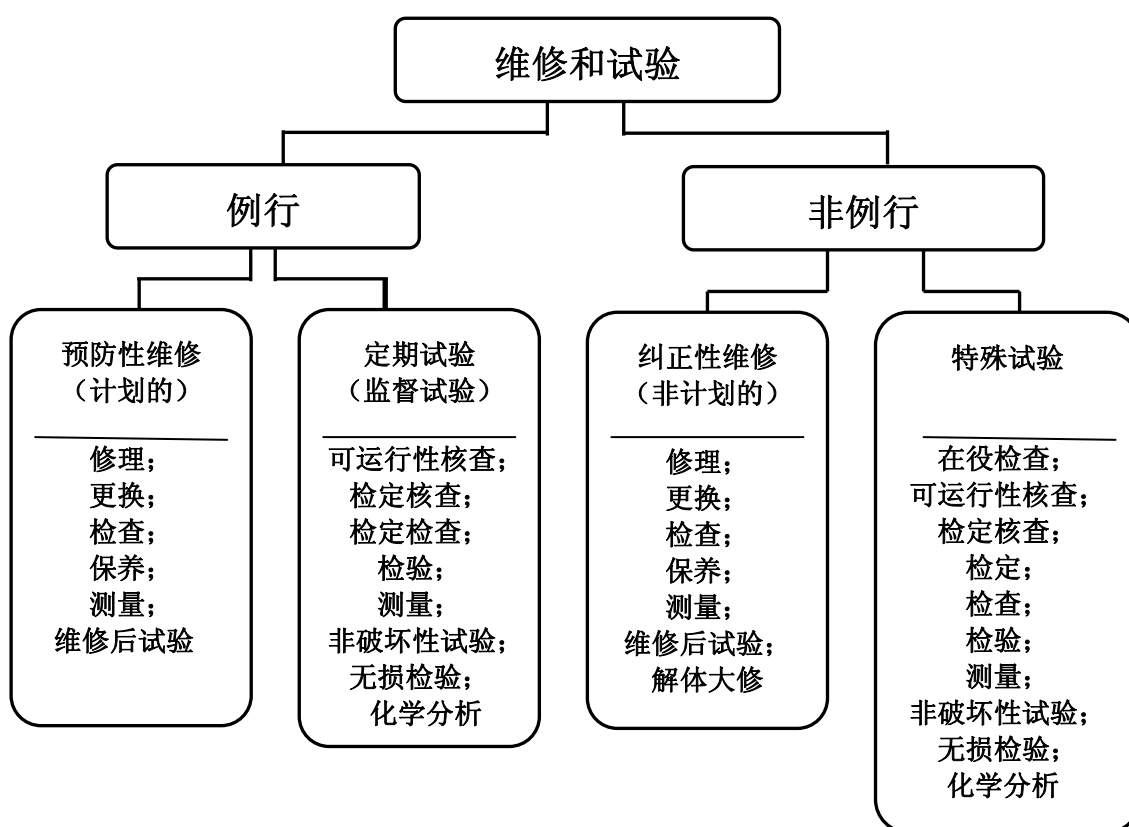


图 A.1 所用术语间的关系及维修和试验大纲各部分相关活动

## 附录 I 预防性维修活动的例子

下面是预防性维修活动的例子以及它们在一些通用设备上的应用。

### I—1. 预防性维修活动

- 现场巡检（寻找泄漏、溅油、振动、热点、异常噪声等）；
- 运行参数测量（例如：电流、温度）；
- 工况监测
- 润滑；
- 过滤器的更换；
- 化学控制；
- 清洗/维护；
- 内部检查；
- 检定/对中/对中核查；
- 油的核查和更换；
- 设备和仪表的试验；
- 零件在达到其预期失效寿期前的更换；
- 大修；
- 消耗材料的补充（例如：防腐剂）；
- 表面处理和涂敷。

### I—2. 预防性维修在具体设备上的应用

- **阀门**
  - (a) 目视检查；
  - (b) 润滑；
  - (c) 清洗/维护；
  - (d) 零件更换。
- **转动设备（泵、压缩机等）**
  - (a) 目视检查；
  - (b) 转动组件的平衡；
  - (c) 联结部位渗油；
  - (d) 电流测量；
  - (e) 保护电路核查（过载、振动、过热）；
  - (f) 设备内部构件的更换。

- **热交换器**
  - (a) 内部检查;
  - (b) 传热管清洗;
  - (c) 反向冲洗;
  - (d) 传热管密封/堵管。
- **配电系统**
  - (a) 目视检查;
  - (b) 清洗开关装置、配电盘;
  - (c) 换过滤器（电动机进气口、通风装置、仪表柜）;
  - (d) 绝缘试验。
- **仪表和控制系统**
  - (a) 检定;
  - (b) 运行核查、输出信号验证试验;
  - (c) 更换继电器、熔断器、接触器。
- **包容体**
  - (a) 泄漏试验;
  - (b) 密封更换;
  - (c) 过滤器清洗。

## 附件 II 定期试验活动的例子

II-1. 通常根据已经规定了安全限值、安全系统整定值和安全运行限制条件的构筑物、系统和部件的参数制定定期试验的要求(监督要求)。这些监督要求一般包括 3 类监督试验,即可用性核查、检定和检查。此处所用检查这一术语涉及定期试验所要求的检查活动或行动。表 II-1 列出了许多通常要进行定期试验的反应堆参数、构筑物、系统和部件,并给出了它们适用的试验类型。

**表 II-1 定期试验活动的例子**

|                           | 可运行性试验 | 检定 | 检查a: 测量、监测、<br>取样、计算 |
|---------------------------|--------|----|----------------------|
| <b>反应性限值</b>              |        |    |                      |
| 堆芯过剩反应性                   |        |    | +                    |
| 控制棒反应性价值                  |        |    | +                    |
| 停堆裕度 <sup>b</sup>         |        |    | +                    |
| <b>保护和停堆系统</b>            |        |    |                      |
| 超功率紧急停堆                   | +      | +  |                      |
| 启动通道                      | +      | +  |                      |
| 对数计数率通道                   | +      | +  |                      |
| 周期安全通道                    | +      | +  |                      |
| 注量率水平安全通道                 | +      | +  |                      |
| 功率—流量失配紧急停堆 <sup>c*</sup> | +      |    |                      |
| 安全通道—热平衡比较                |        | +  |                      |
| 低流量紧急停堆                   | +      | +  |                      |
| 一回路泵失效紧急停堆                | +      |    |                      |
| 堆芯压差低紧急停堆                 | +      | +  |                      |
| 失电紧急停堆                    | +      |    |                      |
| 辐射监测装置(运行、报警、紧急停堆)        | +      | +  |                      |
| 控制棒释放时间                   |        |    | +                    |
| 控制棒落棒时间                   |        |    | +                    |
| 手动紧急停堆按钮                  | +      |    |                      |
| 电磁动力开关                    | +      |    |                      |

a 一项定期试验活动,不是在役检查大纲所必需的部分。

b 停堆裕度是在反应堆中反应性最大的控制装置移出堆芯,且所有在其运行期间可以移动或改变的实验装置处于反应性最大的工况条件下,除无限期维持反应堆次临界状态所必需的负反应性之外额外提供的负反应性。

c 仅在强制对流运行模式下

|                                               | 可运行性试验 | 检定 | 检查a: 测量、监测、<br>取样、计算 |
|-----------------------------------------------|--------|----|----------------------|
| 冷却剂温度“降功率” d                                  | +      | +  |                      |
| 堆池水位紧急停堆                                      | +      | +  |                      |
| 堆池水位“降功率”                                     | +      | +  |                      |
| 堆桥吊车解锁紧急停堆                                    | +      |    |                      |
| 实验引起的紧急停堆                                     | +      |    |                      |
| <b>仪表和控制</b>                                  |        |    |                      |
| 线性水平通道                                        | +      | +  |                      |
| 大的伺服系统误差（偏差联锁）                                | +      |    |                      |
| 气体辐射监测器（Ar-41）                                | +      | +  | +                    |
| 气载粒子监测器                                       | +      | +  | +                    |
| 排气辐射监测器                                       | +      | +  | +                    |
| 裂变产物监测器                                       | +      | +  | +                    |
| 液态废物活性监测器                                     | +      | +  | +                    |
| <b>包容和通风</b>                                  |        |    |                      |
| 包容压力                                          |        |    | +                    |
| 包容/包容体隔离逻辑                                    | +      |    |                      |
| 切换到应急模式运行<br>— 通风系统关闭<br>— 通风挡板关闭<br>— 应急系统启动 | +      |    |                      |
| <b>冷却剂系统</b>                                  |        |    |                      |
| 一回路冷却剂 PH 值                                   |        | +  | +                    |
| 一回路冷却剂电导率                                     |        | +  | +                    |
| 一回路冷却剂化学分析                                    |        |    | +                    |
| 一回路冷却剂活性含量                                    |        |    | +                    |
| 二回路冷却剂化学                                      |        |    | +                    |
| <b>其他</b>                                     |        |    |                      |
| 应急堆芯冷却                                        | +      | +  |                      |
| 燃耗                                            |        |    | +                    |
| 应急电源                                          | +      |    |                      |
| 灭火器                                           | +      |    |                      |
| 反射层元件状况                                       |        |    | +                    |

d “降功率 (rundown)” 是指控制元件自动插入

|             | 可运行性试验 | 检定 | 检查a: 测量、监测、<br>取样、计算 |
|-------------|--------|----|----------------------|
| 堆芯目视检查      |        |    | +                    |
| 燃料贮存池系统     |        |    |                      |
| — 水位        | +      |    |                      |
| <b>辅助系统</b> |        |    |                      |
| — 压缩空气      | +      |    |                      |
| — 覆盖气体      | +      |    |                      |
| — 屏蔽冷却系统    | +      |    |                      |

## 附件III

### 工作许可证表格的例子

|                        |     |     |
|------------------------|-----|-----|
| <b>工作许可证</b>           |     |     |
| 任何工作开始之前需要预先批准         |     |     |
| <b>A、工作申请（提出者）</b>     |     |     |
| 申请提出者：                 | 日期： |     |
| 设备标识：                  |     |     |
| 工作说明：                  |     |     |
|                        |     |     |
| <b>B、工作要求（维修负责人）</b>   |     |     |
| 所需人员的姓名和职务：            |     |     |
|                        |     |     |
| 特殊要求：                  |     |     |
| 所附的程序、图纸、手册等：          |     |     |
| 隔离要求：                  |     |     |
| 日期：                    | 签字： |     |
| <b>C、辐射防护（辐射防护负责人）</b> |     |     |
| 将采用的辐射防护措施：            |     |     |
|                        |     |     |
| 日期：                    | 签字： |     |
| <b>D、工作批准（反应堆负责人）</b>  |     |     |
| 附加的指令：                 |     |     |
| 工作开始时间（日期、时间）：         |     |     |
| 日期：                    | 签字： |     |
| <b>E、主控室通知（值长）</b>     |     |     |
| 已被隔离的设备（如需要）：          |     |     |
| 日期：                    | 签字： |     |
| <b>F、工作完成证明</b>        |     |     |
| 维修负责人                  | 日期： | 签字： |
| 反应堆负责人                 | 日期： | 签字： |
| 值长                     | 日期： | 签字： |

# 名词解释

## 监查

为确定所制定的程序、细则、技术规格书、规程、标准、行政管理计划或运行大纲及其他相关文件是否齐全适用，是否得到切实遵守，及其实施效果，通过对客观证据的调查、验证和评价，进行审核并提出书面报告的工作。

## 授权

由管理当局或其他政府部门通过书面许可方式准予从事指定活动。

- 授权可以包括，例如，许可证、证书、注册等。
- 授权这一术语有时也用于描述准予此类许可的文件。
- 授权通常是比批准更正式的过程。

## （仪表、系统或通道的）检定

对仪表、系统或通道进行测量或调节，确保其精度或响应是可以接受的。

## 通道

某个发出单一输出信号的系统内部、由相互连接的部件组成的一个排列。在单一输出信号与来自其它通道（例如监测通道或安全驱动通道）的信号结合之处，通道失去其原有特性。

## 包容

在运行或事故中防止或控制放射性物质向环境释放。

## 建造

设施部件的制造和组装、土建施工、部件和设备的安装以及有关试验的执行等过程。

## 包容体

设计用于防止或控制放射性物质向环境释放和扩散的方法或实体构造。

## 检查

为评价构筑物、系统和部件及材料，以及运行活动、工艺过程、组织过程、程序和个人能力，而进行的检验、观察、测量或试验。

## 维修

为保持构筑物、系统、部件和设备处于良好工作状态而进行的有组织的管理性和技术性活动，包括预防性维修和纠正性维修（或修理）两个方面。

## **监测**

连续的或定期的放射性参数或其他参数测量或系统、构筑物、部件状态的测定。取样作为测量的预备步骤可以包括在内。

## **正常运行**

在规定的运行限值和条件内运行。

## **可运行性核查**

验证某系统或某部件能执行其预定功能的试验。

## **营运单位**

申请或已经获得许可运行被授权的反应堆设施并对其安全负责的单位。

## **运行**

为实现经授权的设施的建造目的而进行的全部活动（对于研究堆，包括维修、换料和其他相关活动）。

## **运行限值和条件**

经国家核安全部门批准的，为经许可的设施的安全运行而阐明参数限值、设备功能能力和性能水平及人员能力水平的一整套规定。

## **定期试验**

对参数值、构筑物、系统和部件进行的检查、可用性核查和检定，以验证它们符合运行限值和条件，并确保反应堆处于充分安全的状态。

## **保护系统**

监督反应堆运行，并在探测到异常条件时，自动触发动作防止不安全条件或潜在不安全条件的系统。（包括所有与获取保护功能信号有关的电气和机械装置以及电路，从传感器到执行机构的输入端。）

## **研究堆<sup>5</sup>**

主要用于产生和使用中子流和电离辐射进行研究和和其他特定目的的核反应堆。

---

<sup>5</sup> 基于本安全导则的目的，研究堆这一术语也包括相关的实验设施和临界装置。

## **（核）安全**

完成正确的运行工况、预防事故的发生或缓解事故的后果，从而保护工作人员、公众和环境免遭不合理的辐射危害。

### **安全分析报告**

申请者提供给国家核安全部门的支持申请许可证的文件，其内容包括核设施的相关信息、设计、安全分析，以及使运行人员、公众和环境的风险减至最低的措施。

### **安全限值**

运行参数的限值，已证明经许可的设施在这些限值的范围内运行是安全的。安全限值超出了正常运行的限值和条件。

### **安全系统<sup>6</sup>**

安全上重要的系统，用于保证反应堆安全停堆，或从堆芯排出余热，或限制预期运行事件和设计基准事故的后果。

### **停堆系统**

由手动或接收到来自保护系统的信号驱动，通过快速减小反应性实现反应堆停闭的安全系统。

### **监督试验**

验证构筑物、系统和部件继续保持其功能或在要求时能够执行其功能的定期试验。

---

<sup>6</sup> 安全系统的类型可以是能动或非能动。能动的系统或部件接收到来自保护系统或手动的输入信号，会触发其指定功能。非能动系统或部件不需要输入信号触发其指定功能。有一个公认的安全系统非能动性分级，可以分为三级（不是普遍认可）。最高一类中所有为安全所必需的部件都是非能动的。