

# 国际原子能机构安全标准

保护人类与环境

## 核装置设备鉴定

### 特定安全导则

### 第 SSG-69 号



**IAEA**

国际原子能机构

# 国际原子能机构安全标准和相关出版物

## 国际原子能机构安全标准

根据《国际原子能机构规约》第三条的规定，国际原子能机构受权制定或采取旨在保护健康及尽量减少对生命与财产之危险的安全标准，并规定适用这些标准。

国际原子能机构借以制定标准的出版物以国际原子能机构《安全标准丛书》的形式印发。该丛书涵盖核安全、辐射安全、运输安全和废物安全。该丛书出版物的分类是安全基本法则、安全要求和安全导则。

有关国际原子能机构安全标准计划的资料可访问以下国际原子能机构因特网网站：

[www.iaea.org/zh/shu-ju-ku/an-quan-biao-zhun](http://www.iaea.org/zh/shu-ju-ku/an-quan-biao-zhun)

该网站提供已出版安全标准和安全标准草案的英文文本。以阿拉伯文、中文、法文、俄文和西班牙文印发的安全标准文本；国际原子能机构安全术语以及正在制订中的安全标准状况报告也在该网站提供使用。欲求进一步的信息，请与国际原子能机构联系（Vienna International Centre, PO Box 100, 1400 Vienna, Austria）。

敬请国际原子能机构安全标准的所有用户将使用这些安全标准的经验（例如作为国家监管、安全评审和培训班课程的依据）通知国际原子能机构，以确保这些安全标准继续满足用户需求。资料可以通过国际原子能机构因特网网站提供或按上述地址邮寄或通过电子邮件发至 [Official.Mail@iaea.org](mailto:Official.Mail@iaea.org)。

## 相关出版物

国际原子能机构规定适用这些标准，并按照《国际原子能机构规约》第三条和第八条 C 款之规定，提供和促进有关和平核活动的信息交流并为此目的充任成员国的居间人。

核活动的安全报告以《安全报告》的形式印发，《安全报告》提供能够用以支持安全标准的实例和详细方法。

国际原子能机构其他安全相关出版物以《应急准备和响应》出版物、《放射学评定报告》、国际核安全组的《核安全组报告》、《技术报告》和《技术文件》的形式印发。国际原子能机构还印发放射性事故报告、培训手册和实用手册以及其他特别安全相关出版物。

安保相关出版物以国际原子能机构《核安保丛书》的形式印发。

国际原子能机构《核能丛书》由旨在鼓励和援助和平利用原子能的研究、发展和实际应用的资料性出版物组成。它包括关于核电、核燃料循环、放射性废物管理和退役领域技术状况和进展以及经验、良好实践和实例的报告和导则。

# 核装置设备鉴定

## 国际原子能机构成员国

阿富汗	格鲁吉亚	挪威
阿尔巴尼亚	德国	阿曼
阿尔及利亚	加纳	巴基斯坦
安哥拉	希腊	帕劳
安提瓜和巴布达	格林纳达	巴拿马
阿根廷	危地马拉	巴巴亚新几内亚
亚美尼亚	几内亚	巴拉圭
澳大利亚	圭亚那	秘鲁
奥地利	海地	菲律宾
阿塞拜疆	教廷	波兰
巴哈马	洪都拉斯	葡萄牙
巴林	匈牙利	卡塔尔
孟加拉国	冰岛	摩尔多瓦共和国
巴巴多斯	印度	罗马尼亚
白罗斯	印度尼西亚	俄罗斯联邦
比利时	伊朗伊斯兰共和国	卢旺达
伯利兹	伊拉克	圣基茨和尼维斯
贝宁	爱尔兰	圣卢西亚
多民族玻利维亚国	以色列	圣文森特和格林纳丁斯
波斯尼亚和黑塞哥维那	意大利	萨摩亚
博茨瓦纳	牙买加	圣马力诺
巴西	日本	沙特阿拉伯
文莱达鲁萨兰国	约旦	塞内加尔
保加利亚	哈萨克斯坦	塞尔维亚
布基纳法索	肯尼亚	塞舌尔
布隆迪	大韩民国	塞拉利昂
佛得角	科威特	新加坡
柬埔寨	吉尔吉斯斯坦	斯洛伐克
喀麦隆	老挝人民民主共和国	斯洛文尼亚
加拿大	拉脱维亚	南非
中非共和国	黎巴嫩	西班牙
乍得	莱索托	斯里兰卡
智利	利比里亚	苏丹
中国	利比亚	瑞典
哥伦比亚	列支敦士登	瑞士
科摩罗	立陶宛	阿拉伯叙利亚共和国
刚果	卢森堡	塔吉克斯坦
哥斯达黎加	马达加斯加	泰国
科特迪瓦	马拉维	多哥
克罗地亚	马来西亚	汤加
古巴	马里	特立尼达和多巴哥
塞浦路斯	马耳他	突尼斯
捷克共和国	马绍尔群岛	土耳其
刚果民主共和国	毛里塔尼亚	土库曼斯坦
丹麦	毛里求斯	乌干达
吉布提	墨西哥	乌克兰
多米尼克	摩纳哥	阿拉伯联合酋长国
多米尼加共和国	蒙古	大不列颠及北爱尔兰联合王国
厄瓜多尔	黑山	坦桑尼亚联合共和国
埃及	摩洛哥	美利坚合众国
萨尔瓦多	莫桑比克	乌拉圭
厄立特里亚	缅甸	乌兹别克斯坦
爱沙尼亚	纳米比亚	瓦努阿图
科威特	尼泊尔	委内瑞拉玻利瓦尔共和国
斐济	荷兰王国	越南
芬兰	新西兰	也门
法国	尼加拉瓜	赞比亚
加蓬	尼日尔	津巴布韦
冈比亚	尼日利亚	
	北马其顿	

国际原子能机构的《规约》于1956年10月23日经在纽约联合国总部举行的原子能机构《规约》会议核准，并于1957年7月29日生效。原子能机构总部设在维也纳，其主要目标是“加速和扩大原子能对全世界和平、健康及繁荣的贡献”。

国际原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-69 号

# 核装置设备鉴定

特定安全导则

国际原子能机构  
2024 年·维也纳

## 版权说明

国际原子能机构的所有科学和技术出版物均受 1952 年（日内瓦）通过并于 1971 年（巴黎）修订的《世界版权公约》之条款的保护。自那时以来，世界知识产权组织（日内瓦）已将版权的范围扩大到包括电子形式和虚拟形式的知识产权。可以获得许可使用国际原子能机构印刷形式或电子形式出版物中所载全部或部分內容。请见 [www.iaea.org/publications/rights-and-permissions](http://www.iaea.org/publications/rights-and-permissions) 了解详情。垂询可致函：

Publishing Section

International Atomic Energy Agency

Vienna International Centre

PO Box 100

1400 Vienna, Austria

电话：+43 1 2600 22529 或 22530

电子信箱：sales.publications@iaea.org

网址：<https://www.iaea.org/zh/chu-ban-wu>

© 国际原子能机构，2024 年  
国际原子能机构印刷  
2024 年 6 月 · 奥地利

## 核装置设备鉴定

国际原子能机构，奥地利，2024 年 6 月

STI/PUB/1978

ISBN 978-92-0-521923-3（简装书：碱性纸）

978-92-0-521723-9（pdf 格式）

EPUB 978-92-0-521823-6

ISSN 1020-5853

# 前 言

## 拉斐尔·马利亚诺·格罗西总干事

国际原子能机构（原子能机构）《规约》授权原子能机构“制定……旨在保护健康及尽量减少对生命与财产的危险的的安全标准”。这些是原子能机构必须适用于其自身业务而且各国可以通过其国家法规来适用的标准。

原子能机构于 1958 年开始实施其安全标准计划，此后有了许多发展。作为总干事，我致力于确保原子能机构维护和改进这套具有综合性、全面性和一致性的、与时俱进的、用户友好的和适合目的的高质量安全标准。在利用核科学和技术的过程中正确地适用这些标准将为全世界的人和 environment 提供高水平的保护，并为持续利用核技术造福于所有人提供必要的信心。

安全是得到许多国际公约支持的一项国家责任。原子能机构的安全标准奠定了这些法律文书的基础，而且是有助于各方履行各自义务的全球基准。虽然安全标准对成员国没有法律约束力，但它们被广泛适用。对已在国家法规中采用这些标准以加强核能发电、研究堆和燃料循环设施中以及医学、工业、农业和研究领域核应用中的安全的绝大多数成员国而言，它们已成为不可或缺的基准点和共同标准。

原子能机构的安全标准以原子能机构成员国的实际经验为基础，并通过国际协商一致产生。各安全标准分委员会、核安保导则委员会和安全标准委员会成员的参与尤其重要，我向所有为这项工作贡献自己的知识和专长的人表示感谢。

原子能机构在通过评审工作组访问和咨询服务向成员国提供援助时，也使用这些安全标准。这有助于成员国适用这些标准，并使得能够共享宝贵经验和真知灼见。在安全标准的定期修订过程中，会考虑到这些工作组访问和服务的反馈，以及从使用和适用安全标准的事件和经历中汲取的教训。

我相信，原子能机构安全标准及其适用将为确保在使用核技术时实现高水平安全作出宝贵的贡献。我鼓励所有成员国宣传和适用这些安全标准，并与原子能机构合作，在现在和将来维护其质量。



# 国际原子能机构安全标准

## 背景

放射性是一种自然现象，因而天然辐射源的存在是环境的特征。辐射和放射性物质具有许多有益的用途，从发电到医学、工业和农业应用不一而足。必须就这些应用可能对工作人员、公众和环境造成的辐射危险进行评定，并在必要时加以控制。

因此，辐射的医学应用、核装置的运行、放射性物质的生产、运输和使用以及放射性废物的管理等活动都必须服从安全标准的约束。

对安全实施监管是国家的一项责任。然而，辐射危险有可能超越国界，因此，国际合作的目的是通过交流经验和提高控制危险、预防事故、应对紧急情况和减缓任何有害后果的能力来促进和加强全球安全。

各国负有勤勉管理义务和谨慎行事责任，而且理应履行其各自的国家和国际承诺与义务。

国际安全标准为各国履行一般国际法原则规定的义务例如与环境保护有关的义务提供支持。国际安全标准还促进和确保对安全建立信心，并为国际商业与贸易提供便利。

全球核安全制度已经建立，并且正在不断地加以改进。对实施有约束力的国际文书和国家安全基础结构提供支撑的原子能机构安全标准是这一全球性制度的一座基石。原子能机构安全标准是缔约国根据这些国际公约评价各缔约国履约情况的一个有用工具。

## 原子能机构安全标准

原子能机构安全标准的地位源于原子能机构《规约》，其中授权原子能机构与联合国主管机关及有关专门机构协商并在适当领域与之合作，以制定或采取旨在保护健康及尽量减少对生命与财产之危险的安全标准，并对其适用作出规定。

为了确保保护人类和环境免受电离辐射的有害影响，原子能机构安全标准制定了基本安全原则、安全要求和安全措施，以控制对人类的辐射照射和放射性物质向环境的释放，限制可能导致核反应堆堆芯、核链式反应、辐射源或任何其他辐射源失控的事件发生的可能性，并在发生这类事件时减轻其后果。这些标准适用于引起辐射危险的设施和活动，其中包括核装置、辐射和辐射源利用、放射性物质运输和放射性废物管理。

安全措施和安保措施<sup>1</sup>具有保护生命和健康以及保护环境的目的。安全措施和安保措施的制订和执行必须统筹兼顾，以便安保措施不损害安全，以及安全措施不损害安保。

原子能机构安全标准反映了有关保护人类和环境免受电离辐射有害影响的高水平安全在构成要素方面的国际共识。这些安全标准以原子能机构《安全标准丛书》的形式印发，该丛书分以下三类（见图1）。



图1. 国际原子能机构《安全标准丛书》的长期结构。

<sup>1</sup> 另见以原子能机构《核安保丛书》印发的出版物。

## 安全基本法则

“安全基本法则”阐述防护和安全的基本安全目标和原则，以及为安全要求提供依据。

## 安全要求

一套统筹兼顾和协调一致的“安全要求”确定为确保现在和将来保护人类与环境所必须满足的各项要求。这些要求遵循“安全基本法则”提出的目标和原则。如果不能满足这些要求，则必须采取措施以达到或恢复所要求的安全水平。这些要求的格式和类型便于其用于以协调一致的方式制定国家监管框架。这些要求包括带编号的“总体”要求用“必须”来表述。许多要求并不针对某一特定方，暗示的是相关各方负责履行这些要求。

## 安全导则

“安全导则”就如何遵守安全要求提出建议和指导性意见，并表明需要采取建议的措施（或等效的可替代措施）的国际共识。“安全导则”介绍国际良好实践并且不断反映最佳实践，以帮助用户努力实现高水平安全。“安全导则”中的建议用“应当”来表述。

## 原子能机构安全标准的适用

原子能机构成员国中安全标准的使用者是监管机构和其他相关国家当局。共同发起组织及设计、建造和运行核设施的许多组织以及涉及利用辐射源和放射源的组织也使用原子能机构安全标准。

原子能机构安全标准在相关情况下适用于为和平目的利用的一切现有和新的设施和活动的整个寿期，并适用于为减轻现有辐射危险而采取的防护行动。各国可以将这些安全标准作为制订有关设施和活动的国家法规的参考。

原子能机构《规约》规定这些安全标准在原子能机构实施本身的工作方面对其有约束力，并且在实施由原子能机构援助的工作方面对国家也具有约束力。

原子能机构安全标准还是原子能机构安全评审服务的依据，原子能机构利用这些标准支持开展能力建设，包括编写教程和开设培训班。

国际公约中载有与原子能机构安全标准中所载相类似的要求，从而使其对缔约国有约束力。由国际公约、行业标准和详细的国家要求作为补充的原子能机构安全标准为保护人类和环境奠定了一致的基础。还会出现一些需要在国家一级加以评定的特殊安全问题。例如，有许多原子能机构安全标准特别是那些涉及规划或设计中的安全问题的标准意在主要适用于新设施和新活动。原子能机构安全标准中所规定的要求在一些按照早期标准建造的现有设施中可能没有得到充分满足。对这类设施如何适用安全标准应由各国自己作出决定。

原子能机构安全标准所依据的科学考虑因素为有关安全的决策提供了客观依据，但决策者还须做出明智的判断，并确定如何才能最好地权衡一项行动或活动所带来的好处与其所产生的相关辐射危险和任何其他不利影响。

## 原子能机构安全标准的制定过程

编写和审查安全标准的工作涉及原子能机构秘书处及分别负责应急准备和响应（应急准备和响应标准委员会）、核安全（核安全标准委员会）、辐射安全（辐射安全标准委员会）、放射性废物安全（废物安全标准委员会）和放射性物质安全运输（运输安全标准委员会）的五个安全标准分委员会以及一个负责监督原子能机构安全标准计划的安全标准委员会（安全标准委员会）（见图2）。

原子能机构所有成员国均可指定专家参加安全标准分委员会的工作，并可就标准草案提出意见。安全标准委员会的成员由总干事任命，并包括负责制订国家标准的政府高级官员。

已经为原子能机构安全标准的规划、制订、审查、修订和最终确立过程确定了一套管理系统。该系统阐明了原子能机构的任务；今后适用安全标准、政策和战略的思路以及相应的职责。

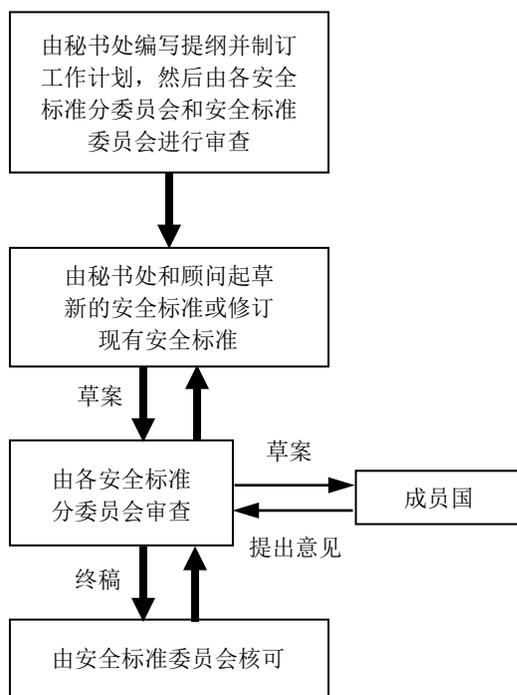


图 2. 制订新安全标准或修订现行标准的过程。

## 与其他国际组织的合作关系

在制定原子能机构安全标准的过程中考虑了联合国原子辐射效应科学委员会的结论和国际专家机构特别是国际放射防护委员会的建议。一些标准的制定是在联合国系统的其他机构或其他专门机构的合作下进行的，这些机构包括联合国粮食及农业组织、联合国环境规划署、国际劳工组织、经合组织核能机构、泛美卫生组织和世界卫生组织。

## 文本的解释

安全和核安保相关术语应理解为《国际原子能机构核安全和核安保术语》（见 <https://www.iaea.org/resources/publications/iaea-nuclear-safety-and-security-glossary>）中的术语。就“安全导则”而言，英文文本系权威性文本。

原子能机构《安全标准丛书》中每一标准的背景和范畴及其目的、范围和结构均在每一出版物第一章“导言”中加以说明。

在正文中没有适当位置的资料（例如对正文起辅助作用或独立于正文的资料；为支持正文中的陈述而列入的资料；或叙述计算方法、程序或限值和条件的资料）以附录或附件的形式列出。

如列有附录，该附录被视为安全标准的一个不可分割的组成部分。附录中所列资料具有与正文相同的地位，而且原子能机构承认其作者身份。正文中如列有附件和脚注，这些附件和脚注则被用来提供实例或补充资料或解释。附件和脚注不是正文不可分割的组成部分。原子能机构发表的附件资料并不一定以作者身份印发；列于其他作者名下的资料可以安全标准附件的形式列出。必要时将摘录和改编附件中所列外来资料，以使其更具通用性。

# 目 录

<b>1. 导言</b> .....	<b>1</b>
背景 (1.1-1.4).....	1
目的 (1.5, 1.6).....	2
范围 (1.7-1.14).....	2
结构 (1.15, 1.16).....	3
<b>2. 设备鉴定的概念与流程</b> .....	<b>3</b>
设备鉴定的基本概念 (2.1-2.12).....	3
设备鉴定过程概述 (2.13).....	5
鉴定寿命 (2.14-2.17).....	5
鉴定方法 (2.18).....	6
设备鉴定状态的维持 (2.19, 2.20).....	6
管理系统 (2.21-2.25).....	6
文件系统 (2.26-2.33).....	7
设备鉴定培训 (2.34-2.36).....	8
<b>3. 设备鉴定设计输入</b> .....	<b>8</b>
概述 (3.1).....	8
设备性能要求的识别 (3.2-3.5).....	9
鉴定条件的识别 (3.6-3.30).....	9
初始适用性评定 (3.31-3.34).....	13
<b>4. 设备鉴定的建立 (4.1, 4.2)</b> .....	<b>14</b>
型式试验鉴定法 (4.3-4.44).....	14
分析法鉴定 (4.45-4.49).....	20
运行经验法鉴定 (4.50-4.53).....	20
组合方法 (4.54-4.56).....	21
堆芯熔化的设计扩展工况下的设备能力评定 (4.57-4.62).....	21
<b>5. 设备鉴定状态的维持</b> .....	<b>22</b>
概述 (5.1-5.12).....	22
老化效应与鉴定寿命 (5.13-5.17).....	24
环境条件监控 (5.18-5.21).....	25
鉴定设备的状态监控 (5.22-5.27).....	25
鉴定设备的定期监控 (5.28, 5.29).....	26
鉴定设备的维护 (5.30-5.32).....	26
鉴定设备的保护屏障 (5.33, 5.34).....	27

鉴定设备的采购和存储 (5.35-5.42).....	27
设备鉴定寿命的再评定 (5.43-5.48).....	28
<b>6. 设备鉴定程序有效性的评价 (6.1-6.5).....</b>	<b>29</b>
<b>7. 将设备鉴定纳入安全程序和流程.....</b>	<b>31</b>
设备鉴定程序与其他程序之间的接口 (7.1).....	31
安全分析报告 (7.2).....	32
对核装置的改造 (7.3-7.6).....	33
<b>参考文献.....</b>	<b>35</b>
<b>附件 与设备鉴定相关的国际标准.....</b>	<b>39</b>
<b>定义.....</b>	<b>45</b>
<b>参与起草和审订人员.....</b>	<b>47</b>

# 1. 引言

## 背景

1.1. 本“安全导则”就核装置中的设备鉴定<sup>1</sup>提出建议，以确认此类设备在运行状态和事故工况下安全功能的可靠性，并避免由于设备的共因故障而造成安全薄弱点。

1.2. 相关核装置设备鉴定的要求见下列出版物：

- 原子能机构《安全标准丛书》第 SSR-2/1 (Rev.1) 号《核电厂安全：设计》[1]；
- 原子能机构《安全标准丛书》第 SSR-2/2 (Rev.1) 号《核电厂安全：调试和运行》[2]；
- 原子能机构《安全标准丛书》第 SSR-3 号《研究堆的安全》[3]；
- 原子能机构《安全标准丛书》第 SSR-4 号《核燃料循环设施安全》[4]。

1.3. 原子能机构的其他几项安全标准也与设备鉴定相关。其中包括以下内容：

- 原子能机构《安全标准丛书》第 GSR Part 4 (Rev.1) 号《设施和活动的安全评定》[5]；
- 原子能机构《安全标准丛书》第 GSR Part 2 号《安全的领导和管理》[6]及其辅助安全导则，原子能机构《安全标准丛书》第 GS-G-3.1 号《设施和活动管理系统的适用》[7]和第 GS-G-3.5 号《核装置管理系统》[8]；
- 原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-30 号《核电厂结构、系统和部件的安全分级》[9]；
- 原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-34 号《核电厂电力系统的设计》[10]；第 SSG-39 号《核电厂仪器仪表和控制系统的设计》[11]；

---

<sup>1</sup> “设备鉴定”是指证据的生成和维护，以确保设备在规定的使用条件下按要求运行，以满足系统性能要求。

第 SSG-37 号《研究堆安全重要仪器仪表和控制系统与软件》[12]；  
第 SSG-48 号《核电厂老化管理和长期运行计划制定》[13]；和第  
SSG-10 号《研究堆老化管理》[14]。

1.4. 本“安全导则”中使用的术语应按照原子能机构《安全术语》[15]定义和解释加以理解。本“安全导则”中使用的某些未在《安全术语》中的定义在本出版物的末尾提供。

## 目的

1.5. 本“安全导则”的目的是对建立和维持核装置设备鉴定的结构性方法提出建议，以满足 SSR-2/1 (Rev.1) [1]、SSR-2/2 (Rev.1) [2]、SSR-3[3]和 SSR-4[4]相关要求。

1.6. 本“安全导则”供负责核装置设备鉴定的组织使用。本“安全导则”也供监管机构使用，以支持其与设备鉴定相关的许可证和视察活动。

## 范围

1.7. 本“安全导则”中的建议适用于新的核装置，并在合理可行的情况下适用于现有的核装置。

1.8. 本“安全导则”主要适用于执行一项或多项安全功能的设备，但也可根据国家要求适用于对非安全重要物项。

1.9. 本“安全导则”适用于电气设备、仪器仪表和控制设备以及能动机械设备，以及与该设备相关的部件（如密封件、垫圈、润滑剂、电缆、连接、安装和锚固结构）。

1.10. 非能动机械部件（如管道、容器）的鉴定过程不在本“安全导则”的范围内，这些部件的安全绩效是通过按照适用的规范进行设计来保证的。

1.11. 本“安全导则”未规定抗震鉴定的方法和过程。原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-67 号《核装置抗震设计》[16]提供了关于核电厂抗震鉴定的建议。

1.12. 本“安全导则”也没有规定电磁兼容性验证的方法。IEC61000-4-1[17]提供了电磁兼容性验证的信息和指导。

1.13. 本“安全导则”不提供关于保护设备免受内部火灾和爆炸影响的建议。原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-64 号《核电厂设计中内部危害防护》[18]提出了关于这一专题的建议。

1.14. 计算机软件和固件的核实与验证不在本“安全导则”范围内；关于这些内容的建议见 SSG-39[11]和 SSG-37[12]。

## 结构

1.15. 第 2 部分提供了关于设备鉴定的概念和过程的建议；第 3 部分提供了关于明确鉴定过程所需的设计输入的建议；第 4 部分提供了建立设备鉴定的建议；第 5 部分提供了关于设备鉴定维持的建议；第 6 部分提供了关于评价设备鉴定计划有效性的建议；第 7 部分提供了将设备鉴定纳入其他安全程序和流程的建议。

1.16. 附件提供了一份可用于设备鉴定的国际核与非核标准清单，这些标准与本“安全导则”的主题领域有密切关系。

## 2. 设备鉴定的概念与流程

### 设备鉴定的基本概念

2.1. SSR-2/1 (Rev.1) [1]要求 30 规定：

**“必须采用设备鉴定程序来核实核电厂安全重要物项能够在其整个设计寿命期内满足处于需要起作用时的环境条件下执行其预期的安全功能，这里考虑的环境条件包括核电厂的维护和试验。”**

SSR-3[3]要求 29（针对研究堆）以及 SSR-4[4]要求 30（针对核燃料循环设施）均对设备鉴定作出了同样的规定。

2.2. SSR-2/2 (Rev.1) [2]第 4.48 段指出：

“应明确设备鉴定的基本概念、范围和过程，并采用行之有效的方法来提高和维持设备的鉴定状态。应从设备设计、供应和安装的初始阶段开始，启动建立、确认和维护所要求的设备鉴定的计划。应定期评审设备鉴定计划的有效性。”

2.3. SSR-2/2 (Rev.1) [2]第 4.49 段指出：

“设备鉴定过程的范围和细节，包括需要视察的区域、无损检测的方法、可能检查到的缺陷和视察有效性需求，应形成文件，并提交监管机构评审和批准。应依据国家法规考虑国内外相关的经验反馈。”

2.4. SSR-2/1 (Rev.1) [1]第 5.29 段指出（脚注略）：

“用于对设计扩展工况中所考虑事件进行预防或缓解的措施，……应能够在这些设计扩展工况（适用时包括严重事故的设计扩展工况）相关的环境条件下执行相关的功能。”

2.5. 如第 2.1 段所述，要求通过设备鉴定证明设备能够在核装置规定的使用条件范围（包括运行状态和事故工况）内执行其预期的安全功能。这包括评价系统或部件在电厂运行状态和核装置设计不能排除的外部事件（例如地震事件、电弧、闪电等电磁现象）期间的特定使用条件所造成的影响下，履行这些安全功能的能力。相比之下，内部火灾、爆炸、内部洪水、龙卷风和飓风通常不在设备鉴定中考虑，因为设计手段通常保护设备免受这些事件的影响。

2.6. 设备鉴定应考虑可能的协同效应（例如，剂量率和温度、湿度和放射性水平同时升高），这种效应可能导致严重的老化效应和退化机制，或事故工况下不良的设备性能。

2.7. 设备鉴定的一个目标应该是防止因设备暴露在特定的使用条件下而引起的共因故障。

2.8. 设备鉴定程序应提供足够的置信度，使设备的设计、制造、安装、调试、运行和维护能够在必要时在规定的使用条件下，并在其鉴定寿命期间履行其预期的安全功能（见第 2.15 段），并应考虑到维护和试验期间的条件。

2.9. 在设备鉴定的范围内，设备应被视为一个或多个相互连接的部件或子部件的集成，每个部件都具有专用功能和特定接口，以执行或有助于实现一个或多个安全功能。

2.10. 用于鉴定的设备应能准确代表所安装设备的类型或系列类型。

2.11. 设备的鉴定配置应包括设备本身及其接口的设备。经鉴定的配置应包括固件、应用软件和硬件描述语言的最终版本，以及流程、电气和机械接口、安装和设备定位。

2.12. 设备鉴定应被视为贯穿核装置整个寿期的一项基本程序。

## 设备鉴定过程概述

2.13. 设备鉴定过程包括三个阶段：

- (a) 建立适当的设计输入；
- (b) 建立设备鉴定过程步骤；
- (c) 维持设备鉴定状态。

这三个阶段以及每个阶段内活动的关系在第 3 部分、第 4 部分和第 5 部分进行了论述。

## 鉴定寿命

2.14. 鉴定寿命<sup>2</sup>是指通过试验法、分析法或经验法证明结构、系统或部件能够在特定运行工况下，在验收标准内正常运行，同时在设计基准事故或设计基准地震的事故工况下保持执行其安全功能能力的期限[15]。

2.15. 对于在所有运行工况下的规定使用条件范围内可能发生严重性能退化机制的设备，应确定其鉴定寿命。

2.16. 应指定用于确定鉴定寿命的参数和任何环境条件的模式。应开展对已鉴定设备状态的监控（见第 5.22—5.27 段）和对环境条件的监控（见第

---

<sup>2</sup> 并非所有会员国都使用“鉴定寿命”一词。在一些成员国：“设备寿命的鉴定”一词具有同样的目的，即表明设备在整个预定使用期间和在事故工况下履行其预定安全功能的能力。

5.18—5.21 段)等活动,以确定这些参数和规定的环境条件是否保持在可接受的范围内。

2.17. 鉴定寿命可能基于整个设备部件的性能,也可能取决于部件内的单一部件(如垫圈、密封件)。

## 鉴定方法

2.18. 国际公认的设备鉴定方法有型式试验法、分析法、运行经验法以及这些方法的适当组合。附件提供了一份适用的行业标准清单,在确定适当的鉴定方法时可予以考虑。

## 设备鉴定状态的维持

2.19. 在核装置的整个寿期内都需要维持设备鉴定状态(见第5部分)。

2.20. 在设备鉴定的再评定过程中,当发生改变初始设备鉴定的任何变更时,应提供正当性解释。

## 管理系统

2.21. 负责核装置设备鉴定的组织必须根据 GSR Part 2[6]要求,建立、实施、评定和持续改进包括质量管理在内的管理系统。

2.22. 设备鉴定程序应服从质量保证计划,质量保证计划包括各种要素,如设备设计控制、采购文件控制、制造质量控制、鉴定评定(如试验、分析、综合试验和分析、运行经验)、存储、安装和调试、装置监控和维护、定期试验和文件控制。

2.23. 设备鉴定活动,包括对已鉴定设备状态的评定或再评定,应按照批准的程序和控制措施进行。

2.24. 在设备鉴定中使用的数据采集工具应根据规定的标准进行校准,并提供证实这种校准的文件记录。

2.25. 应在鉴定文件、每次鉴定试验或分析的结论和已安装设备的配置之间建立可追溯性,以确保已安装的设备配置与已鉴定的设备配置相符。

## 文件系统

2.26. 核装置的设备鉴定文件应包括以下内容：

- (a) 需进行设备鉴定的安全重要物项清单。此清单应包括预期的安全功能和每一设备的特定位置；
- (b) 设备鉴定标准；
- (c) 设备规范书（见第 2.27 段）；
- (d) 设备鉴定分析和试验的数据和报告；
- (e) 设备鉴定总结报告（见第 2.32 段和第 2.33 段）；
- (f) 在设备的制造、安装、调试、运行和维护过程中保持鉴定状态的说明。

2.27. 设备规范书应包括以下内容：

- (a) 设备类型、供应商和/或制造商、型号（或系列类型）和尺寸；
- (b) 具体的设备配置和设置；
- (c) 所使用的固件、应用软件和硬件描述语言的版本；
- (d) 设备额定的机电参数范围；
- (e) 设备的机械、电气、仪器仪表和控制接口；
- (f) 设备性能要求（例如：精度、保温电阻、电缆阻抗、响应时间）；
- (g) 操作手册、说明和数据表，包括零件清单和维护、安装和试验程序；
- (h) 与行业标准和质量保证相关的证书和试验文件。

2.28. 经鉴定的设备状态应形成适当的文件，并且在设备使用期间（或在等待安装的存储过程中），该文件应始终处于可监查的状态。

2.29. 设备鉴定文件应识别出鉴定寿命短于设备整体预期使用寿命的个别部件，并在符合其预定鉴定寿命的时间间隔内更换。

2.30. 应为每种类型的鉴定（例如，地震、环境和电磁兼容性、在特定动态加载条件下的功能试验、通过功能循环进行的老化和磨损）编写试验规范、试验报告和分析报告。

2.31. 在设备鉴定过程中(包括在维持设备鉴定状态期间)发现的所有不符合和偏差都应进行分析和记录,并得出是否有必要采取进一步行动或考虑的结论。

2.32. 应编写评价每类鉴定试验和/或分析结果的鉴定总结报告。鉴定总结报告应为设备鉴定评定(也称为“适合性分析”)提供依据,用于得出设备适合于核装置的特定应用的结论。

2.33. 鉴定总结报告应包含适当的信息,作为长期维护和采购过程的参考,应包括支持所相关于维持设备的鉴定状态的信息。

## 设备鉴定培训

2.34. 参与设备鉴定活动的人员(包括承包商和参与监督这些活动的人员)应接受适当的培训,使他们具备必要的技能、知识和态度。这种培训应该是设备鉴定程序的一部分。

2.35. 应采用系统的培训方法来设计、开发、实施和评价所提供的培训。

2.36. 参与建立和维持设备鉴定的人员要进行的主要基础培训包括:

- (a) 针对工作、任务和程序的培训;
- (b) 将设备鉴定的细节纳入每种设备类型的维护实践培训,包括对视察退化所使用的标准的培训;
- (c) 与设备鉴定相关的职责的阐述。

## 3. 设备鉴定设计输入

### 概述

3.1. 在技术范中应明确设备鉴定所必需的设计输入,包括:

- (a) 完成预期安全功能所必需的绩效要求;
- (b) 在运行状态和事故工况下,包括在地震条件下,预期的特定环境条件和运行工况;

- (c) 设备的安全等级（见 SSG-30[9]）和相应的补充分级（如抗震分级、质保分级）；
- (d) 设备鉴定验收标准。

## 设备性能要求的识别

- 3.2. 设备的设计要求应明确在规定的使用条件下完成预期安全功能所必需的性能要求<sup>3</sup>。
- 3.3. 在事故工况下需要执行安全功能的设备应在整个规定的任务时间内满足性能要求。
- 3.4. 设备性能要求应从设计要求和功能验收标准（例如运行特性、测量精度、功能物理参数的上下限和响应时间）中推导出来。
- 3.5. 设备性能要求应量化并形成文件。

## 鉴定条件的识别

- 3.6. 应首先确定设备鉴定条件边界和事件范围。
- 3.7. 应界定一组规定的使用条件，以建立设备鉴定。可以通过识别包络的鉴定参数的边界条件来执行。
- 3.8. 这组规定的使用条件应包括与电厂所有状态相关的运行工况和环境条件。运行工况一般由系统的使用条件（例如振动、电压浪涌引起的电磁干扰）、运行参数（例如电压、电流、温度、压力、放射性水平）、流体条件（例如压差、温度、流量、化学物质含量）和所有电厂状态下的环境条件的定义。环境条件一般由设备安装所在的位置内与电厂状态相关的环境条件界定，该位置也称为“区域”。应酌情考虑这些区域的局部环境条件（例如温度和放射性水平）。还应考虑引起退化的其他应力因素（如磨损、工作循环、温度循环）。

---

<sup>3</sup> 性能要求的示例包括对精度、分辨率、范围、取样率和响应时间的要求。

3.9. 这组规定的使用条件应考虑最不利的运行状态、事故工况（包含裕度）和设备运行模式（例如，连续通电或断电、加载或卸载）。

3.10. 规定的使用条件和实际条件之间的差异可以通过额外的考虑来解决（例如，通过建立屏蔽区来防止电磁干扰对设备性能的不利影响）。

3.11. 应使用规定的使用条件的建模和/或模拟来导出必要的参数作为鉴定过程的输入。原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-2 (Rev.1) 号《核电厂确定性安全分析》[19]提出了进行这种建模和模拟的建议。

### 为运行状态指定的使用条件

3.12. 运行状态的相关环境条件通常包括：

- 环境温度和压力；
- 湿度和蒸汽；
- 放射性水平；
- 水淹；
- 化学泄漏（如硼酸、蒸汽喷淋）；
- 大气中的化学成分（例如盐雾、油气溶胶、灰尘）；
- 邻近设备或地震事件引起的振动；
- SL-1 地震<sup>4</sup>；
- 电磁场。

在准备试验计划时应考虑季节和气候的变化。

3.13. 运行状态的相关运行工况通常包括以下内容：

- 功率浪涌；
- 运行循环（如电气、机械、水锤）；
- 电气负载参数（如电压、频率、电流）；

---

<sup>4</sup> 总体上，每个核装置的设计基准地震应定义为两个级别的地震，SL-1 和 SL-2。这是为了在发生限值地震（即 SL-2）时确保核装置的安全，并确保在发生不太严重但可能性更大的地震（即 SL-1）时继续运行的可能性。在一些国家，SL-2 与经常表示为“安全关闭地震”的地震级别相对应。在一些国家，SL-1 对应于经常表示为“运行基准地震”的地震级别。

- 机械负载（例如：推力、扭矩、位移；非地震振动，包括流动诱发振动、凝结模态振动和淬火振动）；
- 加工流体条件（如压力、温度、化学成分、流量、水锤）；
- 化学成分；
- 负载和占空比；
- 自加热；
- 水淹；
- 电磁干扰。

3.14. 设备鉴定的试验条件至少应符合与设备安装位置相关的使用条件。应考虑温度或放射性水平可能偶尔偏离规定使用条件的情况（例如热点）。

3.15. 对设备运行状态的性能评价应包括在经历极端使用条件组合时执行其功能的能力。

## 电磁干扰

3.16. 电磁干扰，包括射频干扰，可由电气设备、电涌（例如开关瞬变或闪电引起的电压尖峰）和静电放电引起。

3.17. 电磁干扰会影响电气设备，包括仪器仪表和控制系统及部件。电磁干扰设备的鉴定应注重系统设计和部件设计的结合，以最大限度地减少电磁干扰源与其它电气部件之间的干扰。

3.18. 详细的设备鉴定规范和电磁干扰验收标准应根据国际工业标准或根据单独的系统要求确定。附件中提供了与设备鉴定相关的国际标准清单。

3.19. 在正常运行期间，应进行电磁干扰源的现场调查，并应包括对运行和维护活动所造成影响的监控，以建立和核实设备鉴定的基础。

3.20. 核装置内某一特定位置的电磁场可能因该区域内设备的运行或设备的更换而随时产生变化。因此，当一个区域内发生电力输入或电气设备的变化时，应进行额外的电磁场现场勘查测量，以确定和量化电磁干扰源，确保设备鉴定的状态得到维持。

## 位于和缓环境的设备的规定使用条件

3.21. 对于位于和缓环境中物项的设备鉴定，应提供证据证明鉴定设备符合规定的验收标准，包括公认的行业协会的验收标准。当使用地震试验来鉴定位于和缓环境中的设备时，只有在存在明显老化机制的情况下，才有必要在地震试验之前进行预老化（见第 4.23 段）。

3.22. 位于和缓环境下的设备鉴定参数可以从供暖、通风和空调系统相关的使用条件以及这些区域事故的潜在后果中得出。在估计这些设备鉴定参数时，应包括一个裕度，以考虑供暖、通风和空调系统性能的故障和偶尔变化，以及位于和缓环境下的物项发生事故的潜在后果。

## 因设计基准事故造成的严酷环境的规定使用条件

3.23. 严酷的环境是由设计基准事故造成的，如失水事故、高能管道断裂和主蒸汽管道断裂。设计基准事故的事故工况的特点是温度、压力、湿度、放射性水平、水淹和振动的变化，或者加工流体条件、化学成分和机械负载的同时变化。如果其他假想始发事件产生的条件比失水事故或高能管道断裂产生的条件更严重，则可能需要在设备鉴定程序中考虑这些事件。

3.24. 与每个假想始发事件相关的包络热力环境曲线和化学效应应从核装置的设计基准和安全分析报告中得出。

3.25. 在设备鉴定计划中应考虑假想始发事件(如 SL-2 级地震或飞机失事)造成的使用条件。

3.26. 设备鉴定应考虑设备在适用的事故工况下的任务时间。

## 设计扩展工况引起的堆芯熔化的使用条件

3.27. 由于设计扩展工况导致堆芯熔化而产生的使用条件应通过考虑适当的事故序列来具体说明，这些事故序列描述了设备执行其安全功能所遭受的严酷环境条件（例如压力、温度、湿度、严重事故各个阶段的辐射剂量和剂量率、有毒气体泄露、水淹水位）。

3.28. 安全壳的热力环境曲线应考虑严重事故发生前可能存在的潜在严酷环境条件，并应使用严重事故准则通过模拟进行估计。除了确定与设计扩展

工况相关的环境条件外，该方法还可以帮助确定事故监控仪器仪表的量程（包括裕度）和任务时间。参考文献[20]附件 I 提供了计算严重事故期间安全壳的环境参数的示例。

3.29. 在设计扩展工况（包括堆芯熔化）下的设备性能，应使用适用于安全壳内受此种工况影响的区域以及安全壳以外区域进行模式来预估。根据建模的结果，应确定每个参数的试验曲线，以支持对设备可靠运行能力的评定。

3.30. 用于监控裂变产物屏障完整性的每一设备、或用于缓解严重事故后果的每一设备以及用于监控其充分性能的每一设备的任务时间，应根据对严重事故各个阶段的分析得出。这种设备需要在达到安全状态后仍然保持功能，并应具有与其所需履行的功能相适应的可靠性。

## 初始适用性评定

3.31. 设备的选型最初应通过初始适用性评定进行，以表明所选设备在规定的条件下运行时通常能够满足功能和性能要求。

3.32. 为进行初始适用性评定，应提供下列资料：

- (a) 用于执行安全功能的设备的说明；
- (b) 核装置安全设计中的设备设计要求、使用条件和性能要求；
- (c) 评定设备适用性的标准；
- (d) 安装、电气和机械接口以及维护的标准。

3.33. 初始适用性评定应考虑设备的功能特性、规定使用条件下的预期性能以及其他方面，例如电气安全性能、产品标准符合性、试验和维护标准等。

3.34. 如果初始适用性评定显示在满足规定使用条件的设计要求方面存在不足，则需要补充鉴定步骤。应对补充的鉴定步骤的选择加以说明和解释。

## 4. 设备鉴定的建立

4.1. 设备鉴定应选择以下方法：

- (a) 型式试验法；
- (b) 分析法；
- (c) 运行经验评价法；
- (d) 在适当的情况下，评定设计扩展工况下的设备能力；
- (e) 以上方法的组合。

所选方法的特定组合将取决于所考虑的设备、装置或部件。例如，在对预先存在的物项<sup>5</sup>进行鉴定时，可能会更加强调过去的运行经验。对于不需要在事故工况下或地震后运行的物项，可能会更加强调分析。

4.2. 用于设备鉴定的方法或方法组合和假设应是正当的。

### 型式试验鉴定法

#### 概述

4.3. 型式试验鉴定法是指对设备（包括其接口）的代表性样品进行的模拟正常运行中显著老化机理影响的试验或一系列试验。设备鉴定的型式试验是以代表设备（包括软件）在实际运行中以代表其预期功能的状态运行。

4.4. 如果需要在不同的环境参数下分别进行试验（例如，针对试验辐射影响和温度影响分别进行试验），这些试验的顺序应准确地模拟设备在寿期内由于老化而导致的最严重的退化程度，然后进行暴露在事故工况下的试验。

4.5. 根据行业标准进行的型式试验后所获得的设备鉴定结果，应被用于证实设备满足性能要求，并在规定的使用条件下实现预期的安全功能。

---

<sup>5</sup> “预先存在的项目”是指在类似或更严格的使用条件下，根据类似应用的行业标准已经鉴定的物项。

## 用型式试验进行设备鉴定的试验规范

4.6. 型式试验应按照明确规定的试验规范进行。作为设备鉴定计划一部分的，试验规范应涉及一个或多个试验领域（例如环境、地震、电磁干扰）的个别试验或试验序列，并提供用于鉴定试验执行的信息。

4.7. 试验规范应包括以下内容：

- (a) 样机的说明，包括特定的标识；
- (b) 任何可能影响样机性能的尺寸和公差；
- (c) 适用的法规要求和行业规范及标准；
- (d) 拟使用的试验设施的说明（例如，加热炉、试验失水事故影响的试验炉、模拟地震运动的振动台）；
- (e) 拟应用的质量保证程序；
- (f) 设备鉴定的范围（如地震、环境、电磁）；
- (g) 应监控的试验参数、试验验收标准、试验数据格式和数据分析方法的说明；
- (h) 试验部件、测量设备及其精度、安装和接口的规范；
- (i) 试验规范中需要包括的辅助设备（例如试验连接、试验设备引线、电源）；
- (j) 试验期间的见证（例如由独立专家）或待检点（Hold point）要求；
- (k) 为纠正偏差或故障而采取的行动；
- (l) 试验期间的维护和更换（如垫片老化后的更换）；
- (m) 由试验单位和/或独立组织准备的试验文件。

4.8. 试验规范应概述要模拟的使用条件，以及应用于每个试验步骤的裕度。

4.9. 试验规范应包括以下信息：

- (a) 试验设置；
- (b) 要应用的试验条件和裕度；
- (c) 在整个试验过程中要证实的设备的安全功能和性能；
- (d) 试验顺序和/或试验步骤，包括待试验设备的性能特性；

- (e) 每个试验步骤的验收标准（如开启和关闭时间、响应时间、精度），以证明设备性能要求已得到满足；
- (f) 设备的正常运行状态（如通电或断电）；
- (g) 每个试验步骤的设备性能要求范围，以证明在不同的电厂状态下安全功能的执行令人满意；
- (h) 设备鉴定涉及的物项之间的边界和接口。接口应视情况根据机械和电气设计标准进行定义；
- (i) 数据记录和试验设备精度；
- (j) 适用的任务时间；
- (k) 规定的鉴定寿命；
- (l) 对鉴定设备规定的特殊条件（如适用）。

## 用型式试验法进行设备鉴定的样机

4.10. 在电气或机械特性、几何构型、安装结构以及电气和机械接口方面，试验样机及其组装和安装应准确地代表待鉴定设备的类型或系列。

4.11. 应进行评价，以确定需要多少台样机进行试验，以确保设备性能鉴定的准确性和代表性。

4.12. 试验样机描述应包含足够详细的信息，以证明它与设计规范中的设备类型或系列相符。

4.13. 在试验假想始发事件之前，样机应该先进行老化机理试验。

4.14. 试验设置的描述中应提供详细的信息以正确地进行试验。包括被试验设备的装配、安装和功能试验的相关信息。

4.15. 可以使用比例模式和分组方法来模拟设备的实际配置。比例模式应代表需鉴定的设备的配置和材料特性。比例模式的使用应该是正当的；特别是，应该证明使用比例模式不会对设备鉴定试验的结果产生不利影响。当应用分组方法时，应另外进行分组分析，以证明所选项目代表该组。

4.16. 部件的试验样品可以由分别进行试验的各个模块组成。模块之间的接口应该被正确地识别和全面地描述，且接口应重复地包含在每一模块进行的试验中。

4.17. 各个模块或部件可以分别进行试验，但对于某些试验，如电磁干扰，应进行整个部件的试验（如仪控室、电气开关设备）应进行全面调查可能的相互作用。

4.18. 电磁干扰试验可以在不同于老化试验、地震和其他设计基准事件试验的试样上进行。

4.19. 在设备鉴定试验期间使用的样机不应考虑用于鉴定后的安全应用，除非已证明该试验不会对样机在鉴定寿期内安全运行的能力产生不利影响，而且任何裕度没有显著减少。

### **设备鉴定型式试验中安全功能的论证**

4.20. 应使用功能试验来证明设备在规定的全部使用条件下执行预期安全功能的能力。

4.21. 虽然完整的设备鉴定过程应该涵盖所有预期的安全功能，但单一功能试验可能只用于试验执行这些功能的能力的一个方面。例如，一个安全壳贯穿件有两个安全功能—电气功能和安全壳压力边界功能，这些功能可能被单独试验。

4.22. 安全功能的性能也可以通过使用间接试验方法来证明，例如使用功能验收标准对环境密封材料（如垫片压缩装置）进行试验。

### **设备鉴定型式试验中老化效应（预老化）的模拟**

4.23. 任何预期的显著老化机理都应在设备鉴定试验期间进行模拟。可通过加速老化（例如热老化、辐射老化；见第 4.25—4.30 段）来模拟运行状态下预期的老化，以确定设备的鉴定寿命。

4.24. 设备老化的顺序应考虑顺序、同时和协同效应，以提供最准确的老化退化模拟。

#### **加速热老化**

4.25. 热老化可以通过将样机暴露在较高的温度下一段特定的时间来模拟（加速热老化）。加速热老化的速度应记录在案并加以证明（例如，为了管控扩散有限氧化的影响）。

4.26. Arrhenius 老化模式<sup>6</sup>（高温等效老化）被认为是一种可接受的加速热老化方法。所用的升高的试验温度应低于可能发生明显不同的化学或物理反应的阈值温度。

4.27. 加速老化过程中使用的参数应记录在案并说明正当性。例如，材料的活化能、试验期间的温度、试验的持续时间和材料的灵敏度都应被记录在案并证明是正当的。

#### 加速辐照老化

4.28. 对辐照老化的模拟应限于材料特征随时间的逐渐永久变化，并与暴露于辐照时可能发生的瞬态变化区分开来。

4.29. 应模拟运行状态和事故工况下可能受到的总剂量。所使用的剂量率应均匀分布，并低至能确保加速辐照老化实验仍可实现。

4.30. 除非另有说明（如国家要求），辐射老化模拟应在环境温度条件下进行。这可能包括高温（代表高温使用环境）试验。

#### 非地震振动和机械冲击

4.31. 在适用的情况下，应考虑非地震振动和机械冲击（包括来自管道、泵和运转中的马达的振动，以及流体动力负载引起的振动）产生的显著退化（例如疲劳、磨损）。

4.32. 如果认为非地震振动严重到足以引起机械老化，则在进行地震试验之前，应将非地震振动包括在老化过程中。

#### 其他应力的模拟

4.33. 在型式试验中应考虑引起老化退化的其他应力因素（如磨损、工作循环、温度循环）。

---

<sup>6</sup> Arrhenius 老化模式是描述化学反应动力学（即降解过程）的简化模式，它预测了构件故障所需的时间随温度的变化。它假定在高温下的短期热老化与在较低温度下的长期老化会导致相同的退化。

## 设备鉴定型式试验中地震条件的模拟

4.34. 必要时，应在事故工况试验之前，对老化试验样机（即已经历模拟运行工况的样机）进行地震效应的模拟。

4.35. 应用于设备鉴定方法的地震事件（例如流体动力事件）期间的机械负载条件，应根据 SSG-67[16]规定的 SL-2 地震和相关的机械负载来制定。在严酷环境和和缓环境的设备鉴定中都应考虑到这一点。附件提供了相关设备抗震鉴定的国际标准清单。

4.36. 适当时，样机应以准确地代表安装配置的方式进行约束和锚固，应通电并承受电气和机械负载。

## 设备鉴定型式试验中规定使用条件的模拟

4.37. 在进行事故工况模拟之前，型式试验程序应将试样置于鉴定寿命期间使用中可能出现的最坏退化状态。

4.38. 试验样品应受到核装置设计基准中规定的假想始发事件可能造成的环境条件的影响。通过执行试验序列来模拟这种环境条件是可以接受的（例如，事故工况下的放射性水平和热力学负载，视设备的任务时间而定）。

4.39. 运行状态和事故工况造成的总辐照剂量可用于单一照射或一系列照射，只要能最准确地模拟适用的老化效应。

4.40. 由假想始发事件产生的条件应根据要模拟的热力环境曲线和化学效应来定义。这些条件包括如必要任务时间的温度、压力、湿度、水淹和化学成分。

4.41. 试验样机应通电，并以准确代表安装配置的方式承受负载。

4.42. 在模拟假想始发事件期间，在必要的任务时间内成功执行安全功能应得到核实和记录。

## 设备鉴定用型式试验中试验曲线的裕度

4.43. 考虑到试验仪器的不精确度、制造变化和建模不确定性，在设备鉴定过程中应用裕度。型式试验应包括相关规定，以核实设备鉴定的型式试验包

括足够的裕度。IEC/IEEE 60780-323[21]提供了安全重要电气设备进行型式试验的适当裕度的信息。

4.44. 增加试验持续时间是在试验中增加裕度的一种可接受的方法。增加试验循环的次数（例如磨损试验循环、操作循环）也可以是增加裕度的一种可接受的方法。

## 分析法鉴定

4.45. 分析法鉴定应包括对所使用的方法、模式和假设的适用性论证。根据试验参数、试验记录或运行经验，对用于设备鉴定的数学模式进行论证，以说明其是正当的。在使用试验数据的情况下，试验证明应包括使用的试验方法和参数的详细信息。

4.46. 分析法鉴定可用于推断现有设备鉴定结果，以解决设备、材料成分、设备使用条件、性能要求和安装方面的变化，并再评定设备的鉴定寿命。

4.47. 如果证明被试验设备可以代表同一系列中的其他设备（例如电缆、同一类型的系列电机、加工仪器仪表的尺寸），分析法鉴定可用于扩展设备鉴定试验的结果，用于代表同一或类似类型的整个设备系列。

4.48. 单独使用分析法进行鉴定，仅建议用于分析设备及其安装的结构完整性；不建议用于分析设备功能。如果设备过大或试验设施受限，也可以例外。

4.49. 分析法鉴定可以用来证明，在其他设备的鉴定的基础上，一件设备可以在同等或更严苛的条件下进行鉴定。

## 运行经验法鉴定

4.50. 运行经验可以用来帮助证明设备执行安全功能的可靠性。

4.51. 制造商提供的任何运行经验反馈的有效性应由第三方（即具有设备使用相关经验的另一组织）确认。还应确保可获得足够的与运行经验相关的有效的文件。

4.52. 从运行经验中获得的数据应基于使用条件和性能要求，这些使用条件和性能要求应与鉴定设备的条件和性能要求相当或更严苛。

4.53. 不能仅用运行经验法对设备进行鉴定，应与其他鉴定方法相结合。

## 组合方法

4.54. 设备鉴定可通过型式试验法、分析法和运行经验法相结合来实现。例如，在不可能对完整部件进行型式试验的情况下，可以使用辅以分析法的部件试验。在某些情况下，整个设备的鉴定取决于该设备中最具限制性的单一部件的鉴定。

4.55. 如果并不是设备中的所有部件都会由于特定使用条件的影响而退化，则可以通过材料分析证明某些部件是合格的。

4.56. 所选方法的特定组合将取决于所考虑的系统或部件。用于设备鉴定的方法的组合应该是正当的并形成文件。

## 堆芯熔化的设计扩展工况下的设备能力评定

4.57. SSR-2/1 (Rev.1) [1]第 5.29 段指出（脚注略）：

“用于对设计扩展工况中所考虑事件进行预防或缓解的措施，……应能够在这些设计扩展工况相关的环境条件下执行功能，（适用时）包括严重事故下的设计扩展工况。”

4.58. 适用时，设备应具备在严重事故工况下必要的任务时间内执行其预期安全功能的能力。

4.59. 在严重事故中用于缓解或监控的每件设备的任务时间应从对严重事故各个阶段的分析中得出。例如，一些设备可能需要在设计基准事故期间执行安全功能，并在堆芯熔化的整个设计扩展工况下保持功能。

4.60. 应明确设备在严重事故的每个阶段所要完成的特定功能。应评定设备在如此严重的事故工况下可靠执行这些功能的能力。

4.61. 在合理可行的范围内，型式试验法可以用来支持对模拟严重事故负载下设备性能的预测。

4.62. 参考文献[20]提供了可考虑用于评定设备在严重事故工况下执行功能能力的技术基础。

## 5. 设备鉴定状态的维持

### 概述

5.1. SSR-2/2 (Rev.1) [2]要求 13 规定：

**“营运组织应确保进行系统的评定，以提供可靠的证明，证实与安全相关的物项在所有运行状态和事故工况下都能达到所要求的性能。”**

5.2. 此外，SSR-2/2 (Rev.1) [2]第 4.48 段指出：

**“应从设备的设计、供货和安装的初始阶段，启动一份计划以建立、确认和维持所需设备鉴定状态。应定期评审设备鉴定计划的有效性。”**

5.3. 为满足上述要求，已鉴定设备的设计、制造、采购、存储、安装、调试、视察、运行、维护和更换或变更应有助于确保设备在装置寿期内保持鉴定状态。

5.4. SSR-2/2 (Rev.1) [2]要求 10 规定：**“营运组织应建立并实施电厂技术状态管理系统，以确保设计要求、物理配置和电厂文件之间的一致性。”**

5.5. 为了满足上述要求，技术状态管理（即变更控制）应提供一个系统的过程，以确保每当设施、设备发生变化时，或者运行、维护或更换活动发生变化时，设备鉴定的影响都得到适当的考虑。

5.6. 设备鉴定状态的维持包括定期更换容易老化的部件（如密封件、垫圈、润滑剂、过滤器）。在专门为设备鉴定维持的目的而进行的维护活动中，此类部件可能需要定期更换（即不重复使用）。

5.7. 可对已鉴定设备产生不利影响的因素包括：

(a) 偏离适用的安装和维护程序；

- (b) 设计基准或安全分析的变更；
- (c) 监管要求或许可证条件的变化；
- (d) 核装置的改造；
- (e) 使用条件与设备鉴定中假定条件的偏差；
- (f) 对不良运行和维护经验的反馈；
- (g) 无法获得经鉴定的备件；
- (h) 鉴定设备和备件的存储条件；
- (i) 设备或备件的退化；
- (j) 最新鉴定试验或研究结果对原始假设、试验或分析结果提出了质疑或修改。

5.8. 在评定已鉴定设备的状态时，应评价设备鉴定计划中的所有要素。

5.9. 一件设备的鉴定寿命应在其寿期内再评定，同时考虑到对老化机理在认知和理解方面的进展，以及设备实际运行环境。如果要延长鉴定寿命，应提供一份有充分依据支持的全面评价。

5.10. 在装置寿期内，鉴定设备的每一项状态都应得到维持并形成文件。此类文件是设备鉴定计划的一部分，通常应包括以下内容：

- (a) 鉴定设备清单；
- (b) 鉴定设备的采购技术规范；
- (c) 支持设备鉴定的制造商数据；
- (d) 设备安装规范；
- (e) 设备所在区域环境条件的监控结果（如果相关）；
- (f) 设备状况的监控结果，包括目视检查的结果（如果相关）；
- (g) 与设备鉴定相关的试验报告；
- (h) 设备鉴定总结报告；
- (i) 维护活动的结果，包括零、部件或密封材料（如密封件、垫圈、润滑剂）的更换记录，以及证实这些更换的设备经过鉴定的可追溯性证明；
- (j) 供应商、制造商和营运组织的不符合项报告；
- (k) 原始设备制造商无法提供替换部件（过时、报废）的记录以及接受用鉴定合格的替代品进行部件更换的可接受性记录（见第 5.36 段）；

- (l) 相关运行经验报告；
- (m) 与设备鉴定相关的限时老化分析报告（例如，用于长期运行的评价），或另一适当的等效分析报告；
- (n) 设备适用于每个预期的功能应用和相关安装位置的书面证明。

5.11. 应识别与其他程序（见第 7 部分）的接口，并应建立程序控制，以保证对维持鉴定设备的状态至关重要的活动得到正确执行，并适当地纳入安装过程和工作实践。

5.12. 应使用来自装置本身或其他行业的运行经验反馈来识别非预期的老化机理或设备性能的变化。

## 老化效应与鉴定寿命

5.13. SSR-2/1 (Rev.1) [1]第 5.51 段指出：

“核电厂的设计应适当考虑到某一部件在所有运行状态下的老化和磨损影响，包括试验、维护、大修、假想始发事件期间的电厂状态和假想始发事件之后的电厂状态。”

SSR-3[3]要求 37 针对研究堆和 SSR-4[4]要求 32 针对核燃料循环设施作出了处理老化和磨损影响的类似规定。

5.14. SSR-2/1 (Rev.1) [1]第 5.49 段指出：

“安全重要物项的鉴定计划应包括考虑环境因素（如振动、辐照、湿度或温度等条件）安全重要物项在预期使用寿命内造成的老化影响。”

在用于研究堆的 SSR-3[3]第 6.84 段，以及用于核燃料循环设施的 SSR-4[4]第 6.115 段，对老化效应作出了同样的规定。

5.15. 当发现新的老化机理或以前已知的老化机理的影响增加时，应评审设备鉴定计划的相关部分，以确定是否需要改变设备的鉴定寿命或进行设备维护。

5.16. 为了识别和缓解在原始设备鉴定时没有考虑到的非预期的老化退化，定期预防性维护、预测性维护、设备校准、监视、试验、状态监控、纠正措施、设备故障趋势的分析和运行经验评审是可接受的方法。

5.17. 鉴定设备的与老化相关的故障或重大材料退化的过程结果，应被用于评定是否需要修订与设备鉴定相关的维护、监督和更换程序。这些修订应反映在设备鉴定文件中。

## 环境条件监控

5.18. 应该对设备安装的区域、房间和设备进行分析，以确定应该在哪里测量环境条件。这种分析应考虑到作用在设备上的应力源（例如，运行温度、辐照、水淹、局部振动、电磁干扰、射频干扰、有毒化学品暴露），以确定实际环境条件是否比假设的更严重。

5.19. 应评定使用条件的趋势，以确定对鉴定设备状况的影响，并在必要时确定纠正措施。

5.20. 在运行期间对核装置内环境条件的监控应核实以下情况：

- (a) 设备鉴定中的假设环境条件与设备安装位置的环境条件一致；
- (b) 不超过设备的设计限值；
- (c) 鉴定设备的状态仍然有效。

5.21. 环境条件的监控也可用于支持剩余鉴定寿命的评价，以确定设备是否适合继续使用。

## 鉴定设备的状态监控

5.22. 对已鉴定设备状态的监控，也称为“状态监控”，提供相关已鉴定设备老化退化速率的信息。状态监控包括目视视察和参数测量，这些参数表明设备的物理状态，并能够评定其在规定的使用条件下执行预定功能的能力。状态监控对维持鉴定设备状态所必需的活动也有支持作用。

5.23. 应定期实施适当的状态监控，以确定老化造成的实际退化率是否高于预期，进而确定是否需要采取纠正行动，以确保鉴定设备的状态得以保持。状态监控的结果还应用于研究以下情况：

- (a) 使用条件是否比先前假想的更为恶劣；
- (b) 关于老化的初始假设是否包含最初未考虑到的不确定性；

(c) 在建立设备鉴定时，是否识别了未充分评价或模拟的老化机理。

5.24. 应为给定类型的设备选择适当的状态指标，以帮助检测由严重老化机理引起的变化。这些状态指标应该是可测量的，与鉴定设备的功能退化相关联，并能够显示出连续的可观察的趋势。

5.25. 安全重要设备的过早故障、退化和性能异常应加以识别和记录。这些缺陷应通过纠正行动计划加以解决。

5.26. 随着鉴定设备接近其鉴定寿命的末期，应对其状态进行额外的定期监控，以确定实际老化的速度是否比预期的慢，这将表明有可能延长设备的鉴定寿命。

5.27. 应采用监控环境条件和监控设备状态相结合的方式，以支持对设备鉴定寿命的再评定。

## 鉴定设备的定期监控

5.28. 应执行对已鉴定设备定期监控的程序，以确保：

- (a) 鉴定设备的状态不会因运行和维护活动改变设备的配置、安装方位（水平或垂直支撑）或电气、气动或液压接口，而受到损害；
- (b) 系统和部件持续满足其性能要求；
- (c) 发现设备配置异常时，及时完成纠正措施，维持鉴定设备状态；
- (d) 规定了识别过早老化退化的标准。

5.29. 在定期监控期间，如果观察到非预期的退化，应评价这种退化对设备执行其预期安全功能的能力的影响。

## 鉴定设备的维护

5.30. 应根据设备鉴定计划和监控程序进行维护活动，以维持鉴定设备的状态。

5.31. 为了维持鉴定设备的状态，维护计划应包括以下内容：

- (a) 维护文件：描述为维持设备鉴定状态所必要的维护活动；

- (b) 建立适用的预防性维护计划。应设置维护周期，以确保设备的鉴定寿命得到维持；
- (c) 识别与鉴定设备相关的每个状态指标的趋势，并检测设备性能下降的任何初始迹象；
- (d) 超过鉴定寿命的设备和部件的更换；
- (e) 运行人员用以识别设备已进行鉴定的方法。

5.32. 鉴定设备的所有维护工作都应受到适当的监督，以确保使用了经鉴定的更换部件，遵守了适用的维护程序，并维持了鉴定设备的状态。

### 鉴定设备的保护屏障

5.33. 如果为保护鉴定设备免受可能的环境条件的影响而提供了保护屏障、外壳、屏蔽或密封装置，则保持这些屏障的完整性应作为设备鉴定计划的一部分。应实施控制措施，以确保这些屏障在装置的寿期内保持有效并处于正确的配置状态。

5.34. 任何可以移除的保护屏障都应明确标记为设备鉴定计划的元素。

### 鉴定设备的采购和存储

5.35. 经鉴定的设备及其备件应按照所适用的设备鉴定总结报告中规定的采购标准采购。采购标准应包含拟采购设备的规范书和规定的使用条件。

5.36. 更换设备应与原鉴定设备相同。如果这不可能，则应对更换设备进行评价，以确定是否可以接受，并将评价结论记录在案。必要时，应更新设备鉴定文件，以反映改变鉴定、配置、维护或采购基准的任何替换。

5.37. GSR Part 2[6]要求 11 规定：“组织应与供货商、承包商和供应商作出安排，以规定、监控和管理可能影响安全的物项、产品和服务的供应。”

5.38. 与鉴定设备供应商和制造商的管控也应符合国家要求，包括任何质量管理要求。设备也可以向通过了商品级物项专用认证过程供应商或制造商进行采购。无论如何管控，设备都应按照设备鉴定程序<sup>7</sup>进行鉴定。

5.39. 采购后，鉴定设备应在收货时进行视察，并以受控的方式存储，以确保其鉴定状态得到维持。

5.40. 采购文件应反映供应商和/或制造商有责任证明所提供的设备与营运组织所订购的设备相同。采购文件应明确，当设备设计和制造发生变化时，应通知营运组织。

5.41. 已鉴定的设备（包括子部件、备件和材料）在存储状态中应标记为已鉴定。

5.42. 应控制规定了贮存期限的鉴定设备的存储，以确保在安装时设备的鉴定状态仍得到保持。特别是，应建立可靠的措施，以确保不超过贮存期限<sup>8</sup>的截止日期。

## 设备鉴定寿命的再评定

5.43. 设备的鉴定寿命应在整个装置寿命期间再评定，以考虑到实际使用条件的变化，如温度和放射性水平，以及对退化机制的认知和理解的发展。

5.44. 如果要延长设备的鉴定寿命，则应为此提供技术依据。此外，任何关于鉴定设备状态的结论都应再评定，将性能要求或安装条件的任何变化考虑在内。

5.45. 应评价延长设备鉴定寿命的技术基础，以确定是否需要改变文件中的材料成分和参数、假设的环境条件、负载循环和其他参数来支持该评价。

---

<sup>7</sup> 例如，请参见参考文献[22]所述的设备鉴定程序。

<sup>8</sup> “贮存期限”是从制造到安装之间的最长期限，在此期间设备可以在安装前处于存储状态，以避免重要工程属性的潜在损失。

5.46. 再评定鉴定寿命的方法应包括：对原设备鉴定中所作假设的保守性进行再评定；对自然老化设备进行型式试验，并进行额外的老化试验以支持延长鉴定寿命；对设备进行更换和翻新。

5.47. 应力源强度的变化（例如温度和放射性水平的变化）也应被评价，以再评定鉴定寿命。因此，对环境条件和设备状态监控数据的评价可以用来再评定设备的鉴定寿命。

5.48. 为再评定设备的鉴定寿命而选择的方法应该是正当的，并记录在案。

## 6. 设备鉴定程序有效性的评价

6.1. 应当对设备鉴定程序的有效性进行评定。这种评定通常包括对以下内容的评审：

- (a) 遵守政府、法律和监管方的安全框架；
- (b) 鉴定文件在程序执行和技术准确性方面是否充分；
- (c) 与其他程序接口的有效性；
- (d) 与设备鉴定相关的培训内容的有效性；
- (e) 纠正措施的有效性；
- (f) 与设备鉴定相关的维护活动；
- (g) 对供应商和制造商与设备鉴定相关的质量管理系统和过程进行的监查。

6.2. 对设备鉴定程序进行定期监查和持续监督的主要责任在于营运组织。在某些国家，监管机构的安全核实活动包括对设备鉴定程序的某些要素进行定期监查。

6.3. 对设备鉴定程序有效性的评定应包括对下列组织开展的活动的评

- (a) 营运组织；
- (b) 鉴定设备的供应商和制造商；
- (c) 设备鉴定服务的第三方供应商；
- (d) 设备鉴定试验设施（如经认可的实验室）。

6.4. 应对设备鉴定程序进行下列类型的监查：

- (a) 覆盖设备鉴定程序的所有方面和活动的监查。这些监查通常在程序最初确立时进行，并作为对核装置的定期安全评审或许可证续期评审的一部分；
- (b) 覆盖设备鉴定程序的某些要素和活动的监查。这些监查更频繁地进行，而且往往是针对表明特定领域可能存在薄弱点的过程进行的；
- (c) 覆盖供应商和制造商的质量管理系统和与设备鉴定相关过程的监查；
- (d) 为确保设备鉴定活动的初始许可证申请和长期的安装活动符合国家监管框架所进行的定期监管视察。

6.5. 对设备鉴定程序有效性的评定应是一个积极和持续的过程，应考虑以下因素：

- (a) 是否有经鉴定且持续更新的设备清单；
- (b) 设备鉴定计划所采用的方法和标准是否反映颁发许可证条件和设计基准；
- (c) 设备的安全性、可运行性和性能的初始假设是否合理和保持有效；
- (d) 设备鉴定文件是否以可监查和可追溯的形式提供，是否为设备鉴定清单中的每项设备提供鉴定证据，并包括一个检索证明文件的系统；
- (e) 证明文件是否可追溯，并包括以下内容：
  - (i) 试验和分析文件；
  - (ii) 评价运行经验和来自经验反馈的信息；
  - (iii) 采购文件；
  - (iv) 来自鉴定设备制造过程的质量保证记录；
  - (v) 鉴定设备的存储、运输和安装标准；
  - (vi) 鉴定设备的监控和维护标准。
- (f) 是否有充分证据证明以下情况：
  - (i) 鉴定寿命建模中使用的技术基准和假设（例如，活化能水平、材料组成、假定的环境条件、其他参数）仍然有效；
  - (ii) 安装的设备与鉴定设备相匹配；
  - (iii) 设备安装正确（例如，安装、连接和管道密封符合鉴定配置文件，驱动机构和液压或气压管路的连接和布置符合设计要求）；

- (iv) 设备和任何保护屏障都得到适当的维护；
  - (v) 及时识别并执行纠正措施；
  - (vi) 人员能够识别老化退化影响的特征。
- (g) 在鉴定设备的使用寿命期间维持设备鉴定状态的必要措施（例如，经鉴定备件的存储和处理；安装、监控、维护和部件更换）是否在适当的程序或说明中记录下来，并得到执行；
- (h) 相关人员是否具备适当的资质和培训，以建立和维持设备鉴定；
- (i) 是否建立了鉴定设备的维护和试验、设备状态的监督和视察以及环境条件的监控要求，以确保鉴定设备的老化退化和功能能力保持可接受水平，以及是否建立了反馈程序来处理已发现的任何非预期的退化；
- (j) 是否制定了程序来分析过早退化或故障，并实施适当的纠正措施，包括修改关于鉴定设备状态的结论；
- (k) 是否建立了运行经验程序来收集和评审与鉴定设备状态相关的信息。这些信息包括核装置和其他设施的运行经验、重大事件报告、供应商和制造商的反馈、研究和开发结果以及监管机构的指导；
- (l) 设备鉴定程序是否反映了装置的竣工设计文件，包括最新的任何修改；
- (m) 是否有足够的证据证明在设备鉴定程序内实施的控制措施（如纠正措施、配置管理）是有效的。

## 7. 将设备鉴定纳入安全程序和流程

### 设备鉴定程序与其他程序之间的接口

7.1. 设备鉴定程序应与其他程序和流程有明确界定的接口，活动应协调一致，以确保鉴定设备的状态得到维持。这些其他程序和流程包括以下内容：

- (a) 许可证；
- (b) 管理系统（包括供应链）；
- (c) 运行，包括工作和任务规划；
- (d) 配置管理；
- (e) 运行经验反馈；

- (f) 老化管理<sup>9</sup>和长期运行；
- (g) 监控、试验和维护；
- (h) 辐射防护；
- (i) 化学程序；
- (j) 纠正行动计划；
- (k) 设备的包装和运输；
- (l) 设备的采购和存储；
- (m) 人员培训；
- (n) 大修计划和调度（在适当的情况下）；
- (o) 工程（如更换零件工程和设计工程）。

## 安全分析报告

7.2. 关于安全分析报告格式和内容的建议见原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-61《核电厂安全分析报告的格式和内容》[23]和第 SSG-20 号《研究堆安全评定和安全分析报告的编写》[24]。关于设备鉴定，安全分析报告应包括以下内容：

- (a) 需进行设备鉴定的设备的安全功能信息；
- (b) 鉴定设备所在区域的信息；
- (c) 鉴定设备在事故工况下的任务次数信息；
- (d) 确定规定使用条件的依据；
- (e) 定义设施内不同环境条件区域的依据；
- (f) 在运行中及事故工况下预期的环境条件变化（例如振动、温度、压力、电磁干扰、放射性水平、湿度）；
- (g) 任何可以合理预估的或可由特定活动（诸如安全壳泄漏率定期试验等）引起的异常环境条件；
- (h) 关于某一特定类型设备的鉴定方法、鉴定程序、给出鉴定结果的文件和相关鉴定结论的信息。

---

<sup>9</sup> SSG-48[13]第 4.23—4.31 段、SSG-10[14]第 7.8 段就老化管理程序框架内设备鉴定的整合和评审提出了建议。

任何影响上述项目的变更都应在安全分析报告中更新。

## 对核装置的改造

7.3. 应确保对装置进行改造的过程中及时更新设备鉴定文件以反映任何设计变更。

7.4. 任何涉及鉴定设备的改造都应在实施改造前进行仔细的计划。这包括确保以下各项：

- (a) 所有受改造影响的文件，如安全分析报告、运行限值和条件、图纸、运行程序和应急程序、定期维护和试验程序以及设备指数，均已更新并能够被获取。在改造完成之前，不应释放文档供使用；
- (b) 所改造系统的已建成配置已反映在设计基准文件中。

7.5. 只涉及对非安全重要物项的改造，但可能影响安全重要物项的，也应评价其对鉴定设备的可能影响。这种评价的结果应记录在案。

7.6. 关于核装置改造控制的进一步建议见原子能机构《安全标准丛书》第 NS-G-2.3 号《核电厂改造》[25]和第 SSG-24 号《研究堆的利用和改造安全》[26]。



## 参 考 文 献

- [1] 国际原子能机构《核电厂安全：设计》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 SSR-2/1 (Rev.1) 号，国际原子能机构，维也纳（2016 年）。
- [2] 国际原子能机构《核电厂安全：调试和运行》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 SSR-2/2 (Rev.1) 号，国际原子能机构，维也纳（2016 年）。
- [3] 国际原子能机构《研究堆的安全》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 SSR-3 号，国际原子能机构，维也纳（2016 年）。
- [4] 国际原子能机构《核燃料循环设施的安全》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 SSR-4 号，国际原子能机构，维也纳（2017 年）。
- [5] 国际原子能机构《设施和活动安全评定》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 GSR Part 4 (Rev.1) 号，国际原子能机构，维也纳（2016 年）。
- [6] 国际原子能机构《安全的领导和管理》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 GSR Part 2 号，国际原子能机构，维也纳（2016 年）。
- [7] 国际原子能机构《设施和活动管理系统的适用》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 GS-G-3.1 号，国际原子能机构，维也纳（2006 年）。
- [8] 国际原子能机构《核装置管理系统》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 GS-G-3.5 号，国际原子能机构，维也纳（2009 年）。
- [9] 国际原子能机构《核电厂结构、系统和部件的安全分级》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-30 号，国际原子能机构，维也纳（2014 年）。
- [10] 国际原子能机构《核电厂电力系统的设计》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-34 号，国际原子能机构，维也纳（2016 年）。
- [11] 国际原子能机构《核电厂仪器仪表和控制系统的的设计》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-39 号，国际原子能机构，维也纳（2016 年）。

- [12] 国际原子能机构《研究堆安全重要仪器仪表和控制系统与软件》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-37 号，国际原子能机构，维也纳（2015 年）（修订版编写中）。
- [13] 国际原子能机构《核电厂的老化管理和长期运行计划的制定》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-48 号，国际原子能机构，维也纳（2018 年）。
- [14] 国际原子能机构《研究堆的老化管理》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-10 号，国际原子能机构，维也纳（2010 年）（修订版编写中）。
- [15] 国际原子能机构《国际原子能机构核安全和辐射防护安全术语》（2018 年版），国际原子能机构，维也纳（2019 年）。
- [16] 国际原子能机构《核装置抗震设计》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-67 号，国际原子能机构，维也纳（2021 年）。
- [17] 国际电工委员会《电磁兼容性（EMC）— 第 4-1 部分：试验和测量技术-IEC 61000-4 系列概述》（IEC TR 61000-4-1:2016），国际电工委员会，日内瓦（2016 年）。
- [18] 国际原子能机构《核电厂设计中内部危害防护》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-64 号，国际原子能机构，维也纳（2021 年）。
- [19] 国际原子能机构《核电厂确定性安全分析》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-2（Rev.1）号，国际原子能机构，维也纳（2019 年）。
- [20] 国际原子能机构《设备在严重事故工况下可靠运行的能力评定》，国际原子能机构《技术文件》第 1818 号，国际原子能机构，维也纳（2017 年）。
- [21] 国际电工委员会、电子工程师学会，《核设施 — 对安全重要的电气设备 — 资格认证》（IEC/IEEE 60780-323:2016），国际电工委员会，日内瓦（2016 年）。
- [22] 电力研究院《核电厂支持工程：核电厂设备鉴定参考手册》，电力研究院第 TR1021067（Rev.1）号，加利福尼亚州帕罗奥多（2010 年）。

- [23] 国际原子能机构《核电厂安全分析报告的格式和内容》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-61 号，国际原子能机构，维也纳（2021 年）。
- [24] 国际原子能机构《研究堆安全评定和安全分析报告的编写》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-20 号，国际原子能机构，维也纳（2012 年）（修订版编写中）。
- [25] 国际原子能机构《核电厂改造》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 NS-G-2.3 号，国际原子能机构，维也纳（2001 年）。
- [26] 国际原子能机构《研究堆的利用和改造安全》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-24 号，国际原子能机构，维也纳（2012 年）（修订版编写中）。



## 附 件

### 与设备鉴定相关的国际标准

A-1. 原子能机构《安全标准丛书》第 SSR-2/1 (Rev.1) 号《核电厂安全：设计》[A-1]要求 9 规定：“对核电厂的安全重要物项应按照相关的国家和国际规范和标准进行设计”。

A-2. 现有大量国家和国际标准，就支持遵守 SSR-2/1 (Rev.1) [A-1]规定要求的设计方法和系统特性制定了详细的标准、方法、过程和实践。预计设计者、营运组织和监管机构将利用这类设计标准。

A-3. 两个组织负责核装置仪器仪表和控制系统的大部分国际使用标准：国际电工委员会 (IEC) 第 45A 号小组委员会和电气和电子工程师协会 (IEEE) 核电工程委员会。每个组织都制定了一些设计标准，以支持 SSR-2/1 (Rev.1) [A-1]所确立的要求的共同原则和本“安全导则”中提供的建议。

A-4. 为了避免本“安全导则”中提供的建议与电气和电子工程师协会和国际电工委员会的标准之间的冲突，我们做出了一致的努力。国际电工委员会和电气和电子工程师协会标准委员会的成员都参与了本“安全导则”的开发，两个标准组织都评审了草案，以帮助识别和消除冲突。

A-5. 国际电工委员会和电气和电子工程师协会标准之间有重要的区别。国际电工委员会标准将原子能机构的安全要求、出版物和安全导则作为其制定的基本输入。因此，国际电工委员会的标准涉及安全重要物项，并以国际原子能机构关于仪器仪表和控制系统和建议和指导为基础。相比之下，电气和电子工程师协会标准主要集中在安全重要物项上。电气和电子工程师协会标准可以使用分等级的方法应用于与安全相关物项（即安全重要但不是安全系统的物项）。

A-6. 表 A-1 列出了与本“安全导则”中提供的建议直接相关的国际电工委员会和电气和电子工程师协会标准。表 A-1 并不提供一个完整的列表，但它确定了国际电工委员会和电气和电子工程师协会标准集的入口点。表 A-1 还包含一个由美国机械工程师协会发布的相关标准。

**表 A-1. 设备鉴定相关的国际标准**

序号	标准名称
IEC 60515:2007 [A-2]	核电厂 — 安全重要仪器仪表 — 辐射探测器 — 特性和试验方法
IEC 60772:2018 [A-3]	核电厂 — 安全重要仪器仪表系统 — 安全壳的电气贯穿件部件
IEC/IEEE 60980-344:2020 [A-4]	核装置 — 安全重要设备 — 抗震鉴定
IEC 61513:2011 [A-5]	核电厂 — 安全重要仪器仪表和控制系统 — 概述要求
IEC 62003:2020 [A-6]	核电厂 — 仪器仪表控制和电力系统 — 电磁兼容性试验要求
IEC 62342:2007 [A-7]	核电厂 — 安全重要仪器仪表和控制系统 — 老化管理
IEC TR 61000-4-1:2016 [A-8]	电磁兼容性 (EMC) — 第 4-1 部分: 试验和测量技术 — IEC 61000-4 系列概述
IEC 61000-6-1:2016 [A-9]	电磁兼容性 (EMC) — 第 6-1 部分: 通用标准 — 住宅、商业和轻工业环境的抗扰性标准
IEC/IEEE 60780-323:2016 [A-10]	核装置 — 安全重要电气设备 — 鉴定
IEEE 308-2020 [A-11]	电气和电子工程师协会核电厂用 1E 级电力系统标准
IEEE 334-2006 [A-12]	电气和电子工程师协会核电厂用连续工作 1E 级电动机鉴定标准
IEEE 344-2013 [A-13]	电气和电子工程师协会核电厂设备抗震鉴定标准
IEEE 382-2019 [A-14]	电气和电子工程师协会核电厂和其他核装置用安全相关致动器鉴定标准
IEEE 383-2015 [A-15]	电气和电子工程师协会核装置用电缆和接头鉴定标准

表 A-1. 设备鉴定相关的国际标准（续）

序号	标准名称
IEEE 420-2013 [A-16]	电气和电子工程师协会核电厂用 1E 级控制板、面板和机架的设计和鉴定标准
IEEE 535-2013 [A-17]	电气和电子工程师协会核电厂用 1E 级排气铅酸蓄电池鉴定标准
IEEE 572-2019 [A-18]	电气和电子工程师协会核电厂和其他核装置用 1E 级连接部件鉴定标准
IEEE 603-2018 [A-19]	电气和电子工程师协会核电厂安全系统的标准
IEEE 627-2019 [A-20]	电气和电子工程师协会核装置用设备鉴定标准
IEEE 649-2006 [A-21]	电气和电子工程师协会核电厂 1E 级电机控制中心鉴定标准
IEEE 1205-2014 [A-22]	电气和电子工程师协会评定、监控和缓解核电厂和其他核装置中使用的电气设备老化影响标准
IEEE 1682-2011 [A-23]	电气和电子工程师协会核电厂安全系统用光纤电缆、连接和光纤接头鉴定标准
ASME QME-1-2017 [A-24]	核装置中使用的能动机械设备的鉴定

## 附件 参考文献

- [A-1] 国际原子能机构《核电厂安全：设计》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 SSR-2/1 (Rev.1) 号，国际原子能机构，维也纳（2016 年）。
- [A-2] 国际电工委员会《核电厂 — 安全重要仪器仪表和控制 — 特性和试验方法》(IEC 61515:2007)，国际电工委员会，日内瓦（2007 年）。
- [A-3] 国际电工委员会《核电厂 — 安全重要仪器仪表和控制 — 安全壳结构中的电气贯穿件》(IEC 60772:2018)，国际电工委员会，日内瓦（2018 年）。

- [A-4] 国际电工委员会、电子工程师学会,《核设施 — 对安全重要的电气设备-抗震鉴定》(IEC/IEEE 60980-344:2020),国际电工委员会,日内瓦(2020年)。
- [A-5] 国际电工委员会《核电厂 — 安全重要仪器仪表和控制 — 一般系统要求》(IEC 61513:2011),国际电工委员会,日内瓦(2011年)。
- [A-6] 国际电工委员会《核电厂 — 仪器仪表、控制和电力系统 — 电磁兼容性试验要求》(IEC 62003:2020),国际电工委员会,日内瓦(2020年)。
- [A-7] 国际电工委员会《核电厂 — 安全重要仪器仪表和控制 — 老化管理》(IEC 62342:2007),国际电工委员会,日内瓦(2007年)。
- [A-8] 国际电工委员会《电磁兼容性(EMC) — 第4-1部分:试验和测量技术-IEC 61000-4系列概述》(IEC TR 61000-4-1:2016),国际电工委员会,日内瓦(2016年)。
- [A-9] 国际电工委员会《电磁兼容性(EMC) — 第6-1部分:通用标准-住宅、商业和轻工业环境的抗扰度标准》(IEC 61000-6-1:2016),国际电工委员会,日内瓦(2016年)。
- [A-10] 国际电工委员会、电子工程师学会,《核设施 — 对安全重要的电气设备-资格认证》(IEC/IEEE 60780-323:2016),国际电工委员会,日内瓦(2016年)。
- [A-11] 电气和电子工程师协会《电气和电子工程师协会标准 — 核电厂1E级电力系统标准》(IEEE 308-2020),电气和电子工程师协会,新泽西州皮斯卡特维(2020年)。
- [A-12] 电气和电子工程师协会《电气和电子工程师协会标准 — 核电厂用1E级连续工作电动机的鉴定》(IEEE 334-2006),电气和电子工程师协会,新泽西州皮斯卡特维(2006年)。
- [A-13] 电气和电子工程师协会《电气和电子工程师协会标准 — 核电厂设备的抗震鉴定》(IEEE 344-2013),电气和电子工程师协会,新泽西州皮斯卡特维(2013年)。

- [A-14] 电气和电子工程师协会《电气和电子工程师协会标准 — 核电厂和其他核设施用安全相关致动器鉴定》(IEEE 382-2019), 电气和电子工程师协会, 新泽西州皮斯卡特维 (2019 年)。
- [A-15] 电气和电子工程师协会《电气和电子工程师协会标准 — 核设施用电缆和接头鉴定》(IEEE 383-2015), 电气和电子工程师协会, 新泽西州皮斯卡特维 (2015 年)。
- [A-16] 电气和电子工程师协会《电气和电子工程师协会标准 — 核电厂用 1E 级控制板、面板和机架的设计和鉴定》(IEEE 420-2013), 电气和电子工程师协会, 新泽西州皮斯卡特维 (2013 年)。
- [A-17] 电气和电子工程师协会《电气和电子工程师协会标准 — 核电厂 1E 级通风铅酸蓄电池的鉴定》(IEEE 535-2013), 电气和电子工程师协会, 新泽西州皮斯卡特维 (2013 年)。
- [A-18] 电气和电子工程师协会《电气和电子工程师协会标准 — 核电厂和其他核设施 1E 级连接部件的鉴定》(IEEE 572-2019), 电气和电子工程师协会, 新泽西州皮斯卡特维 (2019 年)。
- [A-19] 电气和电子工程师协会《电气和电子工程师协会标准 — 核电厂安全系统标准》(IEEE 603-2018), 电气和电子工程师协会, 新泽西州皮斯卡特维 (2018 年)。
- [A-20] 电气和电子工程师协会《电气和电子工程师协会标准 — 核设施用设备鉴定》(IEEE 627-2019), 电气和电子工程师协会, 新泽西州皮斯卡特维 (2019 年)。
- [A-21] 电气和电子工程师协会《电气和电子工程师协会标准 — 核电厂 1E 级电机控制中心的鉴定》(IEEE 649-2006), 电气和电子工程师协会, 新泽西州皮斯卡特维 (2006 年)。
- [A-22] 电气和电子工程师协会《IEEE 导则 — 核电厂和其他核设施用电气设备老化影响评定、监控和缓解》(IEEE 1205-2014), 电气和电子工程师协会, 新泽西州皮斯卡特维 (2014 年)。
- [A-23] 电气和电子工程师协会《电气和电子工程师协会标准 — 核电厂安全系统中使用的光纤电缆、连接和光纤接头鉴定》(IEEE 1682-2011), 电气和电子工程师协会, 新泽西州皮斯卡特维 (2011 年)。

[A-24] 美国机械工程师协会《核设施中能动机械设备的鉴定》，美国机械工程师协会第 QME-1-2017 号，美国机械工程师协会，纽约（2017 年）。

## 定 义

以下定义适用于本“安全导则”的目的。《国际原子能机构安全词汇：核安全和辐射防护中使用的术语：2018年版》提供了进一步的定义：

<https://www.iaea.org/publications/11098/iaea-safety-glossary-2018-edition>

**加速老化：**一种设备试验方法，在短时间内模拟与长期使用条件相关的老化。通常，加速老化试图通过应用代表使用前和使用条件的应力源来模拟自然老化的影响，但在强度、持续时间和应用方式上有所不同。

**老化机理：**随着时间或使用逐渐改变结构、系统和部件特征的过程（如固化、磨损、疲劳、蠕变、侵蚀、微生物污染、腐蚀、脆化、化学分解）。

**状态监控：**通过测量和跟踪设备状况来评定设备功能能力的活动。

**严酷环境：**环境条件比运行状态所预期条件严重得多的环境条件。

**和缓环境：**在任何时候都不会比运行状态所预期条件严重得多的环境条件。

**任务时间：**设备在事故工况下需要执行其预定功能的时间长度。

**显著的老化机制：**一种老化机制，在正常和非正常使用工况下导致设备退化，容易使设备在事故工况下不能履行其安全功能。

**规定的使用条件：**设备在使用寿命期间所承受的物理条件和应力源。包括正常运行工况、加工条件、非正常运行工况、在设计基准事故期间和之后的工况以及设计扩展工况。



## 参与起草和审订人员

Arita, S.	日本日立通用电气有限公司
Bailey, M.	英国塞斯维尔 B 核电厂
Bravo, J.L.	西班牙泰纳通有限公司
Brossier, H.A.	法国电力公司
Duchac, A.	国际原子能机构
Gilbert, L.	加拿大布鲁斯电力公司
Gonzalez Nieto, J.J.	西班牙泰纳通有限公司
Kataoka, K.	日本核监管局
Krivanek, R.	国际原子能机构
Pepper, K.	英国核监管办公室
Petofi, G.	国际原子能机构
Placek, V.	捷克共和国 Řež 核研究所
Rahn, D.	美国核管制委员会
Rovny, K.	斯洛伐克 PLUS 能源
Shim, S.	国际原子能机构
Svensson, B.	瑞典 Ringhals 核电厂
Synak, D.	斯洛文尼亚电力公司
Tao, Ge	中国核工业集团公司
Vucetic, J.	加拿大核安全委员会
Waber, P.	德国法玛通



## 当地订购

国际原子能机构的定价出版物可从我们的主要经销商或当地主要书商处购买。  
未定价出版物应直接向国际原子能机构发订单。

### 定价出版物订单

请联系您当地的首选供应商或我们的主要经销商：

#### **Eurospan**

1 Bedford Row  
London WC1R 4BU  
United Kingdom

交易订单和查询：

电话：+44 (0) 1235 465576

电子信箱：trade.orders@marston.co.uk

个人订单：

电话：+44 (0) 1235 465577

电子信箱：direct.orders@marston.co.uk

网址：www.eurospanbookstore.com/iaea

欲了解更多信息：

电话：+44 (0) 207 240 0856

电子信箱：info@eurospan.co.uk

网址：www.eurospan.co.uk

定价和未定价出版物的订单均可直接发送至：

Publishing Section  
International Atomic Energy Agency  
Vienna International Centre  
PO Box 100

1400 Vienna, Austria

电话：+43 1 2600 22529 或 22530

电子信箱：sales.publications@iaea.org

网址：https://www.iaea.org/zh/chu-ban-wu





通过国际标准促进安全

国际原子能机构  
维也纳