

国际原子能机构安全标准

保护人类与环境

核电厂运行的实施

特定安全导则

第SSG-76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

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。

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。

核电厂运行的实施

国际原子能机构的成员国

阿富汗
阿尔巴尼亚
阿尔及利亚
安哥拉
安提瓜和巴布达
阿根廷
亚美尼亚
澳大利亚
奥地利
阿塞拜疆
巴哈马
巴林
孟加拉国
巴巴多斯
白罗斯
比利时
伯利兹
贝宁
多民族玻利维亚国
波斯尼亚和黑塞哥维那
博茨瓦纳
巴西
文莱达鲁萨兰国
保加利亚
布基纳法索
佛得角
布隆迪
柬埔寨
喀麦隆
加拿大
中非共和国
乍得
智利
中国
哥伦比亚
科摩罗
刚果
哥斯达黎加
科特迪瓦
克罗地亚
古巴
塞浦路斯
捷克共和国
刚果民主共和国
丹麦
吉布提
多米尼克
多米尼加共和国
厄瓜多尔
埃及
萨尔瓦多
厄立特里亚
爱沙尼亚
科威特
埃塞俄比亚
斐济
芬兰
法国
加蓬
冈比亚

格鲁吉亚
德国
加纳
希腊
格林纳达
危地马拉
几内亚
圭亚那
海地
教廷
洪都拉斯
匈牙利
冰岛
印度
印度尼西亚
伊朗伊斯兰共和国
伊拉克
爱尔兰
以色列
意大利
牙买加
日本
约旦
哈萨克斯坦
肯尼亚
大韩民国
科威特
吉尔吉斯斯坦
老挝人民民主共和国
拉脱维亚
黎巴嫩
莱索托
利比里亚
利比亚
列支敦士登
立陶宛
卢森堡
马达加斯加
马拉维
马来西亚
马里
马耳他
马绍尔群岛
毛里塔尼亚
毛里求斯
墨西哥
摩纳哥
蒙古
黑山
摩洛哥
莫桑比克
缅甸
纳米比亚
尼泊尔
荷兰王国
新西兰
尼加拉瓜
尼日尔
尼日利亚
北马其顿

挪威
阿曼
巴基斯坦
帕劳
巴拿马
巴布亚新几内亚
巴拉圭
秘鲁
菲律宾
波兰
葡萄牙
卡塔尔
摩尔多瓦共和国
罗马尼亚
俄罗斯联邦
卢旺达
圣基茨和尼维斯
圣卢西亚
圣文森特和格林纳丁斯
萨摩亚
圣马力诺
沙特阿拉伯
塞内加尔
塞尔维亚
塞舌尔
塞拉利昂
新加坡
斯洛伐克
斯洛文尼亚
南非
西班牙
斯里兰卡
苏丹
瑞典
瑞士
阿拉伯叙利亚共和国
塔吉克斯坦
泰国
多哥
汤加
特立尼达和多巴哥
突尼斯
土耳其
土库曼斯坦
乌干达
乌克兰
阿拉伯联合酋长国
大不列颠及北爱尔兰联合王国
坦桑尼亚联合共和国
美利坚合众国
乌拉圭
乌兹别克斯坦
瓦努阿图
委内瑞拉玻利瓦尔共和国
越南
也门
赞比亚
津巴布韦

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-76 号

核电厂运行的实施

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（伯尔尼）通过并于 1972 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。必须获得许可而且通常需要签订版税协议方能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内容。欢迎有关非商业性翻印和翻译的建议并将在个案基础上予以考虑。垂询应按以下地址发至国际原子能机构出版处：

Marketing and Sales Unit,
Publishing Section
International Atomic Energy Agency
Vienna International Centre
PO Box 100
1400 Vienna, Austria
传真：+43 1 2600 22529
电话：+43 1 2600 22417
电子信箱：sales.publications@iaea.org
<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 4 月·奥地利

核电厂运行的实施

国际原子能机构，奥地利，2024 年 4 月
STI/PUB/2032
ISBN 978-92-0-519523-0（简装书：碱性纸）
978-92-0-519323-6（pdf 格式）
EPUB 978-92-0-519423-3
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險的安全标准”。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环境提供高水平的保护，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，国际合作的目的就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¹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。

¹ 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四个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。

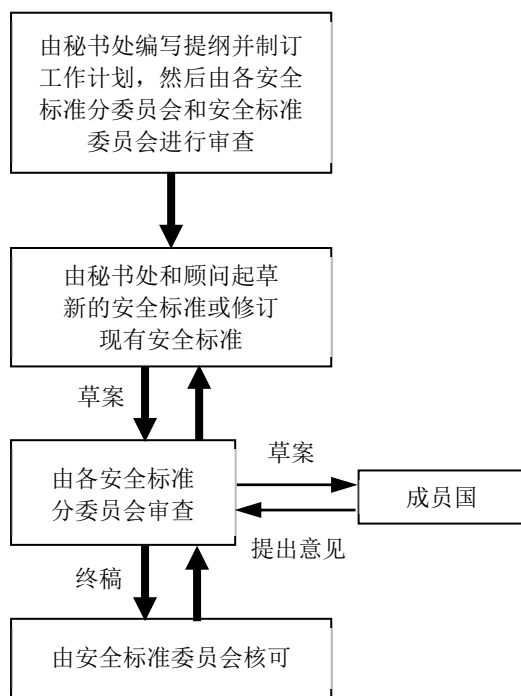


图 2. 制订新安全标准或修订现行标准的过程。

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

1. 导言	1
背景 (1.1-1.5).....	1
目的 (1.6-1.7).....	2
范围 (1.8-1.9).....	2
结构 (1.10)	2
2. 电厂运行的管理和组织	3
电厂运行的功能和组织 (2.1-2.6).....	3
运行政策 (2.7-2.16).....	4
人力资源和人员资格 (2.17-2.25).....	6
绩效标准和目标 (2.26-2.33).....	7
与其他人员组的接口 (2.34-2.41).....	9
3. 值班补充和功能	10
值长 (3.1-3.3).....	10
操纵员 (3.4-3.8).....	11
安全工程师或值班技术顾问 (3.9-3.10).....	12
值班技术支持人员 (3.11).....	13
4. 例行值班和运行实践	13
值班安排 (4.1-4.7).....	13
值班运行 (4.8-4.14).....	14
换班 (4.15-4.22).....	15
运行程序的可用性和使用 (4.23-4.29).....	16
工作前简报 (4.30-4.31).....	17
控制室内的行为 (4.32-4.37).....	18
值班巡查 (4.38-4.47).....	19
通信 (4.48-4.53).....	21
值班记录和日志保存 (4.54-5.62).....	22
5. 设备和电厂状态的控制	23
电厂设备的标签 (5.1-5.4).....	23
系统校准 (5.5-5.8).....	24
设备停用和设备恢复使用 (5.9-5.17).....	25
异物排除计划 (5.18-5.19).....	26
设备状态监视 (5.20-5.25).....	26
反应性相关运行的控制 (5.26-5.32).....	27

堆芯冷却和燃料贮存冷却的控制 (5.33)	28
警报控制 (5.34-5.39)	28
事故管理 (5.40-5.47)	29
异常工况下的恢复 (5.48-5.52)	30
临时改造 (5.53-5.59)	31
电厂化学控制 (5.60-5.64)	32
设备缺陷的处理 (5.65-5.69)	33
防止人为错误的工具 (5.70-5.72)	33
6. 运行设备和运行辅助	34
控制室和控制板的状况 (6.1-6.8)	34
通信设备 (6.9-6.13)	36
操纵员辅助和支持工具 (6.14-6.18)	37
内务管理和物质条件 (6.19-6.29)	38
7. 工作控制和授权	40
工作控制程序 (7.1-7.9)	40
工作计划和时间安排 (7.10-7.14)	42
对特殊试验和非常规活动的控制 (7.15-7.19)	42
大修控制 (7.20-7.22)	43
设备隔离程序 (7.23-7.34)	43
非放射性相关的安全 (7.35-7.41)	45
参考文献	47
参与起草和审订人员	49

1. 引言

背景

1.1. 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》[1]规定了核电厂运行的要求，而原子能机构《安全标准丛书》第 SSR-2/1 (Rev.1)号《核电厂安全：设计》[2]规定了核电厂的设计要求。

1.2. 本“安全导则”提供了特定建议，以确保核电厂运行以安全、有效、彻底和专业的方式进行。

1.3. 本“安全导则”是与其他六份核电厂运行安全导则同时编写的，内容如下：

- 原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-70 号《核电厂运行限值和条件及运行程序》[3]；
- 原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-71 号《核电厂改造》[4]；
- 原子能机构《安全标准丛书》编号 SSG-72《核电厂营运组织》[5]；
- 原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-73 号《核电厂堆芯管理和燃料装卸》[6]；
- 原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-74 号《核电厂的维护、试验、监视和视察》[7]；
- 原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-75 号《核电厂员工的招聘、资格和培训》[8]。

这套安全导则的一个共同目标是支持在核电厂培养强大的安全文化。

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》[9]定义来理解。

1.5. 本“安全导则”取代原子能机构《安全标准丛书》第 NS-G-2.14 号《核电厂运行的实施》¹。

¹ 国际原子能机构《安全标准丛书》第 NS-G-2..14 号《核电厂运行的实施》，国际原子能机构，维也纳（2008 年）。

目的

1.6. 本“安全导则”的目的是提供建议，以确保核电厂的运行符合 SSR-2/2 (Rev.1) [1]规定的要求。

1.7. 本“安全导则”中提供的建议主要针对核电厂的营运组织和监管机构。

范围

1.8. 预计本“安全导则”将主要用于陆基固定式核电厂，其水冷反应堆设计用于发电或其他生产应用（如区域供热或海水淡化）。

1.9. 本“安全导则”确定了与核电厂安全运行相关的主要责任和运行实践，并涉及以下内容：

- (a) 核电厂运行部门²的架构；
- (b) 以有效的方式制定高绩效标准并作出与安全相关的决定；
- (c) 以彻底和专业的方式进行控制室活动；
- (d) 将核电厂维持在既定的运行限值和条件内。

结构

1.10. 第 2 部分提供了关于营运组织和行政方面的建议；第 3 部分提供了与操纵员值班补充及其职责相关的建议；第 4 部分提供了关于值班程序和良好运行实践的建议；第 5 部分提供了关于电厂设备和电厂状态控制的建议；第 6 部分提供了关于运行设备和操纵员辅助设备的使用和维护的建议；第 7 部分提供了关于工作控制和授权的建议。

² 运行部门是营运组织中负责运行的部门。

2. 电厂运行的管理和组织

电厂运行的功能和组织

2.1. 原子能机构《安全标准丛书》第 GSR Part 2 号《安全的领导和管理》[10]规定了包括核电厂在内的设施和管理活动的管理要求。原子能机构《安全标准丛书》第 GS-G-3.5 号《核装置管理系统》[11]提供了对核电厂的进一步建议。

2.2. 核电厂的管理和组织应确保在核电厂内进行运行时具有高水平的安全功能。这应通过有效执行和控制运行活动来实现。

2.3. 操纵员³清楚地了解他们的权限、责任和义务，以及相关的接口，对于核电厂的正常和安全运行至关重要。为了实现这一点，与电厂运行相关的组织机构应明确定义，并且实施该机构的行政控制应该正式记录。

2.4. 运行部门的架构将因特定电厂而异；然而，这种架构通常由值班工作人员和在正常工作时间在场的额外人员组成。在确定运行部门的架构时，应考虑以下任务、功能和职责：

- (a) 计划运行部门的总体活动和工作，与电厂其他部门合作，制定电厂运行的综合计划；
- (b) 人力资源计划和工作人员发展；
- (c) 根据运行程序、运行控制程序和行政程序，通过监控和控制电厂系统来指导电厂的运行；
- (d) 由值长监督值班运行，并由运行部门管理层定期评定值班运行；
- (e) 组织和监督换料和停堆活动；
- (f) 制定运行程序，并协调其编写工作确保电厂的安全可靠运行；
- (g) 协调制定和执行确保电厂安全可靠和运行的计划和政策；
- (h) 参与制订安全重要系统和部件的监视计划，以及此类计划实施的协调；
- (i) 制定和实施工作管理流程，以确保值班人员了解在电厂进行的工作，并保持正确的电厂配置；

³ “操纵员”是指从事授权设施运行或进行授权活动的个体工作人员[9]。在本“安全导则”的范围内，操纵员是指参与反应堆日常运行的工作人员，他们是核电厂运行部门的一部分。

- (j) 通过正确处理由维护、改造和试验活动引起的电厂状态变化；
- (k) 查明设备和电厂的缺陷，以确保可以有效地组织维护活动；
- (l) 通过有知识的电厂操纵员参与大修活动计划制定、试验、特别项目，对齐系统⁴、跟踪系统可运行性和恢复系统服务；
- (m) 建立和实施一个系统防止未经授权接触或干扰对安全重要物项；
- (n) 确定培训需求，参与制定培训计划以及培训课程的监控和培训计划的评价；
- (o) 核实运行部门负责的电厂区域的良好内务管理和物质条件；
- (p) 根据电厂的总体目标和目的建立运行目标和目的；
- (q) 报告异常事件，包括未遂事件和低水平事件，参与对此类事件的调查，并决定采取哪些措施以减少类似情况再次发生的可能性；
- (r) 向操纵员传播运行经验，供其学习核电厂和其他核装置的事件；
- (s) 为管理层和必要时其他团体和当局编写关于运行开展情况的报告；
- (t) 事故管理的安排和责任；
- (u) 应急准备安排和负责应急准备和响应。

2.5. 为了电厂的安全运行，应建立包括运行限值和条件和运行说明和程序的行政控制。这些控制措施构成了行动计划，应在行动开始前制定。制定和实施运行计划以及管理运行部门的总体责任通常应由运行经理承担。运行经理负责运行部门的日常运行。

2.6. 运行部门应参与对所有可能影响电厂安全运行的工作进行优先排序，并应负责监督此类工作的计划和调度。

运行政策

2.7. 需要制定一项运行政策，在该政策中，安全在电厂运行的所有方面都具有压倒一切的优先地位，包括生产需求和项目进度带来的挑战（见 SSR-2/2 (Rev.1) [1]第 4.1 段）。该政策还需要促进强大的安全文化，包括质疑态度，并应鼓励“不责备”文化以及对所有安全相关活动采取严格和谨慎的方法。

⁴ 系统或设备的对齐是指通过运行开关、阀门或断路器来确保系统或设备在给定目的下正常运行的系统或设备的配置。

2.8. 运行政策应以保持每一级纵深防御的独立性和每一级的充分可靠性为基础，作为运行行动的一部分。在所有运行活动中都应考虑到人和组织因素对一个或多个纵深防御级别的影响。

2.9. 纵深防御方法通常应适用于电厂运行中与安全相关的活动。这些活动应仔细计划，由运行部门适当授权，并由合格的操纵员根据批准的程序执行。

2.10. 应对不同的运行活动进行充分的独立安全评定和核实，以确保这些活动能够在不影响电厂安全的情况下完成。

2.11. 安全重要电厂运行需要由具有适当资格和能力的操纵员进行，这可能需要人员的正式授权（见 SSR-2/2（Rev.1）[1]第 4.16 段）。SSG-75[8]提供了关于核电厂人员招聘、资格和培训的进一步建议。

2.12. 应在行政程序中指定电厂人员运行控制室钥匙或其他与安全相关的设备。只有身体和精神适合运行职责的人员才应被允许在主控制室执行与电厂运行相关的活动或在电厂其他地方执行与安全相关的活动。

2.13. 操纵员应将反应堆及其支持系统保持在批准的设备校准范围内。如 SSR-2/2（Rev.1）[1]第 4.26 段指出：“所有安全重要活动应按照书面程序进行，以确保电厂在既定的运行限值和条件下运行。”

2.14. 核电厂应通过审慎的监控和控制保持在安全状态，以确保在核电厂寿命的所有阶段，包括退役阶段，都履行基本的安全功能（例如控制反应性、从反应堆和燃料库中导出热量、限制放射性物质）。原子能机构《安全标准丛书》第 GSR Part 6 号《设施退役》[12]规定了退役要求。原子能机构《安全标准丛书》SSG-47 号《核电厂、研究反应堆和其他核燃料循环设施的退役》[13]提供了进一步的建议。

2.15. 营运组织应考虑到一个或多个机组的工作演变，确保多机组场址所有机组的安全运行。应通过适当的程序、工作计划，培训和分配适当的资源。

2.16. SSR-2/2（Rev.1）[1]第 5.11 段指出：

“辐射防护计划应确保在所有运行状态下，因在电厂受电离辐射照射而产生的剂量或因从电厂计划的任何放射性释放（排放）而产生的剂量保持在授权限值以下，并保持在合理可达尽量低水平。”

原子能机构《安全标准丛书》第 GSR Part 3 号《国际辐射防护和辐射源安全基本安全标准》[14]规定了电离辐射防护要求。

人力资源和人员资格

2.17. SSR-2/2 (Rev.1) [1]第 3.11 段指出：

“操纵员的组织、资格和数量应足以使电厂在所有运行状态和事故工况下安全可靠地运行。继任计划应成为操纵员的既定实践。营运组织的招聘和甄选政策应旨在保留合格人员，以涵盖安全运行的所有方面。应根据营运组织对人员和技能的未来需求，制定与营运组织的长期目标相一致的长期人员配置计划。”

2.18. 运行经理应确保在任何时候都有足够数量的合格操纵员安全运行电厂。应该有足够数量的操纵员以便定期安排个人复训和发展。操纵员的长期人员配置计划应得到职业发展评审、相关行动计划和招聘计划的支持。这些评审应旨在促进持续改进和学习。

2.19. 长期人员配置计划应考虑电厂整个寿命期内技术能力的潜在变化。原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-48 号《核电厂的老化管理和长期运行计划的制定》[15]提供了进一步的建议。

2.20. 值班小组的人员配备应确保有足够数量的授权操纵员⁵ 和其他人员，以便在所有运行状态和事故工况下可靠地完成分配的任务，并用于消防目的。应特别注意确保人员配备水平在所有运行状态和事故工况所需的能力方面提供足够的冗余和多样性。

2.21. 在特别繁忙的时期，例如反应堆大修期间，在线经理应确保提供足够的操纵员，以便有休息时间（另见 SSR-2/2 (Rev.1) [1]第 3.13 段关于员工健康政策）。在线经理应特别保持警惕，以识别任何疲劳迹象或不适合工作的迹象人员（另见 SSR-2/2 (Rev.1) [1]第 4.29 段）。

⁵ 在某些国家，值班小组中的某些运行岗位需要获得许可证。

2.22. SSR-2/2 (Rev.1) [1]第 4.19 段指出：

“应制定和维持适当的培训计划，以便在人员被指派执行与安全相关的任务之前对其复训。培训计划应包括定期确认人员能力和定期进修培训的规定。进修培训还应包括为长期缺勤的人员提供复训。培训应强调安全在电厂运行各方面的重要性，并应促进安全文化。”

对于安全重要运行或不频繁的运行（包括由于运行功能提高而不频繁执行的运行，如电厂的启动），应提供额外的培训或简报。法规和程序的变化、电厂设备的改造和组织机构的变革应在继续培训中解决。应提供与电厂安全相关的内部事件和外部事件的特殊培训。

2.23. 与值班小组相关的所有操纵员和技术支持人员都应接受他们负责活动的安全分析方面的培训。

2.24. 应通过运行部门成员参与培训需求分析以及培训材料和培训工具的开发，为培训部门提供支持。操纵员也应该作为他们有专长科目的培训教员参与进来。

2.25. SSG-75[8]提供了关于核电厂操纵员培训和资格的更详细建议，包括系统化培训方法。

绩效标准和目标

2.26. SSR-2/2 (Rev.1) [1]第 4.2 段指出：“应为所有运行活动制定安全功能标准，并由所有现场人员实施。”

2.27. 运行部门应为核电厂的运行建立现实的、可测量的和具有挑战性的目标和目的，以支持营运组织的目标和目的。这些目标和目的应涉及预期有高标准绩效的领域。高标准的绩效和管理层的期望应反映在运行政策和运行程序中。

2.28. SSR-2/2 (Rev.1) [1]要求 9 规定：“**营运组织应建立一个系统，对电厂的安全和营运组织的绩效进行持续监控和定期评审。**”绩效目标和相关标准应为建立并用于常规监控电厂和操纵员的绩效。

2.29. SSR-2/2 (Rev.1) [1]第 4.35 段指出：

“对安全绩效的监控应包括对以下方面的监控：人员绩效；对安全的态度；对侵犯安全行为的反应；以及违反运行限值和条件、运行程序、法规及许可证条件。”

SSG-70[3]提供了关于运行限值和条件及运行程序的建议。应定期评估操纵员的绩效，并将评估结果用于提高个人绩效和防止自满，以及系统地收集数据以培训操纵员。

2.30. 运行部门的经理必须证明他们对安全的承诺（见 GSR Part 2[10]要求 2）。这一承诺应明确传达给操纵员，并应得到管理人员经常出现在这些人员工作场所的支持。还要求经理展示安全领导力（见 GSR Part 2[10]要求 2）。还应通过培训计划提高安全绩效。

2.31. 运行部门的经理和主管应通过一致的言行，营造一种促进遵守运行政策并反映高标准绩效的工作环境。此外，SSR-2/2 (Rev.1) 第 4.30 段指出：“营运组织应鼓励电厂人员采取质疑的态度，并做出适当和保守的决定⁶，以便将风险降至最低，并保持电厂处于安全状态。”

2.32. SSR-2/2 (Rev.1) [1]第 4.34 段指出：

“营运组织的自评定应是监控和评审制度的一个组成部分。营运组织应进行系统的自评定，以确定绩效并解决安全功能的任何退化。”

需要根据自评定的结果及时制定和实施纠正措施（见 SSR-2/2 (Rev.1) [1]第 4.37 段）。

2.33. 运行部门经理应支持值班运行，确保每个值班职位的所有必要人员要求（如资格、工作说明、培训和许可证）足以为每个值班建立和保持舒适的工作条件。运行部门管理层和控制室操纵员之间应建立良好和定期的沟通。

⁶ 运行安全管理中的保守决策是指在任何时候都要保持各级纵深防御的决策。在实践中，保守方法意味着评价让设备停止使用、改变电厂生产线、重新安排设备试验或延长设备停止使用时间的决策对安全的影响，并且最终配置符合安全分析报告的规定，并保持在既定的运行限值和条件范围内。

与其他人员组的接口

2.34. 电厂的管理人员应确保制定程序，以明确的方式涵盖运行部门和营运组织内其他人员组之间的接口。此类程序的目的之一应该是能够在必要时向运行部门提供支持。

2.35. 应做好充分准备，以便在维护、反应堆物理、辐射防护、环境保护或水化学等特定主题出现问题时，在正常工作时间内和正常工作时间外向值长提供及时支持。

2.36. 值班小组（包括控制室操纵员和现场操纵员）、技术支持组和维护组（包括承包商）之间应该有有效的接口。完成工作后，值班小组、技术支持组和维护组应确保受工作影响的结构、系统和部件经过试验，并恢复到其原始状态或符合运行限值和条件的令人满意运行状态。操纵员不应容忍设备故障或缺陷，并应要求维护部门在合理的时间范围内解决所有此类故障和缺陷。

2.37. 操纵员通常不应更换部件或进行维护。⁷ 如果有东西需要维修，操纵员应完成维护工作的书面请求，并应允许维护人员根据批准的程序完成任务。必要时，应要求维护人员进行紧急维护。

2.38. 应明确定义大修期间运行部门和维护部门之间的接口，以确保大修风险得到适当管理，并最大限度地提高大修效率。这应通过彻底的计划和时间安排、有效的协调以及系统和部件及时恢复到安全运行状态来实现（关于控制大修的提议，见第 7.20—7.22 段）。

2.39. 运行部门的活动应与电厂化学部门的活动相协调，以确保对电厂内的液体和气体系统进行适当的化学控制。此外，运行部门应在开始对电厂进行任何可能影响电厂化学或可能需要电厂化学人员采取行动的改造之前通知电厂化学部门。当出现与化学有关的问题时，操纵员和电厂化学人员应密切合作，迅速实施纠正措施（关于化学控制的建议，见第 5.60—5.64 段）。

⁷ 运行部门人员可能会进行一些他们有能力进行的小修或更换，例如更换指示设备状态的灯泡、更换图表纸和墨盒、连接便携式排水泵、给部件加油以及连接蒸汽发生器水闸软管。所有此类小型维护活动都需要在适当操纵员的工作描述中明确列出。

2.40. 运行部门和辐射防护部之间应进行有效协调。运行部门应在开始可能影响电厂内放射性水平或可能需要辐射防护人员采取行动的电厂改造前通知辐射防护部门。辐射防护人员应告知操纵员电厂不同区域存在的放射性危害。第 GSR Part 3 号[14]规定了辐射防护要求。原子能机构《安全标准丛书》第 GSG-7 号《职业辐射防护》[16]提供了关于保护工作人员的建议。

2.41. 运行部门应与负责电厂安全的部门协调相关活动，并制定措施降低电厂对恶意行为的脆弱性（另见 SSR-2/2 (Rev.1) [1]第 5.1 段）。SSG-72[5]提供了进一步的建议。

3. 值班补充和功能

值长

3.1. 值长应管理每个班次的电厂运行，并应负责人员的防护和安全、电厂活动的协调以及指定班次的绩效。职责通常应包括监督值班人员，并根据运行限值和条件及运行程序直接控制电厂运行。

3.2. 值长的职责通常应包括以下内容：

- (a) 在正常工作之外承担电厂经理的职责几个小时。值长有权解决任何可能影响电厂安全运行的问题。
- (b) 确保班次配备适当的人员，必要时请求或发起呼叫，对值班操纵员的资格和身心状况进行核实。
- (c) 协调运行、化学、辐射防护、维护、反应堆物理和技术支持小组的工作，以实现转移的目标。
- (d) 密切监督支持复杂和不经常进行的电厂改造的任务，如电厂升温、启动和停堆；物理试验；冷却时间和换料。
- (e) 进行电厂视察，以识别和纠正涉及以下问题的问题。政策和程序、内务管理、材料条件、对人员的危害和人员的表现，并确保识别缺陷并实施纠正措施。
- (f) 对任何不寻常事件的性质和程度展开评定并采取必要的第一步来缓解后果，确保人员的防护和安全，并启动应急运行程序。
- (g) 开始编写异常事件报告和可报告事件。

- (h) 授权临时改变和使用电气跳线⁸ 并于有需要时对该等物项进行适当的工程评审。
- (i) 授权对电厂设备和系统贴标签，以确保人员的辐射防护、设备的保护以及对贴标签边界和边界内所有部件的状态控制。
- (j) 授权将系统和部件从服务中移除，以供维护、试验和/或运行活动及其随后的恢复服务。
- (k) 授权发出许可证，以便在以下方面进行工程或进行试验 — 安全重要系统和部件。
- (l) 指导或承担控制室操纵员的职责，以确保电厂的安全运行，如果此类行动被认为是必要的，并且符合运行程序和监管机构的要求。
- (m) 评审值班记录的准确性、完整性和趋势，并维护值长的日志。
- (n) 监督值班人员的资格、重新鉴定和培训，确保他们经过适当的培训并有资格履行分配给他们的职责。

3.3. 在多机组电厂，一名值长负责所有机组，其他被指定为机组主管的人员应向值长负责每个机组的运行。

操纵员

3.4. 操纵员是负责电厂直接运行的运行人员。在值长（或机组主管，见第3.3段）的授权下，控制室操纵员⁹ 负责根据相关运行程序监控和控制电厂系统。现场操纵员负责控制控制室外的运行活动；此类活动应在控制室操纵员的总体指导下并根据相关运行程序进行。

3.5. SSR-2/2 (Rev.1) [1]第3.12段指出：“值班团队应配备人员，以确保有足够的授权操纵员在场，根据运行限值和条件运行电厂。”每班操纵员的数量及其职责应根据电厂的复杂程度、自动化水平和组织机构来确定。无论

⁸ “电气跳线”是指涉及断开电子元件引线的改造。由于工程改造，引线可能会永久断开，或者出于试验目的重新连接。

⁹ 通常的实践是在控制室中有一个或两个反应堆操纵员（其中一个通常具有高级反应堆操纵员的职位）和几个向控制室操纵员报告的现场操纵员。在一些国家，除了控制室中的反应堆操纵员之外，汽轮机操纵员还负责监控和控制汽轮机设备及其相关系统。汽轮机操纵员通常直接向值长报告。

反应堆类型和组织机构如何，至少有一名授权的反应堆操纵员应始终出现在主控制室里控制。

3.6. 控制室操纵员的主要职责是根据设计意图和运行程序运行电厂和电厂系统，并维护运行限值和条件内的反应堆和其他电厂系统。控制室操纵员的职责应包括以下内容：

- (a) 按照以下规定运行、控制和监控电厂系统 — 相关运行程序及行政程序；
- (b) 向班次报告电厂状态中的异常或不确定性，监督并记录电厂或电厂运行的任何变化以及电厂的任何重大事件；
- (c) 根据运行程序、警报程序、应急运行程序和严重事故管理导则启动和执行行动；
- (d) 如果反应堆自动跳堆失败，或在运行程序规定的其他情况下，启动反应堆跳堆；
- (e) 启动电厂系统，特别是安全系统的致动和安全相关系统，根据运行程序，如果自动启动失败；
- (f) 保存相关文件，包括操纵员日志。

3.7. 现场操纵员应负责监控控制室外设备的功能和状态，并识别任何偏离正常运行限值和条件的情况。他们还应该对异常的电厂工况做出响应，目的是防止意外的瞬时运行状态，或者至少缓解其后果。

3.8. 对于在换料卸载状态下的反应堆的堆芯更换，应指定一名反应堆操纵员或其他合格人员作为燃料装卸监督员。燃料装卸监督员的职责应是直接监督堆芯的改造和堆芯外燃料的装卸。燃料装卸主管在担任该职位时不应被赋予任何其他并行职责，但应保持对燃料装卸过程的概述，并且不应充当设备操作人员。

安全工程师或值班技术顾问

3.9. 应指定一名安全工程师或技术顾问值班，独立监督电厂运行的安全。应以书面形式明确规定当值安全工程师或技术顾问的职责、权限和任期。

3.10. 安全工程师或值班技术顾问的主要功能应是评价电厂工况，并就正常运行、预计运行事件和事故工况向值长提供技术专业知识和分析帮助。在瞬时运行状态和事故工况下，值班的安全工程师或技术顾问应分析重要电厂参数是否符合安全分析中预测的参数，以核实电厂是否做出了充分的响应。

值班技术支持人员

3.11 值班小组可包括辐射防护人员、电厂水化学人员和为电厂运行提供其他类别技术支持的人员。每班技术支持所需的人员数量应根据组织机构、电厂的设计特点和事故工况下所需的人员来确定。应以书面形式明确规定此类技术支持人员的功能、责任以及报告和问责线，并应为所有相关人员所理解。

4. 例行值班和运行实践

值班安排

4.1. SSR-2/2 (Rev.1) [1]第 3.12 段指出：“值班人员配备模式、值班周期和工作时间控制应为值班人员的培训提供足够的时间。”值班人员配备模式、值班周期和工作时间控制也应设计为最大限度地减少值班人员的疲劳。当人员没有承担其他繁重任务时，应考虑在值班期间进行安全敏感运行。当支持服务可用时，工作人员处于最警觉的状态。

4.2. SSR-2/2 (Rev.1) [1]第 3.12 段指出：

“应尽量减少对控制室操纵员的干扰。为了避免控制室操纵员负担过重，并使他们能够专注于其安全责任，活动的安排应尽可能减少在同时进行。”

应安排控制室的工作量，以避免压力和无聊，这两者都会影响情境意识、警惕性和安全文化。¹⁰

¹⁰ 这种分心的示例是过度的行政负担和过多的人员被允许进入主控制室。在事故工况下的值班安排中，最大限度地减少这种负担尤为重要。

4.3. 关于控制室，SSR-2/2 (Rev.1) [1]第 7.9 段指出：

“电厂信息系统应使操纵员易于识别异常工况。控制室警报应明确优先级。对于电厂的任何分析运行状态、大修或事故工况，应尽量减少警报的数量，包括来自流程计算机的警报信息。”

4.4. 营运组织的管理层应确保值班人员在必要的范围内有效参与影响电厂运行的所有常规或特殊活动的授权和执行。此类活动可能与监视试验、维护工作，试验或特定电厂改造的永久和临时改造以及特殊运行程序。

4.5. SSR-2/2 (Rev.1) [1]第 3.13 段指出：

“营运组织应制定和维持工作人员健康政策，以确保工作人员的健康状况。应注意尽量减少造成压力的条件，并对加班和休息时间设定限制。卫生政策应包括禁止饮酒和滥用药物。”

应建立程序，以允许观察、核实和控制值班人员的健康状况。这些措施应包括确保值长积极参与和负责任态度的规定。主管应在每个班次或工作周期开始时尽早对其班次团队成员进行例行评价。

4.6. 应制定程序，确保在正常工作时间之外向值班小组提供充分和及时的支持，报告程序不会给值长带来过重的负担，也不会影响对值班小组及其活动的监督。

4.7. 在多机组电厂，应建立操纵员在机组之间转移的程序。关于事故工况，一个机组的操纵员可以调到另一个机组，条件是他们具有必要的资格和培训，并且熟悉特定机组及其状况（例如，包括变化、改造、特殊工况）。

值班运行

4.8. 值班时，值班小组的主要职责是监控电厂系统和部件。小组应确保电厂及其支持系统按照批准的设备校准、在运行限值和条件范围内并按照运行程序运行。

4.9. 应密切观察控制室的信息系统。操纵员应定期检查重要参数（例如每小时或根据安全分析得出的其他频率），无论这些参数是否也以电子方式记录。如果参数显示漂移，则应进行趋势分析。主管应确保其他可能分散操纵员对面板监控注意力的职责（如记录日志）限于短时间内。

4.10. 应提供关于电厂运行的运行程序和培训（如果适用，包括负载跟踪模式）。操纵员在更换电源时应仔细检查参数，并做适当的记录。

4.11. 当控制室操纵员远程执行任务时，操纵员应通过检查相关指示器来核实任务确实已正确执行。例如，如果阀门远程关闭以停止流动，那么操纵员不仅应该检查指示器是否显示阀门位置为关闭，还应该检查指示器是否显示流动确实已经停止。

4.12. 涉及安全重要设备和系统的运行活动（如设备排列；阀门、开关和断路器等部件的定位；电气接地带的拆除）应酌情进行独立核实。

4.13. 在异常事件或瞬时运行状态期间，主管应确保操纵员不会忽略预计不会受到影响的参数。对于具有多机组控制室的电厂，未受事件或瞬时运行状态影响机组上的操纵员应继续定期监控其机组，不应让自己分心。多机组控制室的人员配备应特别考虑并缓解因单一机组的事件或瞬变而分心的风险。

4.14. 在执行任务之前，操纵员应该考虑任务的复杂程度和他们对任务的熟悉程度。对于复杂或不常执行的任务，值长应确保进行充分的工作前简报。如果在工作前简报后，操纵员对该任务能够安全有效地进行没有信心，则不应开始该任务，应与运行部门的管理层磋商，寻求其他选择。

换班

4.15. 换班应按照正式程序进行。该程序应确定所涉人员及其职责、换班的地点、时间和行为以及报告方法。电厂状态，并应包括特殊情况的规定，如异常电厂状态和员工不可用。该程序应包括在下班操纵员离开之前，由即将上班的操纵员明确声明接受职责。在换班时应提供足够的重叠，以确保有时间进行有效的信息和责任转移。

4.16. 在电厂运行模式的关键变化期间（例如，在反应堆接近临界状态的同时）或瞬变期间不应进行换班。在稳定的电厂工况下进行换班的需要应包括在描述换班的电厂程序中，以及在电厂工况或值班团队人员安排出现偏差时控制流程的规定。

4.17. 换班期间，主控制室应禁止非常规运行活动。在换班期间，应禁止或尽量减少非值班人员进入主控制室。换班期间应尽量减少打给主控室的电话。

4.18. 所有关于电厂状态、正在进行的工作和上一班电厂任何变化的重要信息都应正确记录，并在值班过程中转移。这应包括对系统的联合检查，在这种检查中，进出的操纵员走下控制面板，共同阅读清单、日志、记录和信息，以充分熟悉系统和设备的状态。

4.19. 换班简报的进行方式应确保值长的期望和目标被有效地传达给所有受监督人员，并被其理解。根据值班团队的组成和可用的沟通工具，换班简报的级别和数量可能会有所不同。控制室操纵员的简报应在控制室进行，并应包括两个值班小组的同等个人成员之间以及两个值班小组作为一个整体之间的信息沟通。

4.20. 即将接班的操纵员除非他们的身体和精神适合工作，并且直到他们和即将下班的值班团队完全确信已经进行了适当的信息传递才应履职。

4.21. 对于下班班组在离开现场时遇到困难情况和/或对于到达现场的即将接班的值班人员遇到困难的，应作出适当的安排（例如，由于恶劣的天气条件或疫情情况）。这种安排应包括准备使用所有可行的方式将操纵员——特别是即将接班——运送到现场。应为任何延迟下班的值班人员提供休息设施，并应采取一切正当措施，确保在有必要让他们继续工作时，他们不会承担繁重的工作。

4.22. 预计会迟到或无法在预定时间报到的值班人员应尽快通知值长。值长应做好必要的安排，以获得替代人员。

运行程序的可用性和使用

4.23. 运行程序是确保遵守运行限值和条件的关键要素。应明确制定并传达电厂操纵员使用运行程序的政策。

4.24. 运行程序应根据其安全意义和使用方式进行分类。应为以逐步方式连续使用的运行程序、用作确认行动正确性参考的程序和供参考使用的程序建立不同的类别。分步的程序应该包括在执行后签署步骤。程序应包含待检点，在此点执行某些任务并酌情进行独立检查。SSG-70[3]提供了核电厂

运行限值和条件及运行程序（包括应急运行程序和严重事故管理导则）的制定、内容和实施建议。

4.25. 要求控制运行部门人员（在主控制室或电厂其他地方）使用的程序、图纸和任何其他文件的发布和更新（见 SSR-2/2（Rev.1）[1]第 7.4 段）。如果需要更新，还需要定期评审和及时更新此类文件，并应保持良好状态。电厂的配置管理人员应确保主控制室中使用的运行程序和其他文件在维护大修后电厂启动前是最新的。应急运行程序应与其他运行程序明确区分。

4.26. 这些程序应该与使用它们的环境兼容。这些程序应该以它们将在实践中使用的形式进行证实。运行限值和条件及运行程序中规定的数值应与主控制室和其他控制室中的相关仪器仪表以及电厂中的就地控制面板或设备上使用的数值和机组相同。

4.27. 所有运行程序的受控副本应在主控制室中提供。选定程序的受控副本应位于电厂内使用这些程序的其他位置（或将在适当情况下使用），例如辅助控制室。应实施行政控制，以确保只使用有效的运行程序，不误用过时的程序。电厂程序的保存方式应确保其立即可用。首次引入和使用新程序时，操纵员应特别小心。

4.28. 应为所有警报面板建立警报响应程序（见 SSG-70[3]第 7.7 段）。这些程序应指导操纵员核实异常工况或电厂状态的变化，并应规定适当的后续行动或程序。警报响应程序应可供每个警报面板的操纵员使用（关于警报响应，见第 5.34—5.39 段）。

4.29. 应实施行政控制，以确保操纵员通过评审相关运行程序仔细准备任务，从而充分了解正确执行任务所需采取的步骤。应特别注意程序中执行某些关键任务的独立检查和待检点（见 SSG-70[3]第 7.6 段）。在准备承担特定任务时，操纵员还应考虑相关的应急运行程序。

工作前简报

4.30. 工作前简报应作为防止操纵员出错、避免误解和沟通困难的一种手段。运行部门的值班小组应利用工作前简报。除日常值班活动之外的所有运行。应制定工作前简报程序，包括以下方面：

- (a) 举行典型的简报会；
- (b) 工作的预期结果；
- (c) 与工作有关的风险，包括因意外事故而可能照射的风险；
- (d) 防护和安全最优化以及缓解事故后果的规定；
- (e) 非辐射安全；
- (f) 相关运行经验；
- (g) 确定参加工作前工作的操纵员简报；
- (h) 工作前简报负责人的职责，以及一份核对表协助领导进行简报；
- (i) 核实操纵员清楚地理解要执行的工作。

4.31. 对于频繁的活动和试验，应提前准备工作前简报清单，以确保每次工作开始前都讨论重要方面。此类核对表应确定工作的目的、预期结果、适用的运行程序、与工作相关的潜在危害、工作期间的沟通安排、执行工作所需的大致时间、可能中断工作的因素、适当的纠正措施和应急运行程序、要避免的电厂改造以及工作期间要监控的参数。

控制室内的行为

4.32. 应建立营运组织对控制室功能的期望，并对操纵员复训以满足这些期望。管理人员应持续监控操纵员在实现这些期望方面的表现。

4.33. 当存在不确定性或不明确时，操纵员应停止工作，并向值长或值班安全工程师寻求建议。当遇到正常运行工况之外的工况时，应强调保守决策（见第 2.31 段）。操纵员应该能够降低功率或使反应堆跳堆，而不必担心受到指责。意外的或不确定的情况。应该避免草率的决定和匆忙的行动。当时间不允许全面了解电厂工况时，应将风险降至最低，并将电厂置于已知的安全工况下¹¹。

4.34. 控制室操纵员应始终保持严肃和专心的行为。操纵员应严格遵守电厂关于使用运行程序、通信协议、警报响应以及使用防止或最小化人为错误

¹¹ 核电厂的“已知安全工况”是指核电厂的主要参数（即功率水平、冷却剂温度、压力和流量）稳定在正常运行程序规定的值，反应堆堆芯完全处于操纵员控制之下的运行状态。

方法的政策。运行部门的经理和主管应了解操纵员的行为，并确保始终执行高标准绩效。

4.35. 营运组织应制定规则和流程，以确保控制室操纵员的良好工作条件。应考虑到以下几点：

- (a) 与电厂运行及其支持无关的对话应最小化。
- (b) 不直接涉及设备运行的讨论应用柔和的音调进行。
- (c) 进出控制室的电话应限于与当前电厂运行有关的话题。
- (d) 公共广播系统在电厂的使用应由主控制室的人员严密控制，通常应限于传达关于电厂状况的信息。
- (e) 现场操纵员和操纵员之间通过手持无线电进行通信。在主控制室中应该简洁明了。例如，最初的呼叫应该使用无线电，然后在可能的情况下，呼叫应该切换到电话。
- (f) 如有可能，操纵员应使用手提电话或耳机，在主控制室评定其电磁干扰或射频干扰辐射对安全相关数字系统的影响后。
- (g) 使用无线电接收器、电脑及其他电子设备作以下用途，除电厂运行（如娱乐）之外的任何事情都应受到限制或禁止。

4.36. 设计为在自动模式下运行的控制器和设备物项应在该模式下常规运行，只有在需要特殊试验、设备更换或维护时，才允许在有限的时间内转换到手动模式。

4.37. 操纵员应特别警惕电厂指示器和意外电厂行为的迹象，并应迅速提醒值长任何异常工况。操纵员应以避免匆忙的方式执行其活动。如果出现错误，应立即报告。然后，值长和操纵员应小心地恢复情况。为了鼓励报告错误，经理和主管应该对操纵员所犯的错误表现出“不责备”的态度。

值班巡查

4.38. 操纵员应定期进行值班巡查，以确定可能影响设备运行的实际和潜在问题和工况。设备视察的频率应根据设备物项故障的安全意义来确定，当运行工况或维护条件发生变化时应调整该频率。值班还应覆盖电厂的偏远地区和难以接近的设备物项。

4.39. 应安排访问或监控出入受限的区域，例如功率运行期间无法进入的区域。

4.40. 被指派进行值班巡查任务的操纵员应负责核实运行设备和备用设备是否在正常参数范围内运行。他们应注意任何正在恶化的设备和可能影响环境条件的因素，如漏水、漏油、坏掉的灯泡以及厂房温度或空气质量的变化。

4.41. 在值班期间观察到的任何设备问题都应立即报告给控制室人员，并采取纠正措施。通常应注意和报告的因素包括：

- (a) 任何种类的材料状况恶化，包括腐蚀、部件泄漏、硼酸累积、过度振动、不熟悉的噪音、标签不充分、异物和需要维护或其他措施的缺陷；
- (b) 与运行和校准状态有关的任何问题，整个电厂局部面板上的测量和记录设备和警报，以及它们启动或记录的准备情况；
- (c) 与现场临时改造的授权、条件和标签相关的任何问题（例如，盲法兰¹²、临时软管、电气跳线和背板中提升的引线的存在）；
- (d) 偏离良好内务管理的迹象，例如部件、污水坑、隔热和油漆的状况；障碍物；不寻常的气味，在房间里张贴标志和指示；张贴路线和照明；以及门的张贴和状态；
- (e) 偏离安全相关领域的工作规则，例如与焊接、个人防护设备的穿戴、辐射工作许可证或其他安全事项有关的；
- (f) 与消防安排有关的任何问题（例如防火系统或防火门和阻尼器的状况恶化；防火屏障渗透密封的恶化；造成火灾危害的材料（如木材、纸张、垃圾和油）的堆积），或非放射性相关的安全问题（例如耐火液压油泄漏¹³、危害设备、绊倒危害）；
- (g) 其他安全保护设备的偏差，例如水浸保护设备，地震约束和可能被无意移动的不安全部件；
- (h) 偏离异物排除计划。

¹² 盲法兰是安装在两个法兰之间以阻挡水流的一块金属板。

¹³ 耐火液压油用于核电厂的电液控制系统，以降低火灾风险。耐火液压油通常是一种有毒且对环境有害的物质，需要采取足够的安全预防措施和控制措施来处理。

4.42. 操纵员应假设仪器仪表读数是准确的，除非有证据质疑信息的可靠性。忽略不寻常的读数会导致异常工况未被发现。

4.43. 如果可能，当观察到意外读数时，操纵员应检查其他指示。应立即采取措施调查异常或意外迹象的原因，以便立即采取纠正措施。

4.44. 为确保识别和报告偏差的最佳实践，应对值班操纵员提供特定培训。此外，主管应指导值班小组和独立操纵员在识别和报告电厂缺陷方面达到一致的标准。

4.45. 应使用适当的手段将现场操纵员巡查的数据记录在记录表和计算机化数据库中。日志表应详细说明测量值和相关参考值的列表，以帮助现场操纵员评定读取的读数。

4.46. 应由控制室操纵员控制值班的及时和适当进行。控制室操纵员应了解现场操纵员的活动，并应与他们保持密切沟通。应及时报告值班结果，控制室操纵员应定期检查日志表。当重要参数显示偏离预期值时，应进行趋势分析。

4.47. 值长和控制室操纵员在适当解除其正常职责后，应巡查电厂并观察现场操纵员进行值班。这些意见应适当记录，并应包括向现场操纵员提供反馈；如有必要，应制定、确定优先级，实施和跟踪纠正措施。

通信

4.48. 应在值班团队内建立简单、清晰的沟通和报告渠道，以确保控制室操纵员保持对电厂的完全控制。

4.49. 值班团队内部或值班团队与其他人员之间的所有口头沟通应清晰简洁，并应包括提供和接收正确的信息。在所有通信中，发送者有责任确保信息被充分理解。

4.50. 在通信中，应给出任何电厂物项的完整描述，并在适当的地方使用拼音字母。为了减少电厂和控制室中口头沟通出错的可能性，应提供发送者和接收者之间使用三方沟通¹⁴的培训。这种方法应尽可能广泛地使用，尤其是在异常工况下。

¹⁴ 建立三方沟通的三个步骤如下：(i) 发送者明确传递信息；(ii) 确认该电文已被接收人清楚地理解和重复；(iii) 发件人确认的确认。这最后一步也是继续执行消息中所述运行的最后一个命令。

4.51. 口头指示的接受者只有在完全理解要承担的任务时才应继续进行。在适当的情况下，他们应该检查他们所采取的行动是否达到了预期的效果。

4.52. 当在核电厂运行中使用口头或书面指示或命令时，应制定行政程序，以确保口头或书面命令不会偏离运行程序，也不会损害运行限值和条件。

4.53. 应建立行政控制，以规定对电厂的安全和可靠性有影响的班次指令的准备、批准、授权和分发过程。值班指令应写清楚，并应标明其生效日期和到期日期，并应保存在控制室。值班指令的持续时间应该受到限制，并且应该定期检查它们是否仍然是必要的。

值班记录和日志保存

4.54. 值班小组应定期监控系统和部件的状况，并应适当记录电厂状态和参数以及所有自动或手动运行。系统状态的每一次变化或部件应适当记录，并应及时传达给主控制室。

4.55. 应为主要值班岗位提供运行日志（电子版或硬拷贝）。它们应包含对电厂状态和任何相关事件的叙述，并应记录必要的信息，以保持对电厂运行的准确描述。值班日志通常应包含以下信息：

- (a) 电厂流程和值班时电厂的总体状态；
- (b) 反应堆和主要电厂系统运行方式的变化和设备；
- (c) 电厂配置异常，设备和系统失灵；
- (d) 导致偏离既定运行限值和条件的事件以及从这些事件中恢复的时间框架；
- (e) 已进行的监视和维护后试验；
- (f) 查明的偏差和采取的纠正行动；
- (g) 瞬变和事件。

4.56. 记录值班信息以及收集和归档值班记录的安排应确保能够方便地找到信息，并在必要的后续评价时能够以可靠的方式获取信息。日志应该清晰可辨，条目应该以叙述的方式进行，以便于阅读和理解。

4.57. 应特别注意建立和传达关于值班记录质量和内容清晰易懂的规则，并为操纵员提供适当的工作日志、控制表和清单。

4.58. 应使用来自运行经验的反馈来确定需要用于后续分析的数据量或记录。原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-50 号《核装置运行经验反馈》[17] 提供了关于运行经验反馈的建议。

4.59. 为了帮助重建事件，应在异常或意外事件期间记录尽可能多的重要信息。然而，日志保存不应优先于电厂的控制和监控。

4.60. 应记录对运行限值和条件的遵守情况。这包括在运行限值和条件的行动声明中记录偏离运行限值和条件的事件（见 SSR-2/2 (Rev.1) [1]第 4.10 段）。行动声明中的每个条目（见 SSR-2/2 (Rev.1) [1]第 4.14 段）应记录在适当的值班文件中（如日志、状态表、清单）。这些记录应包括进入行动声明的条件、进入的日期和时间以及行动声明到期的日期和时间，以及为使电厂恢复正常运行工况而采取的行动。

4.61. 值长应了解行动声明中的所有条目，并确保在允许的时间内采取适当的措施，以纠正或缓解行动声明中条目可能产生的任何不良后果。关于限制条件的信息应每天提供给运行部门和电厂的经理，以确保及时采取必要的行动。

4.62. 为了及时消除任何缺陷，值长和操纵员应定期评审其下属的工作日志。评审人员应确保记录准确和适当，并提出建议，以改善在保持日志方面存在缺陷的人员的绩效。此外，控制室日志的评审应由不属于值班团队的经理定期进行。

5. 设备和电厂状态的控制

电厂设备的标签

5.1. SSR-2/2 (Rev.1) [1]第 7.12 段指出：

“营运组织应负责确保安全设备和与安全有关的设备、房间、管道和仪器仪表的标识和标签准确、清晰、维护良好，并且不会造成任何退化。”

应为电厂建立、实施和持续维护一致的标签制度。应确保运行和维护人员熟知该系统。该系统应允许明确识别电厂中的每一个单独的部件。除了电厂部件的标签外，电厂门和隔间的标签也应被视为同一系统的一部分。

5.2. 所使用的标签系统应确保标签适合其安装地点的环境条件，并确保设备能够明确识别。标签的格式和位置应允许操纵员快速、轻松地识别部件，并应防止标签容易或无意地移除或放错位置。

5.3. 电厂管理层应确保所有阀门、开关、断路器和部件的标签使用与当前设计文件中规定的相同的标签术语。此外，运行程序和其他文件也应反映相同的术语。当发现差异时应按照既定程序报告和纠正。为了协助管理标签方案，应跟踪和监控有待纠正的差异数量。

5.4. 标签制度应鼓励操纵员识别丢失、损坏或难以辨认的标签，并包括一个程序，以确保及时采取相应的纠正措施。

系统校准

5.5. 对于每个电厂系统，应记录阀门、开关和断路器的校准情况。在系统开始运行之前，应进行完整的校准检查。应提前就可能需要设备和系统校准的条件建立明确的指导，包括电厂启动、停堆、重大改造和模式改变的工况。

5.6. 应制定和保持具体措施，以防止未经授权进入安全重要系统和设备。这些措施应包括有控制地进入相关房间或舱室，以及有效的钥匙控制系统或其他措施，以防止未经授权改变阀门、变送器、断路器或其他安全重要指定设备的位置（或未经授权的干预影响）。出入控制系统不应妨碍值班小组有效地控制安全系统的准备状态，并应允许他们在正常和异常的电厂工况下迅速和及时地运行设备。

5.7. 系统中可能受改造影响的部分应在初始运行前考虑，并应检查系统中这些部分的校准情况。如果发现系统中这些部分的阀门、开关或断路器校准不正确，应对系统的校准进行全面调整。

5.8. 阀门、开关和断路器不在当前运行的正确位置会对安全运行构成重大威胁。应定期（如每月）记录和报告发现错位或运行不当的物项数量，并评价差异的严重程度及其可能原因。这种定期监视还应能够识别和控制不必要的趋势。

设备停用和设备恢复使用

5.9. SSR-2/2 (Rev.1) [1]第 8.10 段指出：

“工作控制系统应确保电厂设备只有在得到指定运行部门工作人员的授权并符合运行限值和条件的情况下才能停止使用，以进行维护、试验、监视或视察。工作控制系统还应确保操纵员在维护、试验、监视和视察后允许设备恢复使用。只有在完成了记录在案的检查，证明新电厂的配置在既定的运行限值和条件范围内，并且在适当的情况下，在进行了功能试验之后，才应给予此类许可。”

5.10. 值长应在设备停止使用前进行彻底检查。该评审应至少解决退役原因和相关的运行限值和条件。评审还应考虑临时改造对系统可用性的影响，以及改造后的系统履行其预期安全功能的能力。值长应考虑所有改造对系统和部件的综合影响。在进行此评审时，值长应得到适当的合格人员的支持。

5.11. 对于任何安全系统的一系列以上通道或以下情况，应建立清晰的沟通并提供书面指导支持系统同时不可用，可能导致高风险（应考虑单一故障标准）。应在维护工作的控制中心和主控制室张贴适当的信息，并应将保持可运行的通道传达给电厂人员。

5.12. 必要时，应对在线维护或其他需要停止使用设备的活动采取补偿措施。运行经理和操纵员应确保建立并明确规定此类补偿措施，并且只实施根据电厂程序批准的措施。补偿措施的示例有使用替代电源、提供临时设备和实施临时改造。

5.13. 在设备停止使用之前，应考虑试验仍在使用的冗余通道或单一部件。应根据冗余数量、每个冗余通道或部件对安全的重要性以及自上次试验以来的间隔来评价是否需要额外试验以核实可用性。操纵员应在开始标记过程之前评价此类试验的结果。在启动通道或部件的标记流程之前，值长应进行工作前简报，其中还应包括电厂和冗余部件或通道的状态。此外，应制定程序，在冗余系统附近设置警告屏障和标志，以提醒操纵员注意其特殊保护状态。

5.14. 如果冗余或备份设备不可用，或者在工作过程中出现问题，应制定计划恢复设备的服务。

5.15. 在系统恢复服务之前试验其功能时，操纵员应该考虑整个系统的可运行性和预期功能，而不应该仅仅关注单一部件的可运行性。参与评审维护后试验结果的操纵员应接受适用于系统的功能和可运行性要求的培训。

5.16. 与在线工作活动相关的风险应根据电厂的安全分析进行评价，包括酌情考虑单一故障和基于特定于电厂的动态概率安全评定的风险知情方法。

5.17. 应定期评审安全重要物项无法执行其设计功能的时间（如每月、每季度、每年）。应记录无法使用期间的原因（如损坏、计划维护），以便识别长期设备问题或工作效率低下。

异物排除计划

5.18. SSR-2/2（Rev.1）[1]第 7.11 段指出：

“应实施和监控异物排除计划，并应作出适当安排，对系统或部件的隔离点进行锁定、标记或以其他方式固定，以确保安全。”

操纵员应确保遵守本异物排除计划的规定，并使用适当的程序。

5.19. 操纵员应接受异物排除计划的培训。异物的观察和报告应是现场操纵员和经理进行的电厂巡查的一部分。SSG-73[6]和 SSG-74[7]提供了进一步的建议。

设备状态监视

5.20. SSR-2/2（Rev.1）[1]要求 31 规定：“**营运组织应确保建立并实施有效的维护、试验、监视和视察计划。**”SSG-74[7]提供了关于满足此类计划要求的建议。

5.21. 监视计划应确保对安全重要物项在所有运行状态和事故工况下继续按照其预期设计功能运行。监视计划应包括监控、检查和校准、试验和视察；它应补充电厂的在役检查计划和设备鉴定计划。应评审监视试验结果，以确定可能表明任何恶化的长期趋势（另见第 10 段）。SSR-2/2（Rev.1）[1]第 8.4 段）。SSG-71[4]、SSG-72[5]和 SSG-74[7]提供了关于设备鉴定的其他建议。

5.22. 监视试验的启动应事先获得值长的授权，试验结果应及时报告给操纵员。值长应评审任何观察到的偏差或故障，并核实是否继续符合运行限值和条件。在监视试验过程中发现的任何偏差都应根据监视试验的成功标准进行评价。

5.23. 营运组织应指派运行部门以外的部门负责制定和实施单独的监视试验程序，规定适当的试验频率，完成一些试验，并确定验收标准。运行部门应负责安排和实施涉及设备运行的试验，负责评审已完成的试验报告以确保试验的完整性，并负责核实试验结果是否符合批准的验收标准。

5.24. 应安排监视活动，以消除共模故障的可能性。例如，如果一个团队要完成一个系统的所有冗余通道的试验，该团队可能会在所有冗余通道上犯相同的错误，从而导致共模故障。

5.25. 监视活动还应包括用于提供电力或排出余热的与安全有关的非永久性设备（另见 SSR-2/2 (Rev.1) [1]第 8.14A 段）。

反应性相关运行的控制

5.26. 当燃料处于该部门的监督之下时（即不仅仅是在反应堆运行期间），运行部门的管理层应参与影响燃料的所有运行的计划、评价和实施。管理层的参与程度应与运行部门对电厂安全运行的责任程度以及在值长监督下分配给值班人员的责任程度相对应。SSG-73[6]提供了与反应性相关的运行的进一步建议。

5.27. 关于可能导致反应性变化的运行决定应使反应堆保持在堆芯运行限值内，并留有足够的裕度。这也应为预期的瞬时运行工况下的安全提供基础。将裕度维持在堆芯运行限值的重要性应成为管理层在既定限值内运行期望的一部分。

5.28. SSR-2/2 (Rev.1) [1]第 7.22 段指出：“反应性运行应以审慎和仔细控制的方式进行，以确保反应堆保持在规定的运行限值和条件内，并达到预期的响应。”这些运行应包括反应性变化之间的适当时间间隔，在此期间监控反应堆以核实响应。

5.29. 要求根据批准的程序进行计划的反应性变化（见 SSR-2/2 (Rev.1) [1] 第 7.20 段）。反应性运行只有在值长明确许可的情况下才能进行。值长应监控反应性和电厂的演变，反应堆操纵员在执行计划的反应性变化时不应受其他职责和干扰。

5.30. 对反应堆功率或与反应性相关的任何其他运行的任何计划重大变更应仅在对变更的预期影响进行工作前简报后启动。在进行任何重大变更之前，应解决程序中的任何冲突，并讨论可能干扰工作或应急行动的问题。

5.31. 在反应性运行期间，应使用自评定和错误预防工具，如“停止、思考、行动、评审”方法和同行评审（另见第 5.70 段和第 5.71 段）。应对其他电厂人员（如化学技术员、仪器仪表和控制技术员）进行的可能影响反应性或余热排出的活动建立有效和适当的控制。

5.32. 运行部门应严格控制堆芯的卸料、换料、移动或装料以及所有其他堆芯改造。所有燃料的转移都必须按照核准的程序进行，并必须监控堆芯反应性，以防止意外临界（见 SSR-2/2 (Rev.1) [1] 第 7.20 段和第 7.21 段）。

堆芯冷却和燃料贮存冷却的控制

5.33. 运行部门应确保始终清楚地了解堆芯冷却和燃料贮存冷却的状态。所有电厂配置的变化都应由运行部门控制，以确保对堆芯和贮存的辐照燃料持续提供冷却。如果出于任何原因，对堆芯或贮存燃料的冷却存在担忧或不确定性，应采取直接和及时的措施来确定情况，然后采取行动确保保持足够的冷却。

警报控制

5.34. 操纵员应根据警报响应程序（见第 4.28 段）对警报条件做出及时响应。应清楚地宣布意外警报，使控制室的所有人员都知道，并应记录在案。所有警报应被视为正确有效，除非根据对其他电厂指示的评定证明并非如此。应讨论虚假或频繁发生的警报，并向运行部门管理层报告，以便及时采取纠正措施。

5.35. 电厂控制板或面板上的警报状态信息应提供给值班人员。此类信息应涵盖已完全禁用的警报器、单独输入已禁用的警报器、已停止使用的计算

机化警报器以及临时改变设定点的警报器。应开发工具或辅助工具（如特定的标准化标签、信息屏幕或公告板），以提高操纵员对警报状态的认识。

5.36. 应记录无法运行的警报，无论它们是由于故障还是故意抑制而无法运行，并应尽量减少其数量。此类警报的状态应明确确定，并应告知运行受影响系统或部件的操纵员。应制定一个程序，描述警报器从服务中移除并恢复服务的过程。

5.37. 应为操纵员提供替代手段，使他们能够核实受不可运行警报影响的系统和部件是否符合运行限值和条件，并监控设备参数是否存在可能被有缺陷或改变的警报掩盖的异常工况。

5.38. 无论何时确认警报，即使是预期的警报，也应扫描所有控制板和面板指示器，以确保同时发生的其他警报不会被忽视。

5.39. 在导致多个警报发生的情况下，一旦电厂稳定下来，应进行详细的警报分析，以识别意外的或与已知电厂问题不一致的警报。在实施应急运行程序的过程中，安全功能的评定应优先于警报状态的评定。

事故管理

5.40. SSR-2/2 (Rev.1) [1]第 5.8 段指出：

“应制定一项事故管理计划，其中应包括预防事故（包括比设计基准事故更严重的事故）的进展以及在发生事故时缓解其后果所必需的准备措施、程序和标准以及设备。事故管理计划应记录在案，并应定期评审和必要时修订。”

原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-54 号《核电厂事故管理计划》[18]提供了关于事故管理（包括严重事故管理）的建议。

5.41. 应为操纵员提供指导，说明如何对事故工况进行诊断，如何决定从应急运行程序过渡到严重事故管理导则，以及如何为此目的使用适当的工具和仪器仪表（例如关键安全监控系统）。

5.42. 应急运行程序应用于预防领域的事故管理（见 SSG-54[18]第 1.7 (a) 段），这些程序应解决设计基准事故和设计扩展工况，而不会显著降低燃料质量。

5.43. 严重事故管理导则应用于缓解领域的事故管理（见 SSG-54[18]第 1.7 (b) 段）。

5.44. 操纵员应该有主要的和替代的方法来监控重要的电厂参数和应急响应功能的实施。应进行演习和演练，以确保操纵员和应急响应组织能够使用可用的监控工具和方法。

5.45. SSR-2/2 (Rev.1) [1]第 5.8E 段指出：“事故管理计划应包括实施计划所需的培训。”

5.46. SSR-2/2 (Rev.1) [1]第 5.8A 段指出：

“对于多机组核电厂场址，影响所有机组的同时发生的事故应在事故管理计划中加以考虑。应提供训练有素、经验丰富的人员、设备、物资和外部支持，以应对同时发生的事故。应在事故管理计划中考虑各机组之间的潜在相互作用。”

操纵员应在装置之间使用任何可用的和可互连的手段来减少事故，而不损害完整装置的安全运行。

5.47. 原子能机构《安全标准丛书》第 GSR Part 7 号《核或辐射应急准备与响应》[19]规定了核或辐射紧急情况的准备和响应要求。

异常工况下的恢复

5.48. 控制室操纵员应将任何意外或异常工况通知值长。值长应确定电厂状态是否需要通知场外人员或监管机构。必要时，应授权值长启动应急计划。

5.49. 如果电厂在异常工况下没有按预期做出响应，值班人员应尽一切努力将电厂置于安全状态。

5.50. SSR-2/2 (Rev.1) [1]第 4.31 段指出：

“在发生导致计划外停堆、紧急停堆或重大瞬变的事件后，重启反应堆的责任和权限……应明确规定以书面形式建立的。应进行调查以确定事件的原因（必要时通过根本原因分析），并采取纠正措施以降低事件再次发生的可能性。在受影响电厂重新启动或恢复全部电力之

前，营运组织应采取必要的补救措施，包括视察、试验和修复受损的结构、系统和部件，并应重新核实可能受到事件挑战的安全功能。在及时实施必要的纠正措施后，应制定并遵循重新启动条件和标准。”

5.51. 每次启动反应堆跳堆后，控制室操纵员应根据批准的程序，核实电厂已按预期响应，其状态是安全的，以便检测反应堆跳堆的任何有害影响。

5.52. 只有在对核电厂的安全状况进行独立核实并确定反应堆跳堆原因后，才允许重新启动核电厂。运行部门高级经理、值班安全工程师或值班技术顾问应在值长的协助下进行独立核实。在反应堆跳堆发生后，在没有上述核实的情况下，不应授权值长做出重启反应堆的决定。

临时改造

5.53. SSR-2/2 (Rev.1) [1]第 4.39 段指出：“应建立并实施改造计划，以确保所有改造都得到正确识别、指定、筛选、设计、评价、授权、实施和记录。”核电厂运行中的临时改造应根据 SSG-71[4]提供的建议进行管理。运行部门应对临时改造负有基本责任，这些将在第 5.54—5.59 段中讨论。

5.54. 在实施临时改造之前，运行部门应参与评价和评审。评审应核实临时改造不会导致超过批准的运行限值，并且适合当前的电厂配置。在获得其他必要的批准后，临时改造应在实施前获得运行部门的批准。值长有权否决任何根据自己的判断作出临时改造。值长否决后应采取的行动应在电厂运行程序中定义。

5.55. SSR-2/2 (Rev.1) [1]第 4.41 段指出：

“临时改造应在时间和数量上加以限制，以尽量减少叠加的安全意义。临时改造应在其位置和任何相关控制位置明确标识。营运组织应建立正式制度，及时将临时改造及其对电厂运行和安全的影响通知有关人员。”

如果临时改造的持续时间超过其商定的持续时间，则应证明改造在当前电厂工况下的适用性、安全性和必要性。如果临时改造仍然有效，应执行类似于初始批准程序的批准程序，并应规定新的时限。

5.56. 应使用标签清楚地表明临时改造已被批准使用。运行部门应维护标签计划。每个批准的改造都应分配一个唯一的编号。

5.57. 控制室操纵员应保留已进行的临时改造的记录。记录应按编号标明每项改造，并应包括改造及其评审和批准的说明。

5.58. 运行部门应定期评审所有临时改造，以确保其持续适用性和正确实施。

5.59. 所有操纵员都应接受培训，以便在巡查电厂时寻找临时改造。培训应包括如何识别未经授权的临时改造，以及在发现此类改造时应采取的行动。

电厂化学控制

5.60. SSR-2/2 (Rev.1) [1]要求 29 规定：“营运组织应制定和实施化学计划，以为化学和放射化学提供必要的支持。”

5.61. SSR-2/2 (Rev.1) [1]第 7.14 段指出：

“应在电厂进行化学监视，以核实电厂系统中化学控制的有效性，并核实安全重要结构、系统和部件在规定的化学限值内运行。”

操纵员在化学控制方面的特定职责应明确规定，并应传达给运行部门。

5.62. 运行部门的人员应能够正确解释被监控的化学参数，并在必要时及时采取纠正措施。这包括在识别不符合电厂化学规范的条件和识别与化学制度维护不当相关的不利趋势方面的专业知识。这些人员还应接受使用适当的纠正措施来处理电厂化学问题的培训。操纵员应向化学部门报告化学参数的任何不良趋势和采取的纠正措施。化学部应分析数据，并建议运行部门采取任何进一步的纠正措施。

5.63. 操纵员应对油、油脂和化学废物进行控制，以防止此类物质进入放射性废物管理系统，并最大限度地减少可能对补给水质量产生不利影响的运行问题。

5.64. 如果水处理设备（如澄清器、木炭过滤器和除盐器）由运行部门的人员（而不是化学部的人员）运行或监控，这些人员应接受使用培训。原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-13 号《水冷核电厂化学计划》[20]提供了进一步的建议。

设备缺陷的处理

5.65. SSR-2/2 (Rev.1) [1]第 8.12 段指出：

“应建立管理和纠正缺陷的管理系统，确保操纵员不致负担过重。该系统还应确保电厂的安全不因这些缺陷的叠加效应而受到损害。”

该系统应规定电厂管理层的期望，以及识别和记录缺陷、设备故障和其他缺陷的责任。值长或运行经理应记录已发现的缺陷并确定其优先次序，以确保按照运行限值和条件和以使任何此类缺陷对安全性的影响最小化的方式。

5.66. SSR-2/2 (Rev.1) [1]第 4.14 段指出：

“应建立一个程序，以确保以适当的方式记录和报告偏离运行限值和条件的情况，并采取适当的应对行动。应对此类偏差的责任和沟通渠道应以书面形式明确规定。”

应明确建立记录此类偏差的系统，包括评价其对电厂、系统或设备物项可运行性的影响。

5.67. 应清楚地识别设备中的缺陷，以使进行电厂巡查和观察的操纵员能够很容易地发现这些缺陷。应实施标签系统，以识别设备缺陷并提供警告。发现的缺陷应根据其安全重要性进行表征，并应相应地确定纠正的优先顺序。

5.68. 营运组织应制定一项政策，规定识别和跟踪为运行有缺陷的设备物项而实施的临时措施。该政策应高度重视纠正导致需要此类临时措施的缺陷。在适用的情况下，此类措施应视为临时改造。

5.69. 应定期评审缺陷和临时措施对值班人员绩效的总体影响。应采取任何必要的补偿措施，包括部署额外的操纵员。

防止人为错误的工具

5.70. 应为核电厂运行提供适当的培训，重点是在人为错误成为事件原因之前预测和预防人为错误。应使用的工具类型包括：

- 任务预览。
- 工作现场评审（即巡查以评定工作的身体方面）。

- 质疑的态度。
- 自我检查和同行评审。
- 不确定时停止。
- “停止、思考、行动、回顾”的方法。
- 程序的使用和遵守。
- 有效沟通，例如：
 - 三方沟通；
 - 使用拼音字母。

5.71. 应根据工作情况使用其他人工绩效工具：

- 工作前简报；
- 核实践，包括并行核实（即由执行任务的个人和核实任务的人并行进行）、独立核实和同行评审；
- 标记（即突出显示要处理的部件）；
- 逐步跟踪程序（地点管理）；
- 可视化（例如，使用图表、特定显示、图画）；
- 在工作量较低的时期处理“假设”假想方案；
- 工作后评审。

SSG-72[5]提供了进一步的建议。

5.72. 运行部门应确保活动（包括试验、维护、维修和校准）的计划和执行以避免人为引起的设备故障的方式进行。特别重要的是有可能导致多组安全系统同时不可用的活动（称为人为引起的共因故障）。

6. 运行设备和运行辅助

控制室和控制板的状况

6.1. SSR-2/2 (Rev.1) [1]要求 27 规定：“**营运组织应确保运行控制室和控制设备保持在适当的状态。**”电厂的整体清洁、良好的照明和良好的环境条件是电厂运行的重要特征，应努力保持这些特征。

6.2. SSR-2/2 (Rev.1) [1]第 7.7 段指出：

“应保持控制室的可居住性和良好状况。如果电厂的设计预见到额外的或本地控制室，专用于控制可能影响电厂工况的过程，则应开发清晰的通信线路，以确保向主控制室的操纵员充分传递信息。”

控制室的照明、噪音水平和温度应为工作和通信提供合适的条件。

6.3. 控制台、仪器仪表板和计算机控制台的所有除尘和清洁应由值班人员或在他们的密切监督下进行，并且只能使用经批准的材料和技术。灯泡的必要更换和通风系统的维护应得到高度优先考虑。

6.4. SSR-2/2 (Rev.1) [1]第 7.8 段指出：

“辅助控制室（有时称为远程关闭面板）和控制室外的所有其他与安全相关的运行面板应保持可运行，没有障碍物，也没有妨碍其立即运行的非必要材料。这个营运组织应定期确认辅助控制室和所有其他与安全相关的运行面板处于适当的运行准备状态，包括适当的文件、通信、警报系统和可居住性。”

操纵员应定期检查辅助控制室和相关面板，包括相关通信和警报系统，是否处于适当的运行准备状态。

6.5. 应建立控制板仪器仪表和控制的运行性要求。这些运行性要求应解决维护的及时性以及无法使用的仪器仪表和控制设备的数量问题。应根据仪器仪表和控制设备对安全的重要性，及时向运行部门管理层报告仪器仪表和控制设备不可用的情况，并向电厂经理报告，以提高他们对这些情况的认识。

6.6. 控制室桌子和面板以及任何本地控制面板应清楚地显示系统和设备的可用性。仪器仪表显示器和信号器应清晰易读，便于操纵员理解，并保持无障碍物。控制室和电厂的布局应便于对文件和工具进行充分的控制和监督，并提供足够的空间，以便在主控制室和其他工作区域正确放置和使用程序。

6.7. 在电厂的正常运行中，控制室和电厂其他地方的本地控制面板上点亮的警报器的数量应尽可能减少，以使操纵员能够容易地识别电厂及其设

备状态的任何偏差。只有那些支持提供电厂状态信息所必需的警报器才应点亮。警报器的识别系统应使其重要性易于区分。

6.8. 主控制室、辅助控制室和其他工作场所应配备操纵员履行职责所需的文件。对于多机组电厂，文件应根据机组的配置状态和其他特定特征针对每个机组。

通信设备

6.9. SSR-2/1 (Rev.1) [2]要求 37 规定：

“应在整个核电厂内提供有效的通信手段，以促进在所有正常运行模式下的安全运行，并在所有假想始发事件之后和事故工况下可供使用。”

控制室和技术支持中心之间、控制室和现场操纵员之间以及现场和场外支持设施之间的通信和协调应通过可用、可靠、冗余和多样化的通信工具和实时信息系统来确保。

6.10. 应提供可靠的通信设备，以支持控制室和电厂内的运行。所用设备的类型和数量应允许与参与重要活动的所有电厂人员进行快速有效的音频通信，尤其是与值班团队的通信和值班团队内部的通信。

6.11. 应彻底评定所使用的通信设备，包括便携式无线电或电话的电磁干扰对电厂设备（尤其是数字控制设备）可能产生的不利影响，以及在工作场所预期条件（如噪音、振动）下的通信能力。应采取措施标记电厂内对使用通信设备适用特殊限制的区域。

6.12. 应定期评定通信系统在通知紧急情况方面的充分性。公共广播系统和其他紧急通知设备必须保持良好的运行状态，并定期试验（见 SSR-2/2 (Rev.1) [1]第 5.7 段）。

6.13. 应明确制定访问和使用通信系统的规则，并向所有电厂员工传播，以确保避免不必要地使用公共广播系统发布公告，并且不会影响重要通知。

操纵员辅助和支持工具

6.14. 操纵员辅助¹⁵ 可用于补充，但不能替代已批准的程序或程序变更。操纵员辅助工具不应用于替代危害标签或警告标签。明确的运行政策，以最大限度地减少应发展对操纵员辅助设备的使用和依赖。

6.15. SSR-2/2 (Rev.1) [1]第 7.5 段指出：

“应建立一个系统来管理和控制有效的操纵员辅助计划。操纵员辅助设备的控制系统应防止使用未经授权的操纵员辅助设备和任何其他未经授权的材料，如设备、本地面板、板和工作区域内测量设备上的任何种类的说明或标签。操纵员辅助设备的控制系统应用于确保操纵员辅助设备包含正确的信息，并对其进行更新、定期评审和批准。”

应在电厂建立一个管理控制系统，以提供关于如何管理和控制操纵员辅助计划的指示。操纵员辅助设备的管理控制系统应至少包括以下内容：

- (a) 在该电厂使用的操纵员辅助设备的种类；
- (b) 在使用操纵员辅助设备之前对其进行评审和批准的责任；
- (c) 核实操纵员辅助设备的程序包括最新的有效信息。

6.16. 操纵员辅助设备应放置在预计使用位置附近，张贴的操纵员辅助设备不应遮挡仪器仪表或控制设备。

6.17. SSR-2/2 (Rev.1) [1]第 7.6 段指出：

“应保持明确的运行政策，以尽量减少临时运行辅助设备的使用和依赖。在适当的情况下，临时操纵员辅助设备应成为永久的电厂特点或应纳入电厂程序。”

6.18. 如果运行规则预见到使用额外的设备（如测量设备）或工具（如梯子），应做出安排，确保仅使用经过适当试验或校准和授权的工具。此外，操纵员应配备足够的工具（例如手提手电筒、个人防护设备），以便能够有效地观察设备的正常运行、预计运行事件和事故工况。

¹⁵ 操纵员辅助工具包括草图、手写笔记、曲线和图表、说明、程序副本、印刷品、图纸、信息标签和操纵员用来协助他们履行指定职责的其他信息来源。

内务管理和物质条件

6.19. SSR-2/2 (Rev.1) [1]要求 28 规定：“营运组织应制定并实施计划，以在所有工作区域保持高标准的物质条件、内务管理和清洁。”电厂内务管理¹⁶应在所有工作区域保持良好的运行工况。

6.20. SSR-2/2 (Rev.1) [1]第 7.10 段指出：

“应建立行政控制，以确保运行房间和设备得到维护、照明良好和可进入，并对临时贮存加以控制和限制。应识别和报告退化的设备（例如，由于泄漏、腐蚀点、松动的部件或损坏的隔热层），并及时纠正缺陷。”

6.21. 工作区域应保持无碎片和泄漏（如润滑剂、化学品），并应创造一个环境，使所有偏离正常工况的情况都易于识别。

6.22. SSR-2/2 (Rev.1) [1]第 7.11 段指出：

“应实施和监控异物排除计划，并应作出适当安排，对系统或部件的隔离点进行锁定、标记或以其他方式固定，以确保安全。”

异物侵入的影响和环境条件的长期影响（即温度影响或腐蚀影响或可能影响电厂设备或结构长期可靠性的其他电厂退化）应作为电厂内务管理计划的一部分进行评价。

6.23. 应制定行政程序，以确定并明确传达正常运行工况、维护后工况和大修工况下电厂内务管理的角色和职责。对于电厂的所有区域，应明确谁负责确保该区域保持干净整洁。运行部门应定期监控电厂所有区域的内务管理和材料状况¹⁷，并在发现问题时采取纠正措施。

6.24. 应提供辐射防护、非放射性相关安全、应急急救和消防手段，以支持所有模式的电厂运行。此类设备应明确标记，并应充分分布在电厂。

¹⁶ 内务管理涉及电厂可安全进入和运行的程度，以及不必要的部件或设备不存在或适当定位的程度。

¹⁷ 物质条件涉及结构、系统和设备保持良好维护状态的程度。

6.25. SSR-2/1 (Rev.1) [1]要求 36 规定:

“核电厂应设置足够数量的逃生通道，并有清晰和持久的标记，以及可靠的应急照明、通风和安全使用这些逃生通道所必需的其他设施。”

电厂逃生路线不应被任何种类的材料或设备阻碍。通常情况下，逃生路线应设置发光标志、方向线和箭头，以便在没有正常照明的情况下保持能见度。

6.26. 在可行的情况下，电厂设备应易于现场操纵员使用。在提供设备通道时，应考虑非放射性相关的安全问题，如绊倒危害。应提供适当的手段（如使用遥控器、平台或永久楼梯），使操纵员能够控制（无需过度努力）出入受限的设备物项。显示仪器仪表（如测量仪）应适当放置以便于观察，而不需要现场操纵员特别额外的努力。这既适用于仪器仪表的识别，也适用于读数的获取。必要时，应提供额外的平台或其他访问手段。

6.27. 电厂区域和电厂系统及其相关部件应清晰准确地标记，使操纵员能够轻松识别设备及其状态。例如，这包括隔离标记、阀门位置、保护系统系列和不同系统的电力供应。

6.28. 临时标签，如标记缺陷、临时改造或临时警告的标签，是操纵员的重要信息来源。此类标签的使用应遵循与电厂整体标签政策相一致的政策（见第 5.1—5.4 段）。所采用的临时标签系统应便于检查是否符合授权和有效性程序，从而使操纵员能够区分新旧缺陷，并控制标签系统的正确使用（另见第 7.23—7.34 段）。

6.29. 运行部门的管理层应适当考虑任何废弃的设备，以及这些物项对操纵员的行为和电厂整体物质条件可能产生的有害影响。废弃的设备应从安全重要设备所在的区域移走。当电厂的惯例是将此类设备保留在工作区域时，该设备物项应明确标记，并应包括在电厂内务管理计划中。这种废弃的设备不应影响电厂的安全或操纵员保持必要运行工况的能力。

7. 工作控制和授权

工作控制程序

7.1. SSR-2/2 (Rev.1) [1]第 4.25 段指出：“应对所有常规和非常规运行活动进行评定，以确定与电离辐射有害影响相关的潜在风险。评定和控制的水平应取决于任务的安全重要性。”风险评定的目的是核实拟议活动的可接受性，并确定必要的适当控制措施，以确保防护和安全的最优化。风险评定的结果应纳入与活动相关的工作程序或控制文件，例如工作许可证发放系统的文件。

7.2. SSR-2/2 (Rev.1) [1]第 8.9 段指出：

“应建立适当的工作控制系统，以保护人员的安全，并在维护、试验、监视和视察期间保护设备。应在值班时以及工作前和工作后关于维护、试验、监视和视察的简报会上传递相关信息。”

7.3. 全面的工作控制系统应涵盖确保工作区域安全和防止工作活动对安全造成不当影响所需的任何授权、许可证和证书。在工作控制系统中应考虑以下事项：

- (a) 遵守运行限值和条件的规定；
- (b) 保持纵深防御；
- (c) 工作指令授权；
- (d) 设备隔离管理程序，包括工作许可证和标签；
- (e) 辐射工作许可证；
- (f) 非放射性相关的安全预防措施，包括高空运行，在密闭空间工作，起重和索具，以及与其他工作的接口；
- (g) 加工系统的排水、再填充和通风；
- (h) 工作场所的排水设施和通风；
- (i) 控制火警危害；
- (j) 电气和机械隔离的技术程序设备；
- (k) 对电厂改造的控制。

SSG-74[7]提供了关于工作授权、许可和证书的建议。GSG-7[16]第 3.94—3.96 段也提供了关于使用辐射工作许可证的建议。

7.4. SSR-2/2 (Rev.1) [1]第 8.11 段指出：“维护小组、运行小组和支持小组（如消防、辐射防护、实物防护和非放射性相关安全小组）之间也应保持协调。”工作控制流程应解决所有工作组之间的接口问题。运行部门应协助维护部门计划和执行电厂系统和部件的工作，以确保设备的可靠性和可用性得到优化。

7.5. 工作控制流程应用于确保操纵员，尤其是主控制室的操纵员，了解并批准了电厂的工作，并保持对电厂配置的正确控制（参见 SSR-2/2 (Rev.1) [1]要求 10）。该流程应进一步用于确保操纵员了解所执行工作的预期效果，包括警报和系统功能的变化。

7.6. 工作控制过程应包括设备停用和设备恢复使用（见第 5.9—5.17 段）。与设备隔离、维护后试验、系统恢复使用和相关独立核实相关的责任和权限应在工作授权程序中明确定义。

7.7. 在对安全重要物项附近进行的非常规工作（如架设脚手架、安装临时铅屏蔽）也应获得运行部门的授权。电厂内的清洁和油漆以及电厂外任何可能影响安全的工作（如冷却水入口附近的施工、挖掘或疏浚）也应获得运行部门的授权。此类工作活动时，应通知值班人员。

7.8. 在多机组电厂，应建立工作控制流程，以确保一个机组正在进行的工作活动不会影响其他机组的安全运行。

7.9. 未在计划时间内完成的工作订单可根据值长的重新评定给予正式延期。只有当重新评定提供证据证明停用设备对电厂的安全运行或符合运行限值和条件没有不利影响时，才应延长计划的时间期限。应尽量减少延长工作订单的数量，并应分析偏离计划时间表的原因，以确定对工作活动的计划和执行的任何必要改变。

工作计划和时间安排

7.10. 安全重要电厂系统和设备的工作计划应进行协调，以确保电厂始终处于安全状态，并符合运行限值和条件。应使用时间安排和计划来确定工作的优先顺序，以便将安全风险降至最低。一个动态概率安全评定是可用的，它应该用于优化运行中的工作计划以及停堆和大修工况，以最小化电厂的整体风险。应鼓励操纵员挑战假设，并确保在遇到意外工况时，安全始终高于工作计划。

7.11. 应为运行部门提供足够的资源，以指导和协助主要工作序列的计划和调度。运行部门的管理层应积极参与计划和安排工作的过程。应为运行部门的人员提供额外的支持，以应对停堆和其他高工作量时期。

7.12. 应计划在控制区开展的工作，以便将剂量保持在合理可达尽量低水平。辐射防护小组应参与任何可能导致大量职业照射活动的计划，并应就在受控区域开展工作的条件提出建议[16]。

7.13. 值班和班组应熟悉维护工作时间表的细节。除特殊情况外，应拒绝计划外的工作，维护人员应负责按照批准的计划工作。

7.14. 运行部门应评审维护后试验计划。此检查可在计划和安排维护时进行，并应在试验前由控制室人员重复进行。

对特殊试验和非常规活动的控制

7.15. 运行部门应充分控制事先没有规定程序的特殊试验¹⁸和非常规活动。应做好准备，确保试验一完成，电厂就恢复正常运行状态。

7.16. SSR-2/2 (Rev.1) [1]第 4.27 段指出：

“在没有充分正当性的情况下，不得进行任何试验。如果需要进行现有运行程序未涵盖的非常规运行或试验，应进行特定安全评审，并应制定特别程序，并根据国家或其他有关法规获得批准。”

¹⁸ 这方面的特殊试验是指未列入监视计划或不经常进行的任何试验。

7.17. 特殊试验或非常规活动的程序应明确规定应遵守的任何特殊预防措施、应分析的可能风险以及在试验过程中出现问题时应采取的行动。特殊试验的程序应包括在进行试验之前，需要向参与试验的操纵员说明试验的风险。该程序应包括出现意外工况时停止试验的标准。

7.18. 运行部门经理和安全工程师或值班技术顾问（见第 3.9 段和第 3.10 段）应保持监督和特殊试验或非常规活动中了解电厂状态。

7.19. SSG-74[7]提供了关于试验功能的建议。

大修控制

7.20. SSR-2/2 (Rev.1) [1]要求 32 规定：“**营运组织应建立并实施安排，以确保停堆期间工作活动的有效执行、计划和控制。**”运行部门应参与停堆活动的所有方面，以确保停堆期间的风险得到适当管理，并通过全面的计划和调度、有效的协调和实施以及系统和部件及时恢复到运行状态来优化停堆的有效性。

7.21. 运行部门应参与大修活动的协调，以确保保持设备的正确配置，并知道设备状态，并将其传达给每个即将到来的班次。

7.22. 应保持对系统和冗余系统的控制，这些系统和冗余系统是将电厂维持在安全停堆状态所必需的。应特别注意冗余电源、堆芯冷却系统、能力确保安全壳的完整性、乏燃料水池的冷却、燃料装卸活动、安全重要系统和辅助系统的相互依赖性。SSG-74[7]提供了进一步的建议。

设备隔离程序

7.23. 应制定设备隔离和标记程序，以确保人员和设备得到保护，并控制标记边界和边界内所有部件的状态。所有参与设备标记和隔离的操纵员都应接受培训，并定期接受这些流程的复训。

7.24. 应做出适当的安排，锁定、标记或以其他方式固定隔离点，以确保安全。断路器和开关的锁定设备应足以防止设备的意外启动或不正确定位。停止使用的系统和部件应在电厂和控制室中用适当的标志和标签标识。如果不可能切断隔离边界内的所有设备或部件的电源，管理层应确保主管和操纵员完全了解哪些设备正在通电及其位置。

7.25. 应制定并遵守实施电气和机械隔离以及发放辐射工作许可证的规则。运行部门的合格人员应核实隔离程序和清单。应定期评审标签的准确性和持续适用性。

7.26. 应建立非隔离设备带电电压下工作的程序，包括此类工作的授权。应控制提升的引线和电气跳线并贴上标签。

7.27. 在多机组电厂中，应进行安排，以防止设备隔离在错误的机组中。

7.28. 用于保护人员或设备的标签应明确可识别，并且在外观上应不同于其他电厂标签。所有人员应理解用于保护人员或设备的标签的含义。如果全尺寸标签会遮住开关、指示器或其他控制设备或信息设备，则应使用微型标签。

7.29. 应使用警告标签来识别特定于标记部件的短期条件。此类警告标签应用于系统或部件正常工作，但在投入运行前暂时需要采取一些预防措施的情况。

7.30. 标签应由在标签过程中合格并了解要执行的工作范围的操纵员准备。负责执行工作的部门应足够详细地描述工作范围。应独立评审准备好的标签的准确性和充分性。准备标签的人或评审标签的人应该是负责受影响装置的操纵员。指示安全重要设备状态的标签应由值长或监督受影响机组的控制室操纵员批准。

7.31. 标签应由了解被贴标签的部件和系统的合格操纵员放置。对于需要独立或同时核实的部件，应由第二名合格人员核实标签和部件的位置。这种第二次核实应该是对操纵员或值长在工作开始前进行核实的补充。只有在核实所有标签都已就位并且系统或部件已被隔离后，运行才应开始。

7.32. 应向控制室操纵员提供所有活动标记请求的记录和所有标记部件的位置，以便他们能够随时确定标记将如何影响运行。运行部门的管理层应定期评审在电厂放置标签的请求，以核实每个请求的必要性。

7.33. 移除标签应得到值长或运行部门其他负责人的授权。移除标签的授权应得到在隔离边界内工作的所有小组的批准。授权移除标签的人员应确保正确指定了部件的最终位置和安装顺序。此外，此时应确定隔离边界内其他未标记部件的校准，并应核实它们是否符合正常校准要求。

7.34. 必要时，应建立临时移除隔离标签的程序。当临时移除标签是适当的时候应该指定它。应规定参与临时移除标签操纵员的角色和职责。临时删除的标记并且应该以类似于正常放置或移除的方式来控制替换。所有移除和更换标签的情况都应经过批准、评审、记录和核实。

非放射性相关的安全

7.35. SSR-2/2 (Rev.1) [1]要求 23 规定：

“营运组织应制定并实施一项计划，以确保与参与电厂活动的人员的非放射性相关危害伴随的安全相关风险保持在合理可达尽量低水平。”

7.36. 第 7.23—7.34 段所述的标记程序还应涉及非放射性相关的安全问题。应规定使部件和设备停止使用、关闭电气柜或开关站中的断路器、排空系统和使系统或部件恢复使用的非放射性相关安全预防措施。应制定程序，规定处理危害物质（如热水、蒸汽、化学品、加压气体）的方式，以避免对操纵员、电厂和环境造成任何有害影响。

7.37. 值长和运行部门的管理人员应定期巡查电厂，以观察标记过程和设
备恢复使用的过程，特别是以确保现场操纵员安全的方式填充和排放排水系统或部件的过程。如有任何不遵守计划的情况对于确定的非放射性相关安全，应立即纠正。

7.38. SSR-2/2 (Rev.1) [1]第 5.26 段指出：

“所有人员、供应商、承包商和访客（酌情）均应接受培训，并应掌握非辐射安全计划及其与核安全和辐射安全计划接口的必要知识，并应遵守其安全规则和实践。营运组织应在非放射性相关危害领域为电厂人员提供支持、指导和协助。”

7.39. 要求调查非放射性相关的安全事件（见 SSR-2/2 (Rev.1) [1]第 5.28 段）。运行部门应确定分析此类事件的直接原因和根本原因，分析其发生趋势，并采取行动减少此类事件的数量。

7.40. 应制定使用个人防护设备应对非放射性相关安全危害的程序。这包括使用安全帽、安全眼镜、安全带、听力保护设备、合适的鞋类以及在带电设备或危害化学品上工作时的防护设备和服装。安全设备的日常使用规则应清楚地张贴在适用的地点，并应规定在该地点应遵循的非放射性相关的安全程序。

7.41. 所有操纵员都应知道，如果需要非放射性相关的专业急救人员，例如从高空或密闭空间疏散伤员，应该联系谁。这些现场应急人员应为所有可合理预见的救援假想方案制定完善的救援计划和合适的设备，并应接受可靠实施这些计划的培训。救援计划应该是最新的，以反映电厂配置的变化和运行经验。应定期进行涉及操纵员和应急人员的非放射性相关联合演习，以确保这些计划能够有效实施。

参 考 文 献

- [1] 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）。
- [2] 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）。
- [3] 国际原子能机构《核电厂运行限值和条件及运行规程》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-70 号，国际原子能机构，维也纳（2022 年）。
- [4] 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 SSG-71 号，国际原子能机构，维也纳（编写中）。
- [5] 国际原子能机构《核电厂营运组织》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-72 号，国际原子能机构，维也纳（编写中）。
- [6] 国际原子能机构《核电厂堆芯管理和燃料装卸》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-73 号，国际原子能机构，维也纳（2022 年）。
- [7] 国际原子能机构《核电厂维护、试验、监视和视察》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-74 号，国际原子能机构，维也纳（2022 年）。
- [8] 国际原子能机构《核电厂员工的招聘、资格和培训》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-75 号，国际原子能机构，维也纳（2022 年）。
- [9] 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）。
- [10] 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）。
- [11] 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）。
- [12] 国际原子能机构《设施退役》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 GSR Part 6 号，国际原子能机构，维也纳（2014 年）。

- [13] 国际原子能机构《核电厂、研究堆和其他核燃料循环设施的退役》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-47 号，国际原子能机构，维也纳（2018 年）。
- [14] 欧洲委员会、联合国粮食及农业组织、国际原子能机构、国际劳工组织、经济合作与发展组织核能机构、泛美卫生组织、联合国环境计划署、世界卫生组织，《国际辐射防护和辐射源安全基本安全标准》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 GSR Part 3 号，国际原子能机构，维也纳（2014 年）。
- [15] 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）。
- [16] 国际原子能机构、国际劳工组织，《职业辐射防护》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 GSG-7 号，国际原子能机构，维也纳（2018 年）。
- [17] 国际原子能机构《核装置运行经验反馈》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-50 号，国际原子能机构，维也纳（2018）。
- [18] 国际原子能机构《核电厂事故管理计划》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-54 号，国际原子能机构，维也纳（2019 年）。
- [19] 联合国粮食及农业组织、国际原子能机构、国际民用航空组织、国际劳工组织、国际海事组织、国际刑警组织、经济合作与发展组织核能机构、泛美卫生组织、全面禁止核试验条约组织筹备委员会、联合国环境规划署、联合国人道主义事务协调厅、世界卫生组织、世界气象组织，《核或辐射应急准备与响应》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 GSR Part 7 号，国际原子能机构，维也纳（2015 年）。
- [20] 国际原子能机构《水冷堆核电厂化学计划》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-13 号，国际原子能机构，维也纳（2011 年）。

参与起草和审订人员

Andersson, O.	瑞典顾问
Asfaw, K.	国际原子能机构
Bassing, G.	顾问（德国）
Cavellec, R.	国际原子能机构
Depas, V.	比利时能源集团电力公司
Lipar, M.	顾问（斯洛伐克）
Nikolaki, M.	国际原子能机构
Noël, M.	欧洲委员会联合研究中心（比利时）
Rangelova, V.	国际原子能机构
Shaw, P.	国际原子能机构
Tararin, A.	俄罗斯联邦俄罗斯核电厂联合企业
Vaišnys, P.	顾问（奥地利）

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