

# 国际原子能机构安全标准

保护人类与环境

## 核电厂、研究堆和 其他核燃料循环设施 的退役

### 特定安全导则

### 第 SSG-47 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

## 国际原子能机构的成员国

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	巴布亚新几内亚
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
白俄罗斯	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
佛得角	大韩民国	塞拉利昂
布隆迪	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
埃塞俄比亚	荷兰	越南
斐济	新西兰	也门
芬兰	尼加拉瓜	赞比亚
法国	尼日尔	津巴布韦
加蓬	尼日利亚	
冈比亚	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-47 号

# 核电厂、研究堆和 其他核燃料循环设施的退役

## 特定安全导则

国际原子能机构  
2023 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內容。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，2023 年  
国际原子能机构印刷  
2023 年 11 月·奥地利

## 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，奥地利，2023 年 11 月  
STI/PUB/1812  
ISBN 978-92-0-548422-8（简装书：碱性纸）  
978-92-0-548322-1（pdf 格式）  
ISSN 1020-5853

# 前 言

国际原子能机构（原子能机构）《规约》授权原子能机构“制定或采取旨在保护健康及尽量减少对生命与财产的危险的安全标准”。这些标准是原子能机构在其本身的工作中必须使用而且各国通过其对核安全和辐射安全的监管规定能够适用的标准。原子能机构与联合国主管机关及有关专门机构协商进行这一工作。定期得到审查的一整套高质量标准是稳定和可持续的全球安全制度的一个关键要素，而原子能机构在这些标准的适用方面提供的援助亦是如此。

原子能机构于1958年开始实施安全标准计划。对质量、目的适宜性和持续改进的强调导致原子能机构标准在世界范围内得到了广泛使用。《安全标准丛书》现包括统一的《基本安全原则》。《基本安全原则》代表着国际上对于高水平防护和安全必须由哪些要素构成所形成的共识。在安全标准委员会的大力支持下，原子能机构正在努力促进全球对其标准的认可和使用。

标准只有在实践中加以适当应用才能有效。原子能机构的安全服务涵盖设计安全、选址安全、工程安全、运行安全、辐射安全、放射性物质的安全运输和放射性废物的安全管理以及政府组织、监管事项和组织中的安全文化。这些安全服务有助于成员国适用这些标准，并有助于共享宝贵经验和真知灼见。

监管安全是一项国家责任。目前，许多国家已经决定采用原子能机构的标准，以便在其国家规章中使用。对各种国际安全公约缔约国而言，原子能机构的标准提供了确保有效履行这些公约所规定之义务的一致和可靠的手段。世界各地的监管机构和营运者也适用这些标准，以加强核电生产领域的安全以及医学、工业、农业和研究领域核应用的安全。

安全本身不是目的，而是当前和今后实现保护所有国家的人民和环境的目标的一个先决条件。必须评定和控制与电离辐射相关的危险，同时杜绝不当限制核能对公平和可持续发展的贡献。世界各国政府、监管机构和营运者都必须确保有益、安全和合乎道德地利用核材料和辐射源。原子能机构的安全标准即旨在促进实现这一要求，因此，我鼓励所有成员国都采用这些标准。



# 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<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）（从2016年起）、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。

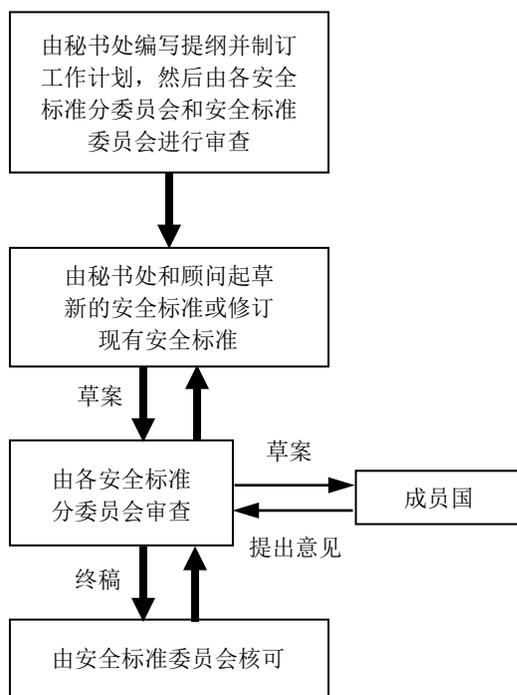


图 2. 制订新安全标准或修订现行标准的过程。

## 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

安全相关术语应按照《国际原子能机构安全术语》（见 <http://www-ns.iaea.org/standards/safety-glossary.htm>）中的定义进行解释。否则，则采用具有最新版《简明牛津词典》所赋予之拼写和含义的词语。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 (1.1-1.12).....	1
目的 (1.13).....	3
范围 (1.14-1.25).....	3
结构 (1.26-1.27).....	6
<b>2. 保护人类和环境 (2.1-2.21)</b> .....	<b>6</b>
<b>3. 与退役相关的职责 (3.1-3.25)</b> .....	<b>11</b>
<b>4. 退役管理 (4.1-4.31)</b> .....	<b>15</b>
<b>5. 退役策略 (5.1-5.18)</b> .....	<b>20</b>
影响退役策略选择的因素 (5.19-5.42).....	25
<b>6. 退役资金的筹措 (6.1-6.15)</b> .....	<b>29</b>
<b>7. 设施寿期内的退役计划 (7.1-7.4)</b> .....	<b>31</b>
设计和建造中的注意事项 (7.5-7.9).....	33
初始退役计划 (7.10).....	34
退役计划的更新 (7.11-7.19).....	35
最终退役计划 (7.20-7.43).....	37
公众参与 (7.44-7.47).....	41
意外的永久关闭 (7.48-7.53).....	41
<b>8. 退役行动的实施 (8.1-8.22)</b> .....	<b>42</b>
退役行动期间的监管监督 (8.23-8.28).....	47
应急安排 (8.29-8.33).....	48
放射性废物管理 (8.34-8.43).....	49
<b>9. 完成退役行动和终止退役授权 (9.1-9.27)</b> .....	<b>51</b>
<b>附录 设施退役安全评定的考虑事项</b> .....	<b>57</b>
<b>参考文献</b> .....	<b>63</b>
<b>附件 I 最终退役计划和支持文件的建议结构和内容</b> .....	<b>67</b>
<b>附件 II 最终退役报告的建议结构和内容</b> .....	<b>72</b>
<b>附件 III 最终放射性调查报告的建议结构及内容</b> .....	<b>73</b>

附件 IV 退役相关文件示例.....74  
附件 V 相关文献.....75  
参与起草和审订人员.....79

# 1. 导言

## 背景

1.1. 在各种应用中使用核材料和其他放射性物质或放射源的许多设施<sup>1</sup>，在其寿期末将面临永久关闭<sup>2</sup>。国家能源政策、不断变化的能源市场或不可预见的情况（如重大事故）等因素可能导致设施比计划提前永久关闭。即使是目前正在计划或建造的新设施，最终也将永久关闭。这些设施都需要退役。本“安全导则”推荐采用连贯性的方法计划和实施新设施和现有设施的退役工作，并吸取以往退役项目的经验教训。

1.2. 正如原子能机构《安全标准丛书》第 GSR Part 6 号《设施退役》[1]所界定的，“……‘退役’是指为允许从设施中取消部分或全部监管而采取的行政和技术行动”。虽然退役是设施寿命的最后阶段，但退役的各个方面，如尽量减少放射性废物（特别是衰变周期长的放射性废物）的设计、退役计划和记录保存，从设施的初始计划和设计开始到设施的整个寿期内都需要加以考虑。

1.3. 退役行动包括结构、系统和部件（SSCs）的去污、拆卸和移除，包括管理由此产生的放射性废物和退役工作人员的辐射防护，以及进行特性调查以支持退役。采取这些行动是为了逐步和系统地减少退役期间的放射性危害，并在计划和评定的基础上实施，以确保安全、工作人员、公众和环境的保护，以证明退役设施达到了计划的最终状态。

1.4. 去污、拆卸和其他退役行动可在永久关闭后立即进行，也可推迟到安全封闭期<sup>3</sup>后进行。因此，采取退役行动的时间通常从简单和小型设施立即拆除的几个月到大型和复杂设施采用推迟拆除策略（例如考虑放射性衰变）的几十年不等。退役可包括在进行退役行动期间对设施局部解除监管的

---

<sup>1</sup> “设施”一词是指建筑物及其相关的土地和设备，包括地表和地下土壤，以及任何地表或地下水或含水层。在本“安全导则”中，术语“设施”的使用范围有限，涵盖本“安全导则”中考虑的设施类型，如第 1.14 段和第 1.15 段所述。

<sup>2</sup> 本“安全导则”中使用的术语“永久关闭”表示设施已停止运行，不会重新开始运行。

<sup>3</sup> “安全封闭”一词是指在执行延期拆除策略期间，该设施被放置并保持在一个安全的长期贮存条件，直到进行去污和拆除行动。

阶段。在完成所有计划的退役行动并达到计划的结束状态时，可以终止退役授权。设施的场址和其余结构将根据最终状态可供无限制或有限制的再利用。

1.5. 依据国家监管制度，设施的退役可能需要发放退役许可证，或在设施整个寿命周期内在许可证框架内授权开展退役行动直至该设施解除监管控制为止。在本“安全导则”中，“退役授权”一词用于表示这些监管概念中任何一个相关的概念。

1.6. 设施退役通常作为一个项目进行。退役项目是一项协作举措，涉及支持性的分析和研究，并经过仔细计划，以确保计划行动的安全，和完成设施的监管部分或全部解除。退役项目通常在最终退役计划的准备工作启动时开始，或在某些情况下，在退役授权授予时开始。

1.7. 为确保工作人员、公众和环境得到保护，需要对退役和实施退役行动进行充分的计划。随着全世界核工业的扩大以及许多设施的使用寿命即将结束，经验已表明在新设施的选址、设计和建造期间进行退役计划的重要性。当设施运行即将结束时，或在永久关闭后立即停止运行时，需要在开始停止运行活动之前对停止运行进行详细计划（即最终退役计划草案）。然而，仍有一些接近使用寿命或已经永久关闭的现有设施没有退役计划，对于这些设施需要尽快制定最终退役计划。

1.8. 本“安全导则”取代 1999 年<sup>4</sup> 发布的《核电厂和研究堆的退役》和 2001 年<sup>5</sup> 发布的《核燃料循环设施的退役》。

1.9. 关于医疗、工业和研究设施退役的指导意见见原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-49 号《医疗、工业和研究设施的退役》[2]。

1.10. 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》[3]和原子能机构《安全标准丛书》第 GSG-9 号《放

---

<sup>4</sup> 国际原子能机构《核电厂和研究堆的退役》国际原子能机构《安全标准丛书》第 WS-G-2.1 号，国际原子能机构，维也纳（1999 年）。

<sup>5</sup> 国际原子能机构《核燃料循环设施的退役》国际原子能机构《安全标准丛书》第 WS-G-2.4 号，国际原子能机构，维也纳（2001 年）。

射性流出物排入环境的监管控制》[4]提供了关于辐射防护、对向环境排放的放射性流出物的监管和对放射性废物相关管理的要求和导则。

1.11. GSR Part 3[3]、原子能机构《安全标准丛书》第 RS-G-1.7 号《排除、豁免和解控概念的适用》[5]和原子能机构《安全标准丛书》第 WS-G-5.1 号《解除终止实践后场址的监管控制》[6]从监管角度提出了材料、设备和场所辐射释放标准的要求和导则。

1.12. 原子能机构《安全标准丛书》第 SSR-6 (Rev.1) 号《放射性物质安全运输条例》(2019 年版) [7]和原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-26 号《国际原子能机构〈放射性物质安全运输条例〉咨询材料》[8]提供了关于放射性物质运输及相关安全和环境方面的要求和导则。

## 目的

1.13. 本“安全导则”旨在就退役计划、退役行动的开展、退役完成的证明以及设施退役授权的终止，向监管机构、许可证持有者、技术支援机构和其他相关各方提供指引。其目的是协助各国确保按照良好的国际惯例，以安全和环境可接受的方式进行设施退役。

## 范围

1.14. 本“安全导则”就如何满足适用于退役的安全要求提供指导，主要是 GSR Part 6[1]规定的安全要求，也包括其他“安全要求”出版物中规定的安全要求。本“安全导则”适用于核电厂、研究堆和其他核燃料循环设施安全退役的考虑因素和行动。本“安全导则”的范围包括以下类型的设施：铀转化厂、铀浓缩厂、核燃料制造厂、包括次临界和临界组件的研究堆、核电厂、乏燃料贮存设施、后处理设施和放射性废物预处理管理设施。铀矿和钍矿以及处置放射性废物的设施不在本“安全导则”的范围内，因为这些设施必须关闭而不是退役。开采和加工铀和钍的地面处理设施必须退役，本“安全导则”中的所有建议也适用于这类设施。对于放射性废物处置设施，本“安全导则”提供了与辅助基础设施（即须进行关闭的处置区以外的设施部分）的退役提供相关建议。

1.15. 本“安全导则”中提供的指引，适用于核燃料循环研究和开发设施的退役，这些设施（例如，试验电厂或示范电厂）开展工艺和设备的研发活动以在工业规模上应用。

1.16. 本“安全导则”不涉及医疗和工业设施的退役问题，也不涉及对特定核材料进行实验室规模实验和用于基础研究的非反应堆研究设施的退役问题，如原型核燃料（在反应堆中辐照前后），或对新工艺产生的核材料或废物进行研究的问题。这类设施的退役问题在 SSG-49[2]得到了解决。虽然关于退役过程的一般导则完全适用于处理天然放射性物质的设施，但本“安全导则”并没有对这类设施提供特定的指导。其他安全导则[2、9]提供了附加指导。

1.17. 本“安全导则”涉及的退役考虑因素和活动适用于设施的整个寿命期，从设施的选址和设计到退役授权的终止。根据有关安全、辐射防护和环境保护的一般考虑以及相关监管方面的考虑，本“安全导则”为退役策略的选择、退役计划的制定和最终退役计划的实施提供指导。本“安全导则”涉及设施退役分级方法的应用、设施寿期内的主要退役考虑因素、退役计划和安全评定、退役资金筹措、从运行到退役的过渡、退役管理、退役活动的开展、退役的完成以及退役授权的终止。

1.18. 设施退役涉及一系列广泛的活动，这些活动是在存在各种放射性和非放射性危害及相关风险的情况下开展的。根据设施的类型和复杂性、其放射性物质清单和退役期间预期的潜在危害，满足退役要求所需的详细计划程度有所不同，但退役的总体方法仍然相同。这种总体方法通过应用分级方法来适应特定设施的情况，分级方法可影响退役策略的选择、计划细节、退役活动的进行和所选择的最终状态。

1.19. 本“安全导则”涉及与设施退役相关的活动所造成的辐射风险，以及退役活动所产生的放射性废物和物质的管理。它主要用于具有正常运行历史（例如，没有发生严重的事故），然后计划永久关闭的设施。然而，许多考虑因素也同样适用于事故后导致设施严重损坏或场址及其周围地区广泛污染的退役。在这种情况下，本“安全导则”可用作制定专用退役规定的基础，以应对事故后工况。

1.20. 对新核燃料或乏燃料的管理、对运行期间使用的其他工艺材料的管理以及对运行阶段产生的放射性废物的管理是重复的或持续的活动，这些

活动须满足运行许可证。因此，这些行动不应被视为退役项目的一部分。如果在退役前无法将乏燃料和废物从运行中移除，则应在最终退役计划中反映出来，并应在退役授权下或在处理或贮存运行中乏燃料和废物的单独运行许可证下进行此类废物的移除。国际原子能机构的其他安全标准涉及这些方面，包括原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-15 号《乏燃料的贮存》[10]、原子能机构《安全标准丛书》第 GSR Part 5 号《放射性废物的处置前管理》[11]、原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-40 号《核电厂和研究堆放射性废物的处置前管理》[12]、原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-41 号《核燃料循环设施放射性废物的处置前管理》[13]和原子能机构《安全标准丛书》第 WS-G-6.1 号《放射性废物的贮存》[14]。

1.21. 除放射性危害外，与设施有关的危害还可能包括化学、生物和工业危害，应考虑采取权衡的办法来处理所有危害。例如，在退役行动中可能会遇到非放射性危害，如由于石棉或多氯联苯的释放而造成的危害。本“安全导则”没有明确论述非放射性危害，但应在退役的所有方面给予适当考虑，包括退役计划、退役管理、退役资金筹措、退役活动的开展和退役的完成。

1.22. 如果设施仅有部分退役，本“安全导则”仅适用于与退役部分相关的退役活动。但是需要解决设施其他部分的任何持续运行可能导致的安全隐患。与运行中的研究堆有关的实验室设施的退役可能属于这种情况。

1.23. 采矿和加工的残余物如尾矿和废石的管理不在本“安全导则”的范围之内，原子能机构《安全标准丛书》第 WS-G-1.2 号《矿石开采和冶炼中放射性废物的管理》[9]对此作了考虑。虽然本“安全导则”适用于与处理和贮存放射性废物有关的设施，但它没有涉及放射性废物的处置和处置设施的关闭。这些问题在原子能机构的其他安全标准中已做了考虑[15—18]。

1.24. 本“安全导则”适用于计划的、授权的活动。虽然在设施退役的有关章节提到了一些治理措施，但本“安全导则”不适用于治理情况，原子能机构的其他安全标准[3、19]适用治理情况。

1.25. 退役期间必须考虑安保问题，但这些问题超出了本出版物的范围。原子能机构在《核安保丛书》中提出了关于核安保的基本原则和建议[20—23]<sup>6</sup>。原子能机构《安全标准丛书》第 GSR Part 1 (Rev.1) 号《促进安全的政府、

---

<sup>6</sup> 有关核设施寿期安保的核安保导则草案正在准备中。

法律和监管框架》[24]规定了关于安全与核安保接口的要求。在退役期间(如第 4.31 段指出),特别是核燃料循环设施的退役期间,可能继续存在出于安保和保障目的对核材料进行衡算和控制的问题,但这些问题不在本“安全导则”的范围之内。与核安保有关的这些方面在参考文献[25]讨论。一般来说,与敏感目标的实物保护有关的方面令人关切,这些敏感目标如不加以保护就可能導致放射性物质向环境释放。

## 结构

1.26. 第 2 部分论述了与人类和环境保护有关的问题,包括对整个退役进程采用分级方法以及防护和安全的最优化;第 3 部分介绍了退役的主要参与方的责任;关于退役管理的导则见第 4 部分;而第 5 部分介绍了退役策略的选择;第 6 部分涉及退役的资金筹措问题;第 7 部分讨论了设施寿期所有阶段的退役计划;第 8 部分描述退役活动的开展;第 9 部分涉及退役的完成,包括支持终止退役授权的调查和报告。

1.27. 附录提供了设施退役期间进行安全评定时考虑的一些案例。附件 I 提供了最终退役计划的一个案例;附件 II 提供了最终退役报告的内容;附件 III 提供了最终放射性调查报告内容的一个案例;附件 IV 列出了最终退役计划的典型支持文件清单;附件 V 提供了一份参考出版物清单,其中包含与退役有关的特定组织、财务、技术和安全问题的补充资料。

## 2. 保护人类和环境

### **GSR Part 6[1]要求 1: 退役过程中防护与安全的最优化**

**“退役过程中的辐射应视为已计划的辐射工况,退役期间应满足‘基本安全标准’的相关要求。”**

2.1. GSR Part 3[3]和原子能机构《安全标准丛书》第 GSG-7 号《职业辐射防护》[26]规定了辐射防护和放射源的安全原则。在退役期间,需要适当保护工作人员、公众和环境免受放射性危害。

2.2. 退役期间的辐射防护安排需要在退役计划中给出,必须以国家的辐射防护要求为基础。需要考虑到退役项目的特定情况,优化防护措施。

2.3. 虽然运行期间和退役期间辐射防护的原则和目标基本相同，但退役期间实施辐射防护的方法和程序可能因设施物理条件、接触高度活化的部件或受污染的设备或区域的需要和结构、系统和部件移除的差异而不同。退役期间，辐射防护的主要焦点是在计划照射情况和紧急照射情况下保护工作人员免受职业照射。可能需要考虑特殊情况，这可能需要使用临时措施和专门设备，并执行某些非常规程序。

2.4. 必须适当考虑到保护工作人员和公众以及保护环境免受退役期间可能发生事件的影响。在适当情况下，应采用与潜在照射的可能性和程度相当的多重、独立的防护和安全规定（纵深防御）制度。原子能机构《安全标准丛书》第 GSR Part 4 (Rev.1) 号《设施和活动安全评定》[27]和原子能机构《安全标准丛书》第 WS-G-5.2 号[28]提供了进一步的建议和指导。

2.5. 应特别注意保护工作人员的情况包括工作人员必须在被拆除的受污染部件附近工作，这可能导致大量照射或污染物的传播。应特别注意通过使用特定和适当的个人防护设备来防止和减少工作人员的照射。个人防护设备可能需要根据特定的工作条件进行调整，例如提高防护手套对刺穿的抵抗力，以避免摄入放射性核素可能导致的伤害。

2.6. 退役期间可能发生的事件会导致退役设施边界以外受到辐射影响。为了保护工作人员、公众和环境免受放射性物质扩散的影响，在退役期间通风系统和消防系统等能动安全系统需要保留一段时间，或者需要对其进行调整以适应退役活动期间存在的风险。在现场或非现场污染的情况下，需要采取行动对污染地区进行治理，或防止放射性物质进一步扩散，例如通过受污染的水进行扩散。原子能机构的其他安全标准涉及这些问题[3、19、29]。

2.7. 当设施在事故后永久关闭时，运行许可证所涵盖的设施临近周边地区的治理行动可能是退役项目的一部分。退役不包括运行许可证所涉区域以外的治理行动。对于许可证区域以外因严重事故而受到污染的区域，治理行动应与场址许可证部分内的退役行动分开实施。这一点很重要，因为退役资金并不是用来修复许可证场外的地区的。这种治理应被视为一个单独的项目。应将场址许可证部分以外因正常运行期间小规模泄露而受到污染小区域的治理工作视为设施退役工作的一部分。

2.8. 应特别注意为缓解事故后果而可能实施的应急规定的移除。在计划退役时，应考虑到这类现有应急规定的性质和范围的记录和数据。

2.9. 除保护工作人员和公众外，许可证持有者还必须考虑和计划退役期间的环境保护（GSR Part 6[1]第 2.3 段）。环境影响评定应与最终退役计划同时进行，并符合国家要求。正如原子能机构《安全标准丛书》第 GSG-10 号《设施和活动的预期放射性环境影响评定》[30]指出：“环境影响评定”一词已列入许多国际文书和国家法律和法规，是政府决策过程中的一项程序，用以确定、说明和预期评定某一拟议活动或设施对环境重要方面的影响和风险。

2.10. 在退役期间以及退役完成后，如有必要通过限制今后对场址的使用以确保对环境的保护。应在退役授权中规定适当的控制措施，并应得到监管机构的批准，以确保缓解对场址和周围地区环境的重大放射性影响。监管机构根据环境影响评定要求采取的特定措施应受到监督，以确保被许可方根据最终退役计划所述的最终状态予以实施。

2.11. 许可证持有者应在支持最终退役计划的退役环境影响评定中说明如何确保遵守适用的环境保护要求，必要时包括退役期间和退役完成后的监控、控制和监督责任和措施。

### **GSR Part 6[1]要求 2：退役分级方法**

**“在确定任何特定设施的范围和详细程度时，应根据退役可能产生的辐射风险的程度，在退役的所有方面采用分级方法。”**

2.12. 正如原子能机构《安全术语》[31]所界定的，分级方法是适用与设施、活动或放射源的特性以及辐射照射的程度和可能性相称的安全要求。应在退役的所有方面采用一种分级方法，这种方法不得损害安全以及对人类和环境的保护，并确保符合所有相关的安全要求和标准。

2.13. 采用分级方法有助于有效利用资源，并有助于优化专门用于计划、编写退役文件、进行辅助分析和评定以及开展退役活动的努力，同时遵守安全和环境保护要求。分析的深度和文件的详细程度应满足国家监管要求。在采用分级方法时应考虑的因素应包括但不限于以下方面：

- 设施寿期内的阶段（选址、设计、建造、调试、运行、关闭或退役）。需要进行不同的分析，以便在设计阶段编写初始退役计划，并在采取退役行动之前编写最终退役计划；
- 设施的复杂性和运行历史；

- 设施的物理状态，特别是结构、系统和部件的完整性，以及特别是因缺乏足够维护而老化或废弃的建筑物结构可能受损的程度；
- 放射性物品清单（源项）、生物物品清单和化学物品清单以及与设施退役有关的危害；
- 项目的范围（例如，一个设施的一部分、整个设施、一个多设施场址的单一设施或整个多设施场址）以及拟议的退役活动对设施其他地方或附近设施中具有安全重要性的正在进行的运行产生不利影响的程度；
- 信息的不确定性（如关于设施特性的质量和程度的信息）以及相关辅助信息（如图纸和修改记录）的可靠性和可用性，这些信息将用作计划和相关安全评定的输入数据；
- 与计划的退役活动有关的复杂性和风险。

2.14. 成功的退役取决于充分和有组织的计划以及根据许可证条件有系统地开展退役行动。采用分级方法对整个退役项目有影响，特别是在以下领域：

- 设施的辐射特性（所作工作的范围和程度）；
- 文件（最终退役计划的范围、内容和必要的详细程度（包括安全评定）可能因设施的复杂性和潜在危害而异，并应符合国家监管要求）；
- 取得许可证的程序；
- 确定设施安全退役所需的结构、系统和部件（设施中已经存在的结构、系统和部件或新的结构、系统和部件），并规定相关的安全标准和相关的控制要求；
- 控制退役活动；
- 监控计划；
- 确定总费用概算；
- 退役项目的管理（例如组织结构），第4部分提供了关于退役管理的特定导则；
- 人员配备和培训；
- 监管监督；

— 相关各方的参与。

### **GSR Part 6[1]要求 3：退役安全评定**

**“应对计划退役的所有设施和正在退役的所有设施进行安全评定。”**

2.15. 设施退役与许多放射性和非放射性危害有关。除了与永久关闭设施有关的现有放射性危害外，退役行动可能产生需要考虑的新危害，例如使用切割工具或产生气载污染和二次放射性废物<sup>7</sup>。因此，通过退役计划，应充分评价和管理这些危害。

2.16. 需要进行安全评定，以支持制定最终退役计划，并通过证明安全和对工作人员及公众的保护是最优化的以及辐射剂量不超过相关限值或约束来支持开展相关的特定退役行动。

2.17. 根据退役行动的复杂性和退役项目的持续时间，最终的退役计划可以由整个项目的单一总体安全评定提供支持，也可以由涵盖整个项目并提供链接到为每个退役阶段或工作包单独制定的一组更详细的安全评定的概括性安全评定提供支持，同时适当考虑到不同阶段之间的相互依存关系。

2.18. 应进行安全评定，以界定防护措施，根据 GSR Part 4 (Rev.1) [27]要求和 WS-G-5.2[28]建议，在适当考虑到工业安全并考虑到人员和组织因素的情况下实现辐射防护最优化。

2.19. 许可证持有者应适当地控制参与编写安全评定的任何分包商的工作。安全评定的结果或分包商编写的部分安全评定结果，取决于分包商在特定退役技术方面的相关知识和经验，评定结果应由被许可方根据综合管理系统评审、批准或接受并实施。安全评定结果还应由监管机构评审及批准，以确保退役期间的总体安全。

2.20. 安全评定的结果将决定在运行永久停止后，不再需要在运行阶段使用那些安全功能和相关结构、系统和部件。然而，在退役期间仍需要一些安全功能，退役还可能导致确定新的安全功能和启用相关的结构、系统和部件。安全评定应证明在整个退役过程中各项安全措施的一致性，并应在必要时予以更新，以反映退役活动开展过程中设施状况的持续变化。

---

<sup>7</sup> 二次放射性废物是处理一次放射性废物的副产品。

2.21. 安全评定应表明，计划的退役行动之间的相互依存关系得到了考虑，一项行动对另一项行动的任何负面影响以及可能产生的额外危害都得到了适当考虑。

### 3. 与退役相关的职责

3.1. 一个设施的退役进程涉及几个组织，主要组织是政府、监管机构和许可证持有者。本部分讨论这三个组织在计划、进行和完成设施退役方面的责任。

#### **GSR Part 6 号[1]要求 4：政府的退役责任**

**“政府应建立和维持一个政府、法律和监管框架，在此框架内，退役的所有方面，包括由此产生的放射性废物的管理，都可以计划和安全执行。这一框架应包括明确的责任分配，提供独立的监管职能，并对退役的财务保证提出要求。”**

3.2. 在制定和执行国家退役框架时，政府应把确立退役总体目标作为其义务的一部分，并为退役的所有方面，包括由此产生的放射性废物的管理，建立和维持一个政府、法律和监管框架。这项政策应由政府与包括许可证持有者在内的有关机构合作，并在征询公众意见后制定。

3.3. 需要在国家法律中建立一个监管退役的框架。法律授权应当简明、可行，并符合相关的国家政策，以便最大限度地减少随后对其进行修正的必要性。

3.4. 虽然退役的监管责任最好由单一的监管机构承担，但在一些国家，这种责任由已经负有防护和安全责任的几个机构分担。应确保监管充分涵盖核安全、辐射安全、运输安全、废物安全、工业安全和环境安全的所有方面，并明确规定和分配相关政府机构的责任。法律应明确权力和责任界限，以避免退役的不同监管机构之间的监管空白或重叠。

3.5. 政府的一项主要责任是确保建立提供充足财务资源的机制，以便安全和及时地向退役设施提供适当的资金。

3.6. 如果退役必须在政府尚未建立法律和监管框架的情况下进行，例如为了解决与结构恶化有关的安全问题，应与负责核、辐射、运输、废物、工业和环境安全的监管机构磋商，逐案计划和管理退役。在这种情况下，许可证持有者应就退役计划的制定和实施征求监管机构的意见。

### **GSR Part 6[1]要求 5：退役监管机构的责任**

**“监管机构应在设施寿期的所有阶段对退役的所有方面进行监管，从设施选址和设计期间的退役初始计划，到退役活动的完成和退役授权的终止。监管机构应制定退役的安全要求，包括由此产生的放射性废物的管理要求，并选用相关法规和导则。监管机构还应采取措施，确保监管要求得到满足。”**

3.7. 在制定法规时，监管机构应明确界定各设施和活动所适用的法规要求。监管机构必须为退役的所有方面制定安全标准和法规，包括相关放射性废物的管理。监管机构应监督标准和法规的执行情况，并应控制许可证持有者遵守退役计划、退役活动开展和退役完成，包括终止退役授权的标准和法规。

3.8. 监管机构应酌情以指导文件补充其法规，以帮助许可证持有者遵守安全标准和监管要求。

3.9. 监管机构在制定、修订和废除法规和导则时应遵循一致的程序。权益各方应参与这一过程。监管机构应确保法规和导则不断更新，并应制定定期评审程序。

3.10. 应评审实施法规的经验，并充分考虑可能出现的任何问题或困难。根据最新的科学技术水平评审适用要求的状态，（例如，与安全有关的新发展以及该国和其他国家退役经验的教训）。

3.11. 监管机构应制定一个程序，审议退役授权申请，包括监管评审过程。该流程应明确里程碑和决策点，并应规定监管评审的期限。根据国家要求，这一程序可包括验收评审、最终退役计划及其支持性文件评审。GSR Part 6[1]第 17.16 段指出：“相关各方应有机会评审最终退役计划，并在符合国家规定的情况下酌情评审支持文件，并在批准前提出意见。”

3.12. 监管机构应要求许可证持有者通报最终退役计划中所描述的计划活动的任何重大变更，这些变更可能会对退役的安全性或设施的最终状态产生影响。此类变更应由许可证持有者进行评定，同时考虑到相关风险的性质和潜在风险程度。监管机构应根据国家安排评审这一评定，并应酌情考虑修订或延长退役的授权。

3.13. 为了以安全和有效的方式进行退役工作，监管机构应协助确定一种机制，以提供足够的财务资源，确保在必要时可以获得适当的资金<sup>8</sup>。监管机构应核实或检查这种机制的存在。所需财务资源和资金支出的时间表应以持证机构编写的退役费用概算为基础。

3.14. 现场视察是监管制度的一个组成部分，监管机构应为此分配充足的资源。监管机构应根据分级方法制定视察计划，应包括以下关键要素：视察的优先次序制度；视察员的现场视察；评审许可证持有者所作的安全评定；事件进行调查和跟踪；并提交有关许可证持有者遵守安全标准的资料。视察计划也可参考工业安全计划。

3.15. 如 GSR Part 6[1]第 8.5 段指出，监管机构必须在退役期间进行视察。为此，监管机构应制定视察程序。监管机构应特别要确保对选定的关键退役活动进行视察（如拆除活化部件、移除大型和重型部件），以及涉及到调查后续可能无法进入区域（如地下区域）的任何特定行动。视察应核实是否符合最终退役计划中规定的安全目标和标准、是否符合详细安全评定的结果和结论，以及是否符合退役授权的限值 and 条件。

3.16. 监管机构应确保现有的执行政策，即处理辐射防护和安全以及环境保护问题的政策，涵盖退役的各个方面。监管机构应制定和使用程序来确定和执行执法行动。

3.17. 监管机构应与许可证持有者保持沟通，以确定未来的退役时间表和工作计划，以及工作计划的变化。了解许可证持有者的时间表和工作计划的变化，将使监管机构能够计划其活动，以确保其拥有适当的人员配置水平和经验，避免因监管而导致的退役延迟。

---

<sup>8</sup> 提供充足财务资源机制的定义可能是其他政府组织的责任。

3.18. 监管机构应向公众和其他相关各方通报有关设施退役的关键决定，以提高透明度，并解决公众对退役安全的关切。一旦获得有关资料，即应向相关各方提供：见原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-12 号《核装置许可证审批过程》[32]。此外，监管机构应主动与公众沟通和磋商，并应表现出愿意听取和回应各种各样的关切，见原子能机构《安全标准丛书》第 GSG-6 号《监管机构与相关各方的沟通和磋商》[33]。

3.19. GSR Part 6[1]第 3.3 段指出，监管机构必须制定要求，确保许可证持有者收集和保留对计划和实施退役活动重要的记录。退役项目期间建立的某些记录在设施的许可证被终止后有重要的法律意义。应查明和保存这些记录，并明确规定保留这些记录的责任。

3.20. 强有力的安全文化是退役项目的重要组成部分，因为正在执行的行动可能不是常规行动，可能会使用专业人员来执行其中一些行动。在这种情况下，安全文化可能受到影响，监管机构应与许可证持有者合作，在整个退役项目中维持一个强有力的安全文化。此外，监管机构应维持其本身的管理系统和足够的培训有素人员，以便能够履行其退役责任。原子能机构《安全标准丛书》第 GSR Part 2 号《安全的领导和管理》[34]规定了领导和管理以及安全文化方面的要求。

### **GSR Part 6[1]要求 6：许可证持有者退役的责任**

**“许可证持有者应按照退役授权和国家法律和监管框架的要求制定退役计划，开展退役行动。许可证持有者应负责退役期间安全、辐射防护和环境保护的所有方面。”**

3.21. 在永久关闭设施之前，许可证持有者应与监管机构进行讨论，并应就退役的时间、计划的退役行动、适用法规和导则以及监管机构的相关要求达成一致。事实证明，监管机构与许可证持有者之间的早期合作可提高退役计划和实施，并可减少获得监管机构批准方面的延误。

3.22. 在退役准备期间，许可证持有者可能会进行一些活动，例如移走在运行期间贮存在现场的乏燃料和废物。此类活动应根据设施的现行运行许可证开展，以确保设施在从运行过渡到退役期间保持安全配置，直至最终退役计划获得批准实施并获得退役授权。

3.23. 许可证持有者有责任确保有足够数量的经过培训和合格的工作人员，可安全地进行退役行动，以确保整体安全状态，并证明确保符合最终退役计划中定义的最终状态标准，并根据需要保留退役记录。

3.24. 在达到退役的最终状态时，监管机构对退役的授权终止，则许可证持有者的退役责任也随之终止。然而，对于在未来使用受到限制的豁免场址，应将制度控制的责任分配给许可证持有者或另一个组织。

3.25. 本“安全导则”第4—9部分提供了关于许可证持有者应如何履行其退役责任的更详细建议。

## 4. 退役管理

### **GSR Part 6[1]要求 7：退役综合管理系统**

**“许可证持有者应确保其综合管理系统涵盖退役的所有方面。”**

4.1. 许可证持有者应在开始退役活动前实施适当的综合管理系统。管理系统应扩展到退役项目的所有阶段，包括退役计划和正常运行期间执行的准备活动。

4.2. 对综合管理系统的要求应采用分级方法（例如，对退役文件和细节要求程度）。在制定执行退役任务的计划和程序时，许可证持有者应考虑到安全方面和风险程度，并应运用与所要执行任务的复杂性相称的资源，并应确定监督活动和必要的培训，以确保安全执行任务。

4.3. 综合管理系统为退役活动开展提供了一个单一的共同框架。这一框架应包括退役计划，退役活动实施和退役完成，以及退役记录的管理。原子能机构的其他安全标准[34—36]提供了关于管理系统的一般要求和指导。应在最终退役计划中说明或提及管理系统，包括界定其范围和意图。

4.4. 退役所采用的组织结构应界定许可证持有者的角色、责任、权限和关键人员，也包含承包商（如果适用）。

4.5. 应为退役项目的全面管理建立工作分解结构。应在最终退役计划中列入一个高层次的工作分解结构，从广义上描述退役行动。详细的工作分解结构应根据工作包和单一任务描述项目，包括任务之间的相互依赖关系。

4.6. 大型复杂设施的退役或多设施场址的退役可采用分阶段办法，即将整个退役项目分为按顺序计划和实施的阶段。在这种情况下，应预先编写一份全面的退役计划摘要，并附有证明文件（即安全评定、环境影响评定），摘要涵盖项目的所有阶段，并应在项目实施过程中加以维护和更新。这样一个摘要应该描述各个阶段、它们的顺序、每个阶段中的主要活动以及阶段之间的接口。此外，每个阶段都应有自己详细的退役计划，并附有该阶段详细的安全评定和其他支持文件，这些文件应在该阶段的工作开始前得到监管机构的批准。在采用分阶段办法时，应全面评审整个项目，通过协调在不同阶段采取的活动以确保安全，并建立相关各方对许可证持有者实现退役项目确定的最终状态的信心。

4.7. 许可证持有者应与所有参与退役项目的人员合作制定安全政策。这一安全政策应规定所有个人有责任识别并提请退役项目高级管理层注意任何安全问题。为了保持有效的安全管理，在本组织培养强大的安全文化，许可证持有者应确保所有个人按照 GSR Part 2[34]规定对安全作出承诺。

4.8. 退役项目的高级管理层应确保安全政策适用于所有个人，包括有权停止不满足要求的工作、有责任报告安全关切的问题和维持安全工作环境的要求。许可证持有者的安全政策和管理人员的行为预期应让组织各级的个人都能看到，并应扩大到执行委派任务的其他组织。

4.9. 许可证持有者必须培养一种安全文化，以防止本组织各级的自满情绪[1]。这在退役中特别重要，因为设施的配置在不断变化。管理人员应培养愿意学习安全事项的态度，并应促进组织内部向上、向下和横向的公开信息交流。

4.10. 许可证持有者应实施适当程度的控制和监督，并应为所有参与退役项目的机构人员提供适当培训，以确保维持高水平的安全表现，特别是在须执行高风险工作或聘用大量承包商的情况下。

4.11. 退役活动可能涉及额外的组织，包括承包商和分包商，它们可能不熟悉许可证持有者的设施和管理系统。许可证持有者可以将特定任务委托给承包商或分包商，但必须对总体安全负责[34]。

4.12. 不同组织之间的责任和接口应由许可证持有者明确规定，因为安全的总体责任仍由许可证持有者承担。作为综合管理系统的一部分，应建立对承包商和分包商的控制安排，并得到所有有关组织的同意和记录。

4.13. 根据对退役一个设施所需技能和知识的评价，应成立一个由退役专业人士和适当的现场人员组成的小组，以管理退役项目。可能需要以下领域的专门知识：

- 辐射特性；
- 辐射防护；
- 安全评定；
- 成本估算；
- 环境保护；
- 工业安全；
- 核安保以及核材料的衡算和管控；
- 应急准备；
- 监管和/或许可证专业知识；
- 清除污染、拆卸和拆除；
- 机器人和遥控操作；
- 废物的预处理管理（例如废物的处理、贮存和运输）；
- 场址整治和景观美化。

虽然退役可能需要新的技能，但也应注意保存从运行阶段就熟悉设施的关键人员的知识。

4.14. 由于退役涉及许多新的活动，这些活动可能带来新的危害，而且在设施运行期间从未实施过，因此，许可证持有者应为参与退役项目的所有人员制定和实施一个全面的培训计划，而不论是否涉及前运行人员或这些活动是由承包商实施的。培训计划应确保有足够数量的培训有素和合格的工作人员安全地开展计划中的退役活动。培训形式可以是口头介绍、实践练习、培训讲座或综合培训课程。

4.15. 在准备一些退役活动时，可能有必要进行专门培训，包括使用模拟体、模型或计算机模拟，以确保活动能够安全执行，并将任何经验教训纳入工作程序。对于不经常进行的退役活动，可能需要进行额外的复习培训。

4.16. 在某些情况下，承包商可能执行退役的所有方面或某些方面（如计划、实施、完成活动）。如果退役发生在长时间的安全封闭之后，或者需要专门的退役知识或技能，如使用特定的去污规程或使用特定的拆卸或拆除工具，情况可能就是如此。所有参与退役活动的人员，包括许可证持有者的人员和承包商的人员，应熟悉安全程序，并根据其特定任务有效履行其职责。因此，所有将执行退役活动的项目人员都应接受辐射防护和安全方面的基本培训，或证明它们具备这方面的知识。此外，根据要采取的行动，相关人员应接受以下方面的特定培训：

- 设施的设计和布置；
- 设施的技术特点及其运行历史；
- 计划中的退役活动和相关程序；
- 使用个人防护设备，如面罩和加压服；
- 工业安全，包括存在的危害和由此产生的风险及其控制；
- 辐射防护；
- 放射性物质和放射性废物管理的实践和程序；
- 应急准备和响应。

4.17. 培训要求应明确、记录并传达给承包商，在应用特定的退役程序之前，应证明承包商的人员经过了充分的培训。

4.18. 在计划退役活动时可以使用不同的方法，这将对培训活动产生影响。一个案例是从设施的低危害区域工作到高危害区域。如果工作人员缺乏经验或使用新的技术或设备，这种方法可能是有益的。从培训的角度来看，这种办法允许逐步发展和改进退役技能和经验。另一个可能的办法是首先清除高放射性的材料，以便为退役项目的后续阶段创造一个更好的工作环境。当要使用经过充分试验的设备或有经验的人员执行退役运行时，这种方法可能是适当的。

4.19. 所有退役活动都应按照批准的工作程序进行，该程序应考虑到安全评定的结果（根据安全评定得出的安全退役的限值和条件）来制定。该程序

应规定如何执行退役活动，并在适当情况下明确在出现异常工况时应采取的步骤。这些程序应按照综合管理系统的规定发布和控制。

4.20. 退役工作人员可以启动并应参与制定工作程序的过程。在起草工作程序时，应利用参与退役的人员的相关知识和经验，并应从非辐射环境模拟试验（例如，在非辐射环境中试验技术或工具）和以前退役行动中获得的任何知识和改进纳入工作程序。在计划退役时，设施运行的经验（如维护计划或年度换料停堆）可能有用。

4.21. 每个工作程序都应足够详细，以便每个具备资格的工作人员能够执行所需的操作。应考虑该区域的布置、设施的总体设计、人员配备要求和设施的退役经验。应根据综合管理系统的既定要求和建议制定程序。

4.22. 为确保格式和内容的一致性，工作程序应按照管理此类文件的编写、评审和控制的行政程序编写，包括定期评审的规定。应建立一个机制，以核实任何工作程序是否已获批准（例如通过签字）以及是否是最新的（例如通过一份最新修订日期清单）。

4.23. 工作程序的批准程序应符合退役授权的要求。应指定具有适当能力和经验的人员编写、评审和批准程序。为了制定安全、可靠和有效的工作程序，应考虑到人为因素。

4.24. 设施运行阶段使用的行政程序可能与退役有关。然而，这些程序应根据需要进行评审和修改，以确保它们适用于将采取的退役活动。所有程序及其修订和变更都应得到许可证持有者的批准，以确保安全地执行退役行动，并将工作纳入整体退役工作计划和时间表中。

4.25. 行政程序应确定关于退役的永久和临时记录，并应根据被许可方的记录管理计划确定要保留和归档的记录。当采用延期拆除的策略时，应定期视察记录，以确认记录保存在安全和可检索的介质和格式中。记录可包括设施的日志、视频片段和照片，以便用于设施未来的退役和后续的培训。最好在不同的地点保存一份以上的关键记录。

4.26. 应定期通报退役行动的复杂性，因为这是退役行动控制的一个组成部分。它们使工作监督员有机会检查工作人员对将要采取的行动范围的理解情况以及他们对相关退役限值和条件（一套安全退役的规则和参数）的理

解情况。定期评审退役行动有助于确定重要的学习机会，包括评审在其他项目或设施开展类似行动的相关经验。

4.27. 如果在设施永久关闭后或在退役期间被许可方发生变化，则需要制定程序，以确保将退役的责任移交给新的许可证持有者[1]。这种责任的转移应受到控制和理解，因为许可证持有者对安全和遵守许可证条件负有责任[34—36]。负责退役的新的许可证持有者应具备管理退役项目的合格管理人员和技术专门知识，并应具备足够的财务资源，以保证设备的安全退役。

4.28. 配置管理过程应该能够管理设施和相关记录（包括图纸）的高变化率。配置管理流程的目标是使记录和程序随时与设施的当前物理状态在任何时候都保持一致。

4.29. 退役完成后，应编写最终退役报告，报告应记录设施退役的结束状态，并提供退役记录的参考文献，通常包括放射性调查、废水和环境监控、人员监控、产生废物的类型和数量以及目的地从设施中移走的废物。有关最终退役报告的更多详细信息，见本“安全导则”第9部分。

4.30. 与退役的实施和完成有关的报告应按照国家法规、退役授权或最终退役计划中规定的报告要求编写并提交监管机构。

4.31. 在退役期间，随着核材料和放射性物质从设施中移走，核安保以及核材料衡算和控制方面的要求通常会减少。与进出场址和核安保有关的要求应与场址条件和存在的安保威胁相称[20—22]。在推迟拆除的情况下，核安保的要求将在整个项目期间继续有效，包括在整个安全封闭期间。

## 5. 退役策略

### **GSR Part 6[1]要求 8：选择退役策略**

**“许可证持有者应选择一种退役策略，此策略作为退役计划的基础。该策略应符合国家关于放射性废物管理的政策。”**

5.1. 退役策略的总体目的是作为退役计划的基础，进而促进实现退役项目的最终状态。

5.2. 原则上,可以采用两种可能的退役策略:立即拆除和推迟拆除。GSR Part 6[1]对这些策略作了界定。一般而言,立即拆除是首选的策略,因为它避免将退役的负担留给后代。立即拆除策略应理解为立即和及时彻底拆除,毫不拖延地退役。在某些情况下,如果考虑到所有相关因素,立即拆除可能不是一个可行的策略,而推迟拆除方案将是最合适的方案。举个例子,当一个电厂中的共用一个系统的多个机组,第一台机组停止运行和退役必须等待另一台机组停止运行。解除监管而不加限制应是退役的首选最终状态和最终目标。不采取任何行动(在运行后离开设施,等待放射性物质的衰变)和掩埋(将设施的全部或部分用结构上寿命长的材料封存)都是不可接受的退役策略。

5.3. 退役策略的选择遵循一个迭代过程。退役策略的选择应基于对各种备选方案的分析,从而最终选择一种综合策略,其中包括某种程度的立即拆除行动,然后保留设施的其余部分,这些部分在安全封闭一段时间后拆除。这种综合策略可包括尽早拆除设施的某些部分,通常是外部可进入的区域和辅助系统,而将其他部分(例如反应堆堆芯)置于安全的封闭状态。在与监管机构协调制定初始退役计划时,被许可方应提出特定设施的优先退役策略。应在设施的寿期内对其进行评审和更新,并在作出永久关闭设施的决定时酌情得到被许可方的确认。

5.4. 退役策略的选择应考虑到辐射防护原则,即剂量限值[3]正当性、最优化和适用性。需要说明选择某一退役策略的理由,以表明所作选择的优点和选择的理由,特别对于选择推迟拆除的情况,因为选择这一策略在某种程度上意味着将退役的责任转移给后代。任何涉及等待期的策略都应在安全、退役废物管理和辐射防护方面被证明是恰当的。

5.5. 根据选定的策略,最终退役计划应说明退役行动的时间和顺序,并说明如何工作人员和公众的防护和安全最优化以及环境保护。

5.6. 无论是基于立即拆除策略还是推迟拆除策略的退役,都应在设施永久关闭不久后开始。从永久关闭到批准最终退役计划之间的任何过渡期应尽可能短,并且应根据运行许可证进行管理。退役的一些准备行动可在过渡期间开始。然而,应注意确保退役资金不用于执行退役计划和相关费用估算中未考虑到的任务(典型的案例是从运行中清除废物、清除乏燃料或在研究堆处置多余的实验设备)。

### 5.7. 影响退役策略选择的主要因素有：

- 国家政策和监管框架；
- 设施的类型以及与位于同一场址的其他设施或基础设施的相互依存关系；
- 建议再利用的设施或场址和所需的最终状态；
- 设施的物理状况（例如老化部件和结构）和辐射状况；
- 安全和核安保方面；
- 提供专门知识（知识、技能和经验）、技术和基础设施（工具、设备、辅助设施和服务）；
- 该设施及其退役对环境的影响；
- 社会和经济因素以及退役的社会经济影响；
- 提供放射性废物管理基础设施，包括废物预处理、处理、整备和贮存设施，以及现有或预期的废物处置办法；
- 退役所需的财务资源的可用性。

第 5.19—5.42 段提供了与影响退役策略的因素有关的更详细的考虑。

5.8. 如本“安全导则”第 6 部分所述，应在设施使用寿命早期建立退役财务安排，以便能够及时有效地安全退役。因此，对于已经为退役进行了适当和早期计划的设施，推迟拆除策略一般不能以财务计划不当或缺乏财务资源为理由。就现有设施而言，如果经济形势发生重大变化，例如由于政治决定或者没有进行适当的财务计划，缺乏财务资源可能是一个真正令人关切的问题。在这种情况下，应考虑推迟拆除，直到能够积累或获得资金。

5.9. 在更新退役计划时，许可证持有者应检查退役策略是否仍然合适。在退役期间对最终退役计划和辅助安全文件（如退役安全评定）进行的相关更新应反映工作进展、所产生废物的持续管理和清除以及设施放射性状况和物理状况的演变，以表明始终保持安全配置，退役项目仍符合选定的退役策略。

5.10. 对于多设施场址，应制定整个场址退役的策略，以确定和评价场址上设施之间的相互依存关系，包括运行中的设施和永久关闭的设施。这一退役场址策略应作为选择场址上单一设施的单一退役策略和制定设施退役计划的基础。每个单独的退役策略应与退役现场策略保持一致，并应适当容纳设

施之间的接口。这些相互依存关系应在每个设施各自的最终退役计划中详细说明。应根据要求或应要求向监管机构提供现场退役策略。

5.11. 场址退役策略反映在场址上每个设施的单一退役计划中，应确定各个退役项目之间协同增效的机会，以优化资源和努力，并最佳利用配套设施。影响多设施场址设施的单一退役策略选择和退役计划制定的场址考虑因素包括：

- 一般退役办法首先是那些在安全、废物管理和辐射防护方面最优先的设施，其次是那些优先级较低的设施，同时考虑到结构、系统和部件的老化和过时问题；
- 决定先让污染程度较低或已启用的设施和建筑物退役，然后再让污染程度较高的设施和建筑物退役，以便从经验和放射性衰变中获益；
- 通过适当利用集中的资源和技能，优化总体场址的退役行动及其顺序，以避免工作人员利用率不足（这可能不适用于多设施场址上的多个业主或被许可方）；
- 根据每个设施的退役时间表，酌情协调使用专门承包商和分包商，同时考虑到在特定时间是否有最合格的人员、设备和基础设施；
- 建立共同设施，为放射性废物的预处理管理（即其处理、贮存和运出场址）提供协助，并协调将这些共同设施用于场址上的不同退役项目。这可能需修订设施的界限，以便为废物管理任务分配建筑物、设备和基础设施；
- 根据监管机构批准的总体场址的排放授权，优化单一运行设施和退役设施的气体和液体排放；
- 需要采取一致的最后治理行动，并在总体场址适用一致的标准，以解除对场址的监管控制，无论监管控制的解除是在每个退役项目完成后的部分进行，还是在场址上的最后一个退役项目完成后立即进行。

5.12. 负责同一国家不同场址不同设施的若干退役项目的被许可方可以制定一项总体退役策略（企业策略），以优化单一设施的退役项目和放射性废物管理的相关解决方案。

5.13. 由于财务、技术或政治原因，设施在运行期间可能会发生意外的永久性关闭。在这种情况下，被许可方可能没有预料到决定永久关闭该设施的时间。因此，可能有必要根据引发设施意外关闭的情况评审优先退役策略，以评价是否有必要修订退役策略。

5.14. 意外永久关闭设施也可能是事故的结果。在这种情况下，首要目标是在评审退役策略、评审或实施任何最终退役计划之前使设施处于安全状态。所采取的恢复运行是退役行动的前奏，恢复运行的后果应在最终退役计划中处理。在选择恢复运行时，应考虑到这些行动对退役的影响。

5.15. 在设施发生事故并达到安全状态后，应对设施的物理和辐射状况进行全面调查，以确定选定的退役策略是否仍然可行。在事故后制定最终退役计划时，应特别注意设施的物理和辐射条件，因为即使达到可接受的安全状态，也可能无法修复受损的结构、系统和部件。

5.16. 事件或事故可能导致污染扩散到设施建筑物之外，这意味着需要在设施所在地采取补救措施。在场址的特许部分内采取的此类行动通常被视为设施全面退役的一部分。鉴于现场污染的程度，可能有必要改变先前选定的策略和最终状态，并制定长期退役计划和治理计划。原子能机构《安全标准丛书》第 WS-G-3.1 号《受过去活动和事故影响地区的治理过程》[19]述及将事故造成的污染移到场址特许部分以外的问题。

5.17. 将设施的全部或部分掩埋在结构上寿命长的材料中不应被认为是一种可接受的计划退役策略。如果由于工作人员的高度辐射（于辐射环境）或技术困难而无法采取其他办法，也许可证将其视为管理在事故中受损设施的最后一个办法。

5.18. 即使在异常工况下，选择掩埋也可能导致技术和监管方面的困难，因为国家缺乏特定的法规和指导以及不能接受掩埋。此外，申请掩埋的意图可能不会为公众所接受。在这方面，应尽一切努力减少设施中需要掩埋的部分，并尽可能减少场址上的放射性库存，特别是寿命较长的放射性核素。掩埋行动不应降低监控和维持其余屏障的技术可行性。如果选择掩埋，由于需要长期监控以及今后可能采取必要行动，防止和减少设施中的放射性物质泄漏，以上这些都将给后代带来负担。

## 影响退役策略选择的因素

### 国家政策和管理体系

5.19. 国家放射性废物管理政策应包括退役方面，这将影响可能的退役策略或备选方案组合的选择。例如，一些退役策略可能由于政治原因或其他非技术原因而被排除在外。这类政策要求可针对特定类型的设施制定，但可能不适用于该国所有不同类型的设施（如核电厂、研究堆和核燃料循环设施）。

### 设施的类型以及与位于同一场址的其他设施或基础设施的相互依存关系

5.20. 在根据设施的类型、规模和复杂性、设施运行期间采取的行动、放射性核素的残余库存、设施的位置及其与同一场址上其他设施的关系和相互依存关系选择设施退役策略方面，可能有不同的考虑。

5.21. 退役设施的类型、过去的功能和必要的治理程度（如土壤或沉积物、地表水和地下水）可能对设施退役策略的选择产生重大影响。某一设施的退役策略还应考虑到该设施所在场址的特点。如果其他设施在现场运行或关闭，可以利用其他设施的能力以及此类设施人员的经验。这些考虑因素可能会影响可供选择的退役策略。此外，设施的位置可能对退役构成挑战。例如，一个设施可能位于一个有许多复杂核设施的场址上，或者一个研究堆可能位于一个运行中的医疗设施或大学校园内。

5.22. 当选择一个退役策略时，如果一个场址上有多个设施，那么为该场址定义一个整体退役策略可能是有益的。这可能涉及推迟拆除已经永久关闭的设施，直到其余设施永久关闭。那么所有设施的退役就可以在一次行动中完成，从而避免对运行设施产生任何不利影响，并能够更好地利用人员。

### 建议再利用的设施或场址和所需的最终状态

5.23. 可能有人要求重新使用部分场址或总体场址，或要求在完成退役后重新使用现有的建筑物。在选择退役策略时，限制或不限制重新使用场址的时限是一个重要的考虑因素。如果该场址打算在不久的将来建造一个新设施，这种请求可能会影响退役策略的选择，因为它可能会优先考虑立即拆除，以便在永久关闭后尽快开始退役行动。

5.24. 在研究堆退役的情况下，所期望的目标往往是将前反应堆建筑物的全部或部分重新用于其他非放射性目的，特别是在医疗设施或大学中。在这种情况下，理想的最终状态是将现有建筑结构去污到适合新用途的水平，且通常需要在几年内达到这种最终状态。仅考虑到这一方面，在这种情况下最好的退役策略是立即拆除。

5.25. 可能还有其他方面可以简化设施退役策略的选择，或将某些策略排除在考虑范围之外。例如，是否有废物管理路线、公众舆论或预期设施应在短时间内退役以及该场址是否已解除监管，也可优先考虑立即拆除的策略。

### **设施的物理状况和辐射状况**

5.26. 核设施类型的多样性使得对设施的定性成为选择退役策略过程中的一个关键步骤，因为定性的结果被用于界定建议方案的范围。

5.27. 在选择退役策略时，应考虑到设施在运行阶段结束时的物理状况和辐射状况。

5.28. 污染的程度在很大程度上取决于运行历史（包括过去的运行实践和事件），以及设施的年限和类型。设施的年代久远和类型会影响建筑中所用材料的类型，这反过来又会导致设施中不同程度和类型的污染。

5.29. 在运行阶段结束时，应从退役需要的角度，评定建筑物和特别服务中心的完整程度和状况。如有必要，应在退役项目的时限内确保建筑物和结构、系统和部件的安全并对其进行维护。如果做不到这一点，并且无法进一步加强设施或结构、系统和部件，则应立即采取拆除行动。此外，可能需要新的安全系统来确保退役期间的安全。在选择退役策略时也应考虑到这些方面。

5.30. 如果选择了延期拆除策略，应（在运行阶段结束时）核实在安全封闭期结束后，在开始去污和拆除行动之前，有可能（即通过测量）评定设施的放射性状况。

5.31. 退役策略的选择可能对工作人员和公众的辐射以及对环境产生影响，这取决于设施内放射性核素的活化和污染程度以及相关成分。高辐射水平可能使推迟拆除成为一个更适当的策略，允许辐射水平随着时间的推移

而下降。如果在正当的时间内无法从放射性衰变中获益，首选的办法是立即拆除。

## 安全方面

5.32. 在选择退役策略时，许可证持有者应考虑在设施运行期间进行的安全检查的结果。应处理和分析符合性检查和重新评定的结果，以确认优先退役策略仍然适用。永久关闭设施的决定是基于周期性的在安全评审过程做出的，并且应从退役的角度认真考虑通过安全评审发现的薄弱环节。

5.33. 应评定拆除行动的技术可行性，以确保优先退役策略能够安全实施，同时考虑到在运行期间可能对设施进行的任何改造和设计变更，如果推迟拆除，则考虑到安全封闭期结束时设施的状况。如果推迟拆除，应在整个安全封闭期间维护安全性。

## 是否具备专门知识专业知识、技术和基础设施的有效性

5.34. 在选择退役策略时，应考虑制度知识的可用性和利用率（例如，记录运行历史和/或保留和使用熟悉现场特定条件的关键人员）。这类文件和专业知识可减少发生工业事故或不当接触等事件的可能性，并可能有助于减少公司（机构）存储丢失有关的问题。具备业务知识的人员是有益的，特别是对计划拆除行动是有益的，因此这可能是赞成立即拆除的一个理由。

5.35. 现有系统和基础设施（如空气供应、通风系统、桥式起重机）的可用性以及对其老化的考虑可能会使立即拆除变得有利，因为这类系统和基础设施可能需要在晚些时候进行维护或重新认证。

## 环境影响和社会经济影响

5.36. 当对地方经济的影响是一个重要问题时，立即拆除可能是较可取的策略，因为这可以继续为地方劳动力提供就业机会，从而减少直接的负面社会影响。

5.37. 就大多数设施而言，退役期间的雇员人数（直接受雇在该设施以及受雇于向设施及其雇员提供服务的当地社区的雇员）通常低于设施运行期间的雇员人数。如果选择推迟拆除作为策略，劳动力将在安全封闭期间大幅减少，然后在后续拆除期间再次增加。

5.38. 自电厂建成以来,该设施周围的环境可能已经发生了变化。一个案例可能是环境条件的变化,例如设施周围人口的增加,这可能使推迟拆除变得不可行。另一个案例可能是设施所在海岸线受侵蚀的可能性增加。

### **提供放射性废物管理基础设施的有效性**

5.39. 废物产生和废物管理的各个方面可对退役策略的选择产生影响。其中一些最重要的方面是:

- (a) 国家放射性废物管理政策(例如,通过监管控制释放材料和废物是首选办法的政策);
- (b) 设施内废物的类型、类别和数量(包括运行过程中残余的废物);
- (c) 为所有类型的放射性废物提供废物处理设施或基础设施的有效性;
- (d) 放射性废物运输安排;
- (e) 废物贮存能力的可用性;
- (f) 是否有处置办法。

5.40. 现场或外部废物处理设施和贮存设施有效,则立即拆除或推迟拆除均是可行的退役策略。如果有废物管理的基础设施,包括废物处置的基础设施,则最好立即拆除。在没有处理放射性废物的设施和基础设施的情况下,或在没有贮存或处置能力的情况下,优选的退役策略可包括一段时间的安全封闭,直至具备必要的废物管理基础设施。

5.41. 如果预计退役时废物管理基础设施不可用,则应努力使废物管理基础设施的建立时间与预计退役时间同步。如果无法做到这一点,许可证持有者应考虑其他备选方案,以促进实施首选的退役策略。

5.42. 在各种影响退役策略选择的单项因素中最重要的决定应包括对于某特定因素的优选退役策略,以便提供实例。然而,为某一特定设施选择优先策略时,必须考虑和平衡所有因素,而不是孤立地考虑每一个因素。

## 6. 退役资金的筹措

### GSR Part 6[1]要求 9：退役资金的筹措

**“应在国家法律中规定退役财务规定方面的责任。这些规定应包括建立一个机制，提供足够的财务资源，并确保在必要时提供这些资源，以确保安全退役。”**

- 6.1. 在设施开始运行之前，应建立为退役提供资金的责任和为设施安全退役提供充足财务资源的机制。
- 6.2. 退役的财务资源应符合所选择的退役策略和退役计划中所述的退役行动。必要的财务资源应根据退役费用的概算确定。
- 6.3. 与退役有关的典型费用包括下列内容：
  - (a) 退役计划，包括设施开始运行前的初始退役计划、退役计划的定期更新、从运行期到过渡期到退役期的最终退役计划的编写、退役授权的申请和批准以及开展退役行动所需的详细计划；
  - (b) 退役前的行动，包括在过渡阶段采取的行动，如放射性描述、设施系统运行后的去污以及包括建立模拟设施退役人员的培训；
  - (c) 退役计划中所述的退役行动，如去污、拆除结构、系统和部件、拆除建筑物和构筑物、退役废物管理中属于退役项目的部分步骤、支持退役所需的现有系统的翻新以及退役所需的新系统的更换或调试；
  - (d) 终止退役授权后采取的行动，如在有限值的设施辐射释放时进行监控，编写最终退役文件和退役记录的档案贮存，退役完成后废物的持续跟进和处理，以及废物的临时贮存和随后的处置。
- 6.4. 退役费用概算是退役计划的关键支持文件之一，应由许可证持有者或专业承包商编写。第一次费用概算应用于支持初始退役计划，并应与退役计划的修订和更新一起加以修订和更新。
- 6.5. 退役的费用概算应包括计划和执行退役所需的所有行动。其他行动将产生的额外费用，视国家法律框架而定，这些费用可作为退役费用的一部分。这通常包括为管理运行产生的废物、过渡阶段的退役前行动、废物贮存和处置以及乏燃料管理提供资金。

6.6. 退役成本概算应区分运行费用和退役费用。应明确区分退役基金可用的内容和其他基金支付的内容，特别是在过渡期间。

6.7. 应使用退役计划的现有最新版本及其支持文件作为编写费用概算的基础。费用估计所需和使用的数据的详细程度以及估计的准确性将视设施寿命的阶段和退役计划的每次修订所提供的详细程度而定。

6.8. 关于退役费用概算的准确性和相关的不确定性，在设施寿命期内通常有三种类型的费用概算：

- 一个数量级的概算—这类费用概算可在收到运行许可证之前使用，并以初始退役计划为基础；
- 预算概算—这类费用估计数是根据退役计划修正版本中提供的数据计算的；
- 最终概算—这类费用估算可在完成退役行动的详细计划后使用，并以最终退役计划和相关工作级文件（程序）中提供的数据为基础。

6.9. 费用概算的编写和更新应由许可证持有者负责，但这项工作可由承包商承担。应有独立于许可证持有者的实体根据国家监管框架参与成本估算的编写或评审，以提供第三方或从独立视角对该成本估算的方法和合理性进行分析。

6.10. 应定期评审费用估值和财务准备金，并在必要时进行调整，以便适当考虑通货膨胀和其他因素，如技术进步、废物管理费用或监管变化，特别是在设施关闭几十年后才可能完成退役的延期拆除策略的情况下。发生导致放射性物质溢出或无意泄漏的事件也应促使更新费用概算。

6.11. 提供财务担保的机制可包括保险、信托基金、担保债券、预付款或其他财务担保，例如内部或外部资金。也可以使用这些方法的组合。许多研究堆是国有的，因此国家预算支付退役的费用。无论如何，在批准签发许可证、更新许可证或延长许可证有效期之前，必须有财务方面的规定。

6.12. 确保财务保证的机制应足够健全，使其能够承受政府的变化（对于政府拥有和资助的设施）、私人公司所有权的变化（特别是在将公司出售给外国企业）或金融机构内部的变化（金融担保，如由金融机构担保的债券）。

6.13. 在事故后退役的情况下，在设施恢复到安全状态并完成恢复行动后，应根据对选定退役策略的重新评定并根据最终退役计划，修正费用概算。

6.14. 如果退役项目的最终状态是解除对设施或场址的监管控制并加以限制，则相关的财务条款必须包括成本的长期监控、监督和实施所界定的限值有关费用，以确保所有必要的控制保持有效，并在需要这些控制的整个期间保持长期安全。

6.15. 如果乏燃料贮存设施或放射性废物贮存设施在退役结束后仍留在现场，则应将其作为新的运行设施发放许可证。退役基金不应用于此类废物或乏燃料管理新设施的运行费用。

## 7. 设施寿期内的退役计划

### **GSR Part 6[1]要求 10：退役计划**

**“被许可方应根据监管机构的要求，制定退役计划，并在设施的整个寿期内维持该计划，以表明可以安全地完成退役来满足规定的最终状态。”**

7.1. 根据 GSR Part 6[1]第 7.3 段指出，退役计划必须从设计阶段开始，并在设施的整个寿期内持续进行。这一办法将有利于退役的进行；优化对退役工作人员、公众和环境的保护；尽量减少放射性废物的产生；并能够正确估计退役成本。

7.2. 对于给定的设施，从最初的退役计划到最终的退役计划，退役计划的详细程度将明显提高。退役计划应根据选定的退役策略制定，并应根据国家监管框架提交监管机构批准。

7.3. 应通过在设施整个寿期内进行的计划和筹备工作来促进设施的退役。图 1 说明了设施寿命与退役计划演变之间的关系。应定期评审和更新退役计划。退役计划在设施寿期内要考虑的方面以及与意外关闭有关的方面将在本部分后面的章节加以说明。

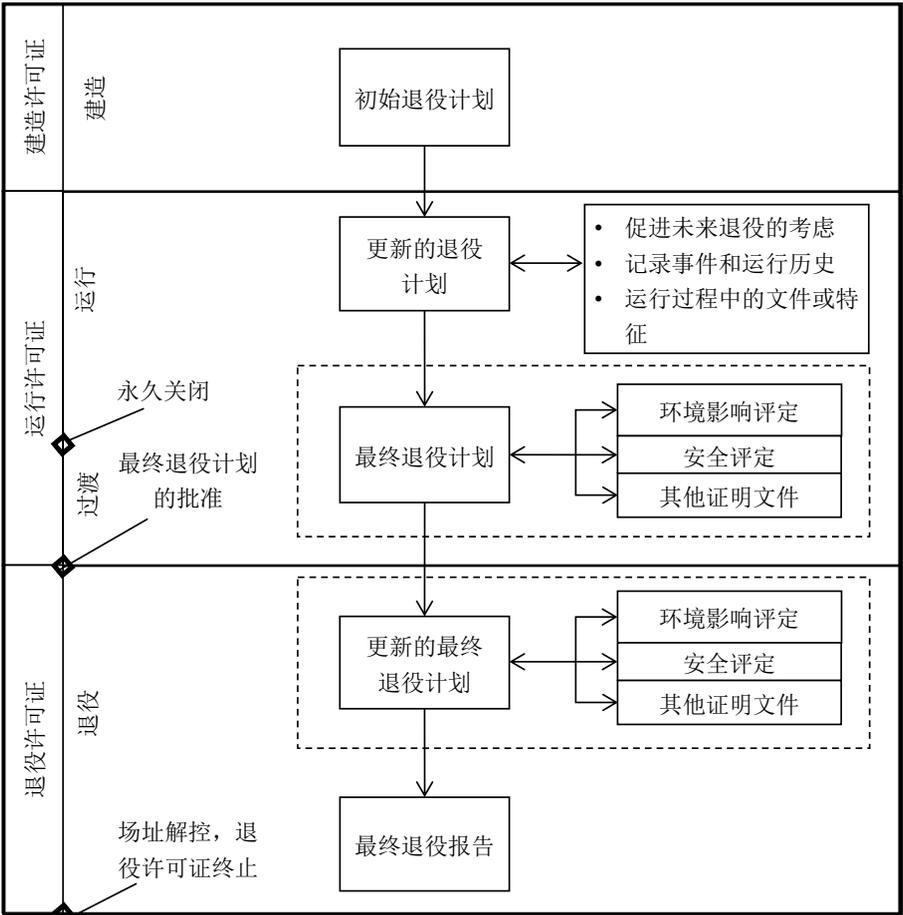


图 1. 设施寿期退役计划演变的示例。

7.4. 对于许多较旧的现有设施，在设计阶段或在建造和随后的运行阶段可能没有考虑退役问题。对于这类设施，一旦发现问题，就必须尽早开始计划退役。此外，除退役计划外，还应在残余运行寿期对建筑物和系统进行可能的改造，以增设便利退役的特征，如使用由抗活化材料制成的部件，引入去污系统以减少污染扩散，以及建立接入点以更容易地对高放区域进行去污。

## 设计和建造中的注意事项

7.5. 在新设施的设计阶段，设计者或许可证持有者应确保在向监管机构申请设计证明书或建造许可证前，就考虑到退役因素。初始退役计划需在设计阶段编写，并需连同运行许可证申请一并提交监管机构。

7.6. 在设施设计阶段应考虑的相关特征和方面，以便于退役，这些特征和方面不应减少但可能加强设施的安全运行和维护，包括以下方面：

- (a) 最大限度地减少受污染地区的数量和面积，以便在退役期间进行去污；
- (b) 为接近结构、系统和部件提供便利，包括对流程进行分隔（例如，通过安装舱口和大门）；
- (c) 尽量减少地下管道和建筑结构中的埋设管道（例如通过使用管道沟槽和管道套管）；
- (d) 采用模块化结构，以便于拆除结构、系统和部件；
- (e) 放射和非放射部件及系统的分离和隔离，如电气和机械部件的分离；
- (f) 便于材料或设备的清除和/或去污，包括通过内置去污装置，如可能存在液体的工艺单元和区域内的保护性覆盖物和衬里；
- (g) 使用耐活化、耐化学品降解和具有足够耐磨性的材料以尽量减少活化腐蚀产物扩散；
- (h) 设施的设计应避免不必要的化学或放射性物质堆积，并采取尽量最小化/减少废物量的工艺；
- (i) 必要时能够实现远程去污、维护和监控；
- (j) 使运行产生的废物或临时贮存的废物易于回收；
- (k) 尽量减少使用可能导致危害废物和放射性废物混合的危害物质；
- (l) 考虑提供纵深防御措施，以减少无意中泄漏放射性物质的危害；
- (m) 为可能支持退役的新设施（即新的废物管理设施）确定和保留地点；
- (n) 考虑安装“试验券”的规定，以便于结构、系统和部件的放射性描述。

7.7. 在建造期间，或最迟在设施开始初始运行之前，应收集和保存放射性清洁（未活化和未污染）的建筑材料（如混凝土、钢、石墨或铝）的样品，

以便能够确定相关的辐射背景水平（如建筑材料中天然存在的放射性核素的浓度），并进行化学分析以支持活化研究。

7.8. 应为计划设施的拟议场址及其周围地区计划和进行基线放射性场址调查，以确定天然和人工来源放射性核素的本底浓度水平，用于评定设施的未影响。被许可方应确定要取样和测量的关键放射性核素和介质（如土壤和沉积物或地表水和地下水），以便将结果用于：

- (a) 今后评价设施运行对场址及其周围地区的影响；
- (b) 制定最终状态标准并证明符合提议的最终状态。

如果没有对现场进行建造前背景调查，则应使用具有类似特征的未扰动区域的调查数据或类似建筑材料的调查结果。

7.9. 在启用任何新设施或在现有场址增建建筑物和构筑物之前，应更新背景数据，包括对建筑材料中天然存在的放射性核素进行评价，以保持今后终止退役授权而无需拆除建筑物或构筑物的可能性。

## 初始退役计划

7.10. 及早制定初始退役计划可确保在设计设施时考虑到退役问题。最初的退役计划将在细节上受到限制，因为它将以以前项目的经验和假设为基础，这些经验和假设需要在以后加以验证（见第 7.11—7.19 段）。许可证持有者必须向监管机构提交初始退役计划，以支持许可证申请或设施运行授权。初始退役计划包括：

- (a) 优先选择立即拆除策略为基础；不过，可考虑对单一设施采取推迟拆除策略，例如在多设施场址的情况下；
- (b) 根据选定的退役策略，应进行退役通用可行性研究，该研究应考虑便于退役的设计规定和运行经验，包括拟议的最终状态（最好是无限制释放）、相关的关键退役行动和基本安全问题；
- (c) 应包括主要退役行动的时间表；
- (d) 应包括放射性废物的管理办法，并提供废物类别的初始确定和废物数量的初始估计；

- (e) 应为退役项目的初始费用估计提供依据，并应特定说明确保退役经费的手段；
- (f) 应证明退役能够以安全的方式进行。

## 退役计划的更新

7.11. GSR Part 6[1]第 7.5 段指出，退役计划必须由许可证持有者更新，并由监管机构定期评审（通常每五年或按照监管机构的规定），或在特殊情况需要时评审。可能需要更新退役计划的其他原因包括：

- (a) 设计或工艺修改；
- (b) 财务状况、资金保证或资金要求的变化；
- (c) 相关法规或安全要求和标准的变更，例如辐射防护标准或环境保护标准；
- (d) 更改选定的退役策略和/或计划的最终状态；
- (e) 放射性废物处置设施及废物接收要求或处置标准的调整；
- (f) 运行和退役经验以及技术发展的反馈；
- (g) 延长设施的运行期；
- (h) 承包商和/或供应商的变更；
- (i) 对退役造成有关后果的事故、事件或情况，如放射性清单估算的变化。

7.12. 随着设施运行寿命接近尾声，退役计划的更新将变得更加可靠，并将以实际运行经验和数据为基础。

7.13. 废物管理应作为退役计划的一部分或作为退役计划中引用和概述的独立文件加以处理。应包括和将要采用的废物管理办法有关的资料。这一办法可能与设施运行期间采用的废物管理办法相同（见第 8.34—8.43 段）。

7.14. 退役项目的经验表明，不重视文件和记录保存可能导致安全问题，以及代价高昂的资源分配不当。设施寿命各阶段（包括选址、设计、建造、调试、运行和退役）对退役的计划和实施具有重要意义的记录应予以识别、保存并在必要时提供。在制定初始退役计划、更新退役计划和编写最终退役计划的过程中，应使用相关记录，以确保设施的安全并提高退役工作的效率。这些记录应包括：

(a) 设施的历史记录，包括：

- 选址和建造的设计规范和资料，包括竣工图、照片、管道和电缆穿透图以及其他有助于退役的细节资料；
- 燃料破损和核材料的核算和控制记录；
- 临界安全记录（见原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-27 号《易裂变材料装卸中的临界安全》[37]）；
- 化学品的使用及其库存；
- 导致放射性物质泄漏或意外释放的事件，包括有关行动、纠正措施和终止这类事件的资料；
- 辐射调查数据和污染调查数据（即放射性核素清单及其在整个设施中的分布情况，特别是在设施中很少进入或特别难以进入的地区）；
- 可能影响地表水、地下水、土壤和沉积物的排放和泄漏；
- 废物贮存地点及/或废物处置地点。

(b) 设施改造的记录和维护工作的经验，包括：

- 更新竣工图、录像和照片，包括所用材料的详细信息；
- 新增建筑物的竣工图和背景样本；
- 特殊的维护或保养措施和技术（例如有效的临时屏蔽安排或拆除大型部件的技术）；
- 详细设计、添加材料的组成以及所有临时实验和装置的历史和位置。

7.15. 在设施运行期间，应酌情保留记录，以满足今后退役的需要，并符合国家要求。如采取延期拆除策略，记录需要在最终拆解和现场修复之前长期保存，应定期视察记录，以确认记录保存在安全和可检索的媒介和格式中。

7.16. 在设施运行期间，应妥善管理运行产生的放射性废物，将其从设施场地移至专用处置设施，以简化向退役过渡的过程。如果不采取上述管理措施，则退役计划的更新应将运行废物的管理作为退役工作一部分。

7.17. 从运行到退役的过渡在设施永久关闭后开始。过渡期应尽可能短。过渡期的结束日期由批准退役的日期或最终退役计划的核准日期确定。

7.18. 在过渡期内，该设施须领取运行许可证。设施的所有适用运行要求仍然有效，除非监管机构同意在减少危害的基础上减少要求，例如通过从设施中清除放射性废物或乏燃料。

7.19. 在根据运行许可证永久关闭设施后，可开展一些退役准备活动，如管理运行废物和管理残余材料（包括排放系统和清除可燃材料以减少火灾负荷）、确定设施特性、清除乏燃料、改造设施和准备支持退役的系统以及初始去污设施系统（作为运行后清理工作的一部分）。

## 最终退役计划

### **GSR Part 6[1]要求 11：最终退役计划**

**“在采取退役行动之前，应编写最终退役计划<sup>3</sup>，并提交监管机构核准。”**

<sup>3</sup> 最终退役计划是在实施退役计划之前提交监管机构核准退役计划的版本。在执行这一最终计划期间，随着活动的进展，可能随后需要进行修订或修正。”

7.20. GSR Part 6[1]第 7.9 段指出，许可证持有者必须在永久关闭设施之前通知监管机构（或政府，如果有此要求的话）。许可证持有者还应向监管机构通报其打算使设施退役的意向。此外，许可证持有者应在此时或最迟在由运行过渡至退役期间，展开研究，以协助制订最终的退役计划。这些研究应查明在运行阶段需要维护以供退役期间使用的系统、设备和基础设施，并应具体说明为支持退役而需要安装的任何新系统、设备和基础设施，如有必要，还应进行研究。

7.21. 对于大型或复杂的退役项目，最终的退役计划可能会有其他文件（如废物管理计划、安全评定和应急计划）的支持。对于小型或简单的退役项目，最终退役计划可以是一份独立的文件，其中包括大部分支持性信息，但即使是简单的项目，通常也要求应急计划和安保计划作为单独的文件。在最终退役计划及其支持文件的内容中应采用分级方法，以便所提供的资料足以记录和证明拟议退役行动的安全性。

7.22. 安全评定是最终退役计划的关键支持文件。许可证持有者需根据国家监管框架编写文件并提交监管机构评审。安全评定的范围、内容和详细程度可能因设施的复杂性和潜在风险有所不同。

7.23. 在向监管机构提交最终退役计划和安全评定之前，这些文件和其他选定的支持文件（例如，见附件 I—IV）应由许可证持有者进行内部独立评审。独立评审的目的是使人相信建议的工作是可行的，并已确定了适当和足够的安全监管措施。

7.24. 许可证持有者应进行特征调查，以支持最终退役计划的制定。这些特征调查的结果应酌情以结构、系统和部件、房间、建筑物和设施周围土地的活化和污染图来表示。

7.25. 旧设施活动的一些信息可能没有记录，特别是关于不寻常事件的信息。与高级工作人员或甚至已经退休的工作人员面谈可能是有益的，可以了解他们关于过去事件的经验和知识。这将对补充设施的特征描述很有价值。

7.26. 结果和分布图可从设施运行期间进行的调查中获得。然而，这些分布图可能需要更新，以考虑到放射性衰变、后续产物的增加以及前期的去污行动。此外，这类分布图应显示任何特别调查所获得的结构、土壤和沉积物的污染深度或活化程度以及放射性程度。为完整起见，应尽可能深入的确定屏蔽或自屏蔽部件如管道和其他设备中的污染程度。

7.27. 放射性特征数据应包括场址面积（如设施场址、周围环境、地下水和地表水、土壤和沉积物）、污染水平、剂量率水平以及材料的化学和物理形态的说明。定性调查还应查明邻近的未受污染区。在计划退役行动时，应特别注意防止这些区域的交叉污染。设施的放射性特征应全面描述污染水平和活化水平。

7.28. 如果设施内（包括地下土壤和地下水中）仍有放射性物质或运行产生的废物，则必须将这些放射性物质列入特征调查。应特别注意清点废弃的放射源和贮存含有不明和未定性放射性物质的货包。液体放射性废物的现有贮存区对退役也很重要，因为这类废物的清除和处理可能还需要考虑到物理和化学状态以及相关储罐的设计寿命。应考虑对该场址进行进一步定性，以评价放射性核素迁移的可能性。

7.29. 在编写退役计划时，应利用正在进行或已完成的类似设施退役项目的经验。

7.30. 最终退役计划应是一份动态文件，应加以更新，以反映设施的当前状况和项目的持续进展。最终退役计划应辅以涵盖退役项目所有阶段的安全评定。

7.31. 退役的多个阶段可以按照最终退役计划并行进行。分阶段实施的成功与为特定阶段确定明确的目标有关。最终退役计划应确定每个阶段的起点和终点。

7.32. 如果设施退役是分阶段进行的，则应在每个计划阶段完成后编写一份临时报告。报告应说明设施的实际状况以及还存在的危害。

7.33. 在一些退役项目中，将大型部件（如核电厂的蒸汽发生器）整体拆除，以便在设施建筑物外贮存和处理，或将其运至远离场址的另一设施，以便进一步分割、处理和整备。在这种情况下，这应反映在退役计划中，并应解决相关的安全问题（如运输安全）。

7.34. 经验表明，在大多数情况下，可以利用商业上可用的拆卸技术。在这种情况下，不需要专门花时间开发新的工具和技术。

7.35. 新技术的引入可能需要对新技术或新设备的适用性和安全性进行特定分析以确定合适的操作控制，还可能需要对人员进行额外的培训。这类培训应在新技术实施计划之初进行，以便向计划进程提供反馈，用于确认安全评定的基本假设和输入，确定对安全重要的相关部件和设备，并制定工作程序、管理程序和技术程序。可能有必要对特定结构、系统和部件进行专家培训。如果要进行新的、高剂量率的或困难的操作，可能需要使用模型进行模拟操作。

7.36. 退役废物须在适当的废物处置设施内处置，视该设施是否可用而定。大型和复杂的退役项目需要放射性废物管理设施来处理和贮存退役废物。此类临时设施应作为退役计划工作的一部分进行计划，并可在退役授权下或在监管机构签发的单一许可证下投入使用。

7.37. 虽然来自核电厂的大部分放射性废物是低放废物，但有一小部分是中放废物，辐射剂量率非常高，需要屏蔽包装才能安全贮存。贮存其他类型核燃料循环设施的放射性废物可能不需要这种屏蔽包装。

7.38. 需要考虑临界安全：

- (a) 在核电厂和研究堆退役计划中，如果乏燃料组件仍位于设施内；
- (b) 核燃料循环设施退役计划和乏燃料管理设施；
- (c) 评定涉及易裂变材料行动计划的安全；
- (d) 设计用于易裂变材料的废物货包和废物贮存设施。

7.39. 如果采用延期拆除策略，安全存储的准备工作指定安全存储区域，该区域将在延期期间保留。有关建筑物、区域及设备的边界应满足在安全贮存期开始之前设施所达到的物理状况和辐射状况；安全贮存中用于保障安全而运行的安全系统（非能动系统应是首选，但能动系统有时也可能是适当的）应该确定。

7.40. 安全封闭的准备行动应得到特征调查和安全评定的支持，以证明所要做的工作（例如，清除废物、拆除和/或拆除不必要的结构、系统和部件、去污）可以安全进行。此外，延期期间（安全封闭期）应辅以安全评定，以证明安全封闭区的屏障能够承受安全封闭期内可能发生的内部和外部事件。

7.41. 应根据安全评定的结果制定安全封闭期间的监视和维护计划。延期拆卸策略的安全评定应是确定安全功能和安全参数（如限制、屏蔽、温度、湿度、排放到环境的水平）的基础，应通过监视和维护计划中描述的方式提供和维护这些安全功能和安全参数。应认真考虑材料的腐蚀和脆性断裂以及材料（备件）的退化和老化的可能性。在安全封闭期间，许可证持有者应定期视察整个设施的安全情况，以证明该设施继续维持其预期状况。

7.42. 在安全封闭期接近尾声时，应更新最终退役计划，并在最后拆除阶段提供适当的安全评定。这项安全评定应相当于基于立即拆除策略的退役项目的安全评定。更新应考虑为重新开放该设施所需的额外准备行动，以便开始拆除行动。

7.43. 在实施退役项目时，可能会根据新数据、意外事件、经验反馈和其他因素对计划的退役行动进行修改。因此，随着退役行动的进展，最终退役计划和相关证明文件可能需要在执行过程中更新。这些更新可能需要监管机构的进一步批准。最终退役计划应描述一个变更控制流程，通过该流程，允许对最终退役计划中描述的行动进行轻微变更，而无需寻求监管机构的批

准。还应考虑最终退役计划的更新对环境影响评定的影响。当发现以前未考虑的潜在环境影响时，应更新环境影响评定。

## 公众参与

7.44. 根据 GSR Part 6[1]第 7.16 段和第 9.6 段，相关各方必须参与退役许可证发放程序以及退役授权的终止程序，并在监管机构作出决定之前以及在授予或终止退役授权之前，应有机会提出意见。

7.45. 经验表明，相关各方的注意力主要集中在选定的退役策略及其理由、计划拆除行动的性质和程度、场址上放射性废物的管理和长期贮存、设施的最终状态，特别是在限制再利用的情况下、退役基金的财务管理以及退役的社会经济影响。

7.46. 监管机构应根据国家法规[33]，在许可证持有者的参与下，组织公众咨询或磋商，使相关各方有机会就最终退役计划和适当的支持文件提出意见。这类调查应主要与退役设施所在地区的当地社区进行。许可证持有者独立于监管机构建立和支援公共宣传计划，为社会人士提供参与的机会，并加强公众对退役方法和流程的理解和信任，这是良好实践。

7.47. 相关各方的公众查询和磋商结果应予以公布，以显示监管机构在退役许可证发放过程中是如何处理这些意见的。

## 意外的永久关闭

7.48. 如果由于政治、经济或社会需求，或由于事故，某一设施意外永久关闭，则许可证持有者必须根据适当的许可证使该设施达到安全状态，直至能够实施经批准的最终退役计划。

7.49. 需要对退役战略的选择进行评审，同时考虑导致过早永久关闭的事件原因和后果，特别是事件对设施状态的影响。如果由于意外的永久关闭而需要采取任何行动使设施处于安全状态，则最好根据运行许可证或涵盖这些行动的经修订的运行许可证采取此类行动。

7.50. 在运行过程中，当最终退役计划及其支持文件尚不具备时，可能会发生意外停堆。在这种情况下，必须尽快编写最终退役计划和支持文件。这一

任务通常应由被许可方执行，但如果因事故而计划外停堆，则可能将其移交给承担退役责任的组织。

7.51. 如果意外停机，应采取紧急措施和恢复（稳定）行动，使设施处于安全状态。在应急阶段结束后，应尽快收集有关设施的辐射状况和物理状况的资料，并制定最终退役计划，其中应考虑到该事故造成的损害。

7.52. 因事故而受损的设施的退役计划需要对以前进行的特征调查进行广泛的更新。如果由于事故导致部分设施的可达性恶化，可能会预见到可以更多地使用远程操作设备进行退役。在取消应急条款时应特别注意，为缓解事故后果，这些条款可能已经执行了。在退役计划时，应考虑此类现有安全规定的性质和范围的记录和数据。

7.53. 因事故损坏的设施的退役程序应遵循与具有正常运行历史的设施退役相同的原则和主要步骤。由于高剂量率和污染水平、和设施物理和辐射状况有关的信息的高度不确定性以及可能出现新的废物类别，特别是由于存在大量非结构材料和废物，技术挑战可能会更大。总体而言，这种技术挑战可能导致选择推迟拆除策略。然而，这类设施的退役应加以计划，并应被视为一项授权活动，原则上应符合与正常运行和计划关闭后退役相同的一套安全标准。在发生严重事故的工况下，这类设施的退役计划应与总体场址的退役策略和场外治理策略保持协调一致。

## 8. 退役行动的实施

### **GSR Part 6[1]要求 12：退役行动的实施**

**“许可证持有者应按照国家规定实施最终退役计划，包括放射性废物的管理。”**

8.1. 如最终退役计划所述，退役工作的实施包括退役策略和相关行动。

8.2. 可能有必要改造设施的现有基础设施，以便立即拆除，或在某些情况下，为设施的安全封闭期作好准备。主要改造可能包括：

- 对确保退役期间安全十分重要的结构、系统和部件（如通风系统和安全壳系统）进行改装或替换；

- 不需要退役的结构、系统和部件的隔离和清除，例如在设施经核实不含易裂变材料的情况下的临界检测系统；
- 为进出设施的人员、设备和废物建立新的进出路线和运输路线；
- 安装额外设备，例如遥控设备，以减少体积，并安装废物处理设备；
- 建立现场废物贮存区。

8.3. 应尽早进行过量放射性物质的初始清除和工艺设备的去污，因为这些步骤有利于减少所造成的辐射风险。对于某些核燃料循环设施永久关闭后，其工艺设备中可能残留大量放射性污染物或核材料。如果执行成功，在退役行动的安全评定中，可以减少或消除危害（如临界或高剂量率）。这使设施退役的方式更加灵活。例如，允许减少用于去污的液体量，允许去除与危害相关的运行结构、系统和部件（即临界检测和警报系统），或最大限度地减少冗余设备交叉污染的可能性。

8.4. 在可行的情况下，应考虑尽早清除、限制或固定任何残留的松散污染物，因为这可减少通风系统构成的威胁（其污染的可能性），并减少从事退役行动的工作人员所面临的风险。应保存这类行动的记录，包括残余污染的程度。

8.5. 如果许可证持有者采取延期拆除策略，则需要保持设施的安全配置，并应定期视察记录，以确认这些记录以安全和可检索的媒体格式保存。对于延期拆除策略，对设施的主要改造可包括：

- 制定实物保护措施；
- 设置屏障、隔离安全区；
- 隔离和去除不需要的结构、系统和部件；
- 建立替代性结构、系统和部件（最好是非能动结构、系统和部件）；
- 建立设备、材料和废物贮存区。

8.6. 在安全区域准备阶段结束时，监管机构应进行视察，以核实设施是否处于计划和批准的状态（即准备好进入非能动安全围栏期）。

8.7. 如果部分或全部的去污和拆除行动被推迟，许可证持有者须通过一项获批准的监控、监视和维护计划，确保设施的安全。在评审用于支持延期

拆除策略的系统时，应查明不需要的结构、系统和部件，以便减少或终止对这些系统的监视和维护。

8.8. 安全区域期间的监视和维护计划应在这一期间开始之前编写，并应得到监管机构的批准。该计划应规定监视和维护操作的类型和周期，并应参考要使用的程序。

8.9. 退役有许多可用的技术和方法。优先选择商业上可用且技术上成熟的经过验证的技术。应根据最终退役计划，评价为实施退役行动而采用的现有技术，以确认其可行性和适用性。以下因素可能会影响拟采用的退役技术的选择：

- 对工作人员和环境的潜在影响；例如，应优先考虑不产生可通过空气传播的高剂量放射性的技术，或通过使用远程操作设备或机器人避免使工作人员受到高剂量辐射的技术；
- 成本效益分析，将退役技术的辐射效益和废物管理效益与预期总成本进行比较；
- 是否有合适的废物容器、路线和设施，以供贮存和处置；
- 拟拆除的冗余设备和结构的类型和物理特性（如大小、形状和可及性）；
- 将用于退役行动的技术成熟程度和开发新技术的时限；
- 拆卸设备和工具的可靠性及其操作、去污和维护的简易性；
- 对邻近系统和结构以及设施内正在进行的其他工作的影响；
- 时间和进度的限值，例如是否有废物处理设施；
- 所需特别资源和培训，如远程操作设备使用资源和培训；
- 消除污染行动产生的二次放射性废物；
- 有害和非放射性污染物对工作人员和环境的潜在影响。

8.10. 在某些情况下，可能需要特殊的工具和设备，或在特殊情况下可能需要使用标准的工具和设备。设备在使用前，应从安全可操作性和可维护性两方面进行模拟试验。可以从基于计算机的模拟中获得好处，提供了必要的基准，以及物理模式，以便选择退役技术、评价备选方案、协助设计和培训工作人员。

8.11. 在设施运行阶段很少受到关注或接触受到限制的结构、系统和部件可能已经退化。在考虑退役技术时，应特别考虑到这类系统。这方面的案例包括液体放射性废物储罐和远程处理系统。

8.12. 在某些情况下，对要拆除的设备和结构、系统和部件进行部分或全部去污可能有助于设施退役。去污可应用于内部或外部表面，涵盖旨在清除或减少设备和结构、系统和部件内部或其上放射性污染的广泛行动。鉴于此，与退役行动相关的去污过程可以在拆卸之前、期间或之后进行。在选择任何去污技术之前，应对其有效性、减少总辐照量的可能性以及产生废物和废水的效益进行评价。还应评价去污过程，以确保其与废物处理系统以及贮存和/或处置选项兼容。去污的主要目标包括：

- 减少工作人员在退役行动中的内部和外部辐照；
- 尽量减少放射性废物的数量，减少（降低）放射性废物的种类；
- 增加回收和再利用设施部件、设备或结构的机会。

8.13. 随着退役行动的进行，可能会出现新的危害<sup>9</sup>。退役工作人员应在每日简报和反馈会上强调任何此类新的危害。应妥善处理新的危害，以维持所采取的退役行动的总体安全。

8.14. 退役安全评定的主要结果是根据分级方法确定安全重要的结构、系统和部件。结构、系统和部件提供了预防、检测、控制和限制事件以及缓解潜在后果的手段。

8.15. 安全有重要结构、系统和部件清单的制定和更新应基于现有设施的设计、退役可用基础设施的现状以及退役安全评定。设施运行的结构、系统和部件可能会被采用以便于退役，这些结构、系统和部件的状况应在退役安全评定中进行评价。评价应考虑到以下方面：

- 结构、系统和部件的状态；
- 运行期间结构、系统和部件的视察、监视和维护程度；
- 结构、系统和部件在退役期间执行安全功能的要求；

---

<sup>9</sup> 例如，在使用产生锐边的金刚石线系统进行尺寸减小时可能会产生新的危害，并且可能需要采用一些额外的控制措施，例如使用保护罩。

- 退役行动的预计持续时间。

#### 8.16. 评定应涵盖的领域包括：

- 评价设施现有结构的稳定性和结构性能；
- 评价设施现有基础的封闭能力，包括储罐、容器、管道和通风管道；
- 现有设施的基础结构包括配电系统用于退役的恰当性和完整性；
- 现有结构、系统和部件支持系统包括警报系统（特别是火警、辐射及污染）、照明系统及通风系统的可用性和恰当性；
- 在多设施场址的情况下，与流程和基础设施相关的其他设施的接口。

8.17. 退役行动可能涉及有意拆除在设施运行期间履行特定安全功能（如封闭、屏蔽、通风和冷却）的结构、系统和部件。此类行动应记录在案，并与正在进行的退役阶段、工作包和最终退役计划中确定的任务保持一致。

8.18. 拆除此类结构、系统和部件是退役的关键问题，并且在实施之前，应由许可证持有者仔细进行评定。一个好的实践是建立一个对退役安全至关重要的结构、系统和部件清单，并根据正在进行的退役行动更新该清单。该信息可用于更新设施的视察计划、监控计划和维护计划。

8.19. 在退役期间，将产生放射性和非放射性废水。排放放射性流出物需要得到监管机构的批准，并遵守相应国家法规进行监管的要求。退役期间的预期排放物可能与运行期间的排放物形式不同，或由不同的放射性核素组成。在退役的不同阶段，典型的污水排放情况各不相同。例如，随着退役导致放射性危害逐步减少，放射性排放可能会减少。

8.20. 在某些情况下，退役行动可能导致排放在一段有限的时间内增加。因此，应酌情修订退役时的排放授权。例如，正在退役的反应堆是具有其他运行设施的场址的一部分。然后应评审并酌情修订反应堆和总体场址的排放授权，同时考虑到将采取的退役行动。制定和执行环境监控计划的指导意见见原子能机构《安全标准丛书》第 RS-G-1.8 号《辐射防护的环境和源监控》[38]。

8.21. 视退役项目的最终状态而定，可能需要拆除前设施的其余结构。在许多情况下，退役行动的目的是确保拆除建筑结构不涉及辐射。在要拆除的建筑结构受到污染的情况下，应考虑辐射防护问题。在这种情况下，应采用喷水和使用当地封闭系统等特定技术，以减少退役工作人员的接触和对环境的影响。在拆除过程中应注意确保将受污染的材料与未受污染的材料和非放射性危害材料分开。

8.22. 退役期间，应保存关键退役行动的记录。这类记录包括关于设施中残余放射性核素的数量和类型、其位置和分布以及产生的放射性废物量的资料。这类记录可用于证明退役开始时存在的所有放射性物质都已得到适当说明，其最后处置（例如，限制再利用或处置）已得到确定和确认。文件还应考虑到已从监管控制中删除的材料、结构和土地。此类文件应由被许可方编写，并作为最终退役报告的一部分提供给监管机构。

## 退役行动期间的监管监督

8.23. 监管机构对退役设施的视察计划应采用分级方法。退役视察计划应与退役行动和相关危害相称。原子能机构《安全标准丛书》第 GSG-13 号《安全监管机构的职能和程序》[39]提供了相关指导。

8.24. 在密集退役行动期间，监管监督应由具有适当能力的个人进行，重点是安全和潜在风险，并应协调进行，以配合具有高度潜在安全影响的行动，如大型部件的移动或尺寸缩小。这一期间的视察可侧重于工作人员的辐射、环境保护、污染控制、核材料移动控制、工业安全、放射性废物运输以及后续可能难以进入地区的放射性状态。

8.25. 如果选择延迟拆卸策略，则在安全封闭期间视察的频率和范围可能会减少。安全封闭期间的视察应侧重于设施的监视和保存（例如防止可能导致材料失控和污染扩散的退化）、记录保存的充分性、现场监控和监视以及辐射防护。

8.26. 监管机构必须在设施的整个寿期，包括退役行动的整个阶段，进行监管监督。应确定视察的频率和范围，以符合相关风险和危害，以及运行人员处理相关退役所涉任务的能力。在某些情况下，在完成退役和终止退役授权后，监管监督可能继续进行，例如在场址限值放行的情况下。

8.27. 根据要采取的退役行动的性质和程度，监管监督应侧重于对安全产生重大影响并引起公众关注的行动的准备和实施。

8.28. 在进行退役工作时，许可证持有者可实施内部程序，容许对去污和拆卸技术作出轻微修改，而不会对安全造成不良影响。该等程序须经持证机构内负责确保安全的部门批准。这类程序在实施之前和实施期间应根据国家要求接受监管机构的监督。

## 应急安排

### **GSR Part 6[1]要求 13：退役应急安排**

**“应建立和维持与危害相称的退役应急安排，并应及时向监管机构报告对安全有重大影响的事件。”**

8.29. 在设施退役之前，通常按照原子能机构《安全标准丛书》第 GSR Part 7 号《核或辐射应急准备与响应》[29]要求，为设施运行期间或设施所在的总体场址制定了应急计划。在开始退役行动之前，应对本应急计划进行评审，以确保其足以退役（在某些情况下，可能涉及新的组织，可能出现新的紧急情况和/或安保威胁和漏洞）。如果不存在应急计划，则应制定与潜在风险的规模和可能性相称的应急计划。

8.30. 应重新评定危害，以识别哪些危害适用于退役，并应相应修订应急安排。应根据 GSR Part 7[29]要求，确定一系列假想事件，并制定处理这些事件的应急计划和程序。这类事件的案例可能是在设施内或转移到贮存设施或处置场址时丧失封闭功能或丢弃废物货包。

8.31. 许可证持有者必须确保有足够的资源，包括人员、设备、通信手段、后勤支助和应急设施，并按照核准的应急计划建立程序、协调和组织。工作人员应具备应急程序方面的资格和培训，适合履行职责，并应考虑通过定期演习定期评审和更新这些程序的必要性。

8.32. 应急计划和相关程序应涵盖场区应急和必要时场外应急，包括及时通知适当的场外主管部门（政府、监管机构和支助组织）和公众。

8.33. 原子能机构《安全标准丛书》第 GS-G-2.1 号《核或辐射应急准备的安排》[40]和原子能机构《安全标准丛书》第 GSG-2 号《核或辐射应急准备和响应中使用的标准》[41]和提供了应急准备和响应导则。

## 放射性废物管理

### **GSR Part 6[1]要求 14：退役中的放射性废物管理**

**“应对退役期间的所有放射性废物流进行管理。”**

8.34. 核电厂、研究堆和其他核燃料循环设施的退役必然涉及产生大量材料和废物，其形式可能不同于设施运行阶段例行处理的材料和废物类别。应制定涵盖所有预期退役废物流和废物类别的废物管理计划。废物管理计划应界定材料和放射性废物将以何种方式以及将放射性废物与非放射性废物和危险废物分开的方法。退役废物管理计划应成为退役计划的一部分。

8.35. 如果现有的废物处理系统无法处理退役过程中产生的废物，则应考虑建造新的贮存或废物处理设施，或使用现有的贮存设施。这些考虑应在更新初始退役计划的框架内进行。还应考虑最大限度地减少废物和材料的交叉污染，并最大限度地减少可能需要在现场增加贮存或处理能力的二次废物的产生。监管机构可能需要对这类活动另行授权。

8.36. 总体而言，应更新设施运行阶段的现有废物管理计划，同时考虑到与退役有关的其他材料和废物类别。废物管理计划应预见到需要处理大量废物的时期，并应提出尽量减少这种废物处理对多设施场址的退役行动或其他设施运行的任何影响的方法。许可证持有者应确保废物管理计划的实施和维持。

8.37. 应根据公认的程序和标准，将退役过程中产生的废物分为不同类别（放射性废物和非放射性废物、危险废物和非危险废物）。应制定废物再利用、再循环、贮存或处置的特定计划。这类计划的目的是尽量减少作为放射性废物处置的废物数量，便利今后对废物进行下游处理，并降低总体成本。应确保对废物形态、废物容器和/或废物货包的特性进行适当的确定和记录，以便为今后的废物管理（例如废物处置）提供必要的数据库。

8.38. 关于退役过程中产生的放射性废物处理的决定应考虑到现有或预计的废物处置办法。

8.39. 对废物特性和废物货包的核实应以通常包括直接测量材料的程序为基础, 实验室测量有代表性的样品, 使用适当来源的放射性核素矢量(例如比例因子, 以及难以测量的放射性核素与易于测量的放射性核素之间的相互关系), 并充分查明废物的来源。

8.40. 从设施向处理、贮存或处置设施运输放射性废物必须符合国家运输条例。SSR-6 (Rev.1) [7]规定了运输放射性物质的要求, SSG-26[8]提供了相关的指导。应采取预防措施, 防止处置容器受到外部污染, 以免在运输过程中传播污染物。

8.41. 许可证持有者应确保在退役过程中产生的每件废物货包均附有耐用标签, 并附有识别号码及有关资料, 而每件废物货包及所有未包装废物的妥善纪录, 亦应作为综合管理系统的一部分。所有记录都应安全地存储在一个特定的数据库中, 便于访问, 并能够在退役完成后的一段较长时间内检索。每个废物货包的信息至少应包括以下内容:

- 废物的来源(包括废物货包所含的材料、物项或部件);
- 废物货包的标识编码;
- 废物货包的类型;
- 废物货包的体积或重量;
- 放射性清单(总活度、主要放射性核素的核素组成/谱和活度);
- 表面污染的测量结果;
- 与货包外表面接触并距其 1 米处的最大剂量率(以得出运输指数)和测量日期;
- 按照国家分类制度或原子能机构《安全标准丛书》第 GSG-1 号《放射性废物的分类》[42]规定的分类制度对放射性废物进行相应分类。

8.42. 在从运行过渡到退役期间, 运行产生的废物、乏燃料和工艺材料的管理应根据运行许可证进行。这将确保避免在运行结束时从运行中移除废物的任何延迟, 及避免设施昂贵的延长关闭模式。并且该设施被有效地置于可以开始退役的状态。

8.43. 如果没有相关的废物管理设施，或这些行动被列为退役计划的一部分，则在实施任何退役行动之前将乏燃料组件和废物从运行中清除可能会有困难。在这种情况下，必须在最终退役计划和相关的废物管理计划中处理乏燃料组件以及残余废物和材料的清除问题。运行期间的退役计划应有助于确定为便利退役而必须完成的任何里程碑和任务，包括及时安排对运行和退役产生的放射性废物的管理。

## 9. 完成退役行动和终止退役授权

### **GSR Part 6[1]要求 15：完成退役行动和终止退役授权**

**“在完成退役行动后，许可证持有者应证明最终退役计划中规定的最终状态标准和任何其他监管要求已得到满足。监管机构应核实是否符合最终状态标准，并应决定终止退役授权。”**

9.1. 退役完成后，许可证持有者必须编写最终退役报告，并按照国家要求予以保存。最终退役报告应包括关键的相关报告文件，如最终辐射调查报告。

9.2. 最终退役报告应概述设施的最终状况。应说明设施和场址的其余结构在从监管放行时或改作其他用途时的最终物理和辐射状态。应提供最终辐射调查报告的摘要或参考文献。此外，最终退役报告应提供关于场址上任何残余限制的资料。根据国家要求，可能有必要根据设施的最终放射性状态对环境影响评定进行评审。最终退役报告应总结退役中开展的活动，并酌情提供关于退役项目的补充资料。

9.3. 退役行动完成后，许可证持有者应及时向监管机构提交最终退役报告。此外，许可证持有者可以编写退役项目的更特定的文件，例如关于退役行动所采用的方法和工具的详细情况，以及退役项目的经验教训摘要，可供今后类似的退役项目使用。

9.4. 最终退役报告必须由监管机构评审，以确保达到退役结束状态，无论是物理状态还是辐射状态，都符合最终退役计划和退役授权的相关要求[1]。监管机构应及时提供最终退役报告的评审结果，以便在发现不符合最终状态标准的情况下，在监管机构认为必要时开展进一步工作。

9.5. 需要对设施进行最终放射性调查，以证明最终退役计划、退役授权或国家法规中所述的退役目标已经实现，残余放射性符合从监管控制中限制或不限制释放的最终状态标准。

9.6. 最终退役计划应包括最终放射性调查计划（如附件 I 所述），因此，该计划也须经监管机构批准。如有必要，应根据退役过程中进行的放射性调查获得的补充资料，评审和修订最终调查计划。对最终调查计划的制定和实施所作的任何更改，应在调查计划期间与监管机构讨论，并应在进行最终调查前提交监管机构评审和批准。当部分退役行动完成后，可分阶段进行最后的放射性调查，以便能够设施或场址的一部分将从监管控制中释放。如果最终放射性调查要分阶段完成，许可证持有者应制定程序，以确保受调查地区不会受到场址其他部分正在进行的退役行动的影响。

9.7. 监管机构为全部或部分解除监管控制而制定的最终状态标准应可转换为可测量的数量，以便于与现场测量结果进行比较。抽样方法应按规定执行，并应在最终调查计划中说明理由。存在的放射性核素将影响所采用的调查和取样方法。最终调查计划和程序应提供足够的数据和细节，以编写最终放射性调查报告。最终放射性调查报告作为最终退役报告的一部分，应提交监管机构批准。调查结果将是最终退役报告的主要部分。

9.8. 监管机构应在进行最终放射性调查期间进行视察，以核实调查程序是否得到适当执行，是否符合要求。监管机构应进行独立的放射性确认调查和取样，以确保遵守场址的最终状态标准或在场址实施的限制。这类独立调查应由在这一领域受过专门培训的专家进行。

9.9. 监管机构应核实该场址符合最终状态标准[6]。如果前设施的场址或其余结构不符合最初批准的从监管控制中释放的最终状态标准，则应由许可证持有者对情况进行重新评定，并提交监管机构评审。

9.10. 监管机构应确保相关计划、记录和报告（涉及去污、拆毁和拆除行动，以及地表水、地下水、土壤和沉积物的治理，以及最终放射性调查）由许可证持有者编写，并保留适当的时限。

9.11. 当偏离最终状态标准被认为是不可接受的或没有正当理由时，监管机构可要求被许可证持有者恢复退役行动，以达到最终退役计划中预见的最终状态。

9.12. 如果最终退役计划中规定的经批准的最终状态无法实现，则应明确指出偏离该最终状态的情况，评定其后果，并说明新的最终状态，提交监管机构批准。这种偏差应在最终退役报告中加以处理。有时，如果需要额外的退役行动来实现新的最终状态，则可能还需要更新最终退役计划。

9.13. 为了终止多设施场址上部分或全部设施退役的授权，可寻求部分或有限地解除监管控制。在这种情况下，可能有必要限制进入或使用这些设施，以确保保护人类和环境。

9.14. 如果有必要限制进入或使用设施或场址的其余部分，监管机构应确保建立适当的机制，以证明遵守了这些限制。

9.15. 对于从有限制的监管中释放出来的场址，应作出适当的持续监管安排，以确保工作人员得到保护，环境得到保护。这些限制应记录在案，并作为机构控制的一部分加以确立，以便今后对该场址的使用不违反这些限制。这类文件的一个案例是土地契约限制。实施和维持这些监管的责任应明确分配给一个组织或机构。控制措施的实施必须符合监管要求，并且必须按照监管机构的批准，对遵守情况进行监控和监督。

9.16. 许可证持有者必须为有限制释放的区域制定长期监视和维护计划，并提交监管机构批准。应将任何场址限值以及监控和监视的结果通知相关各方。应作出法律和财务安排，以执行长期监控和维持计划。监管机构应进行监管监督，以确保遵守长期监控和监视要求，并确保进行维护以满足场址限值和机构控制要求。

9.17. 退役废物在退役结束后需要在现场长期贮存的，应当提出申请建造新的放射性废物贮存设施，须由许可证持有者拟备，并呈交监管机构审批及发出许可证。GSR Part 5[11]、SSG-40[12]、SSG-41[13]和 WS-G-6.1[14]规定了贮存放射性废物的要求和导则。如果乏燃料仍留在现场，则应适用 SSG-15[10]建议。需要为在现场建立的任何废物贮存设施或乏燃料贮存设施编写退役计划。在正常运行后退役的情况下，退役废物的现场处置不是推荐实践，本“安全导则”中也没有涉及。

9.18. 允许逐步解除对建筑物和土地面积的监管。如果设想采取这种方法，则应尽快在许可证持有者和监管机构之间展开讨论。

9.19. 如果将只允许部分现场释放和缩减许可证范围作为一个目标，则应反映在最终退役计划、放射性调查计划和程序中，以证明符合国家的现场释放要求。对设施的某一特定部分或其场址的某一部分进行监管控制的释放请求应考虑到总体场址的最终释放及其未来用途的放射性最终状态标准。例如，如果许可证持有者总体场址的计划是在总体场址退役完成后无限制地重新使用场址，则场址部分的释放不应基于从受限释放（工业再使用）假想方案中导出的最终状态标准。

9.20. 在终止退役授权之前，必须征求相关各方（例如公众）的意见。应适当考虑与公众沟通，特别是在最终状态从中有限制地监管控制中释放的情况下。

9.21. 在终止退役授权之前，监管机构应就相关问题与相关主管部门沟通并达成一致，这些部门是对与现场有关的其他问题或方面具有权力或责任的部门。

9.22. 当按照规定的退役结束状态满足了释放场址的结束状态标准时，监管机构应正式通知许可证持有者、其他有关主管当局和相关各方决定解除对该场址的监管控制。如果决定释放有限制的场址，通知应特定说明限制、将适用的相关措施和适用这些措施的时限，以及负责实施、监控和监管限制的实体。

9.23. 监管机构应规定与退役有关的文件的保存和保留期限。所保留的文件应符合国家要求。

9.24. 在完成退役后，应为与现场放行有关的记录建立适当的记录管理系统。它应涵盖退役授权终止前编写的一些记录，如残余放射性的性质和水平的说明，还应涵盖退役前和退役后作出的与场址释放有关的决定及其理由，以及核实场址是否符合最终状态标准的资料。在对今后使用该场址施加限制的情况下，保存记录特别重要。

9.25. 如果需要对退役设施及其场址的未来所有人或用户施加特定限制，则应将这些限制列入法律文件，并应予以执行。

9.26. 在确定终止退役授权后应保留退役记录的性质和范围时，应考虑到最终解除监管后可能发生的场址所有权转移。应建立前设施知识库长期管

理的规定。根据国家法律法规，保留潜在诉讼或其他目的的相关记录的责任应转移到其他机构。

9.27. 如果由于新的监管要求（如清除水平）或开发更先进、分辨率更高的检测设备等原因而对设施或退役项目的最终状态进行后续评审时，则需要记录来识别和证明所采取的行动的正当性。过去的退役行动可能与这些新的发展相冲突，特别是对于以限制释放为最终状态的退役而言，这些信息将为这些过去的行动提供历史和依据。通常情况下，监管机构或其他国家当局将接管保存许可证持有者的记录以便退役。记录控制的持续时间通常由国家法规确定（例如，职业照射记录、对未来潜在责任具有重要意义的记录）。出于机构目的或其他原因，可能需要保留其他记录。



## 附 录

### 设施退役安全评定的考虑事项

A.1. 退役安全评定的目的是根据分级方法确定退役所需的安全功能，履行这些安全功能的相关结构、系统和部件以及相关程序。结构、系统和部件对安全非常重要，它为安全进行退役行动、防止引发导致异常的事故、控制和限制事故以及缓解潜在后果提供了手段。此外，在进行安全评定时，作为工程评定的一部分，亦应考虑维护或更换机械处置、通风、供电及废物处理系统的需要。

A.2. 安全评定应采用一种系统的方法来证明符合退役的安全要求，包括从监管控制中释放物质、建筑物和场址的方法。

A.3. 安全评定应与设施的复杂性和潜在危害相匹配，在推迟拆除的情况下，应考虑到设施在最终拆除前的安全。

A.4. 应对事故假想方案进行分析，并提出预防事故或尽量减少事故发生可能性和缓解其潜在后果的保护措施。保护措施可能需要改变在运行阶段使用的现有安全系统。在安全评定中，应明确评定这种改变的恰当性。防护措施可以是设计的功能，或者是行政控制，用来提供必要的辐射防护。

A.5. 应查明可能导致放射性水平升高或放射性物质及相关危害化学物质释放的假想始发事件。确定的假想始发事件的结果应全面分析，并应在这样一个假设的始发事件涵盖设施结构、系统和部件可信故障以及退役行动期间可能发生的人为错误的方式。假想始发事件应包括内部事件和外部事件。

A.6. 人的因素是设施安全的一个重要方面，因为设施的状态随着退役行动而频繁变化。安全评定应根据有关设施的复杂性和潜在危害（如大量含有意外残留放射性物质和受污染液体的设备、罐、管道和阀门）考虑人为错误的可能性。应分析和计划拆卸过程中的人为因素，以避免受伤或长期接触。

A.7. 应对外部事件的可能性和后果进行评定，同时考虑到退役策略和场址特点（如地震危害、洪水、极端温度、来自任何邻近设施的影响或对任何邻近设施的依赖，以及飞机意外坠毁）、导致事故的潜在始发事件（如人为

错误、火灾、洪水、重物坠落、建筑物或构筑物倒塌或失效，以及危害化学品的释放）的可能性，以及此类事故的后果。

A.8. 安全评定结果的应确定退役限值和条件，即确定设施安全退役所需的参数限值、设备和人员的功能能力和性能水平的一套规则。退役限值和条件还应规定对安全重要的结构、系统和部件进行定期试验和视察所需的时间间隔。

A.9. 拆除包括能动破坏和拆除在设施运行期间履行了规定安全功能（例如封闭、屏蔽、通风或冷却）的工程结构、系统和部件。如果仍然需要这些安全功能，则应根据安全评定的要求，通过适当的替代手段或结构、系统和部件（如帐篷、临时系统或结构、消防系统、电气系统和/或行政程序）提供这些功能。应证明履行这些安全职能的替代办法是适当的。在退役期间改变提供安全功能的手段的程序，应在实施前进行评定和说明。

A.10. 安全评定应明确最终退役计划的主要安全问题和目标。根据目标，为整个退役项目制定的涵盖退役所有阶段的安全评定，许可证持有者应在相关情况下为每个阶段制定详细的安全评定，以证明某一阶段预期行动的安全性。

A.11. 退役的一个给定阶段可以细分为离散的工作包或任务，可以对这些工作包或任务进行特定的安全评定。退役第一阶段的此类详细安全评定应在过渡期内进行，而其他阶段的详细安全评定可在之后每个阶段开始之前进行。

A.12. 在设施退役的所有阶段，无论是在正常工况下还是在非正常工况下，工作人员、公众和环境都必须得到适当保护，以免受到退役行动造成的危害。安全评定必须包括与退役行动有关的放射性危害分析，并必须证明符合监管要求和标准。还应评价非放射性危害。在退役过程中，一些传统的职业健康危害将产生比设施运行期间更大的影响，例如在拆除大型部件和结构方面。这些危害引起的风险需要解决，但不在本“安全导则”的范围内。

A.13. 许可证持有者在评价与设施退役有关的放射性危害及非放射性危害时，应考虑以下各点：

- 所有类型污染的存在和性质；
- 与放射性核素（如钼-241）可能向内增长有关的危害；

- 在运行期间或退役行动期间（如去污），与易裂变材料可能在工艺设备中积累有关的潜在临界危害；
- 由于废物流的多样性，废物管理策略十分复杂；
- 对于多设施场址，与未退役设施有关的危害；
- 无法进入的地区和埋管；
- 贮存在储罐中的材料的分离和浓缩；
- 位于结构、系统和部件和建筑物、土壤、沉积物、地表水和地下水中的危害化学品；
- 材料的化学和物理形态的变化；
- 与退役行动有关的非放射性危害，如火灾或爆炸。

A.14. 在退役计划阶段，应确定设施内污染的程度和范围，对其进行定性、评定和分类。应进行调查，以确定放射性物质和其他危害材料的库存和地点。设施的准确特性将作为退役安全评定的输入数据。

A.15. 在退役安全评定中，需要考虑辐射（如直接辐射引起的外部辐射，以及吸入、摄入或割伤和磨损引起的内部辐射）、潜在的临界性和导致放射性核素无控制释放的限制丧失等安全问题。

A.16. 对于在开始去污或拆除之前很长时间关闭的设施，应进行设备和建筑物调查，以评价与结构、系统和部件恶化有关的危害。此外，还应考虑物理屏障和工艺设备的材料，由于疲劳（如机械或热循环负载）、应力腐蚀、冲刷、化学腐蚀或辐照等因素，这些材料的机械性能在运行过程中可能发生变化。在实施去污行动时，应考虑到与物理屏障和工艺设备老化有关的风险。

A.17. 如果拆除工艺设备和有形障碍物时需要适当的替代手段（如移动帐篷和行政程序），替代手段的性质和数量及其性能要求应与现有污染的程度和范围以及拆除过程中传播污染的风险相匹配。应特别注意特定方面，如残余  $\alpha$  发射体扩散的可能性。在许多情况下，移动帐篷可能成为退役期间的第一道隔离屏障。应在安全评定中说明第一道屏障的设计（如静态屏障、通风系统、过滤系统、耐火性和机械阻隔），并证明其使用是正当的。相关的结构、系统和部件应在安全评定中定义，并应在退役限值和条件中予以考虑。

A.18. 许可证持有者应根据消防安全分析，决定消防安全的设计考虑因素。应特别注意热切割技术（如等离子切割）和非热切割技术（如使用研磨机和锯）的使用，以及拆卸过程中发生火灾的相关风险，特别是在使用移动隔离帐篷和个人防护设备的情况下。

A.19. 在退役期间，还应考虑以下方面：

- (a) 放射源与工作人员的距离更近（因为拆除了屏蔽或联锁以接触放射源），因此辐射的可能性更大；
- (b) 由于拆除期间的封隔或隔离墙，产生空中放射性核素的可能性更大。

A.20. 退役的安全评定可查明一些潜在的重大非放射性危害，这些危害可能在设施退役期间产生放射性后果。这些非放射性危害通常不会在运行阶段遇到。这些危害包括在清除污染和拆除行动中举起和搬运重物、重物坠落、火灾或爆炸、建筑物倒塌和产生危害材料。处理大多数非放射性危害的方法应按照国家法规加以管理，此外，强有力的安全文化将有助于确保查明和充分控制这些危害。

## 核电厂和研究堆安全评定中应考虑的特定制问题

A.21. 核电厂和研究堆的退役将涉及活化材料和受污染材料的处理。运行期间对于反应堆堆芯及其附近部件的管理可能会受益于放射性衰变。

A.22. 过渡期内开展的工作往往是在运行许可证下进行的，并符合设施运行阶段制定的安全评定要求。因此，运行经验和设施运行的安全评定对于从运行过渡到退役至关重要。研究堆尤其如此，在运行过程中，定期对系统进行改造，移除过去的实验，并部分拆除手套箱等实验装置和设备。

A.23. 决议草案对于运行历史较长的现有研究堆，由于记录缺失或有经验的人员退休，往往无法获得以往实验和事故的信息。在这种情况下，进行安全分析可能需要更广泛的定性，并可能辅之以与退休人员的面谈。

## 核燃料循环设施安全评定中应考虑的特定制问题

A.24. 对于铀浓缩设施、燃料制造设施和后处理厂，应特别注意可能增加临界风险的行动，如使用液体去污、废物处理、废物货包的整备和贮存。

A.25. 放射性衰变产生的热量如果得不到充分控制，可能导致放射性物质的释放。由于设施中存在高活性物质（固体或液体），退役时应考虑到热量的产生。

A.26. 辐射分解，如果没有适当的控制，可能导致氢的释放，并有爆炸的危害。在计划退役行动和安全评定时，应酌情考虑到辐射分解。在制定废物处理工艺和设计废物货包时，还应考虑到由于辐射分解而可能在废物中氢积聚的问题。氢积聚的可能性可能会影响贮存设施的设计和运行，以及废物货包的运输条件。



## 参 考 文 献

- [1] 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)。
- [2] 国际原子能机构《医学、工业和研究设施退役》,国际原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-49 号, 国际原子能机构, 维也纳 (修订版编写中)。
- [3] 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、联合国环境规划署、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)。
- [4] 国际原子能机构、联合国环境规划署,《放射性流出物排入环境的监管控制》,国际原子能机构《安全标准丛书》第 GSG-9 号, 国际原子能机构, 维也纳 (2018 年)。
- [5] 国际原子能机构《排除、豁免和解控概念的应用》,国际原子能机构《安全标准丛书》第 RS-G-1.7 号, 国际原子能机构, 维也纳 (2004 年)。
- [6] 国际原子能机构《解除终止实践后场址的监管控制》,国际原子能机构《安全标准丛书》第 WS-G-5.1 号, 国际原子能机构, 维也纳 (2006 年)。
- [7] 国际原子能机构《放射性物质安全运输条例》(2018 年版), 国际原子能机构《安全标准丛书》第 SSR-6 (Rev.1) 号, 国际原子能机构, 维也纳 (2018 年)。
- [8] 国际原子能机构《国际原子能机构〈放射性物质安全运输条例〉咨询材料》(2012 年版), 国际原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-26 号, 国际原子能机构, 维也纳 (2014 年)。(修订版编写中)
- [9] 国际原子能机构《矿石开采和冶炼中放射性废物的管理》,国际原子能机构《安全标准丛书》第 WS-G-1.2 号, 国际原子能机构, 维也纳 (2002 年)。(修订版编写中)

- [10] 国际原子能机构《乏燃料的贮存》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-15 号，国际原子能机构，维也纳（2012 年）。（修订版编写中）
- [11] 国际原子能机构《放射性废物处置前管理》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 GSR Part 5 号，国际原子能机构，维也纳（2009 年）。
- [12] 国际原子能机构《核电厂和研究堆放射性废物处置前管理》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-40 号，国际原子能机构，维也纳（2016 年）。
- [13] 国际原子能机构《核燃料循环设施放射性废物处置前管理》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-41 号，国际原子能机构，维也纳（2016 年）。
- [14] 国际原子能机构《放射性废物的贮存》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 WS-G-6.1 号，国际原子能机构，维也纳（2006 年）。
- [15] 国际原子能机构《放射性废物处置》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 SSR-5 号，国际原子能机构，维也纳（2011 年）。
- [16] 国际原子能机构《放射性废物钻孔处置设施》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-1 号，国际原子能机构，维也纳（2009 年）。
- [17] 国际原子能机构《放射性废物地质处置设施》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-14 号，国际原子能机构，维也纳（2011 年）。
- [18] 国际原子能机构《放射性废物近地表处置设施》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-29 号，国际原子能机构，维也纳（2014 年）。
- [19] 国际原子能机构《受过去活动和事故污染区域的治理》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 WS-R-3 号，国际原子能机构，维也纳（2003 年）。
- [20] 国际原子能机构《国家核安保制度的目标和基本要素》，国际原子能机构《核安保丛书》第 20 号，国际原子能机构，维也纳（2013 年）。
- [21] 国际原子能机构《关于核材料和核设施实物保护的核安保建议》（《情况通报》INFCIRC/225/Revision 5 号文件），国际原子能机构《核安保丛书》第 13 号，国际原子能机构，维也纳（2011 年）。

- [22] 国际原子能机构《放射性物质和相关设施的核安保建议》，国际原子能机构《核安保丛书》第 14 号，国际原子能机构，维也纳（2011 年）。
- [23] 国际原子能机构《核材料和核设施的实物保护》（INFCIRC/225/Rev.5 号文件实施），国际原子能机构《核安保丛书》第 27-G 号，国际原子能机构，维也纳（2018 年）。
- [24] 国际原子能机构《促进安全的政府、法律和监管框架》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 GSR Part 1（Rev.1）号，国际原子能机构，维也纳（2016 年）。
- [25] 国际原子能机构《为核安保目的在设施内使用核材料衡算和控制》，国际原子能机构《核安保丛书》第 25-G 号，国际原子能机构，维也纳（2015 年）。
- [26] 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）。
- [27] 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）。
- [28] 国际原子能机构《使用放射性物质设施退役的安全评定》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 WS-G-5.2 号，国际原子能机构，维也纳（2008 年）。
- [29] 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）。
- [30] 国际原子能机构、联合国环境规划署，《设施和活动的预期放射性环境影响评定》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 GSG-10 号，国际原子能机构，维也纳（2018 年）。
- [31] 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（修订版编写中）。

- [32] 国际原子能机构《核装置许可证审批过程》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-12 号，国际原子能机构，维也纳（2010 年）。
- [33] 国际原子能机构《监管机构与相关各方的沟通和磋商》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 GSG-6 号，国际原子能机构，维也纳（2017 年）。
- [34] 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）。
- [35] 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）。
- [36] 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）。
- [37] 国际原子能机构《易裂变材料的操作中临界安全》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-27 号，国际原子能机构，维也纳（2014 年）。
- [38] 国际原子能机构《辐射防护的环境和源监控》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 RS-G-1.8 号，国际原子能机构，维也纳（2005 年）。
- [39] 国际原子能机构《核安全监管机构的职能和程序》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 GSG-13 号，国际原子能机构，维也纳（2018 年）。
- [40] 联合国粮食及农业组织、国际原子能机构、国际劳工组织、泛美卫生组织、联合国人道主义事务协调厅、世界卫生组织，《核或辐射应急准备的安排》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 GS-G-2.1 号，国际原子能机构，维也纳（2007 年）。
- [41] 联合国粮食及农业组织、国际原子能机构、国际劳工组织、泛美卫生组织、世界卫生组织，《核或辐射应急准备和响应中使用的标准》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 GSG-2 号，国际原子能机构，维也纳（2011 年）。
- [42] 国际原子能机构《放射性废物的分类》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 GSG-1 号，国际原子能机构，维也纳（2009 年）。

## 附件 I

### 最终退役计划和支持文件的建议结构和内容

I-1. 最终退役计划是整个退役过程中的关键文件。其中载有监管机构就许可证持有者提议的退役项目的安全作出决定时所依据的信息。最终退役计划对许可证持有者和参与退役进程的所有组织都非常重要，因为它确定了退役的策略和目标。在最终退役计划中将参考和总结一系列支持最终退役计划的文件。对于大型和复杂的退役项目来说，情况尤其如此。对于较小的设施，这类证明文件可酌情纳入最终退役计划本身（部分支持文件可能包含限制性信息，例如安保计划）。另见参考文献[I-1]。

I-2. 本附件提供了设施最终退役计划可能内容的示例概要。按照分级方法，详细程度将取决于退役行动的复杂程度。

I-3. 最终退役计划的内容由监管机构特定规定。

0. 摘要

1. 导言

1.1. 退役项目的范围和背景。

1.2. 有关许可证持有者及现有许可证的一般资料。

2. 场址和设施说明

2.1. 场址位置和场址描述。

2.2. 设施描述，包括相关结构、系统和部件。

2.3. 设施的运行历史，包括改造和事件。

2.4. 设施的放射学特性，包括表面和地下土壤和水。

2.5. 与场址上的其他设施的相互依赖关系（在多设施场址的情况下）。

3. 退役策略
  - 3.1. 场址总体退役策略说明（多设施场址的情况）。
  - 3.2. 所选的退役策略，包括结束状态。
  - 3.3. 选定退役策略的理由。
4. 退役综合管理系统
  - 4.1. 安全管理政策，包括安全文化政策。
  - 4.2. 组织结构，包括责任和权力。
  - 4.3. 人员配置和资格，包括培训。
  - 4.4. 相关各方的参与，包括与监管机构的接口。
  - 4.5. 文件和记录保存。
  - 4.6. 项目管理办法，包括承包商的参与。
5. 退役行动的进行
  - 5.1. 工作分解结构，包括相关阶段及其时间表。
  - 5.2. 去污、拆解方法和技术。
  - 5.3. 监管和维护。
6. 废物管理和材料管理
  - 6.1. 放射性废物和放射性物质的鉴别。
  - 6.2. 废物分类和废物流、废物验收标准和监管排放标准。
  - 6.3. 固体和液体放射性废物，包括来自辅助设施废物的预处理管理。
  - 6.4. 非放射性废物和非放射性物质的鉴别。
  - 6.5. 所有废物流的处置。

7. 财务资源
  - 7.1. 是否有财务资源，包括费用估计情况。
  - 7.2. 财务资源分配。
  - 7.3. 评审和更新财务资源。
8. 辐射防护[I-2]
  - 8.1. 辐射防护原则和目标。
  - 8.2. 辐射防护计划。
  - 8.3. 退役期间的监控、控制和监管。
9. 安全评定[I-3]
  - 9.1. 安全评定框架，包括安全要求和安全标准。
  - 9.2. 安全评定方法。
  - 9.3. 识别危害和始发事件，并识别用于分析正常和异常工况的假想方案。
  - 9.4. 危害分析。
  - 9.5. 安全评定结果。
  - 9.6. 执行安全评定结果，包括确定退役行动的限值和条件。
  - 9.7. 安全措施监管和维护。
10. 环境影响评定
  - 10.1. 退役行动中向环境排放物的识别。
  - 10.2. 查明对公众造成直接辐射并对环境产生影响的场内和场外放射源。
  - 10.3. 退役行动对公众和环境的辐射影响评定。
  - 10.4. 非放射性影响评定。

- 10.5. 保护和控制措施。
- 11. 应急安排[I-4]
  - 11.1. 应急计划的基础，包括可能出现的紧急情况和潜在后果。
  - 11.2. 组织机构和职责。
  - 11.3. 应急预案和程序。
  - 11.4. 应急准备安排。
- 12. 实物保护以及核材料核算和控制的安排<sup>1</sup>
  - 12.1. 法律和监管政策及框架。
  - 12.2. 组织机构和职责。
  - 12.3. 实物保护计划和措施。
  - 12.4. 衡算和控制核材料的计划和措施。
- 13. 最终放射性调查
  - 13.1. 最终放射性调查的目的。
  - 13.2. 进行最终放射性调查的方法。
  - 13.3. 取样参数和本底辐射水平的定义。
  - 13.4. 设备、仪器仪表、技术和程序的类型。
  - 13.5. 评定最终放射性调查结果的方法。

---

<sup>1</sup> 关于《退役计划》所列核材料实物保护、衡算和控制安排的公开信息不包含敏感的安保信息。

## 附件 I 参考文献

- [I-1] 国际原子能机构《安全相关退役文件的标准格式和内容》，《安全报告丛书》第 45 号，国际原子能机构，维也纳（2005 年）。
- [I-2] 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）。
- [I-3] 国际原子能机构《使用放射性物质设施退役的安全评定》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 WS-G-5.2 号，国际原子能机构，维也纳（2008 年）。
- [I-4] 国际原子能机构《制定应对核或辐射应急安排方法》，EPR-方法（2003 年），国际原子能机构，维也纳（2003 年）。

## 附件 II

### 最终退役报告的建议结构和内容

II-1. 最终退役报告由许可证持有者编写，作为终止退役授权的监管决定的依据。本报告：

- (a) 概述最终退役计划及更新情况和任何相关许可证；
- (b) 包括最终放射性调查报告；
- (c) 说明场址上仍存在的限制要求或退役后场址上残余设施（如有）的有关限值，并说明必要的控制措施以及日后拆除这些设施的计划；
- (d) 提供关于工作人员辐射的资料；
- (e) 提供关于向环境排放放射性物质的资料；
- (f) 提供有关放射性废物和放射性物质管理的资料。

II-2. 此外，许可证持有者还可在最终退役报告中列入补充资料，供自己使用。为了改进今后退役项目的实施，许可证持有者可以在最终退役报告中总结和分享该项目的经验教训，或者详细说明实施退役行动所采用的方法和工具。

## 附件 III

### 最终放射性调查报告的建议结构及内容

III-1. 最终放射性调查报告介绍了设施和场址在实际退役行动结束时的最终状况。最终放射性调查报告通常是最终退役报告的一部分。

III-2. 最终放射性调查报告包括以下信息：

(a) 最终放射性调查的实施和调查结果：

- (i) 调查摘要，包括对最终放射性调查计划的修改以及与最初（基线）放射性调查的比较；
- (ii) 所进行的取样（例如，指导取样和测量点的地图、测量的类型和数量以及所进行的分析）；
- (iii) 测量数据和分析结果；
- (iv) 评定数据，与既定标准进行比较，并根据国家监管框架提交报告；
- (v) 与最终放射性调查有关的质量管理方面。

(b) 摘要和结论：

- (i) 简要说明设施的最终放射性调查状况，包括任何未勘查的地区；
- (ii) 明确所有在非受限使用下可能发生放射性泄漏的现场区域和结构、系统和部件；
- (iii) 描述任何尚未公布领域所需的任何机构控制措施，包括概览图和地图。

## 附件 IV

### 退役相关文件示例

IV-1. 在实际操作中，附录 I 所述的最终退役计划得到了一系列文件（取决于国家监管要求）的支持，这些文件提供了解释退役计划各个方面的补充信息。一个典型案例是安全评定报告，对于设施退役而言，该报告通常是一份独立的文件，比退役最终计划第 9 部分（根据附件 I 所列内容）提供了更多关于退役安全方面的细节。

IV-2. 支持文件可包括以下内容：

- 历史场址评定；
- 特性调查报告；
- 安全评定报告；
- 退役限值和条件；
- 环境影响评定；
- 辐射防护计划；
- 工业健康安全计划；
- 废物管理计划；
- 质量管理计划（作为综合管理系统的一部分）；
- 应急预案；
- 安保计划和核材料衡算与控制计划；
- 资金拨备及成本估算；
- 公共相关计划。

# 附件 V

## 相关文献

本附录提供了一份参考出版物清单，其中载有与退役有关的特定组织、财务、技术和安全问题的补充资料。参考文献按照讨论的主题进行分组。

### 退役计划的内容

国际原子能机构《与安全有关退役文件标准格式和内容》，《安全报告丛书》第 45 号，国际原子能机构，维也纳（2005 年）。

核能机构《实现退役安全论证文件的目标：退役安全论证文件工作组（WPDD）编写的状态报告》核能机构第 5417 号，经济合作与发展组织（2005 年）。

国际原子能机构《核设施退役的计划、管理和组织方面》，国家原子能机构技术文件第 1702 号，国际原子能机构，维也纳（2013 年）。

### 从运行过渡到退役

国际原子能机构《核设施从运行到退役过渡期间的安全考虑》，《安全报告丛书》第 36 号，国际原子能机构，维也纳（2004 年）。

国际原子能机构《核装置从运行到退役的过渡》，《技术报告丛书》第 420 号，国际原子能机构，维也纳（2004 年）。

### 退役策略

国际原子能机构《延期拆除期间核设施的安全封闭》，《安全报告丛书》第 26 号，国际原子能机构，维也纳（2002 年）。

国际原子能机构《使用放射性物质设施退役策略》，《安全报告丛书》第 50 号，国际原子能机构，维也纳（2007 年）。

国际原子能机构《核和辐射设施退役的政策和策略》，国际原子能机构《核能丛书》第 NW-G-2.1 号，国际原子能机构，维也纳（2011 年）。

国际原子能机构《退役策略选择：问题和要素》，国家原子能机构技术文件第 1478 号，国家原子能机构，维也纳（2005 年）。

## 放射性表征

国际原子能机构《为退役目的关闭核反应堆的放射性表征》，《技术报告丛书》第 389 号，国际原子能机构，维也纳（1998 年）。

核能机构《核设施退役的放射性表征：退役和拆除工作组（WPDD）和放射性表征和退役工作组（RCD）的最终报告》，NEA/RWM/WPDD（2013）2，经济合作与发展组织（2013 年）。

## 安全评定

国际原子能机构《退役安全评定》，《安全报告丛书》第 77 号，国际原子能机构，维也纳（2013 年）。

## 退役技术

国际原子能机构《核设施去污和拆除的最新技术》，《技术报告丛书》第 395 号，国际原子能机构，维也纳（1999 年）。

核能机构《退役核设施的研发和创新需求》，核能机构第 7191 号，经济合作与发展组织（2014 年）。

## 退役物料和放射性废物管理

国际原子能机构《排除、豁免和清除活动浓度值的推导》，《安全报告丛书》第 44 号，国际原子能机构，维也纳（2005 年）。

国际原子能机构《遵守豁免和清除水平的监控》，《安全报告丛书》第 67 号，国际原子能机构，维也纳（2012 年）。

国际原子能机构《监控场址是否符合治理标准》，《安全报告丛书》第 72 号，国际原子能机构，维也纳（2012 年）。

国际原子能机构《核设施退役期间产生的问题废物和物料管理》，《技术报告丛书》第 441 号，国际原子能机构，维也纳（2006 年）。

国际原子能机构《核设施退役后低放射性物质的管理》，《技术报告丛书》第 462 号，国际原子能机构，维也纳（2008 年）。

## 退役成本

核能机构《核装置退役成本国际结构（ISDC）》，核能机构第 7088 号，经合组织（2012 年）。

国际原子能机构《研究堆退役成本估算》，国际原子能机构《核能丛书》第 NW-T-2.4 号，国际原子能机构，维也纳（2013 年）。

国际原子能机构《退役的财务方面》，国家原子能机构技术文件第 1476 号，国际原子能机构，维也纳（2005 年）。

## 管理

国际原子能机构《核组织的组织变革管理》，国际原子能机构《核能丛书》第 NG-T-1.1 号，国际原子能机构，维也纳（2014 年）。

## 记录管理

国际原子能机构《核设施退役记录保存：导则和经验》，《技术报告丛书》第 411 号，国际原子能机构，维也纳（2002 年）。

国际原子能机构《退役项目信息的长期保存》，《技术报告丛书》第 467 号，国际原子能机构，维也纳（2008 年）。

## 培训

国际原子能机构《核设施退役：培训和人力资源考虑》，国际原子能机构《核能丛书》第 NG-T-2.3 号，国际原子能机构，维也纳（2008 年）。

## 相关各方的参与

国际原子能机构《相关各方参与退役概述》，国际原子能机构《核能丛书》第 NW-T-2.5 号，国际原子能组织，维也纳（2009 年）。

国际原子能机构《管理核设施退役的社会经济影响》，《技术报告丛书》第 464 号，国际原子能机构，维也纳（2008 年）。

## 研究堆

国际原子能机构《研究堆的退役：演变、最新情况和遗留问题》，《技术报告丛书》第 446 号，国际原子能机构，维也纳（2006 年）。

国际原子能机构《通过优化利用现有资源使研究堆和其他小型核设施退役》，《技术报告丛书》第 463 号，国际原子能机构，维也纳（2008 年）。

## 参与起草和审订人员

Auffray, P.	法国电力公司
Baecker, A.	德国北能动力
Batandjieva, B.	国际原子能机构
Francois, P.	法国辐射防护与核安全研究所
Hayes, J.	美国核管制委员会
Kaulard, J.	德国工业服务部
Lauridsen, K.	顾问（丹麦）
Ljubenov, V.	国际原子能机构
Pennington, M.	英国塞拉菲尔德有限公司
Reisenweaver, D.	美国爱那康联邦服务公司
Rowat, J.	国际原子能机构
Smith, T.	美国核管制委员会
Verseemann, R.	德国莱茵电力公司
Visagie, A.	南非核能公司
Watson, B.	美国核管制委员会
Wong, M.	国际原子能机构



## 当地订购

国际原子能机构的定价出版物可从下列来源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。联系方式见本列表末尾。

### 北美

#### ***Bernan / Rowman & Littlefield***

15250 NBN Way, Blue Ridge Summit, PA 17214, USA  
电话: +1 800 462 6420 • 传真: +1 800 338 4550  
电子信箱: [orders@rowman.com](mailto:orders@rowman.com) • 网址: [www.rowman.com/bernan](http://www.rowman.com/bernan)

### 世界其他地区

请联系您当地的首选供应商或我们的主要经销商:

#### ***Eurospan Group***

Gray's Inn House  
127 Clerkenwell Road  
London EC1R 5DB  
United Kingdom

交易订单和查询:

电话: +44 (0) 176 760 4972 • 传真: +44 (0) 176 760 1640  
电子信箱: [eurospan@turpin-distribution.com](mailto:eurospan@turpin-distribution.com)

单个订单:

[www.eurospanbookstore.com/iaea](http://www.eurospanbookstore.com/iaea)

欲了解更多信息:

电话: +44 (0) 207 240 0856 • 传真: +44 (0) 207 379 0609  
电子信箱: [info@eurospangroup.com](mailto:info@eurospangroup.com) • 网址: [www.eurospangroup.com](http://www.eurospangroup.com)

定价和未定价出版物的订单均可直接发送至:

Marketing and Sales Unit  
International Atomic Energy Agency  
Vienna International Centre, PO Box 100, 1400 Vienna, Austria  
电话: +43 1 2600 22529 或 22530 • 传真: +43 1 26007 22529  
电子信箱: [sales.publications@iaea.org](mailto: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