

国际原子能机构安全标准

保护人类与环境

医疗、工业和研究 设施的退役

特定安全导则

第 SSG-49 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。

医疗、工业和研究设施的退役

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
白俄罗斯
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
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-49 号

医疗、工业和研究设施的退役

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，2024 年
国际原子能机构印刷
2024 年 2 月·奥地利

医疗、工业和研究设施的退役

国际原子能机构，奥地利，2024 年 2 月
STI/PUB/1841
ISBN 978-92-0-506223-5（简装书：碱性纸）
978-92-0-506123-8（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¹具有保护生命和健康以及保护环境共同目的。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）（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。

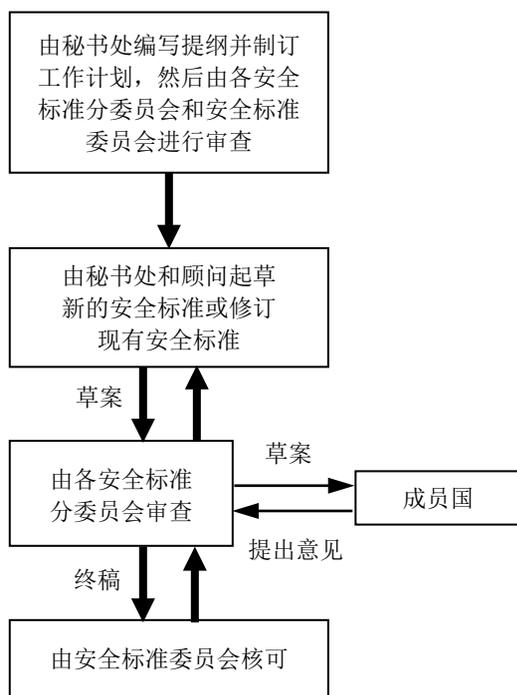


图 2. 制订新安全标准或修订现行标准的过程。

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

1. 导言	1
背景 (1.1-1.12).....	1
目的 (1.13).....	3
范围 (1.14-1.21).....	3
结构 (1.22-1.24).....	5
2. 人类和环境的保护 (2.1-2.24)	5
3. 退役相关的责任(3.1-3.26)	10
4. 退役管理 (4.1-4.30)	15
5. 退役策略 (5.1-5.19)	21
6. 退役的资金筹措 (6.1-6.14)	26
7. 设施寿命期间退役的计划 (7.1-7.4)	29
设计和建造中的注意事项 (7.5-7.10).....	31
初始退役计划 (7.11).....	33
更新退役计划 (7.12-7.20).....	33
最终退役计划 (7.21-7.48).....	35
公众参与 (7.49).....	40
意外永久关闭 (7.50-7.55).....	40
8. 退役行动的实施 (8.1-8.26)	41
退役行动期间的监管 (8.27-8.32).....	47
辐射防护 (8.33-8.43).....	48
应急准备和响应 (8.44-8.47).....	50
放射性废物管理 (8.48-8.69).....	51
9. 退役行动的完成和退役授权的终止 (9.1-9.28)	55
附录 I 医疗、工业和研究设施退役的安全评定考虑	61
附录 II 影响退役策略选择的因素	65
参考文献	69
附件 I 设施类别	73
附件 II 影响退役策略选择的因素	75
附件 III 推荐最终退役报告的结构和内容	80

附件 IV 推荐最终辐射调查报告的结构及内容.....	81
附件 V 退役相关文件示例.....	82
附件 VI 相关文献	83
参与起草和审订人员	87

1. 引言

背景

1.1. 几十年来，放射性物质一直在医疗、工业和研究设施¹中使用，许多国家建造和启用了各种使用放射性物质和放射源的设施应用。其中许多设施的使用寿命即将结束，将面临永久关闭²。其他设施由于破产或其他意想不到的原因可能提前永久关闭，上述设施均面临退役问题。本“安全导则”在吸收以往退役项目的经验教训基础上，推荐了在计划和实施新设施和现有设施退役时采取一致的方法。

1.2. 如原子能机构《安全标准丛书》第 GSR Part 6 号《设施退役》[1]所定义，“退役”术语是指为从设施中解除部分或全部监管而采取的行政和技术行动。虽然退役是设施生命的最后阶段，但应从设施的初始计划和设计开始整个设施寿命期内考虑退役的各个方面，如尽量减少放射性废物的设计、退役计划和记录保存。

1.3. 退役行动包括去污、拆除和拆除结构、系统和部件，包括放射性废物的管理和退役工作人员的辐射防护，以及支持退役的辐射调查。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采取这些行动以确保安全，确保工作人员、公众和环境得到保护，并证明设施达到了计划的关闭状态。

1.4. 去污、拆除和其他退役行动可在永久关闭后立即进行，也可延迟到安全包络³期之后（例如允许放射性衰变）。因此，进行退役行动的时间通常对简单和小型设施需要几个星期，较大和较复杂设施需要几年，特别是在有安全包络期的情况下。在进行退役行动期间，退役可包括分阶段解除对设施部分的监管控制。在完成所有计划的退役行动并达到计划的关闭状

¹ “设施”术语系指厂房及其相关土地和设备，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，“设施”术语的使用范围限定在医疗、工业和研究设施。

² 本“安全导则”中使用的“永久关闭”术语是指设施已经停止运行，不会再重新运行。

³ “安全包络”术语是指在实施延迟拆除策略期间，设施被置于并保持在安全、长期的贮存状态，一直到进行去污和拆除行动。

态时，才可以终止退役授权。设施的场址和其余结构（如有的话）将可无限制或有限制地再用于其他目的。

1.5. 依据国家监管要求，设施退役可能需要获得退役许可证或在设施整个寿命期内发放的许可证范围内进行退役行动的授权。在本“安全导则”中，“退役授权”术语用于表示这些监管相关定义中与之相关的任何一个。

1.6. 对于一些危害程度很低的小型简单设施，退役行动可能包括移除所有源并将其退回供应商，然后进行调查以核实没有任何区域的残留污染超过允许的最终状态标准。如果国家法规允许，可以在运行许可证⁴的范围内这样做。在这种情况下，在采取退役行动之前不需要给予任何特殊的退役授权。在执行退役行动后，许可证持有人提交最终报告要求终止设施的运行许可证（见本“安全导则”第9部分）。

1.7. 医疗、工业或研究设施退役通常作为一个项目进行。退役项目是一项协作计划，涉及支持分析和研究，这些分析和研究应经过缜密的计划，以确保行动计划的安全，实现部分或全部设施监管控制的解除。退役项目是临时性的，由组织内部或跨组织的团队进行。退役项目通常的起点是最终退役计划的准备工作开始时，或者在某些情况下授权退役时。

1.8. 为了简化退役过程的方法并提供更多的说明性指导，本“安全导则”根据退役设施的辐射风险将其分为三类：简单设施、中间设施和复杂设施。这一分类涉及在不同类型的医疗、工业和研究设施退役方面采用分级方法。本“安全导则”阐述了这一分级方法在退役监管评审中对向监管机构提交的信息和文件类型（如退役计划和安全评定）的含义。附件 I 提供了三类不同设施的典型示例。

1.9. 本“安全导则”取代 1999 年发布的《医疗、工业和研究设施退役》⁵。关于核电厂、研究堆和其他燃料循环设施退役的导则见原子能机构《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》[2]。

⁴ 在某些国家，“运行许可证”术语可包括退役许可证；在某些情况下，可能只需修订运行许可证，以覆盖监管方面的退役要求。

⁵ 国际原子能机构《医疗、工业和研究设施退役》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 WS-G-2.2 号，国际原子能机构，维也纳（1999 年）。

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、对向环境排放放射性流出物的监管和放射性废物的相关管理的要求和指导。

1.11. GSR Part 3[3]规定了监管控制的材料、设备和场址的放射性标准的要求和导则，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]。

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指导。

目的

1.13. 本“安全导则”的目的是为监管部门、许可证持有人、业主、技术支持组织及其他相关各方提供指引，以符合退役计划的要求，执行退役行动，包括表征调查，退役完工证明，以及终止医疗、工业及研究设施退役的授权。其目的是协助政府按照国际良好实践，以安全和环境上可接受的方式使这些设施退役。

范围

1.14. 本“安全导则”涉及生产、使用或贮存放射性物质和放射源的医疗、工业和非反应堆研究设施安全退役的行动和退役考虑。本“安全导则”不涉及核燃料循环设施（铀转化厂、铀浓缩厂、核燃料制造厂、包括次临界和临界组件在内的研究堆、核电厂、乏燃料贮存设施、后处理设施和放射性废物处置前管理设施）的退役，也不涉及开采和加工涉及天然放射性物质的铀和钍矿物的地面处理设施和其他工业活动设施退役。SSG-47[2]和原子能机构《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]规定了这些设施退役。

1.15. 本“安全导则”的范围包括对特定核材料进行实验和基础研究的核燃料循环研发设施，如原型核燃料（反应堆辐照前后）或研究核材料或开发核废料的新加工。对用于工业规模的加工和设备（例如中间试验设备或示范装置）开展活动的核燃料循环研发设施退役不属于本“安全导则”的范围。SSG-47[2]提供了关于此类设施退役的建议和指导。

1.16. 可根据设施的类型和复杂程度、其放射性库存以及与退役相关的潜在危害，通过分级方法达到退役的要求。例如，分级方法可以应用于选择退役策略、退役计划、退役行动的实施以及计划的关闭状态。

1.17. 如果仅有部分设施退役，本“安全导则”仅适用于退役部分设施相关的退役行动。然而，需要解决其他继续运行设施可能涉及的安全问题。

1.18. 本“安全导则”适用于计划的、授权的活动。虽然在设施退役的情况下提到了一些治理方法，但本“安全导则”不适用于原子能机构其他安全标准所述的治理情况[3、10]。

1.19. 本“安全导则”涉及与医疗、工业和研究设施退役相关的行动以及退役行动产生的废物和材料的管理带来的辐射风险。它主要用于具有正常运行历史并随后计划永久关闭的设施。然而，许多考虑因素也适用于意外的永久性提前关闭或设施损坏、污染事故之后的退役。在这种情况下，本“安全导则”可作为制定特殊退役规定的基础以处理事故后的情况。

1.20. 除放射性危害外，医疗、工业和研究设施往往还涉及化学、生物和工业危害，应考虑以综合方式处理所有危害，确保放射性和非放射性危害的安全。例如，在退役行动中可能会遇到非放射性危害，如石棉或多氯联苯的排放而造成的危害。本“安全导则”未明确说明非放射性危害，但这些危害需要在退役的各个方面加以考虑，包括退役的计划、退役的管理、退役的资金筹措、退役行动的开展和退役的完成。

1.21. 通常，大多数医疗、工业和研究设施退役并不涉及重大的安保问题，但对某些设施而言，退役期间的安保问题可能需要加以考虑。本“安全导则”未提供退役安保方面的指导。原子能机构在《核安保丛书》[11—13]发布关于核安保的基本原则和建议。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、法律和监管框架》[14]规定了安全与

核安保接口的要求。在某些类型的设施退役期间，核材料相关衡算和控制可能继续存在，但不在本“安全导则”的范围之内。

结构

1.22. 第 2 部分讨论人类和环境保护相关的问题，包括在整个退役过程中采用分级方法以及防护和安全最优化，还涉及退役安全评定；第 3 部分介绍了参与退役的主要当事方的责任；关于退役管理的指导意见见第 4 部分；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；第 7 部分谈及设施寿命所有阶段的退役计划，介绍了各种类型的退役计划，这些计划是在设施的整个寿命周期内制定和维护的；第 8 部分介绍了退役行动的开展，包括退役废物的管理、辐射防护和应急响应；第 9 部分介绍了退役的完成情况，包括为支持终止退役授权而进行的调查和报告。

1.23. 附录 I 涉及制定安全评定，以支持医疗、工业和研究设施退役计划。附录 II 阐述了在选择退役策略时应考虑的因素。

1.24. 附件 I 界定了三类医疗、工业和研究设施，并提供了每一类设施的示例；附件 II 提供了医疗、工业和研究设施最终退役计划的示例；附件 III 提供了最终退役报告内容的示例；附件 IV 提供了辐射调查最终报告内容的示例；附件 V 提供了最终退役计划的典型支持文件清单；附件 VI 提供了一份参考出版物清单，包含有与退役相关的特定组织、技术、财务和安全问题的补充资料，涉及对医疗、工业和研究设施以外设施的考虑。

2. 人类和环境的保护

GSR Part 6[1]要求 1：退役防护和安全的最优化

“退役期间的照射应被视为计划照射情况，基本安全标准同样适用于退役过程。”

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》[15]规定了辐射源的辐射防护和安全原则。

2.2. 退役期间的辐射防护安排应在最终退役计划中处理，并应基于国家对辐射防护的要求。除了遵守剂量限值外，还需要实施防护的最优化（GSR Part 6[1]第 2.1 段），同时考虑到退役项目的特定情况和相关的剂量限值。

2.3. 虽然在运行期间和退役期间辐射防护的原则和目标基本相同，但由于所要采取的行动、设施的物理条件、接近高度活化材料或受污染设备或区域的需要，以及结构、系统和部件的移除等方面的差异，实施辐射防护的方法和程序可能有所不同。可能需要考虑特殊情况，这可能需要使用远程技术或专用设备，以及临时措施或使用某些非常规程序。

2.4. 需要适当考虑保护工作人员和公众以及保护环境，使其免受退役期间可能发生事故的影响（GSR Part 6[1]第 2.2 段）。应维持与潜在辐射的可能性和程度相称的防护和安全制度。在适当情况下，这可以是一个由复合的、有序的、独立的防护和安全规定而组成的系统。

2.5. 下述情况应当考虑保护工作人员的示例，工作人员必须在被拆除或去污的活化部件（例如加速器）附近工作，这可能导致大量接触或扩散污染物。应特别注意实施特定和适当的人员保护控制措施，防止和减少工作人员的辐照还可能需要工程控制，个人防护设备可能需要根据特定工作条件进行调整，例如增强防护手套的抗穿刺性，以防止可能摄入放射性核素的伤害。

2.6. 退役期间可能发生的事件或事故可能导致退役设施边界以外受到辐射的影响。例如，为了保护现场工作人员、公众和环境免受放射性物质扩散的影响，退役期间可能需要保留一些动力安全系统，比如通风系统和消防系统等。在场内或场外污染的情况下可能需要采取应对措施，对污染区进行治理或限制放射性物质（如受污染水）的排放。本“安全导则”未涉及此类问题。原子能机构安全标准[3、10]涉及场外地区的治理，而原子能机构《安全标准丛书》第 GSR Part 7 号《核或辐射应急准备和响应》[16]涉及应急准备和响应。

2.7. 当设施在事故后永久关闭时，对设施周围地区的治理措施可能是退役项目的一部分。退役通常不包括对运行许可证规定的设施界线以外的大范围面积治理措施。

2.8. 在计划退役时，应考虑正常运行期间建立应急安排的性质和范围的记录和数据。

2.9. 除了保护工作人员和公众之外，许可证持有人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）。应制定适当的控制措施，确保缓解现场和周围地区对环境的影响。对于一些设施，可能需要根据国家要求，在最终退役计划的同时进行环境影响评定⁶。在退役期间和退役完成后，如果一个场址在将来可以有限值和条件的使用，应确保对环境的保护。特定措施应由许可证持有人实施，具体取决于最终退役计划中所述的最终状态。与环境保护相关的措施严格程度应与危害程度相匹配。对于危害性较低的简单设施，本“安全导则”中建议的一些措施可能没有必要（见附件 I）。

2.10. 许可证持有人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符合适用的环境保护要求，包括退役期间（如有必要）和退役完成后的监控、控制和监视责任和措施。

GSR Part 6[1]要求 2：退役中的分级方法

“应在退役的所有方面采用分级方法，以确定任何特定设施的范围和详细程度，分级方法应与退役可能产生的辐射风险的等级一致。”

2.11. 医疗、工业和研究设施退役行动范围广泛。其范围、程度和计划的详细程度，安全评定和示范以及安全相关文件的编写、评审和更新应与危害的类型和严重程度、对工作人员、公众和环境的潜在后果严重度相一致。因此，需要采用分级方法来计划退役、开展退役行动、完成退役和终止授权、排放场地供不受限制或限制使用，以及对退役进程进行监管监视（GSR Part 6[1]要求 2）。采用分级方法时，应不损害安全性，并确保符合所有相关的安全要求和标准。

⁶ “环境影响评定”术语已列入许多国际文书以及国家法律和法规。在原子能机构《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》[17]，环境影响评定是指政府决策过程中的一项程序，用于确定、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影响风险。

2.12. 采用分级方法有助于有效和最优地利用资源。在医疗、工业和研究设施方面，按照分级方法最终退役计划和辅助文件中的信息类型和详细程度，包括安全评定和遵守安全要求所需的行动应与下列因素相一致：

- 设施的规模和类型，包括其复杂程度和运行历史；
- 设施的实际状况，特别是结构、系统和部件的完整性，尤其是老化或废弃的厂房或其他构筑物可能因长期维护不善而受损的程度；
- 放射性库存（例如密封源和非密封源的活动和污染）、生物库存和化学库存以及与设施退役相关的危害；
- 设施寿命期内的阶段（选址、设计、建造、调试、运行、关闭或退役），例如在设计阶段编写初始最终退役计划，在采取退役行动之前编写最终退役计划；
- 项目的范围（例如，设施的一部分、整个设施、多设施场址的单一设施或整个多设施场址）；以及退役行动可能在多大程度上对设施其他地方或附近设施正在进行的活动产生不利影响；
- 信息的不确定性（如设施定性的质量和程度的信息），以及用作计划输入数据的相关辅助信息（如图纸和修改记录）的可靠性和可用性；
- 与计划的退役行动相关的复杂性和风险；
- 设施退役的关闭状态（例如不受限制或限制使用、完全拆除所有结构或重新使用设施的某些结构或部分）；
- 放射性污染的程度和水平，以及进行清理或治理的可能性。

2.13. 成功的退役取决于充分和有组织的计划，以及根据所发放的授权有系统地开展退役行动。分级方法的应用对整个退役项目产生了影响，特别是在以下领域：

- 文件（最终退役计划的范围、内容和必要的详细程度可能因设施的复杂性和潜在危害而异，并应符合国家法规）；
- 确定设施安全退役所需的结构、系统和部件（设施中已有的结构、系统和部件和新的结构、系统和部件），并规定相关的控制要求；
- 授权程序；

- 退役行动的控制；
- 监控计划；
- 退役项目的管理（如组织机构）；
- 人员配备和培训；
- 监管监视；
- 相关各方的参与。

2.14. 一些退役行动的范围可能有限，因此放射性物质的危害可能很小。退役的实际方法应考虑到所涉及的危害，因为不适当或过度限制的安全措施可能妨碍良好的安全管理，并可能增加费用而没有任何利益。

GSR Part 6[1]要求 3：退役安全评定

“对于所有计划退役的设施和所有退役的设施，都应进行安全评定。”

2.15. 设施退役与许多放射性和非放射性危害相关。除与永久关闭设施相关的现有放射性危害外，退役行动可能造成新的危害需要加以考虑，例如通过使用切割工具或产生空气污染和次级放射性废物⁷。因此，通过退役计划应对这些危害充分评定和管理。

2.16. 设施退役往往涉及在早期阶段移除大量放射性物质，包括放射源和运行产生的废物。在这一步骤之后在安全评定中应考虑到设施的残留总污染和活化情况。

2.17. 需要进行安全评定（GSR Part 6[1]第 2.6 段），以支持制定最终退役计划（见第 7 部分图 1），并通过证明工作人员和公众的防护和安全得到了最优化，辐照剂量不超过相关限值和约束，支持开展相关的特定退役行动。

2.18. 应进行安全评定，以确定必要的保护措施，确保工作人员、公众和环境得到保护。应根据原子能机构《安全标准丛书》第 GSR Part 4（Rev.1）号《设施和活动安全评定》[18]和原子能机构《安全标准丛书》第 WS-G-5.2 号《使用放射性物质设施退役安全评定》[19]规定的要求，在适当考虑到工业安全的情况下，采用辐射防护最优化来确定此类防护措施。对于公众可以经常进入的医疗设施，应评定、优化和控制退役期间公众的辐照程度。

⁷ 次级放射性废物是处理原始放射性废物的副产品。

2.19. 许可证持有人应控制所有分包商的工作（GSR Part 6[1]第 4.3 段）涉及安全评定的制定。根据分包商在特定退役技术方面的相关知识和经验，安全评定结果或分包商制定的部分安全评定结果应根据综合管理系统进行评审、批准或验收，并由许可证持有人实施。安全评定结果还应由监管机构进行评审和批准以确保退役期间的整体安全。

2.20. 安全评定的结果将决定在永久停止运行后，在运行阶段不再需要使用哪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，退役还可能需新的安全功能并需启用相关的结构、系统和部件。安全评定应表明退役整个过程中各项安全措施之间的一致性，并应在必要时予以更新，以持续反映退役行动进展过程中设施状态的变化。

2.21. 安全评定应能够证明符合了监管安全标准，并证明保护措施得到了优化。安全评定的结果应直接影响退役限值和条件，其中包括一套规则规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。退役限值和条件应反映在退役授权和退役程序中。安全评定的结果也应用于为辐射防护计划提供信息。安全评定应有助于确保相关各方对退役的安全有信心。

2.22. 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。

2.23. 对于大多数医疗、工业和研究设施，退役不需要进行广泛的环境影响评定。然而，环境分析可作为最终退役计划的一部分。对于复杂设施，对环境影响评定的总结和结论退役行动的影响评定应包括在退役计划中。

2.24. 附录 I 提供了关于医疗、工业和研究设施退役安全评定准备工作的补充指导。

3. 退役相关的责任

3.1. 设施退役过程涉及若干组织，主要组织是政府、监管机构和许可证持有人。本部分述及政府、监管机构和许可证持有人在计划、执行和完成设施退役方面的责任。

GSR Part 6[1]要求 4：政府在退役过程的职责

“政府应建立和维持一个政府、法律和监管框架，在此框架内可以安全地计划和实施退役的所有方面，包括由此产生的放射性废物的管理。这一框架应包括明确的责任划分、提供独立的监管职能以及退役财务保证方面的要求。”

3.2. 在制定和执行国家退役政策时，政府应确定退役的总体目标，这可能是国家放射性废物管理政策的一部分。这项政策应由政府与包括许可证持有人在内的相关机构合作，并在公众和其他相关人士的参与下制订。如果医疗、工业和研究设施退役的国家政策和战略尚未制定或处于早期制定阶段，监管机构应就退役和放射性废物管理国家政策的要求和有效性向政府提供咨询意见，并应协助其更新和改进。

3.3. 需要在国家法律中建立一个监管退役的框架（GSR Part 6[1]要求 4）。授权立法应符合相关的国家政策，并应直接、可行和灵活以便最大限度的减少随后对其进行修订的必要性。这一点很重要，因为修订法律通常是一个缓慢和资源密集的过程。

3.4. 虽然退役的监管责任最好由一个监管机构承担，这种责任在一些国家由几个机构分担，这些机构负有特定防护和安全的责任。应确保充分涵盖辐射安全、运输安全、废物安全、工业安全和环境安全所有方面的管理，并明确规定和划分相关政府机构的责任。法律应规定明确的权力和责任界限，以避免负责退役的不同监管机构之间的监管存在盲区或重叠。

3.5. 政府的主要责任之一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量的可用资金。

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，例如为了解决与不断恶化的结构相关的安全问题，则应与负责辐射、运输、废物、工业和环境安全的一个或多个相关当局磋商，一事一议计划和管理退役。许可证持有人在一种情况下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：监管机构在退役过程中的责任

“监管机构应在设施寿命的所有阶段管理退役的所有方面，从设施选址和设计期间的退役初始计划到退役行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，包括对产生的放射性废物进行管理的要求，并应正式通过相关的法规和导则。监管机构还应采取行动确保符合监管要求。”

3.7. 在制定法规时，监管机构应明确适用法规要求的设施和活动。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（GSR Part 6[1]要求 5）。监管机构必须监视这些要求的执行情况（GSR Part 6[1]第 3.3 段），并应控制许可证持有人遵守退役计划、开展退役行动和完成退役的要求，包括退役授权的终止。

3.8. 监管机构在制定、修订和撤销法规和导则意见时应遵循一致的程序，相关各方应参与该过程。

3.9. 监管机构应评审在执行法规方面的经验，并应适当考虑可能出现的任何问题或困难。还应评审适用要求的现状，同时考虑到科学和技术的最新发展水平（例如，与安全相关的新发展以及从该国和其他国家退役项目中汲取的经验教训）。

3.10. 为了便利监管评审进程，监管机构应就退役计划和支持文件的代表性内容向许可证持有人提供指导并提供必要的分析，以支持评价安全和监管合规情况的进程。导则的详细内容应考虑分级方法的概念（例如，对于危害程度较低的简单设施，详细程度则较低）。特别是退役安全相关文件的监管评审应侧重于确定退役策略的选择、最终退役计划、拟议退役行动、环境影响评定⁸和退役安全评定是否符合监管要求。

3.11. 监管机构应制定一个程序评审退役授权申请，包括评审申请的程序。该流程应确定里程碑和决策点并应规定监管评审的期限。该程序可包括在按照国家要求评审最终退役计划及其证明文件之前，对退役申请进行验收评审。根据国家法规，相关各方在批准之前必须有对最终退役计划和与安全相关的证明文件发表意见的机会（GSR Part 6[1]第 3.3 段）。

⁸ 评审环境影响评定可能是国家而不是监管机构的责任。

3.12. 监管机构应要求许可证持有人就最终退役计划中所述计划行动的任何重大变化发出通知，这些变化可能对退役的安全或设施的最终状态产生影响。此类变化应由许可证持有人进行评定，同时考虑到相关风险的性质和潜在风险的程度。监管机构应评审这一评定，并应酌情考虑修订或延长退役授权。

3.13. 监管机构必须制定一项终止授权的监管规定（GSR Part 6[1]第 3.3 段），以支持决定是否将一个场址（整个场址或部分场址）排放，供不受限值或限制的使用。对于无法实现不受限制地使用场址的情况，监管机构必须考虑场址条件、任何拟议控制机构以及拟议场内和场外放射性和环境监控规定是否可以接受（GSR Part 6[1]第 9.3 段）。

3.14. 为了以安全和有效的方式进行退役，监管机构必须对一种机制提出要求，以确保在安全退役必要时有足够的资源⁹（GSR Part 6[1]第 3.3 段）。所需资金数额和资金支出时间表应与设施退役的估计费用一致。

3.15. 现场视察是监管制度的要素之一，监管机构应为此配备充足的资源。监管机构应根据分级方法制定视察计划，其中应包括下列关键要素：视察优先次序制度、视察员的现场视察、评审许可证持有人的安全评定、事件的调查和后续行动、许可证持有人提交资料与安全标准的符合性。如果不另作规定，视察计划还应包括工业安全内容。

3.16. 监管机构必须使用既定的视察程序在退役期间进行视察（GSR Part 6[1]第 3.3 段）。监管机构应视察关键的退役行动，如去污、拆除、退役废物的管理，辐射防护措施的应用并进行监控，以确认是否遵守授权。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，是否符合安全评定的结果和结论，是否符合退役授权的限值和条件。

3.17. 如果不遵守国家法律和监管框架，或不遵守授权或许可证条件和安全要求，监管机构必须采取执法行动（GSR Part 6[1]第 3.3 段）。监管机构应确保现有的辐射防护和环境安全与保护执法政策涵盖退役的各个方面。监管机构应制定和使用确定和实施执法行动的程序。

⁹ 融资机制的定义可能是其他政府组织的责任。

3.18. 监管机构应与许可证持有人保持沟通以确定未来的退役时间表，以及时间表的变化。对许可证持有人的时间表和时间表变化的了解，将使监管机构能够计划其活动，确保适当的人员配置水平和经验以避免与监管相关的延误。

3.19. 监管机构应向公众和相关各方通报相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注。一旦获得相关信息应立即提供给相关各方[20]。此外，还要求监管机构向相关各方提供机会，向退役程序提供输入（GSR Part 6[1]第 3.3 段，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》[21]）。

3.20. 如 GSR Part 6[1]第 3.3 段所述，要求监管机构制定要求以确保许可证持有人在设施寿命的所有阶段收集和保留对计划和实施退役行动重要的记录。退役项目期间建立的某些记录在退役授权终止后将对法律目的具有重要意义。应查明和保存这类记录并应明确指定保存这些记录的责任。

3.21. 强有力的安全文化是退役项目的一个重要部分，因为正在执行的行动可能不是常规的，可能会使用专业人员来执行其中一些行动。监管机构管理系统的目的之一是通过发展和加强领导能力以及个人和团队在安全方面的良好态度和行为，在监管机构中培养和支持一种强有力的安全文化[14、22]。监管机构应与许可证持有人合作，以便在整个退役项目中保持强有力的安全文化[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》[23]规定了对安全文化的要求。

GSR Part 6[1]要求 6：许可证持有人在退役过程中的责任

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

3.22. 在永久关闭设施之前，许可证持有人应与监管机构进行讨论，并就退役的时间、拟议退役行动、适用的法规和导则以及监管机构的其他要求达成协议。在设施存在期间，许可证持有人必须选择退役策略（GSR Part 6[1]第 3.4 段）以符合国家政策，编写并提交一份初始退役计划及其更新供监管机构评审，并确保为退役项目提供充足的财务资源。许可证持有人必须提交一份最终退役计划和支持文件，供监管机构评审和批准（第 3 部分）。

GSR Part 6[1]第 3.4 段规定，在申请退役授权时应考虑到监管机构与许可证持有人之间的早期对话可改善退役的计划和实施，并可促进获得监管部门批准的进程。

3.23. 在准备退役的过程中，许可证持有人可能会进行一些活动，例如移除密封放射源、运行过程中产生的废物，以及在运行期间贮存在场址上的历史废物。此类活动应根据设施的现行运行许可证进行，以确保设施在从运行向退役过渡期间保持安全配置，直至最终退役计划获得批准实施并获得退役授权。

3.24. 许可证持有人负责确保训练有素和合格的工作人员能够安全地进行退役行动确保整体安全性能，证明退役关闭状态符合最终退役计划中规定的关闭状态标准并根据需要保留退役记录。具备资质的辐射防护专家对于确保退役的安全至关重要。

3.25. 许可证持有人必须估算退役行动的费用并提供财务保证和资源，以支付与安全退役相关的费用（GSR Part 6[1]第 3.4 段），包括由此产生的放射性废物的管理。

3.26. 相关许可证持有人应如何履行其退役责任的更多详细信息，请见本“安全导则”第 4—9 部分。

4. 退役管理

GSR Part 6[1]要求 7：退役综合管理系统

“许可证持有人应确保其综合管理系统涵盖退役的所有方面。”

4.1. 许可证持有人应建立、实施、评定和持续改进退役综合管理系统。管理系统必须涵盖退役的所有方面（GSR Part 6[1]要求 7），并应按照分级方法与退役项目的规模、复杂性和性质相一致。许可证持有人应在退役行动开始前实施适当的综合管理系统，而该管理系统应扩展至退役项目的所有阶段。

4.2. 综合管理系统提供了一个进行退役的单一共同框架。这一框架应包括退役的计划、退役行动的实施和退役的完成，包括退役记录的管理。原子能机构的其他安全标准[23—25]提供了关于管理系统的一般要求和指导。最终退役计划中应包括对管理系统的描述或提及，包括其范围和意图的定义。

4.3. 综合管理系统应考虑到风险的大小，并与要执行的任务的复杂性相称，规定适用要求的分级方法（例如，具体说明所需退役文件的类型和详细程度、执行退役任务的计划和程序、监视活动以及确保安全执行任务所需的人员培训）。

4.4. 退役所采用的组织机构应界定许可证持有人的作用、责任、权限和关键人员，包括承包商（如果适用）。退役计划中应说明退役所采用的组织机构。在说明组织机构时，应明确界定各组织之间的权力和责任。特别是当使用分包商进行专用退役操作时非常重要。应以书面程序建立适当控制分包商的机制，不过，安全的主要责任仍在于许可证持有人。

4.5. 在适当情况下，应为退役项目的全面管理建立一个“工作分解结构”。最终退役计划中应包括描述退役行动的高级工作分解结构。详细的工作分解结构应该按照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. 许可证持有人应制订一套适用于退役的安全政策，以促进一个强大的安全文化，并规定所有个人有责任识别退役项目的任何安全问题，并提请退役项目的管理层注意。

4.7. 许可证持有人应确保安全政策适用于所有个人，并包括停止不满意工作的权力、报告安全问题的责任，以及维持安全工作环境的规定。安全应是参与退役进程的每一个人的最高优先事项。

4.8. 许可证持有人应培养一种安全文化，以抑制不同程度的自满情绪[1]。这在设施配置不断变化的退役中尤为重要。管理人员应培养愿意学习安全事项的意愿，并应促进组织内向上、向下和横向的公开信息交流。

4.9. 许可证持有人应对参与退役项目的所有组织中的个人实施适当程度的控制、监视和培训，以确保保持高水平的安全性能，特别是在执行高风险任务或聘用大量承包商的情况下。不过，安全的整体责任仍由许可证持有人承担。

4.10. 根据对设施退役所需技能和知识的评价，应组建一个由退役专家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业知识：

- 辐射表征；
- 去污、拆除和拆毁的技术和程序；
- 机器人技术和远程处理；
- 废物处理（即废物的预处理、处理和整备）；
- 现场清理；
- 辐射防护与健康。

4.11. 应酌情保留设施运行阶段的关键人员，以帮助开展退役行动。它们应具备设施的必要背景知识，包括设施的设计和改造、设施的运行历史以及在其存在期间可能发生的与退役相关事件的知识。

4.12. 退役可能涉及在设施运行期间没有遇到的危害。许可证持有人应制定和实施一个强制性的人员培训计划，无论以前的运行人员或分包商执行的活动。培训可以采取口头简报、实操练习、培训讲座或整套培训课程的形式。

4.13. 一些退役行动可能需要专项培训，这可能涉及使用模拟件、模型和计算机仿真，以确保行动能够安全进行，并将获得经验教训纳入工作程序。对于不经常进行的退役行动，可能需要额外的复训。退役培训计划应在退役计划中（见附件 II）。

4.14. 在某些情况下，承包商可能执行退役的所有或某些方面（例如，退役的计划、进行或完成行动）的工作。如果退役是在长时间的安全包络之后进行的，或者如果需要专门的退役技能或专业知识时，例如使用特定去污程序或使用特定拆除或拆毁工具则很可能会出现这种情况。所有参与退役行动的人员，包括许可证持有人的人员和承包商的人员，应根据其特定职责熟悉安全有效的履行职责的程序。所有将执行退役任务的项目人员都

应接受辐射防护和安全方面的基本培训，并应能够证明其具备这些知识。此外，根据要执行的行动，某些人员应接受以下方面的专项培训：

- 设施的设计和布局；
- 设施的技术特点及其运行历史；
- 计划的退役行动和相关程序；
- 个人防护设备的使用；
- 工业安全方面，包括存在的危害、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。

4.15. 培训要求应明确、有记录并传达给所有人员，包括承包商和分包商的培训要求，在应用特定退役程序之前应证明相关人员经过了充分的培训。

4.16. 在使复杂设施退役时，可以使用不同的方法。一种方法是从设施的低危害区域向高危害区域过渡。这种方法可以逐步发展和改进退役技能和经验，同时减少退役工作人员面临的潜在风险。另一个可能的方法是首先移除放射性最强的材料，以便为退役项目的后续阶段创造一个更好的工作环境。

4.17. 所有退役行动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（安全退役的限值和条件）。这些程序应规定如何执行退役行动，并应酌情确定在发生异常工况时应采取的步骤。应根据综合管理系统的规定建立和控制这些程序。

4.18. 退役工作人员可以发起并参与制定工作程序的过程。退役人员的知识和经验应用于起草工作程序，以及在放射清洁环境试验技术或使用工具的经验 and 先前退役的行动或项目也应纳入工作程序。

4.19. 每个工作程序都应足够详细，以便具备资格的人员能够执行所需的操作。应考虑到相关区域的布局、设施的总体设计、人员配备和相关设施退役经验。应根据与管理系统相关的既定要求和建议制定程序。

4.20. 为确保格式和内容的一致性，工作程序应按照关于编写、评审和控制此类文件的行政程序编写，包括规定定期评审。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）以及是否是最新版（例如通过最新修订日期清单）。

4.21. 根据国家的不同，工作程序的批准程序可能有所不同；但是，审批流程应与程序中描述的运行所构成的风险相称。应指定具有相应能力和经验的人员编写和核实程序。为了制定安全、可靠和有效的工作程序，应考虑到人为因素。

4.22. 设施运行阶段使用的行政程序可能与退役相关。然而应根据需要重新评审和修改这些程序，以确保它们适合后续的退役行动。所有程序及其修订和更改都应得到许可证持有人的批准，以确保退役行动安全进行，并将工作纳入整体退役工作计划和时间表。

4.23. 退役项目的经验表明，不注意文件和记录保存可能导致安全问题和资源使用效率低下，导致费用增加。记录对于编写退役计划至关重要。应查明、保存和在必要时提供设施寿期内的所有阶段的记录，包括对计划和实施退役具有重要意义的设施选址、设计、建造、调试、运行和退役记录。制定初始退役计划、更新退役计划和准备最终退役的过程：计划应使用相关记录以确保安全和提高设施退役的效率。这些记录应包括：

(a) 设施历史记录，包括：

- 设计规范书、选址及建造资料，包括竣工图、照片、管道（包括排水系统）图及电缆贯穿件，以及其他有助退役的细节；
- 设施运行前各阶段和运行阶段的相关环境和辐照数据；
- 密封和非密封源的数量记录；
- 化学品的使用及其清单；
- 导致放射性物质溢出或无意中泄漏的事件，包括关于行动、纠正措施和事件关闭的资料；
- 辐射调查数据和污染调查数据（放射性核素库存及其在整个设施中的分布，特别是在设施中很少进入或特别难以进入的区域）；
- 可能影响地表水、地下水、土壤和沉积物的排放和泄漏；
- 放射源的位置；

- 废物存放地点。

(b) 设施改造记录和维护工作经验，包括：

- 更新竣工图纸、录像和照片，包括所用材料的详细情况；
- 新增厂房的竣工图和背景样品；
- 特殊维护或保养行动和技术（例如为拆除大型部件，采用的有效的临时屏蔽安排和的技术）；
- 详细说明设计、添加材料的组成、所有临时实验和设备的历史和地点。

4.24. 在设施运行期间，应酌情保留记录以满足后续退役的需要，并根据国家要求保留记录。

4.25. 在延迟拆除的情况下，如果预计在最终拆除之前记录的贮存期较长，则应定期检查记录以确认记录是以安全和可检索的介质和格式保存的。记录形式可以是设施日志、录像和照片，以帮助设施后续退役和培训。最好在不同的地点保存一份以上的关键记录。

4.26. 对退役行动的复杂性应定期简报，因为这是控制退役行动的一个组成部分。它们使管理部门有机会检查工作人员是否理解了对将要采取的活动的范围，以及它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。对退役行动的定期评审有助于识别关键步骤，并有助于学习通过在其他项目或设施开展类似行动而获得的相关经验。

4.27. 如果许可证持有人在设施永久关闭后或退役期间发生变化，则负责退役的新许可证持有人应具备管理退役项目的合格管理人员和技术能力，并应有足够的财务资源执行设施的安全地退役活动。应制定程序以便实现退役责任的转移并确保过程受控，在此过程中，许可证持有人应保持对安全和遵守许可证条件的责任。

4.28. 对于更复杂的设施，配置管理过程应该能够管理设施及其记录（包括图纸）的高频率变化。配置管理流程的目标是随时保持记录和程序与设施的当前物理状态一致。

4.29. 退役行动完成后应编写最终退役报告，其中应记录设施退役的关闭状态，并提供退役记录的参考，通常包括放射性调查的结果、放射性废物和非放射性废物（产生的废物类型和数量）的清册、从设施中移除的废物的存放地、流出物和环境监控的结果以及人员监控的记录。本“安全导则”第9部分和附件III提供了关于最终退役报告的更多详情。

4.30. 随着退役的进展和放射性物质从设施中移除，与核安保相关的要求将会减少。由于承包商可能被分派重大拆除任务，进出场址和安保仍可能是一个重要问题。在延迟拆除的情况下，核安保要求将在整个安全包络期内继续有效。在退役期间的安保依然是重点关注问题的情况下，应以综合方式实施安全措施和核安保措施，以便核安保措施不损害安全，安全措施不损害核安保。

5. 退役策略

GSR Part 6[1]要求 8：选择退役策略

“许可证持有人必须选择退役策略，该策略将作为退役计划的基础。该策略应符合国家放射性废物管理政策。”

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关闭。

5.2. 原则上，有两种可能的退役策略：立即拆除和延迟拆除。GSR Part 6[1]对这些策略进行了界定。立即拆除和延迟拆除是通用术语，并不一定意味着退役应包括拆除结构，因为这并不是所有医疗、工业和研究设施所必需的。不采取任何行动（使设施处于运行后的状态，等待放射性库存衰变）是不可以接受的退役策略。世界各地的经验表明，大多数医疗、工业和研究设施可采用立即拆除策略予以退役。然而，在某些情况下，考虑到特定因素，延迟部分拆除行动的策略可能更为适当。在大多数情况下，延迟期比大型核设施的延迟期短得多，而大型核设施的安全包络期可能需要几十年。

5.3. 退役策略的选择是遵循循序渐进的过程，应在初始退役计划中提出“首选退役策略”。应在设施的寿命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许可证持有人的确认。立即拆除是可取的策略，因为它避免了将退役的负担转移给后代。立即拆除策略意味着在设施

永久关闭后不久就开始退役行动，而且退役不会拖延多年。在这方面，不受限制地解除监管应是退役的首选最终状态和最终目标，特别是在有放射性废物处置设施的情况下。如果没有处置设施，则应作出安排移除退役产生的放射性废物并将其贮存于特设设施中，以便仍可不受限制地立即拆除和排放。

5.4. 应提供选择某一策略的理由，以表明所作选择的好处和选择的正当性，特别是如果选择延迟拆除，因为这某种程度上意味着将退役的责任移交给后代。任何涉及等待期的策略都应在安全、退役废物的管理和辐射防护问题方面得到证明。在医疗、工业和研究设施的延迟拆除方法中，延迟期通常较短（即数月甚至数年）。

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，并应说明如何工作人员和公众的安全和防护最优化以及环境保护。

5.6. 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地点的其他设施或基础设施的相互依存关系；
- 设施或场址再利用和所需的最终状态；
- 设施的物理状况（如老化部件和结构）和辐射状况（根据表征数据得出）；
- 安全方面；
- 可提供专业知识（知识、技能和经验）、技术和基础设施（工具、设备、支助设施和服务）；
- 设施及其退役对环境的影响；
- 提供退役所需的财务资源；
- 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，包括预处理、处理、整备和贮存设施，以及现有或预期的废物处置方法。

5.7. 这份清单包含多少重要或不重要意义的问题，取决于该国退役的特定情况。相关上述因素的更详细考虑见附录 II。对于本“安全导则”范围内的设施，考虑上述因素一般应选择立即拆除的策略。然而，在某些情况下（如复杂放射性同位素制造设施退役）可考虑延迟拆除。

5.8. 大多数医疗、工业和研究设施退役通常可以通过经过验证的去污和拆除技术来完成，采用立即拆除策略并允许迅速解除对场址的监管。

5.9. 如果医疗、工业和研究设施的延迟拆除策略是正当的，则可采用两种方法。在第一种方法中，采取措施控制进入受污染区域直至放射性核素的衰变达到可使设施解除监管的水平。由于放射性核素的衰变，这一策略通常不需要任何拆除行动，或只需要拆除未受污染的系统、结构和部件，从而能够消除拆除过程中的放射性风险。对于第二种方法，通常称为分阶段退役，在主动退役阶段之间有一段时间的延迟。这一分阶段进行的退役行动为以下工作留出了时间：

- 分配必要的资源；
- 解决技术问题；
- 短寿命放射性核素的衰变，以减少职业照射或达到厂房的排放水平或材料的解控水平（例如，允许出售经过处理的回旋加速器铜管）；
- 废物管理能力的提升。

5.10. 如果选择了延期拆除策略，则应在退役计划中明确表明，这种策略将安全实施，并且在安全包络期间只需要最低限度的能动安全部件或系统（即，依赖于非能动安全部件和系统）。还应考虑任何与安全相关的设备和系统的老化和潜在退化。

5.11. 如本“安全导则”第 6 部分所述，退役的财务安排应在设施使用寿命初期确定，以便能够及时和有效地安全退役。财政拨款不足不应成为选择退役策略的主导因素。

5.12. 许可证持有人应定期检查退役策略是否仍然适用。最终退役计划和退役过程中的辅助安全文件的更新应反映工作进展、材料和产生的废物的持续移除，以及设施物理和辐射工况的变化，以证明始终保持安全配置，退役项目始终与选定的退役策略保持一致。

5.13. 对于多设施场址，应制定一项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，包括正在运行的设施和永久关闭的设施。本退役现场策略应作为选择现场各设施单独退役策略和制定设施退役计划的依据。每个单独的退役策略应与退役现场策略一致，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的单独最终退役计划中详细说明。

5.14. 场址退役策略反映在场址每个设施的单独退役计划中，该策略应确定单独退役项目之间协同增效的机会，以便优化资源、效能和技能，并以最佳方式利用辅助设施。对于位于多设施场址的设施，影响选择单独退役策略和制定退役计划的场址考虑因素包括：

- 首先对那些在安全、废物管理和辐射防护方面具有最高优先地位的设施采取一般退役方法，然后再对那些优先地位较低的设施采取退役方法，同时考虑老化问题和结构、系统、部件的废弃问题。
- 决定先拆去污染最低或活化最少的设施和厂房，再拆去污染较严重的设施和厂房，以便获得有益经验和放射性衰变信息。
- 优化整个场址的退役行动及其顺序，集合资源和技能，以避免工作人员利用不足。
- 酌情协调使用专门承包商和分包商，同时根据每个设施退役时间表，考虑到在某一时间是否有最合格的人员、设备和基础设施。
- 建立共同设施，为放射性废物的处置前管理（即其处理、贮存和从场址移除）提供支助，并协调将这些共同设施用于场址上的不同退役项目。这可能需要修订设施的界限，以便为废物管理任务分配厂房、设备和基础设施。
- 根据监管机构对整个场址的排放授权，优化单一运行设施和退役设施的气体和液体的排放。
- 需要采取一致的最终治理行动，并在整个场址采用一致的标准，使整个场址解除监管控制，不论是在每个退役项目完成后部分解除监管控制，还是在场址上最后一个退役项目完成后立即解除监管控制。

5.15. 由于财务、技术或政治原因，设施在运行期间可能发生意外的永久关闭。在这种情况下，许可证持有人可能没有预料到永久关闭设施。因此，可能有必要根据意外关闭的情况评审首选的退役策略，以评价是否有必要修订退役策略。

5.16. 退役策略应包括一些规定，以确保如果在最终退役计划编写之前关闭，则应作出适当安排确保设施的安全，直至编写和执行令人满意的退役计划为止。

5.17. 意外永久关闭设施也可能是事故造成的。在这种情况下，第一个目标是在评审退役策略和评审或执行任何最终退役计划之前，使设施处于安全状态。采取的行动是执行退役行动的前提，恢复行动的后果应在最终退役计划中加以处理。

5.18. 一旦设施发生事故后达到安全状态，就应全面调查设施的物理和辐射工况，以确定选定的退役策略是否仍然可行。在制定事故后的最终退役计划时，应特别注意设施的物理和辐射工况，因为即使达到可接受的安全状态，也可能无法修复受损的系统、结构和部件。

5.19. 事故或意外可能导致污染扩散到设施厂房之外，这意味着需要在设施所在地采取治理行动。这种现场行动通常被视为设施全面退役的一部分，在大多数情况下作为退役项目的最后阶段实施。场内污染的程度可能需要改变先前选定的策略和最终状态标准，并为现场建立长期的机构控制或治理计划。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》[10]讨论了事故造成的场外污染问题。

6. 退役的资金筹措

GSR Part 6[1]要求 9：退役的资金筹措

“应在国家立法中规定退役过程中财务规定的责任。这些规定应包括建立一个机制，提供充足的资金来源，并确保在必要时提供这些资金以确保安全退役。”

6.1. 退役的资金来源应符合所选择的退役策略和退役行动。在退役计划中有描述。退役的财务保证应作为申请授权的一部分，并应在设施开始建造或运行之前到位。与退役相关的费用包括下列费用：

- (a) 退役计划，包括设施开始运行前的初始退役计划、从运行向退役过渡期间最终退役计划的编写以及开展退役行动所需的详细计划；
- (b) 退役前的行动（如放射性表征）、申请和批准设施系统退役和运行后的授权；
- (c) 退役计划中所述的退役行动，如移除污染、拆除结构、系统和部件、拆毁厂房和构筑物、作为退役项目一部分的退役废物管理步骤、支持退役所需的现有系统改造以及退役所需的新系统的改造或调试；终止退役授权后采取的行动（例如，在有限制地排放设施的情况下进行监控）、编写最终退役文件和将退役记录存档、在完成退役和贮存废物及其随后的处置之后继续处理和加工废物；
- (d) 授权终止后的行动（比如，在有限制的解除设施后的监视控制）。准备最终文件和记录的档案，在完成退役后废物的处置、废物的存贮以及后续的处理。

6.2. 退役所需的财务资源是根据费用估计数确定的。退役费用估计数是退役计划的关键证明文件之一，应由许可证持有人或专门承包商编写。应编写首个费用估计数以支持初始退役计划，并应与退役计划的修订和更新一起修订和更新。

6.3. 退役的费用估计数应涵盖计划和执行退役所需的所有行动。其他行动将产生额外费用，这些费用可作为退役项目的一部分，但这些费用通常由用于设施运行的资金提供，具体取决于国家法律框架。这类额外费用通常包括与运行产生废物的管理相关的费用和一些退役前行动的费用。

6.4. 退役成本估算应区分运行费用和退役费用。

6.5. 退役计划及其证明文件的最新版本应作为编写费用估计数的基础。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，将因设施寿命的不同阶段和退役计划每次修订所提供的详细程度而不同。

6.6. 关于退役费用估计数的准确性和相关不确定性，通常有三种类型的费用估计数是在设施的寿命期内作出的：

- 数量级的费用估算 — 这类费用估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；
- 概算 — 这类费用概算是根据退役计划修订时提供的数据计算的；
- 最终估算 — 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水平文件（程序）中提供的数据为基础，这些数据是使用设施的详细表征调查的结果。

6.7. 费用估计数的编写及其更新由许可证持有人负责，但这项工作可能由承包商完成。对于退役成本较高或成本计算复杂的设施，应根据国家监管框架，由一个独立于许可证持有人的实体参与成本估算的评审。

6.8. 应定期评审费用估计数和财务准备金，并在必要时加以调整。需要考虑的因素包括：

- 通货膨胀；
- 更新退役计划或修订最终退役计划；
- 其他因素，如技术进步或废物管理费用；
- 管理方面的变化，特别是在延迟拆除的情况下，由于安全包络期，退役过程可能需要数年时。

6.9. 许可证持有人采用的财务系统应足够健全，以便在设施过早关闭的情况下满足退役需要。提供财务保证的机制可包括保险、信托基金、担保债券、预付款或其他财务保证，例如内部或外部资金。这些组合方法的金融保证，应该是监管机构可以接受的。一些设施（如大学实验室）可能是政府拥有的，因此国家预算包含了这些设施退役的费用。无论如何，在批准为该设施的运行发放许可证、许可证续期或许可证延期之前，应制定财务规定。

6.10. 财务保证的机制应当是健全的，以便它能够经受住政府的变化（对于政府拥有和资助的设施）、私人公司所有权的变化（特别是在公司出售给注册地在国外的另一方之后）、金融机构内部的变化（例如通过金融机构担保的债券的财务保证）或许可证持有人的破产。

6.11. 退役基金应得到妥善管理和维护并应予以保护，使其仅用于国家法规规定的与退役相关的活动。退役基金的小部分资金可用于在从运行到退役的过渡期间的筹备活动，但须经监管机构批准。基金的主要部分应在退役获得批准后方可动用。

6.12. 如果费用估计数是基于密封放射源退还制造商的情况作出的，则应对制造商进行定期检查，以确保在该国没有其他担保机制的情况下，该协议仍然有效。如果放射源退还协议或运输安排发生变化，由于运输和安全保障的要求、包装费用或整备、贮存或处置费用而对费用产生的任何影响都应反映在最新费用估计数和财务保证中。如果放射源采购协议包括退还放射源的预付费用，这通常只包括退还源的运输费用，而可能不包括从设施中移除源所产生的费用。这些费用应作为退役费用估计数的一部分列入。

6.13. 在事故后退役的情况下，在恢复行动完成后，当设施处于安全状态时，应基于重新评定选定的退役策略和根据最终退役计划、修订费用估算。

6.14. 如果退役项目的关闭状态是在有限制的情况下解除对设施或场址的监管控制，则财务准备金应包括与长期监控和监视以及执行所界定的限制相关的费用，以确保所有必要的控制措施仍然有效，并在需要这些控制措施的整个期间内保持长期安全。

7. 设施寿命期间退役的计划

GSR Part 6[1] 要求 10：退役计划

“许可证持有人应根据监管机构的要求，制定退役计划并在设施的整个寿命期内予以维护，以表明可以安全地完成退役，从而达到规定的最终状态。”

7.1. 在设施的整个寿命期内进行退役计划，有利于退役的进行、最优化的保护退役工作人员、公众和环境，最大限度地减少放射性废物的产生以及退役费用的估算都很重要。退役计划应分级以反映所涉设施的复杂性。虽然本“安全导则”所述的一般方法可适用于所有设施，但详细计划应适合相关设施。

7.2. 退役计划包括三个阶段，每个阶段都有一个或多个与之相关的退役计划：初始退役计划、更新计划和最终退役计划。对于某一设施，从初始退役计划到最终退役计划，其详细程度将大大提高。退役计划必须根据选定的退役策略编写，并根据国家监管框架提交监管机构批准（GSR Part 6[1] 要求 10）。

7.3. 应在设施的整个寿命期内进行计划和筹备工作，为退役提供便利。图 1 说明了设施的寿命与退役计划演变之间的关系。退役计划需要定期评审和更新（GSR Part 6[1]第 7.5 段）。退役计划的一些方面将在设施的使用寿命期间加以考虑，与意外关闭的相关方面将在本部分后面部分加以说明。

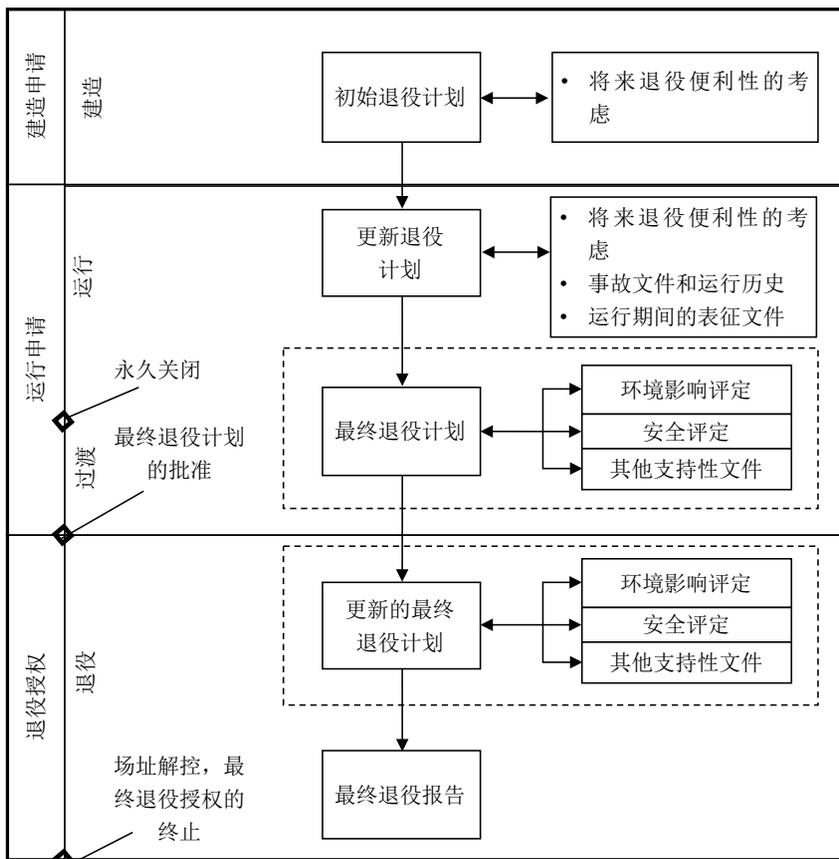


图 1. 复杂设施寿命期间退役计划演变的示例。

7.4. 许多医疗、工业和研究设施已经运行多年，在设计、建造和运行阶段可能没有考虑退役问题。对于这类设施，一旦确认存在缺陷，就必须尽早开始退役计划（GSR Part 6[1]第 7.6 段）。此外，除了对这些设施退役进行计划外，可能还应在剩余使用寿命期间对厂房和系统进行改造，以便更利于退役工作、增强工作人员和公众的辐射防护以及尽量减少环境影响。例如使用抗活化材料制成的部件、引入去污系统以减少污染的扩散以及以为更容易地去污热室新建进出通道。此外，在某些情况下，设施的个别部分可能需要在整个设施永久关闭之前很久才拆除。这些增加的行动，其每一项都应相应地加以计划和记录，同时考虑到可能对设施退役产生的影响。

设计和建造中的注意事项

7.5. 在设计新设施时，申请人在向监管机构申请建造许可证之前，应考虑退役的因素。

7.6. 在设施的设计和建造阶段应考虑的相关特点要素和方面，以便有利与设施退役，这些特点要素和方面应增强设施的安全运行和维护，包括以下方面：

- (a) 尽量减少污染区域的数量和面积，以便在退役期间进行去污；
- (b) 进出结构、系统和部件便利性，包括加工流程的分隔（例如通过安装舱口和大门）；
- (c) 尽量减少建筑结构中的地下管道和埋置管道（例如通过使用管道沟和管道套管）；
- (d) 使用模块化结构，以便于拆除设备和系统、结构和部件（例如生物屏蔽）；
- (e) 非放射性和放射性部件和系统的分离和隔离，例如电气和机械部件的分离；
- (f) 促进材料或设备的移除和（或）去污，包括通过内置的去污机制，例如加工室和可能有液体区域的保护性覆盖物和衬里；
- (g) 使用抗活化、抗化学腐蚀和具有足够耐磨性的材料，以尽量减少活化腐蚀产物的扩散；
- (h) 设计设施以避免不希望的化学或放射性物质积聚，并利用各种加工尽量减少和（或）减少产生的废物量；
- (i) 在可能受到污染的区域使用光滑、无缝隙和非吸收性的工作表面和地板，和/或可拆除或可剥离的涂层；
- (j) 提供适当的通风和排水系统，以防止或控制运行和退役期间污染物的扩散；
- (k) 借鉴以往退役项目或行动中汲取的经验教训；
- (l) 必要时能够进行远程去污、维护和监控；
- (m) 运行产生的废物或临时贮存的废物能够易于回收；
- (n) 尽量减少使用可能造成危害废物和放射性废物混合的危害物质。

7.7. 申请退役授权所需的文件将取决于医疗、工业或研究设施的复杂性以及退役期间计划执行的任务。例如，一个简单设施通常许可证持有人在内部制定一个简要的退役计划，通常不需要进行详细的环境影响评定，只涉及限的去污和不涉及拆毁。另一方面，一个中间设施通常有一个较长的退役计划，由许可证持有人在内部或在外部专家的协助下制定，通常不需要进行详细的环境影响评定，有内部或外部专家进行的项目管理，并涉及一些拆除和拆毁。复杂设施退役计划很长，通常需要进行广泛的环境影响评定，经常雇用外部项目经理，涉及去污、拆毁以及可能由专业分包商进行的治理。

7.8. 在建造期间或最迟在设施开始初始运行之前，应将放射性清洁（未活化和未污染）的建筑材料（例如混凝土和钢）样本收集和保存，以确定相关的本底放射性水平（例如建筑材料中天然的辐射），并进行化学分析以支持活化研究。

7.9. 需要为计划设施的拟议场址及其周围地区计划和进行基准放射性场址勘查（GSR Part 6[1]第 7.2 段），以确定天然和人工来源的放射性核素的本底水平，用于评定未来对设施的影响。许可证持有人应确定要取样和测量的关键放射性核素和介质（如土壤或地表水和地下水），以便将结果用于：

- (a) 未来评价设施运行对场址及其周围地区的影响；
- (b) 确定拟议退役备选方法的接受程度（反映在退役策略和初始退役计划中）；
- (c) 建立关闭状态标准并证明符合拟议关闭状态。

7.10. 在任何新设施投入使用或在现有场址上增建厂房和构筑物之前，应更新背景数据，包括评价建筑材料中的天然放射性辐射。这些数据可能有助于支持后续的论证，即该设施的运行没有对厂房和环境产生不利的辐射影响，从而保持了今后在不需要拆除厂房或构筑物的情况下终止退役许可证提供了可能性。

初始退役计划

7.11. 尽早制定初始退役计划将确保在设计设施时提前考虑退役问题。初始退役计划将受到详细限制，因为该计划将以以往项目和假设的经验为基础，需要在稍后时间加以验证（见第 7.12—7.20 段）。初始退役计划须由许可证持有人提交监管机构，以支持设施的调试和（或）运行许可证申请或授权（GSR Part 6[1]第 7.4 段）。初始退役计划：

- (a) 推荐以立即拆除策略为基础；但是，也可以考虑个别设施延期拆除，例如在多设施场址的情况下；
- (b) 应包括根据选定的退役策略进行的退役通用可行性研究，该研究应考虑便利退役的设计规定和运行经验，包括拟议最终状态（最好是不受限制地解除监管控制）、相关的关键退役行动和基本安全问题；
- (c) 应包括退役产生的放射性废物的管理方法，并应初始确定废物类别和初始估计废物的数量；
- (d) 应为退役项目的初始费用估计提供依据，并应具体说明保证退役经费的途径。

更新退役计划

7.12. 在运行期间，退役计划需要定期评审和更新（GSR Part 6[1]第 7.5 段），通常每 5 年评审一次，或根据国家监管机构规定。可能需要更新退役计划的原因包括：

- (a) 设计或流程变更；
- (b) 财务状况、供资保障或资金要求的变化；
- (c) 相关的监管或安全要求和标准的变化（例如辐射防护标准）；
- (d) 改变所选择的退役策略和/或计划的关闭状态；
- (e) 放射性废物处置设施的调试以及废物验收标准或处置标准的可用性；
- (f) 运行和退役经验的反馈以及技术发展；
- (g) 延长设施的运行期；
- (h) 对退役造成相关后果的事件、事故或情况，如放射性库存估计数的变化。

7.13. 退役计划的更新应根据实际运行经验、数据和技术发展情况，在设施接近使用寿命结束时更加全面。

7.14. 废物管理计划应成为初始退役计划的一部分，并应包括关于将采用的废物管理方法的信息。这种方法可能与设施运行期间使用的废物管理方法相同，但应评审其对退役的适用性（见第 8.48—8.69 段的说明）。

7.15. 在更新退役计划时，应注意现有记录保留系统中与退役相关的信息（见第 4.23 段）。

7.16. 在设施运行期间，应妥善管理运行中产生的废物，并将其从设施所在地移至专用设施，以便在可行范围内进一步处理、贮存和/或处置，从而简化向退役的过渡。

7.17. 从运行到退役的过渡在设施永久关闭后开始。过渡期应尽量缩短，过渡期的结束是以批准退役的日期或最终退役计划的批准日期来确定的。

7.18. 在过渡期内，该设施须持有运行许可证。对设施的所有运行操作要求仍然有效，除非监管机构同意在减少危害的基础上减少要求，例如通过从设施中移除放射性废物或高活度源，或永久不使用加速器或 X 射线设备进行即时辐射。

7.19. 在根据运行许可证永久关闭设施之后，可开展一些退役准备活动，如管理运行废物和残留材料（包括排放系统和移除可燃材料以减少火灾负载）、确定设施表征、移除放射源、改造设施和准备支持退役的系统以及系统运行后的去污。

7.20. 在每次更新退役计划时，应重新评定已确定退役的现有设施和设备，以确定它们是否能够支持开展拟议退役行动和实现计划的最终状态。

最终退役计划

GSR Part 6[1]要求 11：最终退役计划

“在进行退役行动之前，应编写最终退役计划³，并提交监管机构批准。”

³ 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。在执行该最终退役计划期间，随着活动的进展可能需要进行修订或增补。”

7.21. 当许可证持有人通知监管机构它计划停止该设施的运行时，它应着手进行研究以支持制定最终退役计划。这些研究应查明在退役期间需要维护以供使用的运行阶段的系统、设备和基础设施，以及需要安装以支持退役的新系统、设备和基础设施。

7.22. 对于复杂设施退役，最终退役计划应附有其他支持性文件（如废物管理计划、安全评定和应急计划）。对于简单设施，最终退役计划可以是一份独立文件，其中包含了大部分的支持信息。即使对于简单设施，应急计划通常也作为一份单独的文件[16]。在制定最终退役计划时，需要采用分级方法（GSR Part 6[1]要求 2），以便最终退役计划中的信息类型和详细程度与设施的类型和状态以及与设施退役相关的危害相称。

7.23. 对于大多数医疗、工业和研究设施来说，一个相对简单的最终退役计划，加上符合逻辑和充分的安全证明就足够了。最终退役计划和支持文件应包括以下内容：选定的退役策略；退役行动的时间表、类型和顺序；废物管理策略适用，包括解控；拟议关闭状态以及许可证持有人将如何证明关闭状态已经实现；退役废弃物的贮存、处理和处置；退役的时限；以及为退役资金。最终退役计划典型内容的示例见附件 II。最终退役计划应建立在以设施关闭后立即拆除或适当时期后延迟拆除以允许短寿命放射性核素的衰变的基础上。

7.24. 最终退役计划应给出许可证持有人将用来证明拟议最终状态已经实现的方法和标准。对于大多数医疗、工业和研究设施，拟议最终状态应是排放出设施或场址供不受限制地使用。

7.25. 安全评定是最终退役计划的关键支持性文件。许可证持有人必须根据国家监管框架编写本文件（GSR Part 6[1]第 2.6 段和第 2.7 段）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有所不同，取决于设施的复杂性和潜在危害。

7.26. 在向监管机构提交最终退役计划和安全评定¹⁰之前，这些文件和其他选定的支持性文件应经过许可证持有人的内部评审。评审的目的是建立信心，该项任务是可行的并已确保适当和足够的安全监管措施。

7.27. 在退役的计划阶段初期，许可证持有人应进行表征调查，以确定设施内放射性物质（例如密封放射源、放射性液体以及辐照和污染的结构和部件）的库存和位置。表征调查应包括全面的取样和测量活动，还应包括评审设施运行阶段的记录，提供与设施放射性库存表征相关的信息。表征调查的结果应汇总在表征报告中，该报告应包括关于设施内任何残留放射性物质、运行产生的放射性废物以及化学品和危害物质的信息。

7.28. 对于医疗、研究和一些工业设施，与非放射性物项（例如生物或化学污染物）相关的危害可能大大超过任何放射性危害。在确定最适当的去污和拆除方法之前，应适当考虑确定非放射性危害物项的库存。

7.29. 许可证持有人必须进行表征调查，以支持最终退役计划的制定（GSR Part 6[1]第 7.13 段）。如果可行，表征调查的结果应以结构、系统和部件、房间、厂房和设施周围的区域的活化和污染图的方式描述。表征调查还应用于查明非放射性危害。收集的信息应作为详细计划退役行动的基础，包括确定实际边界以及拟议退役任务与周围地区或与现场正在进行的其他活动可能发生的相互作用。该设施可能是较大设施（例如医院、大学或研究机构）的一部分，在这种情况下应明确规定退役行动的物理界限。

7.30. 表征调查的程度应取决于退役设施的类型。例如，如果设施含有密封放射源，则应确定是否有任何放射源泄漏。对于使用非密封放射源的设施，可能需要进行更全面的调查，以查明和确定任何受污染地区的位置。应注意识别所有污染区域，特别是任何隐蔽系统，如嵌入式管道、液体处理系统和通风系统。

¹⁰ 安全评定通常是最终退役计划的独立支持文件，在最终退役计划中进行了总结和参考。然而，对于简单设施，安全评定可作为最终退役计划的一节。

7.31. 在计划和实施表征调查时，应使用现有记录、运行经验、事故报告、竣工图（包括能反映设施改造的图）和历史辐射调查数据。

7.32. 在表征处理过程中应酌情采集材料样品。应进行选择性的取样（例如在粒子加速器的情况下），以核实用于估算放射性核素活化或迁移的任何计算。应取样估计放射性核素迁移到混凝土等结构材料中的程度。

7.33. 有些结果和地图可从设施运行阶段进行的调查中获得。然而，考虑到放射性衰变、后代产物的内生和放射性核素的迁移因素，应更新这些地图。此类地图应显示为确定混凝土结构、土壤和沉积物中污染的渗透深度以及这种污染的程度而进行的任何特别调查结果。为完整起见，应尽可能确定屏蔽或自屏蔽部件中的污染，如管道和其他设备内部的污染。

7.34. 放射性表征数据应描述，包括场址面积（如设施所在地、周围环境、地下水和地表水、土壤和沉积物）、污染程度、剂量水平以及材料的化学和物理形式。表征调查还应查明相邻的未受污染地区。在计划退役行动时，应特别注意防止这些地区的交叉污染。设施的放射性表征应全面描述污染水平和活化水平。

7.35. 表征调查的结果应作为选定的退役策略和特定退役任务的依据和正当性。对设施进行准确的表征调查将为制定最终退役计划和相关的安全评定提供输入。应准备一份表征报告记录在表征处理过程中获得的信息和数据。表征报告应提供给监查或视察。

7.36. 应在退役计划中总结或引用表征报告，并对其进行评审和提交监管机构批准。

7.37. 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，则要求将此类放射性物质列入表征调查（GSR Part 6[1]第 7.13 段）。应特别注意废弃放射源的库存和装有不明和未表征放射性物质货包的贮存。液态放射性废物的贮存区对退役也很重要，因为这类废物的移除和处理可能需要考虑相关储罐的物理和化学状况，以及设计寿命。附加特性应考虑评价液态废物贮存区放射性核素潜在泄漏的地点。

7.38. 如果现有的废物处理系统无法处理预期退役期间产生的废物数量或种类，则应考虑建造新设施或利用现有设施贮存废物。这些考虑应在更新初始退役计划的框架内进行。应考虑尽量减少废物和其他材料的交叉污染，并尽量减少产生次级废物，这可能需要在现场增加贮存或处理能力。这类活动可能需要监管机构另行批准。

7.39. 一般而言，延迟拆除策略将涉及在有限的程度上尽早拆除和移除污染，以缩小包络和保护区域的范围，然后是非能动的安全包络期，最后是最终拆除设施。虽然安全包络的概念适用于医疗、工业和研究设施，但在大多数情况下，它的含义与大型核设施不同。它并不总是涉及大量准备行动，建立更多的屏障，然后进行几十年的隔离，而是一种临时关闭进行几个月或几年的监视，以便从放射性核素的衰变中受益，这可能使放射性达到一个水平使该场址可以从监管控制中解除出来。

7.40. 安全围栏的计划应通过界定相关厂房、场所和设备的界限，确定在最后拆除之前应保留的区域。该计划应说明在开始安全围护期之前应达到的物理和辐射状态，以及为确保安全保存而需要继续运行的安全系统。应优先考虑使用无源系统以确保安全包络期间的安全。

7.41. 安全围栏的准备行动应得到表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、停止使用和/或拆除不必要的结构、系统、部件和去污）可以安全地进行。延长期（安全围护期）应提供安全评定的支持，证明安全围护区的障碍物能够承受安全围护期内可能发生的内部和外部事件。

7.42. 安全围护期间的监视和维护计划应基于安全评定的结果。它应考虑到结构、系统和部件的老化和退化问题。就医疗、工业和研究设施而言，安全包络期通常比大型核设施短得多，因此结构、系统和部件的老化问题较少。延期拆除策略的安全评定应作为确定安全参数（如温度、湿度、限值和向环境排放的水平）的基础，这些安全参数应通过监视和维护计划中描述的手段加以维护。材料的腐蚀和脆性断裂以及材料（备件）的老化和退化，对医疗、工业和研究设施不重要，因为安全包络期相对较短。在安全包络期间，许可证持有人应检查整个设施的安全情况证明其符合预期。

7.43. 在安全包络期即将结束时，应更新最终退役计划。在某些情况下，这一最新情况应考虑为重新开放设施采取必要的额外准备行动，以便采取拆除行动。

7.44. 在一些退役项目中，将大型部件（例如加速器部件）作为一个整体从设施的厂房中移除，并将这些部件移至现场的另一个区域，或者将这些部件运往远离现场的另一个设施进行进一步的分割、处理和整备可能是有利的。这种情况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）。

7.45. 一般经验表明，可以利用市场上现成拆解技术。在大多数情况下，不需要专门花时间研究开发新的工具和技术。

7.46. 新技术的引入可能需要进行具体分析，评价新技术或设备的适用性和安全性并实施适当的控制，还可能需要对人员进行额外培训。这种培训应在计划期间开始，通过使用新技术向计划过程提供反馈。它应用于确认安全评定和费用估算的基本假设和投入，确定安全重要相关部件和设备，并制定工作程序以及行政和工程控制措施。

7.47. 如果选择延迟拆除作为退役策略，则许可证持有人必须在最终退役计划和支持性文件中证明这一选择将得到安全实施（GSR Part 6[1]第 7.14 段）。需要证明是否有足够的财务资源，以确保设施在延迟期间保持在安全状态，并随后进行去污和（或）拆除（GSR Part 6[1]第 7.14 段）。

7.48. 随着退役项目的实施，可能根据新的数据、意外事件、经验反馈和其他因素对退役行动进行修改。随着退役行动的推进，最终退役计划和相关证明文件应在项目实施期间更新。这些更新可能需要监管机构的进一步批准。最终退役计划可以描述成一个变化控制过程，通过该过程允许对最终退役计划中描述的行动进行轻微变更而不需要监管机构的批准。当识别到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

7.49. 根据国家要求，并按照与潜在风险和危害相称的分级方法，相关各方应参与退役授权程序以及终止退役授权的程序，并应在监管机构作出决定之前以及在准予或终止退役授权之前，有机会提出评论意见（GSR Part 6[1]第 7.16 段和第 9.6 段）。

意外永久关闭

7.50. 意外关闭或放弃设施在较大的核设施中并不常见，但在较小的私人拥有的医疗、工业和研究设施中更为常见。这种情况可能会引起安保问题，例如，遗弃在设施所在地的放射性物质（特别是密封源）[13]。

7.51. 由于政治、经济或社会的需求，或者由于一个事件，在运行期间可能突然停止某一设施的运行并意外关闭，而此时还没有最终退役计划及其支持文件。在这种情况下，必须尽快编写最终退役计划和支持文件（GSR Part 6[1]第 7.7 段）。在实施经核准的退役计划之前，需要作出适当安排，使设施处于安全配置状态（GSR Part 6[1]第 7.7 段）。

7.52. 需要评审退役策略的选择，同时考虑到导致过早永久关闭事件的原因和后果，特别是该事件对设施状况的影响。如果由于意外永久关闭而需要采取任何行动将设施处于安全状态，则最好这些行动应在运行许可证范围内或增补的运行许可证范围能覆盖这些行动。

7.53. 由于事故导致的意外关闭，应采用应急运行程序和恢复（稳定）行动使设施处于安全状态。应尽快收集相关设施物理和辐射状况的资料，并应制定最终退役计划，其中应考虑到事故造成的损害。最终退役计划可能需要在退役期间根据新的信息进行更新。

7.54. 因事故而受损的设施退役的计划，先前进行的表征调查应进行细致的更新，并应考虑到应急期间记录的相关数据和信息。如果由于事故而无法进入该设施的某些部分，则可预见将更多地使用遥控装卸设备。应特别注意可能为缓解事故后果而实施的应急规定，在退役过程中这些规定应移除。

7.55. 事故损坏设施退役过程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，并应与包括场外修复在内的总体策略保持一致和协调。由于较高的剂量率和污染水平、设施的物理和辐射状况不确定性、不明的新废物类别，面临的技术挑战可能更大。这类设施退役应加以计划，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。

8. 退役行动的实施

GSR Part 6[1]要求 12：退役行动的实施

“许可证持有人应按照国家规定执行最终退役计划，包括放射性废物的管理。”

8.1. 如最终退役计划所述，退役的实施涉及退役策略和相关行动的实施。应根据所涉特定场址的复杂性和危害程度对其进行分级处理。

8.2. 设计考虑（见第 7.6 段）可大大便利退役进程。正当的运行控制也很重要，以便尽量减少可能导致严重污染的事故和其他事件。

8.3. 无论是根据立即拆除策略还是延迟拆除策略的退役，都应在永久关闭后不久开始。从永久关闭到最终退役计划获得批准之间的过渡期应尽可能短，并根据运行许可证要求进行管理。退役的一些准备行动可能在过渡期开始。退役行动应在监管机构核准最终退役计划和发放退役授权书后开始。直至达到核准的退役关闭状态之前，应分阶段或作为一个单一项目继续进行。

8.4. 在医疗、工业和研究设施范围内，执行退役策略的方法大体上是一致的，应包括以下方面：

- (a) 分级方法在退役安全要求中的应用；
- (b) 完成并提交任何进一步的授权申请，并从监管机构获得批准；
- (c) 酌情与设施或现场内外的相关各方进行沟通，与监管机构定期磋商，并建立明确的沟通渠道；
- (d) 辐射防护措施的实施；

- (e) 分配作用和责任，并确保参与退役项目的所有人员清楚了解这些作用和责任；
- (f) 酌情聘用有相关经验的项目经理或承包商执行特定退役任务；
- (g) 进行必要的模拟训练，或为特定工作人员提供与其特定退役任务相关的额外培训（见第 7 部分）；
- (h) 确保所有工作人员清楚地了解要执行的工作任务，并了解执行和完成这些行动的顺序；
- (i) 宣传安全评定结果并确保提供给任何要求的安全设备；
- (j) 提供能够正确使用安全设备的培训和合格工作人员；
- (k) 项目期间，确保为关键任务租用设备（如起重设备）的可用性，并事先确保租用设备的书面规范书与实际提供的物项相符；
- (l) 实施必要的实物保护、消防和应急准备措施，确保所有工作人员熟悉这些措施，并确保建立一个机制，必要时向工作人员告知任何最新的变化；
- (m) 就进出退役设施各部分的材料、废物、容器和货包以及设备的运输路线达成协议，并确保其安全；
- (n) 遵守监管机构批准的解控水平，与监管机构商定测量方法，并确保所涉工作人员有必要的能力遵守商定的标准；
- (o) 在整个退役项目期间，实施一套适合的管理系统；
- (p) 更新退役、获得资金的费用估计数，并商定发放资金的时间。

8.5. 在退役开始时，应根据监管要求移除所有易于移除的放射性物质和辐射源，以便重新使用、回收、加工、贮存在核准的地点或根据监管要求进行处置。如有可能，应将废弃的密封放射源退回原制造商或供应商。

8.6. 消除辐射源通常会大大减少放射性危害。就主要使用密封放射源的设施而言，这相对容易做到。然而，如果辐射源以活化材料、液体或受污染表面的形式存在，则移除方法可能需要更详细的计划。计划还应考虑到运输工具和拆除下来的源的目的地。

8.7. 在某些情况下，对要拆除的部件、设备和结构进行部分或全部的去污，可能有助于设施退役。去污可应用于内表面或外表面，包括移除或减少结构、系统和部件内部或外部上放射性污染物的广泛行动。与退役行动相关的去污过程可以在拆除之前、期间或之后进行。

8.8. 应优化去污的总体方法，同时考虑到减少公共照射带来的收益、从事去污工作的工作人员的额外照射、去污的费用包括处理产生废物的费用以及避免废物处置而节省的费用。

8.9. 在选择去污技术之前，应对其有效性进行评价。这一评价应涉及：

- 估计职业辐射；
- 评审可能产生放射性气溶胶的问题；
- 目标去污水平；
- 考虑现有技术达到特定部件目标去污水平的可能性；
- 具备通过测量，证明达到目标去污水平的能力；
- 提供去污和最终退役所需的设施；
- 技术成本与预期收益的比较；
- 结构、系统和部件的规模和几何构型；
- 污染的类型和特征；
- 估计任何液态或固态废物的体积、性质、类别和活动；
- 评审这些废物与现有处理、整备、贮存和处置系统及排放限值的兼容性；
- 移除污染可能对设备和系统的完整性产生的任何有害影响；
- 移除污染行动可能造成的任何场内和场外的后果；
- 非放射性危害（例如所用溶剂的毒性）。

8.10. 应尽早对加工设备进行初始去污。这样做降低了辐射风险，因为在设施永久关闭后，大量的污染或放射性物质可能仍留在加工设备中。如果初始去污实施成功并且消除或减少了危害（例如高剂量率），则可以相应地更新退役行动的安全评定。这使得设施退役的方式更加灵活（例如，减少了用于去污的液体量），允许移除在运行中使用的与危害相关的结构、系统和部件，或者将冗余设备交叉污染的可能性降至最低。去污可以使放射性废物的体积最小化。

8.11. 随着退役行动的开展可能会出现新的危害。在机械切割金属管道时可能会出现新的危害，切割过程中会产生锋利的边缘可能需要采取额外的控制措施，例如采用保护性覆盖物。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。应适当处理新的危害，以保持所采取的退役行动的总体安全。

8.12. 应考虑在可行的情况下尽早移除、限制或固定任何残留的松散污染物，因为这减少了对通风系统的挑战（其污染的可能性），并减少了从事退役行动的工作人员的辐照。应保存此类活动的记录，包括残留污染的水平。

8.13. 可能需要对设施的现有基础设施进行改造，以便利立即拆除，或在某些情况下使设施做好准备，以便应在计划过程的早期确定这种改造。为立即拆除，主要改造可包括：

- 改造或更换对确保退役期间安全重要结构、系统和部件，如通风系统和密封系统；
- 隔离和移除退役不需要的系统、结构和部件；
- 为人员开辟新的出入通道和运输路线，进出设施的设备和废物；
- 安装其他设备，如遥控设备和废物处理设备；
- 在场址上设立一个临时废物贮存区。

8.14. 对于延迟拆除，设施的主要改造可能包括：

- 制定实物保护措施；
- 移除放射性物质扩散的通道和动力源（即排水系统）；
- 设置隔离墙，隔离安全区；
- 隔离和移除不必要的结构、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。

8.15. 如果去污和拆除行动部分或整体延迟，则要求许可证持有人通过核准的监控、监视和维护计划确保设施的安全（GSR Part 6[1]第 8.2 段）。在评审支持延迟拆除策略所需的系统时，应识别不需要的结构、系统和部件，以便减少或终止对这些系统的监视和维护。

8.16. 拆除有可能造成新的危害，因此应采取必要步骤确保拆除期间的安全。为确保安全拆除应规定：

- 材料的去污和处理；
- 便利获取放射源或其他放射性物质以供进一步管理；
- 将受污染的设备、结构和材料与未受污染或不构成非放射性危害的设备、结构和材料分开，以减少工作人员在随后的处理过程中所面临的辐照风险，并减少需要最终处置的废物数量。

8.17. 在选择拆除方法时，应考虑到：

- 技术和设备简易性和可靠性；
- 防护和安全的最优化；
- 尽量减少液态和固态废物的产生；
- 在可行的情况下，尽量采用验证过的技术；
- 尽量减少对相邻和相互连接的系统、结构、区域和操作带来可能的不利影响（例如控制污染扩散）。

8.18. 有许多技术和方法可用于拆除。优先选择市场上可获得且技术上成熟的且证实过的技术。应评价为实施退役行动而采用的现有技术，以根据最终退役计划确认其可行性和适用性。下列因素可能会影响所选择的拆除技术：

- 对工作人员和环境的潜在影响；例如，应优先考虑不产生高水平气载放射性的技术；
- 成本收益分析，对拆除技术的辐照收益和废物管理收益与预期总成本进行比较；
- 是否有合适的废物容器、运输路线及设施贮存和处置废物；
- 拟拆除的设备和构筑物的类型和物理性质（如尺寸、形状和可达性）；
- 拆除行动所用技术的成熟程度和开发新技术的时间周期；
- 拆除设备和工具的可靠性，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；
- 时间和进度限值，例如是否有废物处理设施；

- 放射源的特殊要求和培训要求，例如遥控设备的使用放射源和培训；
- 次级放射性废物的产生；
- 危害的非放射性污染物对工作人类和环境的潜在影响。

8.19. 那些在设施运行阶段很少受到关注或准入受到限制的结构、系统和部件可能已经退化。在考虑退役技术时，应特别考虑这种系统、结构和部件。这类结构、系统和部件的示例可包括液态放射性废物储罐和远程处理系统。

8.20. 移除服役的结构、系统和部件是退役过程中的一个关键问题，许可证持有人应认真制定和实施相关移除服役的结构、系统和部件的决策程序。好的实践是建立在退役期间安全重要结构、系统和部件列表。清单应在正在进行的退役行动中拟订和更新。这些信息可用于更新设施的视察、监视和维护计划。可能要求设施运行阶段的结构、系统和部件为退役提供便利，但这些的状况应根据退役安全评定进行评价。评价应考虑到以下几点：

- 结构、系统和部件的状态；
- 在运行期间，结构、系统和部件的视察、监视及维护的程度；
- 在退役期间，结构、系统和部件执行安全功能的要求；
- 退役行动的预期持续时间。

8.21. 在进行退役行动期间应定期评审和评定的方面包括：

- 设施的现有结构；
- 设施现有基础设施的密封能力，包括储罐、容器、管道和通风管道；
- 设施退役所需的现有基础设施，包括配电系统和安保系统是否充分和完整；
- 现有结构、系统和部件支持系统，包括警报系统及通风系统的供应情况及是否足够；
- 在多设施场址的情况下，在加工和基础设施方面与其他设施的接口。

8.22. 退役行动可能涉及有意识的移除一些结构、系统和部件在设施运行期间履行特定安全功能的结构、系统和部件（例如屏蔽、通风和液体收集）。此类行动应记录，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协调一致。

8.23. 退役期间，将产生放射性和非放射性废水。放射性废水的排放需要监管机构的批准，并按照相应的国家法规进行监管。一般而言，退役期间的预期废水排放量将少于设施运行期间的排放量，但其形式和放射性成分可能有所不同。典型的情况是，在退役的不同阶段排放的废水各不相同。例如，随着退役过程导致放射性危害的逐步减少，放射性排放可能会减少。

8.24. 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[4]。制定和执行环境监控计划的指导意见原子能机构《安全标准丛书》第 RS-G-1.8 号《辐射防护的环境和源监控》[26]。

8.25. 根据退役项目的最终状态，可能需要拆除前设施的剩余结构。在许多情况下，退役行动的目的是确保拆毁建筑结构不涉及辐射。当要拆毁的建筑结构受到污染时应考虑到辐射防护问题。在这种情况下，应采用喷水和使用局部密封系统等特定技术，以减少退役工作人员的辐射和对环境的影响。拆毁期间应注意确保将受污染材料与非受污染材料和非放射性危害物质分开。

8.26. 退役期间，应保存关键退役行动的记录。这些记录包括关于设施内残留放射性核素的数量和类型、位置和分布以及产生的放射性废物量的准确和完整的资料。这些记录应用来证明在退役开始时存在的所有放射性物质都已得到适当的说明，其最后处置（例如，限制再使用或处置）也已得到适当的说明已经确认。文件还应考虑到已从监管控制中移除的材料、结构和土地。

退役行动期间的监管

8.27. 监管机构必须在退役期间对退役行动进行监管（GSR Part 6[1]第 8.5 段），并应采取分级方法。视察的频率和范围应与退役行动的性质和程度以及相关的危害和风险相称，并可在安全包络期间大幅减少。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》[27]提供了与监管相关的指导。

8.28. 根据要执行的退役行动的性质和程度，监管应侧重于对安全或退役项目有重大影响的行动，例如：

- 拆除在服役的、安全重要结构、系统和部件和新结构、系统和部件的调试；
- 高风险相关的行动；
- 退役项目各阶段之间的过渡，特别是当一个阶段的关闭状态对下一阶段行动的开始具有决定性意义时；
- 放射性废物管理配套设施的调试；
- 清除场内的放射性废物；
- 解除对土地和厂房的监管。

8.29. 除上述退役行动视察外，监管还应涵盖人员配置和组织问题、承包商的使用、安全文化、职业照射和公众辐照、潜在的环境污染和相关风险、污染控制、放射性物质的流动控制、工业安全以及退役后期可能难以进入的地区的辐射状况等方面。

8.30. 应在许可证持有人的组织中建立一个内部程序，可以对对安全没有重大影响的去污和拆除进行轻微的变更。这一过程应得到监管机构的批准，以便明确哪些变更需要得到监管机构的批准，哪些变更可以得到许可证持有人负责安全的组织的内部批准。这实施过程中，应受到监管机构的监视

8.31. 如果选择延期拆除策略，则在安全包络期间的视察频率和范围可能会减少。安全包络期间的视察应侧重于设施的监视和保护（例如，防止退化，这些退化可能导致材料失控和污染扩散）、记录保存的完整性、现场监控和监视、工业安全、人员配置和组织问题、承包商的使用、安全文化和辐射防护。

8.32. 在某些情况下，在完成退役和终止退役授权后，监管可能会继续进行，例如在场址有条件解控的情况下。

辐射防护

8.33. 随着退役的进行，必要时应定期评审和修订辐射防护计划。

8.34. 应建立与设施的复杂程度和放射性危害相称的辐射监控系统。在退役行动期间应对从事放射性工作的人员进行监控。

8.35. 应向从事辐射防护的个人提供必要的资源、能力和独立性，以执行适当的辐射防护计划。

8.36. 应作出安排，按照放射性水平和污染水平对区域进行分区，以控制辐照和减少污染扩散。

8.37. 退役所需的辐射防护设备包括：

- 辐射屏蔽设备，防止人员受到污染，尽量减少放射性物质的摄入的设备（例如局部通风系统和过滤系统）；
- 记录工作人员所受辐射剂量的个人剂量计；
- 工作场所使用的外部剂量率和表面污染测量仪的监控设备，以及在去污、拆除和搬运过程中检查部件和材料的监控设备；
- 工作场所空气中放射性物质监控设备。

8.38. 所有用于放射性监控和测量的设备都应校准。

8.39. 应保存职业照射记录、以及所采取的辐射防护措施和进行的辐射调查的记录。

8.40. 还应为搬运、包装和运输操作对工作人员、部件、废物和材料进行辐射和污染监控。应防止松散污染扩散到人员和非污染区域。

8.41. 如果正在退役的设施在一个较大的设施内，可能有必要特定规定对周围设施内人员和区域的控制和监控，以控制污染的扩散。

8.42. 如许可证持有人的人员不具备所需的辐射防护专业知识，许可证持有人可考虑聘用承包商。不过，安全的主体责任仍在于许可证持有人。

8.43. 应在退役计划中规定现场和非现场监控的要求。应对特定退役行动进行现场监控。应监控所有潜在的排放点。可能需要进行场外监控，以证明对向环境排放放射性物质的控制是否充分。运行阶段存在的场外监控计划可能需要变更，具体取决于退役的实际状况。

应急准备和响应

GSR Part 6[1]要求 13：退役过程中的应急响应和安排

“应建立和维持与危害相称的退役应急响应安排，并应及时向监管机构报告有重大安全影响的事件。”

8.44. GSR Part 7[16]要求为任何受监管设施或活动的现场区域制定完整的应急安排，在设施开始运行或活动开始之前可能需要采取应急行动，并要求许可证持有人编写应急计划并将该计划提交监管机构批准。此外，GSR Part 7[16]要求监管机构确保许可证持有人在设施或活动发生任何影响现有危害评定的变化之前，以及在获得新的信息以深入了解现有安排是否充分之前进行适当的评审，并在必要时修订应急安排。因此，在开始退役行动之前和之后，应定期评审与设施或活动相关的危害评定，并根据 GSR Part 7[16]相应修订包括应急计划在内的现有应急安排。

8.45. 在第 8.44 段所述的危害评定中，应确定与退役行动相关的一系列假想事件，包括概率极低的事件。这类事件的示例可能是设施内或转移到贮存设施或处置场址时，密封功能丧失或废物货包坠落。

8.46. 许可证持有人必须确保资源充足，包括人员、设备、通信手段、后勤支持和应急设施，并确保建立程序、工具、协调和组织。根据批准的应急计划[16]，有效应对核或辐射紧急情况。人员必须合格，受过应急程序方面的培训且能够胜任工作，程序必须定期评审和更新，必须制定和执行演习计划[16]。

8.47. 应急计划及相关程序、工具和其他安排应涵盖现场应急安排，必要时还应涵盖获得场外援助的安排，包括根据 GSR Part 7[16]及时通知适当的场外主管部门并与公众沟通。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》[28]提供了应急准备和响应导则，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》[29]和原子能机构《安全标准丛书》第 GSG-11 号《终止核或辐射应急的安排》[30]。

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

“必须对退役中的所有放射性废物流进行管理。”

8.48. 退役总是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。应制定一项涵盖所有预期退役废物流和废物类别的废物管理计划。废物管理计划应规定从设施中移除放射性废物的方式以及将放射性废物与非放射性废物和危害废物分开的方法。

8.49. 在管理退役放射性废物时，应考虑几个因素。其中包括：

- 退役产生的废物的来源、数量、类别和性质（较大量的放射性废物可能在短时间内产生）；
- 从监管（解控）中移除废物的可能性；
- 材料、设备和场地的再利用或循环利用的可能性；
- 次级废物的产生及其尽量减少；
- 存在已知的非放射性危害物质（如石棉）；
- 循环利用或废物处理厂，以及贮存和处置设施的可用性；
- 对放射性废物的包装和运输的特殊要求（例如对活化材料的要求）；
- 退役产生废物的来源和性质的可追溯性；
- 废物对工作人员、公众和环境的潜在影响。

8.50. 退役过程中产生的废物应按照公认的程序和标准分为不同的类别（放射性废物和非放射性废物、危害废物和非危害废物）。应制定解控、再利用、回收、贮存或处置废物的特定计划。这类计划的目的是尽量减少将作为放射性废物处置的废物量，方便后续对废物的下游处理并降低退役废物管理的总体成本。应确保适当确定和记录废物形式、废物容器和/或废物货包的特性，以便为今后的废物管理（例如废物处置）提供必要的数据库。

8.51. 退役产生的废物应在适当的废物处置设施中处置，但须视是否具备这些设施而定。复杂设施退役可能需要专门的放射性废物管理设施以及退役废物的处理、贮存和运输安排。这些设施应作为退役计划的一部分进行计划，并应在退役授权下或在监管机构另行发放的授权下投入使用。

8.52. 虽然医疗、工业和研究设施产生的放射性废物大部分是低水平放射性废物，但也有一小部分可能是照射剂量率很高的废密封放射源，需要有屏蔽货包才能安全贮存。

8.53. 应考虑尽量减少废物和材料的交叉污染，并尽量减少次级废物的产生。不同类别的废物应根据其特征和毒性（放射性和非放射性）加以管理。

8.54. 退役的废物管理计划应处理尽量减少废物的问题。通过去污计划、有控制的拆除技术、污染控制、废物分类、有效处理，可以大幅度减少放射性废物的数量。在某些情况下还有行政控制。再利用和循环策略有可能进一步减少管理的废物数量。同样，将低活化材料从监管（解控）中移除，作为普通废物管理或再利用和循环使用，可以大大减少放射性废物的材料数量。

8.55. 应保存从监管控制中移除材料以及材料再利用或循环利用的记录。此类记录应保留到退役完成，或在与监管机构商定的退役后保留一段时间。如有必要应向监管机构提供记录。

8.56. 工作人员和公众的辐射照射可能因废物最小化策略的不同而不同。应采用综合方法，在尽量废物的最小化与辐照合理可达尽量低的目标之间取得平衡，同时考虑到社会和经济因素。

8.57. 如果设施在永久关闭后仍存在运行产生的放射性废物，则此类废物必须在进行退役行动之前移除（GSR Part 6[1]第 8.10 段），并按照 SSR-6（Rev.1）[7]要求运输到批准的设施。如果在从永久关闭到批准退役之间的过渡期间无法进行此种移除，经批准的最终退役计划应将此种废物的移除作为退役的一部分（在立即拆除的初始阶段或在安全包络的准备阶段）。

8.58. 一般而言，应更新设施运行阶段的现有废物管理计划，同时考虑到与退役相关的额外材料和新废物类别。废物管理计划应预见到需要处理相对大量废物的时期，并应提出尽量减少这种废物处理对退役行动或对多设施场址其他设施运行的任何影响的方法。许可证持有人应确保相关退役的废物管理计划得以维持及实施。

8.59. 关于处理退役过程中产生的放射性废物的决定应考虑到废物管理所有步骤之间的相互依存关系，并应考虑现有或计划中的废物处置方法。

8.60. 对废物特征和废物货包的核实应以一系列程序为基础，这些程序包括直接在材料上测量、实验室测量有代表性的样品、使用适当来源的放射性核素载体（例如，难以测量的放射性核素与参考核素之间的比例因子和相关性）以及废物源的鉴别。

8.61. 放射性废物从设施运输到处理、贮存或处置设施应按照国家运输条例进行。SSR-6 (Rev.1) [7]规定了放射性物质运输的要求，SSG-26[8]提供了相关指导。应采取预防措施防止处置容器受到外部污染，这可能会在运输过程中扩散污染物。

8.62. 许可证持有人应确保在退役过程中产生的每件废物均附有耐用标签，并附有识别码及相关资料，每件废物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。对于每件废物货包，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、物项或成分）；
- 货包的识别号；
- 废物货包的种类；
- 货包的体积或质量；
- 放射性清单（总活度、核素组成或光谱和参考核素的活度，以及测量日期）；
- 表面污染测量结果和测量日期；
- 接触时和距货包外表面 1 米处的最大剂量率（以得出运输指数）和测量日期；
- 放射性废物的相应分类[31]。

8.63. 在从运行到退役的过渡期，应根据运行许可证对运行产生的放射性废物、废密封放射源和加工材料进行管理。应确保避免在移除运行中的废物方面出现任何延误，并避免长期关闭模式而增加的费用。确保设施有效的处于可以开始退役的状态。

8.64. 如果没有相关的废物管理设施，或预计这些行动将作为退役计划的一部分，则在实施任何退役行动之前移除废密封放射源和废物可能会有困难。在这种情况下，应在最终退役计划和相关废物管理计划中处理移除残留的废密封放射源、放射性废物和物项的问题。设施运行期间退役的预先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。

8.65. 如果没有合适的废物处理设施，在编写退役计划时应考虑拆除该设施并将产生放射性废物贮存在适当的贮存设施中。

8.66. 退役产生的大部分废物和其他材料的活度可能足够低，因此可以全部或部分地从监管中移除。有些废物可能适合在常规的填埋场处置，而有些物料，例如钢和混凝土则可能适合再利用或循环使用。应根据国家监管机构制定的标准，将管材料和废物从监管控制中移除出来。RS-G-1.7[5]、WS-G-5.1[6]和 GSG-13[27]提供了关于从监管控制中移除材料的标准和关于移除控制的所有监管程序管理的指导意见。

8.67. 向环境的排放需要得到适当的监控和授权[4]。在退役期间可能会产生放射性和非放射性流出物。排放废水需要得到监管机构的授权，并控制遵守适当的国家法规的情况。一般而言，退役期间的预期废水排放量将少于设施运行期间的排放量，但在形式和放射性核素组成方面可能有所不同。

8.68. 排放的授权一般要求对排放源和环境进行监控。对于一些医疗、工业和研究设施，将不需要进行场外辐射监控，在许多国家，在正常运行期间没有进行场外放射监控的监管要求。然而，作为识别和管理放射性危害的一部分，在运行期间现场监控是一项例行检查。应在退役开始之前检查现场监控计划，并应在退役期间加以变更以反映退役进程中发生的变化。

8.69. 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》[32]规定了对放射性废物管理的要求。原子能机构《安全标准丛书》第 SSR-5 号《放射性废物处置》[33]规定了对放射性废物处置的要求。

9. 退役行动的完成和退役授权的终止

GSR Part 6[1]要求 15：退役行动的完成和退役授权的终止

“在完成退役行动后，许可证持有人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. 退役行动完成后，需要对设施进行最终的辐射调查（GSR Part 6[1]第 3.4 段），以证明最终退役计划和退役授权中所述的退役目标已经实现，并且残留放射性符合限制或不受限制地解除监管控制的监管标准。最终辐射调查报告应成为申请将设施或场址解除监管控制基准的一部分。最终辐射调查的结果应列入最终退役报告。建议的综合设施或中间设施的最终辐射调查报告的结构和内容示例见附件 IV。

9.2. 最终辐射调查应根据最终调查计划进行，该计划是最终退役计划的一部分（如附件 II 所述）。对最终勘查计划的设计和和实施所作的任何更改，均应在勘查计划期内与监管机构进行讨论，并应在进行最终辐射勘查之前提交监管机构评审和批准。随着部分退役工作的完成，可分阶段进行最终的辐射调查，以使设施或场址的某些部分解除监管控制。如最后一次辐射调查要分阶段完成，许可证持有人应制订程序，确保受调查区域不会受到其他地方正在进行的退役行动的影响。

9.3. 监管机构制定的设施脱离监管控制的最终状态标准，应可转换为易于与现场可测量结果相比较的数值。抽样方法应按规定执行并应在最终调查计划中说明正当性。存在的放射性核素将影响所采用的调查和抽样方法。最终调查计划和程序应提供足够的数据和细节，以编写最终辐射调查报告。最终放射性调查报告作为最终退役报告的一部分，应按照国家要求提交监管机构评审和批准。调查结果将是最终退役报告的主要部分。

9.4. 最终退役报告应总体概述设施的最终状况。应说明设施和（或）场址的其余结构（如果有的话）在解除监管控制时或改作其他用途时的最终物理和辐射状况。应提供辐射调查报告结果的摘要或参考文献。此外，最终退役报告应提供资料，说明对该场址遗留的限制要求（如果存在的话）。根据国家法规的要求，可能需要根据设施的最终辐射状况对环境影响评定

进行评审。最终退役报告应总结退役中执行的行动，如果存在的话应提供关于退役项目的补充信息。

9.5. 退役行动完成后，许可证持有人应及时向监管机构提交最终退役报告。此外，许可证持有人可以编写退役项目的更特定文件，例如，用于开展退役行动的方法和工具的详细情况，以及退役项目的经验教训摘要，这些经验教训今后可用于类似的退役项目。

9.5. 退役行动完成后，许可证持有人应及时向监管机构提交最终退役报告。此外，许可证持有人可以编写退役项目的更特定文件，例如，用于开展退役行动的方法和工具的详细情况，以及退役项目的经验教训摘要，这些经验教训今后可用于类似的退役项目。

9.6. 监管机构应确保许可证持有人编写相关计划、记录和报告（涉及去污、拆除和拆毁行动，以及地表水、地下水、土壤和沉积物的治理和最终放射性调查），并在适当的时限内予以保留。

9.7. 监管机构应及时提供监管机构对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采取进一步的退役行动。

9.8. 监管机构应在进行最终辐射调查期间进行视察，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，以确保遵守场址最终状态标准或场址限制实施。这类独立调查应由在这一领域受过专门培训的专家进行。如果监管机构本身没有这类专家，则应由经认可的组织进行这类调查并由监管机构负责。

9.9. 监管机构必须核实或验证场址符合最终状态标准[1、6]。如果场址或前设施的剩余结构不符合最初核准的解除监管的最终状态标准，则应由许可证持有人对情况进行重新评定，并提交监管机构评审和核准。

9.10. 当偏离最终状态标准被认为是不可接受的或没有正当性时，监管机构可要求许可证持有人恢复退役行动，以达到最终退役计划所预见的最终状态。

9.11. 如果无法实现最终退役计划中规定的经核准的最终状态，则应明确查明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核准。这种偏差应在最终退役报告中加以说明。有时，如果需要额外的退役行动来实现新的最终状态，则最终退役计划的更新也可能是必要的。

9.12. 如果不可能无限制地解除整个场址，则可寻求部分或有限制地解除监管控制，以终止多设施场址上部分或全部设施退役的授权。在这种情况下必须限制进入或使用这些设施，以确保对人类和环境的保护。如果需要限制进入或使用设施的剩余部分或场址，监管机构应确保建立适当的机制，以证明遵守了这些限制。

9.13. 对于不受监管但有限制的地点，应作出适当的持续控制安排，以确保对人类和环境的保护。这些限制应记录在案，并作为机构控制的一部分加以确立，以便今后对场址的使用不违反这些限制。这类文件的一个示例是土地契约限制。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。要求实施控制以符合监管要求，并要求实施监管机构批准的合规监控和监视（GSR Part 6[1]第 9.3 段）。

9.14. 如果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，这些限制应在法律上加以规定，并应予以执行。

9.15. 许可证持有人应为有限解除的区域制定长期监视和维护计划，并提交监管机构批准。应将任何场址限制以及监控和监视的结果通知相关各方。应为实施长期监控和维护计划作出法律和财务安排。

9.16. 监管机构应进行定期视察，以确保遵守长期监控和监视要求，并确保维护工作符合场址限制和机构控制要求。

9.17. 如果退役废物在退役完成后需要在场址长期贮存，则应由许可证持有人提出建造新的放射性废物贮存设施的申请，并提交监管机构评审、批准和授权。GSR Part 5[32]、原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-45 号《医学、工业、农业、研究和教育中使用放射性物质产生的放射性废物的处置前管理》[34]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》[35]规定了关于贮存放射性废物的要求和指导。应为在现场建立的废物贮存设施制定退役计划。

9.18. 允许逐步解除对厂房和土地的监管。如果设想采取这种方法，则应尽快在许可证持有人和监管机构之间展开讨论。

9.19. 如果目标是部分场址解除和减少场址许可证部分，这应反映在最终退役计划、最终调查计划和程序中以证明遵守国家场址解除要求。要求解除对设施某一特定部分或其部分场址监管的请求应考虑到最终解除整个场址及其未来用途的放射性最终状态标准。例如，如果许可证持有人的整个场址计划是在整个场址的退役完成后不受限制地重新使用该场址（绿地方案），则部分场址解除不应基于工业再利用的最终状态标准（棕地方案）。

9.20. 在终止退役授权之前，需要征求并记录相关各方（如公众）的意见（GSR Part 6[1]第 9.6 段）。应适当考虑与公众的沟通，特别是当最终状态是有限制地解除监管控制时。

9.21. 在终止退役授权之前，监管机构应将相关问题通知对与场址相关的其他问题或方面具有权限或责任的其他相关主管当局，并与之达成一致意见。

9.22. 当按照规定的退役最终状态达到解除场址的最终状态标准时，监管机构应将解除场址的决定正式通知许可证持有人、其他相关主管当局和相关各方。一旦达到所有或部分设施区无限制解除的标准，就应拆除表明存在放射性的标志和标签。如果决定解除有限制的场址，通知应具体说明限制、将适用的相关措施和适用这些措施的时限，以及负责实施、监控和监控限制的实体。

9.23. 监管机构应特定规定与退役相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. 在退役完成后，应对与场址解除相关的记录适用适当的记录管理系统。它应包括在终止退役授权之前产生的一些记录，例如残留放射性的性质和水平的说明，还应包括在退役之前和之后作出的关于解除场址的决定及其正当性，以及核实场址已达到最终状态标准的资料。在限制今后使用该场址的情况下保存记录尤其重要。

9.25. 在终止退役授权后应保留的退役记录的性质和范围，应在考虑到最终解除监管控制后场址所有权可能转移的情况下加以确定。长期管理前作出规定的知识库应实施。根据国家法律和法规的要求，包括为可能的诉讼或其他目的而保存相关记录的任何看守责任，都有可能移交给其他机构。

9.26. 通常，国家监管机构或另一个国家主管部门将接管许可证持有人的记录保存工作。记录控制的期限通常由关乎国家职业照射记录和可能的将来可靠性的法规决定。出于机构目的或其他原因可能需要保留其他记录。

9.27. 由于新的监管要求（如解控水平）或更先进、更高分辨率的探测设备的开发等而需在将来评审设施或退役项目的最终状态的情况下，可能需要有记录以确定和说明已采取的行动。过去的退役行动可能与这种新的事态发展相冲突，这些资料将提供过去这些行动的历史和正当性。

9.28. 应根据适当的协议和程序（如使用电子媒体或保留多份硬拷贝）在退役完成后保留适当的记录。此类记录应予以保存和维护以便确认退役工作已按照核准的计划完成；记录废物、材料和房舍的处置情况等；并对可能提出的赔偿责任要求作出响应。以下清单包括应保留的记录种类的示例，这些记录应与正在退役的设施的复杂性和相关的潜在危害相称：

- 退役计划及其随后的修正；
- 设施表征报告；
- 最终退役报告；
- 质量管理记录，包括相关已完成的工作包和工作计划；
- 退役期间和退役结束时制作的工程图纸、照片和录像；
- 制造记录和竣工施工记录，包括为协助退役或作为退役一部分而进行的任何安装或施工的工程图纸；
- 人员剂量记录；
- 放射检查记录；
- 送往处置的放射性废物的记录（例如废物容器的确切内容和序号）；
- 退役期间重大异常事件的详细情况和采取的行动。

附录 I

医疗、工业和研究设施退役的 安全评定考虑

- I.1. 退役安全评定的目的是按照分级方法，确定退役所需的安全功能和履行这些安全功能的相关结构、系统和部件，以及安全重要行政程序。安全重要结构、系统和部件为安全进行退役行动、防止发生导致异常事件的引发事项、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，亦应考虑维护或更换机械处理、通风、供电及废物处理系统的需要，作为工程评价的一部分。
- I.2. 安全评定应采用系统的方法，以证明遵守了退役的安全要求和标准，包括从材料、厂房和场址解除监管控制的方法[1、5、6、17、18]。
- I.3. 安全评定应与设施的复杂性和潜在危害相称，在延迟拆除的情况下，应考虑到设施在最后拆除前的安全。
- I.4. 应对事故情况进行分析，并提出预防事故或尽量减少事故发生的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，这种变化的可接受性应该有明确的理由。保护措施可以是设计出来的特点，也可以是程序（行政）措施。
- I.5. 应查明可能导致放射性水平升高或放射性物质或危害化学物质排放的假定始发事件。由此确定的一组假想始发事件应被确认为全面的，并应以假想始发事件涵盖设施结构、系统和部件可信故障以及退役过程中可能发生人为错误的方式加以确定。假想始发事件集应包括内部事件和外部事件。
- I.6. 人因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。安全评定应根据相关设施的复杂性和潜在危害（例如存在大量设备、储罐、管道和阀门以及意外残留的放射性物质和受污染液体）考虑人为错误的可能性。

I.7. 根据设施的复杂性、所涉危害和风险，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、任何邻近设施的影响或依赖性）以及潜在始发事件的可能性和后果（如人为错误、火灾、洪水、重物坠落、厂房或构筑物的坍塌或失效以及非放射性危害化学品的排放）。这对于与高度危害相关及其退役行动将持续很长一段时间的设施尤其重要。应实施系统的安全方法，以尽量减少人为错误（例如，内置控制措施以及程序性和工程性保护措施，以避免污染风险）。

I.8. 安全评定结果的实施应导致确定退役限值和条件，这些限值和条件是一套规则，为设施安全退役所需的设备和人员确定参数限值、功能能力和性能水平。退役限值和条件还应规定定期试验和视察安全重要结构、系统和部件所需的时间间隔。

I.9. 拆除可能涉及蓄意拆毁和移除在设施运行期间履行特定安全功能（例如密封、屏蔽、通风和冷却）的工程结构、系统和部件。如果仍然需要这些安全功能，就应基于安全评定需要的时段通过适当的替代手段或结构、系统和部件（例如帐篷、临时系统或结构、消防系统、电力系统和行政程序）提供这些功能。应证明履行这些安全功能的替代手段的适当性。改变退役期间提供安全功能的手段的程序在实施前应事先说明正当性和示范。

I.10. 安全评定应涉及最终退役计划的主要安全问题和目标。根据为整个退役项目制定的涵盖退役所有阶段的安全评定结果，许可证持有人应酌情为每个阶段制定详细的安全评定，以证明某一阶段预计采取的行動的安全性。

I.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晚些时候但在每个阶段开始之前进行。

I.12. 在设施退役的所有阶段，工作人员、公众和环境都必须得到适当保护，以免因正常工况和异常工况下的退役行动而受到危害（GSR Part 6[1]第 2.2 段）。安全评定必须包括与退役行动相关的放射性危害分析，并必须证明遵守了法规要求和标准[18]。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发挥比设施运行期间更大的作用，例如在拆除

和拆毁大型部件和结构方面。这些危害引起的风险将需要解决，但不在本“安全导则”的范围内。

I.13. 许可证持有人在评价与设施退役相关的放射性危害及非放射性危害时，应考虑以下各点：

- 各种污染的存在和性质；
- 与放射性核素（如镅-241）可能增长相关的危害；
- 在运行期间或退役行动期间（如去污），可能在加工设备中累积裂变材料，从而可能造成临界危害；
- 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，与未退役设施相关的危害；
- 无法进入的地区和埋管；
- 储罐内物料的分离和浓缩；
- 位于结构、系统和部件和厂房、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；
- 与退役行动相关的火灾或爆炸等非放射性危害。

I.14. 在退役的计划阶段，应明确确定、表征、评价和分类设施的污染级别和程度。应进行调查以确定放射性物质和其他危害物质的物项和位置。设施的准确表征将为退役安全评定提供输入。

I.15. 在退役之前，应在安全评定中考虑辐射照射（如直接照射引起的外部照射和吸入、摄入或切割和磨损引起的内部照射）、潜在的临界性和导致放射性核素无控制排放的密封丧失等安全问题。在实际退役工作期间，可能需要更新安全评定。

I.16. 对于在开始去污或拆除之前很长期关闭的设施，应当对设备和厂房进行调查，以评价与结构、系统和部件退化相关的危害。此外，还应考虑物理屏障和加工设备的材料，这些材料的机械性能在运行过程中可能由于疲劳（例如，机械或热循环负载）、应力腐蚀、冲蚀、化学腐蚀或辐照等因素而发生变化。在实施去污行动时应考虑与物理屏障和加工设备老化相关的风险。

I.17. 如果在拆除加工设备和有形屏障时需要采取适当的临时保护措施（如移动帐篷和行政程序），则临时保护措施的性质和数量以及对其性能的要求应与潜在的污染危害相称。适当情况下，应特别注意诸如残留的 α 辐射源的扩散可能的特殊事项。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。应在安全评定中描述第一个隔离栅的设计（如静态隔离、通风、过滤系统、耐火和机械阻力），并应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确定并应在退役限值和条件中加以考虑。

I.18. 许可证持有人应根据消防安全分析，决定消防安全的设计考虑因素。应特别注意使用热切割技术（如等离子切割）和非热切割技术（如研磨机和锯）及其在拆除期间发生火灾的相关风险，特别是在使用移动遮蔽帐篷和个人防护设备时。

I.19. 在退役期间应进一步考虑以下几点：

- (a) 辐射源与人员的距离更近（因为拆除了屏蔽或互锁以接触辐射源），因此辐射照射的可能性更大；
- (b) 由于拆除期间拆除了安全壳或屏障，产生空中放射性核素的可能性就越大。

I.20. 退役的安全评定可能会查明一些潜在的重大非放射性危害，这些危害在设施退役期间可能产生放射性后果。这些非放射性危害通常不会在运行阶段遇到。这些危害可能包括在去污和拆除行动中举起和搬运重物、重物坠落、火灾或爆炸、结构倒塌和产生危害物质。应根据国家法规管理非放射性危害，此外，强有力的安全文化将有助于确保查明和适当控制此类危害。

附录 II

影响退役策略选择的因素

II.1. 以下是为医疗、工业或研究设施选择退役策略时应考虑的因素。

国家政策和监管框架

II.2. 关于放射性废物退役和管理的国家政策可能影响可能退役策略的选择或各种备选方法的组合。例如，出于政治或其他非技术原因，一些基本的退役策略可能被排除在外。这类政策要求可针对特定的设施类型制定，但可能不适用于该国存在的所有不同类型的设施。

设施类型以及与位于同一地点的其他设施或基础设施的相互依存关系

II.3. 根据设施的类型、规模和复杂程度；设施运行期间开展的活动；放射性核素的残留物项以及设施的位置及其与同一地点其他设施的关系和相互依存关系，在为其选择退役策略时可能会有不同的考虑。退役设施的类型、其过去的功能和所需治理的程度（如土壤、沉积物、地表水和地下水）可能对退役策略的选择产生重大影响。

II.4. 某一设施退役策略还应考虑到该设施所在场址的特点。可以使用其他设施的能力（如果现场存在，在运行或关闭模式下）以及现场人员的经验。这种考虑可能会影响到可供选择策略的备选方法。

II.5. 设施类型的多样性使得设施的放射性表征成为选择退役策略过程中的一个关键步骤，因为在确定拟议项目的范围时使用了表征结果。

II.6. 设施的位置可能对退役构成独特的挑战。例如，一个设施可能被同一地点的许多其他设施所包围，或者一个研究实验室可能位于一个运行中的医疗设施中，或者位于一所大学中。

建议重新使用和要求的最终状态

II.7. 可能有人要求重新使用部分区域或整个区域，或要求在完成退役后重新使用现有的厂房。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考虑因素。如果在不久的将来需要该场址来选址和建造新设施，这种请求将导致优先选择立即拆除的策略。

II.8. 可能还有其他一些原因简化了设施退役策略的选择，或将一些策略排除在考虑之外。例如，公众对设施必须在短时间内退役且场址解除监控的意见和期望也可能使立即拆除的策略优先。

设施的物理和放射性状况

II.9. 设施在运行阶段结束时的物理和放射性状况是选择退役策略时需要考虑的一个重要因素。

II.10. 污染的程度将在很大程度上取决于过去的运行示例以及设施的年限和类型。设施的年限和类型会影响建造所用材料的类型，这反过来又决定了不同程度和类型的污染以及建筑材料中的天然放射性核素。

II.11. 在运行结束时，应评定厂房及结构、系统和部件的完整性及状况。应优先立即拆除完整性差和状况退化的设施。

II.12. 根据设施内的活化和污染程度以及放射性核素的相关成分，退役策略的选择可能会对工作人员、公众和环境的辐射照射产生影响。高放射性水平可能使延迟拆除成为一种更适当的策略，因为放射性衰变可能使放射性水平随着时间的推移而降低。然而，这一延迟期对于医疗、工业和研究设施通常至多为几年。当预计放射性衰变不会带来好处时，立即拆除是首选策略。

安全方面

II.13. 许可证持有人应定期评审退役策略，同时考虑在设施运行期间进行的定期安全评审的结果。应处理和分析符合性检查和重新评定的结果，以确认首选退役策略是否仍然适用。如果决定永久关闭某一设施是这种定期安全评审的结果，则应根据选定的退役策略仔细考虑认定的安全确认的弱点。

II.14. 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，同时考虑到运行期间可能进行的设施改造和设计变更。

提供专门知识、技术和基础设施

II.15. 在选择退役策略时应考虑到机构知识的可得性和利用性（例如，记录运行历史和/或保留和利用熟悉现场特定情况的关键人员）。这些文件和专门知识可减少发生工业事故或不当照射等事件的可能性，并有助于减少与公司记录丧失相关的问题。有具备运行知识的工作人员可作为赞成立即拆除的理由。

II.16. 现有系统和基础设施（如空气供应、通风系统和桥式起重机）的可用性以及对其老化的考虑可能使立即拆除变得有利，以避免以后对系统进行维护或重新认证。

环境和社会经济影响

II.17. 当对当地经济的影响是一个重要问题时，最好的策略可能是立即拆除，因为这样可以通过继续为当地劳动力提供就业机会，减少直接的负面社会影响。

II.18. 厂房建成后，设施周围的环境可能会发生变化。一个示例可能是水位上升，这可能使延迟拆除变得不可行。

II.19. 设施的位置可能会影响选定的退役策略。如果该设施位于公共住宅和其他厂房附近，最好是立即拆除。这类公共厂房可能是在该设施建成后在其附近建造的。

放射性废物管理基础设施的提供

II.20. 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。一些重要方面是：

- 国家废物管理政策（例如，解控是首选方法的政策）；
- 废物的种类、类别和数量（包括历史废物和运行中残留的废物）；
- 为各类放射性废物提供废物处理设施或基础设施；
- 放射性废物的运输安排；
- 是否有贮存废物的能力；
- 提供处置方法。

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《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）。
- [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）。
- [4] 国际原子能机构、联合国环境计划署，《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）。
- [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《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）。
- [11] 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）。
- [12] 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》第 INFCIRC/225/Revision 5）号，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）。
- [13] 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）。
- [14] 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）。
- [15] 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）。
- [16] 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、联合国环境计划署、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）。
- [17] 国际原子能机构、联合国环境计划署，《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）。
- [18] 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）。
- [19] 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）。

- [20] 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）。
- [21] 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）。
- [22] 国际原子能机构《核安全监管机构的组织、管理和人员配备》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 GSG-12 号，国际原子能机构，维也纳（2018 年）。
- [23] 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）。
- [24] 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）。
- [25] 国际原子能机构《放射性废物的处理、操作和贮存管理系统》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 GS-G-3.3 号，国际原子能机构，维也纳（2008 年）。
- [26] 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）。
- [27] 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）。
- [28] 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）。
- [29] 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）。

- [30] 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、联合国人道主义事务协调厅、世界卫生组织、世界气象组织，《终止核或辐射应急的安排》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 GSG-11 号，国际原子能机构，维也纳（2018 年）。
- [31] 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）。
- [32] 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）。
- [33] 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）。
- [34] 国际原子能机构《医学、工业、农业、研究和教育中使用放射性物质产生的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-45 号，国际原子能机构，维也纳（2019 年）。
- [35] 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）。

附件 I

设施类别

I-1. 在本“安全导则”中，为第 1.8 段所解释的目的，考虑了三类不同的设施。根据相关的辐射风险：

- 简单设施是：(a) 有密封的放射源，可以比较容易地移走；(b) 可能有一个或多个相对较小的局部污染区域，可通过简单的去污方法和技术加以处理；(c) 退役活动对公众和环境的风险相对较低；
- 中间设施是一个可能有密封放射源的设施，这些放射源可以相对容易地移除，但通常在设施的不同地点有一个或多个不同大小的污染区，包括受污染的结构、系统和部件。中间设施对公众的风险从低到中等不等；
- 综合设施是类似于中间设施的设施；然而，它通常具有高活度放射源和/或污染，需要特殊的方法或技术和设备来处理源移除和/或去污。并且一个复杂设施退役通常需要对紧邻厂房的地区进行治理。此外，复杂的设施在废物处理、贮存和处置方面可能需要特别考虑。

I-2. 表 I-1 提供了三类不同的医疗、工业、学术和研究设施的典型示例。

表 I-1. 低、中、高危害类别不同类型设施的示例

	简单 (低风险)	中等 (中风险)	复杂 (高风险)
医疗设施	<ul style="list-style-type: none"> — 放射免疫试验室 — 放射示踪剂试验室 — 线性加速器 — 利用核辐射诊疗的核医学器材 — 远程后加载单元 	<ul style="list-style-type: none"> — 血液辐照 — 使用γ刀的设施 — 利用核辐射治疗的医用诊疗部门 — 辐射治疗部门 	<ul style="list-style-type: none"> — 大型医院的癌单元和加速器
工业设施	<ul style="list-style-type: none"> — 放射示踪单元 — 用于农作物的密封源的相关设施 — 包括仪器仪表的设施（比如湿度测量仪或化学试验仪） — 固定式测量仪（比如水平试验仪、厚度或流量测量仪） — 工业辐射设施 — 用于测井的密封源的相关设施 — 辐射化学实验室 — 带有辐射的宝石设施 — 用于照明导体制造的设施 — 低活度源的辐照器 	<ul style="list-style-type: none"> — 处理低水平废物的设施 — 飞机的发光控制面板的制造和维护的设施 	<ul style="list-style-type: none"> — 医用同位素的生产设施 — 高活度源的工业辐射器 — 化学辐照的制造和研究的设施以及具有发展热室的设施 — 辐射源的制造设施，包括热室封装源和循环利用源 — 包括密封和非密封源，用于各种用途的大型设施
科学和研究设施	<ul style="list-style-type: none"> — 化学或物理实验室 — 标签室单元 — 关于农业田间试验的小规模设施 	<ul style="list-style-type: none"> — 动物研究设施 — 手套箱实验室 — 用于研究和开发的粒子加速设施 — 用于研究的热室实验室 	<ul style="list-style-type: none"> — 用于核研发设施（包括手套箱和热室）

附件 II

影响退役策略选择的因素

II-1. 最终退役计划是整个退役过程中的关键文件。本文件包含监管机构就许可证持有人所建议的退役工程的安全作出决定时所依据的资料。最终退役计划需要一系列文件支持，这些文件将在最终退役计划中参考和/或汇总。中型和复杂设施退役的情况尤其可能如此（见附件 I）。对于简单设施，此类证明文件可纳入最终退役计划本身。另请参阅参考文献[II-1]。

II-2. 本附件提供了一个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性。

II-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. 许可证持有人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. 设施说明，包括相关结构、系统和部件
- 2.3. 要改造的新系统或系统
- 2.4. 设施的运行历史，包括改造和事件
- 2.5. 设施的放射学表征，包括表面和地下土壤和水
- 2.6. 贮存设施，以及大型部件的拆除、运输和贮存的方法
- 2.7. 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. 目的
- 3.2. 场址整体退役策略说明（多设施场址的情况）
- 3.3. 选定的退役策略，包括关闭状态
- 3.4. 选定退役策略的正当性

4. 退役综合管理系统

- 4.1. 安全政策，包括安全文化政策
- 4.2. 组织机构，包括责任和权限
- 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. 退役和放射性废物管理程序
- 4.6. 文件和记录管理
- 4.7. 项目管理方法，包括承包商和分包商的参与

5. 退役行动

- 5.1. 工作分解结构，包括相关任务、资源和工作计划
- 5.2. 受污染的结构、系统和设备
- 5.3. 去污和拆除方法和技术，包括拆毁技术
- 5.4. 监视和维护

6. 废物管理和材料管理

- 6.1. 放射性废物和放射性物质的识别
- 6.2. 废物分类和废物流、废物验收标准和解控监管控制的标准
- 6.3. 固态和液态放射性废物，包括辅助设施废物的处置前管理
- 6.4. 含放射性核素和其他危害物质的废物管理
- 6.5. 放射性废物的贮存及处置
- 6.6. 解控行动，包括记录和程序

7. 财务资源

- 7.1. 财务资源的可用性，包括费用估算
- 7.2. 财务资源配置
- 7.3. 评审和更新财务资源

8. 辐射防护[II-2]

- 8.1. 辐射防护的原则和目标
- 8.2. 辐射防护计划
- 8.3. 退役期间的监控、控制和监视

9. 安全评定[II-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以及识别用于分析正常和异常工况的假想方案
- 9.4. 安全评定结果
- 9.5. 实施安全评定，包括退役行动的限值和条件
- 9.6. 安全措施监视和维护

10. 环境影响评定

- 10.1. 退役行动期间环境中排放物的识别
- 10.2. 查明直接暴露于公众和环境的辐射源
- 10.3. 退役行动对公众和环境的放射性影响评定
- 10.4. 非放射性影响评定
- 10.5. 保护和控制措施
- 10.6. 相关各方的参与

11. 应急安排[II-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. 组织和职责
- 11.3. 应急预案和程序
- 11.4. 应急准备安排

12. 核材料核算和控制的实物保护和安排¹

- 12.1. 法律和监管政策及框架
- 12.2. 组织和职责
- 12.3. 实物保护计划和措施
- 12.4. 核材料衡算和监管计划和措施

13. 最终辐射调查

- 13.1. 最终辐射调查的目的
- 13.2. 进行最后辐射调查的方法
- 13.3. 测量范围的地图或绘图
- 13.4. 采样参数和本底或基准放射性水平的定义
- 13.5. 设备、仪器仪表、技术和程序的类型
- 13.6. 评定最后辐射调查结果的方法
- 13.7. 将保留的记录
- 13.8. 关于公布记录的标准

¹ 关于退役计划中所列实物保护以及核材料衡算和控制安排的公共信息不包含敏感的安保信息。关于核材料衡算和监管的一节通常不适用于大多数医疗、工业和研究设施。

附件 II 参考文献

- [II-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）。
- [II-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）。
- [II-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）。
- [II-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 III

推荐最终退役报告的结构和内容

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

- (a) 总结最终退役计划、更新和任何相关授权；
- (b) 包括最终辐射调查报告；
- (c) 说明退役完成后对场址本身以及与场址残留设施相关的留存限制（如果有的话），并说明今后撤销这些限制的必要控制和计划；
- (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) 提供关于放射性废物和放射性物质管理的资料；
- (g) 提供退役期间异常事件的详细信息。

III-2. 许可证持有人可在最终退役报告中列入补充资料供自己使用。为了今后更好地开展退役项目，许可证持有人可以在最终退役报告中总结和分享该项目的经验教训，或者详细介绍退役行动中采用的方法和工具。

附件 IV

推荐最终辐射调查报告的结构及内容

IV-1. 最终辐射调查报告介绍了实际退役行动结束时设施和场址的最后状况。最终辐射调查报告通常是最终退役报告的一部分。

IV-2. 最终辐射调查报告包括下列资料：

- (a) 进行最终辐射调查和调查结果：
 - (i) 调查摘要，包括对最终辐射调查计划的修改以及与初始（基准）辐射调查的比较；
 - (ii) 所进行的取样（例如，指示取样和测量点的图示、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出报告；
 - (v) 与最终辐射调查相关的质量管理项。
- (b) 摘要和结论：
 - (i) 简要说明该设施的最终辐射状况，包括未勘查的任何地区；
 - (ii) 确定所有可供无限制使用的场址区域和结构、系统和部件；
 - (iii) 描述尚未发布的任何领域所需的任何机构控制措施，包括概览图和地图。

附件 V

退役相关文件示例

V-1. 实际上，附件 II 所述的最终退役计划附有一套文件（视国家监管要求而定）解释退役计划的各个方面。一个典型的示例是关于设施退役的安全评定报告，该报告通常是一份独立的文件，比最终退役计划第 9 部分（根据附录 II 所列内容）更详细地介绍了退役的安全问题。

V-2. 证明文件可提供下列资料：

- 场址历史评定；
- 表征调查报告；
- 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；
- 工业健康和计划；
- 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和控制计划；
- 经费和费用概算；
- 公关计划。

附件 VI

相关文献

本附件提供了一份参考出版物清单，其中载有与退役相关的特定组织、财务、技术和安全问题的补充资料。参考出版物按照讨论的主题分类。

退役计划内容

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）。

经济合作与发展组织核能机构《实现退役安全论证文件的目标》，国家环境局第 5417 号，经济合作与发展组织，巴黎（2005 年）。

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

从运行到退役的过渡

国际原子能机构《核设施从运行向退役过渡的安全考虑》，《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《核设施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《延迟拆除期间核设施的安全包络》，《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《使用放射性物质的设施退役策略》，《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》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：问题与因素》，国际原子能机构技术文件第1478号，国际原子能机构，维也纳（2005年）。

放射性表征

国际原子能机构《为退役目的关闭的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）。

经济合作与发展组织核能机构《核设施退役的放射性表征》，NEA/RWM/WPDD（2013）2，经济合作与发展组织，巴黎（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）。

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

退役物资和废弃物管理

国际原子能机构《排除、豁免和解控活动浓度值的推导》，《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《监控豁免和解控水平》，《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《监控场址治理标准的遵守情况》，《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有问题废物和材料的管理》，《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《核设施退役产生的低放废物管理》，《技术报告丛书》第 462 号，国际原子能机构，维也纳（2008 年）。

记录管理

国际原子能机构《核设施退役的记录保存：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览》，国际原子能机构《核能丛书》第 NW-T-2.5 号，国际原子能机构，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）。

退役成本

经济合作与发展组织核能机构、欧洲联盟委员会、国际原子能机构，《核装置退役成本计算的国际结构》（ISDC），核能机构第 7088 号，经济合作与发展组织，巴黎（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》，国际原子能机构技术文件第 1476 号，国际原子能机构，维也纳（2005 年）。

参与起草和审订人员

Jova Sed, L.	国际原子能机构
Ljubenov, V.	国际原子能机构
Reisenweaver, D.	美国爱那康联邦服务公司
Rowat, J.	国际原子能机构
Rulz Martinez, J.	西班牙莱普索能源服务公司
Snyder, A.	美国核管制委员会

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