

# IAEA 国际原子能机构 安全标准 丛书

医学、工业和研究设施的  
退役

## 安全导则

No. WS-G-2.2



**IAEA**  
国际原子能机构

## 国际原子能机构安全相关出版物

### 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的危险的安全标准，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以及一般安全（即涉及上述所有安全领域）。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**。

安全标准按照其涵盖范围编码：核安全（NS）、辐射安全（RS）、运输安全（TS）、废物安全（WS）和一般安全（GS）。

有关国际原子能机构安全标准计划的信息可访问以下国际原子能机构因特网网址：

<http://www-ns.iaea.org/standards/>

该网址提供已出版安全标准和**安全标准草案**的英文文本。也提供以阿拉伯文、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表以及正在制订中的安全标准状况报告。欲求详细信息，请与国际原子能机构联系（P.O. Box 100, A-1400 Vienna, Austria）。

敬请国际原子能机构安全标准的所有用户将其使用方面的经验（例如作为国家监管、安全评审和培训班课程的基础）通知国际原子能机构，以确保国际原子能机构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址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)。

### 其他安全相关出版物

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各成员国的居间人。

核活动的安全和防护报告以其他出版物丛书的形式特别是以**安全报告丛书**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丛书是**安全标准丛书适用规定、放射学评定报告丛书**和**国际核安全咨询组丛书**。国际原子能机构还印放射射性事故报告和其他特别出版物。

安全相关出版物还以**技术报告丛书、国际原子能机构技术文件丛书、培训班丛书、国际原子能机构服务丛书**的形式以及作为**实用辐射安全手册和实用辐射技术手册**印发。保安相关出版物则以**国际原子能机构核保安丛书**的形式印发。

## 医学、工业和研究设施的退役

下述国家是国际原子能机构的成员国：

阿富汗	希腊	尼日利亚
阿尔巴尼亚	危地马拉	挪威
阿尔及利亚	海地	巴基斯坦
安哥拉	教廷	巴拿马
阿根廷	洪都拉斯	巴拉圭
亚美尼亚	匈牙利	秘鲁
澳大利亚	冰岛	菲律宾
奥地利	印度	波兰
阿塞拜疆	印度尼西亚	葡萄牙
孟加拉国	伊朗伊斯兰共和国	卡塔尔
白俄罗斯	伊拉克	摩尔多瓦共和国
比利时	爱尔兰	罗马尼亚
贝宁	以色列	俄罗斯联邦
玻利维亚	意大利	沙特阿拉伯
波斯尼亚和黑塞哥维那	牙买加	塞内加尔
博茨瓦纳	日本	塞尔维亚和黑山
巴西	约旦	塞舌尔
保加利亚	哈萨克斯坦	塞拉利昂
布基纳法索	肯尼亚	新加坡
喀麦隆	大韩民国	斯洛伐克
加拿大	科威特	斯洛文尼亚
中非共和国	吉尔吉斯斯坦	南非
智利	拉脱维亚	西班牙
中国	黎巴嫩	斯里兰卡
哥伦比亚	利比里亚	苏丹
哥斯达黎加	阿拉伯利比亚民众国	瑞典
科特迪瓦	列支敦士登	瑞士
克罗地亚	立陶宛	阿拉伯叙利亚共和国
古巴	卢森堡	塔吉克斯坦
塞浦路斯	马达加斯加	泰国
捷克共和国	马来西亚	前南斯拉夫马其顿共和国
刚果民主共和国	马里	突尼斯
丹麦	马耳他	土耳其
多米尼加共和国	马绍尔群岛	乌干达
厄瓜多尔	毛里塔尼亚	乌克兰
埃及	毛里求斯	阿拉伯联合酋长国
萨尔瓦多	墨西哥	大不列颠及北爱尔兰联合王国
厄立特里亚	摩纳哥	坦桑尼亚联合共和国
爱沙尼亚	蒙古	美利坚合众国
埃塞俄比亚	摩洛哥	乌拉圭
芬兰	缅甸	乌兹别克斯坦
法国	纳米比亚	委内瑞拉
加蓬	荷兰	越南
格鲁吉亚	新西兰	也门
德国	尼加拉瓜	赞比亚
加纳	尼日尔	津巴布韦

国际原子能机构《规约》于1956年10月23日在纽约联合国总部召开的国际原子能机构规约会议上通过，于1957年7月29日生效。国际原子能机构总部设在维也纳。国际原子能机构的主要目标是“加速和扩大原子能对全世界和平、健康及繁荣的贡献”。

© IAEA, 2005 年

需要翻印或翻译本出版物所含资料时，请与国际原子能机构（Wagramer Strasse 5, P.O. Box 100, A-1400 Vienna, Austria）书面联系，以取得许可。

国际原子能机构印制  
2005年1月·奥地利  
STI/PUB/1078

安全标准丛书 No. WS-G-2.2

# 医学、工业和研究设施的退役

## 安全导则

国际原子能机构  
维也纳，2005年

这一套安全标准丛书还以阿拉伯文、英文、  
法文、俄文和西班牙文出版。

## 医学、工业和研究设施的退役

国际原子能机构，奥地利，2005 年  
STI/PUB/1078  
ISBN 92-0-516504-2  
ISSN 1020-5853

## 序

### 总干事 穆罕默德·埃尔巴拉迪

国际原子能机构的法定职能之一是在为和平目的发展和应用核能中制订或采用旨在保护健康、生命和财产的安全标准，使这些标准适用于机构本身的工作及援助工作，以及应各方请求，使这些标准适用于依任何双边或多边安排所进行的工作，或应一国请求，适用于该国在核能领域的任何活动。

以下机构监督安全标准的制订：安全标准委员会、核安全标准委员会、辐射安全标准委员会、运输安全标准委员会和废物安全标准委员会。成员国在这些委员会中有广泛的代表性。

为确保取得最广泛的国际共识，在国际原子能机构理事会核准（**安全基本法则**和**安全要求**）之前或在出版委员会代表总干事核准（**安全导则**）之前，还将安全标准提交全体成员国征求意见。

国际原子能机构的安全标准对成员国不具法律约束力，但是，它们可以自行决定采纳这些标准以在有关其本国活动的国家条例中使用。这些标准就国际原子能机构本身的工作而言对其具有约束力，就国际原子能机构的援助工作而言对当事国具有约束力。对任何希望与国际原子能机构缔结协议以获得有关核设施的选址、设计、建造、调试、运行或退役或任何其他活动的援助的国家均要遵循安全标准中与协议所涵盖的活动有关的那些部分。然而，应当铭记，在任何审批程序方面的最后决定和法律责任都在于当事国。

虽然安全标准为安全奠定了必不可少的基础，但是，按照国家的实践纳入一些更详细的要求也可能是必要的。此外，将会有一些具体方面需要在个案的基础上予以评定。

在适当情况下提到了易裂变材料和放射性材料以及整个核动力厂的实物保护，但没有予以详细论述。各国在这方面的义务应当按照在国际原子能机构主持下制定的有关文书和编写的出版物加以处理。对工业安全和环境保护中的非放射学问题也没有明确审议。认识到各国应当履行其与此有关的国际承诺和义务。

某些按早期标准建造的设施可能不完全符合国际原子能机构安全标准中所提出的要求和建议。对这类设施如何适用这些安全标准，各国可以自行作出决定。

提请各国注意以下事实：国际原子能机构的安全标准尽管不具法律约束力，但是，它们的制定旨在确保能使各国以按照公认的国际法原则和规则（例如与环境保护有关的那些原则和规则）履行其义务的方式，开展核能和放射性材料的和平利用。按照这样一个普遍原则，一国的领土不得用来对另一国造成损害。因而各国都有义务不遗余力地以谨慎的标准行事。

在国家管辖范围内进行的民用核活动象任何其他活动一样，除遵守公认的国际法原则外，还必须遵守当事国根据国际公约可能履行的那些义务。期望各国在其国家法律制度范围内采用对有效履行其所有国际义务可能是必要的这类立法（包括条例）及其他标准和措施。

## 前 言

核发电以及放射性物质在工业、研究和医学中的应用产生放射性废物。人们早已认识到为保护人类健康和环境而安全管理放射性废物的重要性，并且已在该领域获得了大量经验。

原子能机构的放射性废物安全管理计划的目的在于为安全管理废物建立一套连贯的和全面的原则和要求，并且为它们的应用制订必要的导则。这项工作是在原子能机构安全标准丛书范围内以一套反映国际共识的内部一致的出版物完成的。这些出版物将成为成员国用以导出并补充本国的准则、标准和实践的一套全面的国际上认可的出版物。

这些安全标准丛书包括三类出版物：**安全基本法则**、**安全要求**和**安全导则**。根据放射性废物安全标准计划编写的这套出版物目前正在审议中，以确保一种协调的方法贯穿整个安全标准丛书。

本**安全导则**涉及生产、接收、使用和贮存放射性材料和放射源的医学、工业和研究设施的退役主题，意在为国家主管部门和营运单位，尤其是为发展中国家的国家主管部门和营运单位（因为这些设施在这些国家起着显著作用）规划和安全管理这些设施的退役提供指导。

本**安全导则**是通过一系列顾问会议和一次技术委员会会议编写的。

## 编者按

所列附录可视为该标准的一个不可分割的组成部分并具有与主文本相同的地位。利用所列的附件、脚注和文献目录为用户提供可能是有用的补充信息和实例。

安全标准在陈述有关要求、责任和义务时使用“必须”来表述。而在表示所期望选择方案的建议时则用“应当”来表述。

英文文本系权威性文本。

本导则由中国原子能工业公司翻译部翻译，由中国国家核安全局审查。

# 目 录

1. 引言 .....	1
背景 (1.1-1.3) .....	1
目的 (1.4) .....	1
范围 (1.5-1.8) .....	1
结构 (1.9) .....	2
2. 退役的关键问题 .....	2
总 则 (2.1-2.4) .....	2
责 任 (2.5) .....	3
监管框架 (2.6-2.7) .....	3
安 全 (2.8-2.10) .....	3
辐射防护考虑 (2.11-2.13) .....	4
废物管理 (2.14) .....	4
3. 退役方案 (3.1-3.5) .....	4
4. 事先考虑退役方便 (4.1-4.4) .....	6
5. 退役计划和安全评定 .....	6
总 则 (5.1-5.4) .....	6
初始计划 (5.5) .....	8
中间调整的计划 (5.6) .....	8
最终计划 (5.7-5.8) .....	9
退役的安全评定 (5.9) .....	9
6. 退役的关键任务 .....	9
设施的特征 (6.1-6.6) .....	9
清除放射源 (6.7-6.8) .....	10
去 污 (6.9-6.12) .....	10
拆 除 (6.13-6.16) .....	11
最终辐射测量 (6.17) .....	12
7. 退役期间的管理 .....	12

人员配备和培训（7.1-7.2） .....	12
组织和行政管理（7.3-7.4） .....	12
辐射防护（7.5-7.14） .....	13
现场和场外监测（7.15） .....	14
废物管理（7.16-7.25） .....	14
应急计划（7.26-7.27） .....	15
实物保护（7.28-7.29） .....	15
质量保证（7.30-7.31） .....	16
8. 退役的完成（8.1-8.3） .....	16
参考文献 .....	18
附件 I：退役计划内容示例 .....	21
附件 II：针对退役的安全评定 .....	25
附件 III：最终辐射测量报告内容示例 .....	27
附件的参考文献 .....	29
参与起草和审订的人员 .....	31
认可安全标准的咨询机构 .....	33

# 1. 引言

## 背景

1.1. 本安全导则是IAEA放射性废物安全标准计划框架内系列出版物的一部分，该计划涉及放射性废物安全的所有重要领域。这套出版物包括安全基本法则[1]以及IAEA安全标准丛书中的安全要求和安全导则。

1.2. 医学、工业和研究设施退役的安全要求在安全要求《包括退役在内的放射性废物处置前的管理》[2]中论述。另外的安全要求在其他有关的IAEA安全标准[3,4]中提出。

1.3. 许多国家在各种医学、工业和研究应用中都有使用放射性物质和放射源的设施。这些设施在某一阶段都要退役：或者在它们的使用寿命结束时，或者不再需要它们时。因此，需要对此类设施退役的安全管理提供指导。

## 目的

1.4. 本安全导则的目的是对包括监管机构在内的国家主管部门和营运者提供指导，确保以安全和环境上可接受的方式对产生、接收、使用和贮存放射性物质和放射源的医学、工业和研究设施的退役过程进行管理。

## 范围

1.5. 本安全导则涵盖产生、接收、使用和贮存放射性物质和放射源的医学、工业和研究设施退役的所有方面。这些设施包括：

- (a) 带有射线照相和放射治疗装置的以及使用放射性同位素进行诊断和治疗的医疗设施；
- (b) 工业设施，例如那些生产放射性同位素的、使用辐照与射线照相装置的或制造像发光标记与度盘、烟雾探测器、避雷器和电离丝极等含放射性物质的产品的设施；
- (c) 研究设施，例如粒子加速器以及那些与核工业、核药物和核医学有关的研究设施；
- (d) 大学和学院中的教学和研究实验室；以及

(e) 除了铀、钍矿石以外其他具有显著天然放射性水平的矿石的化学加工设施。

1.6. 本安全导则论述与设施退役和由退役操作产生的废物及管理有关的放射性危害问题。

1.7. 在退役活动期间也会产生诸如潜在火源或者石棉材料排放之类非放射性危害。然而本安全导则并不直接涉及这类危害，尽管在计划过程中给予适当考虑是重要的。

1.8. 本安全导则不适用于燃料循环设施、核动力厂或研究反应堆。对核动力厂和研究反应堆退役的指导在参考文献[5]中提供。

## 结 构

1.9. 第2章概述诸如目的与时间框架、营运者的责任、监管框架、安全问题、辐射防护和废物管理方面等针对退役的关键问题。第3章论述退役方案和方案选择准则。第4章评论在设施初始设计和以后的任何修改中为便于退役所采取的方法。第5章论述退役计划和安全评定考虑。退役的关键任务，诸如放射学和非放射学危害调查、放射源的识别与去除、去污与拆除策略和最后的辐射测量，在第6章中论述。第7章讨论诸如人员配备、培训、组织、工作人员与公众的辐射防护问题、操作的辐射监测与废物管理之类的管理问题。第8章概述最终退役报告的内容和保存适当记录的重要性。附件I举例说明退役计划的内容。附件II给出安全评定考虑的细节。附件III讨论了最终辐射测量报告内容的一个例子。同时附有一份参考文献清单。

## 2. 退役的关键问题

### 总 则

2.1. 术语“退役”指的是为解除核设施的部分或全部监管控制而采取的行政和技术行动（处置库除外，处置库是关闭而不是退役）。这些行动涉及放射性物质、废物、部件与构筑物的去污、拆除和清除。为确保退役操作期间的安全，这些行动是根据事先的计划和评定进行的，其目的是逐步和系统地减少放射学危害。

2.2. 按照国家要求和监管要求，某些设施即使纳入在一个正在受到或将要受到监管控制的现有设施或新设施中，也仍然可以认为将要退役。这种情况可能适用于待退役设施与其他设施位于一个场址上，包括整个场址仍然处于监管控制之下的场合。

2.3. 完成退役需要的时间长短将取决于设施类型、放射性核素存量、选定的退役方法和使用的技术。这个时间范围一般从一些小实验室情况下的几个星期到一些大的研究设施情况下的几年。

2.4. 退役在某些方面引起不同于设施运行期间主要问题的一些问题。这些问题需要以适当的方式加以考虑，以确保退役活动的总体安全。

## 责任

2.5. 营运者应该制定和保持一个与设施的类型和状态相称的退役计划[2]。设施的营运者对退役操作期间设施的安全负有最终责任。

## 监管框架

2.6. 一个国家的监管框架应该包括有关生产、接收、使用和贮存放射性物质和放射源的设施安全退役方面的规定[2]。如果退役的监管框架尚未就绪，退役活动应该经与监管机构协商后逐一进行规划和管理。在此情况下，营运者应该就退役计划的制订和实施与监管机构协商。

2.7. 国家监管主管部门应该就解除材料、设施和场址的监管控制的放射性准则提供指导。

## 安全

2.8. 应该在退役的所有阶段对工作人员、公众和环境加以严格保护，使之免遭退役活动造成的危害。应该进行退役期间所涉危害的全面安全评定（必要时包括事故分析），目的是作为考虑了退役细节的纵深防御体系的一部分确定保护措施。在某些情况下，这些措施可能不同于设施运行期间已经采取的那些措施。

2.9. 核设施退役在早期阶段经常涉及清除包括放射源和运行废物在内的大量放射性物质。即使在这个阶段以后，在安全评定中也必须考虑设施的全部污染和活化。

2.10. 诸如去污和逐步拆除或清除一些现有安全系统之类的活动也是重要的。这些活动有可能产生新的危害。因此，在退役期间的一个重要目标是对这些活动的安全方面给予充分的评定和管理，以便尽量减少对安全的影响。

## 辐射防护考虑

2.11. 在退役过程中，应该考虑从事退役操作的工作人员和可能受到辐射照射的公众的辐射防护，公众遭受的辐射可能来自进入环境的排放物、固体物质中释放出的放射性物质和由于以后占用退役场址的结果。

2.12. 应该在充分尊重《国际电离辐射防护和辐射源安全基本安全标准》(BSS)和国际放射防护委员会的建议书[3,6]的情况下制定国家辐射防护要求。

2.13. 在IAEA安全标准丛书中还制订了关于向环境排放放射性物质的监管控制的导则，该导则与制订退役操作的计划有关[7]。

## 废物管理

2.14. 退役必然涉及可能不同于正常运行的放射性废物的产生。出于安全考虑，退役过程产生的放射性废物应该保持在可行的最小量[1]。例如，适当的去污和拆除技术以及材料的重新使用或回收利用就可以减少废物存量。退役活动开始以前，为了处理退役废物应该建立包括贮存和/或处置设施在内的必要的废物管理系统。

## 3. 退役方案

3.1. 应该分别或综合考虑以下退役方案：

- (a) 立即退役，即迅速清除设施中所有放射性物质并运到一个预先指定地点；
- (b) 利用放射性核素自然衰变的延迟退役。在放射性核素的衰变使活度达到设施可以解除监管控制的水平之前，可能允许实行放射性污染区的出入控制； 和

- (c) 在各活性退役阶段之间有时间延迟的分段退役。按照这一方案，退役是分阶段进行的，以便有时间：
- 配置必要的资源；
  - 准备充分的废物管理能力；和
  - 解决技术问题。

3.2. 选定的方案应该通过遵照安全要求制订退役计划来证明是正确的。应该通过以下诸方面的分析选出首选的退役方案：

- (a) 符合退役期间应该适用的法律、法规和标准；
- (b) 设施的特征，包括设计和运行历史以及在最终关闭之后的放射性存量及其随时间的变化；
- (c) 相关的放射学和非放射学危害；
- (d) 核设施的实际状态及其随时间的演变，适用时包括预期延迟拆除时间内建筑物、构筑物 and 系统的完整性评定；
- (e) 废物管理的恰当安排，例如贮存和处置；
- (f) 安全实施退役方案所需的财政资源的充分性和可用性；
- (g) 熟练人员和经过验证的技术的可用性，包括去污、切割和拆除，以及遥控操作能力；
- (h) 从以前类似退役项目汲取的经验教训；
- (i) 环境和社会经济学影响，包括公众对所建议退役活动的关注；和
- (j) 设施和场址邻近地区的预期发展和使用。

上述内容包含重要性或大或小的许多问题，取决于各国特定的退役环境。为了帮助制订方案，这些方面中有许多要在以下各节中进一步阐述。

3.3. 对于本安全导则中考虑的设施来说，考虑到上述因素，通常应该采取立即退役，即在关闭之后或在视情况而定允许衰变的短期内拆除设施和清除所有的放射性物质。然而在某些情况下，例如更复杂的放射性同位素生产设施的退役，应该考虑其他方案。

3.4. 在大多数医学、工业和研究设施退役中遇到的问题，通常是可以通过经过验证的去污和拆除技术解决的，允许场址直接开放改作他用。因此，把这样一座设施转变成一座处置设施通常是不必要的或是不适当的。

3.5. 如果选择了分段退役，在参考文献[5]中给出有关的指导。

## 4. 事先考虑退役方便

4.1. 设施初始设计和以后的任何修改都应该包括对未来退役要求的考虑[2,8]。参考文献[9]综述了在世界范围内通过各种退役项目获得的经验。该资料可能从方便退役的角度对优化设施的设计和运行有用。

4.2. 在设计阶段如何体现退役需要的例子包括：

- (a) 在可能污染的区域使用光滑的、无缝的和非吸收性的工作表面和地面，和/或可除去的或可剥离的涂料；
- (b) 做好容易接近设施和设备区域的准备，以便于去污和拆除；
- (c) 提供足够的通道便于去污操作和拆卸设备；
- (d) 做好管路、管道、箱槽等就地去污的准备，并且在管网的设计中避免出现可能的污染集中区；
- (e) 在可能发生活化的区域，例如在粒子加速器中，仔细选择使用的材料；
- (f) 有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的扩散；
- (g) 考虑以前退役活动得到的经验教训。

4.3. 虽然上述的设计考虑可能大大方便退役过程，但是适当地控制运行同样重要，以便最大限度地减少可能导致重大污染的洒落、事故和其他事件。

4.4. 在设施调试之后，应该建立包含以下内容的记录保存系统：

- (a) 运行之前的和与运行有关的环境数据和放射性数据；
- (b) 包括任何洒落/事故及其补救措施的运行历史；和
- (c) 设施及其部件重要修改的细节，包括有关的设施图纸。

## 5. 退役计划和安全评定

### 总 则

5.1. 对每座核设施都必须制订退役计划，以表明退役可以安全地完成[2]。计划还应该考虑设施及其从属部分的放射学状况。

5.2. 附件I根据参考文献[9]给出较复杂设施退役计划内容的一个例子。较小或不太复杂的设施可能需要一个较简单的、综合性不那么强的计划。

5.3. 图1和图2给出一个典型退役项目的流程图。在以下章节中描述了该退役项目的重要组成部分。

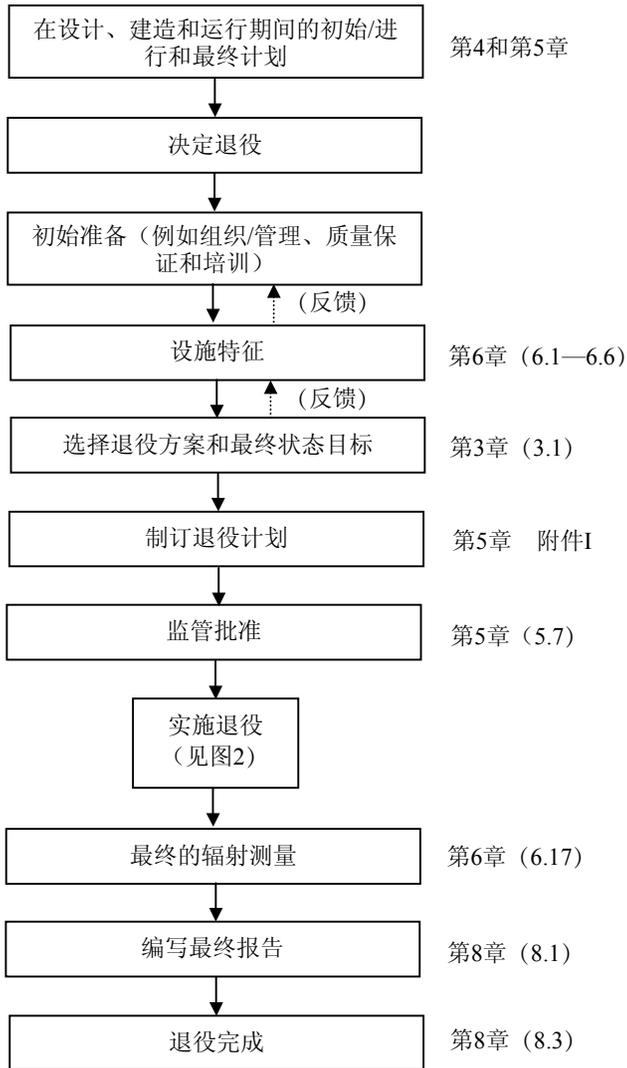
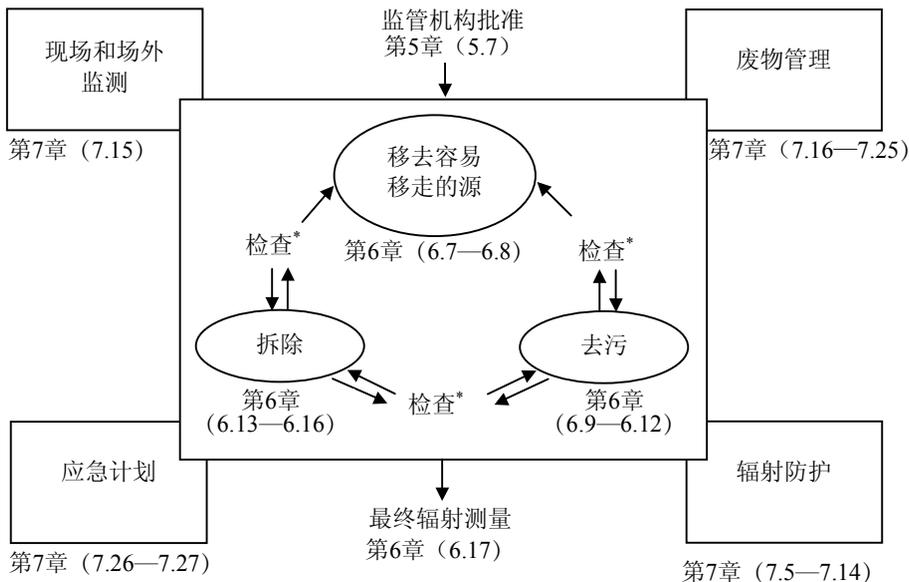


图 1 一个典型退役项目的流程图

5.4. 退役计划包括三个阶段：初始阶段、进行阶段和最终阶段。在一个IAEA出版物[5]中给出适用于这些阶段的详细考虑。虽然各个阶段计划的组成部分是相同的，但是随着计划逐步定案和开始实施，其详细程度将不断提高。



\* 例如初始特征的质量保证核实、后续计划阶段的适当性和退役进展情况。

图2 退役实施流程图

## 初始计划

5.5. 营运者为支持设施建设许可证的申请应该制订和提交初始退役计划。还没有制订初始退役计划的设施，应该毫不延误地尽快制订。初始退役计划不必特别周密。计划应该描述首选退役方案，并且说明使用现有技术完成设施安全退役的可行性。计划还应该包括场址和任何现有建筑物本底放射学数据方面的资料。计划还应该规定退役和废物管理所需的资源以及确保这些资源可供利用的方法。

## 中间调整的计划

5.6. 应该定期对初始退役计划加以审查，并且根据技术发展、设施运行历史、监管要求的修改、重大异常事件以及资源要求和可用性酌情给予更新。

## 最终计划

5.7. 在设施最终关闭以前，营运者应该提交最终退役计划以获得监管机构批准。如果在制定适当的退役计划之前设施已经关闭，就应该立即完成并提交计划以获得监管机构批准。对于更复杂的情况，例如分段退役，可以从参考文献[5]得到进一步的指导。

5.8. 对于大多数医学、工业和研究设施来说，有一个比较简单但是具有合理和充分理由的退役计划就足够了。这样一种计划将包括在设施关闭之后的立即退役或者在经过一段适当的时间待短寿命放射性核素衰变之后退役两种情况。退役活动应该包括设施特征调查、设备拆卸、清除污染材料和辐射源、进行辐射和污染监测（包括空气污染监测）、质量保证、最终的辐射状况评价和文件编制。重要的退役任务和退役计划的管理将在后面的章节中描述。

## 退役的安全评定

5.9. 应该在退役的所有阶段对工作人员、公众和环境加以保护，使之免遭与退役过程有关的危害。在正式的安全评定中应该找出拟进行的退役活动所涉及的放射学和非放射学危害，必要时包括进行事故分析，从而确定确保工作人员、公众和环境安全的保护措施。这些保护措施可能要求改变已经建立的运行设施安全系统，但是在安全评定中应该明确证明这种改变的可接受性。在附件II中给出进行安全评定的一些具体考虑。

# 6. 退役的关键任务

## 设施的特征

6.1. 放射学和非放射学危害的调查是安全评定和在退役活动期间实施安全措施的重要输入。

6.2. 应该进行特征调查，以确定整个设施内放射性物质和其他有害物质的存量和位置。通过这些调查所收集到的资料应该用作详细计划退役活动的基础，包括确定拟实行的退役任务的实际界线和可能的相互作用。设施可能是诸如医

院、大学或研究机构等一个更大的核设施或非核设施的一部分。在这种情况下，还应该明确地规定退役活动的实际界线。

6.3. 特征调查的程度应该取决于待退役设施的类型。例如，如果设施包含密封辐射源，调查人员应该确定源是否已经泄漏。对于使用非密封源的设施，可能要求进行更广泛的调查，以识别和定位任何污染区。应该小心识别所有的污染区，尤其是隐蔽的系统，例如埋入地下的管道、液体处理系统和通风系统。

6.4. 在计划和实施特征调查的过程中，应该使用现有记录、运行经验、辐射事件报告、竣工图（包括反映任何修改的图纸）和过去的辐射测量数据。

6.5. 在调查期间，应该酌情采取材料样品。应该进行选择抽样，以便检验用于估计部件活化或污染迁移的任何计算，例如粒子加速器情况。为了估计放射性污染物进入混凝土等结构材料中的迁移范围，也可以采取样品。

6.6. 除调查放射性物质存量之外，存在于设施中的所有有害物质的存量也应该给予说明。像石棉这种有害物质要求给予专门的考虑，以防止损害人体健康。

## 清除放射源

6.7. 在退役开始时，应该按照监管要求把所有容易清除的放射源移走以供重新使用、贮存在批准场所或者加以处置。如有可能，可以把密封源归还给原始供方。

6.8. 放射源的清除通常将使辐射危害明显减少。对主要使用密封源的设施，这是比较容易完成的。然而在放射源以活化材料、液体或污染表面的形式存在的场合，清除方法可能要求更全面的计划。计划还应该考虑被清除的放射源的运输方法和目的地。

## 去污

6.9. 去污就是清除或减少核设施材料、物项、建筑物和区域当中或表面上的放射性污染。通过去污，可能减少材料附近工作人员和其他任何个人的辐射剂量。

6.10. 去污可以最大限度地减少按放射性废物分类或处置的材料数量。

6.11. 在考虑了减少公众照射和从事去污操作的工作人员的额外照射所获得的利益，以及考虑了包括处理所产生废物在内的去污操作的代价和通过减少废物处置而节省的费用后，总体去污策略应当是优化的。

6.12. 在采取任何去污策略或选择一种去污技术之前，应该进行它的有效性评估。评估应该包括：

- (a) 估计的工作人员剂量；
- (b) 考虑可能产生的气溶胶；
- (c) 目标去污水平；
- (d) 考虑使用现有技术使具体部件达到目标去污水平的可能性；
- (e) 通过测量证明已经达到目标去污水平的能力；
- (f) 去污所需设施的可用性和它们的最后退役；
- (g) 与所期待利益相比较的技术费用；
- (h) 部件、系统或构筑物的大小和几何形状；
- (i) 污染的类型和特征；
- (j) 估计任何液体或固体废物的数量、性质、种类和活度；
- (k) 考虑这些废物与现有处理、整备、贮存和处置系统的相容性以及排放限值；
- (l) 去污对设备和系统完整性的任何可能的有害影响；
- (m) 退役活动在现场和场外造成的任何可能的后果；和
- (n) 非放射学危害（例如所用溶剂的毒性）。

## 拆除

6.13. 拆除是在退役期间使用的一种过程。然而它有产生新的危害的可能性，因此应该采取必要步骤来确保操作期间的安全[2]。在拆除策略中应该为以下方面作好准备：

- (a) 减少物体/部件的尺寸以便于管理，即去污、搬运，等等；
- (b) 便于接近辐射源或其他放射性物质以便进一步管理；和
- (c) 为了减少工作人员在后续操作中受到的辐射危害，也为了减少要求最终处置的废物数量，把受到污染的设备、构筑物和材料与污染较轻的或没有受到污染的分开。

6.14. 在选择拆除策略时，应该考虑：

- (a) 技术和设备简单可靠；
- (b) 产生的放射性液体和固体废物最少；

- (c) 只要可行，就使用经过验证的技术；和
- (d) 尽量减少对邻近的和互连的系统、构筑物、区域和操作的不利影响，例如控制污染的扩散。

6.15. 在没有经过验证的技术的场合，可能要求特殊技术。这些技术应该在模拟操作中进行检验。

6.16. 一些设施的拆除可能要求使用遥控设备。可以在参考文献[5]找到有关指导。在IAEA其他的出版物[10—13]中提供了关于现有拆除技术的进一步指导。

## 最终辐射测量

6.17. 退役计划应该包括最终辐射测量方面的规定。测量的目的是确保辐射防护目标已经实现。测量数据应该以文件的形式载入最终测量报告。这一报告应该成为提出设施/场址解除监管控制申请的基础的一部分。测量的结果应该列入最终退役报告。附件III中给出了一个比较复杂的和/或大型的核设施最终辐射测量报告目录的例子。

# 7. 退役期间的管理

## 人员配备和培训

7.1. 在某些情况下，退役活动的全部工作或某些方面可以委托承包商进行。这一情况可能发生在退役延迟进行或本单位工作人员可能不具有所要求的专门技术的时候。财务考虑也可能要求更大范围地使用承包商。这种活动的例子包括使用特定的去污过程和拆除/拆毁活动。应该提供适当程度的控制、监督和培训以确保安全。

7.2. 工作人员的培训应该与待实行的退役活动的规模、复杂程度和性质相称。工作人员应该有能力安全地完成指派给他们的工作。

## 组织和行政管理

7.3. 在主要工作人员中间应该明确界定退役操作的权限和责任。在退役计划的制订阶段就应该最大限度地利用运行人员的知识和经验。

7.4. 设施运行阶段的主要工作人员，视具体情况，应该加以保留，以便帮助进行退役操作。他们要具有关于设施的必要的背景知识，包括设计和所作的修改、设施运行历史和设施寿期内或许已经发生的与退役有关的事件。

## 辐射防护

7.5. 工作人员和公众的辐射照射应该保持在可以合理达到的尽量低的水平[3]。涉及辐射照射的任务应该事先计划，并且应该估计可能的个人和集体剂量。对于通过选择不同的可行方法减少剂量的途径和手段应该给予考虑。

7.6. 随着退役工作的进行，应该定期审查和根据需要修订辐射防护大纲。

7.7. 应该准备好一个与设施的复杂程度和放射学危害相称的适当的放射性监测系统。在退役操作期间应该对从事涉及放射性活动的工作人员进行监测。

7.8. 对辐射防护负有责任的个人应该具有实施一个适当的辐射防护大纲所需的资源、能力和独立性。

7.9. 与退役有关的必要的辐射防护设备包括：

- (a) 屏蔽辐射、防止工作人员污染和最大限度减少放射性物质摄入（例如通过提供局部通风和过滤系统）的设备；
- (b) 记录工作人员所受辐射剂量的个人剂量计；
- (c) 在工作场所用来测量外照射剂量率和表面污染以及在去污、拆除和搬运期间用来检查部件和材料的监测设备；和
- (d) 用于监测工作场所空气中放射性物质的适当设备。

7.10. 作为控制辐射剂量和减少污染扩散的手段，应该就按照辐射和污染程度划分区域做出安排。

7.11. 应该保存所采用的辐射防护措施和所进行的辐射测量的记录。

7.12. 在搬运、包装和运输操作期间也应该对工作人员、部件、废物和材料进行辐射和污染监测。应该防止松散的污染物向工作人员区和非污染区的扩散。

7.13. 如果正在退役的设施在一个更大的设施范围之内，也许需要规定对工作人员和设施周围区域的控制和监测，以控制污染的扩散。

7.14. 在设施不具有必要的辐射防护专门技术的场合，营运者应该采取行动获得这样的知识。可以在参考文献[3]中找到有关指导。

## 现场和场外监测

7.15. 在退役计划中应该规定对现场和场外监测的要求。应该为特定的退役活动安排现场监测。所有可能的放射性释放点都应该加以监测。为了证明完全控制了放射性物质向环境的释放，场外监测可能是必要的。运行期间已经存在的场外监测大纲可能需要按照退役期间的条件加以修改。

## 废物管理

7.16. 考虑到退役期间产生的不同种类的废物和对它们的安全管理，应当制订一项废物管理计划，作为退役计划的一部分。

7.17. 应该对优化废物管理以及尽量减少交叉污染和产生二次废物给予考虑。应该通过那些已经被证明适合废物特征和毒性（放射学的和非放射学的）的途径来管理不同种类的废物。

7.18. 通过去污程序、受控拆除技术、污染控制、废物分类、有效处理和在某些情况下的行政管理，可以明显减少放射性废物数量。采取重新使用和回收利用策略有可能减少需要管理的废物数量。同样，解除低活度材料的监管控制（解控），把它们作为普通废物或者重新使用和回收利用，也会大大减少要当作废物的材料数量。

7.19. 按照废物最少化策略，工作人员和公众的辐射照射量可能不同。应该使用综合方法保持废物最少化目标与使辐照照射量保持在可以合理达到的尽量低水平的目标之间的平衡。

7.20. 废物管理计划应该解决现有废物管理系统是否能够应付在去污、拆除和破除期间所产生的预期退役废物的问题。否则就可能必须提供新设备。

7.21. 在考虑处置而又没有适当的废物处置场所可供利用的场合，在制订退役计划时应该评价下列退役方案：

- (a) 以安全封闭的方式处理和保存设施；或
- (b) 拆除设施并把产生的废物贮存在适当的临时废物贮存设施内。

7.22. 在管理退役废物时，应该考虑若干因素。这些因素包括：

- (a) 在退役期间将产生的废物的来源、数量、种类和性质（可能在短时间内产生较多数量的放射性废物）；
- (b) 废物解除监管控制制度的可能性；

- (c) 材料、设备和房屋场地重新使用和回收利用的可能性；
- (d) 二次废物的产生及其在可行范围内的最少化；
- (e) 非放射学有害物质的存在，例如石棉等；
- (f) 废物回收利用或处理设备以及贮存和处置设施的可用性；
- (g) 放射性废物包装和运输的特殊要求，例如活化物质等；
- (h) 从退役过程中产生的废物其来源和性质的可追踪性；和
- (i) 废物对工作人员、公众和环境的潜在影响。

7.23. 在退役过程中产生的大部分废物及其他材料放射性浓度可能很低，可以完全或部分解除监管控制。某些废物可能适于在普通垃圾填埋场处置，而像钢和混凝土等一些材料可能适于回收利用或在核工业以外重新使用。解除监管控制应该遵照国家监管主管部门确定的准则进行。正在IAEA其他的安全标准中制订关于解除监管控制准则和解除监管控制过程管理的指导原则。

7.24. 放射性废物的场外运输应该遵照国家条例。关于放射性物质运输的国际建议在参考文献[14]中提供。

7.25. 应该使参与退役项目的管理部门和工作人员了解在所指派任务中使产生的废物最少化的方法，如有必要应该进行培训。这些方法包括安装污染控制帐篷、包封溢出物和把放射性污染废物从那些没有受到放射性污染的废物中分离出来。

## 应急计划

7.26. 退役计划应该就尽量减少退役过程中事件和/或减轻可信事件后果做出规定，这种事件的例子有火灾、电源故障、设备故障和放射性物质的洒落。

7.27. 只要放射性物质还留在现场并且存在着发生事故的可能性，就需要有应付紧急事件的程序。应该使计划能处理这种紧急事件，而工作人员应该经过紧急事件程序方面的培训。

## 实物保护

7.28. 在退役期间，应该准备好防止破坏和人员擅自闯入以及保护核材料实物安全的核设施实物保护系统。保护程度应该与遗留材料的性质、相关的危害和材料价值/诱人特点相称。

7.29. 实物保护系统应该限定只有必要的人员才能接近放射性物质或设施。这一点可以通过指定区域以及通过提供硬件（例如保安装置）和程序（包括必要时组织警戒）实现。

## 质量保证

7.30. 在退役开始之前营运者应该安排和启动一个适当的质量保证大纲。质量保证大纲，包括其范围和程度的界定，应该列入退役计划，并且大纲应该在退役开始之前付诸实施。运行期间所有影响安全重要系统、构筑物 and 部件的重大改变都应该形成文件，供安排退役使用。关于退役质量保证大纲的指导在参考文献[15]中给出。

7.31. 如上所述，退役的进展应该由退役营运者形成文件（可追踪性）。在退役开始时存在的所有放射性物质都必须给予适当说明，而且必须确定它们的最终目的地。此外，像放射学测量结果和个人监测数据这种资料应该根据需要向监管机构提供。在完成退役时，应该编写包括所有可追踪因素的最终退役报告（见第8章）。

## 8. 退役的完成

8.1. 在退役完成的时候，应该编写最终退役报告[2]。它应该证实退役工作已经完成。视不同情况，它应该包含以下信息：

- (a) 设施说明；
- (b) 退役目标；
- (c) 用作设备、建筑物或场址解除监管控制或者经监管机构批准的任何其他控制制度的基础的放射学准则；
- (d) 退役活动的说明；
- (e) 任何不退役或部分去污的遗留建筑物或设备的说明；
- (f) 被指定限制使用的构筑物、区域或设备的说明；
- (g) 最终的辐射测量报告；
- (h) 放射性物质与放射性核素的存量，包括退役期间产生的废物数量和类型，以及废物目前贮存和/或处置的地点；
- (i) 解除监管控制的材料、设备和房屋场地的总量；
- (j) 退役期间发生的任何异常事件的概要；
- (k) 由退役引起的职业照射剂量和公众剂量的概要；和

(l) 取得的经验教训。

8.2. 在完成退役的时候应该保留适当的记录。应该保存那些用于证实退役已经按照批准的计划完成，记录废物、材料和房屋场地处理情况以及回答可能的责任索赔等方面的记录。以下是应该以总体方式保存并且与退役设施的复杂性和相关的可能危害相称的这种类型记录的一个例子：

- (a) 退役计划及其以后的修改；
- (b) 设施特征报告；
- (c) 最终的退役报告（见第8.1段）；
- (d) 质量保证记录，包括已经完成的有关工作包和工作计划；
- (e) 在退役期间和退役完成时产生的工程图纸、照片和录像；
- (f) 制造和建造竣工记录，包括为了帮助退役或作为退役一部分而完成的任何安装或施工工作所用的工程图纸；
- (g) 工作人员剂量记录；
- (h) 辐射测量记录；和
- (i) 退役期间重大的异常事件的细节和所采取的行动。

8.3. 在所选择的退役方案顺利完成时，设施和场址可以解除监管控制或者并入另一个受监管的设施。

## 参考文献

- [1] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Principles of Radioactive Waste Management, Safety Series No. 111-F, IAEA, Vienna (1995).
- [2] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Predisposal Management of Radioactive Waste Including Decommissioning, Safety Standards Series No. WS-R-2, IAEA, Vienna (1999).
- [3] FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR ORGANISATION, OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, WORLD HEALTH ORGANIZATION, International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, Safety Series No. 115, IAEA, Vienna (1996).
- [4] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Legal and Governmental Infrastructure for Nuclear, Radiation, Waste and Transport Safety, Safety Standards Series No. GS-R-1, Vienna (1999).
- [5] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Decommissioning of Nuclear Power Plants and Research Reactors, Safety Standards Series No. WS-G-2.1, IAEA, Vienna (1999).
- [6] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Recommendations of ICRP Publication 60, Ann. ICRP 21, Pergamon Press, Oxford (1990).
- [7] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Regulatory Control of Radioactive Discharges to the Environment, Safety Standards Series No. RS-G-1.5, IAEA, Vienna (1999).
- [8] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Design and Construction of Nuclear Power Plants to Facilitate Decommissioning, Technical Reports Series No. 382, IAEA, Vienna (1997).
- [9] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Planning and Management for the Decommissioning of Research Reactors and Other Small Nuclear Facilities, Technical Reports Series No. 351, IAEA, Vienna (1993).

- [10] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Methodology and Technology of Decommissioning Nuclear Facilities, Technical Reports Series No. 267, IAEA, Vienna (1986).
- [11] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Decontamination and Demolition of Concrete and Metal Structures During the Decommissioning of Nuclear Facilities, Technical Reports Series No. 286, IAEA, Vienna (1988).
- [12] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Decommissioning of Nuclear Facilities: Decontamination, Disassembly and Waste Management, Technical Reports Series No. 230, IAEA, Vienna (1983).
- [13] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Decommissioning Techniques for Research Reactors, Technical Reports Series No. 373, IAEA, Vienna (1994).
- [14] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material, Safety Standards Series No. ST-1, IAEA, Vienna (1996).
- [15] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Quality Assurance for Safety in Nuclear Power Plants and Other Nuclear Installations, Safety Series No. 50-C/SG-Q, IAEA, Vienna (1996).



## 附件 I

### 退役计划内容示例

以下给出的一个较复杂和/或大型核设施退役计划内容的例子是以参考文献[A-1]为基础的。在不太复杂的核设施的情况下，主要打算把它当作向导和可以考虑的主题的核对清单。有些方面可能不适用，而另一些方面可能不需要适于大型核设施的详细程度。

对于涉及小规模核应用的设施，退役计划应该比较简单并且为拟采用的退役策略提供合理而充分的理由。退役活动应该包括设施特征、设备拆卸、把材料和辐射源从设施移到适当场所、辐射监测、质量保证、最终的辐射测量和文件编制。

#### 1. 引言

#### 2. 设施描述

- 场址和设施的实际说明
- 运行历史
- 系统和设备
- 放射性物质和有毒物质存量
- 设施和场址特征

#### 3. 法律框架和指导原则

- 规约、法律和法令
- 核法规
- 辐射防护条例
- 环境保护条例
- 工业法规
- 地方法规
- 其他的行政管理规定
- 国际指导原则

## 4. 退役策略

- 目标
- 退役备选方案
- 安全原则和准则
- 废物类型、数量和路径
- 剂量估算
- 费用概算
- 财务安排
- 首选方案的选择及其理由

## 5. 项目管理

- 资源
- 组织和责任
- 审查和监察安排
- 培训和资格
- 报告
- 记录和文件编制

## 6. 退役活动

- 阶段和任务的说明和时间表
- 清除放射源
- 去污活动
- 拆除
- 废物管理
- 监督和维护大纲

## 7. 安全评定

- 各项任务的剂量预测——个人剂量和集体剂量估算
- 证明各项任务的放射性照射量是可以合理达到的尽量低水平
- 辐射监测和保护系统
- 应急安排
- 安全管理

风险分析  
运行规则、指令和工作程序  
证明对工作人员、一般居民和环境的安全  
实体保卫和材料控制

**8. 环境影响评定**

**9. 质量保证大纲**

**10. 辐射防护和安全大纲**

**11. 详细费用概算和财务安排**

进度表  
费用概算  
各种意外费用和特别经费  
资金供给和筹措

**12. 连续监督和维护**（适用于退役的延迟阶段）

**13. 未来的退役活动**（适用于退役的延迟阶段）

**14. 最终的辐射测量建议**

**15. 最终场址报告梗概**

工作概要  
场址开放准则  
符合要求的证明



## 附件 II

### 针对退役的安全评定

#### 放射性物质存量

关于实行废物处置前管理评定的详细指导将在今后的一个安全导则中给出。它在退役方面的应用包括可以据以进一步开展安全评定的某些特殊的考虑。

在运行阶段结束时或者在退役过程的初期阶段，常常考虑放射源的清除和运行废物的处理。这样就大大减少了放射性存量。

如果没有作为运行工作的一部分或者在退役过程的初期清除放射源，安全评定就应该考虑这种情况。在放射源和运行废物已经清除的情况下，确定仍然存在的剩余放射性核素的位置并且估计其数量和物理、化学形态也是重要的。必须特别注意在退役操作期间由于粉尘或放射性液体气溶胶的产生和排放造成污染的可能性以及通常所产生的大量废物。

#### 辐射防护

退役必须遵照国家规定的辐射防护要求以及其他安全和环境保护要求进行。应该考虑国际组织特别是IAEA和ICRP（国际放射防护委员会）的有关建议。在放射防护方面，参考文献[A-2]应该适用。

#### 延迟拆除

在确定各种退役活动延迟多长时间才能满足恰当的放射学准则时，应该考虑大量存在的放射性核素的半衰期。通过采取一段时期的安全封闭，可能从延迟拆除中获益。延迟拆除、去污和破除可能减少所产生的放射性废物量和厂区人员的辐射照射量。

延迟去污、拆除和破除可能有一些缺点。如果正在考虑较长时间的延迟拆除，那就应该适当关注设计用作放射性核素和环境之间屏障的构筑物、系统和部件的逐渐损坏。这种损坏同时可能发生在那些在设备拆除期间或许必须使用的系统上。安全评定应该考虑维护或更换这些系统（机械操作系统、通风装置、

电源和废物操作系统)的要求,并且应该对损坏的安全意义做出评价。为了实施安全封闭,可能必须安装新的系统和构筑物或者修改现有的系统和构筑物。应该评定这些新的系统和构筑物在长期安全封闭(延迟拆除)期间的完整性。

## 非放射学安全

安全评定可能查出在退役阶段期间出现的许多重要的非放射学危害,而这些危害是设施运行阶段通常不会遇到的。例如其中包括在去污、破除和拆除活动中可能使用的有害物质以及重物的起吊和搬运。法规中将包括大部分的这种非放射学危害,但是良好的安全文化将有助于确保此类任务的安全执行。

## 安全评定的一般结果

安全评定应该确定为确保所有退役阶段的持续安全所必需的行动。这种行动可能是专门设计的保护措施或将提供参考文献[A-3]所确定的必要纵深防御的行政安排。这种纵深防御是必不可少的,例如在延迟拆除(安全封闭)期间采取行动的时候。纵深防御的各种要素将是不同的,并随着在设施退役中所取得的进展而演变。

## 附件 III

### 最终辐射测量报告内容示例

#### 装置名称

#### 装置说明

装置的类型和位置

现场描述

所有权

装置说明正文

#### 背景

退役原因

管理方法

#### 运行历史

许可证申请和运行

实施的过程

废物处置实践

#### 退役活动

目标

以前测量的结果

去污和拆除程序

#### 最终测量程序

取样参数

确定的本底/基准水平

确定的主要污染物  
规定的验收指导原则  
选用的设备和程序  
仪器和设备  
仪器使用技术  
采取的程序

## 测量结论

结论摘要  
简化/评价数据的技术  
统计评价  
结论与指导原则数值和条件的比较  
可接受性评定

## 总结

## 附文

附图详细测量数据

## 附件的参考文献

- [A-1] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Planning and Management for the Decommissioning of Research Reactors and Other Small Nuclear Facilities, Technical Reports Series No. 351, IAEA, Vienna (1993).
- [A-2] FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR ORGANISATION, OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, WORLD HEALTH ORGANIZATION, International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, Safety Series No. 115, IAEA, Vienna (1996).
- [A-3] INTERNATIONAL NUCLEAR SAFETY ADVISORY GROUP, Defence in Depth in Nuclear Safety, INSAG-10, IAEA, Vienna (1996).



## 参与起草和审订的人员

Brigaud, O.	法国核设施安全管理局
Claes, J.	比利时处理公司
Fellingham, L.	英国原子能管理局科技部
Fujiki, K.	日本原子能研究所
Francis, R.J.	英国原子能管理局科技部
Gazit, M.	以色列内盖夫核研究中心
Gascoyne, C.	英国核燃料有限公司
Gnugnoli, G.	美国核管理委员会
Hladky, E.	斯洛伐克DECOM有限公司
Jauhri, G.S.	印度巴巴原子研究中心
Lal, K.B.	印度英迪拉甘地原子研究中心
Ortenzi, V.	意大利国家环境保护机构
Rastogi, R.C.	国际原子能机构
Reisenweaver, D.W.	美国工程调研机构
Taylor, C.N.	加拿大原子能管理局
Watson, P.	英国核安全委员会
Weil, L.	德国科研与开发机构
Zgola, B.	加拿大原子能管理局



## 认可安全标准的咨询机构

### 废物安全标准咨询委员会

阿根廷: Siraky, G.; 加拿大: Ferch, R.; 中国: Luo, S.; 法国: Brigaud, O.; 德国: von Dobschütz, P.; 日本: Kuwabara, Y.; 墨西哥: Ortiz Magana, R.; 大韩民国: Park, S.; 俄罗斯联邦: Poliakov, A.; 南非: Metcalf, P.(主席); 西班牙: Gil López, E.; 瑞典: Norrby, S.; 乌克兰: Brown, S.; 美利坚合众国: Huizenga, D.; 国际原子能机构: Delattre, D. (协调员); 经济合作与发展组织核能机构: Riotte, H.

### 安全标准咨询委员会

阿根廷: Beninson, D.; 澳大利亚: Lokan, K., Burns, P.; 加拿大: Bishop, A. (主席), Duncan, R.M.; 中国: Huang, Q., Zhao, C.; 法国: Lacoste, A.-C., Asty, M.; 德国: Hennenhöfer, G., Wendling, R.D.; 日本: Sumita, K., Sato, K.; 大韩民国: Lim, Y.K.; 斯洛伐克: Lipár, M., Misák, J.; 西班牙: Alonso, A., Trueba, P.; 瑞典: Holm, L-E.; 瑞士: Prêtre, S.; 英国: Williams, L.G., Harbison, S.A.; 美利坚合众国: Travers, W.D., Callan, L.J., Taylor, J.M.; 国际原子能机构: Karbassioun, A. (协调员); 国际辐射防护委员会: Valentin, J.; 经济合作与发展组织核能机构: Frescura, G.

