

附件 2

核安全导则 HAD XXX/XX-201X

# 核设施退役安全评价

国家核安全局 XXXX 年 XX 月 XX 日批准发布

(征求意见稿)

国家核安全局

# 核设施退役安全评价

(201 年 月 日国家核安全局批准发布)

本导则自201 年 月 日起实施

本导则由国家核安全局负责解释

本导则是指导性文件。在实际工作中可以采用不同于本导则的方法和方案，但必须证明所采用的方法和方案至少具有与本导则相同的安全水平。

# 目 录

1	引言.....	1
1.1	目的.....	1
1.2	范围.....	1
2	目标 and 责任.....	1
2.1	目标.....	1
2.2	责任.....	2
3	安全评价、安全分析、环境影响评价和独立审核.....	2
3.1	安全评价、安全分析与环境影响评价.....	2
3.2	独立审核.....	3
4	总则.....	4
4.1	分级方法.....	4
4.2	退役过程中的危害.....	5
4.3	纵深防御.....	6
4.4	安全功能.....	7
4.5	辐射防护最优化和废物最小化.....	8
4.6	长期安全.....	8
4.7	工程分析.....	9
4.8	废物管理.....	10
4.9	不确定性.....	11
4.10	质量保证.....	11

5	安全评价.....	12
5.1	概述.....	12
5.2	安全评价的框架.....	13
5.3	设施和退役活动描述.....	14
5.4	危害及初始事件的辨识和筛选.....	16
5.5	危害分析.....	19
5.6	工程分析.....	21
5.7	对分析结果的评估并确定安全措施.....	21
5.8	独立审核.....	22
5.9	质量保证.....	22
附录 A	美国退役核设施分组策略示例.....	24
附录 B	核设施退役危害和初始事件清单示例.....	24
附录 C	核设施退役安全分析报告的格式及内容示例.....	28

# 1 引言

## 1.1 目的

1.1.1 本导则的目的是为核设施营运单位选择退役策略、设计退役方案、制定退役计划而开展的安全评价提供建议和指导。本导则同样适用于国务院核安全监督管理部门进行的审评。

附录 A、B、C 为参考性文件。

## 1.2 范围

1.2.1 本导则适用于核动力厂、研究堆、核燃料循环设施以及放射性废物处理设施退役的安全评价。

1.2.2 本导则提出的安全评价方法适用于核设施退役全过程的安全评价。

1.2.3 本导则提出了在实施核设施退役安全评价和独立审核过程中的关键建议，但是并不包括所有的技术细节，对于一些具体的设计细节和安全分析方法，可参照相关核安全法规、核安全导则及技术文件的有关内容。

1.2.4 本导则的适用范围不包括放射性废物处置设施、铀的开采与加工设施以及尾矿处理设施的退役，以及由于事故或活动导致污染的场址的补救活动。另外，也不包括退役环境影响评价以及物料的场外运输。

# 2 目标和责任

## 2.1 目标

2.1.1 开展核设施退役安全评价的基本安全目标是在核设

施退役过程中保护人类和环境，使其免受电离辐射的有害影响。

2.1.2 在国务院核安全监督管理部门最终批准退役之前，应对退役活动的安全性进行评价。

2.1.3 核设施退役安全评价的目的是预测、辨识和分析退役活动中存在的危险、有害因素以及可能导致的后果，提出合理可行的安全应对措施，提出消除或减弱危险及有害因素的技术和管理措施及建议，从而达到安全退役的最终目标。

## **2.2 责任**

2.2.1 核设施营运单位应对计划实施的退役活动组织开展安全评价。

2.2.2 核设施营运单位应对安全评价的方法和结果负责。

## **3 安全评价、安全分析、环境影响评价和独立审核**

### **3.1 安全评价、安全分析与环境影响评价**

3.1.1 本导则提出的安全评价是一个系统性过程，是对所选取的退役方法，与核设施或与核设施相关系统有联系的每项任务，以及所有能够引起大量辐射危害的其他退役活动安全性的评价。它贯穿于整个退役过程，以保证核设施退役活动满足所有相关安全要求。这些要求包括营运单位和国务院核安全监督管理部门确定的安全要求。

3.1.2 安全评价包括（但不限于）安全分析，安全分析是安全评价的一个组成部分。退役方案设计和安全评价都是核设施营运单位进行的同一迭代过程中的组成部分，该迭代过程直到满

足所有安全要求为止，其中也可能包括退役方案设计过程中提出的安全要求。

3.1.3 安全评价范围包括核实退役技术方案是否满足相关的安全管理规定和技术要求，并确认已完成完整的安全分析。

3.1.4 安全分析报告是核设施退役工程的重要文件之一。编制安全分析报告前，应辨识、预测核设施现有污染的程度，通过测量估算出核设施中放射性材料、裂变物质以及其他危险物料的盘存量及分布。核设施的这些特征是安全分析的输入项。安全分析应与核设施的复杂性及退役活动相关的潜在危害相适应。应辨识、分析和评价在退役活动中可能出现的放射性和非放射性危害及其导致的后果。安全分析的结果应明确在退役各阶段中对工作人员、公众和环境可能构成危害及影响程度，为确保退役活动的安全需采取的预防和应急措施。

3.1.5 进行退役环境影响评价的目的是：对核设施退役过程中放射性和非放射性有害物质的释放以及退役终态下场址残留的放射性物质对工作人员、公众、环境可能造成的危害进行评价，以证明核设施退役对工作人员、公众及环境的影响程度符合国家法规标准的要求，明确退役项目具有环境可行性，为环保部门审批提供依据。

## **3.2 独立审核**

3.2.1 在完成安全评价并在提交国务院核安全监督管理部门审查之前，核设施营运单位必须保证由未参与相关退役方案设计的个人或单位对安全评价结果进行独立审核。

3.2.2 独立审核应在核设施营运单位负责下由一组专业人

员完成，这组专业人员应尽可能独立于该设施退役方案的设计者和进行安全评价的人员。如果这些专业人员未参与任何方案的设计和评价，则可认为是独立的。

3.2.3 核设施营运单位对独立审核负有完全责任，即使独立审核的部分工作委托给其他独立机构进行也应如此。

## 4 总 则

### 4.1 分级方法

4.1.1 核设施退役活动安全评价的范围必须是全面的。安全评价的范围、复杂程度应与退役核设施潜在危害的类型及可能导致的后果的严重程度相匹配。因此，在安全评价中应考虑应用分级方法。

4.1.2 根据退役核设施的类型、放射性水平、场址环境污染结果等差异性，可对核设施采取分组策略，分级进行核设施的退役评价。

4.1.3 使用分级方法必须满足所有安全相关标准的要求。

4.1.4 在应用分级方法对退役核设施进行安全评价时，必须考虑以下要素：

- 安全评价的目的和范围；
- 退役核设施的类型和复杂程度；
- 开始退役时刻核设施的物理特性，尤其是与安全相关的系统、设备、构件的完整性、可用性及老化程度；
- 退役活动的复杂程度；
- 源项特征，包括：核设施放射性盘存量，放射性特性（放



射性核素的种类及活度， $\alpha$ 核素的种类及活度），放射性物项的物理及化学特性（如固态、液态、气态、放射源，释热材料或易燃物等）；

- 特殊材料的特征，包括：石墨、石棉、铅、多氯联苯、树脂等材料的存量及分布，污染或活化特征；

- 不确定因素，包括：核设施特征以及相关信息的可靠性和有效性（如图纸、运行记录、维修或改造记录等）；

- 可能存在的危害及其造成的潜在后果，需要考虑到场址的自然特征（如地质特征、水文特征、来自附近其他设施的影响）的初始事件及潜在后果（如人因事件、火灾、洪水、重物跌落、坍塌、建筑物倒塌、有毒有害化学品、极端温度等）；

- 安全措施的类型与可靠性，如专设安全系统、控制系统等，这些系统能够预防事故的发生或者缓解事故造成的后果；

- 与安全要求及准则不相符的结果；

- 核设施退役的终态，是无限制开放还是有限制使用；

- 其他类似核设施的退役活动的安全评价结果的可参考性；

- 退役对附近其他处于运行状态的核设施可能造成不良影响的范围。

4.1.5 如果核设施采取分阶段退役的方案，则应考虑采取阶段性安全评价。由于每个阶段退役活动的内容、潜在危害都不相同，因此，每个阶段都应采取分级方法对退役活动进行安全评价。

## 4.2 退役过程中的危害

4.2.1 核设施退役过程中，一般工业危害（非放射性危害）与辐射危害同样重要。而且随着退役活动的进行，相比辐射危害，

一般工业危害变得越来越突出。另外，一般工业危害通常还可能导致辐射危害事故的发生，例如，火灾导致放射性废物的包容物失效而使放射性物质泄漏。因此，进行核设施退役安全评价时，不仅要考虑辐射危害，还应该考虑那些可能造成辐射后果的一般工业危害。因此，核设施退役的危害辨识、分析的范围应包括：

- 辐射危害，包括外照射、内照射（吸入、食入、伤口侵入）以及包容失效导致放射性物质释放；

- 一般工业危害，包括：重物高空跌落、割伤、砸伤、高空作业、火灾、高温、低温、高压、噪音、粉尘及气溶胶等；

- 若核设施内还有乏燃料元件，还应考虑意外临界导致的辐射危害；

- 有毒有害及其他危险物，包括：石棉、苯、铅、油漆、可燃物、化学试剂、易窒息物等；

4.2.2 应考虑包括退役活动本身或核设施营运单位在退役活动过程中产生的内部事件和外部事件，包括：极端天气（洪水、龙卷风）、场外事故（如可燃气体引起火灾、爆炸、附近工厂有毒气体释放）和地震等。

4.2.3 应考虑这些危害的单个效应和叠加效应。

4.2.4 应对核设施退役可预见的初始事件进行安全评价。必要的话，应提出适当的安全措施使事件的风险及后果最小化。

### 4.3 纵深防御

4.3.1 核设施退役的纵深防御是指：

- 确定适当的操作限值、控制和条件，防止在正常退役活动情况下发生事故；

- 设计适当的保护措施，确保任何事故都不会对人员、公众和环境造成严重伤害；

- 即使发生事故，也应确保具备可靠的缓解措施用于最大程度的减弱事故的严重程度。

4.3.2 核设施退役阶段采用的安全措施通常与运行阶段不同。例如，在退役中一般不考虑永久的专设安全系统去保证安全功能的完整性，而通常考虑采取临时的管理措施。

4.3.3 安全评价应明确必要的预防、保护和缓解措施，并证明这些措施按照相关的法规标准 requirements 是合适且充分的。

#### **4.4 安全功能**

4.4.1 作为安全评价的一部分，应明确安全功能及其对应的专设安全系统，包括正常退役活动和事故工况，应说明它们的适用性和安全裕度。安全功能必须满足退役的特殊活动要求，如防火、防触电、防割伤等；还应评价安全功能对附近核设施的影响。

4.4.2 在核设施拆除过程中可能涉及建筑物拆毁和专设安全系统的移除，如包容物、屏蔽、排风、冷却系统等。如果这些安全功能在退役阶段仍需使用，则需要以适当的方式维护；否则，需要在安全评价中说明这些安全功能可以以另外的方式替代，如气帐、临时设施、火灾报警系统、电气系统、行政管理制度等。

4.4.3 若采取延缓拆除的退役策略，应优先考虑采取被动安全系统及方法满足安全功能，最大程度地降低事故后果，尽量减少人为干预和主动安全措施。应对退役的整个周期（包括延缓期）内的安全功能（如包容功能）的适用性、充分性和可靠性进行评价。

4.4.4 若采取就地封存的退役策略，则应在实施封存之前进行安全评价。由于就地封存涉及放射性废物的长期管理，应设计满足设施安全功能的专设安全系统，以确保核设施在封存期内能够维持安全水平。

#### **4.5 辐射防护最优化和废物最小化**

4.5.1 核设施退役安全评价应该判断所采取的退役策略、退役计划和活动（正常及事故条件下的退役活动）能够使人员、公众和环境受到的辐射照射满足合理可能尽量低原则，即 ALARA 原则。为了达到这个目标，安全评价应该确定对于放射性危害和非放射性危害所采取的预防、保护和缓解措施，能够提供可靠的安全保障。

4.5.2 辐射防护措施的优化应以预测的剂量及风险为依据，除合理可实现之外，还应满足相关法规的限值和约束。然而，为了降低工作人员长期受照剂量及风险，可以进行临时的高剂量及风险的活动，并说明出现高剂量及风险的理由，且必须得到安全监管部门的允许。

4.5.3 辐射防护措施的优化还应考虑放射性废物最小化。应评价在保障安全的前提下，采取了拆解、去污、废物分类、压缩减容等技术并进行了优化，以及合理的管理措施，使退役产生的放射性废物最小化。

#### **4.6 长期安全**

4.6.1 核设施退役的长期安全是指退役活动结束后能够使场址残留的放射性物质导致的公众中关键人群组所受的附加年有效剂量期处于法规限值以内。安全评价应说明完成退役活动后

场址不会出现不可接受的情况（例如，导致公众中关键人群组所受的附加年有效剂量超出了法规限值及约束），或者给后代造成过重的负担。对于核动力厂及研究堆退役，且可能存在地下水污染的场址，应计算对公众中关键人群组所受的附加年有效剂量，确定退役完成时刻之后 1000 年时场址残留放射性导致的公众中关键人群组所受的附加年有效剂量的最大值。

4.6.2 如果采取延缓拆除的退役策略，核设施在延缓拆除期内必须满足相关法规要求，并确保在未来能够安全退役。应每 5 年对安全评价的内容进行审查，并考虑设施老化等各种不利因素，更新安全评价的内容。

4.6.3 如果采取就地封存的退役策略，必须按照国家有关放射性废物管理法规的要求进行安全评价。

4.6.4 如果核设施的退役目标是达到无限制开放标准，安全评价就应说明退役活动结束后，场址残留的放射性对公众照射剂量，不会超过相关法规规定的剂量限值。

4.6.5 如果核设施的退役目标是有限制开放标准，安全评价则应分析场址残留的放射性对关键人群组平均有效剂量不会超过相关法规标准规定的剂量限值。

## 4.7 工程分析

4.7.1 为了确定核设施潜在的危害，确保安全保护和事故缓解措施处于适当的水平，安全评价应确定：

- 核设施停闭之后的物理及辐射状态，以及核设施及其安全系统的老化程度；

- 所有现存的专设安全系统的可靠性能够满足退役的安全功能要求；并与现有的安全规范及标准相匹配；

- 如果现有的专设安全系统无法满足退役活动的需求，是否具备额外的专设安全系统。

4.7.2 安全评价应说明在退役期间所需的所有专设安全系统都是按照工程规范和标准进行设计的。同时，还应说明专设安全系统将会按照与安全功能相匹配的程度进行试验、检查和维护。安全评价应充分借鉴核设施运行期间对已存在的专设安全系统安全评价的经验和结果。

4.7.3 安全评价应说明核设施及其专设安全系统具备长期完整性，能够继续执行所有必要的安全功能，能够满足所有退役活动的需要。

## **4.8 废物管理**

4.8.1 废物管理是退役活动的重要内容之一，包括放射性和非放射性废物拆解、分类、处理、贮存及信息管理。

4.8.2 退役放射性废物管理的安全评价，包括：

- 退役废物，包括金属、非金属、建筑垃圾、废液等一切物项；

- 评价放射性废物的处理、暂存及操作（如分类、包装、压缩减容等）方案。

4.8.3 退役废物管理的安全评价应考虑以下因素，确定符合废物管理的法规标准要求：

- 放射性废物清洁解控标准；

- 放射性废物分类标准；

- 放射性废物的处理、贮存、运输及处置的验收准则；

- 退役废物流向和数量；

- 废物贮存设施的可用性及容量（包括场内和场外的废物处理设施）；

- 废物处置设施的可用性及处理能力。

4.8.4 安全评价应根据退役产生的放射性流出物的类型与源项信息，说明退役放射性流出物的监测计划、监测内容及监测方法，并描述流出物处理过程中的安全措施、允许的排放量及其依据等。

## 4.9 不确定性

4.9.1 安全评价通常需要对核设施的相关数据的有效性、事件分析的条件等进行假设。在安全评价中必须证明所有假设都是合理的，确保评价结果的可靠性。通常，安全评价的结果应该是保守的。

4.9.2 退役安全评价应考虑所有可能存在的 uncertain 因素，包括：核设施历史信息的完整性和可靠性，退役活动描述的准确性、计算模型和程序的不确定性、源项计算结果的不确定性等。因此，核设施营运单位可能需要根据现场的实际情况修改退役方案。采取分阶段退役策略时，下一阶段的退役方案可能需要根据之前的退役实施情况或者其他类似核设施退役的经验反馈进行修改。因此，必须在安全评价的结论中考虑这些因素的不确定性。

## 4.10 质量保证

4.10.1 核设施营运单位应建立退役项目质量保证体系，编写质量保证大纲，明确人员岗位，确定职责分工，以便实施、审核和内部批准退役安全评价。

4.10.2 核设施营运单位应根据退役质量保证大纲的要求对安全评价的结果进行管理，以确保退役安全实施。

## 5 安全评价

### 5.1 概述

5.1.1 应以系统的方式，采取分级方法，结合与核设施相关的危害和退役活动及可能产生的后果进行安全评价。核设施退役安全评价的一般流程见图 1。图 1 中概述的步骤是相互依赖的，应以迭代的方式执行。

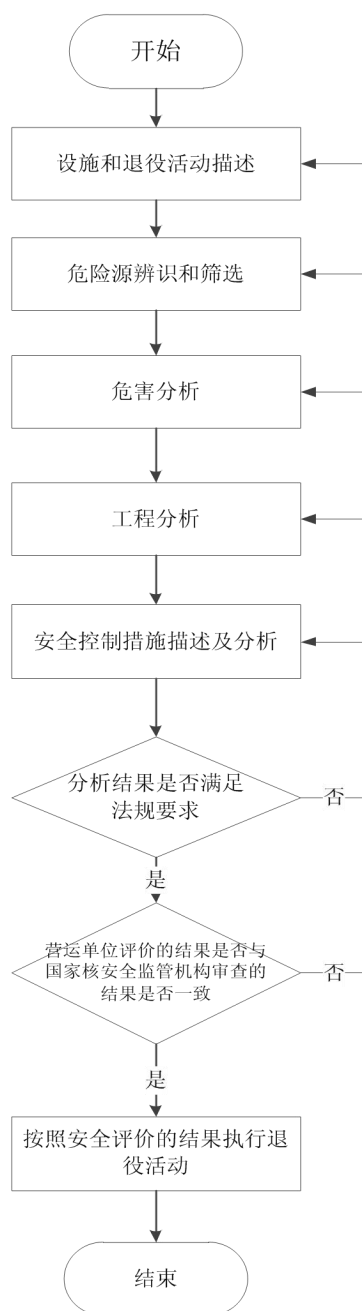


图 1 安全评价的一般流程



5.1.2 安全评价应基于一个明确的框架(见图1),其中安全评价的范围和目标等先决条件都应明确。安全评价应根据退役计划,对核设施及将要进行的退役活动详细描述,并与退役计划内容保持一致。这些信息用于确定核设施现有的危害和将要进行退役活动而产生的新的危害。应对这些危害进行辨识,并对相关危害以及对人员、公众及环境产生的结果进行评价,并对专设安全系统进行工程分析。所产生的辐射剂量应与相关安全要求及标准进行比较,确定是否满足要求。最后,分析的结果应经过独立审核,对所使用的数据、做出的假设、获得的结果进行分析,最终得出结论及建议。如果评价的结果不满足安全法规及标准的要求,就需要对安全评价进行修订。安全评价可能会导致退役策略、计划、活动、控制、保护措施、不确定因素等方面的修改。

5.1.3 如果采取分阶段退役的策略,由于缺乏足够详细的信息而必须分阶段进行安全评价时,应在退役的每个阶段都使用分级方法进行安全评价。

## 5.2 安全评价的框架

5.2.1 退役安全评价的框架应与退役计划保持一致,并应包括下列信息:

- 安全评价的范围,包括核设施、系统、场址的边界,与相邻设施的接口,放射性废物管理的接口,与退役计划的关系等;
- 安全评价的目标,即证明退役活动符合相关安全准则及要求;
- 必须满足的安全准则及要求,例如:人员、公众照射的剂

量限值及约束值；风险水平，场址清洁解控限值；废物分类及接收限值等；

- 安全评价的结果，例如有效剂量或风险，这些结果应符合国务院核安全监督管理部门的相关安全准则及要求；

- 开展安全评价的方法，例如：确定论方法、概率论方法、保守性或真实性假设等）。这些方法应基于要评价危害的性质，还应说明要采取的假设条件、数据的可用性及类型（例如：通用或厂址特性），以及用于处理各种不确定因素的方法；

- 退役活动及其各阶段的时间划分；

- 退役各阶段及其终点的清晰定义，包括有关物理和放射性终态目标的具体信息；

- 退役的终态是无限制开放还是有限制使用；

- 相关数据的可用性，包括以往开展的安全评价和经验反馈结果，例如核设施运行经验和退役准备阶段的活动等；

- 利益相关方的参与情况，包括核安全监管机构、场址周围的居民以及承包商等。

### 5.3 设施和退役活动描述

5.3.1 安全评价应依据退役计划中有关核设施及场地、建筑物、安全相关系统以及其他相关信息，包括：

- 核设施和与之相关的现有危害的描述；

- 计划开展的退役活动的描述。提供详细的信息，以便能够为确定在正常和事故情况下进行的退役活动对人员、公众及环境的潜在危害奠定基础；

- 退役后核设施的最终状态。如果安全评价仅针对某一阶段

的退役，则应明确阶段退役的节点；

- 已有的和计划采取的安全措施；
- 与其他相邻核设施公用系统（如特排系统）的相关信息。

5.3.2 在退役计划中有关设施描述的章节部分应包含以下详细信息：

- 场址和基础建设，应包含足够的信息用于进行剂量或风险计算。例如，包括场址地理、人口分布、气象、水文、地质、地震以及自然资源的详细信息；

- 设施：应包括设施、主工艺系统和辅助系统、建（构）筑物的情况，所有安全功能及其相关的专设安全系统，以及与安全相关的其他内容；

- 源项：应包括源项调查的方法，关键的放射性核素种类及活度测量结果、场址剂量率分布，提供核设施停闭时刻总的放射性存量。说明退役过程中对放射性源项的追踪监测计划；

- 核设施的运行历史，应包括核设施在设计、建造、运行、改（扩）建等阶段对于退役的考虑，以及运行期间发生的事件（或事故）及造成的后果。另外，还应包括核设施的维修、设计变更、换（卸）料记录等。

5.3.3 退役活动的描述应包括以下内容：

- 退役计划采取的去污和拆除技术。退役任务的进度安排。还应描述退役废物管理方案，包括放射性废物、非放射性易燃、易爆、有毒、有害废物以及其他物项的管理，并提供废物清单。

- 重要的配套及辅助设施，例如供电系统、废物暂存设施、去污设施、拆除及减容设施、辐射监测系统的信息。

- 其他辅助系统，包括给水和排水系统等，这些系统可能位于其他设施所在的场地范围内。应描述这些辅助系统对退役有影响的相关信息。

5.3.4 应描述核设施现有的安全措施，包括退役活动的控制管理程序、培训计划、辐射防护大纲、防火大纲、废物管理规定、个人防护大纲等，并在危害分析中加以考虑。

5.3.5 明确说明核设施退役的最终状态是无限制开放还是有限制开放。若退役终态为有限制开放，还需说明退役结束后对场址采取的监管措施。

#### **5.4 危害及初始事件的辨识和筛选**

5.4.1 安全评价应根据退役计划辨识核设施及退役现有和潜在的危害，以及它们之间的关系。

5.4.2 应根据核设施和退役活动的描述，采取系统的方法来识别危害，并以迭代的方式进行，从而确定可能导致人员和公众照射的正常退役活动和事故情况，以及可能对环境产生不利影响的正常退役活动或事故工况：

- 危害和初始事件的辨识：应考虑核设施放射源项信息，以及由于退役活动引起的可能对工作人员、公众和环境造成不良后果的危害和初始事件；

- 危害筛选：应对识别的危害进行筛选，得到可能发生的并导致严重后果的典型危害。

- 事故序列定义：通过安全分析确定筛选出的危害可能引起的事故序列及后果。

5.4.3 危害的辨识和筛选的过程应考虑核设施和退役活动

的复杂性，同时应考虑到随着退役活动的进展，危害和风险将逐渐减少。

#### 5.4.4 危害和初始事件的辨识

5.4.4.1 退役过程的危害不仅包括放射性危害，同时也包括能够导致放射性事故的一般工业危害。

5.4.4.2 危害辨识的过程应确定核设施中存在放射性物质的所有位置，例如：堆积的放射性废物、污染的建筑物、放射源等。

5.4.4.3 应考虑所有可能引起辐射后果的事件，包括：

##### 1) 外部事件

- 自然事件，包括不利的气象条件，包括飓风、大雪、暴雨、结冰、极端温度、洪水、地震和生物入侵等。

- 人为事件，包括飞机坠落、爆炸、火灾、断电、人为侵扰（主要是在核设施延缓退役的情况下）。

2) 内部事件，是指在核设施或厂址内部发生的事件，包括火灾、爆炸、建筑物崩塌、放射性物质泄漏或废液溢出、通风失效、重物跌落以及保护措施失效等（如屏蔽或个人防护装备的故障）。

3) 人因事件，包括退役工作人员操作错误、违规操作以及指挥错误等。

经验表明，内部事件和人因事件往往是退役安全评价中最重要的因素。在适当的情况下，考虑到现有和潜在的危害以及退役活动的复杂性，应考虑评价低概率事件。附录 B 给出了与退役安全评价相关的潜在危害和初始事件通用清单，供核设施营运单位进行安全评价时参考。

5.4.4.4 应使用适当的方法，通常采用危害和可操作性分析法（HAZOP）和建立事故谱来进行初始事件的辨识及分析。

5.4.4.5 识别的危害应进行定性和定量分析。对于不符合安全要求的危害可从后续的危害分析中筛选出来。

#### 5.4.5 危害的筛选

5.4.5.1 退役期间的相关危害应在不考虑采取任何保护或缓解措施的情况下予以量化。分析通过确定的路径导致的后果，对于高风险的危害应进一步分析。

5.4.5.2 超出安全评价范围或不会导致超出有关安全准则的后果的危害应予以筛除。

5.4.5.3 危害的筛选过程不仅要考虑对核设施内的工作人员潜在的照射途径，还应考虑到对公众的照射途径。

5.4.5.4 在筛选过程中，应考虑所有潜在的照射途径，通过这些途径识别出可能对工作人员造成有害影响的危害，例如：

- 由于被污染的系统、构筑物或其他被活化物质通过伽马射线对人员造成外照射；

- 在进行切割（如热切割和机械切割）或去污（如化学或机械去污）以及其他退役活动时，工作人员因吸入放射性气溶胶而造成内照射；

- 放射性物质通过伤口进入人体而造成内照射；

- 在发生如放射性废物包装体破损或发生火灾而导致放射性物质扩散到大气中的情况时，应考虑向公众和环境释放的照射途径。

#### 5.4.6 确定情景序列

5.4.6.1 应通过上述危害和初始事件辨识以及照射途径情景列表。应描述被识别出的危害是如何发生，无论是属于正常操作中的预期事件还是属于事故工况下的异常事件。那些不会产生严重后果的危害不必考虑。

5.4.6.2 特定场景的发生的概率与其后果相结合应进行分析，它将作为场景筛选的基础。

5.4.6.3 情景识别应考虑放射性废物处理、贮存和处置的管理。安全评价应涵盖在正常情况以及事故情况下放射性废物的拆解、分类、处理等。因为这些活动可能会导致放射性物质释放或包装体屏蔽能力不足而引起照射。

## 5.5 危害分析

5.5.1 在危害因素及初始事件辨识和分析的基础上，划分评价单元，对危害因素进行定性和定量分析。危害分析的目标是：

- 量化正常退役活动导致工作人员和公众的辐射照射结果；
- 量化事故工况下导致工作人员和公众的辐射照射结果；
- 确定在退役期间将辐射剂量降低到可接受水平所需的限制条件、技术及管理措施；
- 确定必要的保护和缓解措施，以保护工作人员和公众免受事故后果（或减轻事故后果）的影响。

5.5.2 应通过确定论和概率论分析方法进行危害分析，两者以互补的方式应用。应主要采用确定论方法，概率论作为补充。

5.5.3 危害分析应确定说明以下几个方面内容：

- 放射性危害的起源、量化，包括放射性存量、源项、尺寸、空间分布等；

- 可能导致这些危害发生的情景，包括发生的概率、照射途径、支持计算危害发生概率所需的假设条件、以及在正常和事故条件下的后果；

- 有和没有保护或缓解措施导致的辐射照射结果，即职业照射和公众照射；

- 不确定性和危害分析的方法；

- 预防、保护和缓解每种事故后果应采取的措施。

5.5.4 应采用分级方法筛选不重要的危害和情景，并采用适当的方法分析重要的危害和情景。对于较简单的核设施，只需要相对较少的正常和事故场景。对于复杂的核设施，或者预计照射剂量接近安全准则的核设施，还应考虑其他更多的情景。

5.5.5 当使用边界场景时，必须确保包含所有单个场景的最大影响。例如，边界场景可能是向环境释放大量放射性物质的火灾。

5.5.6 当被认定有可能发生放射性物质场内或场外释放的情景时，应根据国家法律和监管要求，进行更详细的安全评价。

5.5.7 正常情况和事故工况下的后果应通过采用适当的数学模型计算有效剂量，然后将这些剂量结果与现行的法规和标准进行比较。

5.5.8 或者采用计算机程序计算场址残留的放射性核素的活度浓度与法规规定的活度浓度限值进行比较。

5.5.9 计算的复杂程度应与核设施和退役活动相关的危害等级相匹配。

5.5.10 应使用经过试验和验证的模型和计算机程序。如果



使用新的模型或计算机程序，则应在使用前对其进行试验和验证，证明其适用性和准确性。

5.5.11 应确保计算中的所有假设条件都是合理的。

## 5.6 工程分析

5.6.1 工程分析的目的是通过适当的工程规范和标准对核设施中与安全功能相关的专设安全系统进行评价，确定现有的专设安全系统适合并能够实现足够的安全功能，且能够达到降低辐射照射的要求。

5.6.2 安全评价中采取的规范和标准应与安全功能的重要性相匹配。

5.6.3 安全评价应表明，现有的专设安全系统能够继续确保相关的安全功能，并已经考虑了其老化和功能退化问题。

5.6.4 安全评价应确定需要新设计的专设安全系统的安全功能，并应确认这些安全功能满足相关安全要求和标准。

## 5.7 对分析结果的评估并确定安全措施

5.7.1 安全评价的结果应证明退役活动满足法规相关要求。

5.7.2 安全评价应表明，在退役计划中已经制定了与事故发生的概率及其可能的后果相符的安全措施。这些安全措施可以是：

- 工程技术措施：指退役条件准备，包括提供额外的屏蔽、安装新的过滤器；搭建临时气帐、采取气溶胶产生量较少的拆除技术、安装火灾报警系统以及使用防护装备等。

- 管理措施：指为处理特定退役活动采取的行政管理措施，包括制定操作规程、辐射场所分区管理、作业人员培训等。

5.7.3 如果安全评价的结果不符合相关安全要求或准则要求，则应根据图 1 的方法进行修订。评价结果将用于提出对现有退役策略、退役计划和活动以及工程措施及保护安全措施的修改建议，并提出额外的安全措施，以确保符合安全要求和准则。

## 5.8 独立审核

5.8.1 在核设施营运单位完成安全评价并在提交国务院核安全监督管理部门审查之前，营运单位应组织独立审核，以确定评价的结果符合国家法规及标准的要求。

5.8.2 安全评价的结果是保证退役活动能够安全实施的重要证明，因此核设施营运单位的独立审核应确定：

- 安全评价的输入条件和假设是合理有效的；
- 安全评价的内容准确地反映了核设施和退役活动的真实状况；
- 从安全评价中得出的安全措施对于退役活动是充足的；
- 安全评价处于最新状态，能够反应核设施的评估、退役知识增长以及对安全评价的理解。

5.8.3 进行安全评价独立审核的人员应是具有适当资质且有相关经验，组织上应独立于退役活动。审核的结果和建议应明确记录，并按要求提供给国务院核安全监督管理部门。

5.8.4 若采取分阶段退役的策略，应对每个退役阶段的安全评价结果进行独立审核，以确保每个阶段的安全评价的结果与国家法规及标准相符。

## 5.9 质量保证

5.9.1 核设施营运单位负责建立质量管理体系，明确退役安全评价的管理体系，负责安全评价的管理，应明确以下内容：

- 所有参与安全评价人员的职责分工；
- 所有参与执行或协助安全评价的承包商的管理；
- 参与安全评价的人员培训，包括承包商的专业技能、知识的培训；
- 制定有关实施、审核和内部审批安全分析报告以及今后实施和修订安全分析报告的程序；
- 维护和保管安全评价有关的文件资料；
- 负责与安全评价有关的监管机构及其他部门的接口；
- 质量管理。

5.9.2 质量管理体系应采取分级方法进行退役安全评价，并确保：

- 明确定义退役安全评价的目标和范围；
- 已应用适用于编写安全评价的标准、规范；
- 已完成足够的退役策略、方法（如危害分析）和安全评价规程；
- 已汇总相关的输入、假设、支撑的信息；
- 已确定所有的危害都被评价，包括正常情况和事故工况；
- 正在使用用于安全评价的计算机软件已得到验证和认可；
- 审查安全分析报告及其输入，方法、模型等已经正确的实施、记录，以及任何调查结果或建议都已经在安全评价中考虑；
- 根据退役工程的进展，结合新的技术、取样及环境监测数据的基础上，适当的更新和修订安全评价的内容；

确认参与安全评价的人员具有合适的资质，技术能力，分工职责明确。

## 附录 A 美国退役核设施分组策略示例

按照核设施退役源项类型、厂址污染程度和范围，美国核管会（NRC）将退役核设施分为 7 组，见附表 A.1。其中，第 1~3 组不需要进行安全评价，第 4~7 组需要以书面报告的形式向 NRC 提交退役安全评价报告，由 NRC 对其进行审查，经过批准后方可开始退役活动。

附表 A.1 美国退役核设施分组策略

序号	设施特征
第 1 组	设施的结构可避免放射性物质的释放；不会引起构件材料的活化；工作区域没有放射性污染或低于限值。主要为密封源、加速器、退役终态可达到无限制开放。
第 2 组	不会引起构件材料的活化；工作区域、建筑物表面可能存在固定污染；地表土壤存在较低污染。需要进行环境影响评估。退役终态可达到无限制开放。
第 3 组	与第 2 组相同，还需要对建筑物或场址进行修复。需要进行环境影响评估。退役终态可达到无限制开放。
第 4 组	设施存在放射性物质释放；构件材料存在活化；工作区域、建筑物表面存在固定污染；但不存在地下水污染。主要为废物处理设施。需要进行环境影响评估。退役终态可达到无限制开放。
第 5 组	设施存在放射性物质释放；构件材料存在活化；工作区域、建筑物表面存在固定污染；地表水和地下水存在污染。主要为核燃料循环设施。需要进行环境影响评估。退役终态可达到无限制开放。
第 6 组	设施存在放射性物质释放；构件材料存在活化；工作区域、建筑物表面存在固定污染；地表水和地下水存在污染。需要进行详细环境影响评估。退役终态只能达到有限制使用。
第 7 组	设施存在放射性物质释放；构件材料存在活化；工作区域、建筑物表面存在固定污染；地表水和地下水存在污染。主要针对因事故而停闭的核设施。需要进行详细环境影响评估。退役终态只能达到有限制使用。

## 附录 B 核设施退役危害和初始事件清单示例

本附录提供了核设施在退役过程中可能存在的各种危害及初始事件，分为辐射安全事件、非辐射安全事件、外部事件和其他初始事件四类，见附表 B.1。辐射安全事件中包括临界、污染物散落、外照射、内照射等事件；非辐射安全事件包括火灾、爆炸、洪水、触电、重物跌落等一般工业安全事件，但是这些事件可能会引发辐射安全事件，因此，在安全评价中也应给予考虑。

附表 B.1 核设施退役危害和初始事件清单

初 始 事 件	与正常退役活动有关	与事故工况有关
内部事件		
<b>一、辐射安全事件</b>		
<b>1. 临界</b>		
1) 残留在设备和工艺生产线上残留裂变物质		
2) 残留在容器中的含有裂变物质的放射性液体		
3) 在裂变物质附近出现慢化剂（如水、铍等）		
<b>2. 污染物散落</b>		
1) 污染物容器失去完整性，失去包容		
2) 包容物或屏障拆除		
3) 放射性废物、包装体跌落		
4) 表面污染或活化的建（构）筑物清理		
<b>3. 外照射</b>		
1) 活化物质和设备		
2) 放射源直接照射		
<b>4. 内照射</b>		
1) 放射性物质的物理或化学状态		
<b>5. 污染、腐蚀等</b>		
1) $\alpha$ 污染物		
2) 气态和液态流出物		

初 始 事 件	与正常退役活动有关	与事故工况有关
<b>二、一般工业安全事件</b>		
<b>1. 火灾</b>		
1) 热切割工艺		
2) 去污工艺，如化学、机械、电化学去污等		
3) 易燃材料和废物的堆积		
4) 可燃气体或液体		
<b>2. 爆炸</b>		
1) 去污过程		
2) 高浓度灰尘，如石墨、铅		
3) 辐照分解物		
4) 压缩气体，如氢气		
5) 易爆物质		
<b>3. 液体外泄</b>		
1) 放射性废液储存容器泄漏		
2) 放射性废液输运管道泄漏		
3) 放射性废液输运管道破损		
<b>4. 有毒有害物质</b>		
1) 气溶胶，如石棉		
2) 涂料中的铅		
3) 铍和其他有害金属		
4) 多氯联苯		
5) 机油、润滑油		
6) 杀虫剂或农药		
7) 生物危害		
<b>5. 电气危害</b>		
1) 意外断电		
2) 高压触电		
3) 非电离辐射，如激光		
<b>6. 物理危害</b>		
1) 重物高空坠落		
2) 与安全相关的系统、部件高空坠落		
3) 放射性物质包装体坠落		

初 始 事 件	与正常退役活动有关	与事故工况有关
4) 构筑物崩塌		
5) 拆毁活动		
6) 高空作业		
7) 高噪音环境		
8) 高温、潮湿环境		
9) 低温工艺, 如干冰去污		
<b>7. 人因和管理事件</b>		
1) 人员操作错误		
2) 人员无意中进入辐射区域		
3) 行动理解错误		
4) 承包商的不正当行为		
<b>外部事件</b>		
1. 地震		
2. 洪水, 如河流、海洋, 地下水渗透		
3. 火灾		
4. 极端气候条件, 如飓风、暴雨、大雪等		
5. 工业危害, 如爆炸		
<b>其他初始事件</b>		
1. 高温、高压		
2. 被腐蚀破坏的屏蔽		
3. 未知和没有标识的材料、物项		

## 附录 C 核设施退役安全分析报告的格式及内容示例

本附录提供了核设施退役安全分析报告的格式及要求，供从事核设施退役安全评价的人员参考。

### 第一章 核设施及退役项目概述

#### 1.1 背景

应简要描述核设施的基本情况，如核设施类型、主要用途、主要技术性能及参数、设计完工时间、建造完工时间、投入运行时间、最终停运时间、目前状态等。

#### 1.2 退役目的

应针对核设施的现状和退役项目特点，简要论述退役的目的。

#### 1.3 退役目标

应根据核设施的特点和影响退役的主要因素及现有条件，概述核设施退役的目标。

### 第二章 核设施运行历史

#### 2.1 退役许可证号、状态及批准的活动

提供国务院核安全监督管理部门颁发的核设施退役许可证信息，包括许可证号、状态、有效日期以及批准的退役活动等。

#### 2.2 许可证批准历史

提供退役实施之前核设施获准的各种许可证的名称、颁发部门、许可证编号、有效日期等历史信息。



### **2.3 以往的退役活动**

提供核设施以往开展过的局部的退役活动的历史信息，包括批准部门、开始时间、结束时间、活动的目的、内容，取得的成果、存在的问题等。

### **2.4 以往发生过的泄漏事故**

提供核设施运行期间发生过的放射性液体泄漏、外溢事件（或事故）信息，包括发生的时间、事件（或事故）发生的原因、处理过程、导致的后果等。

### **2.5 以往的场内填埋活动**

提供核设施退役实施前曾经在退役范围内的场址内的放射性废物填埋活动，包括时间，填埋废物的类型、数量、源项，填埋地点等。

## **第三章 场址特征及设施描述**

### **3.1 场址地理位置**

描述核设施退役场址的地理位置，提供场址周围地区的平面图。图上应标明划定的退役区、场内场外边界、主要建筑物的位置和方位等信息。

### **3.2 人口分布及居民**

描述场址周围人口随距离和方位的分布、人口总数、居民点的位置和距场址的距离，还应提供本地区居民的主要食谱。

### **3.3 土地、水体利用概况**

描述场址区域军事、工业、交通和文化设施的设置情况，主要包括这些设施的地理位置、距场址的距离及设施规模。对核设

施、军事基地、化工厂、炼油厂、危险品仓库、采矿和采石操作场、运输线路、机场、油气管道、掘进坑道及地下仓库等，应在地图上清楚地标明它们的位置及与场址的距离。必要时，还应说明这些设施的生产和公共活动等。

描述场址区域农业生产和陆生资源情况，主要包括现有耕地面积、农作物种类，主要家畜家禽及森林、草地等生产情况；以及场址区域水体利用情况，主要包括地表水和地下水的利用情况，如居民饮用水、工业用水、农业用水情况以及水产养殖、航道等情况。

### 3.4 气象与气候

描述场址所在区域气候的一般特征，给出场址地区最近几年的年均、月均气温、湿度、露点、降水量、降水小时数、出雾小时数和它们的极值。提供获得以上观测资料的气象台（站）的名称、位置等信息。

提供场址实测的不同风向（16个方位）、风速、稳定性和雨况（有雨和无雨两种）的四维联合频率表，包括建立在地面一定高度上的释放点至少连续一年的逐时观测的气象资料，并提供年、月的总的风玫瑰图。如果没有场址实测资料，则应提供能代表流出物释放点的风场特征及流出物在大气中输运的特征气象条件的观测数据。

还应对那些灾难性的气候，如地震、海啸、龙卷风、台风、风暴、雷击、泥石流等进行描述，并提供有关的历史资料。

应提供不同稳定度类别天气条件下混合层高度的月平均值，并提供相应的计算方法和资料来源。

提供各类大气稳定度下适宜于退役场址及其周围的大气扩散参数，并论述其适用性。

应说明场址周围风场特征、温度场特征、海陆风环流、沿海岸边界层和异常天气可能对大气弥散影响的情况。

必要时应提供各类大气稳定度下适宜于场址及其周围的大气扩散参数和流出物大气输运和弥散规律所进行的风洞实验或其他大气弥散实验结果。

### **3.5 地质与地震**

描述场址区域的基本地质和地震特征，并提供有关的资料，说明场址的地质与地震特征符合场址的安全要求。

### **3.6 水文**

描述场址周围的江、河、湖、海、水库等的位置、大小、形状、流动方式及流域概况。给出地表水水文参数，包括温度、流速、流量、水位等主要参数。

提供海洋涨落潮、地表水丰枯水期的相关数据。对于半封闭海域和湖泊应给出半交换期和交换容量。

提供场址区域地下水含水层厚度、水位等值线，地下水的流速、流向及水体的分配系数等资料。对工农业用水情况进行说明，提供水井的位置、抽水量以及对地下水水位的影响情况等资料。

### **3.7 自然资源**

应描述场址区域陆生资源情况及场址区域水体利用和资源情况。

## 第四章 核设施的放射性源项

### 4.1 被污染的建（构）筑物

应提供以下信息，充分说明场址建（构）筑物中放射性污染的类型和活度，以及污染的程度。需提供的信息和资料包括：

- 1) 包含超过本底水平的放射性物质的所有建（构）筑物的列表及其描述；
- 2) 受到设施退役影响的建（构）筑物或位置的描述；
- 3) 场址区域内的所有工艺房间的清单及其描述；
- 4) 对场址源项调查所使用的本底水平的描述；
- 5) 对存在污染位置的描述，例如：污染位置在房间或工作区域内的墙壁、地板、墙壁和地板的接缝处、钢结构覆面或天花板等；
- 6) 每个存在污染位置的放射性核素的水平，放射性核素的化学形式。如果存在多种放射性核素，说明每种放射性核素的比例；
- 7) 污染形式描述，说明放射性物质是只存在于材料表面还是已渗入材料内部；
- 8) 每个工艺房间或工作区域内的最大和平均辐射水平；
- 9) 厂房或工作区域放射性污染位置和剂量分布的平面图。

### 4.2 被污染的系统和设备

应提供以下信息和资料，说明核设施系统和设备中放射性污染的类型和活度，以及污染的程度。需提供的信息和资料包括：

- 1) 包含残留放射性物质的系统或设备的位置的清单及其描述；

2) 所有系统或设备上的放射性核素的最大的和平均的放射性活度,以及放射性核素的化学形式。如果有多种放射性核素,提供放射性核素的比例;

3) 每个设备的最大和平均放射性水平的描述;

4) 对源项调查范围使用的本底水平的描述;

5) 房间或工作区域内存在污染的系统或设备的位置平面图。

### 4.3 地表土污染

需提供的信息包括:

1) 含有放射性物质超过场址本底水平的地表土位置的列表及描述;

2) 在特征调查中使用的本底水平的说明;

3) 每个污染位置的放射性核素的说明,包括放射性核素的最大和平均活度,放射性核素的化学形式。如果存在多个放射性核素,描述每种放射性核素的比值;

4) 每个污染位置的最大和平均放射性水平;

5) 区域内地表土污染位置图。

### 4.4 地下土污染

充分说明地下土壤中放射性核素的类型和活度,以及污染的范围,需提供的信息包括:

1) 含有放射性物质超过场址本底水平的地下土壤位置的列表及描述;

2) 在特征调查中使用的本底水平的说明;

3) 每个污染位置的放射性核素的说明,包括放射性核素的

最大和平均活度，放射性核素的化学形式。如果存在多个放射性核素，描述每种放射性核素的比值；

4) 每个污染位置的污染深度和范围。

#### **4.5 地表水污染**

充分说明核设施内地表水中放射性物质污染的类型和活度，以及污染的程度，需提供的信息包括：

1) 含有超过场址本底放射性水平的所有地表水体的清单、描述和平面图；

2) 在特征调查中使用的本底水平的说明；

3) 每个表面水体的放射性核素活度的最大值。

#### **4.6 地下水污染**

充分说明核设施内地下含水层中放射性核素的类型和活度，以及污染的程度，需提供的信息包括：

1) 在场址区域内的地下含水层中含有超过了场址本底水平的放射性物质的描述；

2) 在特征调查中使用的本底水平的说明；

3) 每个水样的放射性核素活度的最大值。

## **第五章 剂量测量模型**

### **5.1 使用筛选准则的无限制开放(或有限制使用)的剂量限值**

#### **5.1.1 建(构)筑物表面残留放射性**

1) 应描述建(构)筑物表面残留的放射性范围和渗透到建(构)筑物的深度；

2) 剂量计算软件的剂量模型；

3) 计算结果与剂量限值进行比较的结果。

### 5.1.2 地表土

- 1) 源项特征;
- 2) 残留放射性的空间差异性;
- 3) 建立计算剂量的模型;
- 4) 采用计算软件计算剂量;
- 5) 将计算结果与法规剂量限值进行比较。

### 5.2 使用场址特定信息的无限制开放剂量模型

应证明计算关键人群潜在受照剂量所使用的假设和模型是保守的;还应证明退役结束后残留放射性产生的潜在剂量,确保退役策略能够满足退役计划。

需提交的信息应包括:

- 1) 源项信息,包括相关的放射性核素、来源、多样性等;
- 2) 对照射场景的描述;
- 3) 对场址概念模型的描述,包括源项、对迁移路径的建模;
- 4) 使用的数学或计算机软件的建模及描述,例如:是人工计算还是计算机软件计算;
- 5) 对剂量分析中使用参数的描述;
- 6) 关于不确定性对结果的影响的讨论和分析;
- 7) 若使用计算机程序计算,对输入和输出文件的说明。

### 5.3 使用场址特定信息有限制使用的剂量模型

提交的信息应包括:

- 1) 源项信息,包括相关的放射性核素、来源、多样性等;
- 2) 对照射场景的描述;

- 3) 对场址概念模型的描述,包括源项、对迁移路径的建模;
- 4) 使用的数学或计算机软件的建模及描述,例如:手工计算,采用的计算软件;
- 5) 对剂量分析中使用的参数的描述;
- 6) 关于不确定性对结果的影响的讨论和分析;
- 7) 若使用计算机程序计算,对输入和输出文件的说明。

在确定剂量时,应使用了完整的概念模型、照射场景、数学模型,以及输入参数去计算剂量结果。并且在建模分析中充分考虑了不确定因素。

## 第六章 退役活动

本章应提描述计划开展的退役活动的详细信息。这些信息包括如何拆除构件、系统和设备,修复地表土壤和地下土壤。另外,还应提供退役活动的时间进度安排信息。

### 6.1 污染的建(构)筑物修复方案

应描述计划开展的污染的建(构)筑物修复方案,包括拆除、去污等,需描述的内容包括:

- 1) 修复任务的概述,包括对每个存在污染的工艺房间、区域,描述将采取的措施;
- 2) 描述修复的工艺技术,例如:打磨、高压水、喷砂等;
- 3) 描述辐射防护方案和剂量控制措施,例如:人员监测、卫生出入口监测、采取带高效过滤器的排风装置等;
- 4) 工艺房间或场址修复采取的安全重要事项;
- 5) 退役总体安全分析概述。



## 6.2 污染的系统和设备退役方案

与 6.1 的内容相似,描述对污染的系统、设备实施退役的方案。

## 6.3 污染的土壤修复方案

描述对存在污染的土壤的修复方案。

## 6.4 污染的地表水和地下水

描述对存在污染的地表水和地下水的修复方案。

## 6.5 退役进度安排

描述详细的退役的进度计划表(甘特图),包括每个任务的时间要求、开始时间、结束时间等;详细描述退役中关键里程碑节点。

# 第七章 项目组织和管理

本章的目的是描述退役项目管理组织、岗位,管理和安全职位资格要求以及营运单位将在设施退役期间使用承包商的方式。

## 7.1 退役项目管理组织和职责

应说明退役项目的组织机构,包括所有部门名称、职责、与其他部门的关系等,提供退役组织机构图,说明各部门之间的隶属关系。

## 7.2 退役任务管理和职责

应描述退役项目的管理方式,对放射性工作许可证管理和评价的方式等。

## 7.3 退役项目管理岗位及资质

应描述退役岗位的管理,以及确保退役安全实施的人员资质情况。应提供的信息包括:

- 1) 每个管理岗位的职责、责任;
- 2) 描述化学、辐射防护、源项、卫生健康相关的岗位的职责;
- 3) 描述工程、质保、废物管理岗位的职责;
- 4) 描述对上述岗位的岗位资质的要求;
- 5) 描述退役安全管理部门的成员、职责、权利等。

#### **7.4 人员培训**

根据人员培训大纲,说明为参加退役的人员提供了必要的技能培训。应提供的信息包括:

- 1) 人员的辐射安全培训,包括年度、定期和专项培训;
- 2) 操作工作的培训;
- 3) 培训计划、结果有关的文档记录。

#### **7.5 对承包商的支持**

说明核设施营运单位与承包商之间的关系,确定承包商得到了足够的安全保护。需提交的信息包括:

- 1) 描述由承包商实施的退役任务;
- 2) 描述营运单位与承包商的接口管理、现场监督等;
- 3) 承包商的职责、权利;
- 4) 对承包商员工的专业技能、辐射防护知识等方面的培训;
- 5) 承包商能够符合所有辐射安全、许可证要求的承诺。

## **第八章 辐射安全与健康**

### **8.1 人员的辐射安全控制及监督**

#### **8.1.1 工作场所空气取样监测计划**

提供有关在工作区内采集空气样本的充分信息,要使用的空

气样品设备的类型以及工作区域；流量计的校准；用于空气取样期间收集的放射性核素分析的设备的最低探测限（MDA）；气溶胶放射性的水平（以及超过这些水平时采取的纠正措施）。

### 8.1.2 内照射防护方案

描述退役内照射防护方案，需提交的信息包括：

- 1) 降低放射性物质扩散到空气中的工艺控制及过程控制方案；
- 2) 描述防吸入设备的应用是符合 ALARA 原则的；
- 3) 描述对某些特殊工作的防护设备是合适的；
- 4) 辐射防护设备的储存、保管、维护和使用；
- 5) 描述辐射防护设备的使用手册的培训计划；
- 6) 描述为减少化学危害或其他危害（不包括辐射危害），选择防护装备的考虑。

### 8.1.3 内照射剂量检测

描述内照射监测方案以及人员内照射测量方法，重点是内照射剂量的估算方法，说明符合相关法规的要求。需提交的信息包括：

- 1) 描述常规工作、特殊工作、维护、清洁内照射监测；
- 2) 如何进行内照射测量，包括测量的周期、频率、内照射核素的测量、样品的活度；
- 3) 工作场所气溶胶活度浓度的测量方案。

### 8.1.4 外照射剂量检测

描述工作人员外照射测量方法，证明外照射测量符合相关法规的要求。需提供以下信息：

- 1) 描述个人外照射剂量监测仪表;
- 2) 描述外照射全身剂量测量的仪表;
- 3) 描述现场外照射剂量报警仪和人员便携式剂量计,描述其性能参数;
- 4) 提供空气中气溶胶外照射测量方法;
- 5) 描述个人外照射剂量监测方法。

#### 8.1.5 内照射和外照射剂量总和

#### 8.1.6 污染控制方案

提供足够的信息,以控制皮肤、个人衣物上的污染,工作表面上固定和松散的污染物、运输工具,设备上的污染(包括通风罩)和包装。需提交的信息包括:

- 1) 描述人员进入辐射区域的控制和进出卫生通道设计方案,提供平面布置图;
- 2) 描述个人体表污染测量方法;
- 3) 描述本底辐射水平测量方法和天然放射性水平;
- 4) 描述个人、工作场所、限制区域的污染行动限值。

#### 8.1.7 仪器和仪表

提供用于在调查期间用于定量测量电离辐射的仪器和设备的灵敏度和校准的详细信息,具体包括:

- 1) 提供健康和安全的仪器和仪表,包括生产厂家、使用方法、数量、刻度范围、报警阈值等;
- 2) 描述仪器的储存、保管、刻度和维护设施信息;
- 3) 描述仪器仪表的最小探测浓度(MDC)和最小探测活度(MDA);

- 4) 提供仪器校准和质保程序;
- 5) 描述仪器仪表的不确定度。

## 8.2 核临界安全

如果乏燃料还在核设施内，应对临界安全进行分析评价。否则，可不进行。

## 8.3 健康检查和记录保存大纲

提供执行管理、审核、记录保存的信息，包括：

- 1) 行政管理机构年度审查程序;
- 2) 行政监管年度审查记录的保存记录;
- 3) 违反监管部门要求的处理过程和评价结果等记录。

# 第九章 环境监测与控制

## 9.1 环境 ALARA 评价

应描述放射性物质释放到环境中的防护措施是符合 ALARA 原则。需提交以下信息：

- 1) 流出物控制的 ALARA 目标;
- 2) 描述工艺、工程控制、工序以满足 ALARA 原则;
- 3) ALARA 审查和报告的管理。

## 9.2 流出物监测方案

提供气溶胶和液态流出物的收集、分析，用于评价对公众的辐射照射，说明符合相关规定。需提供以下信息：

- 1) 环境中放射性核素的底本;
- 2) 已知和预测的流出物中放射性核素的浓度;
- 3) 流出物中的核素的物理和化学性质;

- 4) 流出物排放地点的平面位置图;
- 5) 流出物样品的收集、分析工艺的说明;
- 6) 样品采集的频度;
- 7) 环境监测记录和报告程序的描述;
- 8) 在质保大纲的基础上建立流出物监测计划的说明。

### 9.3 流出物控制大纲

需说明已经具备流出物控制方案并满足监管部门许可的要求。需提交的信息包括:

- 1) 有关流出物排放到环境中的最小化控制措施的描述;
- 2) 为限制排放而采取的控制行动水平;
- 3) 描述水池、罐、槽泄漏的监测系统;
- 4) 提供废液排放系统的控制措施;
- 5) 提供流出物对公众造成的剂量方法及结果。

## 第十章 废物管理

本章的目的是说明核设施营运单位计划采取的废物包装、运输和处理的方式满足监管部门的要求; 废物处理的地点是合适的。在退役的放射性废物管理方案能够确保废物按照相关法规要求进行管理, 并能保护公共卫生和安全。

### 10.1 固体废物

应描述的信息包括:

- 1) 退役产生的固体废物的类型, 包括土壤、建筑物、金属构件、混凝土、活化构件、污染管道、木头、塑料等的描述;

- 2) 描述现存废物的存量估算结果, 以及每种废物的体积、重量;
- 3) 描述每种废物中的放射性核素种类;
- 4) 提供退役可能产生的各种类型的放射性废物的体积、重量;
- 5) 描述每种废物的贮存、管理方式及贮存地点;
- 6) 每种废物的包装、处理方式;
- 7) 体污染废物的管理方式;
- 8) 污染土及其他松散污染物埋藏方式;
- 9) 提供各种废物处理设施的名称等信息。

### **10.2 液体废物**

应描述退役产生的放射性液体废物的信息, 包括废液体积、源项、来源、包装处理方式、暂存地点、管理方式等。

### **10.3 混合废物**

应描述退役产生的放射性混合废物的信息, 包括废物量、源项、来源、包装处理方式、暂存地点、管理方式等。

## **第十一章 质量保证**

本章的目的是对核设施退役质量保证活动的总体情况进行简要描述, 说明核设施退役质量保证大纲的管理状况及与质量和安全方面相关标准的符合情况。

### **11.1 组织机构**

说明核设施退役项目组织机构的建制, 包括岗位设置、人员编制、职责分工、权限等, 提供组织机构图。

## 11.2 质量保证大纲

说明退役质保大纲和退役活动可有效执行，需提交的信息包括：

- 1) 影响退役质量的活动将满足质保大纲的要求；
- 2) 描述企业法人的质量政策；
- 3) 描述保证技术和质量保证过程满足质保大纲；
- 4) 管理状态符合质保大纲；
- 5) 人员培训、资质的活动；
- 6) 自我评价方案，确保满足质保大纲的要求。

## 11.3 文件控制

应描述退役活项目的文件和记录的控制制度，重要记录和报告的存档、保存等主要管理措施等，主要包括：

- 1) 文件编制的审批制度；
- 2) 文件发布和分发制度；
- 3) 文件修订和变更的管理制度。

## 11.4 测量和试验设备管理

描述测量和试验设备等物项的管理措施，主要包括：

- 1) 物项的标识、分类管理、使用控制等措施；
- 2) 物项的维护、维修、保养、检定、刻度的管理措施；
- 3) 重要测量和试验设备的维修中确保质量的管理程序。

## 11.5 质量保证记录

描述质量保证记录的编写要求及质量保证记录的收集、保存制度。

## 11.6 审查和监督

描述质量保证审查和监督方面的内容，主要包括：



- 1) 外部审查和监督的质量保证制度;
- 2) 审查和监督方式;
- 3) 审查和监督机构及人员;
- 4) 审查和监督计划。

## **第十二章 设施特性调查方案**

### **12.1 解控准则**

描述退役清洁解控标准及要求。

### **12.2 特性调查**

确定场址、地区或建筑物的放射学特征足以允许实施有效的补救措施，并且不会危及实施人员；证明不可能存在大量残留放射性未被发现，并提供将用于设计最终状态调查的信息。

### **12.3 调查的补救行动**

需提交的信息包括；

- 1) 区域筛选方法和仪器的描述；
- 2) 符合测量残留放射性的区域筛选。

### **12.4 终态调查方案**

说明终态调查方案符合退役工程竣工的放射性标准，需提交的信息包括：

- 1) 终态调查方案设计的概述；
- 2) 受影响的场址、区域、建筑物分级的图纸；
- 3) 区域或材料的本底描述；
- 4) 现场扫描仪器、刻度、操作检测、敏感度、取样方法等的描述；

5) 现场核素分析用的仪器的刻度、操作检测、敏感度、取样方法等的描述;

6) 实验室分析用的仪器的刻度、操作检测、敏感度、取样方法等的描述;

### **12.5 终态特性调查报告**

说明场址(区域、建筑物)符合退役项目竣工的放射性标准,需提交的信息包括:

- 1) 终态调查方案调查结果;
- 2) 终态调查方案与退役计划的变更的讨论;
- 3) 每个单元的取样方法的描述;
- 4) 检测样品的数量及结果,以及这些结果的调整;
- 5) 与初步调查计划的扩展和变更描述;
- 6) ALARA 的实践。

## **第十三章 经费保证**

### **13.1 经费估算**

说明开展整个退役活动所需费用的预算及组成。

### **13.2 经费管理机制**

说明退役经费的管理和监督方式。

## **第十四章 结论与承诺**

综合核设施退役各种影响因素的安全分析,从安全可靠、技术可行、经济合理等方面总结论述退役方案实施的可行性,给出最终评价结论。