

附件一：

核安全法规技术文件

HAF•Jxxxxx

研究堆安全关闭

(征求意见稿)

国家核安全局

2007年8月

目 录

1. 引言	1
2. 安全关闭计划	1
3. 人员及组织机构	6
4. 源项初步调查	7
5. 乏燃料的转移	9
6. 物料排空和系统清洗	10
7. 污染的去除和固定	11
8. 系统、设施整治	12
名词解释	14

1. 引言

1.1 内容和范围

本技术文件提出了正常关闭的研究堆安全关闭应遵循的基本安全要求。

安全关闭是运行的延续，是采取行政和技术活动，使设施从运行状态逐渐过渡到一种安全、稳定，等待退役状态的过程。

本文件适用于正常关闭的所有研究堆设施，其内容包括：安全关闭计划、人员及组织机构、源项初步调查、乏燃料的转移、物料排空和系统清洗、污染的去除和固定、系统设施整治。

安全封存属于退役阶段的内容不在此文件考虑范围内。

核材料管制及工业安全方面的要求应遵照国家核材料管制和工业安全有关规定。

1.2 安全关闭目标

安全关闭目标是在技术、经济可行的基础上，根据退役的总体思路，遵从废物最小化和辐射防护最优化原则，统筹安排各项活动，使设施达到安全稳定状态，在实现设施从运行到退役的顺利过渡和为退役提供便利的同时，确保工作人员、公众和环境不论现在和将来都免受任何不可接受的危害。

2. 安全关闭计划

研究堆实施安全关闭前必须编制并提交安全关闭计划，合适的

安全关闭计划是研究堆安全关闭期间各项活动的安全保证。安全关闭计划的格式、内容、深度应符合有关标准规定，并与安全关闭期中的各项活动及研究堆的复杂程度相一致。

安全关闭计划的内容应包括：

(1) 运行史及现状

主要描述研究堆所属各子项（建构筑物）的运行历史及现状（包括设施内各主要物项），并对各子项间的工艺联系或相互关系以及与本设施有工艺联系的其他设施（厂房）和有关的公用辅助厂房的相互关系进行描述。

(2) 源项

说明研究堆各设施内核材料、放射性及非放有害废物的存量和调查方法。描述各放射性厂房内各设备室、热室、操作间、检修间、放射性管沟、运输通道和工作人员操作与检修要到达地方（主要是安全关闭活动涉及的设施和场所）的辐射剂量率、污染水平和放射性气溶胶浓度，以及采用的调查方法。

(3) 乏燃料的转移

将乏燃料卸出、贮存和外运，以便开展并最终完成安全关闭期工作。卸出的乏燃料应及时外运，并在该研究堆退役前完成外运工作。

对于运行时已实施过上述活动的核设施，可参照运行时的文件简述。对于从未进行过上述活动的核设施需详细描述卸料、运输和贮存/处理方案（或编制专题报告）及应急措施，并在安全分析报告和环境影响评价报告的章节中要对上述活动重点分析。

(4) 物料排空和系统清洗

物料排空和系统清洗的目标是清除系统内的放射性物质，方便后续的去污、安全关闭期或退役中其它活动。

该部分内容包括物料排空和系统清洗的目的、范围、目标、流程、方法及对其他系统设施的影响。

(5) 污染的去除和固定

安全关闭期去污的主要目标是降低现场放射性水平，为安全关闭和退役期间的整治、改造创造条件或增加手动拆除技术使用的可能性；放射性污染固定的目标是防止放射性的扩散，从而减少放射性废物的产生。

该部分内容包括污染的去除或固定的范围、适用的试剂、方法流程和设备仪表，及预期的去污效果。

(6) 多余系统、设备、建构筑物的拆除

多余系统、设备、建构筑物的拆除主要是为退役清理运输通道或场地并防止其受到进一步的污染。

该部分内容包括拆除无用系统、设备及建（构）筑物的选择，拆除范围，拆除方法等。

(7) 系统、设施整治

对辅助系统和设施进行拆除、整改或增设，减少维护运行的工作量和费用，确保设施的安全状态，为安全关闭和退役创造环境。

该部分主要是针对安全关闭和退役作业的特点和需要以及系统、设施整治（包括公用辅助系统改造，增加的临时设施/装置，人

流、物流和气流等) 方案进行描述。

(8) 放射性废物管理

使安全关闭期活动中产生的各种放射性及非放射性废物得到及时、安全地处理处置，并使废物数量和活度减少到合理可行尽量少。

该部分主要描述残留运行废物（有时包括废放射源）的现状，废物的清理、回取、分类收集、处理、整备、贮存、运输、处置以及再循环再利用的方案。

(9) 监测

主要目的是有效控制排放，保护人员环境。内容包括流出物监测、环境监测、场所监测、人员监测。

(10) 源项调查

本源项调查为安全关闭后期的调查，主要是鉴定放射性物质和其他有害物质的存留量、主要核素、存在形式和位置，其目标是全面掌握待退役研究堆设施的现状和源项情况，为安全关闭验收和编制详细退役计划提供基础数据。

根据初步调查的结果、安全关闭活动内容及中间退役计划，提出终态调查的目的、范围、要求及调查计划。简要描述调查报告的大纲内容。

(11) 拟研发的技术或引进设备

说明拟研发技术或引进设备的必要性和主要指标。详细描述研究开发的内容与方法、试验与检验手段及其可行性、适用性、进度安排和费用。

(12) 安全分析

对安全关闭活动中的辐射和工业安全以及相应的防护措施进行分析。

(13) 人员及组织机构

要结合安全关闭的任务，对运行组织机构进行适当的调整，以保证安全关闭的正常实施。

该部分内容主要对组织机构、人员编制、人员培训计划等进行描述。

(14) 进度安排

说明本安全关闭计划涉及各项活动（包括研究开发和试验）所需的时间和进度安排。

(15) 质量保证

制定并有效地实施研究堆最终安全关闭期内活动的质量保证大纲。质量保证大纲的应用必须与规定物项对安全的重要程度相适应，并必须覆盖安全关闭期内所有安全重要活动。

(16) 经费

安全关闭的费用应该反映安全关闭计划中描述的所有活动，包括特殊技术的开发、乏燃料转移、物料排空、清洗去污、整治和拆除、源项调查以及废物管理。另外，研究堆设施的维护、监视、实体保卫以及人员资格审定的费用也应该考虑。

(17) 附件

包括研究堆中间退役计划等。

3. 人员及组织机构

3.1 组织机构

安全关闭是运行的延续，因此应由运行组则实施安全关闭。考虑到安全关闭和运行有较大的差异，应结合安全关闭的任务，在研究堆实施关闭前对运行组则机构进行适当的调整，以使安全关闭期中的各项活动安全、有序进行。该机构的主要任务包括：

- (1) 维持停堆状态的安全运行；
- (2) 组织编制研究堆安全关闭计划；
- (3) 负责对研究堆退役计划进行更新；
- (4) 根据法规和国家核安全监管部门的要求提交或准备有关文件和资料；
- (5) 与公众沟通，以建立信心；
- (6) 确定有资质的承包商实施并完成相关工作；
- (7) 组织实施安全关闭相关工作；
- (8) 申领退役许可证及其它退役准备工作。

3.2 人员

及早计划最终停运时间、选择退役策略及退役后的人员安排，有利于将大部分运行人员，尤其是一些技术骨干保留下来，并通过转换角色来适应安全关闭期间的任务。

在某些情况下，由于人员缺乏可考虑将部分工作交给承包商做。

3.3 培训

由于任务和角色的改变，应加强对工作人员的培训，并编制培训大纲，大纲应包括各类人员的培训计划和进度，其培训应该与待实施的安全关闭活动的规模、复杂程度和性质相称，经培训后工作人员应该有能力安全地完成指派给他们的工作。

4. 源项初步调查

4.1 调查大纲

本源项初步调查为实施安全关闭前的源项调查，主要对系统、设备、设施现状，放射性核素种类、数量以及物理化学性质进行调查，确定核材料、放射性废物及非放有害物质的存留量，以及安全关闭期活动场所及作业对象的放射性水平，建立数据库为安全关闭计划编制和实施提供依据。

开展源项调查前应编制源项调查大纲，源项调查应严格按照大纲的内容进行，大纲应包括：

- (1) 调查的目的；
- (2) 调查的范围和内容；
- (3) 调查所采用的法规、标准；
- (4) 调查的程序和方法；
- (5) 调查所采用的仪器仪表；
- (6) 源项调查表格。

4.2 调查内容

在实施关闭前应收集足够的资料，重点关注安全关闭期工作所涉及到的范围和对象，为安全关闭提供技术支持，包括经费估算、辐照评价、风险分析、废物管理、确定进度和所需人力等。该源项调查的内容和深度应满足编制安全关闭计划的需要，其内容一般包括：

(1) 需进入场所的设施及设备表面污染水平、剂量水平、放射性气溶胶浓度以及主要放射性核素；

(2) 待去污系统、设备的放射性污染水平、主要核素、物理化学形态等；

(3) 待整治或拆除的系统、设备表面放射性污染水平、剂量水平；

(4) 待改造或拆毁建（构）筑物的放射性污染水平和污染深度；

(5) 涉及到的放射性废液的放射性浓度、主要核素、物理化学特性等；

(6) 涉及到的所有固体废物的放射性表面污染、剂量水平、放射性比活度、主要放射性核素以及存放形式和物理化学形态；

(7) 涉及到的非放射性有毒有害物质的数量、物理化学特性、存放地点和形式等。

3.3 调查方法

应按照源项调查的目的、现场放射性核素分布特点及相应的放射性水平，选用合适的放射性调查的方法。源项调查方法一般包括：

- (1) 历史资料的查询和评估;
- (2) 现场调查和取样分析;
- (3) 源项估算。

最终应将调查数据形成源项调查报告，并建立数据库。

5. 乏燃料的转移

乏燃料转移包括已辐照燃料出堆、贮存、检查及出厂准备，以及已辐照燃料运输容器的装卸。

由于乏燃料含有易裂变物质及高放射性的裂变产物，在其转移过程中要特别注意防止意外临界、防止人员和安全设备受到高辐射剂量的照射以及防止放射性物质不可接受的释放。

研究堆停运后应首先将堆芯内的乏燃料卸出。卸出的乏燃料应转移到另外一个储存设施、后处理厂或进行处理。如果卸出的乏燃料贮存在该研究堆的乏燃料贮存水池，应及时外运，并在该研究堆退役前完成外运工作。

乏燃料卸出和外运应按照设计要求和国家核安全部门批准的许可条件进行。应尽可能减少乏燃料的移动次数，以减少职业性辐照剂量和事故的发生。

通常情况下，卸料为研究堆正常运行操作，而在某些情况下，卸料不是正常运行操作或在设计建造时没有进行安全评估，卸料前必须要进行安全评估，包括对卸料和乏燃料贮存设施进行评估，以保证装卸和贮存系统满足国家相关安全规定。

乏燃料转运前应确保后续手段、设施准备就绪，其转移应充分利用现有设施贮存乏燃料，若现有贮存设施不能满足乏燃料贮存需要，要妥善安排其出路，要满足国家相关安全要求。

为了后续的处理，应提供乏燃料充分的资料，其运输应满足有关规定。

新燃料的转移，也应遵循相关核材料管制规定。

6. 物料排空和系统清洗

6.1 物料排空和清洗

为方便后续的安全封存或拆除工作，对研究堆维护运行、安全关闭和退役中已不再使用的系统设备进行物料排空和处理，物料排空后，应该对系统进行清洗。

清洗后系统剩余的放射性污染水平应低于预定的目标，并酌情干燥。清洗目标的制定应立足于：

- (1) 法规标准；
- (2) 对未来退役操作人员安全的评估；
- (3) 当清洗系统时，应考虑系统、设备的腐蚀限制。

物料排空和系统清洗应考虑：

- (1) 临界；
- (2) 剂量水平；
- (3) 冷却；

- (4) 氧化或其它腐蚀性；
- (5) 放射性气体的产生；
- (6) 气溶胶、爆炸或有毒气体的产生；
- (7) 其它可能存在的有害物质。

6.2 排空物料的贮存、处理和外运

排空物料的贮存、处理和外运应考虑：

- (1) 排空物料的特性和数量；
- (2) 物料贮存设施及其贮存能力；
- (3) 物料处理设施及其与物料的相容性。

7. 污染的去除和固定

7.1 去污

安全关闭期间的去污可能包括：建构筑物表面去污、系统设备内表面去污、系统设备外表面去污、拆卸部件的去污等，其范围的确定、去污方法的选择与该设施退役计划等因素紧密相关。

应根据辐射防护要求和去污目的、去污对象的材质及放射性水平以及现有的去污手段，确定适当的去污方法和去污目标值。做到经济合理，容易实现，同时能满足安全关闭、拆除或今后退役工作的需要。

7.2 污染的固定

为有效降低现场放射性气溶胶浓度，阻止放射性的扩散，可对

系统、设备外表面及建（构）筑物表面实施污染固定，如喷涂固定膜等。

表面放射性污染的固定不应为后续的安全关闭和退役活动制造麻烦，如放射性测量、去污、拆除等。

8. 系统、设施整治

8.1 安全相关系统、设施整治

因安全相关系统、设施本身的老化、物料的转移以及安全关闭和退役活动其它新的安全要求，需对其进行增设或相应整治。安全相关系统、设施的增设或整治应与相应的安全关闭和退役活动的潜在危险相适应。

安全相关系统、设施整治应考虑：

- (1) 原安全相关系统、设施的现状；
- (2) 安全关闭和退役活动对安全相关系统、设施的需求；
- (3) 安全关闭及退役的时间进度；
- (4) 整治或新增的可行性；
- (5) 整治或新增时机的确定。

8.2 公用辅助系统、设施的改造及临时设施的建立

从研究堆停运至退役结束全过程都要进行相应的维护工作，确保通风、排水、电力、监测等辅助系统正常运行。

公用辅助系统、设施的改造及临时设施的建立内容确定，应考虑：

- (1) 现有公用辅助系统、设施的现状；
- (2) 安全关闭期和退役活动对公用辅助系统、设施的需求；
- (3) 安全关闭及退役的时间进度；
- (4) 应与安全关闭活动及退役活动方案相一致；
- (5) 公用辅助系统的现状，改造的可能性；
- (6) 应进行评估：改造还是建立临时系统；
- (7) 改造时机的确定。

8.3 辐射分区的重新划分

根据安全关闭和退役的实际特点对作业现场区域进行重新划分并进行纵深防御措施的调整。重新分区应考虑的因素：

- (1) 现场放射性水平及分布情况；
- (2) 退役中需要进行的作业方式；
- (3) 需要的作业时间；
- (4) 现有的分区情况；
- (5) 改造的可能性；
- (6) 改造采用的技术措施和装置。

名词解释

本技术文件中出现的名词术语含义如下：

安全封存（退役过程中）

核设施退役过程中的一种状态，在这种状态下只进行监察和维护工作。

退役

采取行政和技术活动使部分或全部设施解除监管控制（处置场不包括在内，因其是关闭而不是退役）。

退役计划

一份包含有设施被建议退役的详细情况的文件。

研究堆

主要作基础研究或应用研究用的反应堆，例如：高通量反应堆、脉冲反应堆、材料试验反应堆、零功率反应堆。

源项

对给定的辐射源所实际或可能释放的辐射或放射性物质的一种描述，例如释放的物质的著称、初始量、释放速率和释放模式。