

附件 1

核安全导则 HAD 401/07-2013

γ 辐照装置退役

国家核安全局 2013 年 5 月 24 日批准发布

国家核安全局

γ 辐照装置退役

(2013年5月24日国家核安全局批准发布)

本导则自2013年5月24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.....	5
1.1 目的.....	5
1.2 范围.....	5
2 退役原则和目标.....	5
2.1 退役原则.....	5
2.2 退役目标.....	6
3 装置设计、建造和运行各阶段对退役的考虑.....	7
3.1 设计和建造阶段.....	7
3.2 运行阶段.....	8
4 退役实施.....	8
4.1 组织机构和人员资质.....	9
4.2 运行历史资料收集和分析.....	9
4.3 源项调查.....	10
4.4 退役计划.....	10
4.5 清查和移送放射源.....	10
4.6 环境影响评价.....	11
4.7 辐射防护和监测.....	11
4.8 排水.....	12
4.9 去污.....	13
4.10 拆除和拆毁.....	13
4.11 放射性废物管理.....	14
4.12 应急.....	14
4.13 安全保卫.....	15
4.14 文件管理.....	15
4.15 质量保证.....	15
5 退役的完成.....	16
5.1 终态验收辐射监测报告.....	16
5.2 退役总结报告.....	16
5.3 验收.....	16
附录 A 源项调查示例.....	18

附录 B 放射源移送方案示例	19
附录 C 退役终态验收辐射监测报告	20
附录 D 放射源情况登记表	21

1 引言

1.1 目的

本导则依据《放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性废物安全管理条例》编制，旨在为 γ 辐照装置的退役提供具体的技术指导。

1.2 范围

本导则适用于 γ 辐照装置的退役。

附录 A、B、C、D 为参考性文件。

2 退役原则和目标

2.1 退役原则

2.1.1 按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)，γ 辐照装置退役放射性废物处理和处置工作应遵循辐射防护三原则和废物最小化原则。

2.1.2 受污染的厂址经整治后拟向公众开放时，其中的建筑物、设备等必须满足清洁解控要求，土壤中残留放射性物质的活度浓度应达到允许开放的可接受水平，方可解除控制，无限制开放使用。

2.1.3 在装置退役实施前，应先移除装置中的全部放射源。退役中所产生的放射性物质应按国家规定处置。

2.1.4 γ 辐照装置设计寿期为 40 年。若达到退役年限但运营者要求延期的，应向监管部门提交申请延期报告，说明延期的理由，提供可以延期的支持性资料，其建筑物和安全防护设施均满足 GB17568《γ 辐照装置设计建造和使用规范》和 GB10252《γ 辐照装置的辐射防护与安全规范》的要求，方可延期

运行。

延期时间的长短视装置的具体情况而定，对无法修复或改造的装置，应强制其退役。

2.1.5 责任

- a) 装置业主应在装置运行前制定一个与装置类型和状态相称的退役计划，并且应在运行中每五年更新一次；
- b) 装置业主应对退役中应急措施的准备和实施；
- c) 装置业主对退役期间的安全负责。

2.1.6 辐射安全

在装置退役的所有阶段应对工作人员、公众和环境加以严格保护，并全面分析退役期间的潜在危害，制定安全防护措施。

2.1.7 在退役过程的各个阶段，都应进行辐射监测并做好必要的记录。

2.2 退役目标

2.2.1 剂量限制

在装置退役实施过程中和无限限制开放后，应确保操作人员、公众成员和环境的安全。其剂量约束值为：

- a) 对参与退役放射性操作的人员的辐射照射应进行控制，其剂量约束值为 5mSv；
- b) 辐照中心辐射环境评价范围内公众中关键人群组成员，累计在整个退役过程中所接受的附加剂量不应超过 0.1mSv。
- c) 对有放射性污染的场区或土壤，在采取了清除和补救行动后实施重新开放或利用时，公众中关键人群组成员所受的附加年有效剂量应控制在 0.1mSv 以下。

2.2.2 清洁解控

- a) 对仅有表面污染的物件（如被污染的源架、井覆面、水处理系统中的管路和设备等），表面污染解控水平为 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ 。该值为设备表面固

定污染和松散污染的总和。污染水平按一定面积上的平均值计算，工作服取 100cm^2 ，设备取 300cm^2 。

b) 贮源井底被污染的沉积物的活度浓度解控水平推荐值为：

$$\begin{array}{ll} {}^{60}\text{Co} & 10\text{Bq/g} \\ {}^{137}\text{Cs} & 10\text{Bq/g} \end{array}$$

c) 固体废物量为 3t 以下者，物料活度浓度通用解控水平推荐值为：

$$\begin{array}{ll} {}^{60}\text{Co} & 10\text{Bq/g} \\ {}^{137}\text{Cs} & 10\text{Bq/g} \end{array}$$

d) 贮源井水向环境排放时，所含放射性污染物的活度浓度应控制在 10Bq/L 以下，排放总活度不应超过 $1 \times 10^5\text{Bq}$ ，排放后应使用不少于 3 倍排放量的水进行冲洗。

2.2.3 拟无限制开放场址的土壤活度浓度限值为：

$$\begin{array}{ll} {}^{60}\text{Co} & 0.03\text{Bq/g} \\ {}^{137}\text{Cs} & 0.1\text{Bq/g} \end{array}$$

3 装置设计、建造和运行各阶段对退役的考虑

辐照装置在设计、建造和运行各阶段都应考虑采取便于装置退役的各项措施。

3.1 设计和建造阶段

在设计和建造阶段应考虑的因素有：

- 在可能被污染的区域尽可能使用光滑、无缝和非吸附性的表面和地面，和/或可除去或可剥离的涂料；
- 设计和加工制造时贮源水井的不锈钢覆面需清除焊渣，打磨光滑，必要时应进行抛光处理，并要对焊缝进行 100% 的探漏检查；
- 设计源架防护罩和防碰撞装置，以防止源架被辐照的货物碰撞，造成

卡源或放射源受损；

- d) 可能污染的系统和设备，如水处理系统要求便于就地去污和方便拆除作业；
- e) 井水水位监测，探测泄漏；
- f) 留有足够的空间，以便于去污和拆卸设备操作；
- g) 吸取以前退役活动所得到的经验教训。

3.2 运行阶段

在日常运行管理中，严格按照操作规程和检修计划进行，以便最大限度地减少导致发生放射源卡阻和破损的可能性；定期对贮源井水和周边环境进行监测，以便在装置退役时提供参考。

装置开始运行后，还应妥善保存以下记录，直至装置退役：

- a) 首次装源前对装置周围环境进行检测的记录，以及每次加源后检测的记录；
- b) 运行事件和事故记录，如：出现的任何事件和事故及其补救措施的记录；
- c) 装置及其设备重要修改的细节，包括有关的图纸；
- d) 装、换放射源的原始记录，包括放射源名称、厂家、编码、活度、数量、时间、在源架上的位置等；
- e) 水井中曾存放过的放射源记录，包括放射源名称、厂家、编码、活度、数量、时间等；
- f) 对装置内所有放射源、疑似放射源和假源棒进行调查的记录；
- g) 设备的重大检修记录，尤其要包括源架、源架的升降系统和安全联锁系统的检修记录；
- h) 对贮源井水和装置周围环境进行的定期检测的记录。

4 退役实施

4.1 组织机构和人员资质

4.1.1 组织机构

应设立退役指挥、退役实施、辐射安全与环境监测、安全保卫、运输以及后勤保障等相关组织并明确职责。

4.1.2 人员资质

a) 辐照装置的退役应由具有专业知识和经验的人员负责实施。

b) 如本单位的工作人员不具备操作放射性物质和去污等专门技术时，可以聘请有资质和实施能力的单位完成部分或全部退役工作。

c) 在组织实施退役的队伍时，应尽量保留装置运行阶段的关键工作人员参与退役工作，并应该最大限度地利用装置原运行人员的知识和经验。

d) 应对实施退役工作的人员进行相关的培训和良好的安全文化素养的教育，使其了解待实施退役活动的规模、复杂程度和性质，并具有始终将辐射防护和安全放在头等重要的思想意识，以便有能力安全地完成指派给他们的工作。退役工作人员经考核合格后方可参与退役工作。

4.2 运行历史资料收集和分析

对辐照装置自投入运行到退役的整个期间运行和变更情况及所发生的故障和事故进行资料收集和分析，包括：

- a) 装置原设计的变更及重要修改的细节；
- b) 水井中曾存放过的放射源；
- c) 每次加源后井水水质和场所的检测；
- d) 涉源故障和事故，包括故障或事故发生的时间，故障或事故原因，处理的过程和采取的补救措施，故障或事故有关的当事人，以及参与事故处理的管理人员和专家；

4.3 源项调查

装置退役前除对周围环境和 workplaces 进行普遍检测调查外，应针对性地在辐照室周围 50m 范围内进行源项调查，调查的内容见附录 A。

4.4 退役计划

装置退役应制定退役方案，以表明退役可以安全地完成。主要内容：

- a) 装置的描述，包括技术参数、运行历史、放射性物质的种类、存量和状态；
- b) 退役活动，包括退役实施的组织机构与职责；
- c) 退役废物的处理与处置；
- d) 退役目标；
- e) 时间安排；
- f) 资金筹措，退役资金应有序筹措，更新退役计划时应说明资金的筹措情况。

4.5 清查和移送放射源

为了减少退役实施期间的辐射危害，辐照装置退役开始前，首先清除、移送放射源，移送方案示例见附录 B。

4.5.1 清查放射源

- a) 清查自运行以来所有放射源的台账，严格做到帐、物相符；
- b) 通过测量贮源井水的放射性活度，确定井内放射源是否存在破损，如若破损，应一一进行鉴别，确定破损放射源；
- c) 根据台账将贮源井内所有放射源分为已到使用寿期的退役源和未到使用寿期的可继续使用的放射源。

4.5.2 移送放射源

- a) 退役放射源应根据合同返回生产厂，其运输由业主委托有资质的单位完成；
- b) 确实无法退回的放射源，应经审管部门批准，送往有资质废物库长期贮存；
- c) 移送放射源应使用经批准的合格容器；

- d) 可再利用的放射源应依法转让有资质的单位并办理合法转移手续和记录;
- e) 在清除退役放射源中, 发现破损放射源时, 应立即向审管部门报告, 并尽快通知该破损源的生产厂, 分析确定破损原因后返回生产厂。

4.6 环境影响评价

装置在退役前应编制环境影响评价文件, 内容应包括:

- a) 根据放射源台账或记录清查所有放射源, 确定其完整性;
- b) 放射源移送的去向及证明文件, 装运过程中的辐射监测(场所、容器和车辆表面的辐射监测记录, 退役人员的剂量监测报告)与评价, 说明对工作人员和公众的影响。
- c) 移出放射源后装置和环境的辐射水平现状, 如有污染, 被污染的贮源井水、井覆面、被污染的水处理系统、管道和设备的处理措施, 放射性废物的去向及其对公众和环境产生的辐射影响等;
- d) 在安全评估中应该分析在退役活动中有可能发生的放射性和非放射性的危害以及治理措施, 制定事故处理的应急响应计划;
- e) 终态辐射监测方案。

4.7 辐射防护和监测

4.7.1 退役过程中, 工作人员和公众的辐射照射应满足本导则规定的剂量约束值和剂量限值并保持在可以合理达到的尽量低的水平。有可能涉及辐射照射的工作应事先计划, 并估计可能的个人剂量和集体剂量。

4.7.2 应制定辐射监测计划, 对退役操作人员、工作场所、相关设备及部件和周围环境等进行监测。

4.7.3 辐射防护负责人应拥有必要的资源、工作能力和权限来完成辐射防护任务。

4.7.4 配备的辐射防护设备至少应包括:

- a) 辐射屏蔽设备，如长杆工具、局部铅屏蔽和通风等；
- b) 个人剂量计和个人剂量报警仪；
- c) 现场应配备表面污染监测仪和 γ 剂量率仪。

4.7.5 应按辐射水平对退役场所进行分区管理，划出控制区和监督区，并采取相应的防护措施。

4.7.6 搬运、包装和运输作业过程中应对工作人员、部件、废物和物料进行辐射水平监测。应防止松散污染物扩散。

4.7.7 应对退役过程中的关键节点进行辐射监测：

- a) 排水前井水的放射性水平；
- b) 排水前和排水期间井水表面的 γ 剂量率；
- c) 排水后井壁表面沾污、γ 剂量率；底泥的放射性水平（活度浓度）；
- d) 水处理系统相关管壁和材料的表面污染；操作工具、源架、容器的表面污染；周围环境的 γ 剂量率；
- e) 有污染的物料去污后的表面污染水平。

4.8 排水

4.8.1 在所有放射源移出后，应对贮源井水进行水质监测，当确定井水污染时，应采取过滤等措施减少井水放射性水平，直至其活度浓度低于 2.2.2 的控制值后，向省级环保部门申请，经批准后方可排放到污水管网。井水处理完后，应对操作工具及源架等表面、贮源井覆面及水处理系统循环回路内表面、管道内表面等进行去污。

4.8.2 贮源井水排放过程中，应随时对水面进行剂量率监测，以防止井内有遗留的放射源。

4.8.3 排水完成后，应对井底沉积物进行放射性监测，如果沉积物的 Co-60 的活度浓度满足 2.2.2 节要求方可解控，否则应按放射性废物处理。

4.9 去污

4.9.1 去污活动包括采用适宜的措施清除或减少管道和设备表面的放射性污染的活动。去污目标：

- a) 防止或减少对操作人员和其他人员的辐射危害；
- b) 使退役场所达到无限制开放；
- c) 尽可能使被污染的设备 and 部件达到解控水平。

4.9.2 应根据监测结果确定去污方案。当确定有放射源泄漏的情况下，应进行以下去污：

- a) 贮源井覆面和水处理系统循环回路的内表面；
- b) 源架及操作源的工具等表面。

4.9.3 对不同的去污过程选择不同的去污方法，并对去污技术的安全性和有效性进行评估。评估内容包括：

- a) 工作人员可能受照的剂量；
- b) 去污后能达到的目标；
- c) 估计在去污过程中新产生的废物数量、性质和活度；
- d) 对场内和场外环境造成任何可能的影响；
- e) 去污代价与预期利益比较。

4.10 拆除和拆毁

4.10.1 拆除和拆毁作业应达到以下要求：

- a) 把受到污染的设备、构筑物等与没有受到污染的分开，以减少工作人员在后续退役作业中受到辐射危害，减少废物产生量；
- b) 控制被拆除和拆毁物的尺寸，使之便于去污和搬运等作业。

4.10.2 在选择拆除和拆毁方案时，应考虑：

- a) 减少拆除和拆毁作业人员的受照剂量和工业安全；
- b) 所用拆除和拆毁技术和设备应简单可靠；
- c) 产生的放射性废物量最少。

- d) 尽可能使用经过验证的拆除技术；
- e) 尽量减少对邻近区域的不利影响；
- f) 确定运输废物的容器及相关装运作业和运输途径。

4.11 放射性废物管理

4.11.1 在水处理系统被污染的情况下，可利用去污、受控拆除、控制污染和分类管理等措施以及必要时采取行政管理手段，尽可能减少放射性废物量。

4.11.2 应制订废物管理计划，至少包括下列内容：

- a) 退役期间可能产生的放射性废物的来源、数量、种类和性质；
- b) 放射性污染物清洁处理后，解除监管控制的可能性；
- c) 设备和房屋场地重新使用和重复利用的可能性；
- d) 放射性废物的处理和最终去向；
- e) 放射性废物包装和运输的安全性；
- f) 从退役过程中产生的废物其来源和性质的可追溯性；
- g) 废物对工作人员、公众和环境的潜在影响。

4.12 应急

4.12.1 制定应急预案

应制定相应的应急处理措施，以减少在退役过程中事故或事件的后果。这些事件包括源的破损、放射性物质的洒落、水的污染、火灾、电源故障、设备故障、人为恶意破坏、工业安全、人员误照等。

4.12.2 应急处理

- a) 发生事故或有异常情况时应立即停止工作，查明情况；
- b) 确认有事故发生时，应立即启动应急预案；
- c) 在场地准备足够的灭火器，备有应急电源，运行人员要在现场值班巡视，监测仪表实地检测等。

4.13 安全保卫

4.13.1 安全保卫要求

- a) 禁止与退役无关的人员进入退役场所；
- b) 采取措施防止放射源丢失；
- c) 采取措施防止放射性废物或污染物（如井底污染沉积物、污染离子交换柱和过滤器筛盘等）丢失。

4.13.2 在退役期间，应制定防止人为破坏和人员误入以及放射性物质安全的保护措施。

4.13.3 通过划定区域、安装安全保卫装置、安排人员值守、实施放射性物质管理等保护措施。

4.14 文件管理

4.14.1 退役过程应该至少形成以下文件：

- a) 退役计划；
- b) 放射源的移送方案及其实施记录和文件；
- c) 环境影响评价文件及相关批准文件；
- d) 退役过程各关键点监测报告和终态辐射测量报告；
- e) 放射源与放射性废物（固、液体）的去向及相关备案文件；
- f) 退役期间发生的任何异常事件或事故的概述及处理结果；
- g) 退役总结报告。

4.14.2 文件管理

- a) 上述文件及其相关批准文件均应存档并长期保存；
- b) 退役放射源及放射性废物应具有可追溯性。

4.15 质量保证

4.15.1 在退役开始之前业主应该安排和启动一个适当的质量保证大纲。质量保证大纲必须包括：

- a) 按标准规定的基本要求，评定退役工作的细节；
- b) 退役的组织机构、职责、权限和接口；
- c) 管理措施，包括策划、进度安排和资源考虑。
- d) 退役实施过程中的质量监督及记录。

4.15.2 运行期间所有影响安全的重要系统、构筑物 and 部件的重大改变都应形成文件，供安排退役使用。

4.15.3 在清除和移送放射源期间形成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。

4.15.4 重要资料如放射性测量结果和个人监测数据应该根据需要向监管机构提供。

5 退役的完成

5.1 终态验收辐射监测报告

退役作业完成后应由有资质和授权的单位进行终态辐射监测，并出具监测报告。终态辐射监测报告是提出设施、场址解除监管控制申请的基础依据，报告中应包括这些测量数据文件，示例见附录 C。

5.2 退役总结报告

在退役完成的时候，业主应该编写退役总结报告，包括以下内容：

- a) 退役活动的概述；
- b) 退役各过程的监测结果（包括：底泥放射性核素活度浓度；去污前后井壁、源架、水处理系统材料及管道、操作工具等表面污染水平）；
- c) 放射源与放射性废物（固、液体）的去向及相关审批和备案文件；
- d) 退役中发生的事件或事故及处理情况；
- e) 经审批的环境影响评价文件；
- f) 结论。

5.3 验收

5.3.1 退役完成后,辐照装置的业主应依据相关规定向环境保护主管部门申请验收。

5.3.2 申请验收,应按相关规定提交以下文件:

- a) 验收申请;
- b) 退役总结报告;
- c) 终态验收辐射监测报告;
- d) 环境保护主管部门要求提交的其他材料。

5.3.3 环境保护主管部门根据提交的验收材料批准辐照装置的退役,解除设施和场址的监管控制。

附录 A 源项调查示例

被污染物名称		数 量		放射性水平	
		体积(m ³)	表面积(m ²)	浓度(Bq/m ³)	表面污染(Bq/m ²)
贮源井水					
贮源井底沉积物					
源架、假源棒 及其井内附件					
井覆面内表面					
倒源工具					
水 处 理 系 统	过滤器芯				
	活性炭、阴、 阳离子树脂 床				
	管道、贮水 罐内表面				
土壤					

附录 B 放射源移送方案示例

下面内容为放射源移送方案示例，包括 5 部分内容：

- 1 引言
- 2 装置描述
 - 2.1 场址和装置说明
 - 2.2 装置运行历史及退役原因
 - 2.3 放射源的清查
 - 2.3.1 放射源的种类、存量和状态的描述
 - 2.3.2 放射源的厂家、编码、放射性活度、根数、结构尺寸、生产日期、使用情况等
 - 2.3.3 对于存在假源棒的装置，应对假源棒逐一验证
 - 2.4 放射源的去向
- 3 移送前的准备
 - 3.1 退役实施的组织机构与职责
 - 3.2 转让或送贮审批
 - 3.3 资金准备
- 4 移送实施
 - 4.1 场所分区
 - 4.2 移取操作方案
 - 4.3 过程监测
 - 4.4 运输
 - 4.5 移送后的责任转移

移送的放射源运输应遵守《放射性物品运输安全管理条例》和国家标准 GB11806《放射性物质安全运输规程》的规定

- 5 应急考虑和安排

附录 C 退役终态验收辐射监测报告

下面为终态监测报告内容示例，包括 6 部分内容和附件：

- 1 装置名称
 - 2 装置描述
 - 2.1 装置类型和位置
 - 2.2 场址描述
 - 2.3 装置描述
 - 3 监测内容
 - 3.1 辐照室周围的环境辐射水平测量
 - 3.2 工作场所的辐射水平测量
 - 3.3 去污后拟再利用的部件和设备的放射性水平
 - 3.4 辐照室贮源井周围土壤放射性水平的测量
 - 3.5 退役实施人员的个人受照剂量的测量
 - 4 监测仪器和方法
 - 5 监测结果
 - 6 结论
 - 6.1 监测评价
 - 6.2 可接受性评定结论
- 附件 测量单位资质与人员资格

附录 D. 放射源情况登记表

序号	核素名称	出厂日期	出厂活度 (TBq)	生产国	标号	编码	破损情况	最终去向	移出日期	操作人	批准日期	批准人	备注
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													