

ICS

点击此处添加中国标准文献分类号

T/CIRA

团体标准

T/CIRA 0001 —2019

γ 辐照装置退役规范

Regulations for decommissioning of gamma irradiation facilities

（征求意见稿）

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

中国同位素与辐射行业协会 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 总则 2

5 退役目标 2

6 退役实施 3

7 竣工环境保护验收 9

8 解控和开放 10

附录 A（资料性附录） 放射源信息调查示例 11

附录 B（资料性附录） 放射性污染物调查内容示例 12

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由中国同位素与辐射行业协会提出。

本标准由核工业标准化研究所归口。

本标准起草单位：北京三强核力辐射工程技术有限公司、北京国原新技术有限公司、中核同兴(北京)核技术有限公司、北京北科核源科贸有限公司、陕西方圆高科实业有限公司、黑龙江省科学院技术物理研究所、上海金鹏源辐照技术有限公司。

本标准主要起草人：。

γ 辐照装置退役规范

1 范围

本标准规定了 γ 辐照装置退役的目标、源项调查、放射源移送、环境影响评价、辐射防护和监测、排水、去污、放射性废物管理、竣工环境保护验收、解控和开放等阶段的要求。

本标准适用于 γ 辐照装置的退役，凡涉及到贮源井水及水处理系统的相关内容仅适用于湿法贮源 γ 辐照装置（包括水下 γ 辐照装置）的退役。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 10252 γ辐照装置的辐射防护与安全规范
- GB 17568 γ辐照装置设计建造和使用规范
- GB 18871 电离辐射防护与辐射源安全基本标准

3 术语和定义

本文件采用以下定义。

3.1

γ 辐照装置 gamma irradiation facilities

利用γ射线通过安全可靠的辐射加工工艺对物品和材料进行加工的装置。

3.2

γ 辐照装置退役 decommissioning of gamma irradiation facilities

γ辐照装置退役是为了解除辐照装置的全部监管控制达到场址无限制开放所采取的技术活动，是环境保护的一项重要措施。

3.3

辐照室 irradiation room

辐照装置内由辐射屏蔽体围封着、进行辐射加工且在工作状态时由于安全联锁措施人员不能进入的空间。

3.4

源项调查 radioactive source term investigation

源项调查是对退役活动的实际边界、放射源情况、污染情况、废物积存情况和放射性水平等做调查。

3.5

放射性废物 radioactive waste

放射性废物是指含有放射性核素或者被放射性核素污染，其活度浓度大于国家确定的解控水平，预期不再使用的废弃物。

3.6

解控废物 uncontrolled waste

废物中放射性核素的活度浓度极低，满足豁免水平或解控水平，不需要采取或者不需要进一步采取辐射防护控制措施。解控废物不属于放射性废物。

3.7

去污 decontamination

去污是采用适宜的措施清除或减少管道、设备、墙壁、地面等表面的放射性污染的活动。

4 总则

4.1 γ 辐照装置退役工作应遵循辐射防护三原则和一般工业安全防护原则。退役过程中应全面分析退役期间的潜在危害，制定并采取安全防护措施，保护工作人员和公众安全。

4.2 按辐射水平对 γ 辐照装置退役工作场所进行分区管理，对退役过程的各个阶段进行辐射监测并做好记录。

4.3 根据国家相关法律法规要求处理处置废旧放射源，放射性废物处理和处置工作应遵循废物最小化原则。

4.4 辐照装置在设计、建造和运行各阶段都应考虑采取便于退役的各项措施。

4.5 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，应向主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，其构筑物和安全防护设施均满足 GB 17568《 γ 辐照装置设计建造和使用规范》和 GB 10252《 γ 辐照装置的辐射防护与安全规范》的要求，方可延期运行。对无法修复或改造的装置，或改造后仍不符合上述标准和有关安全规定的装置应强制其退役。

4.6 退役场址拟向公众开放时，其中的构筑物、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。

5 退役目标

5.1 个人剂量约束值

在装置退役实施过程中，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，在整个退役过程中其剂量约束值为 5mSv。

- b) 辐照退役场址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。

5.2 清洁解控水平

退役场址内所有物品应达到以下水平, 方可解控:

- a) 贮源井水向污水管网排放时, 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 1×10^5 Bq。
- b) 对仅有表面污染的物件 (如被污染的源架、井衬、井覆面、地面、水处理系统中的管路和设备等), 表面 β 污染解控水平为 0.8Bq/cm², 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 100cm²、设备取 300cm²。
- c) 参与退役的工作人员衣服、体表及退役工作所使用的设备、工具等表面 β 污染应控制在 GB18871 中规定的表面污染水平。
- d) 贮源井底沉积物的活度浓度解控水平推荐值为:
 - 1) ^{60}Co : 10Bq/g (^{60}Co γ 辐照装置);
 - 2) ^{137}Cs : 10Bq/g (^{137}Cs γ 辐照装置)。
- e) 土壤 (混凝土) 活度浓度解控水平推荐值为:
 - 1) ^{60}Co : 0.03Bq/g (^{60}Co γ 辐照装置);
 - 2) ^{137}Cs : 0.1Bq/g (^{137}Cs γ 辐照装置)。
- f) 固体废物量为 3t 以下者 (包括纯水过滤介质), 其活度浓度解控水平推荐值为:
 - 1) ^{60}Co : 10Bq/g (^{60}Co γ 辐照装置);
 - 2) ^{137}Cs : 10Bq/g (^{60}Co 、 ^{137}Cs γ 辐照装置)。

6 退役实施

6.1 概述

γ 辐照装置退役实施过程中的关键控制点包源项调查、放射源移送、环境影响评价、辐射防护和监测、排水、去污、放射性废物管理、竣工环境保护验收等。

6.2 组织机构和人员资质

6.2.1 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。

6.2.2 人员资质

γ 辐照装置的退役工作的具体实施应由具有专业知识和经验的人员负责:

- a) 在组织实施退役的队伍时, 退役总指挥一般为单位负责人, 操作人员应具备丰富退役实践经验, 另外还要配备辐射安全与环境监测、安全保卫、运输以及后勤保障等人员; 除了退役实施单位工作人员外, 应吸收业主单位装置运行阶段的关键工作人员参与, 协助退役工作。

- b) 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,以便有能力安全地完成指派给他们的工作。具备辐射防护中级培训证书资格以上的人员方可参与退役工作。

6.3 运行历史资料收集

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) 装置原设计工程图纸,包括设计的变更及重要修改的细节;
- b) 业主辐射安全许可证,装置建造时的环境影响评价文件;
- c) 水井中曾存放过的和现有放射源记录,包括放射源的采购记录、放射源编码、放射源退役或转让记录;
- d) 贮源井水检测报告,包括每次倒装源后井水水质和场所的检测报告以及近3年来的检测报告;
- e) 个人剂量监测报告,包括每次倒装源后工作人员个人剂量监测报告以及近3年来的监测报告;
- f) 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;
- g) 设备安全检查文件,包括近3年定期的和倒源后的安全联锁检查以及监管部门的例行检查意见。

6.4 源项调查

6.4.1 概述

源项调查应贯穿退役的全过程。源项调查应查清历史上使用的放射源和现有放射源情况、初步确定水井是否污染及污染程度、辐照装置是否存在放射性沾污、是否存放放射性废物;并对现有放射源进行分类计算其活度,估算退役可能产生的放射性废物量。

6.4.2 调查范围

调查范围为辐照室外围50m的区域。除对周围环境和 workplaces 进行普遍检测调查外,应针对性地对辐照室及附属房间进行源项调查。主要包括贮源井水、井底沉积物、源架、假源棒、井内附件、井覆面内表面、倒源工具、水处理系统、土壤等的放射性水平。

6.4.3 调查内容

调查辐照装置运行历史和现状,主要了解放射源使用历史与现状,放射源调查内容见附录A,放射性污染物调查的内容见附录B。确认贮源井内放射源情况,是否有副井,副井内是否存放有放射源,贮源井内的放射源是否破损。清查放射源台账,做到帐物相符。放射源要重点调查以下内容:

- a) 历史使用放射源的来源、去向、种类、数量及其相关证明材料;
- b) 现有放射源的产地、出厂日期、种类、数量、活度、编码、标号等,并将已到使用寿命期和未到使用寿命期的放射源进行分类。

6.5 退役方案

装置退役应制定退役技术方案,退役实施单位应按照本标准和国家其他法律法规的要求制定科学合理的退役技术方案,退役实施单位应持有相应的资质证书和质量体系认证证书,以保证退役工作可以安全地完成。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) 退役实施的组织机构与职责,技术负责人应具有辐射工程工作经验丰富的高级工程师或注册核安全工程师担任;
- c) 预估废物的种类与数量;
- d) 放射源及放射性废物的处理与处置;
- e) 贮源井水的检测与排放;
- f) 辐射防护与监测;
- g) 环境影响评价与竣工环境保护验收;
- h) 去污措施;
- i) 其他废物的处理与处置,尤其是危险废物离子交换树脂的处理与处置;
- j) 安全保障措施、质量保障措施、应急预案;
- k) 退役目标与时间安排。

6.6 移送放射源

6.6.1 制定操作规程

对辐照装置现场进行踏勘,根据实际情况拟定放射源移送操作技术规程。规程中应设立领导小组,落实倒源工作人员并明确职责,制定适宜的放射源移送操作步骤、辐射安全与环境监测、安全保卫、运输及后勤保障等。

6.6.2 放射源移送

放射源的移送应根据其实际情况分类分别进行处理:

- a) 根据国家相关法律法规的要求,退役放射源经主管部门审批后,将废旧放射源交回生产单位或者返回原出口方并进行备案;
- b) 确实无法交回生产单位或者返回原出口方的,送交具备相应资质的放射性废物集中贮存单位;
- c) 具有再利用价值的放射源可依法转让至有使用资质的单位,并按国家相关法律法规办理转让审批手续和备案;
- d) 放射源倒装前后应分别对贮源井水放射性水平进行检测,确认放射源未破损或泄露;
- e) 放射源的运输应使用经批准的合格容器,并具备相应的放射源运输核与辐射安全分析报告书,其运输应委托有资质的单位完成;
- f) 放射源启运前,运输容器需经有资质的单位进行辐射监测,并在当地主管部门备案后方可启运;
- g) 在退役过程中,若发现有破损放射源时,应立即向当地主管部门报告,并尽快通知该破损源的生产单位,分析确定破损原因并经一定的处理后返回生产单位。

6.7 贮源井水排放

6.7.1 井水检测

在所有放射源移出后,委托有资质的单位对贮源井水进行检测并出具检测报告,应对水井的上、中、下三层分别提取水样,检测内容包括: ^{60}Co (^{137}Cs) 活度浓度。

6.7.2 井水排放

贮源井水的排放 γ 辐照装置退役的关键环节之一,应按照以下流程进行:

- a) 井水检测结果在 5.2 节的控制限值以下水平时,向当地主管部门申请,经批准后排放到城市污水管网。

- b) 井水检测结果在 5.2 节的控制限值以上水平时,采取过滤等措施减少井水放射性水平,直至其活度浓度达到 5.2 节的控制限值后,向主管部门申请,经批准后排放到城市污水管网。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。
- c) 贮源井水排放过程中,随时对水面进行剂量率监测,以防止井内有遗留的放射源。
- d) 排水完成后,应使用不少于 3 倍排放量的水对排放口进行冲洗。

6.8 辐射防护和监测

6.8.1 一般要求

辐射防护和监测应符合以下要求:

- a) 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。开展辐射监测应制定辐射监测计划;
- b) 应委托有资质的单位进行辐射监测,并出具监测报告;
- c) 应选取具有代表性的监测样品和点位布设;
- d) 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;
- e) 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,防止松散污染物扩散。

6.8.2 监测范围和对象

6.8.2.1 监测范围为辐照室外围 50m 的区域。

6.8.2.2 应对退役操作人员、工作场所、相关设备及部件和周围环境等进行监测。

6.8.2.3 退役场址内设置关键监测点,监测点位至少应包括辐照室内、贮源井周围、迷道、防护门口、控制室、水处理间等。

6.8.2.4 监测对象包括倒装源过程中的放射性水平、排水前井水的放射性水平、排水前和排水期间井水表面的 γ 剂量率、排水后井壁表面沾污水平、井底沉积物的放射性水平(活度浓度)、水处理系统相关管壁和材料的表面污染、操作工具的表面污染、源架的表面污染、容器的表面污染、周围环境的 γ 剂量率、有污染的物料去污后的表面污染水平。

6.8.3 土壤、贮源井底沉积物、纯水过滤介质检测

6.8.3.1 检测内容为土壤(混凝土)、贮源井沉积物、纯水过滤介质中的 ^{60}Co 或 ^{137}Cs 活度浓度。

6.8.3.2 土壤(混凝土)样品从贮源井底部和辐照室外分别选取。

6.8.3.3 贮源井沉积物从井底取出,如果沉积物较少,可使用取样纸或纱布擦拭井底与井壁后送检。

6.8.3.4 纯水过滤介质取交换柱入口处的树脂或活性炭。

6.8.4 个人剂量监测

个人剂量监测是对正常和异常操作情况下所接受剂量当量的估算,其应满足以下要求:

- a) 现场辐射工作人员应正确配带个人剂量计和个人剂量报警仪;
- b) 辐射监测人员应根据现场 γ 剂量率水平和个人剂量报警仪数据合理安排工作人员的工作时间;

- c) 退役过程中, 辐射工作人员的个人剂量计除了常规检测外, 应在放射源移送后和退役工作完成后分别进行检测。

6.8.5 监测工具

配备的辐射监测设备和至少应包括: 个人剂量报警仪、个人剂量计、 γ 辐射仪、表面污染检测仪等。上述设备和仪器应按期检定或正常有效。

6.9 环境影响评价

根据国家相关法律法规要求, γ 辐照装置的退役应编制环境影响评价文件, 并提交主管部门审批。若贮源井水符合5.2节的控制限值要求, 排水后再进行环境影响评价文件评审; 否则, 先进行环境影响评价文件评审, 再将井水处理达标后排放。环境影响评价文件主要包括以下内容:

- a) 退役项目概况;
- b) 评价目的、范围 and 环境保护目标;
- c) 项目所在地自然环境社会环境状况;
- d) 历史放射源的去向和证明文件, 现有放射源的清查及移送;
- e) 辐射环境和退役场址监测;
- f) 退役技术方案;
- g) 退役环境影响分析;
- h) 结论与建议。

6.10 去污

6.10.1 根据监测结果, 若发现有放射性污染, 应采取去污措施直至达到 5.2 节的控制限值要求。去污方案应根据污染情况确定, 对待不同的污染选择不同的去污方法, 并对去污方案的安全性和有效性进行评估。

6.10.2 去污的目标应明确, 并具有可实现性:

- 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和部件达到解控水平。

6.10.3 去污应采取适当的方法进行评价, 包括以下内容:

- 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。

6.11 废物管理

退役过程中产生废物的处理处置应符合以下要求:

- a) 放射性废物应送交城市放射性废物库贮存;
- b) 废树脂应送交专门从事该类废物处理的单位处理处置;
- c) 对于退役场址内的设备与用品, 解控后可作普通物件使用, 但不可用于炊具;
- d) 贮源井底沉积物、地面、墙面等解控废物作为普通废物处理;

- e) 其他无污染的废物如建筑垃圾等可按一般废物处理。

6.12 安全管理

在 γ 辐照装置退役的整个过程中，都应该注重安全管理：

- a) 退役单位应对可能存在的工业安全问题仔细研究并制定安全计划及应急措施；
- b) 退役活动中涉及到的吊装作业等特殊工种工作时，应持证操作并按其行业相关要求安全作业。

6.13 安全保卫

在 γ 辐照装置退役的各个阶段应始终坚持“安全第一、预防为主”，安保措施要贯穿于辐照装置退役的整个过程：

- 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。
- d) 在退役期间，采取防止人为破坏和人员误入以及确保放射性物质安全的保护措施。
- e) 在控制区和监督区布设警戒线，并挂放射性标识；在控制室安排专人 24 小时值守，发现不明人员时，保卫人员立刻发出警告阻止进入；在辐照室门口张贴“无关人员禁止入内”标语，防止无关人员私自进入现场。另外，工作人员离开现场时，必须锁好辐照室门。

6.14 文件管理

6.14.1 退役过程应该至少形成以下文件：

- a) 退役技术方案，应包括应急预案；
- b) 放射源的移送记录和相关备案文件；
- c) 退役过程中各关键点的检（监）测报告；
- d) 贮源井水排放的主管部门批复文件和排放过程证明材料；
- e) 环境影响评价文件及相关批复文件；
- f) 放射性废物（固、液体）的去向及相关备案文件；
- g) 终态环境保护验收监测报告及审查文件；
- h) 退役期间发生的任何异常事件或事故的概述及处理结果；
- i) 退役总结报告。

6.14.2 文件保管应达到以下要求：

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

6.15 质量保证

为了保证 γ 辐照装置退役工作质量，确保工作人员、公众和环境的安全，在退役工作开始之前业主应该制定适当的质量保证措施：

- a) 退役的组织机构、职责、权限和接口；
- b) 管理措施，包括策划、进度安排和资源考虑；
- c) 定期对仪器设备的可用性、工具的适用性进行检查；
- d) 退役实施过程中的质量监督及记录。

6.16 应急

6.16.1 应急预案

为保证所有人员了解事故危害并熟悉应急响应的各项要求，应在退役实施前编制应急预案，一旦发生事故，能立即按应急规程进行操作避免事故进一步扩大。应急预案主要包括以下内容：

- a) 应急指挥部及人员组成；
- b) 应急设备；
- c) 应急类型及处理措施；
- d) 应急响应程序；
- e) 现场安保措施；
- f) 文件管理。

6.16.2 应急行动

一旦在 γ 辐照装置退役期间发生事故或小事件时，应根据情况采取必要的措施保护人员和环境安全：

- 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) 在事故应急处理时要控制放射性污染，并确保现场辐射环境安全，事故调查与处理过程要详细记录；
- d) 事故中受照人员的处理及医疗处置等，应按照相关规定及时、科学处理；事故及处理过程中产生的污染物应按有关规定处理；
- e) 业主单位应配置必需的应急监测仪器设备及物资，并保证在应急情况下可以正常使用；
- f) 参与应急处理的人员应携带个人剂量报警仪，佩带个人剂量计，操作全过程要有辐射防护人员进行监测记录，采取有效措施控制受照剂量。

7 竣工环境保护验收

7.1 终态环境保护验收监测报告

退役工作完成后应由业主自行或委托有能力的单位开展竣工环境保护验收，并编制终态环境保护验收监测报告表，相关数据的监测应委托有资质的单位进行。若是委托验收，不得委托本项目环境影响评价的单位。终态环境保护验收监测报告是判定设施、场址解除监管控制的依据，报告中应包括以下内容：

- a) 退役装置概况描述，包括环境影响评价情况；
- b) 退役场址环境辐射水平测量，去污后拟再利用的部件和设备的放射性水平，贮源井底部和辐照室外土壤（混凝土）、井底沉积物、离子交换树脂放射性水平的测量，退役实施工作人员的受照剂量的测量；
- c) 监测所用仪器、方法和结果；
- d) 监测结论。

7.2 退役总结报告

在退役完成后，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：井底沉积物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) 环境影响评价的结论及审批文件。

7.3 验收

辐照装置的业主应依据相关规定进行竣工环境保护验收。验收过程包括退役项目场址踏勘和文件审查，并形成验收意见。审查文件包括：

- a) 终态环境保护验收监测报告；
- b) 退役总结报告。

7.4 登记备案

验收工作完成后，业主自行在全国建设项目竣工环境保护验收信息平台进行登记备案。

7.5 辐射安全许可证注销或变更

竣工环境保护验收后，业主向主管部门递交申请材料，注销或变更辐射安全许可证。

8 解控和开放

退役场址经验收达到无限制开放使用要求后，业主单位可根据情况将设备、构筑物等进行拆除，拆除过程应安全作业并进行辐射防护监测；也可不拆除换作它用。

附 录 A
(资料性附录)
放射源信息调查示例

放射源信息调查示例见图 A. 1。

序号	核素	出厂日期	出厂活度(Bq)	生产国	标号	编码	来源	去向	备注
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									

图A. 1 放射源信息调查示例

附 录 B
(资料性附录)
放射性污染物调查内容示例

放射性污染物调查内容示例参见图 B. 1。

源项		数量		放射性水平	
		体积 (m³)	表面积 (m²)	浓度 (Bq/m³)	表面污染 (Bq/m²)
贮源井水			—		—
土壤、贮源井底沉积物			—		—
源架、井壁、井覆面		—		—	
辐照室地面、墙壁		—		—	
倒源工具		—		—	
水处理系统	离子交换树脂		—		—
	管道、贮水罐内表面	—		—	

图B. 1 放射性污染物调查内容示例