

非密封放射性工作场所退役辐射水平调查

张 锐, 周海强*

新疆辐射环境监督站, 新疆 乌鲁木齐

收稿日期: 2022年9月4日; 录用日期: 2022年10月3日; 发布日期: 2022年10月10日

摘 要

本文以石油测井公司退役场所为研究对象调查其辐射环境影响, 包括退役场所的集装箱式非密封放射性同位素库及周围衰变池(蒸发池)等周围区域的 γ 辐射水平和表面沾污。结果表明, 按照公司退役方案进行实施的集装箱式非密封放射性同位素库内遗留的设备和用品满足清洁解控的要求。退役过程中原则上不会产生放射性废物, 因此退役过程中不会对工作人员和环境造成辐射影响。

关键词

非密封, 放射性, 退役场所, 辐射环境, 集装箱

Investigation on Radiation Level of Decommissioning in Unsealed Radioactive Workplaces

Rui Zhang, Haiqiang Zhou*

Xinjiang Radiation Environment Supervision Station, Urumqi Xinjiang

Received: Sep. 4th, 2022; accepted: Oct. 3rd, 2022; published: Oct. 10th, 2022

Abstract

This paper takes the decommissioning site of petroleum logging company as the research object to investigate the radiation environmental impact, including the containerized unsealed radioisotope library and the surrounding decay pool (evaporation pool) in the decommissioning site γ radiation levels and surface contamination. The results show that the equipment and supplies left in the container type unsealed radioisotope library implemented according to the company's decommissioning plan meet the requirements of cleaning and decontrol. In principle, no radioactive

*通讯作者。

waste will be generated during the decommissioning process, so there will be no radiation impact on staff and the environment during the decommissioning process.

Keywords

Unsealed, Radioactivity, Decommissioning Site, Radiation Environment, Container

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



1. 项目背景

中国石油集团测井有限公司塔里木分公司前身是中国石油集团测井有限公司塔里木事业部, 是中国石油测井有限公司所属正处级驻疆单位, 是为塔里木油田提供放射性测井技术服务为主的技术、人才和资金密集型现代高新技术石油企业。2017年12月中国石油集团测井有限公司改革重组, 将中国石油集团测井有限公司西南分公司、新疆分公司、大庆分公司、辽河分公司、天津分公司目前在塔里木区域运行的业务全部划归塔里木分公司, 所有资产由塔里木分公司统一租赁、统一管理。

由于中国石油集团测井有限公司的改革重组, 为了统一管理各个分公司在塔里木的放射性同位素测井工作, 公司决定将原塔里木事业部的1座撬式移动放射源暂存库、1座集装箱式非密封放射性同位素库统一搬迁至巴州轮台县红桥开发区的塔里木项目部内, 故原集装箱式非密封放射性同位素库将实施退役。

为了掌握新疆放射性同位素示踪测井中非密封放射源退役过程对环境和人员造成的辐射危害, 建立放射性同位素测井退役辐射环境影响评价方法, 为今后开展此类项目辐射环境影响评价提供方法借鉴。本文将对非密封放射源 ^{131}I 、 ^{131}Ba 和 $^{131\text{m}}\text{In}$ 的退役流程及调查内容, 开展环境表面污染、 γ 剂量率水平调查, 对调查结果进行客观评价。

2. 退役集装箱式非密封放射性同位素库运营期核素使用情况

库内存放非密封性放射性物质3种, 其中Ba-131和I-131为丙级非密封物质使用场所、In-131为乙级非密封物质使用场所, 用于在塔里木项目部进行测井工作, 同时该库配有衰变池用于存放放射性废液。退役集装箱式非密封放射性同位素库运营期核素 ^{131}I 、 ^{131}Ba 和 $^{131\text{m}}\text{In}$, 使用情况见表1。

Table 1. Use of decommissioned unsealed radioisotopes in operation period

表 1. 退役非密封放射性同位素在运营期使用情况

核素名称	活动种类	理化性质	使用场所	日等效最大操作量(Bq)	年最大用量(Bq)	贮存方式与地点
钡-131	丙级	颗粒	野外	1.48E+6	3.7E+11	集装箱式非密封放射性同位素库
碘-131	丙级	颗粒	野外	1.48E+6	3.7E+11	
铟-113m	乙级	液体	野外	3.7E+7	3.7E+11	

退役集装箱式非密封放射性同位素库主要由沐浴间、清洁区和封装室三部分构成, 其中封装室内有分装通风箱、手动操作台、非密封放射源储存箱, 自动清洗机, 洗手台, 废物回收箱等, 内部结构图见图1。

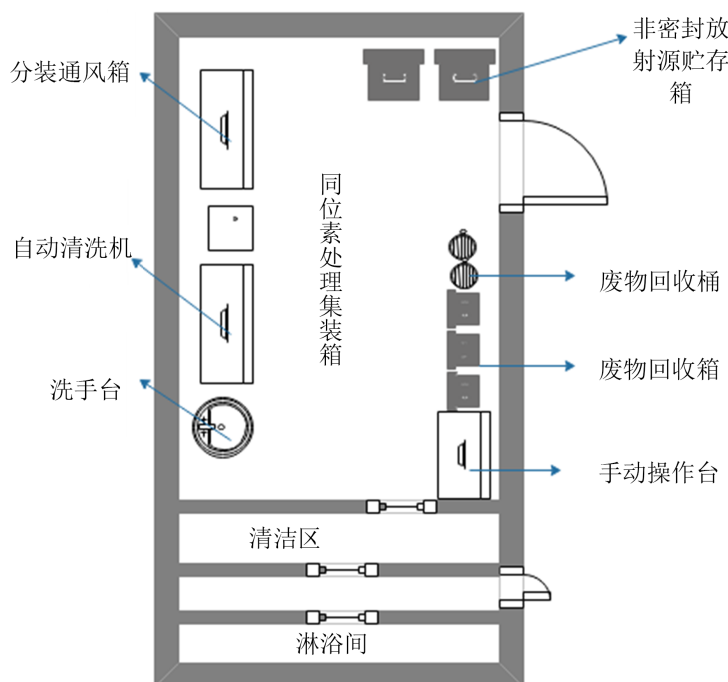


Figure 1. Internal structure of decommissioned container type unsealed radioisotope library

图 1. 退役集装箱式非密封放射性同位素库内部结构图

3. 退役流程

根据非密封放射性同位素库工作场所的运行情况和项目特点, 为安全实施该工作场所退役工作, 公司制定的退役总体原则是: 退役非密封放射性同位素应用的开放性核素, 可能产生放射性污染, 可采取封存场所、放置衰变的方法使其自然衰变, 使非密封放射性同位素所有放射性工作场所、设备和用品等残留的放射性同位素衰变殆尽, 最终使非密封放射性同位素库原址达到无限制开放使用要求。

退役总体方案包含以下内容:

1) 组织领导。非密封放射性同位素放射性工作场所退役工作在辐射安全与环境保护管理领导小组的领导下, 共同组织实施。

2) 时间安排。建议划分三个阶段: a) 退役准备阶段; b) 退役实施阶段, 场所内可能存在污染位置和设施在搬迁时工作人员佩戴个人剂量报警仪, 同时非密封放射性同位素工作人员人员在实施过程中使用剂量仪实时检测, 发现异常立即停止拆除。c) 退役验收阶段, 委托有资质的单位进行工作场所验收监测, 满足标准后自行组织验收, 验收会议完成后场所可以无限制开放使用。

3) 污染去除方法。采用封存自然衰变的方式, 一旦发现工作场所和设备等受到放射性污染, 立即进行去污处理。

4) 放射性废物处置方案。根据放射性废物最小化原则, 采取暂存衰变的方法, 最终进行清洁解控处理。

5) 个人防护。进入控制区人员穿戴个人防护用具(工作服, 一次性帽子、口罩、鞋套、手套等), 佩戴个人剂量计。

6) 验收监测。实施完成之后, 委托有资质的监测机构对工作场所及遗留的设备和用品的表面污染、 γ 剂量率水平进行监测。

4. 调查内容

根据该项目辐射为能量流污染的特征, 以及传播与距离相关的特性, 确定本项目调查范围为集装箱式非密封放射性同位素库及周围衰变池(蒸发池)等周围区域。

场所退役需要考虑的主要内容包括:

- ① 退役辐射工作场所的放射性污染物全部进行妥善处理;
- ② 退役辐射工作场所内其它相关设施、材料再利用严格执行相关的控制标准(工作场所中的设备与用品等的表面污染解控水平为 0.8 Bq/cm^2);
- ③ 退役辐射工作场所恢复正常的环境辐射水平, 达到无限制开放使用的程度。

退役工作流程:

- ① 首先进行拟退役场所的源项调查, 摸清退役场所的污染源项和现状污染水平;
- ② 其次根据源项调查结果, 分类进行处理和处置(包括表面去污和废物处理, 以及未污染设备和物品的处置等);
- ③ 再进行工作场所辐射水平监测(表面污染、 γ 辐射剂量率等);
- ④ 最后进行验收监测。

5. 监测设备

由于此次调查监测因子为 γ 辐射水平和表面沾污, 故采用 X、 γ 辐射仪和 α 、 β 表面污染仪, 具体参数型号见表 2。

Table 2. Use of monitoring instruments

表 2. 监测仪器使用情况

仪器型号及名称	AT1121 型 ATOMTEX 辐射仪	PAM-170C 型 α 、 β 表面污染仪
仪器编号	44362	1700523
检定证书编号	检定字第 201805001296 号	2019H21-20-1746320001
检定有效期	2018.05.15~2019.05.14	2019.03.13~2020.03.12

6. 质量保证措施

- 1) 合理布设监测点位, 保证各监测点位布设的科学性和可比性;
- 2) 监测方法采用国家有关部门颁发的标准, 监测人员经考核合格并持有合格证书上岗;
- 3) 监测仪器每年定期经计量部门检定, 检定合格后方可使用;
- 4) 每次测量前、后检查仪器的工作状态是否正常, 并用检验源对仪器进行校验;
- 5) 由专业人员按操作规程操作仪器, 并做好记录;
- 6) 报告严格实行三级审核制度, 经校对、审核, 最后审定。

7. 监测结果

按照《辐射环境监测技术规范》(HJT61-2001) [1]、《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》(GB14583-1993) [2]和《表面污染测定第 1 部分: β 发射体(最大 β 能量大于 0.15 MeV)和 α 发射体》(GB/T 14056.1-2008) [3], 对中国石油集团测井有限公司塔里木分公司拟退役的集装箱式非密封放射性同位素库现状进行了 γ 辐射水平和 α 、 β 表面污染的监测, 具体监测结果见表 3 和表 4。

Table 3. List of γ radiation level monitoring points and results**表 3.** γ 辐射水平监测布点及结果一览表

序号	测点位置描述		测量结果 (nSv/h)
1	非密封放射性工 作场所拟退役区 域	非密封放射性工作场所拟退役区域(东侧)	112
2		非密封放射性工作场所拟退役区域(南侧)	109
3		非密封放射性工作场所拟退役区域(西侧)	110
4		非密封放射性工作场所拟退役区域(北侧)	111
6	拟退役集装箱式 非密封放射性同 位素库	拟退役集装箱式非密封放射性同位素库 1	125
7		拟退役集装箱式非密封放射性同位素库 2	131
8		拟退役集装箱式非密封放射性同位素库 3	129
9		拟退役集装箱式非密封放射性同位素库 4	132
10		拟退役集装箱式非密封放射性同位素库 5	124
11		拟退役集装箱式非密封放射性同位素库 6	136
12		拟退役集装箱式非密封放射性同位素库 7	126
13		拟退役集装箱式非密封放射性同位素库 8	131
14		拟退役集装箱式非密封放射性同位素库 9	128
15		拟退役集装箱式非密封放射性同位素库 10	120
16	衰变池(蒸发池)	衰变池(蒸发池) (东侧)	119
17		衰变池(蒸发池) (南侧)	126
18		衰变池(蒸发池) (西侧)	124
19		衰变池(蒸发池) (北侧)	131
20		衰变池(蒸发池) (中间)	130

Table 4. Monitoring results of α, β surface pollution status**表 4.** α, β 表面污染现状监测结果

序号	测点位置描述	测量结果	
		α (mBq/cm ²)	β (mBq/cm ²)
1	网格布点 1	0.00	19.8
2	网格布点 2	0.00	20.6
3	网格布点 3	0.00	18.6
4	网格布点 4	0.00	21.3
5	网格布点 5	0.00	20.6
6	网格布点 6	0.00	21.8
7	网格布点 7	0.00	22.6
8	拟退役非密封放射性工 作场所	网格布点 8	0.00
9		网格布点 9	0.00
10		网格布点 10	0.00
11		网格布点 11	0.00
12		网格布点 12	0.00
13		网格布点 13	0.00
14		网格布点 14	0.00
15		网格布点 15	0.00
16	网格布点 16	0.00	22.4

8. 环境现状调查结果的评价

由表 3 的测量结果来看, 现场检测位于中国石油集团测井有限公司塔里木分公司厂区退役非密封放射性工作场所区域周围环境中 X- γ 辐射水平为: 109~136 nSv/h, 满足《油(气)田非密封型放射源测井卫生防护标准》GBZ118-2002 中 4.2.4 “室内人员活动区域内的空气比释动能率不得超过 25 $\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ ”的要求[4]。

由表 4 的测量结果来看, 拟退役非密封放射性工作场所区域内 α 表面沾污水平为: 0.00 mBq/cm², β 表面污染水平为: 18.6~23.6 mBq/cm², 满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中表 B11, 非密封放射性工作场所内工作台、设备、墙壁、地面控制区内: α 放射性物质 $\leq 4 \times 10 \text{ Bq/cm}^2$, β 放射性物质 $\leq 4 \times 10 \text{ Bq/cm}^2$, 监督区 α 放射性物质 $\leq 4 \text{ Bq/cm}^2$, β 放射性物质 $\leq 4 \text{ Bq/cm}^2$ 的要求[5]。

9. 总结

通过查阅资料, 国内非密封放射性同位素工作场所退役项目大部分是固定场所的退役, 比如医院的核医学科工作场所或者石油行业的暂存库, 本文探讨退役的工作场所是集装箱, 这是有别于目前已有非密封放射性同位素工作场所退役的特殊之处, 这也为今后非密封放射性同位素工作场所集装箱类型的退役辐射环境影响评价方法提供了借鉴。

本项目退役场所为非密封放射性同位素工作场所, 退役废物主要考虑的为固体设施(非密封放射性同位素库的各个房间地面和各个房间内配套的设施、设备)和衰变池、蒸发池等[6]。对非密封放射性同位素库内部和衰变池、蒸发池原址周围进行污染水平检测, 无污染作为非放射性工作场所无限制开放使用; 有污染进行封存衰变, 然后再次进行检测, 无污染作为非放射性工作场所无限制开放使用。

根据现状检测结果可知, 新疆中国石油集团测井有限公司塔里木分公司拟退役集装箱式非密封放射性同位素库可直接作为非放射性工作场所无限制开放使用, 集装箱式非密封放射性同位素库内遗留的设备和用品满足清洁解控的要求。退役过程中, 原则上不会产生放射性废物, 因此退役过程中不会对工作人员和环境造成辐射影响。

参考文献

- [1] 国家环境保护总局. HJT61-2001 辐射环境监测技术规范[S]. 北京: 中国标准出版社, 2001.
- [2] 国家环境保护总局. GB14583-1993 环境地表 γ 辐射剂量率测定规范[S]. 北京: 中国标准出版社, 1993.
- [3] 国家质量监督检验检疫总局. GB/T 14056.1-2008 表面污染测定第 1 部分: β 发射体(最大 β 能量大于 0.15 MeV)和 α 发射体[S]. 北京: 中国质检出版社, 2008.
- [4] 中华人民共和国卫生部. GBZ 118-2002 油(气)田非密封型放射源测井卫生防护标准[S]. 北京: 中国标准出版社, 2002.
- [5] 国家质量监督检验检疫总局. GB18871-2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准[S]. 北京: 中国标准出版社, 2002.
- [6] 王蕾, 刘卫东, 秦欢. 某乙级非密封放射性物质操作场所环境保护竣工验收监测[J]. 中国辐射卫生, 2015(5): 536-539.