

# 核技术利用建设项目

## 福建省福清市医院 老院区核医学科工作场所退役项目 环境影响报告表

(公开版)



福建省福清市医院

二〇二六年三月

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称	福建省福清市医院老院区核医学科工作场所退役项目				
建设单位	福建省福清市医院				
法人代表	林*忠	联系人	杨*	联系电话	189****2311
注册地址	福建省福清市清荣大道 267 号				
项目建设地点	福建省福清市清荣大道 112 号福建省福清市医院老院区				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资（万元）	**	项目环保投资（万元）	**	投资比例（环保投资/总投资）	**%
项目性质	<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建    （扩建    （其他			占地面积（m <sup>2</sup> ）	**
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类   （V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	（I类（医疗使用）   （II类   （III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
	其他	乙级非密封放射性物质工作场所退役			

**1.1 建设单位情况**

福建省福清市医院（以下简称“医院”）创建于 1900 年，原名为福清私立惠乐生医院，1990 年更名为福清市医院，2021 年更名为福建省福清市医院，是一家科室齐全、设备先进、技术力量雄厚的大型综合性三级医院。医院老院区位于福建省福清市清荣大道 112 号，因老院区医疗条件有限和医院长远发展需求，医院于 2016 年 12 月迁至福建省福清市清荣大道 267 号（新院区），老院区由福清市中医院接管使用。

福建省福清市医院新院区设有内科、外科、儿科等临床科室，占地约 177.06 亩。主体

工程分两期建设，2016年10月完成一期工程项目建设，建筑面积87278平方米，主要建设集门诊、急诊医技楼、病房大楼、后勤供应为一体的综合医疗大楼；二期工程项目于2019年动工，主要建设医技住院大楼、感染科大楼和科研教学大楼（含学生宿舍等），目前已全部投入使用。

## 1.2 退役项目目的和任务由来

本次老院区核医学科工作场所退役项目位于福建省福清市清荣大道112号行政综合楼地下一层。该核医学科于2015年6月患者最后一次用药后停用。因该场所后期用途不能明确而一直处于上锁封闭状态。场所封闭期间，环保责任由福建省福清市医院承担。该核医学工作场所禁止一切无关人员进入，必要的例行安全检查及废物处置等由福建省福清市医院辐射工作人员佩戴个人剂量计及个人剂量报警仪后方可进入，确保场所和辐射工作人员安全。

2025年2月，医院及接管单位经综合评估后确定该场所后期将不再作为辐射工作场所使用，核医学科退役手续由原使用单位福建省福清市医院负责办理。

本项目老院区核医学科工作场所退役，旨在使该场所达到无限制开放使用的要求，彻底消除安全隐患，确保公众和环境的安全，以便该场所用于其他用途。根据《中华人民共和国环境影响评价法》《中华人民共和国放射性污染防治法》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 第449号）《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021年生态环境部令 第20号）《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版，生态环境部令 第16号）等国家环境管理相关法律法规的规定，本项目属于“五十五 核与辐射”类别中“173、核技术利用项目退役—乙级非密封放射性物质工作场所”，需编制环境影响报告表。因此福建省福清市医院老院区核医学科工作场所退役项目应进行环境影响评价并编制环境影响报告表。

福建省福清市医院于2025年2月正式委托江西省地质局实验测试大队开展辐射环境影响评价（委托书详见附件1）。江西省地质局实验测试大队立即组织人员进行了现场踏勘和资料收集等相关工作，在此基础上编制完成了本项目环境影响报告表。

## 1.3 退役项目概况

### 1.3.1 退役核医学科工作场所非密封放射性物质使用情况

福建省福清市医院于2006年3月委托福建省辐射环境监督站编制了福清市医院核医学科环境影响报告表，并于2007年11月取得了原福建省环境保护局环评批复文件。该核医

学科于 2010 年 6 月取得了原福州市环境保护局竣工环境保护验收批复文件。

核医学科环评报告及批复内容为使用  $^{99m}\text{Tc}$  开展 $\gamma$ 照相诊断；采用  $^{131}\text{I}$  进行甲功测定，甲亢、甲癌治疗；采用  $^{89}\text{Sr}$  开展骨转移癌治疗；采用  $^{125}\text{I}$  开展放射免疫分析；采用  $^{90}\text{Sr}$  进行皮肤病敷贴治疗。

项目实际开展过程中， $^{125}\text{I}$  放射免疫分析、 $^{131}\text{I}$  甲功测定、甲亢治疗已于 2015 年 6 月停用； $^{99m}\text{Tc}$  显像诊断已于 2008 年 5 月停用； $^{131}\text{I}$  甲癌治疗、 $^{90}\text{Sr}$  敷贴治疗和  $^{89}\text{Sr}$  骨转移癌治疗一直未开展。

福建省福清市医院目前持有福建省生态环境厅颁发的辐射安全许可证（闽环辐证[00066]）。本项目拟退役核医学科的相关信息使用期间登记在辐射安全许可证上，2016 年 12 月医院搬迁至新院区后，辐射安全许可证已注销核医学科场所及相应核素。

表 1-1 老院区核医学科原许可非密封放射性物质及使用情况

序号	核素名称	年最大用量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	活动种类和范围	最后一次用药时间
1	$^{131}\text{I}$	6.6E+12	2.2E+9	乙级	甲功、甲亢于 2015 年 6 月停用，甲癌未开展
2	$^{99m}\text{Tc}$	7.4E+11	3.0E+8		2008 年 5 月
3	$^{89}\text{Sr}$	5.92E+8	1.48E+7		一直未开展
4	$^{125}\text{I}$	7.0E+6	3.7E+4		2015 年 6 月

### 1.3.2 退役内容

#### (1) 退役项目涉及场所、用房、核素

本次老院区核医学科工作场所退役项目位于福建省福清市清荣大道112号行政综合楼地下一层。退役用房包括衰变池、设备科仓库、病房、候诊区、 $\gamma$ 相机检查室及控制室、放射源库核素治疗室、甲功室及控制室、洗涤室、医生厕所、淋浴间、放射免疫实验室、值班室、更衣室、亚健康检查间、化学发光实验室、办公室、采血窗口、登记窗口、候诊大厅、诊室、废物衰变房等，退役的核素为 $^{131}\text{I}$ 、 $^{99m}\text{Tc}$ 、 $^{89}\text{Sr}$ 和 $^{125}\text{I}$ 。

#### (2) 退役项目涉及设备、设施及其他物品

本次拟退役项目场所内所有设备、设施以及其他物品主要包括桌椅、洗水池、卫生间等。

### 1.3.3 退役目标

老院区核医学科工作场所达到无限制开放使用的要求。

### 1.3.4 拟退役核医学科工作场所放射性“三废”产生情况

本次拟退役核医学科工作场所已于 2015 年 12 月最后一次处置放射性固体废物和放射性废水。拟退役核医学科工作场所 2015 年 6 月全部停止使用，停用后，场所内无剩余的放射性药物，并对停用前产生的放射性固废及废水在 2015 年 12 月进行了清洁解控处理。目前，该场所无放射性废气产生，放射性固体废物产生，衰变池内无放射性废水及底泥。场所中现有部分物品在确认达到清洁解控水平后将作为普通医疗废物处理。

## 1.4 核医学科工作场所退役工作安排

本次核医学科工作场所退役各阶段安排工作如下：

源项调查、制定退役方案计划、办理退役场所的环境影响评价工作，于 2026 年 5 月底完成；取得核医学科退役项目批复后开始实施退役，预计 2026 年 6 月底前完成；委托有资质机构实施退役验收监测，办理退役审批手续，预计 2026 年 7 月底前完成。

(1) 所有物品在处置前均须委托有 CMA 资质的单位对核医学科相关场所及配套设施进行表面污染水平和剂量率检测（该环节现已完成检测），且满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）相关要求。

在处置过程中，辐射工作人员使用经检定或校准合格的检测仪器对施工的位置及配套设施表面污染和环境 $\gamma$ 辐射剂量率水平进行自行监测，辐射剂量率满足所处环境本底水平且 $\beta$ 表面污染水平小于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，方可对相关位置及配套设施拆除，如果多次检测结果都异常（如表面污染水平不低于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ ），立即停止处置并做好记录，然后委托有资质的单位检测，将有异常的设施收集并储存于废物衰变房内，暂存一段时间使其符合清洁解控水平后办理解控，确保达到本底水平后才可继续拆除，并详细记录自行检测数值并做好记录。

(2) 根据本项目环评报告项目的实施方案和批复的要求，对核医学科进行退役。

(3) 项目退役完成后，预计 2026 年 7 月底完成本项目的竣工环境保护验收手续，核医学科完成退役。

本项目退役各阶段工作安排见表 1-2。

表 1-2 核医学科工作场所退役工作安排

阶段划分	工作安排	备注
准备阶段	源项调查，制定退役方案	计划 2026 年 5 月底完成
	办理退役场所的环境影响评价工作	
实施阶段	按照环评文件及环评审批要求实施退役	计划 2026 年 6 月底完成
验收阶段	委托有资质机构实施退役验收监测，办理退役审批手续	计划 2026 年 7 月底完成

## 1.5 项目地理位置及周边环境

福建省福清市医院老院区位于福建省福清市清荣大道 112 号，地理坐标为北纬 25°43'42"，东经 119°22'45"，地理位置图见图 1-1。本次拟退役项目位于医院老院区行政综合楼地下一层，拟退役核医学科东侧为翰林天下小区，南侧为职工宿舍楼，西侧为过道，北侧为过道及中医楼，楼上为 CT 室及配套用房。本项目拟退役核医学科 50m 评价范围内环境保护目标为：离核医学科南侧相邻的职工宿舍楼，东侧约 5m 的翰林天下小区居民楼，北侧约 4m 的中医楼、北侧 33m 为职工宿舍楼、北侧约 49m 的内科大楼、核医学科所在的行政综合楼及周边内部道路流动人员。

## 1.6 与“生态环境分区管控”相符性分析

### （1）生态保护红线

根据《福州市人民政府办公厅关于印发〈福州市生态环境分区管控方案（2023 年更新）〉的通知》（榕政办规〔2024〕20 号），本项目位于福建省福清市清荣大道 112 号医院老院区行政综合楼地下一层，占地类型为医疗卫生用地，项目用地不属于福州市生态保护红线范围，因此本项目符合生态保护红线要求。

### （2）环境质量底线

本项目拟退役核医学科工作场所环境 $\gamma$ 辐射剂量率与天然本底水平相当。拟退役核医学科工作场所 $\beta$ 表面污染水平符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的清洁解控水平要求，不会突破当地环境质量底线。

### （3）资源利用上线

核医学科工作场所退役过程中会消耗一定量的水资源，但项目资源消耗量较少，符合资源利用上线要求。

### （4）生态环境准入清单

根据福建省生态环境分区管控数据应用平台综合查询结果可知，本次核医学科工作场所退役项目属于福清市重点管控单元 1（ZH35018120008），该管控单元的空间布局约束要求见表 1-3。

表 1-3 本项目生态环境准入要求符合性分析表

环境管控单元名称及代码	单元类型	生态环境准入要求		本项目情况	符合性
福清市重点管控单元 1 (ZH35018120008)	重点管控单元	空间布局约束	<p>严禁在城镇人口密集区新建危险化学品生产企业；现有不符合安全和卫生防护距离要求的危险化学品生产企业 2025 年底前完成就地改造达标、搬迁进入规范化工园区或关闭退出。城市建成区内现有有色金属、印染、原料药制造、化工等污染较重的企业应有序搬迁改造或依法关闭。严格控制包装印刷、工业涂装、制鞋等高 VOCs 排放的项目建设，相关新建项目必须进入工业园区。禁止开发利用未经评估和无害化处理的列入建设用地污染地块名录及开发利用负面清单的土地。</p>	<p>本项目属于核医学科工作场所退役项目，不属于危险化学品生产企业，无 VOCs 排放，满足空间布局约束要求。</p>	符合
		污染物排放管控	<p>落实新增二氧化硫、氮氧化物和 VOCs 排放总量控制要求。</p>	<p>本项目属于核医学科工作场所退役项目，不产生二氧化硫、氮氧化物和 VOCs 气体。</p>	符合
		环境风险防控	<p>单元内现有化学原料和化学制品制造业、有色金属冶炼和压延加工业等具有潜在土壤污染环境风险的企业退役后，应开展土壤环境状况评估，经评估认为污染地块可能损害人体健康和环境，应当进行修复的，由造成污染的单位和个人负责被污染土壤的修复。</p>	<p>本项目不涉及风险防控的相关内容。</p>	符合
		资源开发效率要求	<p>高污染燃料禁燃区内禁止燃用高污染燃料，禁止新建、扩建燃用高污染燃料的设施。已建的燃用高污染燃料设施，限期改用电、天然气、液化石油气等清洁能源。</p>	<p>本项目不涉及资源开发效率要求的相关内容。</p>	符合

综上所述，本项目不涉及生态保护红线，符合环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单的要求。

### 1.7 与“三区三线”管控方案的相符性

“三区三线”是根据城镇空间、农业空间、生态空间三种类型的空间，分别对应划定的城镇开发边界、永久基本农田保护红线、生态保护红线三条控制线。本项目对医院老院

区行政综合楼地下一层核医学科进行退役，不新征用地，不砍伐周边植被。本项目位于福建省福清市清荣大道 112 号，位于城镇内，拟退役核医学科场所及评价范围均不涉及永久基本农田、生态保护红线。因此本项目符合《福州市国土空间总体规划（2021—2035 年）》中“三区三线”的管控要求。

## 1.8 评价目的

- (1) 工作场所退役后最终能够达到无限制开放使用要求。
- (2) 各项设施和物品符合搬迁/再利用的原则，放射性废物尽可能做到减量化、无害化。
- (3) 退役过程中涉及的放射性污染物全部进行妥善处理，不对参与退役的工作人员造成健康危害。
- (4) 退役核医学科工作场所内其他相关设施设备、物品再利用严格执行相关标准要求。

## 1.9 原有核技术利用项目许可情况

### (一) 许可情况

福建省福清市医院已取得辐射安全许可证，编号为“（闽环辐证[00066]）”，许可种类和范围为使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置，证书有效期至2028年1月30日。医院已许可射线装置一览表见表1-4。

表1-4 医院已许可射线装置一览表

序号	设备名称	规格型号	使用地点	类别	数量	环评情况	验收情况
1	移动式摄影X射线机	Multimobil 10	ICU病区	Ⅲ	1	备案号： 202235018100 000099	/
2	X射线计算机体层摄影设备	Revolution Ace ESM	二期住院大楼二层CT室	Ⅲ	1	备案号： 202335018100 000093	/
3	摄影X射线机	新东方1000 FC	二期住院大楼二层DR室	Ⅲ	1		/
4	移动数字化X射线摄影系统	6000A	感染科病区	Ⅲ	1	备案号： 202235018100 000099	/
5	移动式摄影X射线机	MobileDiagnost wDR	感染科病区	Ⅲ	1		/
6	CT	Precision 32	感染楼一层CT室	Ⅲ	1	备案号： 202035018100 000315	/
7	双能X射线骨密度仪	EXA-3000	健康体检科	Ⅲ	1	备案号： 202235018100 000099	/

8	X射线计算机体层摄影设备	SOMATOM go.Up	静馨嘉园养老中心一层CT室	III	1	备案号: 202235018100 000174	/
9	数字化医用X射线摄影系统	DRX-Compass A	静馨嘉园养老中心一层DR室	III	1		/
10	X射线计算机体层摄影设备	Access CT	一层方舱CT室	III	1		/
11	微焦点牙科X射线机	MSD-III	综合大楼三层口腔科	III	1	融环评登 (2016) 45号	/
12	数字化口腔全景X射线机	OC200D	综合大楼三层口腔科	III	1		/
13	口腔颌面锥形术计算机底层摄影设备	Smart 3D	综合大楼三层口腔科	III	1	备案号: 202435018100 000031	/
14	移动式小C臂X线系统	ARCADIS Yaric	综合大楼三层手术室	III	1	融环评登 (2016) 45号	/
15	移动式C形臂X光机	Cios Conect	综合大楼三层手术室	III	1		/
16	移动式C形臂X射线机	OEC One CFD	综合大楼三层手术室	III	1	备案号: 202435018100 000031	/
17	DSA	Artis zee III ceiling	综合大楼三层手术室	II	1	闽环辐评 (2021) 47号	2024年4月已验收
18	多层螺旋CT机	Lightspeed VCT	综合大楼一层CT室	III	1	融环评登 (2016) 45号	/
19	CT	SOMATOM Definition FLASH	综合大楼一层CT室	III	1		/
20	CT	Uct 510	综合大楼一层CT室	III	1		/
21	移动式摄影X射线机	DRX-Revolution	综合大楼一层放射科	III	1		/
22	DSA	ALLura Xper FD20	综合大楼一层放射科	II	1	闽环辐评 (2017) 37号	2019年7月已验收
23	DSA	Azurion 7 M20	综合大楼一层放射科	II	1	闽环辐评 (2021) 1号	2022年1月已验收
24	体外冲击波碎石机	FS2000	综合大楼一层放射科	III	1	备案号: 201935018100 000243	/
25	双能X线骨密度仪	Discovery	综合大楼一层放射科	III	1	融环评登 (2016) 45号	/

26	DR	Multix Fusion 新天龙	综合大楼一 层放射科	III	1		/
27	DR	uDR 588i	综合大楼一 层放射科	III	1		/
28	乳腺DR	Senographe Crystal	综合大楼一 层放射科	III	1		/
29	X射线诊断系统	AXIOM LuminosdRF	综合大楼一 层放射科	III	1		/

## (二) 辐射安全管理

医院根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 第 449 号）等相关放射性法律法规，在辐射防护设施运行、维护、检测、辐射安全和防护制度的建立、落实以及档案管理等方面完成了以下工作：

(1) 医院成立了辐射安全与环境保护管理领导小组。

(2) 医院制定了《辐射防护和安全保卫制度》《设备检修维护制度》《辐射源台账管理制度》《辐射工作人员培训计划》《辐射监测方案》《福建省福清市医院辐射事故（件）应急预案》等规章制度。

(3) 医院对射线装置使用过程中的环境保护工作进行了全过程的监督和管理，从管理上保证环境保护措施的有效实施。

(4) 医院辐射工作人员培训、个人剂量监测和职业健康监护档案情况：

①辐射工作人员培训：医院从事 II 类射线装置的辐射工作人员均参加了国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）关于辐射安全与防护知识的学习，并取得了考核合格证书。医院从事 III 类射线装置的辐射工作人员均由医院自行组织考核。

②医院所有辐射工作人员均配有个人剂量计，接受个人剂量监测，建立个人剂量监测档案并存档，现有辐射工作人员的受照剂量均未超过职业人员年剂量限值要求。

③医院现有辐射工作人员进行了职业健康体检，结果为可继续原放射工作，并建立了辐射工作人员职业健康监护档案。

(5) 医院于每年 1 月 31 日前在“全国核技术利用辐射安全申报系统”提交上一年度福建省放射性同位素与射线装置辐射安全和防护状态年度评估报告。

### 1.10 环保投资

本项目总投资为\*\*万元，其中环保投资为\*\*万元，占总投资的\*\*%。项目环保投资情况见表1-5。

表 1-5 环保投资情况一览表

项目	环保投资金额（万元）	备注
个人剂量计	/	利用已有
个人辐射防护用品	/	利用已有
退役环保手续及监测费用等	**	/
合 计	**	/

### 1.11 可行性分析

根据《关于发布放射源分类办法的公告》（国家环境保护总局公告 2005 年第 62 号），乙级非密封放射性物质工作场所的安全管理参照 II 类放射源，按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第三十三条要求，使用 I、II、III 类放射源的场所和生产放射性同位素的场所，以及终结运行后产生放射性污染的射线装置，应当依法实施退役。

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”要求，对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害时，该实践才是正当的。

本项目为乙级非密封放射性物质工作场所退役，项目的实施是为了防止放射性污染物对周围环境及公众的危害，确保环境安全，该项目的实施所带来的社会效益远大于其处置过程中的危害。因此本项目实施所带来的利益是大于所付出的代价的，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”原则与要求。

综上，本项目是有必要且具有正当性的，项目实施可行。



**表 2 拟退役场所使用放射源基本情况**

序号	核素名称	活度 (Bq)	类别	活动种类	用途	放射源编码	送贮时间	收贮单位
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：放射源包括场所使用过的 I、II、III、IV、V 类放射源。

**表 3 拟退役场所非密封放射性物质基本情况**

序号	核素名称	物理状态	活动种类	场所等级	许可的日最大操作量 (Bq)	实际日最大操作量 (Bq)	停用时间
1	<sup>131</sup> I	液态	使用	乙级	2.2E+10	2.2E+10	甲功、甲亢于 2015 年 6 月停用， 甲癌未开展
2	<sup>99m</sup> Tc	液态			3.0E+10	3.0E+10	2008 年 5 月
3	<sup>89</sup> Sr	液态			1.48E+8	0	未开展
4	<sup>125</sup> I	液态			3.7E+5	3.7E+5	2015 年 6 月

注：非密封放射性物质包括场所已许可或使用过的所有放射性核素。

**表 4 拟退役场所射线装置基本情况**

序号	名称	类别	加速粒子	射线类型	额定电流 (mA)	最大能量 (MeV)	装置退役情况
/	/	/	/	/	/	/	/

**表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）**

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m<sup>3</sup>；年排放总量用 kg。

2.含有放射性的废弃物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg，或 Bq/m<sup>3</sup>）和活度（Bq）。

表6 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014年4月24日第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订，2015年1月1日起施行）；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（中华人民共和国主席令第二十四号，2018年12月29日起施行）；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（中华人民共和国主席令第六号，2003年10月1日起施行）；</p> <p>(4) 《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》（国务院令682号，2017年10月1日起施行）；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令449号，2019年修订）；</p> <p>(6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版，生态环境部令16号）；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（关于废止、修改部分生态环境规章和规范性文件的决定，生态环境部令20号）；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（国家环境保护部令18号，2011年5月1日起施行）；</p> <p>(9) 《关于印发辐射安全许可座谈会会议纪要的函》（环办函〔2006〕629号，2006年9月28日印发）；</p> <p>(10) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发〔2006〕145号，2006年9月26日）；</p> <p>(11) 《放射性废物安全管理条例》（2011年12月20日国务院第612号令发布，2012年3月1日施行）；</p> <p>(12) 《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》（环办辐射函〔2016〕430号）；</p> <p>(13) 原福建省环保厅关于印发《核技术利用单位辐射事故/事件应急预案编制大纲（试行）》的通知（闽环保辐射〔2013〕10号）；</p> <p>(14) 《福建省生态环境保护条例》（福建省第十三届人民代表大会常务委员会第三十二次会议通过，2022年5月1日施行）；</p> <p>(15) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》（生态环境部令9号，2019年11月1日起施行）；</p> <p>(16) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部公告2019第57号，2020年1月1日起实施）。</p>
------	---

- (1) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）；
- (2) 《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；
- (3) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；
- (4) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；
- (5) 《表面污染测定 第 1 部分： $\beta$ 发射体（ $E_{\beta\max} > 0.15\text{MeV}$  和 $\alpha$ 发射体）》（GB/T 14056.1-2008）；
- (6) 《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）；
- (7) 《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）；
- (8) 《关于核医学标准相关条款咨询的复函》（辐射函〔2023〕20 号）；
- (9) 《核技术利用设施退役》（核安全导则 HAD401/14-2021）；
- (10) 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ 1326-2023）；
- (11) 《核设施退役场址土壤中残留放射性可接受水平》（GB 45437—2025）；
- (12) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；
- (13) 《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）。

其他

- (1) 委托书（附件 1）；
- (2) 《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015 年 7 月第 1 版）；
- (3) 《福清市核医学科环境影响报告表》（2006 年 6 月）；
- (4) 《福清市医院核技术应用项目竣工环境保护验收验收监测表》（闽环辐〔2009〕验收 038 号，2009 年 11 月）；
- (5) 建设单位提供的其他资料。

## 表 7 保护目标与评价标准

### 7.1 评价范围

参照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的规定，并结合该退役项目实际情况，确定本项目评价范围为：以核医学科原址控制区边界为基础向外围扩展 50m 的区域。

根据项目特点及周围毗邻关系，确定环境保护目标主要为评价范围内负责退役的工作人员，以及场所解控前在场所周围活动的公众人员。主要环境保护目标详见表 7-1。

表 7-1 环境保护目标一览表

环境保护对象		相对方位	距离	规模	剂量约束值 (mSv)	
拟退役核医学科工作场所	职业工作人员	退役工作人员	/	内部	3 人	5
	公众成员	职工宿舍楼	南侧	紧邻	200 人	0.1
		过道	西侧	紧邻	流动人员	0.1
		过道	北侧	紧邻	流动人员	0.1
		CT 室及配套用房	上方	紧邻	空置	0.1
		翰林天下小区居民楼	东侧	5m	1000 人	0.1
		中医楼	北侧	4m	150 人	0.1
		职工宿舍楼	北侧	33m	100 人	0.1
		内科大楼	北侧	49m	100 人	0.1

### 7.3 评价标准

#### 7.3.1 职业照射、公众照射剂量限值与剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 4.3.2.1 条，应对个人受到的正常照射加以限制，以保证本标准 6.2.2 条规定的特殊情况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录 B（标准的附录）中规定的相应剂量限值。

表 7-2 剂量限值

适用范围	剂量限值
职业照射有效剂量	20mSv/年
公众照射有效剂量	1mSv/年

（二）根据 2020 年 6 月 24 日生态环境部部长信箱“关于放射性污染的物料解控和场址开放标准使用问题的回复”，退役场址的开放使用执行 HJ53-2000。根据部长信箱回复，则退役后在该场所内活动的公众成员年有效剂量约束值最小取 0.1mSv。

由于本项目退役工作人员均为医院现有辐射工作人员，完成核医学科退役工作后仍需继

续从事放射工作。退役项目涉及的工作人员受照剂量低，工作时长较短，不单独设置退役剂量约束值。参照医院现有核技术利用项目环评批复，辐射工作人员叠加本项目剂量后，职业工作人员取 5mSv 作为年剂量约束值，公众取 0.1mSv 作为年剂量约束值。退役终态的公众剂量约束值 0.1mSv/a。

### 7.3.2 退役场所表面污染的清洁解控水平

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），非密封放射性物质工作场所的表面污染控制水平见表 7-3。

表 7-3 工作场所的放射性表面污染控制水平

表面类型		$\beta$ 放射性物质 (Bq/cm <sup>2</sup> )
工作台、设备、墙壁、地面	控制区 <sup>1)</sup>	4×10
	监督区	4
工作服、手套、工作鞋	控制区、监督区	4
手、皮肤、内衣、工作袜		4×10 <sup>-1</sup>

<sup>1)</sup>：该区内的高污染子区除外。

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 B2.2 条款规定：

工作场所中的某些设备与用品，经去污使其污染水平降低到表 7-3 中所列设备类的控制水平的五分之一以下时，经审管部门或监管部门授权的部门确认同意后，可当作普通物品使用。

故本退役场所内控制区的设备、设施和物品（料）和相关场所地面、墙面的放射性表面污染清洁解控水平为： $\beta \leq 0.8\text{Bq/cm}^2$ ；监督区的地面、墙面的放射性表面污染清洁解控水平为： $\beta \leq 0.08\text{Bq/cm}^2$ 。

### 7.3.3 放射性污染物控制标准

#### （1）放射性废液排放标准

根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）的规定：

①对于槽式衰变池贮存方式：a) 所含核素半衰期小于 24 小时的放射性废液暂存时间超过 30 天后可直接解控排放；b) 所含核素半衰期大于 24 小时的放射性废液暂存时间超过 10 倍最长半衰期(含碘-131 核素的暂存超过 180 天)，监测结果经审管部门认可后，按照 GB18871 中 8.6.2 规定方式进行排放。放射性废液总排放口总 $\alpha$ 大于 1Bq/L、总 $\beta$ 不大于 10Bq/L、碘-131 的放射性活度浓度不大于 10Bq/L。

②对于推流式衰变池贮存方式，所含核素半衰期大于 24 小时的，每年应对衰变池中的放射性废液进行监测，碘-131 和最长半衰期核素的放射性活度浓度应满足 GB18871 附录 A 表 A1 的要求。

本次退役项目衰变池内无放射性废水和底泥，退役过程无放射性废水产生。

(2) 放射性固体废物清洁解控标准

根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）的规定，固体放射性废物暂存时间满足下列要求的，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， $\beta$ 表面污染小于  $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$  的，可对废物清洁解控并作为医疗废物处理：

(一) 所含核素半衰期小于 24 小时的放射性固体废物暂存时间超过 30 天；

(二) 所含核素半衰期大于 24 小时的放射性固体废物暂存时间超过核素最长半衰期的 10 倍；

(三) 含碘-131 核素的放射性固体废物暂存超过 180 天。

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）表A1，放射性核素<sup>131</sup>I豁免浓度为 $1\times 10^5\text{Bq}/\text{kg}$ 。

(3) 气态放射性废物的管理

根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中“7.4气态放射性废物的管理”：

(一) 产生气态放射性废物的核医学场所应设置独立的通风系统，合理组织工作场所的气流，对排出工作场所的气体进行过滤净化，避免污染工作场所和环境。

(二) 应定期检查通风系统过滤净化器的有效性，及时更换失效的过滤器，更换周期不能超过厂家推荐的使用时间。更换下来的过滤器按放射性固体废物进行收集、处理。

本次核医学科退役项目现场无通风橱，核医学科内无放射性废物及无放射性药物，无放射废气产生。

## 表 8 环境质量和辐射现状

### 8.1 项目地理和场所位置

#### 8.1.1 项目地理和场所位置

福建省福清市医院老院区核医学科工作场所退役项目位于福建省福清市清荣大道 112 号行政综合楼地下一层。

#### 8.1.2 监测内容与点位

本次退役的核医学科已于 2015 年 6 月全面停止用药，场所内无放射性药物和放射性固废遗留，核医学科工作场所内设备均已处置，衰变池无放射性废水和底泥暂存，现场只存有部分桌椅、工作台等物品。

为掌握本项目退役核医学科工作场所及周围环境辐射现状情况，根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）中“5.3.1.4 工作场所退役监测，参照表 9，并增加监测场所和设备的污染水平”，“表 9 中土壤、地表水、底泥监测只关注可能对环境有影响的应用核素，如应用核素难以分析，可用总放替代”的要求。综合考虑，受福建省福清市医院委托，江西省地质局实验测试大队（CMA：161420180567）于 2025 年 2 月 21 日对项目周围环境进行辐射环境现状监测，并收集了下风向绿化带土壤样进行实验室分析。

拟退役的核医学科工作场所以及周边环境监测因子为环境 $\gamma$ 辐射剂量率、 $\beta$ 表面污染。土壤检测因子为总 $\alpha$ 放射性、总 $\beta$ 放射性、 $^{131}\text{I}$ 放射性。

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）中“5.3.1.4 工作场所退役监测”中的相关内容，确定本次退役项目辐射环境现状监测点位主要对拟退役场所各功能用房、场所内物品表面及周边环境进行环境 $\gamma$ 辐射剂量率监测，对拟退役场所地面、墙面、工作台、物品表面进行 $\beta$ 表面污染监测。

#### 8.1.3 监测仪器与规范

监测时间及环境参数见表 8-1，电离辐射监测仪器的参数与规范见表 8-2。

表 8-1 监测时间及环境参数一览表

监测时间	2025 年 2 月 21 日
天气情况	阴
温度	9°C
相对湿度	77%

表 8-2 电离辐射监测仪器的参数与规范表

便携式 X、 $\gamma$ 辐射周围剂量当量率仪	仪器型号及编号	FH40G 探头：FHZ672 E-10, F119
	生产厂家	THermo SCIENTIFIC
	测量范围	**nSv/h~** $\mu$ Sv/h
	能量范围	**keV~**MeV

	监测规范	《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021） 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）
	监测单位	江西省地质局实验测试大队
	校准证书编号	**
	校准日期	2024年7月2日
	有效期至	2025年7月1日
	校准单位	上海市计量测试技术研究院（华东国家计量测试中心）
$\alpha$ 、 $\beta$ 表面污染仪	仪器型号	CoMo-170, F236
	生产厂家	NUVIA
	监测规范	《表面污染测定 第1部分： $\beta$ 发射体（ $E_{\beta\max}>0.15\text{MeV}$ ）和 $\alpha$ 发射体》（GB/T 14056.1-2008）
	检定单位	上海市计量测试技术研究院（华东国家计量测试中心）
	检定证书编号	**
	检定日期	2024年11月4日
	有效期至	2025年11月3日
	监测单位	江西省地质局实验测试大队
低本底宽能高纯锗 $\gamma$ 谱仪	仪器型号	GEM-C50-LB-C
	制造单位	CNABERRA
	检测依据	《环境及生物样品中放射性核素的 $\gamma$ 能谱分析方法》（GB/T 16145-2022）
	校准单位	湖南省电离辐射计量站
	校准证书编号	**
	校准日期	2025年1月15日
	有效期至	2027年1月14日
	土壤样收样时间	2025年2月24日
流气式低本底 $\alpha$ 、 $\beta$ 测量仪（10道）	仪器型号	LB770
	制造单位	BERTHOLD
	检测依据	《水质 总 $\alpha$ 放射性的测定 厚源法》（HJ 898-2017） 《水质 总 $\beta$ 放射性的测定 厚源法》（HJ 899-2017）
	检定单位	湖南省电离辐射计量站
	检定证书编号	**
	检定日期	2024年3月5日
	有效期至	2026年3月4日
	土壤样收样时间	2025年2月24日

#### 8.1.4 质量保证措施

- a 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，同时满足标准要求。
- b 监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗。

- c 监测仪器每年定期经计量部门检定/校准，检定/校准合格后方可使用。
- d 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。
- e 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。
- f 监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术总负责人审定。

## 8.2 辐射环境质量现状监测结果

本项目拟退役核医学科工作场所及周围辐射环境质量现状监测结果见表 8-3~表 8-6，监测报告见附件 15。

表 8-3 本项目拟退役核医学科工作场所及周围环境 $\gamma$ 辐射剂量率监测结果

序号	监测位置	环境 $\gamma$ 辐射剂量率 (nGy/h)		备注
		测量结果	标准偏差	
1	候诊大厅	**	**	室内
2	诊室	**	**	室内
3	废物衰变房	**	**	室内
4	办公室	**	**	室内
5	亚健康检查间	**	**	室内
6	登记窗口	**	**	室内
7	采血窗口	**	**	室内
8	化学发光实验室	**	**	室内
9	更衣室	**	**	室内
10	值班室	**	**	室内
11	辐射免疫实验室	**	**	室内
12	过道	**	**	室内
13	淋浴间	**	**	室内
14	医生厕所	**	**	室内
15	洗涤室	**	**	室内
16	甲功室	**	**	室内
17	甲功室西侧控制室	**	**	室内
18	放射源库核素治疗室	**	**	室内
19	$\gamma$ 相机检查室	**	**	室内
20	$\gamma$ 相机检查室西侧控制室	**	**	室内
21	病房	**	**	室内
22	设备科仓库	**	**	室内
23	过道	**	**	室内
24	候诊区	**	**	室内
25	衰变池上方	**	**	室内

26	楼上 CT 室（闲置状态）	**	**	室内
27	中医楼门口	**	**	室外
28	职工宿舍楼门口	**	**	室外
29	翰林天下小区 9 幢门口	**	**	室外
30	翰林天下小区 3 幢门口	**	**	室外
31	职工宿舍楼门口	**	**	室外
32	内科大楼门口	**	**	室外

注：①以上数据均已扣除宇宙射线的贡献；②现场检测所有点位探头均朝下，离地 1m。

本项目表 8-3 所列监测数据已根据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）第 5.5 条扣除仪器对宇宙射线的响应值，环境γ辐射剂量率测量结果按下式计算：

$$\dot{D}_\gamma = k_1 \times k_2 \times R_\gamma - k_3 \times \dot{D}_c$$

式中： $\dot{D}_\gamma$ -测点处环境γ辐射空气吸收剂量率值，Gy/h；

$k_1$ -仪器检定/校准因子；

$k_2$ -仪器检验源效率因子；

$R_\gamma$ -仪器测量读数均值；

$k_3$ -建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子；

$\dot{D}_c$ -测点处宇宙射线响应值，依据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）附录

D 节进行修正。

表 8-4 本项目拟退役核医学科工作场所β表面污染监测结果

序号	监测位置		β表面污染 (Bq/cm <sup>2</sup> )
			测量结果
1	候诊大厅	墙面	**
		地面	**
2	诊室	墙面	**
		地面	**
3	废物衰变房	墙面	**
		地面	**
4	办公室	墙面	**
		地面	**
5	亚健康检查间	墙面	**
		地面	**
		桌面	**
		柜子表面	**
6	登记窗口	墙面	**
		地面	**
		工作台表面	**
7	采血窗口	墙面	**
		地面	**
		工作台表面	**

8	化学发光实验室	工作台表面	**
		墙面	**
		地面	**
9	更衣室	墙面	**
		地面	**
10	值班室	墙面	**
		地面	**
11	辐射免疫实验室	墙面	**
		地面	**
12	过道	墙面	**
		地面	**
13	淋浴间	墙面	**
		地面	**
14	医生厕所	墙面	**
		地面	**
15	洗涤室	墙面	**
		地面	**
		工作台表面	**
16	甲功室	墙面	**
		地面	**
17	甲功室西侧控制室	墙面	**
		地面	**
18	放射源库核素治疗室	墙面	**
		地面	**
		工作台表面	**
19	γ相机检查室	墙面	**
		地面	**
20	γ相机检查室西侧控制室	墙面	**
		地面	**
21	病房	墙面	**
		地面	**
22	设备科仓库	墙面	**
		地面	**
23	过道	墙面	**
		地面	**
24	候诊区	墙面	**
		地面	**
25	衰变池	地面	**

注：β的MDC为\*\*Bq/cm<sup>2</sup>，控制区和监督区为按核医学科正常运行时划分。

表 8-5 本项目拟退役核医学科工作场所下风向土壤放射性检测结果

监测位置	监测项目	监测结果 (Bq/g)
土壤	总α放射性	**
	总β放射性	**
	I-131	**

### 8.3 辐射环境质量现状评价

江西省地质局实验测试大队于 2024 年 10 月 11 日使用本项目监测仪器在江西省九江市永

修县庐山西海中心水面上对宇宙射线响应值进行监测（仪器宇宙射线监测报告见附件 15）。宇宙射线电离成分的响应值为\*\*nGy/h。辐射剂量率现状监测值扣除宇宙射线响应值时，建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，楼房取 0.8，道路取 1。本项目表 8-3 所列监测数据已根据《环境  $\gamma$  辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）第 5.5 条扣除仪器对宇宙射线的响应值。

由表 8-3 监测数据可知，拟退役核医学科工作场所及周围用房室内的环境 $\gamma$ 辐射剂量率在（\*\*~\*\*）nGy/h 之间，室外的环境 $\gamma$ 辐射剂量率在（\*\*~\*\*）nGy/h 之间，均在福州市辐射环境本底范围值内（注：福州市原野及道路本底值为 30.4~161.7nGy/h，室内本底值为 89.9~231.0nGy/h，来源于《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015 年）。

由表 8-4 监测数据可知，拟退役核医学科工作场所控制区和监督区各监测点位 $\beta$ 表面污染值均低于探测下限值，仪器对 $\beta$ 表面污染探测下限值（MDC）为\*\*Bq/cm<sup>2</sup>，均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“工作场所中的某些设备与用品，经去污使其污染水平降低到表 7-2 中所列设备类的控制水平的五分之一（即控制区内清洁解控水平 0.8Bq/cm<sup>2</sup>，监督区内清洁解控水平 0.08Bq/cm<sup>2</sup>）以下时，经审管部门或监管部门授权的部门确认同意后，可当作普通物品使用”的相关要求。

由表 8-5 检测数据可知，本项目拟退役核医学科工作场所下风向土壤的总 $\alpha$ 放射性为\*\*Bq/kg，总 $\beta$ 放射性为\*\*Bq/kg，<sup>131</sup>I 的放射性活度\*\*Bq/kg。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）表 A1，放射性核素 <sup>131</sup>I 豁免浓度为  $1 \times 10^5$ Bq/kg，本项目周边土壤中下风向 <sup>131</sup>I 的放射性活度远小于本退役项目外排涉及的 <sup>131</sup>I 核素免管浓度。

## 表9 项目工程分析与源项

### 9.1 工程设备和工艺分析

#### 9.1.1 原有核技术利用项目放射性药物使用情况回顾

##### 9.1.1.1 福建省福清市医院老院区核医学科已许可核素使用情况回顾

(1) 使用核素  $^{131}\text{I}$  用于甲功测定、甲亢治疗、甲癌治疗，年最大许可操作量为  $6.6 \times 10^{12}\text{Bq}$ ，日等效最大操作量为  $2.2 \times 10^9\text{Bq}$ 。甲癌治疗医院未开展，本项目不对其原理和操作流程进行介绍。

(2) 使用核素  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  用于 $\gamma$ 照相诊断， $^{99\text{m}}\text{Tc}$  年最大许可操作量为  $7.4 \times 10^{11}\text{Bq}$ ，日等效最大操作量为  $3.0 \times 10^8\text{Bq}$ 。

(3) 使用  $^{89}\text{Sr}$  核素开展骨转移癌治疗， $^{89}\text{Sr}$  年最大许可操作量为  $5.92 \times 10^8\text{Bq}$ ，日等效最大操作量为  $1.48 \times 10^7\text{Bq}$ 。 $^{89}\text{Sr}$  骨转移癌治疗医院未开展，本项目不对其原理和操作流程进行介绍。

(4) 使用  $^{125}\text{I}$  开展放射免疫分析， $^{125}\text{I}$  年最大许可操作量为  $7.0 \times 10^6\text{Bq}$ ，日等效最大操作量为  $3.7 \times 10^4\text{Bq}$ 。

##### 9.1.1.2 核素诊疗原理、操作流程

###### (1) $^{131}\text{I}$

###### ①工作原理

$^{131}\text{I}$  的物理半衰期为 8.02d，主要发射 610keV 的 $\beta$ 射线和 364keV 的 $\gamma$ 射线。甲状腺对核素  $^{131}\text{I}$  有特异性的摄取。利用它的 $\gamma$ 射线，可对甲状腺疾病进行甲功测定，如甲状腺吸  $^{131}\text{I}$  试验、利用它的 $\beta$ 射线，可对甲状腺疾病治疗（如甲状腺功能亢进、甲癌放射性治疗）。

###### ②工艺流程

###### 1) 甲状腺功能测定（吸碘率测定）

本项目使用  $^{131}\text{I}$  核素进行甲状腺功能检查。由于人体甲状腺具有选择性摄取碘并合成甲状腺激素的功能，其吸收量和速度可以反映甲状腺的功能状态。受检患者口服约  $2 \sim 10\mu\text{Ci}^{131}\text{I}$  后，示踪剂  $^{131}\text{I}$  迅速到达甲状腺组织，利用其发出 $\gamma$ 光子的特性，用甲状腺功能测定仪在甲状腺部位可测出受检患者甲状腺部位的放射性，求得服碘后不同时间的甲状腺摄碘率，借此了解无机碘进入甲状腺的数量与速度，从而反映甲状腺的功能情况。甲功测定患者服药后观察 10min 无异常即可离院，分别于 2h、4h、24h 后在甲功仪室进行功能检测。

$^{131}\text{I}$  治疗甲状腺疾病是目前应用较为广泛的一种核医学治疗方法，主要用于治疗甲亢和甲癌。

## 2) 甲亢治疗

碘是甲状腺合成甲状腺激素的主要原料，治疗用的放射性碘和稳定性碘具有相同的理化特性，所以甲状腺同样对放射性碘具有选择性地高度吸收和浓聚能力。治疗甲亢患者  $^{131}\text{I}$  的口服量平均约为  $8\text{mCi}$ ，最大用量一般不超过  $10\text{mCi}$ 。甲亢患者服药后一般无异常立即离院。甲亢治疗工作流程及产污环节图见图 9-1。

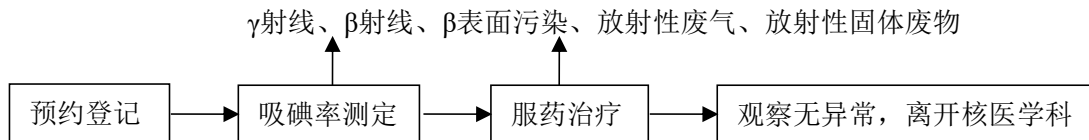


图 9-1 甲亢治疗工作流程及产污环节图

### (2) $^{99\text{m}}\text{Tc}$

#### ①工作原理

ECT 是将双探测器可变角伽马照相机与 CT 扫描系统组合，实现了核医学数据准确的衰减校正。ECT 的主要部件就是探头，探头由两部分组成：NaI 晶体和光电倍增管。当  $\gamma$  射线入射到 NaI 晶体中时会变为闪烁光，而光电倍增管将这种光信号转变为电信号送到计算机进行图像重建和处理。

#### ②工作流程

本项目 ECT 显像使用的放射性核素主要为  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 。注射  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  药物后的患者休息  $30\text{min} \sim 2\text{h}$  后进入  $\gamma$  相机检查室显像。通过病灶部位对药物的摄取了解病灶功能代谢状态，从而对疾病正确诊断。 $^{99\text{m}}\text{Tc}$  为纯  $\gamma$  光子发射体，方便易得，几乎可用于人体各重要脏器的形态和功能显像，是显像检查中最常用的放射性核素。

具体的工作流程如下：

- 1) 根据需要，接受显像检查的人员先进行预约登记，确定用药量；
- 2) 受检者按约定时间在候诊区准备和等候；
- 3) 准备好的受检者经过病人通道在放射源库核素治疗室进行注射含  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  药物；
- 4) 注射了含  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  放射性药物的受检者进入过道候诊；
- 5) 注射了放射性药物的受检者根据工作人员叫号，从过道直接进入  $\gamma$  相机检查室显像检查，医务人员帮助受检病人摆好位后进入控制室进行隔室操作；
- 6) 受检者扫描检查完成后离开核医学区域。

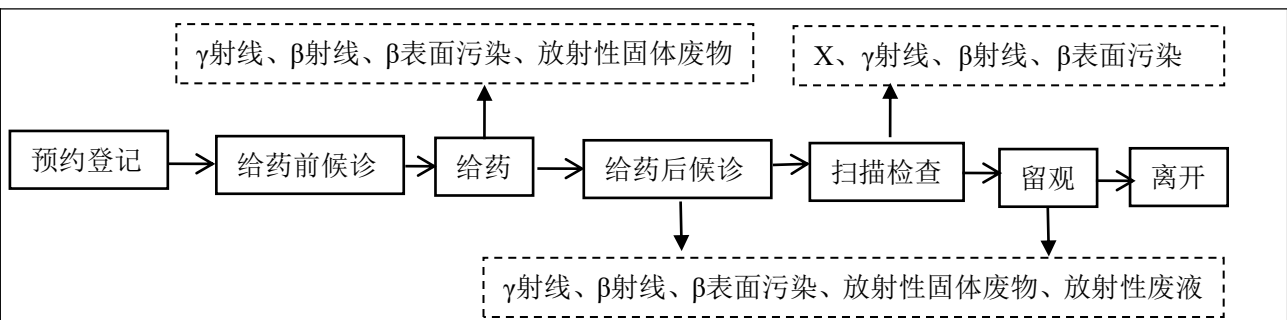


图 9-2  $^{99m}\text{Tc}$  显像检查流程及产污环节图

### (3) $^{125}\text{I}$ 放免分析

#### ① 工作原理

应用放射性同位素  $^{125}\text{I}$  标记抗原，利用标记抗原和非标记抗原与有限的特异抗体竞争结合，通过测定结合的抗原-抗体复合物中  $^{125}\text{I}$  标记的抗原含量，间接计算血清中未标记抗原含量的一种超微量免疫测定技术。

#### ② 设备组成

血蛋白 (AIb) 标准、 $^{125}\text{I}$  血蛋白、血蛋白抗体、缓冲液、分离试剂 (PR)、放射性测量仪器等。

#### ③ 操作流程

放免操作工作流程：取出  $^{125}\text{I}$  药样，待其充分溶解、混合后，按操作顺序表的要求加样，加好样后，充分摇， $37^\circ\text{C}$  温育 30 分钟，加分离试剂分离。充分后，室温 ( $10\sim 30^\circ\text{C}$ ) 放置 30 分钟，任取三管测定总放射性计数。离心 15 分钟 (测量室离心机)，吸弃上清液，测定各管沉淀物放射性计数。

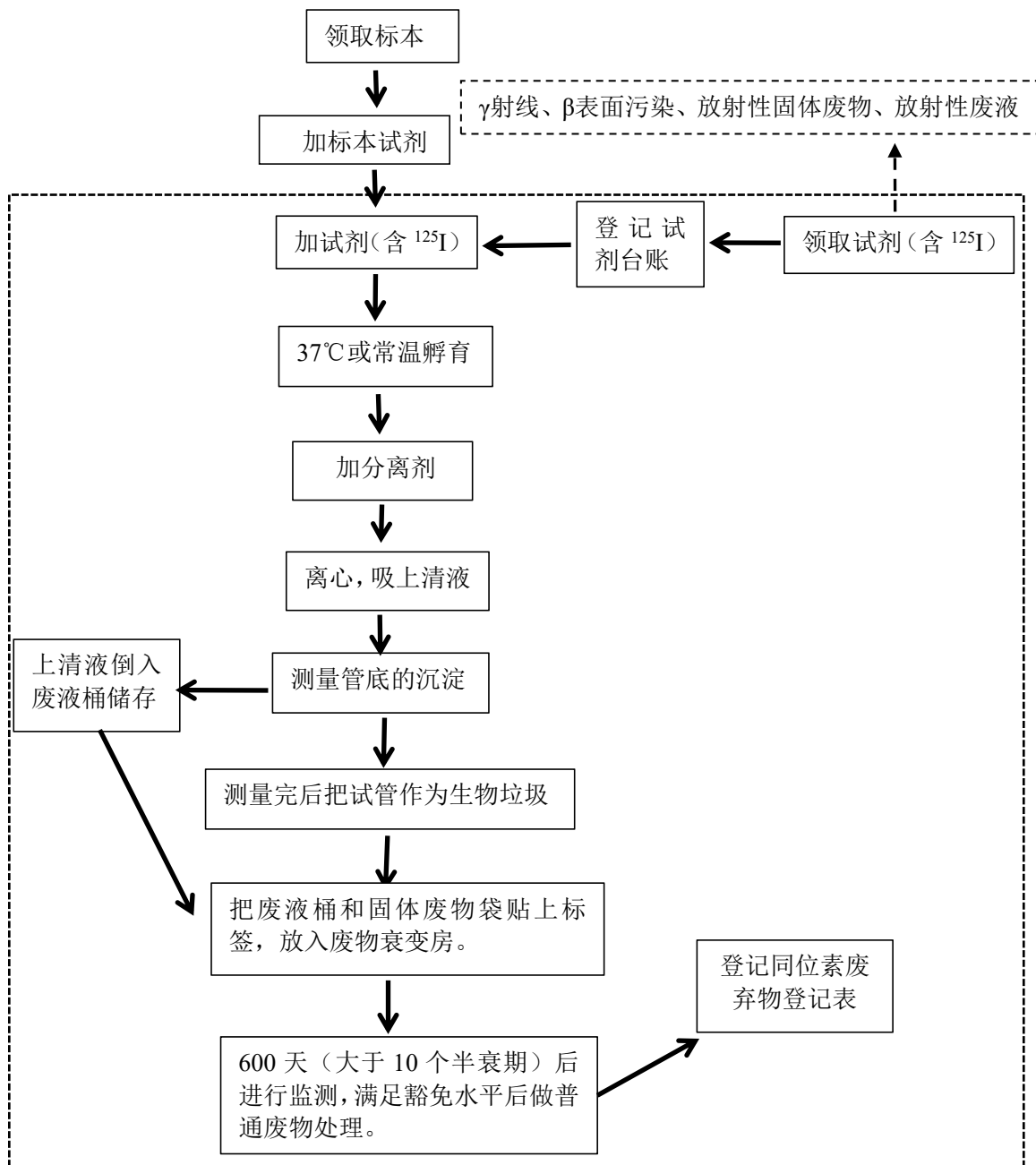


图 9-3 <sup>125</sup>I 放免分析工作流程及产污环节图

本次拟退役场所涉及的放射性核素特性一览表见表 9-1。

表 9-1 本次拟退役场所涉及的放射性核素特性一览表

序号	核素名称	状态	半衰期	毒性级别	衰变方式	主要射线和能量 (MeV)
1	<sup>99m</sup> Tc	液态	6.02h	低毒	同质异能跃迁	γ 0.141
2	<sup>131</sup> I	液态	8.04d	中毒	β <sup>-</sup>	γ 0.365
3	<sup>89</sup> Sr	液态	50.53d	中毒	β <sup>-</sup>	β1.49
4	<sup>125</sup> I	液态	59.7d	中毒	轨道电子俘获	γ0.035

注：上表中β<sup>-</sup>表示β负衰变。

### 9.1.1.3 拟退役场所原有核技术利用项目污染源项分析

#### (1) $^{131}\text{I}$

$^{131}\text{I}$  甲亢患者服药后观察无异常即可离开核医学科，甲癌患者服药后进入治疗病房住院。

##### ① X 射线和 $\gamma$ 射线

$^{131}\text{I}$  放射性药物的给药、收集含放射性废物等操作过程中，操作人员将受到放射性药物或含  $^{131}\text{I}$  核素的液体、固体等发射的  $\beta$  射线、 $\gamma$  射线以及  $\beta$  射线与物质相互作用产生的韧致辐射对人员的外照射影响。 $^{131}\text{I}$  患者服药后，本身短时间内便是一个辐射体（源），对周围的环境可能造成外照射影响，主要为  $\gamma$  射线。

##### ② 放射性废气

$^{131}\text{I}$  为挥发性核素，在人员给药、收集放射性废物等操作过程中或服  $^{131}\text{I}$  药物患者呼出，而使  $^{131}\text{I}$  进入空气中，非密封放射性物质工作场所周围工作或公众成员吸入  $^{131}\text{I}$  而产生内照射影响。放射性核素在分装过程中会产生少量的挥发放射性气体，经通风橱专用通风管道及活性炭过滤装置吸附后高于该建筑物屋顶排放。

##### ③ $\beta$ 表面污染

放射性核素操作过程产生受污染的固体废物，放射性药品使用过程中产生的  $\beta$  表面污染。

##### ④ 放射性废水

在医院住院时病人排泄物和放射性药品操作过程的去污洗涤液。医院设有放射性废液衰变池暂存放射性废液并进行衰变处理。

##### ⑤ 放射性固体废物

$^{131}\text{I}$  放射性药物通过口服方式服药，固态废弃物主要为一次性塑胶手套、纸杯。废  $^{131}\text{I}$  药盒最终由厂家回收。更换的废活性炭暂存在废物衰变房内，经过 10 倍半衰期以上衰变后，作为常规医疗废物处理。

#### (2) $^{99\text{m}}\text{Tc}$

##### ① $\gamma$ 射线

$^{99\text{m}}\text{Tc}$  放射性药物的给药、收集含放射性废物等操作过程中，操作人员将受到放射性药物或含  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  核素的液体、固体等发射  $\gamma$  射线的外照射影响。

##### ② $\beta$ 表面污染

放射性核素操作过程产生受污染的固体废物，放射性药品使用过程中产生的  $\beta$  表面污染。

### ③放射性废水

在医院候诊期间病人排泄物和放射性药品操作过程的去污洗涤液。

### ④放射性固体废物

使用核素治疗过程中，产生的废药瓶、注射器、棉签、棉球、手套等放射性固体废物。

### (3) $^{125}\text{I}$

#### ①外照射

由于  $^{125}\text{I}$  衰变方式是轨道电子俘获，主要发射 27.5keV 的特征 X 射线和 35.5keV 的退激  $\gamma$  射线（6.8%），因此在工作场所可产生外照射辐射污染。

#### ②放射性废液

操作过程中产生放射性废液主要是未用完的试剂和操作用具洗涤时产生的废水。

#### ③放射性固废

操作过程中还会产生放射性废物，包括盛放过放射性药剂的容器（药瓶、试管、注射器等），卫生纸，吸水等。

#### ④ $\beta$ 表面污染

操作过程中还会对工作台面、地面等造成表面污染。

综上所述，医院拟退役核医学科工作场所退役前主要有 X 射线辐射、 $\gamma$ 射线辐射、 $\beta$ 表面污染，其污染途径为直接外照射，同时还有含放射性废水、放射性固体废物和放射性废气产生。

## 9.2 退役方案

### 9.2.1 退役项目概况

本次拟退役的核医学科工作场所位于福建省福清市清荣大道112号行政综合楼地下一层。退役用房包括衰变池、设备科仓库、病房、候诊区、 $\gamma$ 相机检查室及控制室、放射源库核素治疗室、甲功室及控制室、洗涤室、医生厕所、淋浴间、辐射免疫实验室、值班室、更衣室、亚健康检查间、化学发光实验室、办公室、采血窗口、登记窗口、候诊大厅、诊室、废物衰变房等，退役的核素为 $^{131}\text{I}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 $^{89}\text{Sr}$ 和 $^{125}\text{I}$ 。

### 9.2.2 退役目标和范围

本项目退役目标为使场址达到无限制开放使用的要求，彻底消除安全隐患，确保公众和环境的安全。本项目退役范围为福建省福清市清荣大道 112 号行政综合楼地下一层核医学科工作场所全部功能用房、工作场所内遗留设备和用品。

### 9.2.3 退役依据文件

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国主席令第九号 自 2015 年 1 月 1 日起施行）；
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（中华人民共和国主席令第七十七号 2018 年修订）；
- (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（中华人民共和国主席令第六号）；
- (4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（国家环境保护部令第 18 号）；
- (5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第 449 号, 2019 年修订）；
- (6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（国家环境保护部第 3 号令, 2021 年修正版）；
- (7) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；
- (8) 《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）；
- (9) 《放射性废物管理规定》（GB14500-2002）；
- (10) 《核技术利用设施退役》（核安全导则 HAD401/14-2021）。

### 9.2.4 退役设施现状及运行史

福建省福清市医院于 2006 年 3 月委托福建省辐射环境监督站编制了福清市医院核医学科环境影响报告表，并于 2007 年 11 月取得了原福建省环境保护局环评批复文件。该核医学科于 2010 年 6 月取得了原福州市环境保护局竣工环境保护验收批复文件。

核医学科环评报告及批复内容为使用  $^{99m}\text{Tc}$  开展 $\gamma$ 照相诊断；采用  $^{131}\text{I}$  进行甲功测定，甲亢、甲癌治疗；采用  $^{89}\text{Sr}$  开展骨转移癌治疗；采用  $^{125}\text{I}$  开展放射免疫分析；采用  $^{90}\text{Sr}$  进行皮肤病敷贴治疗。

$^{125}\text{I}$  放射免疫分析、 $^{131}\text{I}$  进行甲功测定、甲亢治疗已于 2015 年 6 月停用； $^{99m}\text{Tc}$  已于 2008 年 5 月停用， $^{131}\text{I}$  甲癌治疗、 $^{90}\text{Sr}$  敷贴治疗和  $^{89}\text{Sr}$  骨转移癌治疗一直未开展。

福建省福清市医院目前取得福建省生态环境厅颁发的辐射安全许可证（闽环辐证[00066]），本项目拟退役核医学科使用期间在辐射安全许可证上，2016 年 12 月医院搬迁至新院区后，辐射安全许可证已注销核医学科场所及相应核素。

### 9.2.5 退役过程的源项

拟退役核医学科工作场所  $^{125}\text{I}$  放射免疫分析、 $^{131}\text{I}$  进行甲功测定、甲亢治疗已于 2015 年 6 月停用； $^{99m}\text{Tc}$  已于 2008 年 5 月停用， $^{131}\text{I}$  甲癌治疗、 $^{90}\text{Sr}$  敷贴治疗和  $^{89}\text{Sr}$  骨转移癌治疗一直未开展。拟退役核医学科工作场所无放射性药物，由环境辐射监测结果可知，该场所不存在放射性污染。

### 9.2.6 工艺方案及退役实施

(1) 组织机构。成立退役项目领导小组，由福建省福清市医院组成退役专项工作组组织实施，并明确了组长、副组长和成员职责，安全责任和质量保证由福建省福清市医院负责。

(2) 时间安排。分为三个阶段：①退役准备阶段，计划于 2026 年 5 月底完成；②退役实施阶段，计划 2026 年 6 月底完成；③验收阶段，开展本次退役项目的终态验收，确保场所满足无限制开放使用的要求，计划 2026 年 7 月底完成。

(3) 退役流程。医院具体的退役工作流程步骤如下：

- ①退役设施相关情况调查及场址辐射环境现状监测；
- ②对退役场所进行环境影响评价并取得环评批复文件；
- ③按照环评文件及环评审批要求实施退役；
- ④实施退役终态验收，办理退役审批手续；
- ⑤经审批主管部门同意后，该场址达到无限制开放的要求。

退役流程具体见图 9-4。

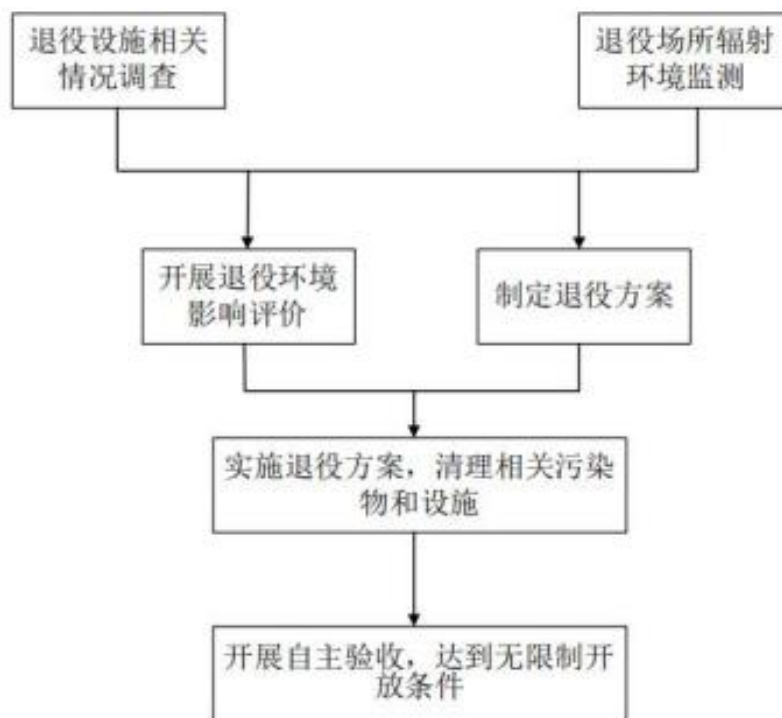


图 9-4 本项目核医学科退役流程图

### 9.2.7 退役条件保障

本项目将在取得环评批复后才开始实施退役，针对本次核医学科工作场所项目，医院成立了退役工作小组，制定了退役计划，且为使退役工作正常进行采取了下列措施：

(1) 辐射工作人员需进入拟退役场所时，保守考虑，佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。

(2) 在拟退役工作场所出入口张贴醒目的电离辐射警告标志，并设置警戒线，禁止无关人员靠近，并做好巡查记录、防盗等措施。

(3) 退役项目辐射工作人员均接受个人剂量监测并建立个人剂量档案和职业健康监护档案。

(4) 医院成立了退役工作小组，退役工作由退役工作小组领导，协同制定退役实施方案并负责具体退役工作的执行。

(5) 退役过程中，进入工作场所的工作人员均需佩戴辐射防护用品并进行个人剂量监测。

(6) 项目实施对退役前、退役过程、退役后现场辐射水平进行监测。

## **9.2.8 废物管理**

### **9.2.8.1 拟退役核医学科工作场所组成、遗留设备、设施以及其他物品**

本次拟退役的核医学科工作场所位于福建省福清市清荣大道112号行政综合楼地下一层。退役核医学科用房包括衰变池、设备科仓库、病房、候诊区、 $\gamma$ 相机检查室及控制室、放射源库核素治疗室、甲功室及控制室、洗涤室、医生厕所、淋浴间、辐射免疫实验室、值班室、更衣室、亚健康检查间、化学发光实验室、办公室、采血窗口、登记窗口、候诊大厅、诊室、废物衰变房等。本次拟退役项目场所内所有设备、设施以及其他物品，主要包括亚健康检查间的1个柜子，登记窗口、采血窗口、化学发光实验室、洗涤室和放射源库核素治疗室的水泥工作台面等。

### **9.2.8.2 退役场所、设备设施、物品处置情况**

由源项调查以及监测报告结果可知，拟退役核医学科工作场所表面满足清洁解控水平。退役过程中实时进行监测，如果多次检测结果都异常时（表面污染水平不低于  $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ ），立即停止处置并做好记录，然后委托有资质单位检测，收集有异常的设施储存于废物衰变房，暂存一段时间符合清洁解控水平后办理解控，确保是本底水平后才可继续拆除并详细记录自行检测数值和保存好记录。

## **9.2.9 辐射防护与监测**

本次退役项目拟采取的辐射防护措施详见报告表 10.1 章节，退役监测计划详见报告表 12.4 章节，本章节不再赘述。

## **9.2.10 退役经费来源**

本项目总投资为\*\*万元，其中环保投资为\*\*万元，占总投资的\*\*%。项目环保投资情

况见表1-5。退役经费均为医院自筹。

### 9.2.11 终态监测

本项目终态监测内容详见表 12-2。

### 9.2.12 进度计划

本项目退役进度计划详见表 1-2。

### 9.2.13 退役可行性分析

本次拟退役核医学科工作场所退役项目退役方案的制定符合《核技术利用设施退役》（核安全导则 HAD401/14-2021）中的相关要求。针对本次退役场所可能产生的放射性污染，医院拟采取的退役工作流程、去污方法、辐射防护与监测、工作安排均符合国家相关法律法规要求。在该退役方案指导下实施退役活动，本项目拟退役场所能达到无限制开放使用要求，场所内物品均能符合清洁解控水平，放射性废物得到妥善处置。因此本项目退役方案合理可行。

## 9.3 退役人员组成及工作负荷

本项目退役时间约 3 天，每天按 8h 计算。医院成立了以周建锋为组长，杨凡为副组长，孙伏清、郭城、杨建明为成员的核医学科工作场所退役工作小组。

组长具体职责：①全面负责退役项目的实施，并确保工作圆满完成；②制定并控制项目的进度计划；③确定人员的安排、分工和岗位职责；④现场管理，协调与生态环境主管部门的工作等。

副组长具体职责：①负责项目实施人员的辐射防护管理；②个人剂量的管理；③编制有关工作文件和项目的总结报告等。

成员的具体职责：①负责项目的具体实施；②核医学科工作场所现场清洁以及废物的打包及转运；③负责现场记录工作；④收集相关材料。

组 长：周建锋

副组长：杨凡

成员：孙伏清 郭城 杨建明

## 9.4 污染源项描述

### 9.4.1 施工期的污染源项

本项目施工期对房间内地面、墙面、物品等进行清理，不涉及建设施工，主要的非放射性污染源项：噪声、扬尘、废水、固体废物。

#### 9.4.2 退役阶段的污染源项

##### (1) 正常工况

本次拟退役核医学科工作场所已于 2015 年 12 月最后一次处置放射性固体废物及放射性废水，核医学科工作场所目前无放射性废气，放射性废水和放射性固体废物产生。

退役工程中拟采用湿抹布擦拭的方式进行粉尘清理，无放射性废水；核医学科已停用，退役时无放射性废气产生；退役实施过程中，医院拟采用湿抹布擦拭的方式进行粉尘清理，会产生一定量的废湿抹布、场所内清理的物品及设备。

##### (2) 事故工况

本次拟退役核医学科工作场所目前无非密封放射性药品。由源项调查以及监测报告结果可知，拟退役核医学科工作场所不存在与放射性同位素  $^{131}\text{I}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 $^{89}\text{Sr}$ 、 $^{125}\text{I}$  有关的辐射事故。

## 表 10 辐射安全与防护

### 10.1 项目安全设施

#### 10.1.1 工作场所布局

本次退役的核医学科工作场所退役用房从北到南依次为衰变池、设备科仓库、病房、候诊区、 $\gamma$ 相机检查室及控制室、放射源库核素治疗室、甲功室及控制室、洗涤室、医生厕所、淋浴间、辐射免疫实验室、值班室、更衣室、亚健康检查间、化学发光实验室、办公室、采血窗口、登记窗口、候诊大厅、诊室、废物衰变房。

#### 10.1.2 工作场所分区管理

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的规定，为了便于辐射防护管理和职业照射控制，控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围，将辐射工作场所分为控制区和监督区。

控制区：应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

监督区：应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

本项目拟退役的核医学科已停运多年，放射性核素基本已衰变，根据现状监测结果可知，拟退役核医学科工作场所及周围用房室内及室外的环境 $\gamma$ 辐射剂量率均在福州市辐射环境本底范围值内，因此本次将拟退役的核医学科工作场所均划为监督区。

#### 10.1.3 核医学科场所封闭停用期间管理措施

福建省福清市医院老院区核医学科工作场所已于 2015 年 6 月最后一次患者用药后停用，自停用后该核医学科工作场所一直处于上锁封闭状态。封闭期间，医院严格按照核医学工作场所的管理要求，无关人员禁止进入，必要的例行安全检查及废物处置等由医院核医学科辐射工作人员佩戴个人剂量计及个人剂量报警仪后方可进入，确保场所和辐射工作人员安全。同时，该核医学科四周每天有保安巡视，可防止核医学科设备、设施等被盗。

#### 10.1.4 退役实施过程中将采取的辐射防护措施

由表 8-3 监测数据可知，拟退役核医学科工作场所及周围用房室内的环境 $\gamma$ 辐射剂量率在 (\*\*~\*\*) nGy/h 之间，室外的环境 $\gamma$ 辐射剂量率在 (\*\*~\*\*) nGy/h 之间，均在福州市辐射环境本底范围值内（注：福州市原野及道路本底值为 30.4~161.7nGy/h，室内本底值为 89.9~231.0nGy/h，来源于《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015 年））。

由表 8-4 监测数据可知，拟退役核医学科工作场所控制区和监督区各监测点位 $\beta$ 表面污染值均低于探测下限值，仪器对 $\beta$ 表面污染探测下限值（MDC）为\*\*Bq/cm<sup>2</sup>，均满足《电离辐

射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“工作场所中的某些设备与用品，经去污使其污染水平降低到表 7-2 中所列设备类的控制水平的五分之一（即控制区内清洁解控水平  $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，监督区内清洁解控水平  $0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$ ）以下时，经审管部门或监管部门授权的部门确认同意后，可当作普通物品使用”的相关要求。

但由于该场址尚未完成退役环境影响评价工作，为确保环境辐射安全，因此本退役项目拟采取以下辐射防护措施：

（1）辐射工作人员需进入拟退役场所时，佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。

（2）在退役评价工作完成前，严禁将场所内相关物品移出控制区。

（3）在拟退役工作场所出入口张贴醒目的电离辐射警告标志，并设置警戒线，禁止无关人员靠近，并建立每日巡查巡检记录，做好防盗等措施。

（4）退役项目辐射工作人员均接受个人剂量监测并建立个人剂量档案和职业健康监护档案。

（5）医院成立了退役工作小组，核医学科退役工作由退役工作小组领导，并负责具体退役工作的执行。

（6）退役过程中，进入工作场所的工作人员均佩戴铅衣并进行个人剂量监测。

（7）项目实施对退役前、退役过程中现场辐射水平进行监测，拟退役场址退役后委托有资质单位对整个退役场址进行监测。

①退役前：由有资质单位对整个拟退役核医学科工作场所进行源项调查。

②退役过程：退役过程对拆除和拆毁过程中物品处置前由医院辐射工作人员使用经检定或校准合格的检测仪器进行监测，满足解控水平作为医疗废物处置。医院配有个人剂量报警仪、便携式辐射检测仪和表面污染检测仪，满足退役过程中对辐射剂量率及表面污染的监测使用需求。如果多次检测结果都异常时（表面污染水平不低于  $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ ），立即停止处置并做好记录，然后委托有资质单位检测，收集有异常的设施储存于废物衰变房，暂存一段时间符合清洁解控水平后办理解控，确保是本底水平后才可继续拆除并详细记录自行检测数值和保存好记录。凡涉及人员、物品由拟退役场所离开，均应进行放射性表面污染检测，确认无污染后方可离开，以免放射性污染扩散，污染周围环境。

③退役后：将委托有资质的单位对场所内墙体、窗、门及不可移动设施进行终态监测，以确保场所达到无限制开放使用的要求。

## 10.2 三废的治理

（1）放射性废水

退役工程中拟采用湿抹布擦拭的方式进行粉尘清理，无放射性废水产生。

### (2) 放射性固体废物

本项目核医学工作场所运行期间产生的放射性固体废物暂存于废物衰变房铅废物桶内，经设定时间暂存衰变达到清洁解控水平后已按照医疗废物处置。医院最后一次放射性固体废物处置时间为 2015 年 12 月。

退役过程中会产生一定量的固体废物，如场所内清理的物品及设备、废抹布等。退役人员使用经检定或校准合格的检测仪器进行监测，满足解控水平作为医疗废物处置。如果多次检测结果都异常时（表面污染水平不低于  $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ ），立即停止处置并做好记录，然后委托有资质单位检测，收集有异常的设施储存于废物衰变房，暂存一段时间符合清洁解控水平后办理解控。

### (3) 放射性废气

核医学科已停约 10 年，场所内无放射性药物及废物，退役时无放射性废气产生。

## 表 11 辐射环境影响

### 11.1 退役施工对环境的影响

本项目为核医学科工作场所退役项目，场所退役后，医院拟对房间内地面、墙面、物品等进行拆除及清理，不涉及建设施工。

本次核医学退役项目施工期主要评价场所拆除过程中的环境影响，主要的非放射性污染因子有：噪声、扬尘、废水、固体废物。

#### (1) 施工期扬尘影响分析

主要为拆除时产生的粉尘，为减小施工期间扬尘对外界环境的影响，在施工过程中，施工单位加强施工现场管理，进行适当的加湿处理。

#### (2) 施工期废水环境影响分析

施工期间产生的废水主要为施工人员的生活污水。生活污水依托医院现有化粪池，进入市政污水管网。

#### (3) 施工期噪声环境影响分析

施工期噪声主要来自机械、设备运行等。通过选取噪声低、振动小的设备操作等，并合理安排施工时间等措施减轻对外界的影响。

#### (4) 施工期固体废物环境影响分析

施工期固体废物主要为建筑垃圾。施工期产生的固体废物妥善处理，无回收价值的建筑废料统一收集后，运输至合法堆场堆放。

本项目施工期环境影响随着施工期的结束而结束，施工期工程量小，施工期短，且均在院区内施工，对外界环境影响很小，不存在环保遗留问题。

### 11.2 核医学科封闭期间环境影响分析

本项目拟退役的核医学科已于 2015 年 6 月后停止运行并封闭管理，封闭后该场所内无放射性药物贮存，不再产生放射性废水。核医学科停用前产生的放射性废液暂存于衰变池衰变储存。停用前已产生的放射性固体废物放置于废物衰变房暂存。医院放射性废液及放射性固体废物最后一次处置时间为 2015 年 12 月。

本项目拟退役的核医学科封闭期间，未发生过设备、设施被盗，场所内暂存的固体废物得到妥善贮存和处置。场所封闭期间，医院严格按照核医学工作场所的管理要求，禁止一切无关人员进入该场所，必要的例行安全检查及废物处置等由医院辐射工作人员佩戴个人剂量计及个人剂量报警仪后方可进入，确保场所和辐射工作人员安全。因此本项目拟退役的核医学科封闭期间对周围环境及辐射工作人员的影响较小。

## 11.3 核医学科退役对环境的影响

### 11.3.1 退役过程环境影响

(1) 由表 8-3 监测数据可知，拟退役核医学科工作场所及周围用房室内的环境 $\gamma$ 辐射剂量率在 (\*\*~\*\*) nGy/h 之间，室外的环境 $\gamma$ 辐射剂量率在 (\*\*~\*\*) nGy/h 之间，均在福州市辐射环境本底范围值内。

由表 8-4 监测数据可知，拟退役核医学科工作场所控制区和监督区各监测点位 $\beta$ 表面污染值均低于探测下限值，仪器对 $\beta$ 表面污染探测下限值 (MDC) 为 \*\*Bq/cm<sup>2</sup>，均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中“工作场所中的某些设备与用品，经去污使其污染水平降低到表 7-2 中所列设备类的控制水平的五分之一（即控制区内清洁解控水平 0.8Bq/cm<sup>2</sup>，监督区内清洁解控水平 0.08Bq/cm<sup>2</sup>）以下时，经审管部门或监管部门授权的部门确认同意后，可当作普通物品使用”的相关要求。

### 11.3.2 退役过程对辐射工作人员和周围公众产生的有效剂量估算

根据现场监测结果，本项目拟退役核医学科工作场所的环境 $\gamma$ 辐射剂量率处于福州市辐射环境本底范围值内，且该场所已停止用药约 10 年，暂存的核素已完全衰变。因此，退役实施过程中对工作人员附加辐射剂量及其辐射环境影响可忽略不计。

由附件 11 可知，辐射工作人员最大年有效剂量为 \*\*mSv/a，叠加本次退役项目后仍符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 的要求，也低于剂量约束值 5mSv/a。

本项目退役场所外公众可达处的辐射剂量率处于福建省辐射环境本底范围值内，且拟退役核医学科场所已经实行全封闭，无关人员不得入内。故本项目退役实施过程中公众可能产生的最大附加剂量亦可忽略不计，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 的要求，也低于剂量约束值 0.1mSv/a。

### 11.2.3 放射性“三废”环境影响分析

#### (1) 放射性废水

衰变池放射性废水于 2015 年 12 月已排放，退役过程中拟采用湿抹布擦拭的方式对粉尘进行清理，无放射性废水产生。

#### (2) 放射性固体废物

本项目核医学工作场所运行期间产生的放射性固体废物达到清洁解控水平，已按照医疗废物处置。

退役过程中会产生一定量的固体废物，如场所内清理的物品及设备、废抹布等。退役人员使用经检定或校准合格的检测仪器进行监测，满足解控水平作为医疗废物处置。如果多次检测结果都异常时（表面污染水平不低于 0.8Bq/cm<sup>2</sup>），立即停止处置并做好记录，然后委

托有资质单位检测，收集有异常的设施储存于废物衰变房，暂存一段时间符合清洁解控水平后办理解控。

### （3）放射性废气

核医学科已停用，退役过程无放射性废气产生。

综上所述，本次退役的核医学科工作场所产生的放射性“三废”对环境的影响较小。

#### 11.2.4 退役后场址环境影响分析

由表 8-3 监测数据可知，医院拟退役核医学科工作场所的环境 $\gamma$ 辐射剂量率在福州市辐射环境本底范围值内。由表 8-4 监测数据可知，拟退役核医学科工作场所的 $\beta$ 表面污染水平符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 B2.2 条款中清洁解控水平要求（控制区的设备、设施和物品（料）和相关场所地面、墙面的放射性表面污染清洁解控水平为： $\beta \leq 0.8 \text{Bq/cm}^2$ ；监督区的地面、墙面的放射性表面污染清洁解控水平为： $\beta \leq 0.08 \text{Bq/cm}^2$ ）。因此退役后公众剂量约束值小于  $0.1 \text{mSv/a}$ 。

#### 11.3 事故影响分析

由源项调查以及监测报告结果可知，本次拟退役辐射工作场所无需进一步去污处理，拟退役核医学科工作场所不存在与放射性同位素  $^{131}\text{I}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 $^{89}\text{Sr}$ 、 $^{125}\text{I}$  有关的辐射事故。

## 表 12 辐射安全管理

### 12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

医院成立了以王\*棋为组长，以陈\*亮、黄\*芳为副组长，以杨\*炎、吴\*军、王\*、郑\*文、周\*锋、姜\*、徐\*、郑\*、王\*德、叶\*松、王\*英、郭\*耀、王\*、孙\*清、林\*为成员的辐射安全与环境保护管理领导小组。

### 12.2 辐射安全管理规章制度

#### 12.2.1 已有规章制度及落实情况

医院已建立《辐射防护与安全保卫制度》《设备检修维护制度》《辐射源台账管理制度》《辐射工作人员培训计划》《辐射监测方案》等规章制度，工作人员严格按照规章制度要求执行。

#### 12.2.2 本退役项目的管理要求

由于本项目尚未完成退役环境影响评价工作，为加强拟退役场所的管理，确保环境辐射安全，针对本项目特点，对拟退役的核医学科工作场所实行分区管理，严禁闲杂和无关人员进入；辐射工作人员需进入拟退役场所时，佩戴个人剂量计及个人剂量报警仪。

### 12.3 辐射工作人员的培训

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十五条的规定：从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第二十二条规定：取得辐射安全培训合格证书的人员，应当每五年接受一次再培训。根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（公告 2019 年第 57 号），辐射安全与防护培训需求的人员可通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn/>）参加辐射安全与防护培训，参加相关考试并通过考核，做到持证上岗。

本项目辐射工作人员及管理人员均参加了辐射安全与防护培训，参加了相关考试并通过考核。

### 12.4 辐射监测

#### 12.4.1 退役过程中辐射监测

##### （1）监测制度、目的及原则

医院现有的辐射监测制度，包括个人剂量监测、工作场所监测、辐射环境监测制度，基本能满足本项目的需要。退役过程中监测的目的为确保拆除的设备设施满足清洁解控水平后方可进行。由于本项目为退役项目，因此需要在整个退役过程中，对现场环境 $\gamma$ 辐射剂量率

水平及β表面污染水平进行全程监测，对关键污染点和关键设施将加大监督频率，确保不遗漏。另外，对拆除的设备进行β表面污染监测，该监测由退役实施单位执行，并做好记录。

### (2) 个人剂量监测

为确认工作人员受照剂量不超标，参加退役的工作人员均佩戴个人剂量计，对工作人员的个人剂量进行监测，并做好记录。

### 12.4.2 退役后的验收监测

在本项目核医学科场址退役后，建设单位将委托有资质的单位对场址及周围环境进行验收监测，监测内容主要包括：

通过对退役核医学科工作场所及周边环境γ辐射剂量率和β表面污染进行监测，检查环境γ辐射剂量率和β表面污染水平是否异常，判断退役场址能否达到无限制开放要求。

本项目监测计划见表 12-1。

表 12-1 本项目辐射监测计划

监测对象	监测布点		监测项目	监测频次	实施	监测方法
核医学科	衰变池、设备科仓库、病房、候诊区、γ相机检查室及控制室、放射源库核素治疗室、甲功室及控制室、洗涤室、医生厕所、淋浴间、辐射免疫实验室、值班室、更衣室、亚健康检查间、化学发光实验室、办公室、采血窗口、登记窗口、候诊大厅、诊室、废物衰变房。	场所内及物品表面	环境γ辐射剂量率	退役过程中实时进行监测，如果多次检测结果都异常时（表面污染水平不低于0.8Bq/cm <sup>2</sup> ），立即停止处置并做好记录，然后委托有资质单位检测，收集有异常的设施储存于废物室，暂存一段时间符合清洁解控水平后办理解控，确保是本底水平后才可继续拆除并详细记录自行检测数值和保存好记录。	医院核医学科辐射工作人员	HJ61-2021
		地面、墙面、物品表面	β表面污染			GB/T 14056.1-2008
	衰变池、设备科仓库、病房、候诊区、γ相机检查室及控制室、放射源库核素治疗室、甲功室及控制室、洗涤室、医生厕所、淋浴间、辐射免疫实验室、值班室、更衣室、亚健康检查间、化学发光实验室、办公室、采血窗口、登记窗口、候诊大厅、诊室、废物衰变房。	场所内、周围环境及物品表面	环境γ辐射剂量率	退役终态监测	委托有资质单位	HJ61-2021
		地面、墙面、物品表面	β表面污染			GB/T 14056.1-2008

辐射工作人员	佩戴个人剂量计	职业性外照射个人剂量	进入退役核医学科场所佩戴个人剂量计，退役评价工作完成后，将个人剂量计送到有资质单位进行检测。	委托有资质单位	GBZ128 - 2019
--------	---------	------------	--	---------	---------------------

本次退役项目依托医院现有的 1 台 X- $\gamma$ 辐射监测设备、1 台表面污染监测仪及 3 台个人剂量报警仪，可满足本次退役项目监测的需要。

## 12.5 辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规要求，医院根据可能发生的辐射事故的风险，制定了福建省福清市医院辐射事故（件）应急预案，成立了专门的指挥机构，包括领导小组，明确了各自的职责。发生辐射事故时，单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要的防护措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门、公安部门和卫生健康部门报告。医院辐射事故应急预案包括以下内容：

（1）根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》等法规的有关规定，开展辐射事故预防与应急处理。

（2）对其辐射活动中辐射事故的应急准备与响应负首要责任，必须遵照国家和地方政府有关规定，依据所操作的放射性同位素和射线装置以及潜在事故的特性和可能后果，考虑制定辐射应急计划或应急程序，并按规定报当地政府有关部门审查批准或备案。

（3）发生辐射事故时，建设单位立即启动本单位的辐射应急方案，采取必要防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

（4）单位将切实执行并落实辐射安全管理规章制度，加强实体保卫，切实有效地防止辐射事故（件）发生。

（5）辐射事故防治工作领导小组主要职责：

①执行国家放射事故应急工作的法规和政策；

②制订医院内放射事故应急计划，做好放射事故应急准备工作；

③确定放射事故应急状态等级，统一指挥本单位的放射事故应急响应行动；

④及时向生态环境部门、公安部门和卫生健康部门报告事故情况，协助和配合指定的部门做好放射事故应急管理工作。

（6）各类事故报警联系方式

一般报告程序为：发现者报告给放射事故防治工作领导小组成员，由其向市公安局、市

生态环境局，并同时向省生态环境厅报告，设备破损应向公安机关报告，造成人员受到超剂量照射应同时向卫生健康部门报告。

### (7) 应急演练

医院落实了环境风险防范措施，每年组织相关工作人员进行应急演练，确保有序地组织开展事故救援工作，能最大限度地减少或消除事故和紧急情况造成的影响，避免事故蔓延和扩大，保护人群健康。

综上所述，医院的辐射安全与防护措施、辐射管理制度合理可行，满足《电离辐射防护与辐射安全基本标准》（GB18871-2002）、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021）等相关法律法规及标准的相关要求。

因本次拟退役的核医学科已停用，医院拟退役核医学科工作场所目前无放射性废气产生；衰变池内废水和废物衰变房放射性固体废物均已处置。因此本项目工作场所退役期间不存在与放射性同位素有关的辐射事故。现有应急预案能够满足本项目的要求。

## 12.6 项目终态竣工环境保护验收一览表

根据项目竣工环境保护验收相关规定和要求，本项目批复及退役实施后，医院应按照规定开展终态竣工环境保护验收工作。本项目终态竣工环境保护验收一览表见表 12-2。

表 12-2 终态竣工环境保护设施验收一览表

序号	验收内容	验收标准及要求
1	退役环评审批手续	在实施退役前编制环境影响评价文件，报福建省生态环境厅审查批准，取得退役项目环评批复文件。
2	退役场所要求	(1) 对退役工作场所进行环境 $\gamma$ 辐射剂量率监测，确保环境 $\gamma$ 辐射剂量率与当地环境 $\gamma$ 辐射剂量率调查水平相当； (2) 对退役后的核医学科工作场所进行 $\beta$ 表面沾污监测，确认表面污染低于清洁解控水平（控制区低于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，监督区低于 $0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$ ）。
3	人员剂量	工作人员受照射剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求，也低于剂量约束值 $5\text{mSv}/\text{a}$ ；公众最大附加剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求，也低于剂量约束值 $0.1\text{mSv}/\text{a}$ 。
4	档案保存完整	(1) 整个退役过程中的辐射监测记录档案保存完整； (2) 退役过程中各类设施、物品处置情况记录等保存完整。
5	其他	落实退役方案要求（详见附件 8，重点包括①未经监测满足清洁解控水平前，禁止将任何物品、设备移出核医学科；②退役过程中实时对核医学科工作场所及周围辐射环境监测并做好记录；③场所若存在放射性污染的，采取有效措施进行处理，直至达到清洁解控水平；④退役过程中产生的设备、物品等妥善处理、处置；⑤退役过程中做好辐射工作人员的防护及个人剂量监测等）、医院相关规章制度及个人剂量监测报告等符合管理要求。

## 表 13 结论与建议

### 13.1 结论

福建省福清市医院老院区位于福建省福清市清荣大道 112 号，拟对老院区核医学科工作场所进行退役，最终退役目标为使工作场所达到无限制开放使用。

#### 13.1.1 实践正当性

本项目为核医学科工作场所退役项目，其目的是使其拟退役场址符合清洁解控水平，使场址达到无限制开放使用的要求，彻底消除安全隐患，确保公众和环境的安全，在做好各项辐射管理工作和采取必要的防护措施后，项目获得的利益远大于辐射所造成的损害，符合 GB18871-2002 中辐射防护“实践正当性”的要求。

#### 13.1.2 退役场所辐射环境现状

根据辐射环境现状监测结果，本项目拟退役核医学科工作场所的环境 $\gamma$ 辐射剂量率在福建省辐射环境本底范围值内。

拟退役核医学科工作场所控制区和监督区各监测点位 $\beta$ 表面污染值低于探测下限值，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“工作场所中的某些设备与用品，经去污使其污染水平降低到控制区内清洁解控水平  $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，监督区内清洁解控水平  $0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$ ”的相关要求。

本项目周边土壤中下风向  $^{131}\text{I}$  的放射性活度远小于本退役项目外排涉及的核素  $^{131}\text{I}$  的免管浓度。

#### 13.1.3 退役过程中环境影响分析

根据辐射环境现状监测结果可知，拟退役核医学科工作场所 $\gamma$ 辐射剂量率与天然本底水平相当。拟退役核医学科工作场所 $\beta$ 表面污染水平符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的清洁解控水平要求。

本项目退役实施过程中工作人员受照射剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求，也低于剂量约束值  $5\text{mSv}/\text{a}$ 。本项目公众产生的最大附加剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求，也低于剂量约束值  $0.1\text{mSv}/\text{a}$ 。

### 13.2 建议

建议建设单位应认真做好以下工作：

(1) 拟退役项目在退役过程中，应严格按照退役实施方案执行，做好退役过程中的辐射防护措施和监测，对 $\beta$ 表面污染和环境 $\gamma$ 辐射剂量率进行全程监测并记录。

(2) 退役完成后，医院应委托有资质的单位进行辐射环境终态监测，以确保场所达到无限制开放使用的要求。

