

核技术利用建设项目

福建医科大学附属协和医院
核医学科（1号楼）退役项目

环境影响报告表
（公示本）

福建医科大学附属协和医院

二〇二六年一月



核技术利用建设项目

福建医科大学附属协和医院 核医学科（1号楼）退役项目

环境影响报告表

建设单位名称：福建医科大学附属协和医院

通讯地址：福建省福州市鼓楼区新权路29号

邮政编码：350001



目录

表 1	项目基本情况	1
表 2	放射源	30
表 3	非密封放射性物质	30
表 4	射线装置	32
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	33
表 6	评价依据	34
表 7	保护目标与评价标准	37
表 8	环境质量和辐射现状	46
表 9	项目工程分析与源项	60
表 10	辐射安全与防护	75
表 11	环境影响分析	81
表 12	辐射安全管理	89
表 13	结论与建议	95
表 14	审批	97

附件

附件 1 委托书

附件 2 辐射安全许可证

附件 3 核医学科（1 号楼）环评审批意见

（1）2005 年 3 月 16 日，原福建省环境保护局《关于福建医科大学附属协和医院核医学科使用放射性核素环评的审批意见》

（2）2008 年 12 月 23 日，原福建省环境保护局《关于福建医科大学附属协和医院使用放射性药品 ^{99m}Tc 、1 台 ^{60}Co 旋转头部伽玛刀、1 台直线加速器、3 台 DSA 和 25 台 III 类 X 射线机环评的审批意见》

（3）2014 年 7 月 21 日，闽环辐评〔2014〕14 号，原福建省环境保护厅《关于批复福建医科大学附属协和医院 Tc-99m 使用及 I-125 粒子植入项目环境影响报告表的函》

附件 4 关于调整辐射安全防护管理领导小组成员的通知

附件 5 辐射安全管理相关制度（摘录）

附件 6 核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单

- 附件 7 外照射个人剂量监测报告
- 附件 8 职业健康检查结果总结报告
- 附件 9 辐射事故应急预案
- 附件 10 辐射事故应急演练记录
- 附件 11 放射性废物处置情况记录表
- 附件 12 辐射工作场所监测报告（2024 年度）
- 附件 13 辐射环境检测报告
- 附件 14 环境影响评价机构名称变更声明

表 1 项目基本情况

项目名称	福建医科大学附属协和医院核医学科（1号楼）退役项目					
项目单位	福建医科大学附属协和医院					
联系人	***	联系电话	***			
注册地址	福建省福州市鼓楼区新权路 29 号					
项目地点	福建省福州市鼓楼区新权路 29 号 1 号楼一层核医学科（原工作场所）					
立项审批部门	/		批准文号	/		
建设项目总投资 （万元）	10	项目环保投资 （万元）	1	投资比例	10%	
项目性质	<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input checked="" type="checkbox"/> 其它			占地面积 （平方米）	230	
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 <input type="checkbox"/> V类			
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> 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	核医学科（乙级非密封放射性物质工作场所）退役				

1.1 建设单位情况

百年协和，源远流长。福建医科大学附属协和医院前身是福建基督教协和医院（又名 Wilis F. Pierce Memorial Hospital），由创建于 1860 年的福州圣教医院与创建于 1877 年的福州马高爱医院合并而成，是八闽现代医学的发祥地。现已成为一所集医疗、教学、科研、预防和保健为一体的大型三级甲等综合性医院。医院坐落在福州市中心风景秀丽的于山之麓，现拥有院本部于山院区及旗山院区、平潭院区、妈祖院区三个分院区。现有床位 2500 张，年门诊量 212 万人次，年收治住院病人 18 万余人次，年开

展各类手术 14 万余台。现有员工 5000 余人，其中正、副高职称（含教授、副教授）700 余人；汇聚国家级、省部级、享受政府特殊津贴专家等高层次人才百余名，多位专家入选中国名医百强榜、学术影响力百强榜。

医院打造了一批业界极具影响力的优势技术集群：精湛的微创技术、高超的介入技术、领先的移植技术、高端的放疗中心，以及配备国有自主知识产权重离子治疗系统、硼中子治疗系统、X 线立体定向放射治疗系统（射波刀）、螺旋断层放射治疗系统（TOMO）等设备的高端精准肿瘤放疗中心；以干细胞临床研究机构为核心，构建特色干细胞与再生医学研发中心，开展前沿干细胞再生技术研究；同时拥有人工心脏植入术等国内领先特色技术，形成高水平疑难危重症救治医技学科群。医院配备超高端多排螺旋 CT、3.0T 磁共振、PET-CT、PET-MR、内窥镜手术器械控制系统（达·芬奇手术机器人）、全飞秒激光和准分子屈光手术系统等一大批国际先进医疗设备，为诊疗质量提供坚实保障。

1.2 退役项目由来

近年来，随着医疗服务对象的扩大及人民群众对医疗服务质量要求的提高，为进一步提升医院的医疗技术水平，改善患者医疗诊治条件，我院已在于山院区新急诊楼负二层建设核医学科工作场所，该新建核医学科项目环境影响报告表于 2022 年 9 月 30 日取得福建省生态环境厅批复（闽环辐评〔2022〕40 号），并于 2024 年 11 月 30 日完成竣工环保验收。核医学科新址 2025 年 3 月 1 日正式启用后，1 号楼核医学科停止使用。 ^{99}Mo （ $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ）、 ^{131}I 、 ^{125}I 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{89}Sr 等放射性核素最后一次使用时间为 2025 年 2 月 28 日，此后该场所未再开展任何涉及放射性物质的操作活动，原在用的 SPECT 设备、1 台通风橱、1 个分装仪、废物桶等设施设备均已停止使用。核医学科（1 号楼）场址使用后，拟对该工作场所实施退役处置，处置完成后划拨给教学中心作为库房使用，退役后需达到无限制开放使用的要求。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》相关规定：“依法实施退役的生产、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当在实施退役前编制环境影响评价文件，报原辐射安全许可证发证机关审查批准；未经批准的，不得实施退役。”因此，本次 1 号楼核医学科场所退役项目必须开展环境影响评价。

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》（生态环境部第 16 号令，自 2021 年 1 月 1 日起施行），本项目属于“173、核技术利用项目退役—乙级非

密封放射性物质工作场所”，应编制环境影响报告表。福建医科大学附属协和医院于2025年11月委托福建省金皇环保科技有限公司（于2025年12月29日公司名称变更为“福建省金皇环保科技股份有限公司”，详见附件14，以下简称“我公司”）承担本次核医学科辐射工作场所退役项目环境影响报告表的编制工作。我公司接受委托后，组织相关技术人员开展了实地勘查、资料收集、辐射环境监测等工作，在此基础上，严格依照相关法律法规、标准规范编制完成本环境影响报告表。

1.3 项目概况

1.3.1 退役场所背景情况

- (1) 项目名称：福建医科大学附属协和医院核医学科（1号楼）退役项目
- (2) 退役单位：福建医科大学附属协和医院
- (3) 退役地点：福建省福州市鼓楼区新权路29号1号楼一层核医学科
- (4) 核素环保手续履行情况：本项目核医学涉及使用的放射性核素、射线装置、射线源等先后于2005年、2008年、2014年开展环境影响评价工作并取得生态环境主管部门批复文件，该场所属乙级非密封放射性物质工作场所。医院已于2024年11月14日取得辐射安全许可证“国环辐证[00544]”（附件2）。批准使用的放射性核素为^{99m}Mo（^{99m}Tc）、^{99m}Tc、¹³¹I、⁸⁹Sr等，用于放射性药物诊断和治疗。本项目核医学科环保手续履行情况一览表详见表1.3.1。

表 1.3.1 本项目核医学科环保手续履行情况一览表

序号	报告名称	编制单位	编制日期	环评批复文件名称	审批部门	环评批复（签发）时间及文号	竣工环保验收	辐射安全许可
1	《福建医科大学附属协和医院放射性药品应用项目环评》	福建省辐射环境监督站（原福建省环境放射性监理站）	2005年3月	《关于福建医科大学附属协和医院核医学科使用放射性核素（主要是 ¹³¹ I、 ¹²⁵ I、 ^{99m} Tc、 ⁸⁹ Sr、 ⁹⁰ Sr- ⁹⁰ Y敷贴器等）的审批意见》	原福建省环境保护局	2005年3月16日	/	国环辐证[00544]
2	《福建医科大学附属协和医院旋转式头部伽玛刀、射线装置及核医学科SPECT项目环境影响报告表》	福建省辐射环境监督站	2008年11月	《关于福建医科大学附属协和医院使用放射性药品 ^{99m} Tc、1台 ⁶⁰ Co旋转头部伽玛刀、1台直线加速器、3台DSA和25台III类X射线机的审批意见》	原福建省环境保护局	2008年12月23日	/	
3	《福建医科大学附属协和医院 ^{99m} Tc药物使用和 ¹²⁵ I粒子植入环境影响报告表》	福建省辐射环境监督站	2014年4月	《福建省环保厅关于批复福建医科大学附属协和医院 ^{99m} Tc- ^{99m} Tc使用及I-125粒子植入项目环境影响报告表的函》	原福建省环境保护厅	2014年7月21日，闽环辐评（2014）14号	/	

(5) 退役前核素使用情况：医院核医学科（1号楼）属于乙级非密封放射性物质工作场所，许可使用 ^{99}Mo ($^{99\text{m}}\text{Tc}$)、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{131}I 、 ^{89}Sr 、 ^{125}I （粒子源）、 ^{223}Ra 、 ^{177}Lu 、 ^{90}Y 、 ^{153}Sm 共 9 种非密封放射性物质，2005 年开始使用 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{131}I 、 ^{89}Sr ，均为按需订购，不贮存；2014 年开始使用钼铯发生器（一根 $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ 发生器的使用周期为一周）淋洗、标记和分装 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ，按需订购，不贮存；同期配合介入科开展 ^{125}I （粒子源）植入治疗，按需订购，不贮存；从未使用 ^{223}Ra 、 ^{177}Lu 、 ^{90}Y 、 ^{153}Sm 。2025 年 3 月 1 日，该核医学科停止诊疗工作，所有许可使用的核素全部停用，无剩余核素留存。自停用后，核医学科（1号楼）始终处于封闭状态，未再开展放射性操作活动，场所内无未使用的放射性药品。该核医学科自投入运行以来放射性核素均使用正常，未发生放射性药物泼洒、容器破碎等辐射事故，运行状况良好。核医学科（1号楼）场址在运行期间，可能产生含有 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{131}I 、 ^{89}Sr 、 ^{125}I （粒子源）的放射性固废、放射性废液，且可能存在由 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{131}I 、 ^{89}Sr 、 ^{125}I （粒子源）衰变时产生 γ 射线和 β 表面污染。

拟退役原核医学科使用的非密封性放射性物质、放射源和射线装置批准使用情况见表 1.3.2—表 1.3.4。

1.3.2 退役范围

(1) 辐射工作场所：福建医科大学附属协和医院核医学科退役为核医学科整体退役，核医学科所在场所为 1 号楼一层东北侧，原工作场所核医学科建筑面积约 230 m^2 。主要为高活性室（配制间 1、配制间 2、检验室、注射室）、SPECT 机房、候诊室/留观室、污物间 1、病人卫生间、污物间 2、甲状腺功能测定室、 ^{90}Sr 储源室等核医学科场所内的各功能用房。

(2) 核医学科（1号楼）配套设施：通风设施、通风管道、衰变池、排水管道等。

(3) 核医学科（1号楼）内遗留设备：核医学科内现存的全部物品，包括取号机、淋洗/分装柜、通风柜、SPECT-CT 机、移动注射台、甲状腺功能测定仪、铅衰变桶、V 类放射源保险柜、监控、空调、桌子、柜子以及椅子等物品，达到清洁解控要求，搬运至新急诊楼负二层核医学科或其他场所继续使用。洗手池、水龙头、蹲便、管道等物品达到清洁解控要求后按普通废物处置。

表 1.3.2 拟退役核医学科（1号楼）非密封放射性物质批准使用情况一览表

核素名称	物理状态	半衰期	衰变方式	日等效最大操作量 (Bq)				竣工环保验收情况	辐射安全许可证				场所等级	停用时间	剩余核素
				2005年3月16日	2008年12月23日	闽环辐评(2014)14号	已审批场所内日等效最大操作量		实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	场所日等效最大操作量			
⁹⁹ Mo (^{99m} Tc)	放射性同位素发生器 (^{99m} Tc的母体)	66h	β ⁻ 、 γ	/	/	1.11×10 ⁹	3.3966× 10 ⁹	/	3.7×10 ¹⁰	3.7×10 ⁷	1.85×10 ¹²	4.0×10 ⁹	乙级	2025年3月1日	无
^{99m} Tc	液态/低毒	6.02h	γ	7.4×10 ⁷	1.11×10 ⁸	1.11×10 ⁹		/	3.7×10 ¹⁰	3.7×10 ⁷	6.66×10 ¹²			2025年3月1日	无
⁸⁹ Sr	液态/中毒	50.5d	β ⁻	2.96×10 ⁷	/	/		/	2.96×10 ⁸	2.96×10 ⁷	1.48×10 ¹⁰			2025年3月1日	无
¹³¹ I	液态/中毒	8.03d	β ⁻	1.11×10 ⁹	/	/		/	2.96×10 ¹⁰	2.96×10 ⁹	1.54×10 ¹²			2025年3月1日	无
¹²⁵ I (粒子源)	固态/中毒	59.4d	γ	/	/	1.48× 10 ⁷ ~3.7× 10 ⁷		/	7.4×10 ¹⁰	7.4×10 ⁷	1.78×10 ¹²			2025年3月1日	无
²²³ Ra	液态/极毒	11.44 d	α	/	/	/		/	6.66×10 ⁶	6.66×10 ⁷	6.66×10 ⁸			从未使用	无
¹⁷⁷ Lu	液态/中毒	6.7d	β ⁻	/	/	/		/	5.51×10 ⁹	5.55×10 ⁸	7.4×10 ¹¹				无
⁹⁰ Y	液态/中毒	64h	β ⁻	/	/	/		/	1.0×10 ¹⁰	1.0×10 ⁸	2.0×10 ¹²				无
¹⁵³ Sm	液态/中毒	46.3d	β ⁻	/	/	/		/	1.85×10 ⁹	1.85×10 ⁸	9.25×10 ¹⁰				无

表 1.3.3 拟退役核医学科（1 号楼）放射源批准使用情况一览表

核素名称	物理状态	总活度 (Bq) /活度 (Bq) ×枚数			总审批年用量 (Bq)	竣工环 保验收 情况	辐射安全许可证	停用时间	备注
		2005 年 3 月 16 日	2008 年 12 月 23 日	闽环辐评 (2014) 14 号			总活度 (Bq) /活度 (Bq) ×枚数		
⁹⁰ Sr- ⁹⁰ Y	密封源	1.6×10 ⁹ ×1	/	/	1.6×10 ⁹ ×1	/	1.57×10 ⁹ ×1	2025 年 3 月 1 日	已于 2025 年 3 月 1 日搬迁至新急诊楼负二层核医学科使用(新场所已开展竣工环保验收)

表 1.3.4 拟退役核医学科（1 号楼）射线装置批准使用情况一览表

名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	使用场所	环评情况	验收情况	停用时间	备注
SPECT/CT	III	1 台	GE Infinia 3	140	2.5	1 号楼一层核医学科 (本次退役场所)	2008 年 12 月 23 日原福建省环境 保护局审批	/	2025 年 3 月 1 日	退役后, 拟迁至新急诊楼负二层核医学科使用(新场所已开展竣工环保验收)

1.3.3 退役目标

场所保留现有建筑物，场所内残留放射性达到无限制开放水平，退役产生的各类废物得到安全处理和处置，退役过程中产生的气、液态流出物达标排放。如果场所内存在一定的放射性污染，可采取相应的去污措施或局部切割封存等处理方法，使其 β 表面污染水平满足清洁解控限值要求，最终达到无限制开放使用的要求。

1.3.4 拟退役核医学科放射性“三废”产生及处理情况

根据医院提供的资料，核医学科（1号楼）使用的 ^{99}Mo - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{131}I 、 ^{89}Sr 、 ^{125}I （粒子源）等放射性核素于2025年3月1日起停用，停用后场所无剩余的放射性药物。停用前产生的放射性固体废物陆续进行了清洁解控处理（附件11），放射性废物间仅遗留少量未清洁解控的放射性固体废物。衰变池内放射性废水尚未处理，仍在原衰变池内；废旧钼铈发生器已于2025年2月28日由供货厂家进行了回收处理。房间内原有的SPECT-CT机、敷贴器、储源柜、桌椅、柜子、操作台、分装柜、通风橱、放射性废物桶等均在场内封存，本次退役工作主要包括：

（1）放射性工作场所达到无限制开放使用要求；

（2）放射性工作场所配套设施（专用通风系统、放射性废水下水管道、推流式衰变池、SPECT-CT机、热室分装仪、铅通风橱、铅衰变桶等）以及放射性工作场所内遗留的清洗池、卫生间洁具、放射性废物桶等达到清洁解控要求；待达到清洁解控水平后，热室分装仪、SPECT-CT机、 ^{90}Sr - ^{90}Y 放射源、甲状腺功能测定仪、移动注射车等搬迁至新核医学科备用，放射性废物桶搬至新核医学科使用，铅通风橱、废水管道、通风系统等按照国有固定资产的处理方式处置。本次退役核医学科内物品、设施及处理方式见表1.3.5。

（3）放射性废物、废液和放射性废水全部妥善处置。

（4）项目退役完成后，医院应开展退役项目的竣工环保自主验收。

表 1.3.5 本次退役核医学科内的物品、设施及处理方式一览表

序号	房间	物品	处理方式
1	SPECT/CT 机房	1 台 SPECT/CT 机主机、若干线缆	搬迁至新核医学科备用
		1 个电脑显示屏、若干医用固定头套、梯子、铅防护用品	
		2 台空调	设备科回收其他科室再利用
2	SPECT/CT 控制室及机房	一台电脑显示屏、一个监控显示屏、SPECT/CT 机配套控制设备	搬迁至新核医学科备用
		1 张办公桌、1 把椅子、1 个柜子	设备科回收其他科室再利用

序号	房间	物品	处理方式	
3	注药后候诊区/留观区	2 把椅子	设备科回收其他科室再利用	
		1 个铅衰变桶	搬迁至新核医学科备用	
4	高活性室	注射区	1 个移动式注射台	搬迁至新核医学科备用
			2 个药物传递窗	
		1 个铅衰变桶	搬迁至新核医学科使用	
		1 个洗手池	退役, 按普通废物处理	
	检验间	1 个检验台	设备科回收其他科室再利用	
	配制间 1	1 台分装仪	搬迁至新核医学科备用	
配制间 2	1 个通风橱	退役, 按普通废物处理		
5	病人卫生间	1 个蹲便、1 个洗手池	退役, 按普通废物处理	
		1 个扫把、1 个垃圾桶	设备科回收其他科室再利用	
6	放射性废物贮存间 1	1 个放射性废物衰变桶	搬迁至新核医学科使用	
7	放射性废物贮存间 2	无	/	
8	功能测定室	2 把椅子、2 张桌子	设备科回收其他科室再利用	
		1 台功能测定仪	搬迁至新核医学科备用	
9	读片室	1 个吊柜、1 把椅子	设备科回收其他科室再利用	
		1 个洗手池	退役, 按普通废物处理	
10	教室	1 张桌子、1 把椅子、1 台电脑、若干教学用品	设备科回收其他科室再利用	
11	诊疗室	1 张桌子、1 把椅子、1 个柜子	设备科回收其他科室再利用	
12	Sr-90 治疗室	1 把候诊椅、1 个柜子	设备科回收其他科室再利用	
13	Sr-90 储源室	1 个放射源保险柜、1 枚 V 类放射源	搬迁至新核医学科备用	
14	工作人员卫生间	1 个洗手池、1 个蹲便器	退役, 按普通废物处理	
15	准备室	诊断时医护及患者等防护用品 3 套	搬迁至新核医学科使用	
		淋浴喷头一套	退役, 按普通废物处理	
16	通风管	若干	退役, 按普通废物处理	
17	排放管	若干	退役, 按普通废物处理	
18	走廊、过道	灭火器、取号机 1 台	设备科回收其他科室再利用	
19	核医学科	监控、对讲、门禁系统	设备科回收其他科室再利用	
20	其他设备	β 表污检测、 γ 剂量检测、剂量片、报警仪等	设备科回收其他科室再利用	

1.4 项目地理位置及拟退役场所周围环境概况

1.4.1 项目地理位置

福建医科大学附属协和医院于山院区位于福建省福州市鼓楼区新权路 29 号, 医院地理位置图见图 1.4-1。医院平面布局、项目位置和周围环境示意图见图 1.4-2。本项目建设于 1 号楼核医学科, 拟退役核医学科场所地面投影周围 50m 范围均在医院院内或属公共道路/停车场/办公场所, 无环境敏感点, 拟退役的核医学科 (1 号楼) 位于新权路

东侧，其所在大楼东侧为院内道路、院区花园及 5 号、6 号病房楼，南侧为院内道路及 2 号病房楼，西侧为新权路、人行天桥及新权路西侧院区，北侧为花园路停车场、7 号病房楼、8 号病房楼和 9 号病房楼，衰变池位于核医学科（1 号楼）西侧负一层下方（推流式衰变池）。项目评价范围图及外环境关系示意图见图 1.4-2。

福建医科大学附属协和医院核医学科退役为核医学科整体退役，核医学科所在场所为 1 号楼一层东北侧，原工作场所核医学科建筑面积约 230 m²。主要为诊疗室、教学室、读片室、甲状腺功能测定室、⁹⁰Sr 治疗室、⁹⁰Sr 储源室、员工卫生间、准备室（更衣室、淋浴间）、高活性室（配制间 1、配制间 2、检验室、注射室）、SPECT 操作间、SPECT 机房、候诊室/留观室、污物间、病人卫生间等，衰变池位于核医学科（1 号楼）西侧。项目平面位置图见图 1.4-3，拟退役核医学科辐射工作场所现状见图 1.4-4。拟退役核医学科下方楼层（负一层放疗科）局部平面图和上方楼层（二层眼科）局部平面图见图 1.4-5 和 1.4-6。



图 1.4-1 福建医科大学附属协和医院地理位置图





①高活性室配制间 1 入口防护门



①高活性室配制间 1 (贝克西弗热室)



①高活性室配制间 1 和 2



①配制间 2 通风橱



①高活性注射室



①高活性室移动注射车



①高活性检验室



④污物间 1



②SPECT 扫描间



③SPECT 候诊室/留观室



⑤病人专用卫生间



⑥污物间 2 入口



⑦甲状腺功能测定室



⑦甲状腺功能测定仪



⑧⁹⁰Sr 储源柜



⑧⁹⁰Sr 储源室防护门

图 1.4-4 核医学科（1号楼）辐射工作场所现状照片

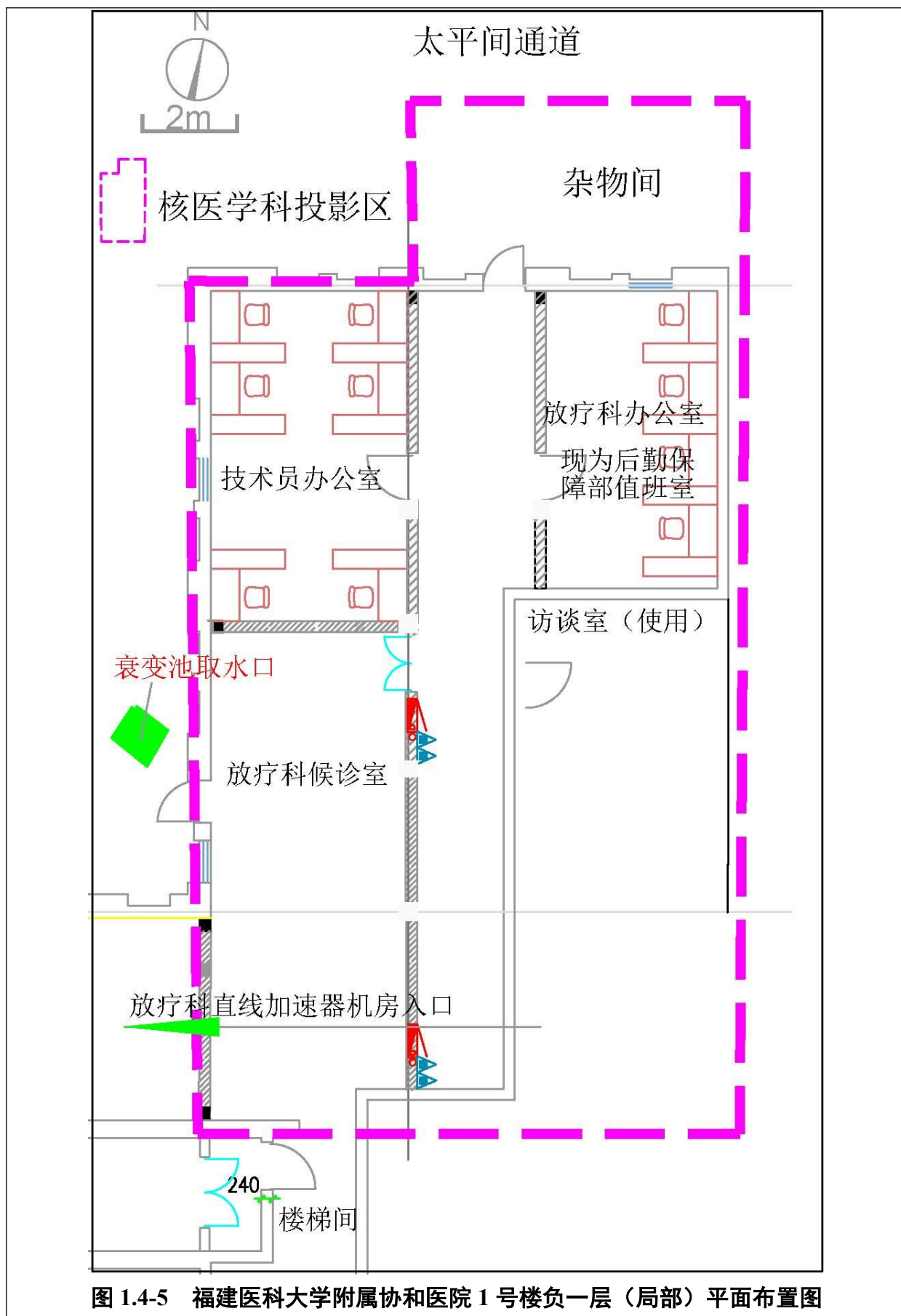


图 1.4-5 福建医科大学附属协和医院 1 号楼负一层（局部）平面布置图

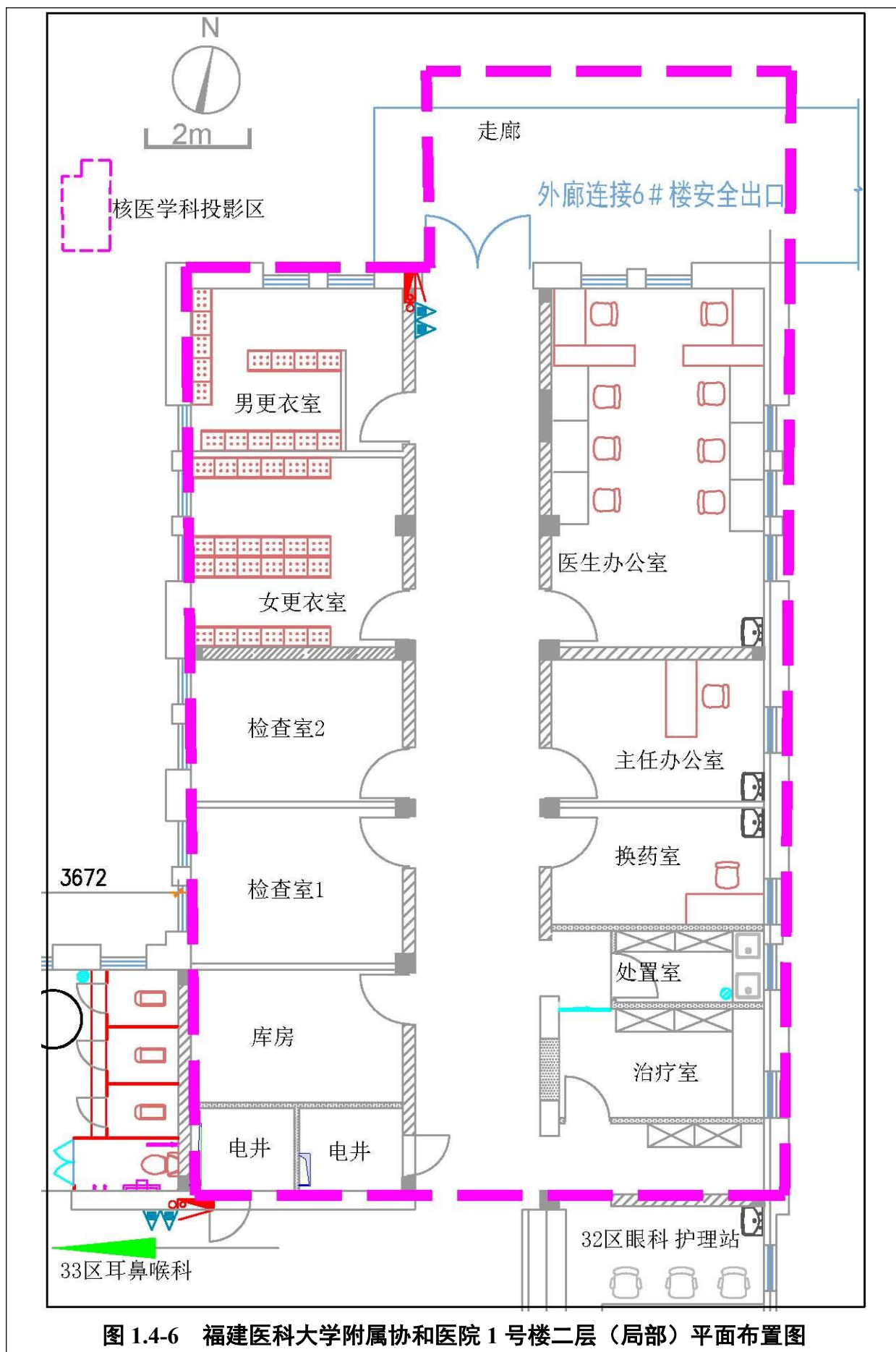


图 1.4-6 福建医科大学附属协和医院 1 号楼二层（局部）平面布置图

1.5 原有核技术应用项目许可情况

医院于 2024 年 11 月 14 日取得了中华人民共和国生态环境部颁发的《辐射安全许可证》（国环辐证[00544]，详见附件 2），有效期至 2029 年 4 月 23 日，许可的种类和范围为：“使用 III 类、V 类放射源；使用 I 类、II 类、III 类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所”。医院正使用的核技术应用项目许可情况见表 1.5.1~表 1.5.3。

表 1.5.1 医院已许可密封源一览表

序号	核素名称	类别	总活度 (Bq)/活度 (Bq) ×枚数	使用场所	环评情况	验收情况	使用情况
于山院区							
1	⁹⁰ Sr	V	1.57×10 ⁹ ×1	1 号楼一层核医学科	2005 年 3 月 16 日原福建省环境保护局批复	2024 年 11 月 30 日	本次退役后拟搬迁至新急诊楼核医学科
2	⁶⁸ Ge	V	4.00×10 ⁸ ×2	2 号楼一层 PET-CT 室	闽环辐评〔2017〕6 号	2019 年 8 月 23 日	使用
3	⁶⁸ Ge	V	6.00×10 ⁷ ×1		闽环辐评〔2017〕6 号	2019 年 8 月 23 日	使用
4	¹⁹² Ir	III	9.25×10 ¹⁰ ×1	放疗楼一层放疗科	闽环辐评〔2013〕37 号	2023 年 8 月 20 日	使用
5	⁹⁰ Sr	V	1.57×10 ⁹ ×1	新急诊楼负二层核医学科	闽环辐评〔2022〕40 号	2024 年 11 月 30 日	使用
6	⁶⁸ Ge	V	1.11×10 ⁸ ×1	新急诊楼负二层 PET 中心	闽环辐评〔2022〕40 号	2024 年 3 月 3 日	使用
7	⁶⁸ Ge	V	5.50×10 ⁷ ×1				
8	⁶⁸ Ge	V	5.50×10 ⁷ ×4				
9	⁶⁸ Ge	V	3.50×10 ⁶ ×1				

表 1.5.2 医院已许可非密封放射性物质一览表

序号	核素名称	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	等级	使用场所	环评情况	验收情况	使用情况
于山院区								
1	^{99m} Tc	3.7×10 ⁷	1.85×10 ¹²	乙	1号楼一层核医学科	闽环辐评〔2014〕14号	/	本次拟退役, 停用
2	⁸⁹ Sr	2.96×10 ⁷	1.48×10 ¹⁰			2005年3月16日原福建省环境保护局批复	/	本次拟退役, 停用
3	¹³¹ I	2.96×10 ⁹	1.54×10 ¹²			2005年3月16日原福建省环境保护局批复	/	本次拟退役, 停用
4	^{99m} Tc	3.7×10 ⁷	6.66×10 ¹²			2008年12月23日原福建省环境保护局审批 闽环辐评〔2014〕14号	/	本次拟退役, 停用
5	¹²⁵ I (粒子源)	7.4×10 ⁷	1.78×10 ¹²			闽环辐评〔2014〕14号	/	本次拟退役, 停用
6	²²³ Ra	6.66×10 ⁷	6.66×10 ⁸			/	/	从未使用
7	¹⁷⁷ Lu	5.55×10 ⁸	7.4×10 ¹¹			/	/	从未使用
8	⁹⁰ Y	1.0×10 ⁸	2.0×10 ¹²			/	/	从未使用
9	¹⁵³ Sm	1.85×10 ⁸	9.25×10 ¹¹			/	/	从未使用
10	¹⁸ F	3.7×10 ⁹	7.4×10 ¹²	乙	2号楼一层PET-CT室	闽环辐评〔2017〕6号	2019年8月23日	使用
11	²²³ Ra	6.66×10 ⁷	1.65×10 ⁹	乙	新急诊楼负二层核医学科	闽环辐评〔2022〕40号	2024年11月30日	使用
12	^{99m} Tc	4.44×10 ⁸	1.11×10 ¹³					
13	^{99m} Tc	4.44×10 ⁷	2.31×10 ¹²					
14	⁸⁹ Sr	2.96×10 ⁷	1.48×10 ¹⁰					
15	¹⁵³ Sm	1.85×10 ⁸	4.63×10 ¹¹					
16	³² P	1.11×10 ⁸	4.62×10 ¹⁰					
17	¹²⁵ I (粒子源)	1.48×10 ⁷	1.85×10 ¹²					
18	¹³¹ I	2.89×10 ⁹	1.5×10 ¹²					
19	¹⁷⁷ Lu	1.85×10 ⁸	5.55×10 ¹¹					

序号	核素名称	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	等级	使用场所	环评情况	验收情况	使用情况
20	⁶⁸ Ga	1.85×10 ⁷	4.63×10 ¹¹	乙	新急诊楼负二层 PET/CT 中心	闽环辐评〔2022〕40号	/	暂未购买
21	⁶⁸ Ge (⁶⁸ Ga)	1.85×10 ⁶	4.63×10 ¹¹				/	暂未购买
22	¹⁸ F	4.07×10 ⁷	7.4×10 ¹²				2024年3月3日分期验收	使用
旗山院区								
23	¹²⁵ I (粒子源)	3.7×10 ⁷	4.44×10 ¹¹	乙	门诊医技综合楼 一层影像科	202335012100000012	/	使用

表 1.5.3 医院已许可射线装置一览表

序号	设备名称	设备型号	分类	数量	技术参数 (最大)	工作场所	环评情况	验收情况	使用情况
于山院区									
1	直线加速器	瓦里安 Clinac 23 EX	II类	1	粒子能量 18MeV	放疗楼一层放疗科	2008年12月23日原福建省环境保护局审批	2023年8月20日	使用
2	直线加速器	瓦里安 Trilogy	II类	1	粒子能量 22MeV	放疗楼一层放疗科	闽环辐评〔2013〕37号	2023年8月20日	使用
3	DSA	INNOVA4100-IQ	II类	1	125kV、1000mA	8号楼二层第二导管室	2008年12月23日原福建省环境保护局审批	2023年8月20日	使用
4	DSA	Artis Q ceiling	II类	1	125kV、1000mA	8号楼二层第六导管室	闽环辐评〔2020〕14号	2023年6月10日	使用
5	DSA	Innova IGS 540	II类	1	140kV、1250mA	8号楼二层第三导管室	闽环辐评〔2016〕23号	2023年8月20日	使用
6	DSA	Artis Zee Ceiling	II类	1	140kV、1250mA	8号楼二层第五导管室	闽环辐评〔2013〕37号	2023年8月20日	使用
7	DSA	UNIQ FD 20	II类	1	125kV、1000mA	8号楼二层第一导管室	2008年12月23日原福建省环境保护局审批	2023年8月20日	使用
8	射波刀	Accuray Incorporate Cyherknife VSI	II类	1	粒子能量 6MeV	放疗楼二层放疗科	闽环辐评〔2016〕12号	2023年6月10日	使用
9	DSA	GE Innova 530	II类	1	125kV、1000mA	广电附属楼一层导管室	闽环辐评〔2019〕19号	2019年8月28日	使用

序号	设备名称	设备型号	分类	数量	技术参数（最大）	工作场所	环评情况	验收情况	使用情况
10	DSA	Azurion 3M15	II类	1	125kV、1000mA	急诊楼一层导管室	闽环辐评〔2023〕3号	2024年2月3日	使用
11	数字肠胃机	AXD AXIOM Luminos dRF	III类	1	150kV、800mA	1号楼一层放射科	202335010200000055	/	使用
12	DR	Kodak Direct View DR3500	III类	1	150kV、500mA	1号楼一层放射科	202335010200000055	/	使用
13	SPECT	GE Infinia 3	III类	1	140kV、2.5mA	1号楼一层核医学科	2008年12月23日原福建省环境保护局审批	/	本次拟退役，搬至新核医学科
14	体外震波碎石机	多尼尔 Lithotripter S	III类	1	150kV、0.9mA	1号楼一层振波碎石室	2008年12月23日原福建省环境保护局审批	/	使用
15	体外冲击波碎石机	以色列 Initia Ltd Duet Magna	III类	1	110kV、9mA	1号楼一层振波碎石室	202335010200000055	/	使用
16	双源超高速多层螺旋CT	Somatom Definition	III类	1	140kV、684mA	2号楼一层CT室（1）	2008年12月23日原福建省环境保护局审批	/	使用
17	40层螺旋CT	Somatom Sensation 40	III类	1	140kV、741mA	2号楼一层CT室（2）	202335010200000054	/	使用
18	CT	GE Discovery CT750HD	III类	1	150kV、500mA	2号楼一层CT室（3）	202335010200000054	/	使用
19	CT	GE Revolution CT	III类	1	140kV、740mA	2号楼一层CT室（8）	202335010200000054	/	使用
20	PET-CT	GE Discovery LS Light Speed QX/i	III类	1	150kV、500mA	2号楼一层PET-CT室	闽环辐评〔2017〕6号	2019年8月23日	使用
21	大孔径多排螺旋定位CT	飞利浦 Brilliance CT Big Bore	III类	1	120kV、480mA	放疗楼二层放疗科	202335010200000054	/	使用
22	X射线骨密度检测仪	G IDXA	III类	1	120kV、300mA	干部病房楼一层骨密度室	202335010200000055	/	使用
23	16层螺旋CT	GE Optima CT520 Pro	III类	1	140kV、440mA	广电附属楼一层CT（5）室	202335010200000054	/	使用

序号	设备名称	设备型号	分类	数量	技术参数（最大）	工作场所	环评情况	验收情况	使用情况
24	超高端 256 排螺旋 CT	GE Revolution CT	III类	1	140kV、740mA	广电附属楼一层 CT（7）室	202335010200000054	/	使用
25	DR	Kodak Direct View DR3500	III类	1	150kV、500mA	门诊大楼二层放射科	202335010200000055	/	使用
26	DR	GE Discovery XR656 plus	III类	1	150kV、500mA	门诊大楼二层放射科	202335010200000055	/	使用
27	乳腺机	GE Senographe Essential	III类	1	40kV、200mA	门诊大楼二层放射科	202335010200000055	/	使用
28	胃肠 DR 机	西门子 Luminos dRF Max	III类	1	150kV、800mA	门诊大楼二层放射科	202335010200000055	/	使用
29	DR	锐珂 DRX-NOVA	III类	1	120kV、500mA	门诊大楼七层体检中心放射室	202335010200000055	/	使用
30	口腔 X 光拍片机	法国 Carestream Health,Inc/Kodak 2100	III类	1	60kV、7mA	门诊大楼五层口腔科	202335010200000055	/	使用
31	口腔 CT	法国 Carestream Health,Inc/CS 9300C Select	III类	1	90kV、15mA	门诊大楼五层口腔科	202335010200000054	/	使用
32	移动式 C 形臂 X 射线机	OEC One CFD	III类	1	110kV、25mA	外科大楼三层手术室	202435010200000044	/	使用
33	移动式 C 形臂 X 射线机	Cios Alpha	III类	1	125kV、250mA	外科大楼三层手术室	202335010200000044	/	使用
34	移动式 C 形臂 X 射线机	GE OEC 9900	III类	1	120kV、150mA	外科大楼三层手术室	202335010200000056	/	使用
35	移动式 C 形臂 X 射线机	Cios spin	III类	1	125kV、250mA	外科大楼三层手术室	202335010200000044	/	使用
36	16 层螺旋 CT	GE Bright Speed Elite	III类	1	140kV、440mA	外科大楼一层 CT（6）室	202335010200000054	/	使用
37	DR	GE Definium 6000	III类	1	150kV、800mA	外科大楼一层放射科	202335010200000055	/	使用

序号	设备名称	设备型号	分类	数量	技术参数（最大）	工作场所	环评情况	验收情况	使用情况
38	X射线数字移动摄影系统（移动DR）	美国 Carestream Health Inc DRXR-1	Ⅲ类	1	150kV、400mA	无固定场所	202335010200000056	/	使用
39	X射线数字移动摄影系统（移动DR）	GE XR220 amx	Ⅲ类	1	125kV、300mA	无固定场所	202335010200000056	/	使用
40	移动DR	美国锐珂 DRXR-1	Ⅲ类	1	150kV、400mA	无固定场所	202335010200000056	/	使用
41	移动式X线拍片机	岛津 MUX-10J	Ⅲ类	1	125kV、160mA	无固定场所	202335010200000056	/	使用
42	移动式X射线装置	日立 Sirius 130HP	Ⅲ类	1	130kV、90mA	无固定场所	202335010200000056	/	使用
43	车载CT	Ingenuity Core 128	Ⅲ类	1	140kV、667mA	无固定场所	202435010200000021	/	使用
44	SPECT	Symbia Intevo Bold	Ⅲ类	2	140kV、2.5mA	新急诊楼负二层核医学科	闽环辐评〔2022〕40号	2024年11月30日	使用
45	PETCT	Discovery MI	Ⅲ类	1	140kV、560mA	新急诊楼负二层PET中心	闽环辐评〔2022〕40号	2024年3月3日	使用
46	DR	Brivo XR515	Ⅲ类	1	150kV、630mA	新急诊楼负一层	202335010200000111	/	使用
47	64排CT	CT680 Expert	Ⅲ类	1	140kV、560mA	新急诊楼负一层放射科	202335010200000022	/	使用
48	医用X射线系统（ERCP）	飞利浦 Easy Diagnost Eleva	Ⅲ类	1	125kV、750mA	新门诊楼七层ERCP室	202335010200000040	/	使用

序号	设备名称	设备型号	分类	数量	技术参数（最大）	工作场所	环评情况	验收情况	使用情况
旗山院区									
49	DSA	Azurion 7M12	II类	1	125kV、1000mA	病房楼二层 DSA 机房 3	闽环辐评（2024）12 号	2024 年 3 月 24 日	使用
	DSA	Azurion 7M20	II类	1	125kV、1000mA	病房楼二层 DSA 机房 5	闽环辐评（2024）12 号		使用
	DSA	Azurion 7M20	II类	1	125kV、1000mA	病房楼二层 DSA 机房 5	闽环辐评（2024）12 号		使用
	DSA	Azurion 7M12	II类	1	125kV、1000mA	病房楼二层 DSA 机房 2	闽环辐评（2024）12 号	2024 年 6 月 23 日	使用
	DSA	Azurion 7M20	II类	1	125kV、1000mA	病房楼二层 DSA 机房 7	闽环辐评（2024）12 号		使用
	DSA	/	II类	1	125kV、1000mA	病房楼二层 DSA 机房	闽环辐评（2024）12 号	未验收	未使用
	DSA	/	II类	1	125kV、1000mA	病房楼二层 DSA 机房	闽环辐评（2024）12 号	未验收	未使用
	DSA	/	II类	1	125kV、1000mA	病房楼二层 DSA 机房	闽环辐评（2024）12 号	未验收	未使用
DSA	/	II类	1	125kV、1000mA	病房楼二层 DSA 机房	闽环辐评（2024）12 号	未验收	未使用	
50	直线加速器	瓦里安 Halcyon 2086	II类	1	粒子能量 6MeV	病房楼负二层放疗科 1 号加速器机房	闽环辐评（2023）47 号	2024 年 1 月 27 日	使用
51	DSA	Azurion 7M20	II类	1	125kV、1000mA	病房楼三层心外（杂交）手术室 1	闽环辐评（2024）4 号	2024 年 1 月 27 日	使用
52	DSA	Azurion 7M20	II类	1	125kV、1000mA	病房楼三层心外（杂交）手术室 2	闽环辐评（2024）4 号	2024 年 1 月 27 日	使用
53	DSA	NeuAngio 30C	II类	1	125kV、800mA	门诊医技综合楼一层导管室	闽环辐评（2023）2 号	2024 年 1 月 7 日	使用
54	移动式 C 形臂 X 射线机	西门子 Cios Connect	III类	1	110kV、25mA	门诊医技综合楼五层手术室	202435012100000066	/	使用
55	移动血管造影机	GE OEC 9900 Elite	III类	1	120kV、150mA	门诊医技综合楼五层手术室	202335010200000056	/	使用
56	X 射线计算机体层摄影设备（CT）	Neu Viz Epoch	III类	1	140kV、833mA	门诊医技综合楼一层影像科	202335012100000127	/	使用

序号	设备名称	设备型号	分类	数量	技术参数（最大）	工作场所	环评情况	验收情况	使用情况
57	移动 DR	Mobilett Mira Max	III类	1	120kV、300mA	门诊医技综合楼一层影像科	201835012100000190	/	使用
58	双板 DR	Ysio Max	III类	1	150kV、500mA	门诊医技综合楼一层影像科	201835012100000190	/	使用
59	数字肠胃机	Luminos dRF Max	III类	1	150kV、800mA	门诊医技综合楼一层影像科	201835012100000190	/	使用
60	CT	SOMATOM Defintion AS	III类	1	150kV、500mA	门诊医技综合楼一层影像科	202335012100000103	/	使用
61	CT	WCT520	III类	1	140kV、350mA	门诊医技综合楼一层影像科	202335012100000074	/	使用
妈祖院区									
62	医用重离子加速器	CY-SY4400	I类	1	粒子能量 400MeV	重离子治疗中心地下一层	闽环辐评（2022）36号	竣工环保验收开展中	未使用
63	（AB-BNCT）	NTIPTA	II类	1	粒子能量 2.6MeV	2号楼地下一层放疗科	闽环辐评（2022）7号	未验收	未使用
64	CT	SOMATOM Confidence	III类	1	140kV、666mA	1号楼地下一层影像区 CT室1	20233503000100000001	/	使用
65	DR	DX761A	III类	1	150kV、800mA	1号楼地下一层影像区 DR室	20233503000100000002	/	使用
66	DR	IGPS-O	III类	1	150kV、320mA	2号楼地下一层放疗科	闽环辐评（2022）7号	/	使用
67	DR	IGPS-O	III类	1	150kV、320mA	2号楼地下一层放疗科	闽环辐评（2022）7号	/	使用
68	DR	IGPS-O	III类	1	150kV、500mA	重离子治疗中心地下一层	闽环辐评（2022）36号	/	使用
69	DR	IGPS-O	III类	1	150kV、500mA	重离子治疗中心地下一层	闽环辐评（2022）36号	/	使用
70	DR	IGPS-O	III类	1	150kV、500mA	重离子治疗中心地下一层	闽环辐评（2022）36号	/	使用
71	DR	IGPS-O	III类	1	150kV、500mA	重离子治疗中心地下一层	闽环辐评（2022）36号	/	使用
72	CT	NeuVizextra	III类	1	140kV、667mA	重离子治疗中心地下一层	闽环辐评（2022）36号	/	使用

1.6 原有核技术应用项目辐射安全管理及防护情况

(1) 辐射防护管理制度

福建医科大学附属协和医院成立了以院主要领导为组长的辐射防护安全管理领导小组，制定了《辐射安全管理规定》《辐射防护和安全保卫制度》《非密封放射性物质与射线装置管理制度》《非密封放射性物质使用登记制度》《医用射线受检者防护管理制度》《辐射监测制度》《放射性废物管理制度》《辐射环境监测仪器使用与检定管理制度》《辐射事故应急预案》《放射工作人员管理制度》《放射工作人员培训及档案管理制度》《个人放射防护用品使用和维护规定》《放射工作人员剂量监测及档案管理制度》《放射工作人员职业健康检查与档案管理制度》等辐射安全管理制度，并严格遵守执行。

(2) 辐射工作人员个人剂量监测

福建医科大学附属协和医院共有 479 名辐射工作人员，其中于山院区 337 人、旗山院区 122 人、妈祖院区 20 人。医院已为全部辐射工作人员配备了个人剂量计，由专人负责收集个人剂量计，并委托有资质的单位承担个人剂量监测工作，个人剂量监测结果存档备案。根据 2024 年辐射工作人员年剂量统计情况，现有辐射工作人员中人员年剂量最高者为 3.114mSv，现有辐射工作人员的受照剂量均未超过职业人员年剂量管理限值要求。拟退役核医学科辐射工作人员个人剂量情况见表 1.6.1。

表 1.6.1 退役前核医学科辐射工作人员年度个人剂量情况 (mSv)

姓名	2024.4.1~ 2024.6.30	2024.7.1~ 2024.9.30	2024.10.1~ 2024.12.31	2025.1.1~ 2025.3.31	合计
***	0.18	0.14	0.16	0.12	0.60
***	0.08	0.10	0.16	0.21	0.55
***	0.17	0.21	0.23	0.07	0.68
***	0.09	0.12	0.21	0.13	0.55
***	0.05	0.06	0.13	<MDL	0.26
***	0.06	<MDL	0.12	0.06	0.26
***	0.09	0.10	0.14	<MDL	0.36
***	0.10	0.21	0.21	0.12	0.64
***	0.12	0.16	0.24	0.11	1.11
*** ^①	0.61	0.178 ^②	0.50	0.028 ^②	1.316
*** ^①	0.49	0.47	0.41	0.019 ^②	1.389
*** ^①	0.206 ^②	0.220 ^②	1.15	0.110 ^②	1.686

注：个人剂量监测结果均已扣除对照剂量。最低探测水平 MDL 为 0.05mSv。

①为佩戴双剂量计辐射工作人员；②以双剂量计中外剂量计剂量值的十分之一计。

根据医院 2024 年第一、二、三季度及 2025 年第一季度辐射工作人员个人剂量监测结果可知，拟退役核医学科全部辐射工作人员的年有效剂量均能满足剂量约束值（5mSv/a）要求。

（3）辐射工作人员职业健康监护档案情况

医院已为辐射工作人员建立职业健康监护档案，先后委托福建省职业病与化学中毒预防控制中心、福州市第一总医院体检中心等单位对福建医科大学附属协和医院辐射工作人员进行职业健康体检，并出具相应《放射工作人员职业健康检查表》《福建医科大学附属协和医院职业健康检测总结报告书》，个人职业健康体检报告均存档备案。根据最近一次职业健康体检报告，医院现有在岗辐射工作人员均可继续原放射工作，现有辐射工作人员岗前体检结果为可从事放射工作，辐射工作人员离岗前体检结果为可以离岗，均满足环保相关管理要求。拟退役核医学科辐射工作人员均为现有新急诊楼负二层核医学科工作人员，辐射工作人员体检情况见表 1.6.2。

表 1.6.2 拟退役核医学科辐射工作人员体检结果一览表

序号	姓名	职业健康体检结论	职业健康体检日期
1	***	能够继续从事辐射工作	2025 年 10 月 13 日
2	***	能够继续从事辐射工作	2024 年 2 月 8 日
3	***	能够继续从事辐射工作	2024 年 2 月 23 日
4	***	能够继续从事辐射工作	2025 年 10 月 13 日
5	***	能够继续从事辐射工作	2025 年 10 月 13 日
6	***	能够继续从事辐射工作	2025 年 8 月 4 日
7	***	能够继续从事辐射工作	2025 年 8 月 4 日
8	***	能够继续从事辐射工作	2025 年 10 月 13 日
9	***	能够继续从事辐射工作	2025 年 10 月 13 日
10	***	能够继续从事辐射工作	2025 年 10 月 13 日
11	***	能够继续从事辐射工作	2025 年 10 月 13 日
12	***	能够继续从事辐射工作	2025 年 10 月 13 日

（4）辐射工作场所监测情况

医院制定了《辐射监测制度》《辐射监测方案》，规定定期委托专业检测机构对辐射工作场所防护检测和射线装置质量控制监测工作。根据福建锡福技术服务有限公司《放射工作场所放射防护检测报告（2024 年度）》及《射线装置质量控制检测报告（2024 年度）》，医院各辐射场所未见异常。其中于山院区 1 号楼核医学科工作场所周围剂量当量率检测结果均符合《核医学放射防护要求》（GBZ 120—2020）的要求；β表面污染均符合《核医学放射防护要求》（GBZ 120—2020）的要求。

(5) 辐射防护相关监测仪器、防护用品配备情况

医院为辐射工作场所配备了便携式检测仪器，为医护人员和受检者配备了必要个人防护用品，部分辐射防护相关监测仪器及防护用品配备情况见图 1.6-1。

		
个人中子辐射剂量报警仪	中子个人剂量计	伽马巡测仪
		
中子巡检仪	个人剂量监测仪	铅防护用品
		
便携式中子剂量监测仪	便携式γ射线剂量监测仪	区域辐射监测仪

图 1.6-1 医院部分防护监测仪器及防护用品配备情况

(6) 辐射工作管理情况

医院日常按照制定的一系列规章制度开展辐射工作，按时提交年度安全评估报告；建立个人剂量档案和职业健康体检档案，并指定专人管理，定期委托有资质的单位开展个人剂量计检测、组织辐射工作人员进行职业健康体检；医院安排责任科室日常定时巡查、检测设备性能。据调查，截止目前，福建医科大学附属协和医院未发生辐射事故。

(7) 辐射工作人员培训情况

医院已组织辐射工作人员及时在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台 (<http://fushe.mee.gov.cn>) 参加培训并完成考核。本次退役过程，主要由医院核医学科辐射工作人员协调负责，其辐射工作人员均已持证上岗。核医学科辐射工作人员核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单见附件 6。

(8) 应急准备工作

医院已编制辐射事故应急预案。据了解，医院每年均制定应急演练计划并加以实施。医院每年均开展辐射事故应急演练，核医学科每年均开展“放射性药物污染应急处置应急演练”。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) / 活度 (Bq) ×枚数	类别	活动 种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
1	⁹⁰ Sr- ⁹⁰ Y	1.57×10 ⁹ ×1	V	退役	敷贴器	拟退役核医学科	现有编码 0100SR500035放射源 (⁹⁰ Sr- ⁹⁰ Y) 封存于本项目核医学科 ⁹⁰ Sr储源室保险柜中	本次退役场所，放射源拟搬迁至新急诊楼负二层核医学科（新场所已开展竣工环保验收）

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度 (n/s)。

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点	备注
1	⁹⁹ Mo (^{99m} Tc)	放射性同位素发生器 (^{99m} Tc 的母体)	退役	3.7×10 ¹⁰	3.7×10 ⁷	1.85×10 ¹²	放射性药物诊断	源的贮存	拟退役核医学科	/	本次退役场所原批准使用情况已于2025年3月1日停用
2	^{99m} Tc	液态/低毒	退役	3.7×10 ¹⁰	3.7×10 ⁷	6.66×10 ¹²	放射性药物诊断	简单操作	拟退役核医学科	/	本次退役场所原批准使用情况已于2025年3月1日停用
3	⁸⁹ Sr	液态/中毒	退役	2.96×10 ⁸	2.96×10 ⁷	1.48×10 ¹⁰	放射性药物诊断	简单操作	拟退役核医学科	/	本次退役场所原批准使用情况已于2025年3月1日停用
4	¹³¹ I	液态/中毒	退役	2.96×10 ¹⁰	2.96×10 ⁹	1.54×10 ¹²	放射性药物诊断	简单操作	拟退役核医学科	/	本次退役场所原批准使用情况已于2025年3月1日停用

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点	备注
5	¹²⁵ I (粒子源)	固态/中毒	退役	7.4×10^{10}	7.4×10^7	1.78×10^{12}	放射性药物诊断	表面污染水平较低的固体, 很简单操作	拟退役核医学科	/	本次退役场所原批准使用情况已于2025年3月1日停用
6	²²³ Ra	液态/极毒	退役	6.66×10^6	6.66×10^7	6.66×10^8	放射性药物诊断	/	拟退役核医学科	/	从未使用
7	¹⁷⁷ Lu	液态/中毒	退役	5.51×10^9	5.55×10^8	7.4×10^{11}	放射性药物诊断	/	拟退役核医学科	/	从未使用
8	⁹⁰ Y	液态/中毒	退役	1.0×10^{10}	1.0×10^8	2.0×10^{12}	放射性药物诊断	/	拟退役核医学科	/	从未使用
9	¹⁵³ Sm	液态/中毒	退役	1.85×10^9	1.85×10^8	9.25×10^{10}	放射性药物诊断	/	拟退役核医学科	/	从未使用

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871—2002)。

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
本项目不涉及										

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	SPECT/CT	III	1 台	GE Infinia 3	140	2.5	/	拟退役核医学科	本次拟退役，退役后搬迁至新急诊楼负二层核医学科备用

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (μA)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
本项目不涉及													

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
废钼铈发生器、负压瓶、残留的废淋洗、标记液	固态	^{99m}Mo - ^{99m}Tc	/	/	/	/	暂存至污物间 1，定期由供源厂家回收	已交由厂家回收处置
放射性废水	液态	^{99m}Tc	总 $\beta < 10\text{Bq/L}$	/	/	/	现暂存于衰变池中	委托有资质的检测机构对排放的废水进行监测，计划经监测符合相关标准要求，可排入医院污水处理站，排入市政下水管道。
退役过程中可能产生的清污放射性废水	液态	^{99m}Tc 、 ^{131}I	总 $\beta < 10\text{Bq/L}$	/	/	/	排入现有衰变池中	经衰变池衰变至符合排放要求后排入医院污水处理站
含放射性核素的固废（拆除的通风橱和排风管道、不再使用的设备设施、工作人员一次性防护服、衰变期未了的放射性固体废物、衰变池底泥等）	固态	^{89}Sr 、 ^{131}I 、 ^{99m}Tc	$< 10^5\text{Bq/kg}$	/	/	经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， β 表面污染小于 0.8Bq/cm^2	收集暂存于污物间 1 衰变桶中	经一定时间衰变后（含 ^{99m}Tc 核素超过 30 天；含 ^{125}I 、 ^{89}Sr 核素超过 10 个半衰期；含 ^{131}I 核素超过 180 天），经自行监测，符合相关标准要求，按照一般医疗废物处理。
放射性固体废物（废活性炭）	固态	^{89}Sr 、 ^{131}I 、 ^{99m}Tc	$< 10^5\text{Bq/kg}$	/	/	经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， β 表面污染小于 0.8Bq/cm^2	收集暂存至污物间	储存衰变，监测达到清洁解控水平后，按一般医疗废物处理
放射性废气	气态	/	/	/	/	/	核医学科已停用无放射性废气产生	/

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^3 ；年排放总量用 kg 。

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

表 6 评价依据

法 规 文 件	<p>(1) 《中华人民共和国原子能法》，2026 年 1 月 15 日起施行；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境保护法》（修订版），2015 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(3) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年修正版），2018 年 12 月 29 日起施行；</p> <p>(4) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日起施行；</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年修订），国务院第 682 号令，2017 年 10 月 1 日起施行；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（修订版），国务院令第 709 号，2019 年 3 月 2 日起施行；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修正版），生态环境部令第 20 号，自 2021 年 1 月 4 日起施行；</p> <p>(9) 《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，2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(10) 《关于发布〈射线装置分类〉的公告》，原环境保护部、原国家卫生和计划生育委员会，公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日起施行；</p> <p>(11) 《关于发布〈放射性废物分类〉的公告》，原环境保护部、工业和信息化部、国家国防科工局公告 2017 年第 65 号，2018 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(12) 《放射性废物安全管理条例》，国务院令第 612 号，2012 年 3 月 1 日起施行；</p> <p>(13) 《放射工作人员职业健康管理暂行办法》，2007 年 11 月 1 日起施行；</p> <p>(14) 《关于发布〈建设项目竣工环境保护验收暂行办法〉的公告》，国环规环评〔2017〕4 号，2017 年 11 月；</p> <p>(15) 《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》，中华人民共和国生态环境部，2019 年 12 月 23 日；</p> <p>(16) 《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》，原国家环保总局，环发〔2006〕145 号，2006 年 9 月 26 日；</p>
------------------	---

	<p>(17) 《关于核医学标准相关条款咨询的复函》（辐射函〔2023〕20号）；</p> <p>(18) 《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，2013年3月15日印发；</p> <p>(19) 《福建省环保厅关于加强放射源废物（源）收贮管理工作的通知》，2017年5月印发。</p>
技术 标 准	<p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1—2016）；</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871—2002）；</p> <p>(3) 《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999—2021）；</p> <p>(4) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61—2021）；</p> <p>(5) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157—2021）；</p> <p>(6) 《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）；</p> <p>(7) 《操作非密封源的辐射防护规定》（GB 11930—2010）；</p> <p>(8) 《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188—2021）；</p> <p>(9) 《核医学放射防护要求》（GBZ 120—2020）；</p> <p>(10) 《放射性废物管理规定》（GB 14500—2002）；</p> <p>(11) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128—2019）；</p> <p>(12) 《表面污染测定第1部分：β发射体（$E_{\beta\max}>0.15\text{MeV}$）和$\alpha$发射体》（GB/T 14056.1—2008）；</p> <p>(13) 《核安全导则 医疗、工业、农业、研究和教学中产生的放射性废物管理》（HAD 401/16—2023）；</p> <p>(14) 《核安全导则 核技术利用设施退役》（HAD 401/14—2021）；</p> <p>(15) 《核设施放射性废物处置前管理》（HAD 401/12—2020）；</p> <p>(16) 《放射性物品安全运输规程》（GB 11806—2019）；</p> <p>(17) 《可免于辐射防护监管的物料中放射性活度浓度》（GB 27742—2011）；</p> <p>(18) 《水质 总β放射性的测定 厚源法》（HJ 899—2017）；</p> <p>(19) 《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466—2005）。</p>
其 他	<p>(1) 委托书；</p> <p>(2) 医院辐射安全管理制度、个人剂量监测报告、职业健康检查报告、辐射工</p>

作人员培训合格成绩单等相关资料；

(3) 福建医科大学附属协和医院核医学科（1号楼）退役项目相关技术资料；

(4) 福建医科大学附属协和医院辐射安全许可证；

(5) 福建锡福技术服务有限公司出具的放射工作场所防护检测报告（2024年度）；

(6) 长润安测科技有限公司出具的检测报告，福建华远检测公司出具的检测报告。

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目为核医学科（1号楼）退役项目，根据《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）中的相关规定：“放射性药物生产及其他非密封放射性物质工作场所项目的评价范围，乙、丙级取半径 50m 的范围。放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围），对于 I 类放射源或 I 类射线装置的项目可根据环境影响的范围适当扩大”。本项目为乙级非密封放射性物质工作场所退役，具有实体边界，结合本项目实际情况，确定本项目的辐射环境影响评价的范围为：以核医学科（1号楼）边界、衰变池边界为基础向外围扩展 50m 的区域。本项目评价范围示意图见图 1.4-2。

7.2 保护目标

福建医科大学附属协和医院位于福建省福州市鼓楼区新权路 29 号，拟退役址四周 50m 范围内，其所在大楼东侧为院内道路、院区花园及 5 号、6 号病房楼，南侧为院内道路及 2 号病房楼，西侧为新权路、人行天桥及新权路西侧院区，北侧为花园路停车场、7 号病房楼、8 号病房楼和 9 号病房楼，衰变池位于核医学科（1号楼）西侧负一层（推流式衰变池）。

根据核医学科（1号楼）退役项目的特点，本项目关注的环境保护目标主要为参与退役的工作人员及周边评价范围内的公众成员，主要环境保护目标详见表 7.3.1。

表 7.3.1 本项目主要环境保护目标一览表

序号	工作场所	方位	保护目标名称	距辐射工作场所距离(m)	规模(人数)	保护要求(mSv/a)
1	核医学科(1号楼)	核医学科(1号楼)内	核医学科退役工作人员	/	约 8 人	1
		放疗科技术人员办公室	公众人员	紧邻	2	0.1
		后勤保障部值班人员		紧邻	1	
		放疗科候诊室		2.8	流动人员	

序号	工作场所	方位	保护目标名称	距辐射工作场所距离(m)	规模(人数)	保护要求(mSv/a)	
1	核医学科(1号楼)	眼科检查室、医生办公室、眼科护理站	公众人员	1.8	12	0.1	
		SPECT 扫描室上方走廊		紧邻	流动人员		
		紧急通道(放疗科病人出入口)		3	流动人员		
		医院教学中心		紧邻	6		
		1号楼东侧过道		紧邻	流动人员		
		太平间通道		紧邻	1		
2	西侧 1 号楼楼内其他区域			周边	200		
3	东侧院区花园			14	流动人员		
4	东侧 6 号病房楼			6.3	300		
5	东侧 5 号病房楼			47	50		
6	南侧 2 号楼病房楼		47	100			
7	北侧 7 号病房楼		14	300			
8	北侧 8 号病房楼		43	100			
9	北侧 9 号病房楼		45	100			
10	北侧花园路停车场		8.5	流动人员			

7.3 评价标准

7.3.1 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871—2002)

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

4.2.5 解控

4.2.5.1 已通知或已获准实践中的源(包括物质、材料和物品), 如果符合审管部门规定的清洁解控水平, 则经审管部门认可, 可以不再遵循本标准的要求, 即可以将其解控。

4.2.5.2 除非审管部门另有规定, 否则清洁解控水平的确定应考虑本标准附录 A(标

准的附录)所规定的豁免准则,并且所定出的清洁解控水平不应高于本标准附录 A(标准的附录)中规定的或审管部门根据该附录规定的准则所建立的豁免水平。

4.3.2 剂量限制和潜在照射危险限制

4.3.2.1 应对个人受到的正常照射加以限制,以保证除本标准 6.2.2 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当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 B)中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。

11.4.3 放射性残存物持续照射的剂量约束

11.4.3.2 剂量约束值通常在公众照射剂量限值 10%~30%(即 0.1mSv/a~0.3mSv/a)的范围之内。但剂量约束的使用不应取代最优化要求,剂量约束值只能作为最优化值的上限。

B1.1 职业照射

B1.1.1 剂量限值

B1.1.1.1 应对任何工作人员的照射水平进行控制,使之不超过下述限值:

a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量(但不可作任何追溯性平均),
20mSv;

B1.2 公众照射

B1.2.1 剂量限值

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值:

a) 年有效剂量: 1mSv;

b) 特殊情况下,如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv,则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

根据医院《福建医科大学附属协和医院 ^{99m}Tc 药物使用和 ^{125}I 粒子植入环境影响报告表》,取年有效剂量限值的 1/4 作为职业人员年剂量约束值,即 5mSv/a。取年剂量限值的 1/4 作为公众剂量约束值,即 0.25mSv/a。

结合本次退役项目的特点,对参与本次退役工作的人员(配备本项目专用个人剂量计)取剂量约束值为 1.0mSv/a,对评价范围内的公众成员取剂量约束值为 0.1mSv/a。

6.4 辐射工作场所的分区

应把辐射工作场所分为控制区和监督区,以便于辐射防护管理和职业照射控制。

6.4.1 控制区

6.4.1.1 注册者和许可证持有者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。

6.4.1.2 确定控制区的边界时，应考虑预计的正常照射的水平、潜在照射的可能性和大小，以及所需要的防护手段与安全措施的性质和范围。

6.4.1.3 对于范围比较大的控制区，如果其中的照射或污染水平在不同的局部变化较大，需要实施不同的专门防护手段或安全措施，则可根据需要再划分出不同的子区，以方便管理。

6.4.2 监督区

6.4.2.1 注册者和许可证持有者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。

8.6.2 不得将放射性废液排入普通下水道，除非经审管部门确认是满足下列条件的低放废液，方可直接排入流量大于 10 倍排放注量的普通下水道，并应对每次排放作好记录：

a) 每月排放的总活度不超过 $10ALI_{min}$ (ALI_{min} 是相应于职业照射的食入和吸入 ALI 值中的较小者，其具体数值可按 B1.3.4 和 B1.3.5 条的规定获得)；

b) 每一次排放的活度不超过 $1ALI_{min}$ ，并且每次排放后用不少于 3 倍排放量的水进行冲洗。

B2 表面污染控制水平

B2.2 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 B11(表 7.3.1)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。

表 7.3.1 (B11) 工作场所的放射性表面污染控制水平

表面类型		β 放射性物质 (Bq/cm ²)
工作台、设备、墙壁、地面	控制区 ¹⁾	4×10^1
	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^{-1}

1) 该区内的高污染子区除外

根据以上要求，本项目核医学科场所以及场所内遗留设备、设施和物品（材料）

的放射性表面污染清洁水平为：控制区 $\beta \leq 0.8\text{Bq/cm}^2$ ；监督区 $\beta \leq 0.08\text{Bq/cm}^2$ 。

附录 A

A2.2 表 A1 给出的放射性核素的豁免活度浓度和豁免活度，是根据某些可能还不足以可无限制使用的照射情景和模式、参数推导得出的，仅可作为申报豁免的基础。考虑豁免时，审管部门应根据实际情况逐例审查，某些情况下，也可以要求采用更为严格的豁免水平。

表 7.3.2 (表 A1) 作为申报豁免基础的豁免水平 放射性核素的豁免活度浓度与豁免活度 (摘录)

核素	清洁解控水平	
	活度浓度 (Bq/g)	活度 (Bq)
$^{99\text{m}}\text{Tc}$	100	1×10^7
^{89}Sr	1000	1×10^6
^{131}I	100	1×10^6
^{125}I	1000	1×10^6

7.3.2《可免于辐射防护监管的物料中放射性活度浓度》(GB 27742—2011)

6.4 表面污染的物料和设备

凡是属于只有表面污染的物料和设备，均应按 GB 18871—2002 中 B2.2 的规定执行。

6.6 小批量物料 (小于 1 吨)

属于小批量 (小于 1 吨) 物料的情况，应按照 GB 18871—2002 附录 A 中给出的豁免活度浓度执行。

7.3.3《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188—2021)

4.4.1 剂量限值

核医学工作人员职业照射剂量限值应符合 GB 18871 附录 B 中 B1.1 的相关规定，核医学实践使公众成员所受到的剂量照射限值应符合 GB 18871 附录 B 中 B1.2 的相关规定。

4.4.2 剂量约束值

4.4.2.1 一般情况下，职业照射的剂量约束值不超过 5 mSv/a；

4.4.2.2 公众照射的剂量约束值不超过 0.1 mSv/a。

结合本次退役项目的特点，对参与本次退役工作的人员 (配备本项目专用个人剂

量计)取剂量约束值为 1.0mSv/a,对评价范围内的公众成员取剂量约束值为 0.1mSv/a。

4.4.3 放射性表面污染控制水平

核医学工作场所的放射性表面污染控制水平按照 GB 18871 执行。

7.2.3 固体放射性废物处理

7.2.3.1 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,…… β 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:

- a) 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;
- b) 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;
- c) 含碘-131 核素的放射性固体废物暂存超过 180 天。

7.2.3.2 不能解控的放射性固体废物应该按照放射性废物处理的相关规定予以收集、整备,并送交有资质的单位处理。放射性废物包装体外的表面剂量率应不超过 $0.1\text{mSv}/\text{h}$,表面污染水平对 β 和 γ 发射体以及低毒性 α 发射体应小于 $4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 、其他 α 发射体应小于 $0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 。

7.2.3.3 固体放射性废物的存储和处理应安排专人负责,并建立废物存储和处理台账,详细记录放射性废物的核素名称、重量、废物产生起始日期、责任人员、出库时间和监测结果等信息。

综上,固体放射性废物经一定时间衰变后(含 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 核素超过 30 天;含 ^{125}I 、 ^{89}Sr 核素超过 10 个半衰期;含 ^{131}I 核素超过 180 天),经监测能够达到 HJ 1188—2021 中“辐射剂量率满足所处环境本底水平, β 表面污染小于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ ”的要求,且固体放射性废物活度低于 GB 18871 清洁解控水平(^{125}I 、 ^{89}Sr 活度浓度 $\leq 1\times 10^3\text{Bq}/\text{g}$, ^{131}I 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 活度浓度 $\leq 1\times 10^2\text{Bq}/\text{g}$)时,可对废物清洁解控作为医疗废物处理。

7.3.3.2 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 GB 18871—2002 附录 A 表 A1 的要求。

7.3.3.3 放射性废液的暂存和处理应安排专人负责,并建立废物暂存和处理台账,详细记录放射性废液所含的核素名称、体积、废液产生起始日期、责任人员、排放时间、监测结果等信息。

7.3.4 《核安全导则 医疗、工业、农业、研究和教学中产生的放射性废物

管理》（HAD 401/16—2023）

3.7.1 对于适合清洁解控的废物，当废物中的放射性核素含量低于清洁解控水平时，可参考附录III，按相关流程进行解控。

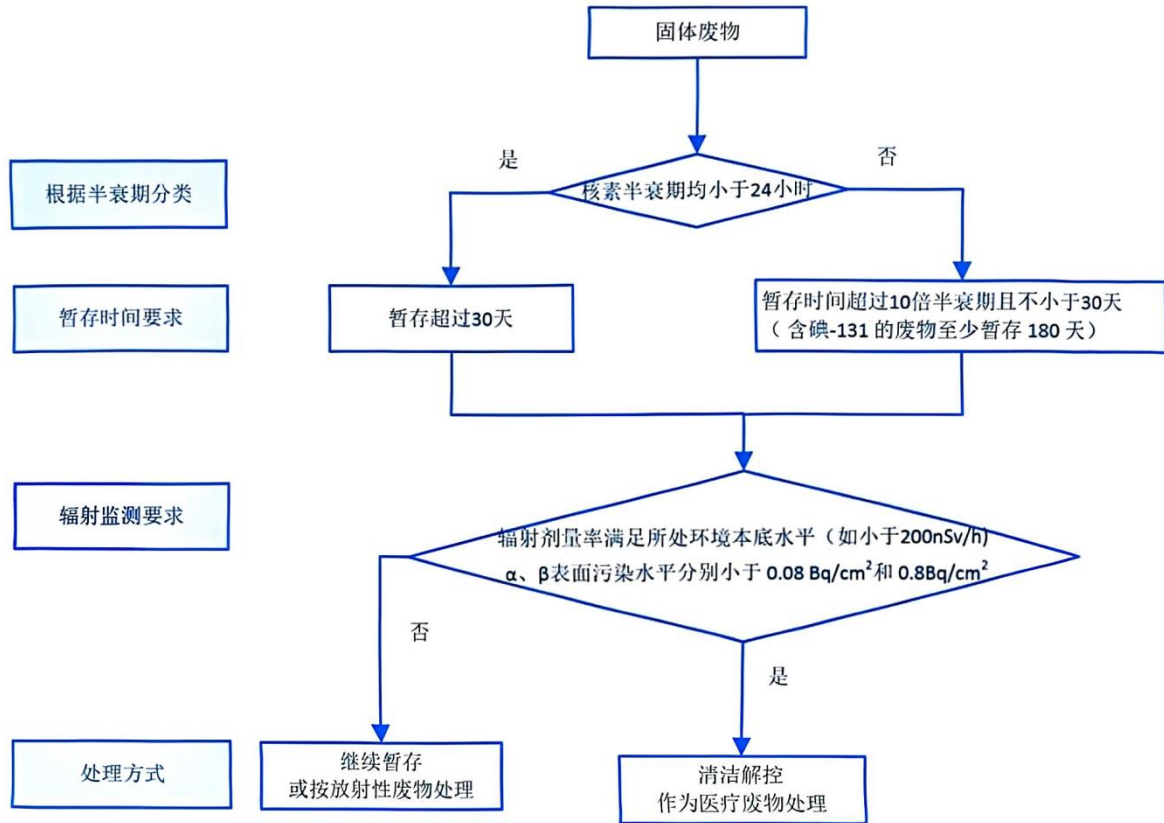


图 7.3-1 固体废物解控示例图

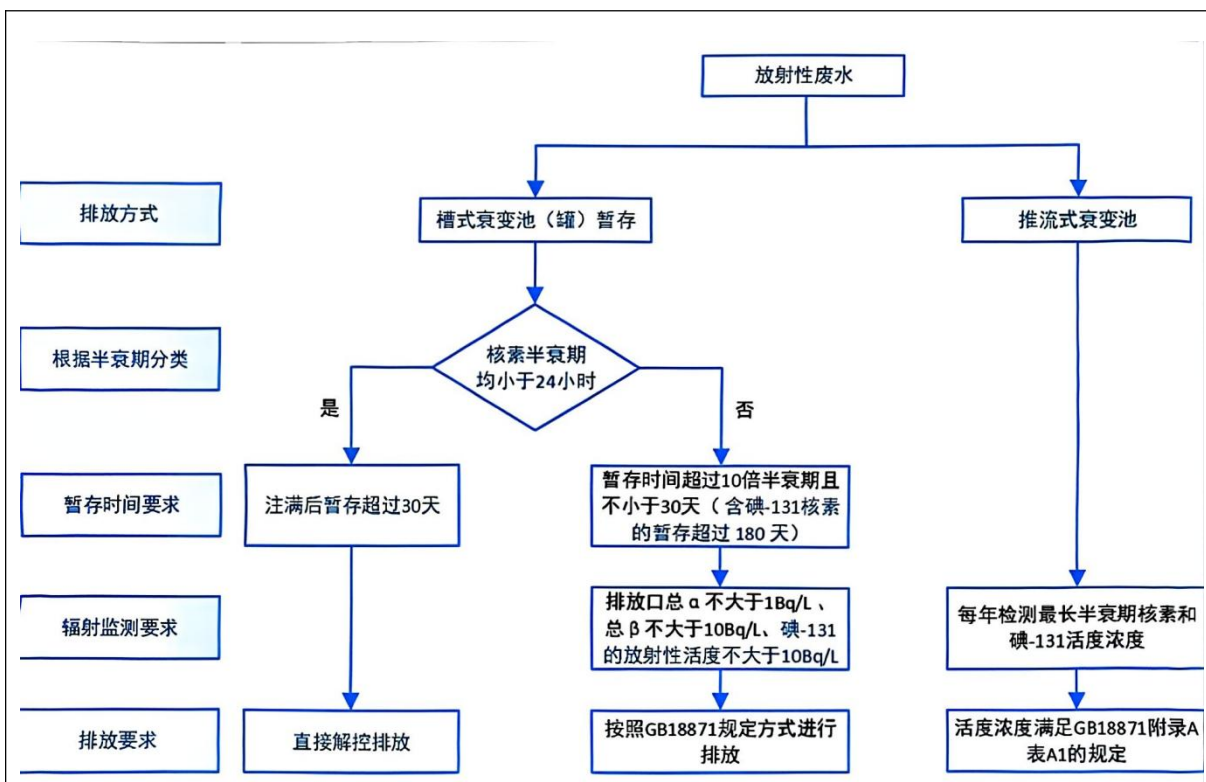


图 7.3-2 废水排放示例图

7.3.5 《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466—2005）

4.1 污水排放要求

4.1.2 县级及县级以上或 20 张床位及以上的综合医疗机构和其他医疗机构污水排放执行表 2（表 7.3.4）的规定。直接或间接排入地表水体和海域的污水执行排放标准，排入终端已建有正常运行城镇二级污水处理厂的下水道的污水，执行预处理标准。

表 7.3.4 综合医疗机构和其他医疗机构水污染物排放限值（日均值）

控制项目	排放标准（Bq/L）	预处理标准（Bq/L）	依据
总β	10	10	（GB 18466—2005） 表 2 限值

项目环评要求医学科有废水经独立的排放管道，1 号楼核医学科设置有独立的下水系统和放射性废液三级推流式衰变池，衰变前设化粪池，衰变池总有效容积为 9m³，每级衰变池有效容积 3.0m³。本项目医院衰变池排放口废水执行《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466—2005）的预处理标准，即总β放射性≤10Bq/L。

根据上述标准，确定本项目所执行的评价标准见表 7.3.5。

表 7.3.5 本项目评价标准

1.年剂量管理目标值	
适用范围	剂量约束值
职业照射（退役工作人员）	1mSv/a
公众照射	0.1mSv/a
2.物件表面放射性污染的通用解控水平	
核医学科场所	工作台、设备、墙壁、地面的β表面污染解控水平为 0.8Bq/cm ²
3.衰变池废水	
总β放射性	10Bq/L
4.衰变池底泥	
总β放射性	清洁解控水平（ ^{99m} Tc: 1×10 ⁵ Bq/kg, ¹³¹ I: 1×10 ⁵ Bq/kg）

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目的地理和场所位置

福建医科大学附属协和医院位于福建省福州市鼓楼区新权路 29 号，核医学科退役项目位于医院于山院区 1 号楼一层内。医院地理位置图见图 1.4-1。核医学科在医院的位置见图 1.4-2。退役项目环境现状见图 8.1-1。

根据现场调查结果，结合医院提供的资料：（1）退役场所使用 ^{131}I 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{125}I 、 ^{89}Sr 等核素的最后工作日为 2025 年 2 月 28 日，所有核素已于当日全部使用完毕，无剩余核素留存；（2）退役场所内的 1 台 SPECT/CT（III 类射线装置），已在该场所扫描间内封存；（3）退役场所内留存 1 个放射源保险柜，已封存；（4）退役场所内 1 枚 ^{90}Sr - ^{90}Y 放射源（V 类），拟搬迁至新急诊楼负二层核医学科投入使用；（3）退役场所在正常使用阶段产生的放射性固体废物，已按照原有流程打包后放入污物间封存，目前已陆续完成解控，后续按一般医疗废物规范处置，污物间内仅留存极少量贮存期未满足的放射性固体废物。（4）退役场所在正常使用阶段产生的放射性废水，已按照原有方式排入衰变池封存，目前仍封存于衰变池内。（5）退役场所在正常使用阶段产生的放射性废气，已按照原有方式经活性炭过滤后达标排放。（6）退役场所内的所有物品，包括分装柜、移动注射车、甲状腺功能测定仪、铅防护用品、铅废物桶、工作台、桌椅、便池、电脑等全部物品，均已在该场所内完成封存。目前的退役场所情况一览表见表 8.1.1。退役场所辐射工作场所现状见图 1.4-4，周围环境现状见图 8.1-1。

表 8.1.1 目前的退役场所情况一览表

辐射源及场所内物品	去向
剩余的非密封性放射性物质	已全部使用，无剩余
1 台 SPECT/CT	已在扫描间封存
^{90}Sr 放射源	拟搬迁至新急诊楼负二层核医学科
放射性固体废物	已陆续解控并按一般医疗废物处理，仅留存极少量贮存期未满足的放射性固体废物
放射性废水	已排入衰变池内封存
放射性废气	已经活性炭过滤后直接排放
分装柜、移动注射车、甲状腺功能测定仪、铅防护用品铅废物桶、工作台、桌椅、便池、电脑等核医学科场所内的全部物品	已在核医学科场所内封存



1 号楼一层核医学科候诊通道



1 号楼一层核医学科诊疗室



1 号楼一层核医学科 ^{90}Sr 治疗室



1 号楼一层核医学科工作人员卫生间



1 号楼一层核医学科阅片室



1 号楼一层核医学科准备室淋浴间



1 号楼一层核医学科 SPECT 控制室



1 号楼一层核医学科管理制度上墙



1 号楼一层核医学科高活性室铅衰变桶



1 号楼核医学科准备室铅防护用品



1 号楼核医学科衰变池上方人行通道



1 号楼核医学科衰变池废水取样口



1 号楼负一层放疗科候诊室（核医学科下方）



1 号楼核医学科上方眼科区



1 号楼负一层后勤保障物资存放
（SPECT 扫描室下方）



1 号楼地下一层后勤保障部仓库
（候诊室下方）



1 号楼二层通道（SPECT 扫描室上方）



1 号楼二层医生办公室（候诊室上方）



8.2 辐射环境质量和辐射现状

本项目环境现状评价对象是核医学科工作场所和周围的现状辐射水平。医院核医学科最后一次使用 ^{131}I 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{125}I 、 ^{89}Sr 时间为 2025 年 2 月 28 日，无剩余药品； ^{90}Sr （V 类放射源）已停用，拟搬迁至新急诊楼负二层核医学科使用，此后，核医学科全面停止

运行。现场调查期间，核医学科工作场所内已无放射性药物遗留，仅极少量放射性固废留存，核医学科已完成封存并采取上锁管理措施，非特殊情况禁止人员进入。2025年11月19日，长润安测科技有限公司对本次核医学科退役场所及周围的环境辐射水平及 β 表面污染开展现状检测，福建华远检测公司对场所衰变池废水进行现状监测，相关监测报告见附件13。

8.2.1 监测因子

监测项目为 X- γ 辐射剂量率、 β 表面污染、放射性废水总 β 。

8.2.2 监测仪器

监测仪器的参数见表 8.2.1 至表 8.2.3。

表 8.2.1 X、 γ 辐射剂量率仪器参数

仪器名称	便携式 X、 γ 辐射周围剂量当量率仪
仪器型号	MR-3512
生产厂家	微影
仪器编号	***
探测器类型	***
能量范围	***
量程	***
检定单位	***
检定证书	***
检定有效期	***

表 8.2.2 α 、 β 放射性表面污染监测仪器参数

仪器名称	多功能辐射测量仪 (可测 α 、 β 表面污染放射性)
仪器型号	RaySafe 452
生产厂家	美国福禄克
仪器编号	CR-YQ-037
探测器类型	***
量程	***
有效探测面积	***
表面发射率响应	***
平面源效率	***
仪器探测下限	***
检定单位	中国计量科学研究院
检定证书	***
检定有效期	***

表 8.2.3 低本底 α 、 β 测量仪仪器参数

仪器名称	低本底 α 、 β 测量仪
仪器型号	FYFS-400X（双通道）
生产厂家	湖北方圆环保科技有限公司
仪器编号	***
校准单位	***
校准证书	***
校准有效期	***

8.2.3 监测依据

表 8.2.4 监测方法

监测方法	根据现行标准要求执行
监测规范、标准	《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188—2021）； 《环境 γ 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）； 《水质 总 β 放射性的测定 厚源法》（HJ 899—2017）； 《核医学放射防护要求》（GBZ 120—2020） 《表面污染测定 第 1 部分 β 发射体($E_{\beta max}>0.15\text{MeV}$)和 α 发射体》(GB/T 14056.1—2008)

8.2.4 监测布点

本项目涉及使用的放射性同位素 ^{131}I 、 ^{89}Sr 主要的衰变模式为 β 衰变， $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{125}I 主要的衰变模式为 γ 衰变，根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61—2021）和《核医学放射防护要求》（GBZ 120—2020），并结合本项目实际情况和现场监测点位的可达性，对拟退役场所及周边环境的 γ 辐射剂量率、 β 表面污染水平进行布点监测。本项目核医学科（1号楼）产生的放射性废水排入衰变池，本项目对衰变池废水中总 β 浓度进行采样监测。

监测布点详见表 8.2.5~表 8.2.7 和图 8.2-1~图 8.2-4。

现状监测时段内，本项目评价范围内核医学科已停用，场所内无剩余核素，射线装置处于非工作状态。项目周边现有其他放射设备（负一层 2 台直线加速器、一层 1 台射波刀、1 台碎石机等）均正常运行。

8.2.5 质量保证

监测时质量保证措施如下：

（1）监测单位资质：长润安测科技有限公司，已通过资质认定（CMA 编号：***）；福建华远检测公司已通过资质认定（CMA 编号：***）；

（2）监测布点质量保证：根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61—2021）、《核医学放射防护要求》（GBZ 120—2020）、《表面污染测定 第 1 部分 β 发射体

（ $E_{\beta max} > 0.15 \text{MeV}$ ）和 α 发射体》（GB/T 14056.1—2008）等相关布点原则进行布点；

（3）仪器检定校准要求：便携式 X、 γ 辐射周围剂量当量率仪经北京市计量检测科学研究院检定，多功能辐射测量仪经中国计量科学研究院检定，低本底 α 、 β 测量仪经湖北方圆环保科技有限公司校准，监测期间监测仪器均处于检定/校准有效期内；

（4）仪器自校：测量前、后均检查仪器的工作状态，确保运行良好，并采用检验源对仪器进行校验；

（5）监测人员与方法：监测方法采用国家相关部门颁布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗；

（6）现场操作规范：监测现场由专业人员按照操作规程操作监测仪器，并做好完整、准确的现场记录；

（7）报告审核制度：检测报告严格执行三级审核制度，经报告编制人、审核人、签发人依次审核签字后报出。

8.2.6 监测结果及评价

监测结果详见表 8.2.5 和表 8.2.7，检测报告见附件 13。

表 8.2.5 X- γ 辐射剂量率背景水平调查点位及检测结果一览表

点位	位置		环境 γ 辐射剂量率检测值 (nSv/h)
γ -1	核医学科东侧绿地 (ECT 室注射后候诊室、留观室出口通道)		***
γ -2	核医学科 (1 号楼) 南侧道路		***
γ -3	核医学科南侧 (核医学科入口通道)		***
γ -4	核医学科候诊通道		***
γ -5	诊疗室		***
γ -6	读片室		***
γ -7	Sr-90 治疗室中央		***
γ -8	甲状腺功能测定室中央		***
γ -9	准备室		***
γ -10	高活室	分装柜内	***
γ -11		分装柜表面	***
γ -12		衰变桶表面	***
γ -13	ECT 控制室工作位		***
γ -14	ECT 机房中央		***
γ -15	ECT 注射后候诊室中央		***
γ -16	病人卫生间		***
γ -17	污物桶放置间		***
γ -18	ECT 扫描室楼上, 通道		***
γ -19	ECT 候诊室楼上, 医生办公室		***
γ -20	衰变池上方		***

注：①以上相应检测位置不少于三个点，测量时探头距离地面约 1m，监测方式为每个测量点测量

十次，取平均值，监测结果均未扣除宇宙射线响应值；

②根据 HJ 1157—2021，空气比释动能和周围剂量当量的换算系数取 1.20Sv/Gy (^{137}Cs 作为检定参考辐射源)；

③根据 HJ 1157—2021，X- γ 辐射空气吸收剂量率=仪器测量读数均值*校准因子k1*仪器检验源效率因子k2÷空气比释动能和周围剂量当量的换算系数-屏蔽修正因子k3*测量点宇宙射线响应值Dc，其中校准因子k1为1.02 $\mu\text{Sv/h}$ ，仪器使用 ^{137}Cs 进行校准，源效率因子k2取1，换算系数为1.20Sv/Gy，屏蔽修正因子k3取0.8（楼房）、1（原野、道路）；

截止 2025 年 11 月 19 日，拟退役的核医学科（1 号楼）已停止运行近 9 个月，停运时间（保守考虑计时：2025 年 3 月 1 日—2025 年 11 月 18 日，共计 263 天）约为放射性同位素 ^{131}I 的 32.8 个半衰期（ ^{131}I 半衰期为 8.03d）， ^{89}Sr 的 5.2 个半衰期（ ^{89}Sr 半衰期为 50.3d），约为 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 的 1048.5 个半衰期（ $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 半衰期为 6.02h）。

由表 8.2.5 的监测结果可知，医院核医学科（1 号楼）周边环境 γ 辐射剂量率水平在（***~***）nSv/h（室外，未扣除宇宙射线响应值），即 γ 空气吸收剂量率为（***~***）nGy/h；核医学科（1 号楼）内 γ 辐射剂量率水平为（***~***）nSv/h（室内，未扣除宇宙射线响应值），即 γ 空气吸收剂量率为（***~***）nGy/h（本项目检测仪器使用 ^{137}Cs 作为检定参考辐射源，根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）“5.5 结果计算”，空气比释动能和周围剂量当量的换算系数取 1.20Sv/Gy）；参照《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015 年）中《福建省环境天然贯穿辐射水平调查》陈夏冠等，福建省室内的辐射环境本底范围值（70.9~351.7）nGy/h，室外（含原野及道路）的辐射环境本底范围值（25.9~399.1）nGy/h。对比结果显示，本项目所在地及工作场所的 X- γ 辐射剂量率均处于正常环境本底水平。

表 8.2.6 拟退役核医学科 β 表面污染点位一览表

点位编号	点位编号	监测位置	监测结果 (Bq/cm ²)
β 1	核医学科入口门外	门表面	***
β 2	核医学科诊疗室	地面	***
β 3		墙面	***
β 4		桌子表面	***
β 5		椅子表面	***
β 6		门把手表面	***
β 7	准备室/更衣室（监督区）	地面	***
β 8		墙面	***
β 9		门表面	***
β 10	甲状腺功能测定室	地面	***
β 11		墙面	***
β 12		门内表面	***

点位编号	点位编号	监测位置	监测结果 (Bq/cm ²)
β 13	高活性室	地面	***
β 14		墙面	***
β 15		高活性室防护门门把手表面	***
β 16		注射窗表面	***
β 17		分装仪表面	***
β 18		通风枢机身表面	***
β 19		铅衰变桶 1 表面	***
β 20	ECT 操作室 (监督区)	地面	***
β 21		墙面	***
β 22		门表面	***
β 23		椅子	***
β 24		桌子	***
β 25		电脑监控	***
β 26	ECT 机房	诊断床表面	***
β 27		观察窗表面	***
β 28		地面	***
β 29		墙面	***
β 30		ECT 机表面	***
β 31		医生入口门表面	***
β 32	ECT 注射后候诊室/留观区	铅衰变桶 2 表面	***
β 33		地面	***
β 34	ECT 注射后候诊室/留观区	墙面	***
β 35		候诊椅表面	***
β 36		留观椅表面	***
β 37	病人卫生间	地面	***
β 38		墙面	***
β 39	污物桶放置间	铅衰变桶 3 表面	***
β 40		地面	***
β 41		墙面	***
β 42		门把手表面	***

注：β 表面污染测量结果均已扣除本底值，β 表面污染测量仪的探测下限为 0.021Bq/cm²。

由表 8.2.6 的监测结果可知，本退役项目控制区地面、墙面等的 β 表面污染水平为 ***~***Bq/cm²，监督区地面、墙面等的 β 表面污染水平为 ***~***Bq/cm²，检测结果均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871—2002) 中清洁解控水平(控制区 β ≤0.8Bq/cm²，监督区 β ≤0.08Bq/cm²)。综上所述，拟退役核医学科工作场所均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871—2002) 中“工作场所中某

些设备与用品，经去污使其污染水平降至表 B11 中所列设备类的控制水平的五分之一以下”的要求。

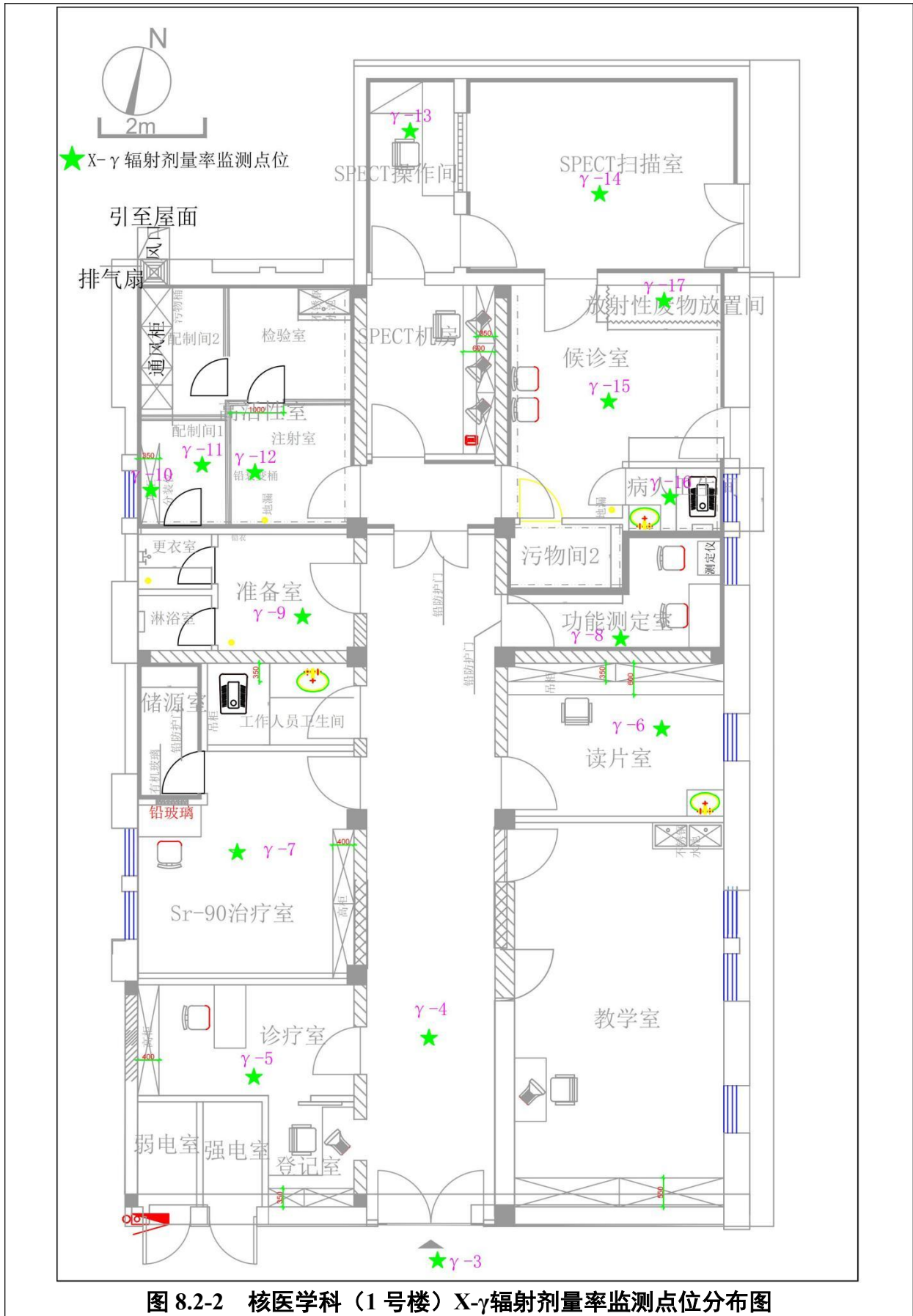
表 8.2.7 拟退役核医学科衰变池废水监测

位置	检测因子	检测频次	检测结果 (Bq/L)
拟退役核医学科衰变池出口	总 β	1 次	0.049

由表 8.2.7 可以看出，本项目衰变池废水总 β 放射性活度浓度未超过《医疗机构水污染物排放标准》(GB 18466—2005) 中排放口总 β 不大于 10Bq/L 的限值要求，满足 GB 18871—2002 的排放要求，且截止 2025 年 11 月 19 日，放射性废水已在衰变池中封存 263 天，衰变池中废水可排放至医院污水处理站进行处理。



图 8.2-1 核医学科（1 号楼）外环境 X- γ 辐射剂量率监测点位分布图



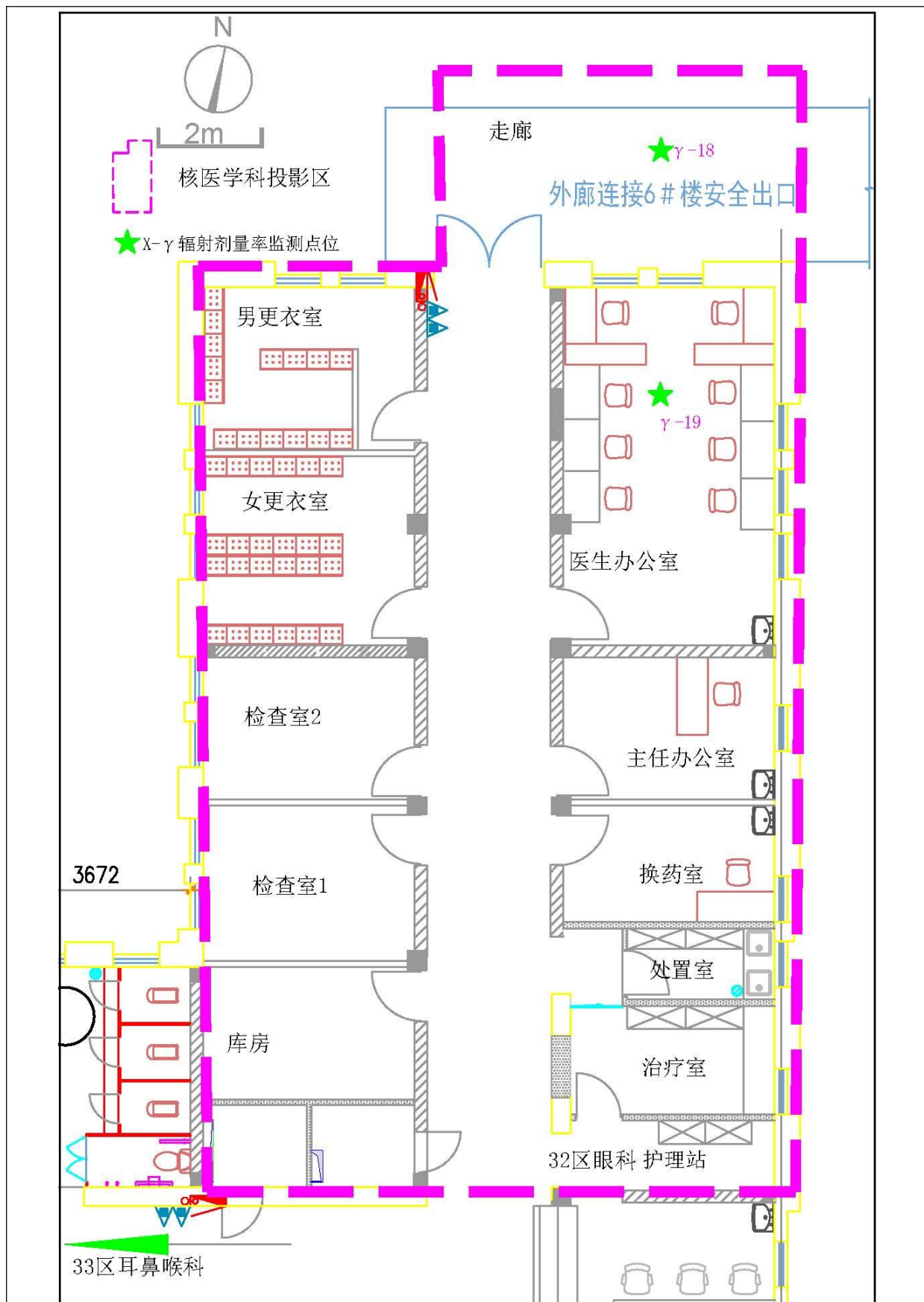


图 8.2-3 1 号楼二层眼科 x-γ 辐射剂量率监测点位分布图

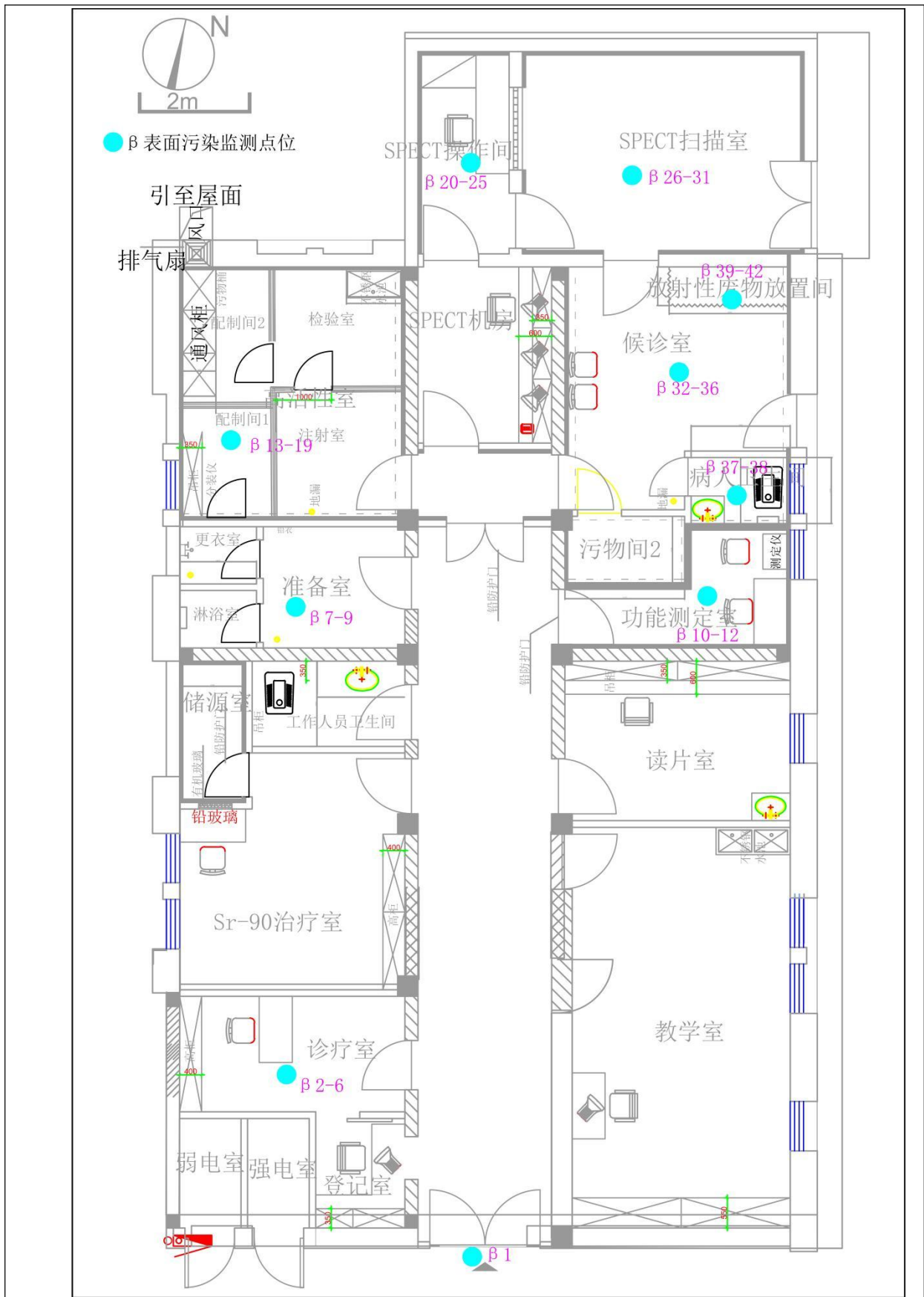


表 9 项目工程分析与源项

9.1 原退役场所的工作流程概述和产污环节

本项目核医学科退役前工作内容主要包括：使用钼铯发生器进行 ^{99m}Tc 的淋洗、标记和分装；使用一间 SPECT 机房，使用 ^{99m}Tc 开展 SPECT 显像检查，使用 ^{131}I 开展甲状腺功能测定和甲亢门诊治疗；协助介入科开展的 ^{125}I 粒子植入项目；使用 ^{89}Sr 开展骨转移癌治疗以缓解疼痛；使用 1 枚 V 类 ^{90}Sr (^{90}Y) 源开展敷贴治疗。退役前放射性药品使用流程和污染源分析见表 9.1.1。

表 9.1.1 放射性药品使用流程和污染源分析

核素名称	项目	流程	订购次数	γ 射线外照射	表面污染	气体废物及处置	液体废物及处置	放射性固体废物及处置	
^{99}Mo - ^{99m}Tc	^{99m}Tc 显像剂淋洗、标记、分装	按需订购 ^{99}Mo - ^{99m}Tc 发生器→核医学科注射室→传递窗→分装室→淋洗→标记→分装→ ^{99m}Tc 显像剂→少量检验室检验→给患者注射	每周 1 次	^{99m}Tc 显像剂淋洗、标记、分装对职业人员的外照射	^{99m}Tc 洗脱液对分装台、地面、墙壁、职业人员手、皮肤、工作服等造成污染	洗脱过程在密闭发生器中负压条件下进行，无溶液挥发，因此基本无放射性气体污染	去污洗涤液、患者给药后在病人专用卫生间排泄的排泄物→核医学科专用放射性废水衰变池→滞留衰变→医院污水处理站→城市污水管网→污水处理厂	①废负压瓶、废旧 ^{99}Mo - ^{99m}Tc 发生器、残留的废淋洗、标记液及包装铅罐由供货厂家回收； ②手套、一次性垫纸、注射器、吸水纸、酒精棉、包裹用具的塑料膜等→铅废物桶	
/									
^{99m}Tc	SPECT 诊断	^{99m}Tc 显像剂→给患者注射→患者候诊→摆位→SPECT 扫描→留观→患者离开核医学科	/	给药后患者在候诊、SPECT 扫描、留观及出院后体内 ^{99m}Tc 对周围公众的外照射，摆位对医务人员的外照射				废物→污物间 1 及污物间 2 贮存衰变至清洁解控水平（贮存衰变 10 个半衰期）→作为一般医疗废物处置	

核素名称	项目	流程	订购次数	γ射线外照射	表面污染	气体废物及处置	液体废物及处置	放射性固体废物及处置	
⁸⁹ Sr	骨转移癌治疗、缓解疼痛	按需订货→高活性室分装→静脉注射→敷贴治疗	每周2次	几乎无	药物分装对分装台、地面、墙壁、职业人员手、皮肤、工作服等造成污染	分装过程中产生极少量放射性废气，引至屋面经活性炭吸附后排放至室外大气中，经扩散稀释后，对环境公众影响很小。	无	①废药瓶及包装铅罐由供货厂家回收； ②手套、一次性垫纸、注射器→铅废物桶	废物→污物间1及污物间2贮存衰变至清洁解控水平（贮存衰变10个半衰期）→作为一般医疗废物处置
¹³¹ I	甲状腺功能测定、甲亢门诊治疗	按需订货→高活性室→空腹口服→甲状腺功能测定和甲亢门诊治疗→患者离院	每周1次	对职业人员和周围公众的外照射			无	①废药瓶及包装铅罐由供货厂家回收； ②手套、一次性垫纸、注射器、吸水纸、酒精棉、包裹用具的塑料膜等→铅废物桶	
¹²⁵ I (粒子源)	配合介入科开展的 ¹²⁵ I粒子植入项目	核医学科高活性室暂存→介入科按需申领→核医学科分装→领用送出→2号楼CT室、8号楼5层病床（植入手术）→剩余 ¹²⁵ I（粒子源）归还至核医学科高活性室暂存	每周2次	核医学科仅暂存、领出和收回，几乎无外照射			无	①废药瓶及包装铅罐由供货厂家回收； ②手套、一次性垫纸、包裹用具的塑料膜等→铅废物桶	
⁹⁰ Sr (⁹⁰ Y)	敷贴器（V类放射源）	用于皮肤敷贴治疗、可反复使用，使用后放回防护包装内，存入保险柜内	/	无			无	无	

9.2 退役方案

9.2.1 设施概况

1 号楼一层核医学科所开展的项目包括：使用钼铯发生器进行 ^{99m}Tc 的淋洗、标记和分装；使用一间 SPECT 机房、使用 ^{99m}Tc 开展 SPECT 显像检查，使用 ^{131}I 开展甲状腺功能测定和甲亢门诊治疗；配合介入科开展的 ^{125}I 粒子植入项目（ ^{125}I 粒子源暂存核医学科高活性贮源室）；使用 ^{89}Sr 开展骨转移癌治疗以缓解疼痛；使用一枚 V 类 ^{90}Sr （ ^{90}Y ）源开展敷贴治疗；该场所属于乙级非密封性工作场所。

9.2.2 退役原则

根据核医学工作场所特点，为安全实施其退役工作，医院制定如下退役总原则：

- （1）退役核医学工作场所需满足无限制开放使用要求；
- （2）退役场所内的放射性废水需全部妥善处理，避免对人员造成危害；
- （3）退役过程中产生的放射性废物应尽可能做到最小化、减量化、无害化；
- （4）退役后，场所内其他相关设施、材料的再利用须严格执行相关控制标准，其中工作场所中的设备与用品等的表面污染解控水平为： β 表面污染 $<0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ 。
- （5）对参与退役的工作人员，尽可能做到辐射防护最优化。

9.2.3 退役目标及范围

（1）退役目标

退役目标：场所保留现有建筑物，场所内残留放射性达到无限制开放水平，退役产生的各类废物得到安全处理和处置，退役过程中产生的气、液态流出物达标排放。若场所内存在放射性污染，需采取相应去污措施或局部切割封存等处理方法，使其 β 表面污染水平满足清洁解控限值要求，最终达到无限制开放使用的要求。

（2）退役范围

①辐射工作场所：福建医科大学附属协和医院核医学科退役为核医学科整体退役，核医学科位于 1 号楼一层东北侧，原工作场所核医学科建筑面积约 230 m^2 。涵盖高活性室（配制间 1、配制间 2、检验室、注射室）、SPECT 机房、候诊室/留观室、污物间 1、病人卫生间、污物间 2、甲状腺功能测定室、 ^{90}Sr 贮源室等功能用房。

②核医学科（1 号楼）配套设施：通风设施、通风管道、衰变池、排水管道等。

③核医学科（1 号楼）内遗留设备：核医学科内现存的全部物品，包括取号机、淋

洗/分装柜、通风柜、SPECT-CT 机、移动注射台、甲状腺功能测定仪、铅衰变桶、V 类放射源保险柜、监控、空调、桌子、柜子以及椅子等物品，达到清洁解控要求，搬运至其他场所继续使用。洗手池、水龙头、蹲便器、管道等物品达到清洁解控要求后按普通废物处置。

9.2.4 设施现状及运行史

医院严格遵守《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》等相关法律法规，各项辐射防护设施的运行、维护、检测工作规范开展，辐射安全和防护制度的建立、落实及档案管理工作均处于良好状态。

工作人员个人剂量计每季度送有资质的单位检测，个人剂量监测报告统一存档。核医学科辐射工作场所定期开展年度检测及日常巡检。医院运行期间未发生过任何辐射事故。

医院核医学科（1 号楼）于 2005 年起开始使用 ^{99m}Tc 、 ^{131}I 、 ^{89}Sr ，均按需订购，不进行贮存；配备 1 台 SPECT/CT 开展显像诊断；使用 1 枚 V 类 ^{90}Sr - ^{90}Y 源开展敷贴治疗；2014 年起，使用钼铯发生器进行 ^{99m}Tc 的淋洗、标记和分装，钼铯发生器按需订购，不贮存；同期配合介入科开展 ^{125}I （粒子源）植入治疗，按需订购，不贮存；场所内从未使用 ^{223}Ra 、 ^{177}Lu 、 ^{90}Y 、 ^{153}Sm 等核素。2025 年 3 月 1 日停止诊疗工作，许可使用的全部核素均已停止使用，无剩余核素留存，该场所属于乙级非密封放射性物质工作场所。

本次退役场所使用过的非密封放射性核素 ^{99}Mo - ^{99m}Tc 、 ^{99m}Tc 、 ^{89}Sr 、 ^{131}I 、 ^{125}I （粒子源）等的性质见表 9.2.1。

表 9.2.1 非密封性放射性核素性质

序号	使用场所	核素		理化性质	半衰期	衰变类型	能量 (MeV)	
							主要β射线能量 E_{β}	主要γ、X 射线能能量 E_{γ}
1	核医学科 (1 号楼 一层)	^{99}Mo - ^{99m}Tc	^{99}Mo	放射性同位素发生器 (^{99m}Tc 的母体)	66h	β^- 、 γ	1.23	0.78
2		^{99m}Tc		液态/低毒	6.02h	γ	/	0.141
3		^{89}Sr		液态/中毒	50.53d	β^-	1.463	/
4		^{131}I		液态/中毒	8.03d	β^-	0.606	0.284、0.364、0.637
5		^{125}I (粒子源)		固态/中毒	59.4d	γ	/	0.027、0.028、0.031、0.036

医院在核医学科运行过程中，对核素使用实施严格管理，对每种核素均规范开展出入库登记工作，2020年至2025年非密封性放射性核素使用情况见表9.2.2。

表 9.2.2 拟退役址 2020 年至 2025 年非密封性放射性核素使用情况

年份	核素类型	供货商	年出货量 (Bq)	年操作量 (Bq)	剩余核素	病人 量(例/年)
2021 年	⁸⁹ Sr	成都中核高通同位素股份有限公司	3.552×10 ⁹	3.552×10 ⁹	无	24
	¹³¹ I	成都中核高通同位素股份有限公司	6.475×10 ¹⁰	6.475×10 ¹⁰	无	486
		原子高科股份有限公司	5.55×10 ⁹	5.55×10 ⁹	无	
	^{99m} Tc	原子高科股份有限公司	1.45×10 ¹²	1.45×10 ¹²	无	5887
¹²⁵ I (粒子源)	宁波君安药业科技有限公司	1.961x10 ¹¹	1.961x10 ¹¹	无	225	
2022 年	⁸⁹ Sr	成都中核高通同位素股份有限公司	4.144x10 ⁹	4.144x10 ⁹	无	28
	¹³¹ I	成都中核高通同位素股份有限公司	3.33×10 ¹⁰	3.33×10 ¹⁰	无	376
		原子高科股份有限公司	2.22×10 ¹⁰	2.22×10 ¹⁰	无	
	^{99m} Tc	原子高科股份有限公司	1.32×10 ¹²	1.32×10 ¹²	无	5075
¹²⁵ I (粒子源)	宁波君安药业科技有限公司	2.442x10 ¹¹	2.442x10 ¹¹	无	256	
2023 年	⁸⁹ Sr	成都中核高通同位素股份有限公司	1.0656×10 ¹⁰	1.0656×10 ¹⁰	无	72
	¹³¹ I	成都中核高通同位素股份有限公司	3.33×10 ¹⁰	3.33×10 ¹⁰	无	503
		原子高科股份有限公司	3.33×10 ¹⁰	3.33×10 ¹⁰	无	
	^{99m} Tc	原子高科股份有限公司	1.42×10 ¹²	1.42×10 ¹²	无	6462
¹²⁵ I (粒子源)	宁波君安药业科技有限公司	2.368x10 ¹¹	2.368x10 ¹¹	无	258	
2024 年	⁸⁹ Sr	成都中核高通同位素股份有限公司	1.0212×10 ¹⁰	1.0212×10 ¹⁰	无	69
	¹³¹ I	成都中核高通同位素股份有限公司	3.7×10 ¹⁰	3.7×10 ¹⁰	无	424
		原子高科股份有限公司	1.85×10 ¹⁰	1.85×10 ¹⁰	无	
	^{99m} Tc	原子高科股份有限公司	1.74×10 ¹²	1.74×10 ¹²	无	7010
¹²⁵ I (粒子源)	宁波君安药业科技有限公司	3.293×10 ¹¹	3.293×10 ¹¹	无	316	
2025 年 1 月、2 月	⁸⁹ Sr	成都中核高通同位素股份有限公司	1.184x10 ⁸	1.184x10 ⁸	无	8
	¹³¹ I	成都中核高通同位素股份有限公司	1.85×10 ⁹	1.85×10 ⁹	无	49
		原子高科股份有限公司	1.85×10 ⁹	1.85×10 ⁹	无	
	^{99m} Tc	原子高科股份有限公司	2.6×10 ¹¹	2.6×10 ¹¹	无	1080
¹²⁵ I (粒子源)	宁波君安药业科技有限公司	4.07×10 ¹⁰	4.07×10 ¹⁰	无	44	

本项目核医学科停止使用后，场所内原有使用的通风橱、甲状腺功能测定仪、桌椅等物品均在场所内封存。

场所停用前的放射性废物处理方式，按照现有规范流程执行：（1）放射性固体废物：暂存期满的放射性固体废物，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， β 表面污染小于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，清洁解控后作为一般医疗废物处理。（2）放射性废水：场所产生的放射性废水均排入衰变池，暂存期满后排至医院污水处理站处理。（3）放射性废气：经专用管道引至屋面后，经活性炭过滤处理达标后排放。

9.2.5 退役项目源项

9.2.5.1 正常工况下

退役场所于 2025 年 2 月 28 日完成当日工作后停止使用。使用最后一天场所内无剩余核素。场所停用后已立即实施上锁封存，封存期自 2025 年 3 月 1 日起计算。

（1）射线装置

场所内 SPECT 机房安装 1 台 GE Infinia 3 型 SPECT 设备。该射线装置仅在通电加载高压、发出 X 射线时会对环境产生影响。本项目退役过程中，SPECT/CT 不进行通电操作，不会发出 X 射线，因此不会对环境造成影响。

（2）放射源

^{90}Sr 储源室贮源箱内原存放 1 枚 V 类 ^{90}Sr - ^{90}Y 源，开展敷贴治疗时，将该源从贮源箱中取出，直接在敷贴治疗室内对患者进行敷贴治疗。该放射源拟搬迁至新急诊楼负二层核医学科，本项目退役过程中，场所内无放射性废源产生，因此不会对环境造成影响。

（3）非密封放射性核素

退役场所为乙级非密封放射性物质工作场所，使用 ^{99}Mo ($^{99\text{m}}\text{Tc}$)、 ^{131}I 、 ^{89}Sr 、 ^{125}I （粒子源）等放射性核素均为外购，其中 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 由核医学科根据临床需求在高活性室进行淋洗、标记和分装，建设单位不长期存放大量非密封放射性核素。医院核医学科最后一次使用 ^{99}Mo ($^{99\text{m}}\text{Tc}$)、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{89}Sr 、 ^{131}I 、 ^{125}I （粒子源）等核素的时间为 2025 年 2 月 28 日，所有核素均已使用完毕，无剩余留存。

本退役项目涉及的污染源项及对应处理措施、去向详见表 9.2.3，涵盖场所现有污染源项及退役过程中可能产生的污染源。本次退役场所内的物品、设施及处理方式一览表详见表 9.2.4。

表 9.2.3 本退役项目污染源项

项目	辐射源及场所内物品		处理措施	去向
场所内现有污染源项	铅防护用品、分装柜、通风橱、注射车、铅衰变桶、工作台、桌椅、便池、洗手池等核医学科场所内的全部物品		在核医学科场所封存	拟搬迁再利用或退役报废处理，详见表 9.2.4
	1 台 SPECT/CT		拟在扫描间封存	拟搬迁至新急诊楼负二层核医学科
	放射性固体废物		打包放入固废间封存并陆续解控	目前 ^{99m} Tc 及 ¹³¹ I 的放射性废物已陆续解控并按一般医疗废物处理，分装 ⁸⁹ Sr 使用的注射器及一次性垫巾等目前仍在场所内封存，待贮存衰变 10 个半衰期后测定表面沾污，满足清洁解控要求后解控
	放射性废水		排入衰变池封存	已委托有资质的检测机构对排放的废水进行监测，符合相关标准要求，可排入医院污水处理站，最终排入市政下水管道。
	放射性废气		经活性炭过滤后直接排放	停用后无新的放射性废气产生
退役过程中可能产生的污染源	放射性固体废物	拆除的通风橱和排风管道等	经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平，β表面污染小于 0.8Bq/cm ²	经一定时间衰变后，经自行监测，符合相关标准要求，按照一般医疗废物处理。
		衰变池底泥		
		放射性固体废物（废活性炭）		
	放射性废水	退役过程中可能产生的清污放射性废水	排入衰变池中封存	经衰变池衰变至符合排放要求后排入医院污水处理站
放射性废气		无	无	无

表 9.2.4 本次退役场所内的物品、设施及处理方式一览表

序号	房间	物品	处理方式
1	SPECT/CT 机房	1 台 SPECT/CT 机主机、若干线缆	搬迁至新核医学科备用
		1 个电脑显示屏、若干医用固定头套、梯子、铅防护用品	
		2 台空调	设备科回收其他科室再利用
2	SPECT/CT 控制室及机房	一台电脑显示屏、一个监控显示屏、SPECT/CT 机配套控制设备	搬迁至新核医学科备用
		1 张办公桌、1 把椅子、1 个柜子	设备科回收其他科室再利用
3	注药后候诊区/留观区	2 把椅子	设备科回收其他科室再利用
		1 个铅衰变桶	搬迁至新核医学科备用
4	高活性室	1 个移动式注射台	搬迁至新核医学科备用
		2 个药物传递窗	
		1 个铅衰变桶	搬迁至新核医学科使用
		1 个洗手池	退役，按普通废物处理
	检验间	1 个检验台	设备科回收其他科室再利用
	配制间 1	1 台分装仪	搬迁至新核医学科备用
配制间 2	1 个通风橱	退役，按普通废物处理	

序号	房间	物品	处理方式
5	病人卫生间	1 个蹲便、1 个洗手池	退役，按普通废物处理
		1 个扫把、1 个垃圾桶	设备科回收其他科室再利用
6	放射性废物贮存间 1	1 个放射性废物衰变桶	搬迁至新核医学科使用
7	放射性废物贮存间 2	无	/
8	功能测定室	2 把椅子、2 张桌子	设备科回收其他科室再利用
		1 台功能测定仪	搬迁至新核医学科备用
9	核医学科	监控、对讲、门禁系统、诊断时医护及患者等防护用品 3 套	搬迁至新核医学科使用
10	其他设备	β 表污检测、 γ 剂量检测、剂量片、报警仪等	设备科回收其他科室再利用

本项目核医学科正常使用时放射性废气主要来自药物分装（分装柜、通风橱）操作时，挥发产生的气溶胶，经活性炭过滤后引至屋面排放。因本项目核医学科于 2025 年 3 月 1 日起停用，场所内无剩余放射性药物，且停用后不再使用放射性药物，故退役过程中不产生新的放射性废气，退役工作主要聚焦于放射性废水和放射性固体废物的规范处理。

9.2.5.2 事故工况下

(1) 退役场所尚处于封存期，若在此期间开展退役工作，工作场所及设备的表面可能存在放射性沾污，对周围人员造成影响。

(2) 退役过程中可能产生的清污放射性废水，若未排入衰变池中封存而直接排放，会对环境造成放射性污染，对周围人员造成影响。

(3) 退役过程中产生的放射性固体废物，若未达到清洁解控要求即随意丢弃处置，将对环境造成放射性污染，对周围人员造成影响。

(4) 退役过程中，误将 SPECT/CT 通电并启动高压产生 X 射线，对周围人员造成影响。

9.2.6 退役实施

9.2.6.1 退役流程

(1) 退役前准备工作，制定退役方案，制定辐射事故应急预案，组织退役工作人员辐射防护知识培训，开展退役前的准备工作，筹备防护用品、退役专用个人剂量计、剂量报警仪，辐射环境及表面沾污监测仪器，以及放射性废物贮存（包装）用品等物资，确保各项准备工作到位；

(2) 退役实施阶段：本次退役核心工作为物品搬运与拆卸，不涉及房屋拆除作业。医院计划集中 5 天内完成场所退役相关工作，作业过程中若发现退役场所、拟搬迁或

拆卸物品存在表面污染，立即停止作业并继续封存场所，待其自然衰变；必要时制定专项去污方案，实施去污处理后同步开展监测，确保达标。去污过程中产生的放射性废水，需排入衰变池封存，待衰变期满达标后排入院区污水处理站。普通垃圾废物严格按照普通废物处置标准处理，严禁随意丢弃。

(3) 竣工验收阶段，对退役场所开展终态监测及退役验收，确保场所达到无限制开放使用要求。终态验收合格后，医院将依法申请辐射安全许可证部分变更手续。

9.2.6.2 条件保障

(1) 退役工作小组

医院成立退役工作领导小组，在辐射安全管理领导小组统筹管理下，由退役实施单位指派退役过程中污染场地的去污、放射性废物的整备处理的工作人员，并配备专职人员负责本项目的环境保护、辐射防护等相关工作的管理。本次退役工作小组人员名单如下：

组长：***

成员：***、***、***、***、***、***

(2) 退役过程中应遵循的安全管理制度

①贯彻“安全第一、预防为主”的原则，保障劳动者在劳动过程中的安全与健康。退役期间，严格执行国家相关法律法规、标准规范，建立并健全辐射安全管理制度，对岗位操作人员开展辐射安全教育培训，防范各类操作事故发生，降低职业危害。

②退役工作实施前，组织参与退役的工作人员开展专项安全培训，明确告知作业场所辐射水平、退役实施方案、应急处置方案及防尘、降噪等防护措施。进入退役作业场所的工作人员，必须佩戴专用个人剂量计，必要时穿戴一次性防护服、帽子、口罩、手套、鞋套等个人防护用品，方可进场开展作业。每日工作结束后需对退役工作人员体表进行辐射监测，并对使用过的一次性防护用品进行无害化、规范化妥善处理。

③退役期间，应根据辐射风险评估结果，配置相应的安全保卫设施，防范设施设备被破坏及无关人员擅入，严格限定特定授权人员接触放射性物质及相关设施。

④拆除各类设施时，工作人员须同时佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，同步使用表面污染检测仪及 X-γ辐射剂量率仪进行实时监测，一经发现异常，立即停止拆除作业，启动应急处置流程。

⑤退役作业过程中，工作人员需集中注意力，避免发生碰撞、人员受伤等事故；

全程做好防火、用电安全管理，严禁在施工现场动火、吸烟，严禁违规使用明火及电器设备。

(3) 退役实施人员配置计划

在医院退役工作小组统一部署安排下，组建搬迁工作小组，下设指挥组、拆解取样组、剂量和污染监测组、去污组、封装归类组、后勤保障组六个专项工作组，各组人员配置及职责明确如下：指挥组（1人）、拆解取样组（2人）、剂量和污染监测组（1人）、去污组（1人）、封装归类组（2人）、后勤保障组（1人）。搬迁期间原则上不安排人员休假，全体工作人员须保持手机通信畅通；每台运输车辆指定专人跟车，贵重仪器设备全程专人看管，确保不脱离视线范围。

表 9.3.1 人员配置表

序号	工作组	工作内容
1	指挥组	明确各组搬迁责任人及成员。负责搬迁工作全流程的协调、指挥与统筹。
2	拆解取样组	负责作业场所内设备、管道的拆解、去污及封装包装工作。
3	剂量和污染监测组	对拟退役作业场所开展辐射摸底监测，监测内容包括 γ 辐射剂量率及表面污染水平，根据监测数据出具评估判断结果，为后续工作提供依据。
4	去污组	负责对核医学科内受放射性污染的各类物品进行专业化去污处理。
5	封装归类组	1. 负责对作业过程中产生的放射性固体废物进行分类贮存，经检测达到清洁解控标准后，按一般医疗废物规范处置；2. 负责核医学科所有设备、物品的清点核对及台账登记工作；3. 负责对退役搬迁过程中需继续使用的设备、物品进行规范打包。
6	后勤保障组	配合搬迁小组后勤保障工作

9.2.6.3 去污措施

退役工作启动后，应优先清除系统及设备表面的松散性污染，最大限度降低工作人员受照剂量，防止污染扩散蔓延。系统及设备拆除前，需进行必要的局部或整体去污处理，去除或降低其内外表面附着的放射性污染；构筑物拆毁前，应对受放射性污染的表面进行剥离去污，彻底清除构筑物表面的放射性污染物。

(1) 简易物品去污

对于表面光滑、结构简单且便于挪动的物品，退役工作人员应优先对其表面进行污染巡测，用标记笔明确标注污染区域，有针对性地开展去污处理；经检测确认达到清洁解控标准后，可按普通物品进行处置。

(2) 复杂物品拆解、去污

对于结构复杂且已确认受污染的物品，需先进行拆解处理，分解为若干细小部件后，逐一开展表面污染检测，并按污染水平分级分类存放。检测结果低于清洁解控标准的部件，可依法进行解控处置；仍存在污染的部件，由去污组采取针对性去污措施，经复检达标后方可解控。

具体去污方法如下：

①去污人员必须穿戴齐全必要的防护用品，包括铅衣等防护器具，并规范佩戴个人剂量计，全程监测受照剂量。

②去污材料：选用棉纱、洗涤剂、盐酸、铲、锯、砂纸、塑料布、胶带等；严格控制酒精类易挥发易燃材料及硝酸等强氧化剂的使用，确需使用时需采取专项安全防护措施。

③去污流程遵循“先轻后重、分区处理”原则：优先处理污染程度较轻的区域，防止污染范围扩大；使用沾污量少的棉纱擦拭污染浓度高的部位，最大限度减少放射性废物产生量；分区域、分批次完成去污作业，严防交叉污染。

④优先对污染程度极低的设备进行去污处理，去污合格后立即装入专用包装箱密封存放。

⑤设备搬迁及废物处置全部完成后，对作业区域地面、墙面进行全面辐射检测；发现污染点位时，采取擦拭去污或局部铲除方式处理，铲除产生的废弃物按放射性废物规范处置。

⑥作业结束后，工作人员须接受体表污染全面检测，确认无放射性污染后方可离开作业现场，杜绝人员带污及二次环境污染。

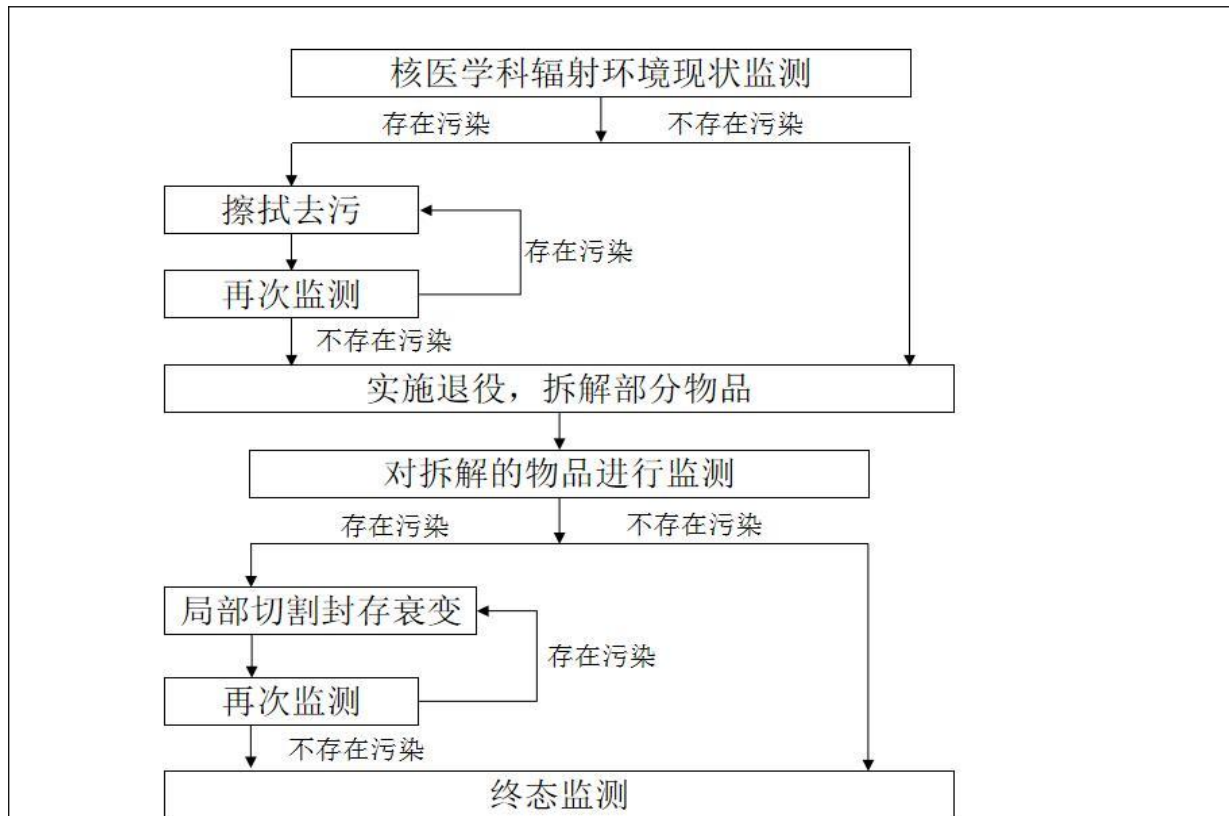


图 9.3-1 核医学科退役工作流程图

9.2.6.4 退役工作负荷

本项目核医学科退役工作主要涉及物品的搬运、拆卸及相关辅助作业，不包含房屋拆除等工程内容。医院计划集中 5 个工作日完成场所退役全部工作，按每日 8 小时标准工作时间计算，本次退役工作总负荷为 40 小时。

9.2.7 退役后三废的处理

(1) 放射性核素的处理

医院核医学科（1 号楼）已于 2025 年 3 月 1 日全面停止使用各类放射性核素，辐射工作场所暂存的非密封放射性核素已在原场地按规范使用完毕，无剩余放射性核素（具体停用时间详见表 9.3.2）。

表 9.3.2 核医学科拟退役核素情况一览表

序号	核素名称	理化性状	日等效最大操作量 (Bq)	用途	许可的活动种类和范围	停止使用时间
1	Mo-99 (Tc-99m)	放射性同位素发生器 (99mTc 的母体)	3.7×10^7	淋洗、标记和分装 Tc-99m	使用乙级非密封放射性物质工作场所	2025 年 3 月 1 日
2	Tc-99m	液态/低毒	2.96×10^7	SPECT 显像、肾图检查、甲状腺功能		2025 年 3 月 1 日
3	Sr-89	液态/中毒	2.96×10^9	骨转移癌治疗, 缓解疼痛		2025 年 3 月 1 日
4	I-131	液态/中毒	7.4×10^7	甲亢治疗		2025 年 3 月 1 日
5	I-125 (粒子源)	液态/中毒	6.66×10^7	配合介入科开展的 ^{125}I 粒子植入项目		2025 年 3 月 1 日
6	Ra-223	液态/极毒	5.55×10^8	/		从未使用
7	Lu-177	液态/中毒	1.0×10^8	/		从未使用
8	Y-90	液态/中毒	1.85×10^8	/		从未使用
9	Sm-153	液态/中毒	3.7×10^7	/		从未使用

(2) 放射性废水的处理

核医学科 (1 号楼) 放射性废水, 主要包括患者服用药物后排出的尿液、高活性室清洗废水等, 均通过专用管道排入衰变池, 目前衰变池内贮存的废水, 待退役工作推进并满足排放要求后, 全部排入医院污水处理站进行后续处理。

退役过程中去污作业产生的清洗废水, 仍按照核医学科 (1 号楼) 正常运营时的标准处理流程, 通过专用管道排入衰变池贮存衰变, 经检测达标、满足排放要求后, 再排入医院污水处理站统一处理。

(3) 放射性废气的处理

放射性废气经活性炭吸附处理后, 通过高空排放方式排入大气。目前核医学科 (1 号楼) 已全面停止核素使用, 无新增放射性废气产生。

(4) 放射性固体废物的处理

核医学科停用前产生的放射性固体废物, 已陆续完成清洁解控处理; 目前场所内仅遗留极少量放射性固体废物, 待贮存期满监测达标后清洁解控。房间内原有桌椅、柜子、操作台等物品均已在场所内封存管理。

退役过程中拆除的通风橱、废活性炭及排风管道等, 暂存于核医学科 (1 号楼) 1 号污物间, 经规定时间衰变后, 自行开展监测, 若符合相关标准要求, 拆除的通风橱、废活性炭及排风管道按一般医疗废物处置。

衰变池底泥处置：衰变池废水排放完毕后，委托具备相应资质的检测机构对池底泥进行取样，开展放射性核素分析；根据检测分析结果，判断是否满足清洁解控水平要求，再按照放射性固体废物的相应处置标准完成处理。

9.2.8 辐射防护与监测

医院对退役的全过程制定了专项辐射监测计划，监测对象包括拟退役场所、相关物品及退役工作人员。具体监测计划如下：

(1) **退役准备阶段**，对拟退役场所及周边环境开展现状辐射监测，监测因子包括 γ 辐射剂量率及 β 表面污染。如监测发现污染，立即采取针对性去污措施，去污后重复监测，直至满足清洁解控要求。

(2) **退役实施阶段**：对拟退役核医学科内各类物品、设施及待拆解物品（如地下放射性排水管、通风橱排风管道、活性炭过滤装置及滤芯等），全面监测其 γ 剂量率及管道、装置内外表面污染情况。结合场所停用时间及核素半衰期估算，被拆解物品内表面应可满足清洁解控要求，但因现阶段无法开展全面检测，存在一定不确定性。为确保安全，采取保守处置原则，若拆解后检测不达标，立即实施去污处理，处理后的放射性废物需再次监测，直至符合清洁解控要求。

(3) **工作人员监测**：由退役工作小组统一配发本项目专用 TLD 个人剂量计，明确要求工作人员进入退役场所必须规范佩戴剂量计，并穿戴一次性防护服、帽子、口罩、手套、鞋套等个人防护用品。每日工作结束后，对工作人员体表进行 β 表面污染监测，若发现污染，将对应一次性防护服、塑胶手套等作为放射性固体废物暂存衰变处理。退役工作全部完成后，统一收集个人剂量计，送具备资质的单位进行检测分析。

(4) **退役验收阶段**：委托具备资质的单位开展退役验收监测（终态监测），确保场所完全满足清洁解控要求。

拟退役场所完成退役后，须通过终态验收监测，工作场所辐射水平需符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871—2002）中 B2.2 条款“工作场所中某些设备与用品，经去污使其污染水平降低至表 B11 中所列设备类的控制水平的五分之一以下”的要求，方可开放作为普通工作场所使用。对此，建设单位需落实以下辐射监测方案及核查工作：

①对拟退役核医学科辐射工作场所进行 γ 辐射剂量率检测，确保剂量率水平尽可能降低，最大限度接近辐射环境本底水平。

②对拟退役核医学科辐射工作场所进行 β 表面污染监测，确认其污染水平低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871—2002）中 B2.2 条款“工作场所中某些设备与用品，经去污使其污染水平降低至表 B11 中所列工作服、手套、工作鞋的控制水平的五分之一以下”的要求。衰变池废水排空后，将衰变池与核医学科一同封闭存放一段时间，进一步降低场所放射性活度。封存期满后，委托具备资质的单位开展终态验收监测，具体监测内容如下：

- a) 对核医学科整体工作场所开展 γ 辐射剂量率监测；
- b) 对核医学科整体工作场所开展 β 表面污染检测；
- c) 上述监测结果均满足清洁解控要求后，场所方可作为无限制开放场所使用。

以上各阶段辐射监测工作均需详细做好记录，建立完整监测档案并妥善留存归档。

9.2.9 退役经费及来源

本次核医学科退役工作所需全部经费，均由福建医科大学附属协和医院承担。

9.2.10 进度计划

在完成退役环境影响评价且场所封存期满后，正式启动退役工作。经辐射防护与监测确认符合相关标准要求后，集中 5 个工作日完成场所退役相关工作，主要包括设备拆除、物品搬迁、报废及清运等。退役工作完成后 60 日内，申请退役项目终态验收，并提交退役项目辐射环境终态监测报告；退役完成后 30 日内，编制完成退役总结报告。

9.2.11 退役辐射事故应急预案

(1) 退役过程中若发生辐射事故，立即组织人员撤离事故现场，指定专人封锁现场，严禁无关人员进入。若为 SPECT/CT 设备 X 射线误照射事故，须第一时间切断设备电源，防止事故扩大，并立即向退役工作小组汇报情况。

(2) 对受到非密封放射性核素污染的人员，立即开展去污处理，如需医疗救治，第一时间安排就医；对发生 X 射线误照射的人员，及时开展受照剂量估算，如需医疗救治，立即安排就医。

(3) 事故处置完毕后，全面总结经验教训，优化防控措施，杜绝此类辐射事故再次发生。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 拟退役工作场所辐射防护及平面布局

本项目拟退役核医学科（原工作场所）已运行多年，总建筑面积约 230m²，具有良好的屏蔽条件，在退役过程中，该拟退役场所内无放射源及非密封放射性物质，因此对周围公众影响较小。本项目平面布局见图 1.4-3。

10.1.2 拟退役工作场所分区与布局

本项目退役阶段，拟参考场所运行期间的分区方式，结合项目实际需求，对核医学科划分控制区与监督区实施分级管理，严禁无关人员进入，避免产生不必要的照射。

控制区：高活性室（配制间 1、配制间 2、检验间、注射室）、SPECT 扫描室、病人候诊/留观室、病人专用卫生间、污物间 1、污物间 2、甲状腺功能测定室、⁹⁰Sr 储源室、衰变池。

监督区：准备室、⁹⁰Sr 治疗室、SPECT 操作间、SPECT 资料室机房、过道、工作人员卫生间等与控制区相连的区域。拟退役核医学科工作场所分区情况示意图见图 10.1-1。

10.2 退役核医学科辐射防护措施

10.2.1 妥善处理辐射源

(1) 非密封放射性物质

根据现场调查结果及医院提供的相关资料，本次退役场所涉及的非密封性放射性物质包括 ^{99}Mo ($^{99\text{m}}\text{Tc}$)、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{89}Sr 、 ^{131}I 、 ^{125}I （粒子源）等，最后使用日期为 2025 年 2 月 28 日，所有核素已于当日全部使用完毕。

退役场所在正常运营阶段产生的放射性固体废物，已按照原有规范流程打包后存入污物间内封存，待在贮存期满并经检测确认满足解控要求后，按一般医疗废物进行处置。截止目前，污物间内仍留存部分未达解控标准的固体废物。

退役场所在正常运营阶段产生的放射性废水，已按照原有处理方式排入衰变池封存，目前该部分废水仍留存于衰变池内封存。

退役场所在正常运营阶段产生的放射性废气，已按照原有处理流程经活性炭过滤达标后排放。场所停止使用后，已采取全区域上锁管理措施，非经批准的特殊情况，严禁人员进入。

(2) 射线装置

退役场所配备的 SPECT/CT 为 III 类射线装置，该设备的开关钥匙实行专人专柜保管，确保设备无法擅自通电启动高压以产生 X 射线，从源头杜绝辐射风险。

(3) 放射源

^{90}Sr 储源室贮源箱内一枚用于敷贴治疗的 V 类 ^{90}Sr - ^{90}Y 源，拟搬迁至新急诊楼负二层核医学科指定储源区域。

10.2.2 封存原辐射工作场所

退役场所停止使用后，已实施全区域上锁封闭管理，非经批准的特殊情况，严禁人员进入。在建设单位对退役场所实施封存保护期间，该场所不得变更用途，不得用于任何与辐射防护退役无关的活动，确保封存状态的完整性与安全性。

10.2.3 项目退役方案制定

根据建设单位发展规划，拟对 1 号楼一层的核医学科场所（乙级非密封放射性物质工作场所）实施退役。建设单位已于 2025 年 8 月 5 日制定《核医学科（1 号楼）场

所退役工作方案》，明确退役流程、责任分工及安全要求，保障退役工作规范、有序开展。

10.2.4 原辐射工作场所辐射水平检测

10.2.4.1 监测仪表配备

本次退役工作中，医院配备 α 、 β 表面沾污仪及便携式 X- γ 剂量率仪等监测设备，具体配置详见表 10.2.1。

10.2.4.2 辐射防护用品和劳保用品配备

(1) 为每位参与场所退役工作的工作人员配备个人剂量计，退役工作结束后委托有资质单位出具个人剂量监测报告，并归档至工作人员个人剂量档案，实现剂量溯源管理；

(2) 进入封闭退役场所作业的人员，需按规范穿戴劳保鞋、长袖衣物、长裤、一次性防护服、佩戴一次性乳胶手套、一次性鞋套以及安全帽等防护用品，全面防范辐射及污染风险。

本次退役需配备的监测仪器、防护用品及劳保用品详见下表。

表 10.2.1 需配备监测仪器、防护用品及劳保用品一览表

序号	名称	数量	备注
1	α 、 β 表面污染监测仪	1 台	利旧
2	X- γ 辐射剂量率仪	1 台	利旧
3	便携式个人剂量报警仪	3 台	利旧
4	个人剂量计（1 个/人）	8 个	拟购
5	放射性防护服	8 件	利旧
6	气溶胶防护口罩、防水手套、胶鞋/鞋套等	8 套	拟购
7	放射性废物桶	2 个	利旧
8	去污剂、刷子、一次性毛巾等去污用品	若干	拟购
9	辐射警示标识	若干	拟购

10.2.4.3 全过程辐射监测计划

(1) 退役前监测

退役工作实施前，建设单位委托有资质的第三方机构，对退役场所开展环境 γ 辐射剂量率、 β 表面污染检测、对衰变池内废水进行放射性活度浓度检测，精准掌握场

所放射性本底水平。若检测结果不满足退役相关要求，需继续对退役场所实施封存衰变，或采取针对性去污处理；去污后重新开展监测，直至检测结果符合清洁解控标准。

（2）退役过程中监测

退役实施期间，所有作业人员须按规范穿戴个人防护用具（工作服、一次性帽子、口罩、鞋套、手套等）。并全程佩戴专用个人剂量计及个人剂量报警仪；若剂量报警仪发出异常警报，应立即停止作业，排查风险隐患，待问题彻底解决后方可恢复工作。每日工作结束后，对作业人员体表进行 β 表面污染监测，若发现污染，需将受污染的一次性防护服、塑胶手套等按放射性固体废物分类暂存，经衰变处理后再按规定处置。退役工作全部完成后，统一收集所有个人剂量计，送有资质单位进行检测分析。

在设施及物品的拆解、搬运、处置过程中，使用 X- γ 辐射剂量率仪及表面污染检测仪进行实时监测，并详细记录监测数据。根据场所停用时间及核素半衰期估算，拆解物品内表面理论上可满足清洁解控要求，但鉴于现阶段无法完全验证，为确保安全，若拆解后检测结果不达标，需立即采取去污措施；处理后的放射性废物需再次监测，直至满足清洁解控要求后方可进一步处置。

（3）终态验收监测

依据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》相关规定：“退役工作完成后六十日内，依法实施退役的生产、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当向原辐射安全许可证发证机关申请退役核技术利用项目终态验收，并提交退役项目辐射环境终态监测报告或者监测表。”本项目退役工作完成后 60 日内，建设单位将向相关监管部门申请退役项目终态验收，并提交退役项目辐射环境终态监测报告，确保退役工作闭环管理。

10.2.5 安全保卫措施

退役实施期间，每日作业结束离开场所前，须严格落实门窗上锁、电源切断等安全措施。场所钥匙实行专人专柜保管，建立领用、归还登记制度，坚决杜绝无关人员进入作业区域，切实保障拟退役场所的安全防护到位。

10.3 三废的治理

10.3.1 放射性废水

核医学科产生的放射废水主要包括患者注射放射性药物后产生的尿液、场所及设备去污洗涤液等，所有废水均通过专用密闭管道排入衰变池。医院配备的衰变池为推

流式结构，由 3 个池体串联组成，单个池体容积为 3m³。经取样监测，废水中总β放射性活度浓度为 0.049Bq/L，本项目已于 2025 年 3 月停止使用，衰变池废水封存周期已满足相关规范要求。结合监测数据及暂存周期可知，衰变池内废水已符合《关于核医学标准相关条款咨询的复函》（辐射函（2023）20 号）及《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188—2021）中关于衰变池废水直接排放的技术要求。退役实施阶段，将衰变池内废水全部排入院区污水处理站进行后续处理。废水排尽后，对衰变池底泥开展总 β 放射性检测，待底泥中核素活度浓度降至豁免水平后，方可对衰变池进行改造或填埋处置。

10.3.2 放射性固体废物

核医学科使用的放射性核素已于 2025 年 3 月停用，停用后场所无剩余的放射性药物。停用前产生的放射性固体废物已逐步开展清洁解控处理，目前场所仅遗留极少量待处理放射性固体废物，待贮存期满并经监测达标后，按一般医疗废物规范处置。

工作场所内遗留的设备、用品，经检测确认满足清洁解控水平后，可按普通物品处理；通风橱、便池、洗手池、通风系统内管道等可能有污染的设施及物品，需经严格检测，达标后方可按普通物品处理。废气处理系统中使用的吸附活性炭，按放射性固体废物管理要求，在污物间专门区域暂存，待满足清洁解控要求后，按危废废物规范处置。

表 11 环境影响分析

11.1 退役施工期的环境影响

本项目施工活动对环境的影响主要是防护设施拆除过程中产生的噪声、粉尘及振动等。为减轻对周围环境的影响，在防护设施拆除及残留物清理过程中，将采取降噪、减振、防尘措施，如在施工现场设置隔离带、搭建声障，这样既可有效地减少扬尘污染，又可降低噪声传播；合理安排施工时间，对振动较大的施工，尽量避开周边人群正常工作及休息时段。

本项目为对核医学科（1号楼）退役施工，工程量较小，且核医学科（1号楼）为相对独立场所，施工过程中的切割、拆解等活动均在室内进行，能够有效控制噪声、扬尘等影响的扩散范围，在采取上述环保措施的前提下，本项目施工期室外环境和周围人群的影响较小，故不进行详细评价。

11.2 退役方案实施步骤分析

建设单位制定的退役方案实施步骤，主要包含退役前准备、退役过程实施及退役后终态验收三部分。

11.2.1 退役前

11.2.1.1 辐射源的处理

（1）**非密封放射性物质：**根据现场调查结果及医院提供的资料，本次退役场所使用的 ^{99}Mo （ $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ）、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{131}I 、 ^{89}Sr 、 ^{125}I （粒子源）等非密封性放射性核素最后使用日期为2025年2月28日，所有核素均于当日使用完毕，无剩余核素留存。退役场所产生的废负压瓶、废旧 ^{99}Mo - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 发生器、残留的废淋洗、标记液、废药品瓶及包装铅罐等，已由供货厂家按规定回收处置。

（2）**放射性“三废”处置现状：**退役场所在正常使用阶段产生的放射性固体废物，已按照原有规范要求打包后存入污物间封存，并陆续完成解控处置，目前仍有部分固废在污物间封存待解控；退役场所在正常使用阶段产生的放射性废水，已按照原有规范排入衰变池内封存，目前仍在衰变池中封存；退役场所在正常使用阶段产生的放射性废气，已按照原有规范经活性炭过滤后达标排放。退役场所停止使用后，已采

取上锁封闭管理措施，非特殊工作要求，严禁人员进入。

(3) **射线装置：**退役场所的 SPECT/CT 属于 III 类射线装置，该设备的开关钥匙由专人保管，确保设备无法擅自通电启动高压产生 X 射线。医院拟将该 SPECT/CT 搬迁至新急诊楼负二层核医学科继续使用。

(4) **放射源：**原有一枚 V 类放射源拟搬迁至新急诊楼负二层核医学科使用，本次退役不产生放射性废源。

放射源的处理的可行性：医院在退役前已对各类放射源采取了妥善的处置措施，处理方式符合《电离辐射防护与放射源安全基本标准》（GB 18871—2002）及相关管理要求，技术可行、合规。

11.2.1.2 退役前监测

在退役工作实施前，建设单位委托具备相应资质的单位，对退役场所开展环境 γ 辐射剂量率、表面污染检测，对衰变池中的废水开展放射性活度浓度检测，以明确场所放射性水平。若检测结果不满足解控或排放要求，则继续对退役场所实施封存衰变或去污处理。具体监测结果及处置要求如下：

根据长润安测科技有限公司对拟退役址及周边环境辐射环境现状监测结果可知：

(1) γ 辐射剂量率

本项目拟退役场址及其周边环境的 γ 辐射剂量率水平在 (***)~(***) nGy/h（含宇宙射线响应值）之间，与《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015 年）中《福建省环境天然贯穿辐射水平调查》（陈夏冠等）公布的本底范围值对比：福建省室内辐射环境本底范围为 (70.9~351.7) nGy/h，室外（含原野及道路）为 (25.9~399.1) nGy/h，本次监测结果未见显著异常。

(2) β 表面污染水平

本项目退役场所及周围各监测点位 β 表面污染水平监测值范围为 ***-*** Bq/cm²，满足《电离辐射防护与放射源安全基本标准》（GB 18871—2002）中清洁解控水平 ($\beta \leq 0.8$ Bq/cm²)。场所内的分装柜、废物桶、桌子、椅子等物品均已达到解控要求，可作为普通废物处置。

(3) 放射性废水处置

放射性废水主要是病人专用卫生间冲洗废水及去污洗涤液，经三级衰变池衰变处理后，检测合格方可排入医院污水处理站集中处理，最终纳入市政管网。根据现场调查及医院提供资料，核医学科（1 号楼）已于 2025 年 3 月停止使用 ^{99m}Tc、¹³¹I、⁸⁹Sr

和 ^{125}I （粒子源），根据福建华远检测公司对衰变池废水排放口总 β 检测结果显示，废水总 β 放射性活度浓度未超过《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466—2005）中排放口总 β 不大于 10Bq/L 的限值要求，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871—2002）的排放规定，可排放至医院污水处理站进一步处理。

（4）放射性废物处置

退役前，医院拟对封存期满的放射性固体废物自行开展监测，若监测结果满足“辐射剂量率达到所处环境本底水平， β 表面污染小于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ ”，则经清洁解控后按普通医疗废物处理。若环境 γ 辐射剂量率高于环境本底水平，或 β 表面污染不满足清洁解控要求，则继续对放射性固体废物进行封存衰变，直至符合要求。

核医学科在停止运行后，核医学科建筑内的墙体、地板、门、窗等主体结构以及配套设施（排风系统、排水管道）等均保持原状，核医学科内已无放射性药物留存，

（5）放射性废气处置

退役场所在正常使用阶段产生的放射性废气，已按照原有规范经活性炭过滤后达标排放。本次退役过程中，不会产生新的放射性废气。目前，过滤装置中的活性炭未取出，退役过程中需对活性炭进行检测，达标（满足清洁解控水平）后按一般医疗废物管理处置。

退役前监测的可行性：医院在退役前制定了科学合理、符合规范的监测方案，监测项目、监测方法及评价标准均满足辐射环境管理要求，方案合理可行。

11.2.2 退役过程中

11.2.2.1 退役过程中辐射工作人员及公众的剂量分析

（1）人员受照剂量分析

根据联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR—2000）年报告附录 A 中的计算，X- γ 射线产生的外照射人均年有效当量剂量按下列公式计算：

$$D=H\times T\times t\times 10^{-3}\dots\dots\dots\text{（式 11-1）}$$

式中：D—X 或 γ 射线外照射人均年有效当量剂量，mSv；

H—X 或 γ 射线周围剂量当量率， $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；

T—居留因子；

t—照射时间，h。受照时间按每天 8 小时，共 5 天计。

医院核医学科（1 号楼）退役过程中，需要对相关物品进行移除，搬运。根据现

状监测报告及医院提供的时间参数，本项目退役场所内各测点 γ 辐射剂量率水平在（***~***）nSv/h（含宇宙射线响应值）之间，保守估算，在整个退役过程中本次剂量率取 179nSv/h，参与核医学科退役工作人员的工作时间见表 11.1.1。根据式 11.1.1，核算出参与退役工作的人员有效剂量见下表：

表 11.1.1 退役工作人员职业照射有效剂量估算结果表

工作组	最大受照时间 (h)	居留因子	最大受照剂量当量率 (nSv/h)	本项目最大有效剂量 (mSv/a)
本项目退役工作人员	40	1	179	7.16×10^{-3}

由上表可知，本项目工作人员所受的年有效剂量最大值（0.00716mSv/a）低于本项目退役工作人员剂量约束值（1.0mSv/a）。

拟退役场所已实行封闭管理，无关人员严禁入内，且场所 γ 辐射剂量率与《福建省环境天然贯穿辐射水平调查》中环境 γ 辐射空气吸收剂量率（含宇宙射线响应值）相比未见显著异常。因此，本项目退役实施过程中，正常情况下不会对公众产生影响。

实际退役过程中，拟退役核医学科场所封闭时间远超过 ^{131}I 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 的 10 个半衰期，放射性核素已经过长时间的衰变，且分装过程均在手套箱中进行，辐射工作人员及公众所受有效剂量远低于上述估算值。

11.2.2.2 射线装置及相关设施的搬迁分析

SPECT 等设备目前封存在本项目核医学科（1 号楼内），待本项目退役环评审批通过后，将开展退役搬迁工作，移机至新场所继续使用，SPECT 射线装置仅在通电并启动高压产生 X 射线，因此在搬迁过程中不涉及 X 射线辐射问题，仅当机器部件存在放射性污染时，可能在一定时间内存在低水平放射性污染风险。

搬迁前，医院需自行对物品表面（含拟拆卸零部件、设备配件、诊断床等）开展辐射水平和表面污染水平监测，若监测结果（ γ 辐射剂量率或表面污染）不满足退役要求，需立即停止搬迁工作，继续对退役场所实施封存衰变或去污处理。直至检测满足清洁解控要求后，再委托相关单位开展搬迁工作。在物品搬离旧工作场所、运输过程和抵达新工作场所后，需通过全过程核查、登记，确保 SPECT 等物品转移安全。

对于其他拟回收再利用的设备设施、物品，因在放射诊断治疗项目开展过程中与放射性核素或服用的放射性核素的患者直接接触，存在一定放射性表面沾污风险，搬迁前，医院自行对物品表面（如分装柜内表面等）开展辐射水平和表面污染水平监测，

若发现环境 γ 辐射剂量率或表面污染检测结果不满足退役要求，需立即停止搬迁工作，继续封存衰变或去污处理。经检测达标后再委托相关单位开展搬迁工作。

综上，通过“封存→衰变→检测→不达标→继续封存/去污→检测→达标→搬迁”的闭环过程，可实现辐射防护和污染防治目标，射线装置及相关设施的搬迁方案技术可行、合规。

11.2.2.3 放射性废物影响分析

拟退役核医学科（1号楼）已于2025年3月1日起停止运行。停止运行后场所内无剩余的放射性药物，且对停用前产生的放射性固废已陆续开展清洁解控处理。目前，该场所仅留存极少量未解控放射性废物。

（1）放射性固体废物处理

拟退役场所停止运行后，场所内遗留少量的放射性废物通过采取自然衰变的方法达到解控水平后，按普通医疗废物处置。根据辐射现状监测结果可知，本项目拟退役场所已达到清洁解控水平。

拆卸过程中可能产生含放射性核素的固废（拆除的通风橱、废活性炭和排风管道、不再使用的设备设施、工作人员一次性防护服、衰变期未满足的放射性固体废物、衰变池底泥等），医院需自行对被拆解的物品内表面、外表面开展 γ 辐射剂量率或表面污染监测工作，若检测结果不满足清洁解控要求，需采取去污措施处理，处理后再次监测直至达标，再按一般医疗废物处置。

衰变池排空后，需对衰变池底泥开展总 β 放射性活度检测，若检测结果不满足清洁解控要求，需继续封存衰变，直至再次监测达标后，方可对衰变池进行规划改造或填埋。

（2）放射性废水处理

核医学科（1号楼）现有衰变池为推流式衰变池，包含3个池体，单池运行容积 3m^3 。由于甲功测定、甲亢治疗病人均不在病人候诊/留观室停留， ^{125}I （粒子源）不产生放射性废水， ^{89}Sr 采用注射器静脉注射亦不产生放射性废水。因此核医学科放射性废水主要放射性核素为 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ （使用 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 开展 SPECT 显像检查的病人排泄物、高活性室中标记、淋洗、分装的 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ）， $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 用于诊断时日最大操作量为 $3.7 \times 10^{10}\text{Bq}$ ，每日诊断人数最多30人，半衰期为6.02h；衰变池内放射性废水经过263天（保守考虑计时：2025年3月1日—2025年11月18日）衰变后， $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 经过了1048.5个半衰期。

废水依次流经 3 个联通池体，从最后一个池体流出时，已满足规定储存时间及排放标准。

表 11.1.2 放射性废水排放情况

核素名称	^{99m} Tc
日最大操作量 (Bq)	3.7×10^{10}
核素排入废水比例	20%
单日排放最大量 (Bq)	7.4×10^9
注满一池核素活度 (Bq)	1.4×10^{11}
衰变时间 (d)	263
衰变后核素排放量 (Bq)	无限接近于 0
排放浓度 (Bq/L)	无限接近于 0

经监测现有已封存的衰变池废水总β活度浓度为 0.049Bq/L，满足排放要求，可排放至医院污水处理站进一步处理，

若退役过程中，场所内设备设施、物品、拆卸的通风管道、洗手池、便池等的γ辐射剂量率或表面污染监测结果不满足清洁解控要求，需开展清污工作；清污过程中可能产生少量放射性废水，该部分废水需排入衰变池封存衰变，封存期满后经检测总β放射性活度满足排放标准，再排空至院区污水处理站，对周围环境影响极小。

(3) 放射性废气处理

拟退役场所停止运行后，不再产生放射性废气，对周围环境影响很小。

综上所述，本项目拟退役核医学科（1号楼）通过“封存→衰变→检测→不达标→继续封存/去污→检测→达标”的闭环管理，放射性固体废物和放射性废水均可满足清洁解控要求；场所内放射性废物经规范处置后，场所可满足无限制开放要求。

11.2.3 退役场所的最终开放和终态监测要求

拟退役的场所在退役完成后需要进行终态验收监测，工作场所的辐射水平须符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871—2002）中 B2.2 中“工作场所中某些设备与用品，经去污使其污染水平降低至表 B11 中所列设备类的控制水平的五分之一以下”的要求，场址可开放为普通工作场所使用。对此，建设单位需落实以下辐射监测方案和核查工作：

(1) 对已完成退役工作的核医学科辐射工作场所进行γ辐射剂量率检测，确保其

γ 辐射剂量率水平尽可能低，且接近辐射环境本底水平。

(2) 对已完成退役工作的核医学科辐射工作场所开展 β 表面污染监测，确认其污染水平低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871—2002) 中 B2.2 中“工作场所中某些设备与用品，经去污使其污染水平降低至表 B11 中所列工作服、手套、工作鞋的控制水平的五分之一以下”的要求。

(3) 根据建设单位的退役计划，排空衰变池废水后，衰变池连同核医学科一同封闭一段时间，进一步降低场所的放射性活度。在封存期满后，建设单位将委托有资质的单位对核医学科场所开展终态验收监测，监测内容如下：

- ①对整个核医学科的工作场所开展 γ 辐射剂量率监测。
- ②对整个核医学科的工作场所开展 β 表面污染检测。
- ③上述监测结果满足清洁解控要求后，场所方可作为无限制开放场所使用。

11.3 退役过程中事故影响分析

退役过程中可能存在的潜在事故风险、影响及对应防控 / 应急措施如下：

(1) 退役场所仍处于封存期，若退役场所仍处于封存期即擅自开放，工作场所及设备表面可能残留放射性沾污，对进入人员造成辐射影响。防控措施：严格执行封闭管理制度，场所入口设置警示标识，非授权人员严禁入内；退役工作启动前，需再次核查场所封闭状态及辐射水平，达标后方可开展作业。

(2) 退役过程中可能产生的清污放射性废水未在衰变池中封存直接进行排放，会对环境造成放射性污染，对周围人员造成影响。防控措施：在清污区域设置临时集水设施，确保所有放射性废水全部收集并排入衰变池；废水排放前必须经检测达标，严禁未经处理直接排放。

(3) 退役过程中产生的放射性固体废物未满足清洁解控要求即随意丢弃处理，对环境造成放射性污染，对周围人员造成影响。防控措施：建立放射性固体废物台账，明确收集、暂存、检测、处置全流程管理；所有固体废物须经检测达标后，按规定类别交由有资质单位处置，严禁擅自丢弃。

(4) 退役搬迁过程中，误将 SPECT/CT 通电并启动高压产生 X 射线，对周围人员造成影响。防控措施：搬迁前拆除射线装置的关键供电部件或锁定高压开关，由专人保管相关配件；搬迁全过程严禁接通电源，设备运输前再次核查断电状态。

(5) 未完全满足清洁解控水平前就将场所进行移交可能对周围人员造成影响，

防控措施：建筑移交前，委托有资质单位开展全面终态监测，出具合格监测报告后，方可办理移交手续；移交文件中需明确辐射检测结果及场所使用限制（若有）。

（6）退役参与人员的衣物受到污染未及时清污和处理，可能导致污染扩散或人员持续受照。应急处置：立即停止操作，脱下受污染衣物，对污染部位进行擦拭去污；将受污染衣物单独打包，清晰标记放射性物质名称、处理时间、处理地点、处理人员及数量，按放射性固体废物规范处置；操作人员需进行体表污染检测，确认无残留后方可继续作业。

11.4 退役后场址环境影响分析

核医学科退役后对退役场所开展终态监测及退役验收，并且办理辐射安全许可证部分终止手续，方可作为非辐射工作场所进行改造使用，在退役完成后至核医学科场址重新启用前的期间，场址对周围公众的辐射影响与天然本底辐射影响相当，辐射剂量远低于国家规定限值，可忽略不计。

11.5 实践正当性

本项目的实施是为了防止放射性污染，保障周围环境及公众健康安全。项目实施过程中，通过科学制定退役方案、严格落实辐射防护措施，可有效控制潜在风险；其带来的环境效益、社会效益远大于处置过程中的潜在危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871—2002）中关于“实践正当性”的要求。

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

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，使用乙级非密封放射性物质工作场所、使用V类源和III类射线装置的单位，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有1名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作；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。

福建医科大学附属协和医院已成立专门的辐射安全管理领导小组负责辐射安全与环境保护管理工作，并以正式文件形式任命，满足管理机构的要求。

为保障本次退役工作顺利开展，医院另行成立退役工作领导小组，在辐射安全管理领导小组统筹管理下，由退役实施单位负责指派退役过程中污染场地的去污、放射性废物的整备处理人员，并配备专职人员负责管理本项目的环境保护和辐射防护等方面的工作。本次退役工作小组人员名单及职责如下：

组长：***

成员：***、***、***、***、***、***

组长职责：①全面负责项目的实施，并确保工作圆满完成；②制定并控制项目的进度计划；③确定人员安排、分工与岗位职责；④对作业质量进行控制；⑤现场各种工作的统一指挥，协调与退役管理部门及技术咨询服务部门间的工作等。

组员职责：①对项目退役环境影响现状监测工作的配合，引导监测人员进入退役场所，配合监测技术人员的监测工作；②负责项目的具体实施，主要为退役场所及物品标识、物品整理、可再用物品迁移等。

12.2 安全卫生管理

①贯彻“安全第一、预防为主”的原则，在退役治理过程中，要严格执行国家劳动安全卫生规定和标准，建立、健全劳动安全卫生制度，对岗位操作人员进行劳动安全卫生教育，防止操作过程中的各种事故，减少职业危害。

②退役期间根据辐射风险等级，配置相应的安全保卫设施（如警示标识、隔离围栏等），防止设施破坏及无关人员擅入，限定特定授权人员接触放射性物质或相关设施。

③操作人员必须严格遵守操作规程；上岗前穿好工作服，戴好工作帽和防尘口罩，佩戴个人剂量计。在污染去除过程中，要注意力集中，避免发生碰撞、伤人等安全事故。

④在整个项目实施过程中注意防火和用电安全，禁止在施工现场动火、吸烟等。

12.3 辐射安全管理

12.3.1 辐射安全管理规章制度

协和医院严格遵守《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》等相关放射性法律法规，已成立辐射安全管理领导小组，制定一系列辐射安全管理制度。

(1) 医院成立了以院主要领导为组长的辐射安全管理领导小组，负责医院日常辐射安全防护管理工作。

(2) 医院已建立《放射工作人员管理制度》《放射治疗质量控制和质量保证体系》和《辐射监测制度》，要求辐射工作人员参加辐射安全与防护培训，经考核合格方可上岗；放射工作人员进入放射工作场所须正确佩戴个人剂量计，每季度定期送检，将个人剂量监测结果及时记录在《放射工作人员证》中，建立并终身保存个人剂量监测档案；放射工作人员应定期进行职业健康体检，两次检查的时间间隔不超过 2 年，必要时可增加临时性检查。

(3) 医院制定了《辐射安全管理规定》《非密封放射性物质与射线装置管理制度》《非密封放射性物质使用登记制度》《放射性废物管理制度》《辐射事故应急预案》《核医学科分区制度》《SPECT 检查流程》《核医学科高活性室操作规程》《放射性钨配制、注射规程》《放射性碘-125 密封籽源保管、申领及退回流程》《放射性铯-90 敷贴治疗操作流程》《碘-131 治疗甲亢流程》等核医学科专项辐射安全管理制度，各项制度已在实际工作中有效落实。

(4) 建立射线装置台账动态更新制度，安排专人负责年度辐射安全评估报告编制与上报工作。

(5) 制定放射性“三废”处置、监测方案、岗位职责等制度，建立完善的放射性同位素台账、射线装置台账、放射性废物处置台账、废水管理台账等。

本次核医学退役工作由现有的辐射安全管理领导小组全面负责退役过程中的辐射安全监督和管理工作的，且设置专职管理人员负责，现有的辐射安全管理制度可满足本

项目的要求。

12.3.2 辐射监测

通过对核医学科退役场所及周围环境开展辐射剂量监测，分析判断退役期间对周围环境的辐射影响，防止人员受到超剂量照射。具体监测要求如下：

（1）退役过程中监测

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。另外，由于本项目是退役项目，因此需要在退役整个过程中，对现场 γ 辐射剂量率水平及设备表面污染水平进行监测，对关键污染点和关键设施将加大监测频率确保不遗漏任何部位。其次，对拆除的设备进行表面污染监测。该监测由退役实施部门执行，并做好记录。为确保工作人员受照剂量不超标，参加退役的工作人员均佩戴本项目专用个人剂量计和个人剂量报警仪。具体核查工作包括：

①对核医学科（1号楼）开展 γ 辐射剂量率检测，确保其 γ 辐射剂量率水平尽可能低，可合理达到的尽量低水平。

②对核医学科（1号楼）开展 β 表面沾污检测，确认其低于《电离防护防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871—2002）中 B2.2 中“工作场所中某些设备与用品，经去污使其污染水平降低至表 B11 中所列设备类的控制水平的五分之一以下”的要求，即控制区低于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，监督区低于 $0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$ 。

③核查工作场所是否暂存有相关放射性固体废物，若存在，核实其产生日期、污染核素种类等信息，分析其放射性活度浓度低于相应的清洁解控水平后，按普通医疗固体废物处理的可行性。

④检查衰变池污染物情况，核实其产生日期及其相关信息，分析其停留时间并委托有资质的监测机构对池内废水进行采样分析，确认满足《可免于辐射防护监管的物料中放射性活度浓度》（GB 27742—2011）的规定后才能排空废水，最终才能进行衰变池的拆除或填埋。

（2）退役后场所终态监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》要求，在本项目完成退役工作完成后 60 日内，医院应向环境保护主管部门申请退役核技术利用项目终态验收，并提交退役项目辐射环境终态监测报告或者监测表。应当自终态验收合格之日起 20 日内，到原发证机关办理辐射安全许可证变更或者注销手续。

场所完成退役后，需移除现场所有电离辐射警告标志，医院将委托有资质的单位

对场址及周围环境开展场所监测，以确认退役场所的辐射水平满足要求后，方可无限制开放使用。结合本项目的特点，终态验收监测项目见表 12.1.1。

表 12.1.1 终态验收监测项目一览表

序号	监测项目	监测位置
1	X-γ辐射剂量率	高活性室（配制间 1、配制间 2、检验间、注射室）、SPECT 扫描室、病人候诊/留观室、病人专用卫生间、污物间 1、污物间 2、甲状腺功能测定室、 ⁹⁰ Sr 储源室、衰变池等辐射工作场所及外环境。
2	β表面污染	退役工作场所各功能房间（搬空后）、衰变池上方
3	总β放射性水平	衰变池底泥

12.3.3 辐射事故应急

福建医科大学附属协和医院已制定了《辐射事故应急预案》。并成立了福建医科大学附属协和医院辐射防护管理领导小组，兼医院辐射事件防范和处置应急小组。组长由分管院领导担任，组员由各放射诊疗科主任担任。

各放射诊疗科室设立辐射事故应急小组，各应急小组组长由科室主任担任，组员由相关成员担任。

（1）辐射事故应急小组的主要职责是：

- ①贯彻执行国家辐射应急的方针政策 and 放射应急工作要求；
- ②负责向医院辐射防护管理领导小组报告医院内发生的放射应急事故或事件；
- ③建立全院辐射应急响应网，组织制定辐射应急响应方案，做好应急准备工作；
- ④应急期间和应急终止后，组织环境监测站做好环境监测工作，实施场外应急响应中由生态环境部门负责的其他任务；
- ⑤组织参加辐射应急人员培训和应急演习、练习；
- ⑥配合上级组织事故调查，审定造成环境影响的事故责任单位事故报告和应急工作报告。

（2）应急保障

辐射事件防范和处置所需的相关设备、用具等物资由设备处与总务处负责购置。各科室技术人员负责相关技术方面的工作。辐射事件防范和处置所需的经费由财务科负责支付。

针对本次退役，成立了退役工作小组。明确以下预防措施及应急预案：

（1）辐射事故预防措施

拆除、搬运设备、物品前对场所开展 γ 辐射剂量率监测及 β 表面污染检测。

①若发现场所无法满足清洁解控要求，则退役工作人员应穿戴防护服，佩戴专用个人剂量计、报警仪等再进行清污作业。清污工作完成后，再对场所开展检测工作，直至满足清洁解控要求后开展退役实施；

②若场所满足清洁解控要求，退役工作实施人员应佩戴本项目专用个人剂量计开展拆除、搬迁工作；

③拆除通风管道、过滤器材时应身着防护服，并对拆除部件内表面、外表面开展 β 表面污染检测并记录；不满足清洁解控要求的应在污物间衰变至满足清洁解控要求再按照一般医疗废物或一般医疗废物处理。

(2) 辐射事故应急预案

①在退役过程中，一旦发生辐射事故，立即撤离事故现场，并有专人封锁事故现场，防止无关人员进入。若发生的是 SPECT/CT 的 X 射线照射，需第一时间切断 SPECT/CT 设备电源，防止事故进一步扩大。

②对受到非密封放射性核素污染的人员，需立即进行去污，如需要就医应立即安排就医；对 X 射线误照射的人员，进行受照剂量估算，如需要就医应立即安排就医。

③总结经验，吸取教训，杜绝辐射事故的发生。

12.4 辐射安全许可证变更

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第四十条“生产放射性同位素的场所、产生放射性污染的放射性同位素销售和使用场所、产生放射性污染的射线装置及其场所，终结运行后应当依法实施退役。退役完成后，方可申请办理许可证变更或注销手续”。

医院在退役实施完毕，依法依规完成本退役项目终态验收后，及时到中华人民共和国生态环境部办理辐射安全许可证变更手续。

12.5 法律法规执行情况

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 709 号，2019 年修订）、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（生态环境部令，2021 年 1 月 4 日修正）和《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 18 号令 2011 年 5 月 1 日）等相关法律法规文件，项目单位应具备的条件与法规的符合情况见表 12.5.1。

表 12.5.1 项目执行相关法律法规的要求对照表

序号	法规	要求	项目单位情况
1	《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》	第四十条 生产放射性同位素的场所、产生放射性污染的放射性同位素销售和使用场所、产生放射性污染的射线装置及其场所，终结运行后应当依法实施退役。退役完成后，有关辐射工作单位方可申请办理辐射安全许可证变更或注销。	正在执行
2	《放射性同位素与射线装置安全与防护管理办法》	第十条 建设项目竣工环境保护验收涉及的辐射监测和退役核技术利用项目的终态辐射监测，由生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位委托经省级以上人民政府环境保护主管部门批准的有资质的辐射环境监测机构进行。	正在执行
3		第十四条 依法实施退役的生产、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当在实施退役前编制环境影响评价文件，报原辐射安全许可证发证机关审查批准；未经批准的，不得实施。	正在执行
4		第十五条 退役工作完成后 60 日内，依法实施退役的生产、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当向原许可证发证机关申请退役核技术利用项目终态验收，并提交退役项目辐射环境影响终态监测报告或监测表。	办理环评手续并取得环评批复后执行
5		第十六条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，在依法被撤销、依法解散、依法破产或者因其他原因终止前，应当确保辐射环境安全，妥善实施辐射工作场所或者设备的退役，并承担退役完成前的安全责任。	已制定项目的辐射防护措施，确保辐射环境安全，妥善实施辐射工作场所或设备的退役，并承担退役完成前的安全责任。

表 13 结论与建议

13.1 结论

核医学科（1号楼）属于乙级非密封放射性物质工作场所，许可使用的非密封性放射性核素共计 9 种，分别为 ^{99m}Mo (^{99m}Tc)、 ^{99m}Tc 、 ^{131}I 、 ^{89}Sr 、 ^{125}I （粒子源）、 ^{223}Ra 、 ^{177}Lu 、 ^{90}Y 、 ^{153}Sm 。2005 年起开始使用 ^{99m}Tc 、 ^{131}I 、 ^{89}Sr ，均采用按需订购，不贮存；2014 年起开始使用钼铈发生器进行 ^{99m}Tc 的淋洗、标记和分装，按需订购，不贮存；同期配合介入科开展 ^{125}I （粒子源）植入治疗，按需订购，不贮存； ^{223}Ra 、 ^{177}Lu 、 ^{90}Y 、 ^{153}Sm 四种核素自许可以来从未实际使用。本项目场所于 2025 年 3 月 1 日停止所有诊疗工作，许可使用的全部核素均已停止使用，无任何剩余核素留存。

福建医科大学附属协和医院拟对位于福建省福州市鼓楼区新权路 29 号 1 号楼一层的核医学科工作场所实施退役。

13.1.1 实践正当性

项目的开展旨在防范放射性污染物对周边公众的健康危害，保障区域环境安全。项目实施所产生的社会、环境效益远大于处置过程中可能存在的潜在风险，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871—2002）中关于“实践正当性”的要求。

13.1.2 退役方案评价

医院编制的《核医学科（1号楼）退役方案》设计科学合理、技术可行、可操作性强。按该方案有序开展退役工作，能够确保放射性污染物得到妥善处置，工程实施后场址辐射水平可降至可接受范围，实现清洁解控目标，满足无限制开放使用的相关要求。

13.1.3 辐射防护及污染防治措施有效性

经分析论证，医院针对退役治理工作制定的辐射防护及污染防治措施具备可行性和有效性。通过采取工作人员穿戴铅防护装备、优化清点与转运流程以缩短作业时间等一系列合理有效的辐射防护措施，可确保退役全过程的辐射环境安全。

13.1.4 工作场所辐射水平和表面污染水平

根据现状监测报告数据，拟退役核医学科周边环境 γ 辐射剂量率范围为（162~171）nGy/h，与《福建省环境天然贯穿辐射水平调查》中公布的区域环境 γ 辐射空气吸收剂量率相比较，无显著异常。本项目场址地面、墙面等的 β 表面污染水平为未检出~0.15Bq/cm²，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871—2002）中清洁解控水平（ $\beta \leq 0.8\text{Bq/cm}^2$ ），场所主体无需额外退役措施，但需按要求完成衰变池、固体废物等专项处置，场所内遗留的设备和用品等可按普通物品进行后续继续使用或规范处置。此外，项目衰变池废水总 β 放射性活度浓度未超过《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466—2005）中排放口总 β 限值（ $\leq 10\text{Bq/L}$ ）。

13.1.5 放射性废物处置

放射性废水：本项目退役需对衰变池进行清理、拆除或填埋处理，该衰变池为地下式结构，其储存废水经监测确认达到排放标准后，可排入医院污水处理站进行后续处理，对周边环境影响较小。

放射性固废：根据项目源项分析及本项目环评提出的辐射防护及环境保护措施要求，至场所终态监测阶段，原可能受污染的场所及物品均已不再具有放射性，不会对环境造成放射性影响。

综上，福建医科大学附属协和医院核医学科（1号楼）退役实施完成后，退役现场无放射源及放射性废物遗留，工作场所和周围环境辐射剂量降至天然本底水平，退役场址满足无限制开放使用要求，退役过程中可衰变池内放射性废水经处理达到清洁解控水平后排放，有效、彻底消除了核医学科（1号楼）放射性污染物存在的安全隐患，为社会安定和经济发展提供环境安全保障。医院严格按退役方案开展退役治理工作，从辐射环境保护角度论证，福建医科大学附属协和医院核医学科（1号楼）退役项目是可行的。

13.2 建议和要求

（1）严格落实退役工作小组的岗位职责，健全退役期间各项辐射安全防护管理制度，规范作业流程，确保项目退役全过程无违规操作、无弄虚作假行为。

（2）退役工作完成后，应按照相关法律法规及技术规范要求，及时开展退役验收工作，并向生态环境主管部门申请办理辐射安全许可证变更手续，注销该退役场所对应的放射源及非密封放射性物质许可事项。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见	
经办人	盖章 年 月 日
审批意见	
经办人	盖章 年 月 日