

核技术利用建设项目
渝中院区影像楼核医学科退役项目
环境影响报告表

建设单位：重庆医科大学附属第一医院

环评单位：重庆宏伟环保工程有限公司

2023年9月

生态环境部监制



打印编号: 1693821481000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	pyp8zr		
建设项目名称	渝中院区影像楼核医学科退役项目		
建设项目类别	55—173核技术利用项目退役		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	重庆医科大学附属第二医院		
统一社会信用代码	12500000450405750D		
法定代表人（签章）	何大维		
主要负责人（签字）	罗明		
直接负责的主管人员（签字）	李正欢		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	重庆宏伟环保工程有限公司		
统一社会信用代码	915001126912004062		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
肖英	07355543507550272	BH001035	肖英
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
蒲小洁	项目基本情况、评价依据、保护目标与评价标准、环境质量和辐射现状、项目工程分析与源项、辐射安全与防护、环境影响分析、辐射安全管理、结论及建议	BH001011	蒲小洁

表 1 项目基本情况

建设项目名称		渝中院区影像楼核医学科退役项目				
建设单位		重庆医科大学附属第二医院				
法人代表	何大维	联系人	李正欢	联系电话	17*****39	
注册地址		重庆市渝中区临江路 74 号				
项目建设地点		重庆市渝中区临江路 74 号渝中院区影像楼 2F				
立项审批部门		渝中区发展和改革委员会		批准文号	2307-500103-04-01-353034	
建设项目总投资 (万元)		50	项目环保投资 (万元)	10	投资比例(环保投资/总投资)	20%
项目性质		☐ 新建 ☐ 改扩建 ☒ 其他			占地面积 (m ²)	/
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I 类 ☐ II 类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V 类			
		☐ 使用	☐ I 类 (医疗使用) ☐ II 类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V 类			
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物			
		☐ 销售	/			
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙			
	射线装置	☐ 生产	☐ II 类 ☐ III类			
		☐ 销售	☐ II 类 ☐ III类			
		☐ 使用	☐ II 类 ☐ III类			
	其他	乙级非密封放射性物质工作场所退役				
	1.1 建设单位概况 重庆医科大学附属第二医院是集医疗、教学、科研、预防保健为一体的国家三级甲等综合医院。医院现有开放床位 1380 张，年门诊量超过百万人次，年收治住院病人 4.5 万人次，年手术量超 2 万余人次。 重庆医科大学附属第二医院共有两个院区，分别为渝中院区和江南院区，为重庆医科大学的教学医院。渝中院区位于重庆市渝中区临江路 74 号，江南院区位于重庆市南岸区天文大道 288 号。渝中院区影像楼核医学科退役项目位于重庆市渝中区临江路 74 号渝中院区影像楼 2F。					

1.2 任务由来

由于医院已在魁星楼新建核医学科场所，随着新核医学科的建成投运，影像楼核医学科场所拟拆除另作他用。故 2023 年 4 月 27 日影像楼核医学科最后一次使用放射性核素后，该场所停止订购和使用放射性核素，用完后无放射性核素留存，并对该工作场所进行了封存，拟将其进行退役。根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等相关规定，本退役项目应进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》的“五十五、核与辐射”中的“173 核技术利用项目退役”可知，本项目乙级非密封放射性物质工作场所退役的环境影响评价文件形式为编制环境影响报告表。

为执行环评影响评价制度，重庆医科大学附属第二医院委托重庆宏伟环保工程有限公司开展该项目的环境影响评价工作。评价单位在进行现场踏勘及收集有关资料的基础上，并按照《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》（HJ10.1-2016）的要求，编制完成了《渝中院区影像楼核医学科退役项目环境影响报告表》。

1.3 本项目拟退役核医学科相关历史背景调查

医院于 1976 年成立同位素科（核医学科、核医学教研室），开展 SPECT 核素显像、器官功能测定、体外化学发光分析、放射免疫分析、甲状腺功能亢进和甲状腺癌的放射性碘核素治疗(^{131}I)、骨转移肿瘤的核素治疗(^{89}Sr)的工作，同时承担重庆医科大学的核医学教学工作。医院于 2005 年委托国家环境保护总局辐射环境监测技术中心为该医院的核医学科及辐射设施（影像楼改建项目）进行了环境影响评价，并取得了重庆市建设项目环境影响评价审批意见书（渝环（辐）评审[2005]20 号），随后医院按照相关规定，取得了《辐射安全许可证》。许可该工作场所等级为乙级，配置 1 台 SPECT/CT，并使用 ^{131}I 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{89}Sr 、 ^{153}Sm 等放射性药物，另使用 2 枚 V 类放射源。

为了满足临床诊断、治疗需要，医院拟对场所布局进行一定的调整，并增加 ^{125}I 粒籽、 ^{18}F 等核素的使用，于 2010 年 12 月委托重庆宏伟环保工程有限公司编制了《核医学科 ^{125}I 植入和 ^{18}F 诊疗建设项目环境影响报告表》，并取得了环评批准书（渝（辐）环准[2011]11 号），随后按要求更新了《辐射安全许可证》。增加核素种类后，许可该工作场所等级为乙级，配置 1 台 SPECT/CT，并使用 ^{131}I 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{89}Sr 、 ^{153}Sm 、 ^{125}I 粒籽、

^{18}F 等放射性药物，另使用 2 枚 V 类放射源。

随着医院发展，核素用量和种类需要进一步增加，医院拟在核医学现有场址内新增 ^{125}I 、 ^3H 、 ^{32}P 等 3 种放射性同位素的使用，同时调整 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{131}I 、 ^{89}Sr 、 ^{153}Sm 、 ^{125}I 粒籽 5 种放射性同位素的用量，并取消放射性同位素 ^{18}F 的使用，医院于 2018 年 11 月委托重庆宏伟环保工程有限公司编制了《重庆医科大学附属第二医院核医学新增核素项目辐射安全分析材料》，随后按要求更新了《辐射安全许可证》。许可该工作场所等级为乙级，配置 1 台 SPECT/CT，并使用 ^{131}I 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{89}Sr 、 ^{153}Sm 、 ^{125}I 粒籽、 ^{125}I 、 ^3H 、 ^{32}P 等放射性药物，另使用 2 枚 V 类放射源。

医院于 2023 年重新办理了辐射安全许可证，取消了医院影像楼核医学科 ^{125}I 粒籽的使用，证号为渝环（辐）证 00129 号，有效期至 2026 年 10 月 17 日。许可工作场所等级为乙级，配置 1 台 SPECT/CT，并使用 ^{131}I 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{89}Sr 、 ^{153}Sm 、 ^{125}I 、 ^3H 、 ^{32}P 等放射性药物，另使用 2 枚 V 类放射源。

影像楼核医学科涉及的放射性核素和放射源情况见下表 1-1 所示。

表 1-1 核医学科核素和放射源情况表

核素情况							
序号	核素名称	使用量（Bq）		许可的活动种类	最后使用时间	用途	用药方式
		年最大用量	日等效最大操作量				
1	¹³¹ I	8.14×10 ¹¹	1.83×10 ⁹	使用	甲吸 2023 年 4 月 27 日，甲亢 2023 年 3 月 5 日	甲吸测定、甲亢治疗	口服
2	^{99m} Tc	9.99×10 ¹²	9.25×10 ⁷	使用	2023 年 3 月 6 日	骨显像、心肌显像、淋巴显像、甲状腺显像等影像诊断	注射
3	⁸⁹ Sr	1.48×10 ¹⁰	7.4×10 ⁷	使用	2022 年 6 月 2 日	癌性骨转移治疗	注射
4	¹⁵³ Sm	2.22×10 ¹⁰	1.85×10 ⁸	使用	尚未使用过	癌性骨转移治疗	注射
5	³² P	4.44×10 ⁹	3.7×10 ⁷	使用	2022 年 8 月 9 日	癌性胸腹水治疗	注射
6	¹²⁵ I	1.11×10 ⁹	1.85×10 ⁷	使用	尚未使用过	体外放射免疫分析实验	/
7	³ H	1.11×10 ⁹	1.85×10 ⁶	使用	尚未使用过	体外放射免疫分析实验	/
8	¹²⁵ I 粒籽	7.4×10 ¹¹	1.11×10 ⁷	已取消使用	2022 年 1 月 5 日	粒籽存放、分装	/
9	¹⁸ F	7.4×10 ¹⁰	1.85×10 ⁷	已取消使用	未使用过	放射诊断	注射
合计		1.09×10 ¹³ （不包括未使用过的核素）	2.04×10 ⁹ （不包括未使用过的核素）	/			
备注：放射性核素的实际使用量未超过许可量。							

放射源情况							
序号	核素名称	出厂活度(Bq)	类别	许可的活动种类	最后使用时间	用途	去向
1	¹³⁷ Cs	2.37×10 ⁶	V	使用	2023 年 3 月 6 日	刻度/校准源	已搬迁至魁星楼核医学科
2	⁹⁰ Sr	3.32×10 ⁸	V	使用	2023 年 3 月 6 日	刻度/校准源	

1.4 本项目核医学科退役前调查

(1) 退役前核医学科核素使用情况及工程内容

拟退役核医学科工作场所位于渝中院区影像楼 2F 内南侧，建筑面积约 200m²，设有活性室、注射室、注射后候检室等放射性药物诊疗用房；使用过 ^{99m}Tc、¹³¹I、⁸⁹Sr、¹²⁵I 粒籽（仅分装和储存）、³²P 等 5 种放射性同位素，其日等效最大操作量为 2.04×10⁹Bq、年用量 1.09×10¹³Bq，为乙级非密封放射性物质工作场所。另配置 1 台 SPECT/CT 机（III 类射线装置）和 2 枚 V 类校准用放射源。

核医学科实行预约制，放射性核素药物根据病人数量按需订购成品药物，无存储量。核医学科使用针剂均由供货厂家定量分装好后送入活性室，工作人员取出后直接对病人进行注射，核医学科不进行液体药剂分装；¹³¹I 也由供货厂家定量分装成独立小包装后送入活性室，工作人员取出后直接交病人服用。最后一次使用放射性核素的日期为 2023 年 4 月 27 日，用完后无放射性药物留存。

核医学科运营期间，未发生过放射性药物泼洒和容器破碎等意外事件。核医学科停运前放射性核素使用情况见表 1-1，原核医学科工程内容如下表 1-2，原核医学科内设备设施情况见表 1-3。

表 1-2 原核医学科工程内容概况表

项目组成		主要建设内容及规模	
		位置	主要功能
主辅工程	核医学科	影像楼 2F	建筑面积为 200m ² ，工作场所包括活性室、注射室、注射后候检室（含卫生间）、SPECT/CT 检查室、资料室、操作室等；使用 1 台 SPECT/CT 机，为 III 类射线装置；使用 2 枚 V 类放射源用于校准。 本次退役拟对场所进行拆除，SPECT/CT 机进行报废，放射源搬迁至魁星楼核医学科。
公用工程	供电设施	市政供电。 本次退役拟拆除操作场所内供电线路。	
	供水设施	城市自来水管网提供。 本次退役拟拆除操作场所内管道。	
	排水设施	雨污分流，核医学科废水经衰变池衰变后排入医院的污水处理站处理，达标后排入市政污水管网。 本次退役拟拆除操作场所内管道。	
环保工程	衰变池	设在影像楼与内科大楼之间的道路地下	两级推溢地理式衰变池，有效容积 4m ³ ，接纳核医学科的放射性废水衰变处理。 本次退役拟让衰变池原地退役后，不再拆除。
环保工程	通风橱	活性室内	安装排风装置，风量 150m ³ /h，将通风橱内的少量放射性废气引至医技楼顶排放。 本次退役拟将通风橱搬迁至魁星楼核医学科，通风管道拟拆除报废。
	含铅放射性废物桶	活性室内	放射性废物轮流使用的 2 个专用废物桶中衰减，污物箱 0.2m ³ ，待其衰变 10 个半衰期后，再作为一般医疗废物进行处理。 本次退役拟将含铅废物桶搬迁至魁星楼核医学科。
	洗手池	卫生通过间	用作放射工作人员清洗手部。 本次退役拟拆除。
	拖把池	卫生通过间	用于工作室内地托洗后拖把清洗。 本次退役拟拆除。
	其他		配置有铅衣、铅防护屏、环境辐射监测仪、表面污染监测仪等。 本次退役拟搬迁至魁星楼核医学科。 活性室、注射室等地面光洁、铺设地胶，墙面平整光滑无缝，易于清洗不渗漏，有利于表面污染的防治。 本次退役拟将地胶等拆除。

表 1-3 核医学科内设备设施材质一览表

序号	设备/设施	所在位置	组成材质	解控后处置方式
1	桌椅	注射后候诊室、操作室	塑料制品、木制品	再次利用，由医院后勤部门安排
2	衣柜和沙发	资料室	木制品	
3	电脑	操作室	金属制品	
4	操作台	活性室	砖、水泥制品	拆除后成为建筑垃圾
5	洗手池	卫生通过间	砖、水泥制品	
6	拖把池	卫生通过间	砖、水泥制品	
7	排气管道	活性室	塑料制品	作为一般废物交固废处置单位处理
8	医疗废物垃圾桶	活性室	塑料制品	
9	标识标牌	门上、地上	纸制品	
10	场所内电线	核医学科内	/	
11	场所内供水、排水管	核医学科内	塑料制品	
12	地胶	SPECT/CT检查室、活性室和注射室	塑料制品	搬迁至魁星楼核医学科继续使用
13	工作服	卫生通过间	布料制品	
14	通风橱	活性室	铅制品	
15	铅围裙、铅围脖、铅眼镜、铅手套、铅帽、铅衣、铅屏风等防护用品	卫生通过间、注射后候诊室	铅制品	
16	铅废物桶	活性室	铅制品	
17	环境辐射监测仪	卫生通过间	/	属于危险废物，交有资质单位处置
18	表面污染监测仪	卫生通过间	/	
19	^{137}Cs 和 ^{90}Sr 两枚V类放射源	活性室	/	
20	铅防护门、铅玻璃	SPECT/CT检查室、活性室和注射室	铅制品	去功能化后，X射线阴极管属于危险废物，交有资质单位处置，其余部分报废交一般固废处置单位处理
21	SPECT/CT机及配套设备	SPECT/CT检查室	金属制品	

(2) 平面布置

核医学科位于影像楼 2F 南侧，为一个独立的区域。从南至北方向分为 2 列，东侧第 1 列从南到北布置操作室、SPECT/CT 检查室、注射室、患者通道、活性室，西侧第 2 列从南到北布置资料室、卫生通过间、注射后候检室（含卫生间）。

病人通道为从SPECT/CT检查室防护大门进入到注射室等候注射或服药，注射或服药后经活性室前的通道到注射后候检室等候检查，到检查时，再原路返回到SPECT/CT检查室内检查，最后从SPECT/CT检查室防护大门出去。医生可以从操作室经资料室、

注射后候诊室到活性室；也可从操作室经SPECT/CT检查室、注射室进入活性室，然后通过卫生通过间回到操作室。

放射性药物运输时，从SPECT/CT检查室防护大门进入，经注射室到活性室内存放。废物运出路线与药物运输路线相反。

核医学科平面布置图见附图8所示。

(3) 核医学科营运期“三废”及已有的环保措施/设施

①“三废”处理情况

废气：活性室设置有 1 个通风橱，采用机械通风装置，将操作放射性药物期间少量的放射性废气引至影像楼楼顶高空排放，排风量为 150m³/h。

固废：设 2 个有含铅的放射性废物桶，核医学科产生的放射性固废（含废活性炭）轮流放入两个防辐射的专用放射性废物桶中衰减。放射性废物桶每个容积为 0.2m³，置放于活性室中。放射性废物按核素种类分类收集并标明日期，达到衰变时间之后，作为一般医疗废物处理。核医学科内无废 ¹²⁵I 粒籽暂存。

废水：放射性废水主要来自病员的排泄物，放射工作人员洗手和清洗拖把等，放射性废水先排入衰变池（有效容积 4m³），衰变到满足总β放射性浓度小于 10Bq/L 之后，排入医院的污水处理站。

¹³¹I 病人服药后和 ⁸⁹Sr、³²P 的病人注射后如无特殊情况，当即离开，不在此使用卫生间，^{99m}Tc 病人注射后在注射后候检室等待检查，可能会使用卫生间，但是停留时间短，使用频次低，产生的放射性废水量少。¹²⁵I 粒籽为固态，不会产生含 ¹²⁵I 的放射性废水。

放射性废水中 ¹³¹I、⁸⁹Sr、³²P 来源主要是医务人员洗手产生，因此含量较低，且 ¹³¹I、⁸⁹Sr、³²P 年使用频次远低于 ^{99m}Tc 使用频次，因此放射性废水中以 ^{99m}Tc 为主。

②已有的环保措施/设施

核医学用房不与其他科室存在交叉现象，是一个相对独立的诊疗环境，有相对独立的医护人员专用通道和病人、放射性药物/废物的通道。核医学设置控制区和监督区，并在相应区域张贴标识，同时在地面设置病人、工作人员在核医学诊断场所行走箭头标识，指示各类人员在核医学科的活动路径。

SPECT/CT 检查室、活性室和注射室地面铺有地胶，与墙接触处用防水密封胶密封，活性室工作台面为 200mm×200mm 的钢化砖，方便清洗；在卫生通过间设有洗手池和

拖把池，便于医生清洗和拖把清洗。

核医学科控制区内各房间均采用 2mmPb 防护门、24mm 砖混结构，对核医学科各房间进行射线屏蔽，注射后候检区设置了立体移动式铅防护屏对候诊病人进行隔离；控制区和监督区各房间门口均张贴了警示标志，禁止无关人员进入；放射工作人员在实际工作中严格按照各项操作规范进行。

核医学科配备了表面污染监测仪和环境辐射监测仪，用于表面污染监测和周围剂量率监测，所有辐射工作人员均配备了个人剂量计，并在工作期间按要求规范佩戴，配备了铅围裙、铅围脖、铅眼镜、铅手套、铅帽、铅衣、铅屏风等各种辐射防护用品。

（4）放射性废物管理措施

①严格区分放射性废物与非放射性废物，没有混同处理。

②对放射性固体废物单独收集，当放射性废物的表面污染水平达到《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）、《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）中清洁解控水平要求后，作为免管废物管理。放射性固废按照医疗废物（危险废物）的管理要求，实行联单管理制度，跟踪固废的处理方式和最终去向，做好产生、衰变时间、数量等相关的记录台账。

③供收集的专用废物桶具有外防护层和电离辐射标志。废物桶放置点避开工作人员作业和经常走动的地方。

④内装碎玻璃等物品的废物袋附加不易刺破的外套（如硬牛皮纸外套）。

⑤定期更换通风橱内的活性炭，每次产生废活性炭约5kg，将此活性炭放在放射性废物专用的废物桶内衰变，后按②进行后续管理。

1.5 项目概况

（1）拟退役核医学科停用后的现状情况调查

根据调查及退役实施方案可知，影像楼核医学科最后一次使用放射性核素时间为2023年4月27日，该场所停用后已采取了如下措施：

①封存影像楼核医学科的钥匙由专人负责保管，公众成员无法进入该区域。

②通风橱、铅衣和铅屏风等各种防护用品、铅废物桶、放射源（置于专用防护箱内）、操作室电脑、操作室桌椅等经自行监测满足要求后，已移出该操作场所。通风橱、铅衣和铅屏风等各种防护用品、废物桶、放射源等已转移至魁星楼核医学科继续使用；操

作室电脑、操作室桌椅等由医院后勤部门安排继续使用。

③核医学科留存物品和设备：核医学科内主要留存物品和设备包括 SPECT/CT 检查室内 1 台 SPECT/CT 机及配套设备、活性室内 1 个操作台和 1 个医疗废物垃圾桶、注射后候诊室内 1 套桌椅、卫生通过间内 1 个洗手池和 1 个拖把池、资料室内 1 个衣柜和 1 个沙发、卫生通过间内遗留的 5 件工作服以及墙上的标识标牌等在原址未进行处置。另铅防护门、铅玻璃、地胶、排气管道、废水管道等未拆除。

④废水：卫生间最后一次使用时间为最后一次使用 ^{99m}Tc 的时间，即 2023 年 3 月 6 日，注射后等候的病人使用卫生间，产生少量的含放射性的排泄物，进入衰变池；洗手池及拖把池最后一次使用时间为最后一次使用核素的时间，即 2023 年 4 月 27 日，产生少量含放射性的清洗废水，进入衰变池；此后卫生间、洗手池和拖把清洗池再未使用过。根据现场勘查，由于废水产生量小，蒸发等原因，衰变池中残留放射性废水和底泥的混合物，其含水量率很低，主要为底泥。因此退役过程不再考虑放射性废水，底泥按放射性固废考虑。

⑤固体废物：影像楼核医学科内 ^{125}I 粒籽仅分装和储存，未产生废弃粒籽源。放射性废物主要是含 ^{99m}Tc 、 ^{131}I 、 ^{89}Sr 、 ^{32}P 等的一次性注射器、针头、手套、棉签、纸杯、活性炭等，按核素的种类分别收集，每个废物袋上贴有核素名称、重量、废物产生起始日期、责任人员等信息在标签，然后置于专用的铅废物桶内，经监测铅废物桶表面满足要求后，已于 2023 年 5 月 10 日搬迁至魁星楼核医学科放射性废物室内继续衰变。搬迁的固体放射性废物的存储和处理安排了专人负责，并建立了废物存储和处理台账，详细记录放射性废物的等信息。搬迁固体废物情况见下表 1-4。目前影像楼核医学科内已无放射性固体废物。

表 1-4 拟退役核医学科固废情况一览表

核素	污染物种类	最后一次产生时间	搬迁固废量	处理方式
^{99m}Tc	一次性注射器、针头、手套、棉签等	2023 年 3 月 6 日	约 2kg	拟退役核医学科物品搬迁时，含 ^{99m}Tc 的放射性固体废物已衰变超过 30 天，因此于 2023 年 5 月 10 日监测合格后已作为一般医疗废物处理
^{131}I	纸杯、活性炭等	2023 年 4 月 27 日	约 6kg	目前搬迁至魁星楼核医学科放射性废物室内继续衰变，超过 180 天后，再监测合格后作为一般医疗废物处理
^{89}Sr	棉球、空药瓶、注射器、针头等	2022 年 6 月 2 日	约 1kg	目前搬迁至魁星楼核医学科放射性废物室内继续衰变，超过 10 个半衰期后，再监测合格后作为一般医疗废物处理
^{32}P	棉球、空药瓶、注射器、针头等	2022 年 8 月 9 日	约 1kg	拟退役核医学科物品搬迁时，含 ^{32}P 的放射性固体废物已衰变超过 10 个半衰期，因此于 2023 年 5 月 10 日监测合格后已作为一般医疗废物处理
小计		/	约 10kg/a	/

⑥一般医疗废物：拟退役核医学科在停止使用时，已将一般医疗废物采用污物桶收集后送交给了有相应处置资质的单位进行了处理。目前，核医学科内无一般医疗废物残存。

(2) 核医学科退役内容

医院影像楼核医学科已于 2023 年 4 月 27 日停止运行，由于医院魁星楼新核医学科投入正常运行需使用影像楼核医学科内的通风橱、铅废物桶等设备，故医院将上述设备搬迁至新核医学科场所内，为了减少设备在搬迁过程中对周围环境及工作人员、公众的影响，医院对场所及设备等进行部分去污并采取了一系列防治措施，同时，将产生的放射性废物一起搬迁至新核医学科场所内。

本次退役工作主要包括：对拟退役核医学科场所进行污染普查、清洁去污，使场址达到清洁解控水平，实现场址无限制开放或使用，使 SPECT/CT 机、医疗废物垃圾桶等报废时 β 表面污染水平及辐射剂量率满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）、《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）中的要求，使放射性固体废物、放射性废水及去污污染物得到妥善安全处置。拟退役核医学科工作一览表见表 1-5。

表 1-5 拟退役工作一览表

退役实施进度	实施内容
一阶段	前期准备阶段，主要工作内容包括：现场踏勘、现场监测、编制《退役实施方案》；
二阶段	A、根据监测结果，若操作场所暂未达到清洁解控水平，确定去污工作； B、根据监测结果，若操作场所已达到清洁解控水平，确定工作计划并安排工作人员及确认现场退役时间；
三阶段	A、去污工作，根据监测结果确认污染的设施，并做好清洁去污工作，去污完成后再进行现场退役工作； AB、现场退役工作，按照工作计划中的内容对场所内的物品进行拆卸及分类处理，桌椅、衣柜和沙发等继续利用，拆除的标识标牌、电线、废供水、排水管道、排气管道、地胶与医疗废物垃圾桶和工作服一起交一般固废处置单位处理，操作台、洗手池、拖把池作为建筑垃圾处理，拆除的铅防护门、铅玻璃交有资质单位处置，报废的 SPECT/CT 机及配套设备去功能化后，X 射线阴极管交有资质单位处置，其余部分报废交一般固废处置单位处理，退役工作组产生的生活垃圾、劳保用品交环卫部门处理；衰变池内底泥已满足清洁解控要求，直接对衰变池进行填埋处理；搬迁完成后并再次做好现场检查工作；
四阶段	AB、工作总结，进行退役终态验收，完成后注销辐射安全许可证内相关内容

(2) 项目投资：总投资约 50 万元，环保投资约 10 万元。

(3) 工期：监测及制定退役方案约 1 个月，退役工作现场拆除转移时间约 1 天。

(4) 劳动定员

成立核医学科退役工作小组，定员5人，主要在拟退役核医学科现场进行场所去污及设施设备、放射性固体废物等整備、搬迁。

(5) 配置设施用品

退役工作拟配置的主要设施用品见下表1-6所示。

表1-6 退役工作主要配置设施用品表

名 称	用量	备注
用品	劳保用品（鞋、袜子、工作服、汗布手套、薄乳胶手套、口罩、安全帽）	退役工作小组成员使用
	洗浴用品	退役工作小组成员使用
	废物收集袋	用于收集一般废物
	医疗废物袋	用于收集医疗废物
	放射性废物桶	盛放不能达到清洁解控的废物 如委托监测达标可不配备
仪器设备	X-γ剂量率巡测仪	测量 如委托监测达标可不配备

名 称		用量	备注
仪器 设备	α 、 β 表面沾污仪	1 台	测量 如委托监测达标可不配备
	个人剂量报警仪	5 台	项目实施人员佩戴 如委托监测达标可不配备
	数字式电子个人剂量计	5 支	退役工作小组成员佩戴 如委托监测达标可不配备
	个人剂量计	5 个	项目实施人员佩戴 如委托监测达标可不配备
工具	磅秤	1 台	用于不能达到清洁解控废物的称重
	钳子、扳手、镊子、长柄钳、撬棍等	1 套	用于场所内设施等的拆除
	签字笔、记录本	多支	用于记录和填写相应书写

1.6 项目外环境概况

拟退役核医学科位于影像楼 2F。影像楼为总共 5 层，影像楼北面约 10m 为医院综合楼，东北面约 9m 为医院医疗废物暂存间；东面约 11m 为医院内科大楼，南面约 4m 外为 1 层高医院食堂；西面约 18m 外为魁星楼 B 区；西北面约 38m 为高盛创富中心大楼，之外为嘉陵江。影像楼周围外环境关系见表 1-7 所示。

表 1-7 影像楼周围外环境关系一览表

序号	名称	方位	最近水平距离 (m)	高差 (m)	环境特征
1	医院综合楼	北面	10m	8F 地面约与影响楼 2F 地面基本等高	10 层，医院医疗用房
2	医院医疗废物暂存间	东北面	9m	1F 地面与影像楼楼 2F 地面基本等高	2 层，医院后勤用房
3	医院内科大楼	东面	11m	1F 地面低于影像楼 2F 地面约 2m	14 层，医院医疗用房
4	医院食堂	南面	4m	1F 地面低于影像楼 2F 地面约 2m	1 层，医院后勤用房
5	魁星楼 B 区	西面	18m	9F 地面约与影像楼 2F 地面基本等高	10-11 层，商业用房
6	高盛创富中心	西北面	38m	13F 地面约与影像楼 2F 地面基本等高	25 层，居民楼

项目周边保护目标主要为该医院从事本项目退役工作的放射工作人员以及周围活动的公众成员。

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
本项目不涉及。								

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
本项目不涉及。										

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》（GB18871-2002）。

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
本项目不涉及。									

(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（mA）	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
纸杯、活性炭等	/	^{131}I	/	/	约 6kg	/	目前搬迁至魁星楼核医学科放射性废物室内	衰变超过 180 天后，再监测合格后作为一般医疗废物处理
棉球、空药瓶、注射器、针头等	/	^{89}Sr	/	/	约 1kg	/		衰变超过 10 个半衰期后，再监测合格后作为一般医疗废物处理

注：1、常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/l，固态为 mg/kg，气态为 mg/m³；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/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日施行修订版； (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日最新修订； (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日施行； (4) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020 年 9 月 1 日施行修订版； (5) 《建设项目环境保护管理条例》，中华人民共和国国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日施行修订版； (6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，中华人民共和国国务院令第 449 号，2005 年 12 月 21 日施行，中华人民共和国国务院令第 709 号，2019 年 3 月 2 日修订实施； (7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，生态环境部令第 20 号，2021 年 1 月 4 日修订实施； (8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环保部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日施行； (9) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），中华人民共和国生态环境部令第 15 号，2021 年 1 月 1 日起施行； (10) 《国家危险废物名录（2021 年版）》，中华人民共和国生态环境部令第 15 号，2021 年 1 月 1 日起施行； (11) 《关于发布〈放射性废物分类〉的公告》，环境保护部、工业/信息化部、国家国防科技工业局公告 2017 年第 65 号，2018 年 1 月 1 日起施行； (12) 《重庆市环境保护条例》，2022 年 11 月 1 日施行修订版； (13) 《重庆市辐射污染防治办法》，重庆市人民政府令第 338 号，2021 年 1 月 1 日起施行； (14) 重庆市环境保护局关于印发《重庆市放射性同位素与射线装置辐射安全许可管理规定》的通知，渝环[2017]242 号。
------	--

续表 6 评价依据

技术标准	(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》(HJ10.1-2016)； (2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)； (3) 《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)； (4) 《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)； (5) 《核技术利用设施退役》(核安全导则 HAD401/14-2021)； (6) 《用于光子外照射放射防护的剂量转换系数》(GBZ/T144-2002)； (7) 《放射性废物管理规定》(GB14500-2002)； (8) 《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)。
其他	(1) 项目备案证，支撑性材料附件 1； (2) 评价内容确认函，支撑性材料附件 2； (3) 项目涉及内容的环保手续材料，支撑性材料附件 3； (4) 《辐射安全许可证》，支撑性材料附件 4； (5) 《监测报告》(渝泓环(监)[2023]687 号、渝辐监(委)2023-10 号)，支撑性材料附件 5； (6) 医院退役过程中监测结果，支撑性材料附件 6； (7) 医院提供的其他资料。

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

按照《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》（HJ10.1-2016）的相关规定，并结合该项目射线装置为能量流污染的特征，根据能量流的传播与距离相关的特性，确定以该项目退役核医学科工作场所边界外 50m 区域作为辐射环境的评价范围。

7.2 保护目标

（1）项目所在楼情况

影像楼为总共 5 层，2F 东侧与医院中庭花园地面齐平，2F 西侧为悬空。1F 设置螺旋 CT 检查室、1.5T MRI 检查室，2F 设置 3.0T MRI 检查室、核医学科，3F 设置心血管介入中心和放射介入中心，4F 放射科 PACS 诊断中心，5F 放射科办公室。

本项目所在建筑与周围环境的位置关系见附图 3。

（2）核医学科工作场所

项目拟退役的核医学科位于影像楼 2F 南侧区域。其用房东北侧为 3.0T MRI 检查室、控制室、医生办公室、候诊厅、楼梯间等，隔院内道路之外约 29m 为医院医疗废物暂存间，约 30m 为医院综合楼等；东面紧邻院内道路，之外约 11m 为内科大楼；南侧约 4m 为医院食堂；西侧约 18m 为魁星楼；西北面约 38m 为高盛创富中心大楼。用房楼下 1F 对应区域为控制室、1.5T MRI 检查室、设备间，楼上 3F 对应区域为设备间、控制间、介入手术间、医生准备间等，4F 对应区域为 PACS 诊断中心办公用房，5F 对应区域为放射科办公室。50m 范围内除西侧外，其余方向均在医院用地范围内。

项目拟退役核医学科评价范围内环境敏感目标统计情况见表 7-1。

续表 7 保护目标与评价标准

表 7-1 项目拟退役核医学科用房范围环境敏感目标一览表							
序号	敏感目标名称	方向	最近水平距离	垂直位置关系	敏感目标特性	受影响人群	影响因素
1	3.0T MRI 检查室、控制室、医生办公室、候诊厅、楼梯间等	东北侧	约 0~20m	平层	项目所在影像楼 2F 用房，约 10 人	公众成员	电离辐射
	院内道路		约 20~30m	与影像楼楼 2F 地面基本等高	医院内部道路，约 10 人		
2	医院综合楼	东北面	约 30~50m	8F 地面约与影像楼 2F 地面基本等高	10 层，医院医疗用房，约 200 人	公众成员	
3	医院医疗废物暂存间	东北面	约 29~50m	1F 地面与影像楼楼 2F 地面基本等高	2 层，医院后勤用房，约 2 人	公众成员	
4	院内道路	东面	约 0~11m	与影像楼楼 2F 地面基本等高	医院内部道路，约 10 人	公众成员	
	医院内科大楼		约 11~50m	1F 地面低于影像楼 2F 地面约 2m	14 层，医院医疗用房，约 200 人	公众成员	
5	医院食堂	南面	约 4~50m	1F 地面低于影像楼 2F 地面约 2m	1 层，医院后勤用房，约 50 人	公众成员	
6	魁星楼 B 区	西面	约 18~50m	9F 地面约与影像楼 2F 地面基本等高	10-11 层，商业用房，约 500 人	公众成员	
7	高盛创富中心	西北面	约 38~50m	13F 地面约与影像楼 2F 地面基本等高	25 层，居民楼，约 500 人	公众成员	
8	影像楼（1F）	楼下	/	低于核医学科楼地面约 3m	项目所在影像楼用房，楼下正对区域为控制室、1.5T MRI 检查室、设备间，约 10 人	公众成员	
9	影像楼（3F）	楼上	/	高于核医学科楼地面约 3m	项目所在影像楼用房，楼上正对区域为设备间、控制间、介入手术间、医生准备间等	公众成员	
	影像楼（4F）		/	高于核医学科楼地面约 6m	项目所在影像楼用房，楼上正对区域为 PACS 诊断中心办公用房	公众成员	
	医技楼（5F）		/	高于核医学科楼地面约 9m	项目所在影像楼用房，主要布置放射科办公室	公众成员	

续表 7 保护目标与评价标准

评价标准

(1) 相关评价标准及其限值要求

1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

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。

①剂量限值

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 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。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。

11.4.3.2 剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30%(即 0.1mSv/a~0.3mSv/a)的范围之内。

B1 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。

b) 任何一年中的有效剂量, 50mSv;

c) 眼晶体的年当量剂量, 150mSv;

d) 四肢(手和足)或皮肤的年当量剂量, 500mSv。

B1.2 公众照射

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超过下述限值:

a) 年有效剂量, 1mSv。

A1.3 如果经审管部门确认在任何实际可能的情况下下列准则均能满足,则可不作更进一步的考虑而将实践或实践中的源予以豁免:

a) 被豁免实践或源使任何公众成员一年内所受的有效剂量预计为 10 μ Sv 量级或更小;和 b) 实施该实践一年内所引起的集体有效剂量不大于约 1 人·Sv,或防护的最优化评价表明豁免是最优选择。

②表面放射性污染的控制

续表 7 保护目标与评价标准

6.2.3 表面放射性污染的控制

工作人员体表、内衣、工作服以及工作场所的设备和地面等表面放射性污染的控制应遵循附录 B（标准的附录 B）B2 所规定的限值要求。

工作场所的表面污染控制水平如表 B11（本环评表 7-2）所列。

表 7-2 工作场所的放射性表面污染控制水平表（摘抄）

单位：Bq/cm²

表面类型		β放射性物质
工作台、设备、墙壁、地面	控制区 ¹⁾	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 ⁻¹
1) 该区内的高污染子区除外		

附录 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（本环评表 7-5）中所列设备类的控制水平的五十分之一以下时，经审管部门或审管部门授权的部门确认同意后，可当作普通物品使用。

③放射性物质向环境排放的控制

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。

8.6 放射性物质向环境排放的控制

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条件的低放废液，方可直接排入流量大于 10 倍排放流量的普通下水道，并应对每次排放做好记录。

A1 豁免准则

A1.3 如果经审管部门确认在任何实际可能的情况下下列准则均能满足，则可不作更进一步的考虑而将实践或实践中的源予以豁免：

a) 被豁免实践或源使任何公众成员一年内所受的有效剂量预计为 10μSv 量级或更小；和

续表 7 保护目标与评价标准

b)实施该实践一年内所引起的集体有效剂量不大于约 1 人·Sv，或防护的最优化评价表明豁免是最优选择。

A2.2 c) 如果存在一种以上的放射性核素，仅当各种放射性核素的活度或活度浓度与其相应的豁免活度或豁免活度浓度之比之和小于 1 时，才可能考虑给予豁免。

表 A1 中部分核素作为清洁解控水平推荐值见本环评表 7-3。

表 7-3 部分核素活度浓度表示的清洁解控水平推荐值（摘抄）

核素	活度浓度解控水平（Bq/g）	活度解控水平（Bq）
^{131}I	1×10^2	1×10^6
$^{99\text{m}}\text{Tc}$	1×10^2	1×10^7

注：本表数值取自 GB18871-2002 附录 A

2) 《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）

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， α 表面污染小于 $0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$ 、 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：

c) 含碘-131 核素的放射性固体废物暂存超过 180 天。

7.3.3.1 对于槽式衰变池贮存方式：

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 α 不大于 $1\text{Bq}/\text{L}$ 、总 β 不大于 $10\text{Bq}/\text{L}$ 、碘-131 的放射性活度浓度不大于 $10\text{Bq}/\text{L}$ 。

3) 《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）

本标准适用于医疗机构开展核医学诊断、治疗、研究和放射性药物制备中使用放射性物质时的防护。

8 医用放射性废物的放射防护管理要求

8.8 每袋废物的表面剂量率应不超过 $0.1\text{mSv}/\text{h}$ ，质量不超过 20kg 。

8.11 废物包装体外表面的污染控制水平： $\beta < 0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 。

4) 《放射性废物管理规定》（GB14500-2002）

12.2.3.1 医院、学校、研究所和其他放射性同位素应用单位产生的少量放射性废物（包括废放射源），经审管部门批准可以临时贮存在许可的场所和专用容器中。贮存时

续表 7 保护目标与评价标准

间和总活度不得超过审管部门批准的限值。

12.2.3.2 应采用安全可靠的贮存容器，建立必要的管理办法，并配备管理人员，防止废物丢失或污染周围环境。

5) 《关于发布<放射性废物分类>的公告》（环境保护部工业/信息化部国家国防科技工业局公告 2017 年第 65 号）

第七条 豁免或者解控的剂量准则：在合理预见的一切情况下，被豁免的实践或源（或者被解控的物质）使任何个人一年内所受到的有效剂量在 $10\mu\text{Sv}$ 量级或更小，而且即使在发生低概率的意外不利情况下，所受到的年有效剂量不超过 1mSv 。

6) 《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）

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 的规定。

5.4.1 低放射性废水应经衰变池处理。

6.1.2 总 β 在衰变池出口采样监测。

标准表 2 中，总 β 排放限值（日均值） 10Bq/L 。

（2）本项目执行的评价标准及相关参数值

1) 年剂量管理目标值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 B 要求，放射工作人员连续 5 年的年平均有效剂量不超过 20mSv ，四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量不超过 500mSv ，公众成员年平均剂量有效剂量不超过 1mSv ，退役后在该场所内活动的公众成员年有效剂量管理目标值取 $10\mu\text{Sv}$ （即 0.01mSv ）。

核医学科退役为短期性工作，取职业照射限值的十分之一即 2mSv 作为退役期间职业照射剂量约束限值；取公众年有效剂量限值的十分之一即 0.1mSv 作为退役期间公众成员年有效剂量管理目标值。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）A1.3，取 $10\mu\text{Sv/a}$ 作为核医学科退役后所在场址的公众成员年剂量限值。

2) 辐射剂量率解控水平

根据调查，拟退役核医学科环境 γ 辐射剂量率（含宇宙射线响应值）的测值情况见表 7-4 所示。

续表 7 保护目标与评价标准

表 7-4 拟退役核医学科辐射环境监测统计表				
年份	监测点位	环境 γ 辐射剂量率范围(含宇宙射线响应值)	依据	监测期间
2023 年	本底值	0.077~0.109 μ Sv/h	渝泓环(监)[2023]687 号	停运后
2023 年	本底值	105~130nSv/h(未修正)	渝辐监(委)2023-10 号	停运后
根据渝泓环(监)[2023]687 号监测报告，本底值是在室外测量，范围在 0.077~0.109μSv/h 之间。根据渝泓环(监)[2023]687 号监测报告，本底值是在室外测量，范围在 105~130nSv/h(未修正)之间，修正后本底值范围为 101.85~126.1nSv/h（0.101~0.126 μ Sv/h）。因此，本评价以该核医学科停运后周围的最大本底值 0.126 μ Sv/h 的正常波动范围作为场址辐射剂量率解控水平限值。 3) 放射性表面污染控制水平 根据GB18871-2002附录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（本环评表7-5）中所列设备类的控制水平的五十分之一以下时，经审管部门或审管部门授权的部门确认同意后，可当作普通物品使用。即核医学工作场所β表面污染退役的控制水平为：控制区工作台、设备、墙壁、地面（控制区）0.8Bq/cm²，上述工作场所监督区及工作服、手套、工作鞋等为0.08Bq/cm²。 4) 放射性废水排放活度 根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）及《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）等，废水中的放射性低于表 7-3 的限值，且放射性废液总排放口总β不大于 10Bq/L，碘-131 的放射性活度浓度不大于 10Bq/L。 5) 放射性固废免管活度 根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）、《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）等，核医学科放射性废物含 ¹³¹I 和 ^{99m}Tc，¹³¹I 半衰期大于 24 小时，则解控要求为：暂存时间超过 180 天，^{99m}Tc 半衰期小于 24 小时，则解控要求为：暂存时间超过 30 天；每袋废物的表面剂量率$\leq$0.1mSv/h，重量$\leq$20kg，废物包装外表面：$\beta < 0.4$Bq/cm²。 核医学科退役前使用 ¹³¹I 和 ^{99m}Tc，根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）、《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）等，衰变池底泥清洁解控执行：辐射剂量率满足所处环境				

续表 7 保护目标与评价标准

本底水平， β 小于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，含 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{131}I 均低于 $100\text{Bq}/\text{g}$ 。

(3) 项目剂量限值与污染物排放指标

综上所述，本评价根据相关标准以及要求，确定本项目的评价标准见表 7-5 所示。

表 7-5 退役核医学科辐射剂量控制限值及污染物排放指标表

一、剂量限值要求		执行依据
放射工作人员	退役期间附加有效剂量管理目标值不超过 2mSv	GB18871-2002 HJ1188-2021 HJ53-2000 等 及医院管理要求
公众成员	退役期间附加有效剂量管理目标值不超过 0.1mSv 退役后场所的附加有效剂量限值不超过 $10\mu\text{Sv}/\text{a}$	
二、核医学科退役解控水平		执行依据
β 表面污染	控制区工作台、设备、墙壁、地面(控制区) $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ ， 上述工作场所监督区及工作服、手套、工作鞋等为 $0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$ 。	GB18871-2002 HJ1188-2021 GBZ120-2020 等综合取值
放射性废水	总 $\beta \leq 10\text{Bq}/\text{L}$ ，废水中 ^{131}I 含量 $\leq 10\text{Bq}/\text{L}$ 。	
放射性固体废物	暂存时间超过 180 天；每袋废物的表面剂量率 $\leq 0.1\text{mSv}/\text{h}$ ，重量 $\leq 20\text{kg}$ ，废物包装外表面： $\beta < 0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 。 底泥辐射剂量率满足所处环境本底水平，总 $\beta \leq$ $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，底泥中 ^{131}I 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 的清洁解控水平 $\leq 100\text{Bq}/\text{g}$ 。	
场所辐射剂量率	退役后场所辐射剂量率在 $0.126\mu\text{Sv}/\text{h}$ 的正常波动范 围内。	/

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置

本项目拟退役的核医学科位于重庆市渝中区临江路 74 号重庆医科大学附属第二医院渝中院区影像楼 2F 南侧。

项目地理位置见附图 1，项目工作场所位置见附图 2 等图件。

8.2 退役场所辐射环境现状监测污染调查

经现场勘查和医院提供资料，拟退役核医学工作场所停用后无放射性核素剩余，目前场所内各功能房间均处于闲置状态，部分物品及设备保留在场所内，衰变池内贮存放射性废水和放射性底泥的混合物，含水率低，主要为放射性底泥。

为了解拟退役核医学科工作场所的辐射环境现状与污染水平等情况，本次环评委托重庆泓天环境监测有限公司于 2023 年 8 月 5 日对拟退役的核医学科工作场所、衰变池体表面和周围环境保护目标进行了监测，现状监测时现场未使用放射性核素，现状监测后也未开展过用药工作。工作场所的监测结果和监测布点见附件 5 渝泓环(监)[2023]687 号。

为了解衰变池内的辐射环境现状情况，本次评价委托重庆市辐射环境监督管理站于 2023 年 6 月对衰变池内的 X-γ 辐射剂量率、池内底泥的放射性进行了监测，监测结果见附件 5，渝辐监(委)2023-10 号。

通风橱、铅衣等物品转移到魁星楼核医学科时，医院进行了自行监测，根据支撑性材料附件 6 监测结果可知，表面污染水平最大为 $0.06\text{Bq}/\text{cm}^2$ （未扣除本底值），周围剂量当量率最大值为 $0.09\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，满足 GB18871-2002 中表面污染解控要求，因此，本次未再对已搬迁用品进行监测。

8.2.1 监测因子

根据拟退役核医学科历史使用过的放射性同位素及其辐射特性、工作场所现场情况，本次选取 X-γ 辐射剂量率、周围剂量当量率、β 表面污染、 ^{131}I 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 作为监测因子。停用后场所不产生放射性废气，未开展放射性废气监测。衰变池内贮存放射性废水和放射性底泥的混合物，含水率低，不具备放射性废水的采样条件，因此未监测放射性废水。 ^{89}Sr 、 ^{32}P 病人打针即走，无排泄物进入衰变池，废水来源主要是医务人员洗手产生，因此核素含量较低，且 ^{89}Sr 、 ^{32}P 最后一次使用时间均为 2022 年，时间较久，因此底泥监测时未监测这两个因子。

续表 8 环境质量和辐射现状

8.2.2 监测方案

(1) 监测方法和依据

监测方法和依据见表 8-1。

表 8-1 监测方法和依据

监测项目	监测方法	监测依据
周围剂量当量率 β表面污染 X-γ辐射剂量率 底泥中γ核素分析	仪器法	《操作非密封源的辐射防护规定》（GB11930-2010） 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002） 《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/T14056.1-2008） 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》HJ 1157-2021 《土壤中放射性核素的γ能谱分析方法》GB/T 11743-2013

(2) 监测点位选取

本次通过现状监测数据来判断核医学科各房间地面、墙壁、工作台、卫生间等以及核医学科墙体外四周环境污染程度。

监测布点合理性分析：本次对核医学科控制区、监督区各用房均进行了监测，监测时地面、墙面等巡测最大值，并在工作场所现有的操作台、设备、衣柜、衰变池等表面进行了监测，还对退役场所 50m 范围内的敏感点进行了监测。同时对衰变池内部及内部的放射性底泥进行了布点/采样监测。因此，监测点位较全面，监测布点合理。

监测点位布点示意图见图 8-1，监测点位情况如表 8-3 至表 8-5 所示。

图 8-1 项目核医学科退役场所监测布点示意图

续表 8 环境质量和辐射现状

(3) 测定方式

本项目选取的测定方式为即时测量，即用监测仪器直接测量出点位上的对应监测因子的监测结果。

8.2.3 质量保证措施

(1) 监测仪器

本项目委托有资质的单位重庆泓天环境监测有限公司、重庆市辐射环境监督管理站进行监测，监测仪器在检定有效期内使用，监测仪器及检定情况见表 8-2。

表 8-2 监测仪器及检定情况

仪器名称	型号	仪器编号	计量检定 证书编号	有效期至	校准因子	测量 范围
环境级 x、γ 辐 射巡检仪	RGM5200	1222203004005	Y2022-0108775	2023.11.13	0.95	1nSv/h-100μSv/h
α、β 表 面污染仪	RS2100	701501021006	检定字第 202211001901 号	2023.11.8	/	1~1×10 ⁵ cps
辐射剂量 率仪	6150AD5/H+ 6150AD-b/H	144426+148296	2022051105817	2023.12.19	0.97(校准点 15μSv/h)	/
高纯锗 γ 谱仪	GEM-C7080	58-P43199A	DLhd2023-02017	2025.4.22	/	/

(2) 监测人员及报告审核制度

监测单位具备所监测项目的资质；合理布设监测点位；监测方法采用国家有关部门颁布的标准；监测人员经过培训后上岗，监测仪器每年送剂量部门检定合格后在有效期内使用；每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常；监测时由专业人员按操作规程操作仪器，获取足够的数量，并做好记录；监测报告经审查后，由授权签字人在其技术能力范围内签发。

8.2.4 监测结果

渝泓环(监)[2023]474 号监测报告的监测结果见表 8-3、表 8-4。渝辐监(委)2023-10 号监测报告的监测结果统计见表 8-5。

表 8-3 拟退役核医学科场所β表面污染水平监测结果统计表

序号	测量位置	β 表面污染监测结 果(Bq/cm ²)	原所在区域及解控要 求(Bq/cm ²)
☆2-1	通道地面巡测最大值处	L	监督区，≤0.08
☆2-2	通道墙面巡测最大值处	L	监督区，≤0.08
☆3-1	医生办公室地面巡测最大值处	L	监督区，≤0.08

续表 8 环境质量和辐射现状

序号	测量位置	β 表面污染监测结果(Bq/cm ²)	原所在区域及解控要求(Bq/cm ²)
☆3-2	医生办公室墙面巡测最大值处	L	监督区, ≤ 0.08
☆4-1	ECT 检查室地面巡测最大值处	L	控制区, ≤ 0.8
☆4-2	ECT 检查室墙面巡测最大值处	L	控制区, ≤ 0.8
☆5	ECT 仪器表面巡测最大值处	L	控制区, ≤ 0.8
☆6-1	注射室地面巡测最大值处	L	控制区, ≤ 0.8
☆6-2	注射室墙面巡测最大值处	L	控制区, ≤ 0.8
☆7-1	过道地面巡测最大值处	L	控制区, ≤ 0.8
☆7-2	过道墙面巡测最大值处	L	控制区, ≤ 0.8
☆8-1	活性室地面巡测最大值处	L	控制区, ≤ 0.8
☆8-2	活性室墙面巡测最大值处	L	控制区, ≤ 0.8
☆8-3	活性室操作台巡测最大值处	L	控制区, ≤ 0.8
☆8-4	活性室排气管巡测最大值处	L	控制区, ≤ 0.8
☆8-5	医疗废物垃圾桶巡测最大值处	L	控制区, ≤ 0.8
☆9-1	注射后候检室地面巡测最大值处	L	控制区, ≤ 0.8
☆9-2	注射后候检室墙面巡测最大值处	L	控制区, ≤ 0.8
☆10	注射后候检室座椅巡测最大值处	L	控制区, ≤ 0.8
☆11	注射后候检室桌子巡测最大值处	L	控制区, ≤ 0.8
☆12-1	卫生间地面巡测最大值处	L	控制区, ≤ 0.8
☆12-2	卫生间墙面巡测最大值处	L	控制区, ≤ 0.8
☆12-3	卫生间洗手池巡测最大值处	L	控制区, ≤ 0.8
☆13	准备室遗留衣物巡测最大值处	L	控制区, ≤ 0.8
☆14-1	准备室地面巡测最大值处	L	控制区, ≤ 0.8
☆14-2	准备室墙面巡测最大值处	L	控制区, ≤ 0.8
☆15	洗手池巡测最大值处	L	控制区, ≤ 0.8
☆16	拖把池巡测最大值处	L	控制区, ≤ 0.8
☆17-1	资料室地面巡测最大值处	L	监督区, ≤ 0.08
☆17-2	资料室墙面巡测最大值处	L	监督区, ≤ 0.08

续表 8 环境质量和辐射现状

序号	测量位置	β 表面污染监测结果(Bq/cm ²)	原所在区域及解控要求(Bq/cm ²)
☆18	衰变池表面巡测最大值处	L	控制区, ≤ 0.8
☆19-1	核磁共振操作室地面巡测最大值处	L	监督区, ≤ 0.08
☆19-2	核磁共振操作室墙面巡测最大值处	L	监督区, ≤ 0.08
☆20-1	消防通道地面巡测最大值处	L	监督区, ≤ 0.08
☆20-2	消防通道旁墙面巡测最大值处	L	监督区, ≤ 0.08
注: ☆1 为 β 表面污染水平本底值监测点, 监测结果为 0.41cps, 以上 β 表面污染监测结果均已扣除本底值。L 表示小于仪器的最低检出限。			

表 8-4 拟退役核医学科场所辐射环境监测结果统计表

监测点位编号	监测点位描述	周围剂量当量率($\mu\text{Sv/h}$)
△4	医院食堂旁巡测最大值处(本项目环境保护目标)	0.104
△5	医院内科大楼旁巡测最大值处(本项目环境保护目标)	0.100
△6	医疗废物暂存点旁巡测最大值处(本项目环境保护目标)	0.092
△7	医院综合楼旁巡测最大值处(本项目环境保护目标)	0.096
△8	魁星楼巡测最大值处(本项目环境保护目标)	0.078
△9	高盛创富中心旁巡测最大值处(本项目环境保护目标)	0.079
△10	诊前候诊区巡测最大值处	0.102
△11	医生办公室巡测最大值处	0.101
△12-1	ECT 检查室巡测最大值处	0.088
△12-2	ECT 仪器表面巡测最大值处	0.081
△13	注射室巡测最大值处	0.105
△14	过道巡测最大值处	0.078
△15-1	活性室巡测最大值处	0.080
△15-2	活性室操作台巡测最大值处	0.079
△15-3	活性室医疗废物垃圾桶巡测最大值处	0.078
△15-4	活性室排气管巡测最大值处	0.086
△16	注射后候检室巡测最大值处	0.101

续表 8 环境质量和辐射现状

监测点位编号	监测点位描述	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
$\triangle 17$	卫生间巡测最大值处	0.106
$\triangle 18$	准备室巡测最大值处	0.104
$\triangle 19$	资料室巡测最大值处	0.100
$\triangle 20$	衰变池表面巡测最大值处	0.105
$\triangle 21$	核磁共振操作室巡测最大值处	0.091
$\triangle 22$	消防通道旁巡测最大值处	0.086

注： $\triangle 1 \sim \triangle 3$ 为周围剂量当量率本底值监测点，监测结果范围为 $0.077 \sim 0.109 \mu\text{Sv/h}$ ，以上监测结果均未扣除本底值。

表 8-5 拟退役核医学科场所衰变池辐射环境监测结果统计

监测点位编号	监测点位描述	X- γ 辐射剂量率（修正值 nGy/h ）	
$\triangle 1$	衰变池内	88	
名称		碘-131 (Bq/L)	锝-99m (Bq/L)
衰变池底泥		<0.290	<0.433

注：①上述监测数据 X- γ 辐射剂量率未扣除本底值。（未修正本底值范围为 $105 \sim 130 \text{nSv/h}$ ，修正值=平均值 $\times$ 校准因子 $\div$ 单位换算系数（ 1.2Sv/Gy ）。

②衰变池底泥监测结果中的“ $<$ ”后数值为样品的探测限 MDC。

（1） β 表面污染水平：根据表 8-3 监测数据可知，拟退役核医学科工作场所控制区（包括衰变池表面）和监督区的 β 表面污染水平监测值均为未检出。满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002） β 表面污染解控水平要求（控制区工作台、设备、墙壁、地面（控制区） 0.8Bq/cm^2 ，上述工作场所监督区及工作服、手套、工作鞋等为 0.08Bq/cm^2 ）。

（2）辐射剂量率：根据表 8-5，衰变池内的辐射剂量率监测为 88nGy/h （单位换算系数为 1.2Sv/Gy ，即为 $0.106 \mu\text{Sv/h}$ ），再结合表 8-4，拟退役核医学科场址内（包括衰变池表面和内部）的辐射剂量率监测结果范围为 $0.078 \sim 0.106 \mu\text{Sv/h}$ （未扣除本底值）。说明拟退役核医学科场址内的辐射剂量率监测结果均在核医学科周围的最大本底值 $0.126 \mu\text{Sv/h}$ 的正常波动范围内。

（3）衰变池放射性底泥：根据表 8-5 监测结果，底泥中 ^{131}I 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 浓度未检出，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。因此，衰变池

续表 8 环境质量和辐射现状

内底泥和放射性废水混合物满足排放要求，可以直接排放到医院污水处理站进一步处理。

（4）根据表 8-4 监测结果，拟退役核医学科场址周围环境保护目标的辐射剂量率监测结果范围为 $0.078\sim 0.104\mu\text{Gy/h}$ （未扣除本底值）。说明拟退役核医学科场址周围环境保护目标的辐射剂量率监测结果均在核医学科周围的最大本底值 $0.126\mu\text{Sv/h}$ 的正常波动范围内。

综上所述，根据现有监测数据，核医学科场所内的设施设备（包括衰变池）已达到清洁解控要求。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 核医学科退役前使用情况回顾

医院影像楼核医学科共有 12 名放射工作人员,2023 年个人剂量为 0.01~1.05mSv/a。

医院影像楼核医学科 2023 年使用 ¹³¹I 开展放射性药物治疗, 每周订购 1 次药物, 甲吸检测和甲亢治疗每次各约 5 人, 全年治疗各约 80 人次; 使用 ^{99m}Tc 开展放射性药物影像诊断, 每周订购 2 次药物, 每次约 5 人, 全年约 160 人次; 病人在服用药剂或注射药物后不住院, 等待检查或者直接离开医院。核素使用情况见表 9-1。

表 9-1 核素使用情况表

核素名称		单人次最大用量 (Bq)	日最大人次	最大日操作量 (Bq)	最大就诊人次		年最大用量 (Bq)	使用时间
					人次/月	人次/年		
¹³¹ I	甲亢	3.70×10 ⁸	5	1.85×10 ⁹	20	80	2.96×10 ¹⁰	每周集中一天服药
	甲吸	1.85×10 ⁵	5	9.25×10 ⁵	20	80	1.48×10 ⁷	每周集中一天服药
^{99m} Tc		7.40×10 ⁸	5	3.70×10 ⁹	40	160	1.18×10 ¹¹	每周集中两天用药
合计		——	15	5.55×10 ⁹	80	320	1.48×10 ¹¹	——

9.2 退役过程概述

核医学科退役过程概述如下：

①退役前的准备工作, 现场踏勘、编制《实施方案》；

②场址辐射环境现状污染调查和监测；

③根据监测结果, 拟退役影像楼核医学科场所及其内部的设施设备、衰变内的底泥均已达到清洁解控水平, 不需要进一步去污处理, 可将该场所内的设施设备分类处理；

④环评单位对退役过程和核医学科退役后场址进行辐射环境影响评价, 编制环境影响评价报告表；

⑤退役环评经生态环境局批准, 按照环评文件及环评审批要求实施退役；

⑥进行退役终态验收, 注销辐射安全许可证的相关内容；

⑦场址达到无限制开放使用的要求, 可作他用。

9.3 核医学科工作场所退役工作流程

续表9 项目工程分析与源项

1) 场所退役需要考虑的主要内容包括:

①影像楼核医学科工作场所的废物全部进行妥善处置;

②场所辐射剂量率的控制水平, 废水的排放限值, 固废的免管限值。

③工作场所恢复正常的环境辐射水平, 放射性污染监测达标, 达到无限制开放使用的程度。

2) 退役工作流程

《实施方案》里拟退役核医学科有存在污染和无污染两种情况各自不同的处理方案。根据场所的监测结果, 本项目核医学科已达到清洁解控水平, 不需要进一步去污处理, 其退役工作流程主要如下:

①确定工作计划, 协调统一退役时间及人员安排, 准备好实施退役的工具及劳保用品, 联系一般固废和危险废物处置单位。

②放射工作人员穿戴好劳保用品, 并使用工具对操作场所内的排气筒、标牌等进行拆卸, 然后按照材质先移金属制品 (SPECT/CT机及配套设备), 再移出桌椅及标识标牌等。

③将工作场所内的设施设备按照材质进行分类, 桌椅、衣柜和沙发等继续利用, 拆除的标识标牌、电线、废供水、排水管道、排气管道、地胶与医疗废物垃圾桶和工作服一起交一般固废处置单位处理, 操作台、洗手池、拖把池作为建筑垃圾处理, 拆除的铅防护门、铅玻璃交有资质单位处置, 报废的SPECT/CT机及配套设备去功能化后, X射线阴极管交有资质单位处置, 其余部分报废交一般固废处置单位处理, 退役工作组产生的生活垃圾、劳保用品交环卫部门处理。衰变池内底泥已满足清洁解控要求, 直接对衰变池进行填埋处理。

④核医学科场所内设施设备移出后检查现场是否残留其他固体废物, 如有, 应及时清理, 如没有, 退出房间, 退役工作完成。

⑤组织退役工作人员开会总结退役工作过程中是否存在不足, 并修订《退役实施方案》。

⑥进行退役终态验收并注销辐射安全许可证上相关内容。

退役工作流程见图9-1所示。

续表9 项目工程分析与源项

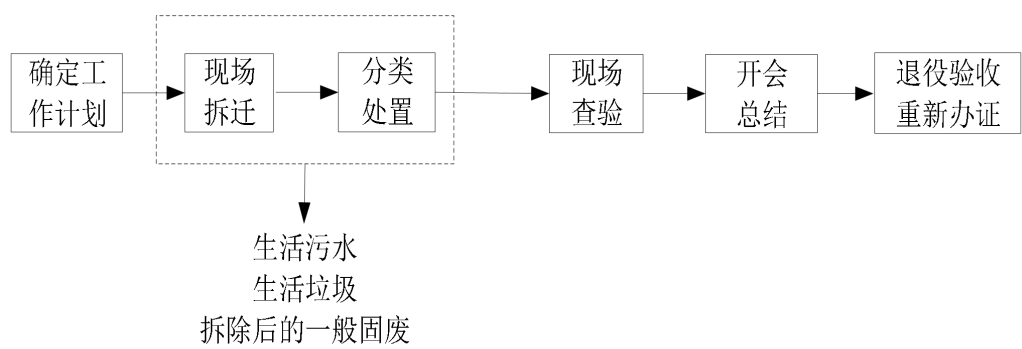


图9-1 退役工作流程图

9.4 退役路径走向

人流物流路径示意图见图9-2所示。

本次核医学科退役工作人员从SPECT/CT检查室防护大门进入核医学科工作，工作完成后原路返回；工作场所清理整备的废物也从SPECT/CT检查室防护大门运出影像楼。废物运出路径与工作人员返回路径一致。

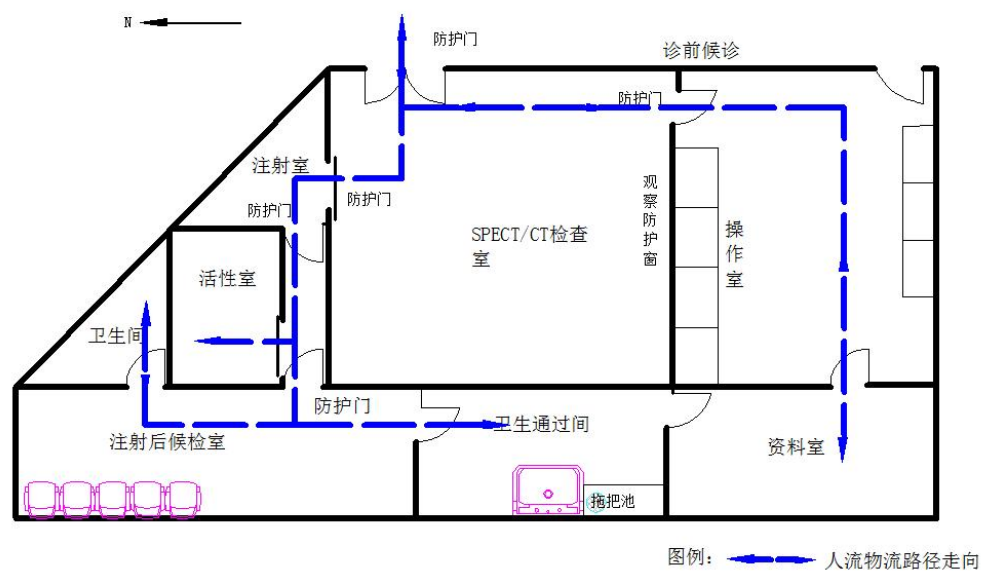


图9-2 核医学科退役实施人流物流路径示意图

9.5 污染源项描述

(1) 拟退役核医学科使用的非密封放射性核素

①同位素基本性质

拟退役的核医学科原使用过的核素为¹³¹I、^{99m}Tc、⁸⁹Sr、³²P。核素情况见表9-2所示。

续表9 项目工程分析与源项

表9-2 核医学科核素特性表

核素	半衰期	衰变模式	β 最大能量 MeV	光子能量 MeV	毒性分组	周围剂量当量率常数(裸源) Γ	操作方式	用途	摄入方式
^{131}I	8.02d	β^-	0.602	0.284,0.365,0.637	中毒	0.0595	简单操作	甲亢治疗、甲吸测定	口服
$^{99\text{m}}\text{Tc}$	6.02h	同质异能跃迁	—	0.140	低毒	0.0303	很简单的操作	SPECT/CT 显像诊断	注射
^{89}Sr	50.53d	β^-	0.5846	—	中毒	—	简单操作	癌性骨转移治疗	注射
^{32}P	14.26d	β^-	1.71	—	中毒	—	简单操作	癌性胸腹水治疗	注射

注： Γ 表示距源1m处的周围剂量当量率常数，单位 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{MBq}\cdot\text{h}$ ；上表数据主要来源于《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）附录H。

②主要污染途径

拟退役的核医学科属于非密封放射性物质工作场所，使用放射性核素 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{131}I 、 ^{89}Sr 、 ^{32}P 后会产生放射性污染物，包括放射性固体废物、放射性废水、放射性废气。

正常操作状态下，工作场所和设备也可能有放射性表面沾污，污染因子为 γ 射线和 β 射线表面污染。

（2）拟退役核医学科污染源

①电离辐射

根据现场监测，拟退役核医学科场所的空气比释动能率与所在场所的本底值相当，各设施设备 β 表面污染监测结果均为未检出限，能达到清洁解控水平要求。

②放射性废气

拟退役核医学科最后一次订购的放射性药物全部用完，无剩余的放射性药品。根据产排污及放射性核素特性，核医学科退役现场无放射性废气产生。

③废水

根据前述分析，少量放射性废水经过自然蒸发，与底泥形成混合物，衰变池内残留少量放射性废水和底泥的混合率，含水率低，主要是底泥。

核医学科退役工作小组工作期间，产生少量生活污水，依托医院现有污水处理设施处理。

④固体废物

续表9 项目工程分析与源项

拟退役核医学科场所内目前主要有 SPECT/CT 机及配套设备、操作台、医疗废物垃圾桶、桌椅、洗手池、拖把池、衣柜和沙发、工作服及墙上的标识标牌等，另铅防护门、铅玻璃、地胶、排气管道、废水管道等未拆除。根据监测，场所内的设备及设施已达到清洁解控水平，可直接作为非放射性废物处理。

桌椅、衣柜和沙发等继续利用，拆除的标识标牌、电线、废供水、排水管道、排气管道、地胶与医疗废物垃圾桶和工作服一起交一般固废处置单位处理，操作台、洗手池、拖把池作为建筑垃圾处理，拆除的铅防护门、铅玻璃交有资质单位处置，报废的 SPECT/CT 机及配套设备去功能化后，X 射线阴极管交有资质单位处置，其余部分报废交一般固废处置单位处理。

衰变池内底泥已满足清洁解控要求，直接对衰变池进行填埋处理。

退役工作小组工作期间，产生少量生活垃圾，依托院内收运系统，交环卫部门处理。

综上，由上述分析并结合实际情况，本项目核医学科开展退役工作时，污染物汇总见表 9-3 所示。

表 9-3 项目核医学科退役工作污染物统计汇总

时段	污染物		位置	主要污染因子	产生量	处理方式及去向
退役期间	废水	退役工作小组产生的生活污水	/	COD、BOD、SS 等	少量	依托医院污水处理站进行处理
	固废	SPECT/CT 机及配套设备、操作台、医疗废物垃圾桶、桌椅、洗手池、拖把池、衣柜和沙发、工作服及墙上的标识标牌	SPECT/CT 检查室、活性室、卫生通过间、资料室	一般固废	约 2t	桌椅、衣柜和沙发等继续利用，拆除的标识标牌、电线、废供水、排水管道、排气管道、地胶与医疗废物垃圾桶和工作服一起交一般固废处置单位处理，操作台、洗手池、拖把池作为建筑垃圾处理，报废的 SPECT/CT 机及配套设备去功能化后，交一般固废处置单位处理
		废铅防护门、铅玻璃、X 射线阴极管	SPECT/CT 检查室、活性室和注射室	危险废物	约 1t	拆除的铅防护门、铅玻璃交有资质单位处置，报废的 SPECT/CT 机的 X 射线阴极管交有资质单位处置
		退役工作小组产生的生活垃圾（劳保用品）	/	生活垃圾	少量	依托医院收运系统，交环卫部门处理
		底泥	衰变池内	/	约 0.3t	直接对衰变池进行填埋处理
		小计	/	/	约 3.3t	/

表 10 辐射安全与防护

10.1 退役方案分析 10.1.1 退役原则 ①遵循辐射防护与安全的基本原则，应符合实践的正当化、防护与安全的最优化和剂量限值，使工作人员和公众所受照射保持在可合理达到的尽量低水平； ②执行“安全第一、预防为主、废物最小化”的原则，尽量避免发生辐射事故，一旦发生事故，设法将事故后果减至最小，确保工作人员、周围居民、社会公众和环境的安全； ③放射性污染物最小化，并得到妥善处理； ④辐射工作场址达到清洁解控水平，实现场址无限制开放。 10.1.2 退役目标 本项目退役的最终目标是，通过监测、分析，并根据检测结果进行必要的去污，使核医学科辐射工作场所达到无限制开放或使用的水平。 10.1.3 退役场所调查及清洁解控水平评价 (1) 污染源调查 1) 普查对象 普查对象是可能污染的所有场地，包括拟退役核医学科各房间地面、墙壁、天花板、工作台、卫生间及通风橱、污物桶等主要设备、衰变池、放射性废物等。普查的目的是查明何处被污染、污染的水平等，为下一步污染治理做好准备。 2) 调查方法 本次通过现状监测数据来判断拟退役核医学科各房间地面、墙壁、天花板、工作台、卫生间及通风橱、污物桶等主要设备、衰变池等四周环境污染程度。 普查时使用表面污染监测仪、手持式多功能剂量仪进行巡测找出异常区域，确定异常区域的范围，检查墙壁有无溅落污染、判断辐射类型等，判定污染方式和核素，然后测量出辐射水平值。 (2) 退役场所解控水平评价 本次对拟退役核医学科各个主要房间、主要设备等辐射环境进行现场监测，从而根据现状监测数据来判断拟退役核医学科各房间地面、墙壁、工作台、卫生间、衰变

续表10 辐射安全与防护

池等四周环境污染程度，分析其是否达到退役要求的清洁解控水平（控制区工作台、设备、墙壁、地面（控制区） $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，上述工作场所监督区及工作工作服、手套、工作鞋等为 $0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，辐射剂量率在核医学科所在位置周围的最大本底值 $0.126\mu\text{Sv}/\text{h}$ 的正常波动范围内）。

10.1.4 退役可行性分析

（1）污染治理单位或相关人员及其要求

根据污染源调查（监测结果）安排退役工作人员。本次退役工作劳动定员5人，从事拟退役工作场所的清理、固废处置等工作。参与退役工作的放射工作人员均为核医学科人员，有一定的辐射安全防护知识，能保证退役工作顺利开展。

（2）退役实施程序

本项目退役程序见图9-1。

（3）废物转移路线及计划

从院方实际情况，拟退役核医学科内主要设备和放射性废物转移路线唯一，具体见图9-2。

（4）项目实施各项保障

为了退役实施过程的安全，退役人员进出现场必须服从统一调度与指挥。现场操作时必须穿戴好劳动保护用品。

（4）实施进度

根据项目情况，将项目划分为四个阶段：

第一阶段：前期准备阶段，主要工作内容包括：现场踏勘、现场监测、编制《实施方案》。

第二阶段：根据监测结果，确定工作计划并安排工作人员及确认现场退役时间。

第三阶段：现场退役工作，按照工作计划中的内容对场所内的物品进行拆卸及分类处理，搬迁完成后并再次做好现场检查工作。

第四阶段：工程总结验收阶段，主要工作内容包括：整理所有相关文件与资料，编写验收监测表，向生态环境主管部门重新办理辐射安全许可证等。

综上所述，项目核医学科已有退役《实施方案》，涉及退役范围、目标、退役

续表10 辐射安全与防护

解控水平、污染源调查、退役工作流程、人员配置、废物处置措施、应急处置和管理，监测等，其设计合理、可行，可操作性较强。按该退役方案开展工作，可确保污染物妥善处置，实现清洁解控的目的，达到无限制开放使用要求。

10.2 平面布置

核医学科退役工作全部在核医学科内部操作。

拟退役核医学科平面布置图见附图 8 所示。

10.3 退役区域分区管理

核医学科本身为封存状态，根据拟退役核医学科工作场所的监测结果，已监测区域的各监测值已达到解控水平。为加强拟退役核医学科应用场所的管理，确保辐射环境安全，根据场所监测报告及退役工作的具体内容，医院拟将整个核医学科工作场所按照监督区进行管理。

10.4 退役辐射防护与污染防治措施

根据监测结果和工程分析，拟退役核医学科场所内的设施设备的监测结果均低于清洁解控水平限值，不需要额外的辐射防护与污染防治措施。医院已采取和拟采取的辐射防护与污染防治措施如下：

- （1）编制退役项目《实施方案》，做好相关退役准备。
- （2）核医学科放射工作人员已对搬迁的物品进行了自行监测，自行监测结果满足清洁解控水平后，才搬运出拟退役核医学科。放射源搬迁时置于专用防护箱内，并对防护箱上锁，运输时用铁链将装源的防护箱固定在了转运推车上，双重保险防止放射源掉落。
- （3）环评现状监测委托有资质的单位进行。
- （4）按照要求对核医学科场所内的废物进行分类收集和处置。
- （5）加强拟退役核医学科的管理，禁止无关人员进入现场。
- （6）配备合适的工具和劳保用品等。

10.5 “三废”治理

（1）退役期间不产生放射性废水，根据现场勘查，少量放射性废水经过自然蒸发，与底泥形成混合物，衰变池内残留少量放射性废水和底泥的混合率，含水率低，

续表10 辐射安全与防护

主要是底泥。根据监测结果，底泥中 ^{131}I 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 浓度未检出，因此不会造成放射性污染。

（2）拟退役核医学科工作场所内的设施设备已满足清洁解控水平要求，无需进一步处理。核医学科工作场所内的桌椅、衣柜和沙发等继续利用，拆除的标识标牌、电线、废供水、排水管道、排气管道、地胶与医疗废物垃圾桶和工作服一起交一般固废处置单位处理，操作台、洗手池、拖把池作为建筑垃圾处理，拆除的铅防护门、铅玻璃交有资质单位处置，报废的 SPECT/CT 机及配套设备去功能化后，X 射线阴极管交有资质单位处置，其余部分报废交一般固废处置单位处理。

（3）本项目场所停用后，无放射性废气产生，退役过程中无废气产生。

表 11 环境影响分析

11.1 退役场所辐射影响分析

(1) 通过对拟退役核医学科辐射工作场所监测数据可知，拟退役核医学科场址内（包括衰变池表面和内部）的辐射剂量率监测结果范围为 0.078~0.106μSv/h（未扣除本底值），在核医学科周围的最大本底值 0.126 μ Sv/h 的正常波动范围内。

(2) 根据监测结果可知，拟退役核医学科场所控制区（包括衰变池表面）和监督区的β表面污染水平监测值均为未检出，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）β表面污染清洁解控水平（控制区 0.8Bq/cm²，监督区及工作服、手套、工作鞋等 0.08Bq/cm²）要求，表明拟退役核医学科场所满足β放射性表面放射性污染解控水平，不需要进一步去污处理。

(3) 根据监测结果可知，衰变池内废泥中 ¹³¹I、^{99m}Tc 未检出，均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）限值 100Bq/g 的要求。因此，衰变池内底泥已满足清洁解控要求，可直接对衰变池进行填埋处理。

综上，拟退役核医学科工作场所的辐射影响已能达到清洁解控水平。

11.2 人员受照剂量分析

X- γ 射线产生的外照射人均年有效剂量当量按下列公式计算：

$$H_{Er}=H^*_{(10)} \times t \times 10^{-3} \tag{11-1}$$

式中：H_{Er}： X 或 γ 射线外照射人均年有效剂量，mSv；

H*₍₁₀₎： X 或 γ 射线周围剂量当量率，μSv/h；

t： X 或 γ 射线照射时间，h/a。

(1) 放射工作人员受照剂量

①防护用品和固体废物转移放射工作人员受照剂量回顾性评价

核医学科 5 名放射工作人员负责防护用品、放射性固体废物、放射源等转移至魁星楼核医学科过程，本评价采用医院提供的个人剂量计监测报告来说明该过程中人员的受照剂量情况。搬迁时间为 2023 年 5 月 10 日，根据职业性外照射个人检测报告四川世阳（GJ）检（2023）5448 号可知，工作人员的受照剂量如下表 11-1：

续表 11 环境影响分析

表 11-1 人员受照剂量表

序号	姓名	主要工作内容	个人剂量计号	个人剂量计佩戴起始日期	佩戴天数	个人剂量当量 (mSv)
1	范永增	核医学科放射工作人员, 负责转移过程等	2321110	2023 年 4 月 1 日	90 天	0.01
2	王进军		2321112	2023 年 4 月 1 日	90 天	0.14
3	田燕		2321114	2023 年 4 月 1 日	90 天	0.01
4	赵晓		2321117	2023 年 4 月 1 日	90 天	0.04
5	赵琴		2321118	2023 年 4 月 1 日	90 天	0.01

② 退役放射工作人员受照剂量

根据医院自行监测数据, 设备搬迁时周围剂量当量率最大值为 $0.09\mu\text{Sv/h}$; 根据本次现状检测结果可知, 拟退役场所辐射剂量率监测结果范围为 $0.078\sim 0.106\mu\text{Sv/h}$ (未扣除本底值), 均在核医学科周围的最大本底值 $0.126\mu\text{Sv/h}$ 的正常波动范围内。因此, 核医学科工作场所内的清理整备工作不会对退役放射工作人员造成附加剂量, 低于本次评价提出的放射工作人员在退役过程中所受剂量管理目标值 2mSv , 满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 等的要求。

(2) 公众成员受照剂量

根据医院自行监测数据, 已搬运出的物品搬运时已无放射性, 另退役时公众不进入场所内, 其均不会受到附加剂量, 因此低于本次评价提出的公众成员在退役过程中所受剂量管理目标值 0.1mSv , 满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 等的要求。

(3) 环境保护目标影响

根据监测, 拟退役场所辐射剂量率监测结果范围为 $0.078\sim 0.106\mu\text{Sv/h}$ (未扣除本底值), 在核医学科周围的最大本底值 $0.126\mu\text{Sv/h}$ 的正常波动范围内, 因此核医学科退役后, 不会对该场所及之外的环境保护目标造成附加的照射剂量, 满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 等的要求 (退役后场所的年附加有效剂量限值不超过 $10\mu\text{Sv/a}$)。

11.3 废水影响分析

根据现场勘查, 少量放射性废水经过自然蒸发, 与底泥形成混合物, 衰变池内残留少量放射性废水和底泥的混合率, 含水率低, 主要是底泥, 按固废考虑。因此已无放射性废水, 不会造成放射性污染。

续表 11 环境影响分析

本项目退役工作人员工作期间的生活污水依托医院现有污水处理站处理。

11.4 固废影响分析

拟退役核医学科工作场所内的设施设备已满足清洁解控水平要求，无需进一步处理，可直接处理。

工作场所内的桌椅、衣柜和沙发等继续利用，拆除的标识标牌、电线、废供水、排水管道、排气管道、地胶与医疗废物垃圾桶和工作服一起交一般固废处置单位处理，操作台、洗手池、拖把池作为建筑垃圾处理，拆除的铅防护门、铅玻璃交有资质单位处置，报废的 SPECT/CT 机及配套设备去功能化后，X 射线阴极管交有资质单位处置，其余部分报废交一般固废处置单位处理；退役工作小组产生的生活垃圾依托医院收运系统，交环卫部门处理。

根据监测结果，底泥中 ^{131}I 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 浓度未检出，可直接对衰变池进行填埋处理，因此不会造成放射性污染。

综上所述，项目拟退役核医学科工作场所的废物均能得到妥善处置，对环境的影响很小。

11.5 退役核医学科解控可行性

综上所述，根据现场现有监测，拟退役核医学科工作场所满足清洁解控水平，根据分析，核医学场址退役后，对所在场所活动的人员不会产生辐射影响。因此，拟退役核医学科已达到清洁解控要求，能无限制开放使用要求。

11.6 实践正当性分析

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。

本项目核医学科退役的实施是为了防止放射性污染物对周围环境及公众的辐射影响与危害，确保环境安全，同时也可增加医院用房的使用率，更好地为患者服务的同时为医院创收。核医学科退役的实施所带来的社会效益与经济效益远大于其处置过程中的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于实践正当性的要求。

续表 11 环境影响分析

11.7 辐射事故风险分析

通过拟退役核医学科辐射工作场所现状监测结果可知，拟退役核医学科各处周围剂量当量率、 β 表面污染的监测均已达到清洁解控水平，无需采取进一步的处理。因此，核医学科退役过程不会发生辐射事故。

11.8 环保投资估算

本项目环保投资估算共约 10 万，占总投资 20%，具体情况见表 11-2。

表 11-2 项目环保投资一览表

序号	项目	环境保护（辐射防护）措施	投资（万元）
1	辐射安全管理	管理制度等	1
2	防护用品	劳保用品等	2
3	退役设施、设备、用品、工具等		
4	三废治理措施	固废收集和处置	2
5	环境影响评价、竣工验收、辐射安全许可证办理等		5
合计			10

表 12 辐射安全管理

12.1 退役管理机构

根据监测和分析，拟退役的核医学科已达到清洁解控水平，可按照常规场所管理，不需要单独设置辐射安全管理机构。

12.2 安全卫生

（1）贯彻“安全第一、预防为主、废物最小化”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）操作人员严格遵守操作规程；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。

（3）在污染去除过程中，要注意力集中，避免发生碰撞、伤人事故。

（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 管理制度

项目针对核医学科退役，制定了《重庆医科大学附属第二医院核医学科退役实施方案》，内容较全，具有一定的可操作性。具体见附件 7。

12.4 辐射监测

（1）退役前的监测

对核医学科各房间地面、墙面、仪器表面、固废袋等进行辐射剂量率、表面污染监测。

（2）退役过程监测

根据退役前的监测结果，现有监测结果表明拟退役核医学科已经达到清洁解控水平，退役过程中不再需要其他的监测。

（3）终态监测

根据退役前的监测结果，现有监测结果表明拟退役核医学科已经达到清洁解控水平，退役后不再需要终态监测。

续表 12 辐射安全管理

12.5 辐射事故应急

本项目拟退役核医学科已全面停止运行，通过拟退役核医学科辐射工作场所现状监测结果可知，拟退役场址各处监测均已达到清洁解控水平。因此，本项目原核医学科在退役过程中不会发生辐射事故。

12.6 竣工验收

根据现有监测结果表明拟退役核医学科已经达到清洁解控水平，能无限制开放使用要求，因此核医学科退役完成后，编制验收（调查）报告，完成自主竣工环保验收工作，并应及时注销辐射安全许可证的相关内容。

本工程竣工环境保护验收一览表见表 12-1。

表12-1 项目核医学科退役终态竣工验收内容及管理要求一览表

序号	验收内容	验收要求	备注
1	环保资料	建设项目的环境影响评价文件、环评批复等	齐全
2	场址废物处置	固废分类，达到清洁解控水平后妥善处置。	/

表 13 结论及建议

13.1 项目概况

渝中院区影像楼核医学科退役项目建设内容包括拟对影像楼 2F 南侧的核医学科场所进行退役。拟退役核医学科用房面积约 200m²，使用含 ¹³¹I、^{99m}Tc、⁸⁹Sr、³²P 的放射性药物，属于乙级非密封放射性物质工作场所。本次拟将场所内的物品、设备、废物等全部进行处理，使该场所达到无限制开放使用的要求。

项目总投资约 50 万元，其中环保投资约 10 万元。

13.2 实践正当性

本项目核医学科退役的实施是为了防止放射性污染物对公众及周围环境的辐射影响与危害，确保环境安全，同时也可增加医院用房的使用率，核医学科退役的实施所带来的社会效益远大于其处置过程中的危害，符合实践正当性的要求。

13.3 辐射环境现状

根据监测结果，拟退役核医学科场址内的辐射剂量率监测结果范围为 0.078～0.106μSv/h（未扣除本底值），在核医学科周围的最大本底值 0.126 μSv/h 的正常波动范围内，无明显差异；拟退役核医学科场所控制区的和监督区的β表面污染水平监测值均为未检出，已满足清洁解控水平。

13.4 退役方案评价

医院编制的核医学科退役方案设计合理、可行，操作性较强，按该退役方案开展工作，可确保放射性污染物妥善处置，确保工程实施后场址的辐射水平达到可接受的水平，实现清洁解控的目的，达到无限制开放使用要求。

13.5 附加有效剂量

根据估算，实施退役过程中，放射工作人员所受到的附加有效剂量低于剂量管理目标值 2mSv 要求，公众成员不会受到额外的照射，附加有效剂量低于管理目标值 0.1mSv 要求，场所退役后场址及周围环境保护目标不会受到附加的照射剂量，低于管理目标值 10μSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）等标准要求。放射性污染物对人员及对环境的影响很小。

续表 13 结论及建议

13.6 辐射防护及污染防治措施有效性

通过分析，医院退役治理工作的辐射防护及污染防治措施可行，废水和固废能得到有效处置，彻底消除了拟退役核医学科场所的安全隐患。退役工作按照要求落实到位，能保障退役工作有序地进行。因此，医院在采取有效的合理的辐射防护措施后，其辐射环境是安全的。

13.7 工作场所辐射水平和表面污染水平

根据现有监测数据，拟退役的核医学科工作场所各项辐射环境监测均满足退役标准限值要求，已达到清洁解控水平，表明拟退役的核医学科场所在经过一定时间的衰变后已满足场址无限制开放使用要求。

因此，拟退役核医学科已达到清洁解控水平，核医学科场所可无限制开放。

13.8 综合结论

为了保护公众和环境的长期安全，实现辐射工作场所退役后为无限制工作场所使用，医院在落实本次环评提出的各项辐射防护和污染防治措施后，核医学科退役对周围环境产生的辐射影响较小，且符合环境保护的要求。从环境保护的角度来看，影像楼核医学科退役可行的。

附图

附图 1	项目地理位置图
------	---------



附图1 项目地理位置图