

核技术利用退役项目

风湿免疫科楼核医学科工作场所退役项目

环境影响报告表

(公示本)

达州市中心医院
二〇二五年十月

生态环境部监制

核技术利用退役项目

风湿免疫科楼核医学科工作场所退役项目

环境影响报告表



退役项目单位:达州市中心医院

退役项目法人代表(签名或签章):黄新江

黄新江

通讯地址:四川省达州市南岳庙街 56 号

邮政编码: 635000

联系人:

电子邮件:

联系电话:

目录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	14
表 3 非密封放射性物质	14
表 4 射线装置	15
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	16
表 6 评价依据	17
表 7 保护目标与评价标准	19
表 8 退役源项调查	22
表 9 退役治理	36
表 10 退役环境影响预测与评价	46
表 11 退役治理能力	59
表 12 结论与建议	64

表1 项目基本情况

项目名称	达州市中心医院风湿免疫科楼核医学科工作场所退役项目				
项目单位	达州市中心医院				
法人代表	■	联系人	■	联系电话	■
注册地址	达州市通川区南岳庙街 56 号				
项目退役地点	达州市通川区南岳庙街 56 号达州市中心医院东南角风湿免疫科楼 (1F)				
立项审批部门	—		批准文号	—	
退役项目总投资 (万元)	■	项目环保投资 (万元)	■	投资比例	■

项目概况

一、退役项目单位基本情况

达州市中心医院（达州市人民医院）统一社会信用代码为 125114004523397853，始建于 1921 年，是国家“三级甲等”综合医院、川东区域医疗中心、国际“爱婴医院”、四川省“十佳城市医院”、省级“文明单位”、达州市红十字医院，是集医疗、教学、科研、预防、保健为一体的川东北地区全国 150 强地市级大型综合性医院，担负着达州市 700 万和巴中、广安、万州、安康等毗邻地区 1000 多万人民的防病治病任务。医院是四川大学华西医院区域合作中心医院、成都中医药大学附属医院、川北医学院非直管附属医院、重庆医科大学和解放军陆军军医大学教学医院，同时承担川北医学院、成都中医药大学本科理论教学工作，也是西南医科大学、重庆三峡医药高等专科学校、达州职业技术学院等大专院校的教学实习基地。达州市中心医院有 3 个院区，一个院区位于达州市通川区南岳庙街 56 号(本部)，一个院区位于达州市通川区大东街 151 号（分院），一个院区位于达州市通川区金龙大道 2 号（分院）。本项目位于医院本部南岳庙街 56 号。

全院占地面积 166 余亩，建筑面积 22.9 万平方米。医院总资产 18.27 亿元，开放病床 1745 张，在职职工 2454 人，技术人员 2322 人，设内科、外科、结核病科、肿瘤科、急诊医学科、康复医学科、重症医学科等 50 多个专业专科专病门诊，设有功能、影像、高压氧、血透、放疗、介入、检验、病理、核医学、输血科等 20 多个检查治疗科室和体检中心。

（一）退役项目由来

达州市中心医院为满足达州市及周边地区超 1700 万人口对核医学诊疗服务的需求，在医院东南角风湿免疫科楼（1F）建设了核医学科，为乙级非密封放射性物质场所，使用放射性同位素 ^{131}I 、 ^{89}Sr 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{18}F 开展甲亢和甲吸治疗、骨癌治疗及显影诊断等工作。根据医院建设总体规划，风湿免疫科楼所在地块将用于建设第三住院大楼，二者位置重叠，且核医学科新址位于第三住院大楼负三层、负一层，已取得环评批复（川环审批[2022] 3 号）处于建设状态。依据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，乙级非密封放射性物质工作场所终结运行后需依法实施退役，因此为服从规划、保障服务持续提升且符合法规要求，需对目前的核医学科实施整体退役。

（二）编制目的

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021版）》（生态环境部令第16号，2021年1月1日起施行）的规定，本项目属于“第五十五项—173条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。又据四川省生态环境厅关于印发《四川省生态环境厅审批环境影响评价文件的建设项目目录（2025年本）》的通知（川环规〔2025〕1号），本项目环境影响报告表应报四川省生态环境厅审查批准。为此，退役单位委托四川同佳检测有限责任公司编制该项目环境影响报告表。报告编制单位接受委托后，在现场踏勘、实地调查了解项目所在地环境条件和充分研读相关法律法规、规章制度、技术资料后，在项目区域环境质量现状评价的基础上，对项目环境影响进行了预测分析，并按相应标准进行评价。同时，就项目对环境可能造成的影响、项目单位从事相应辐射活动的的能力、拟采取的辐射安全和防护措施等进行了综合分析，在此基础上提出合理可行的对策和建议，编制完成本报告表。

二、项目实施的正当性分析

由于医院建设总体规划，该地块用于第三住院大楼的建设，将对目前核医学科实施整体退役。同时工程建成后，可缓解医院医患需求，增强医院发展后劲，促进当地经济发展。

又根据《关于发布放射源分类办法的公告》（原国家环境保护总局公告 2005 年 62 号），乙级非密封放射性物质工作场所的安全管理参照Ⅱ类放射源，按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第三十三条要求，使用Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ类放射源的

场所和生产放射性同位素的场所，以及终结运行后产生放射性污染的射线装置，应当依法实施退役。按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”要求，对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害时，该实践才是正当的。

综上，本项目的实施可缓解医院医患需求、促进当地经济发展，满足辐射防护三原则的要求，所带来的利益是大于所付出的代价的，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”原则与要求，本项目的实施是有必要且具有实践的正当性。

三、项目概况

（一）退役规模及范围

本次具体退役规模为：风湿免疫科核医学科内退役涉及的放射性核素为 ^{131}I 、 ^{89}Sr 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{18}F ，总日等效最大操作量为 $1.13 \times 10^9 \text{Bq}$ ，总年最大操作量 $1.339 \times 10^{12} \text{Bq}$ ，为乙级非密封放射性物质工作场所。其中 ^{131}I 用于开展甲亢和甲吸治疗，日等效最大操作量 $1.11 \times 10^9 \text{Bq}$ ，年最大操作量 $1.332 \times 10^{11} \text{Bq}$ ； ^{89}Sr 用于开展骨癌治疗，日等效最大操作量 $2.96 \times 10^6 \text{Bq}$ ，年最大操作量 $7.104 \times 10^9 \text{Bq}$ ； $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 用于开展显影诊断，日等效最大操作量 $1.48 \times 10^7 \text{Bq}$ ，年最大操作量 $1.11 \times 10^{12} \text{Bq}$ ； ^{18}F 用于开展显影诊断，日等效最大操作量 $8.88 \times 10^5 \text{Bq}$ ，年最大操作量 $8.88 \times 10^{10} \text{Bq}$ 。在该场所内，非密封放射性药品已于 2025 年 6 月停止使用，无剩余存放的放射性药品。根据医院的发展规划需要将风湿免疫科核医学科所有工作场所、配套环保设备、设施、物品、衰变池等进行退役。

根据医院规划，本次拟实施退役的范围包括：①拟退役核医学科工作场所及场所内的设备和物品；②拟退役衰变池、排水管道、排风管道等；③拟清洁解控放射性固体废物、衰变池内的放射性废水、底泥。

1. 本项目主要环境组成及环境影响问题

本项目退役项目组成及主要环境问题见表 1-1。

表1-1 项目组成及主要的环境问题表

名称	退役内容及规模	可能产生的环境问题	
		退役中	退役后
主体工程	①核医学科原非密封放射性物质工作场所：活性	放射性固体废物、	达到无

(退役场所)	室、注射室、注射后等候室、SPECT室及控制室、碘-131治疗室、运动室、抢救室、留观室、污洗间、储源室、衰变室、淋洗室、衰变池等； ②各工作场所设备和用品：工作台、通风橱、废物桶、屏风、防护门、办公桌椅、柜子、放射性废物桶、铅罐、排风系统等； ③可能污染的区域和物品：墙面、地面、桌面、台面及设备设施表面、排风管道、排水管道等。	放射性废水	限制开放水平
公用工程	配电、供电和通讯系统等	\	
辅助工程	依托医院既有设施	\	
办公及生活设施	依托医院既有设施	\	

2. 医院使用放射性同位素的理化性质

表1-2 核医学科使用的核素介绍

序号	使用核素	半衰期	状态	毒性分组	衰变方式	主要射线及能量
1	^{131}I	8.02d	液态	中毒	β^-	β :0.6065(86%)、0.336(13%)、 γ :0.2843(7.46%)、0.3645(81%)、0.6369(8.94%)
2	^{89}Sr	50.5d	液态	中毒	β^-	β :0.5846
3	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	6.02h	液态	低毒	IT、 β^-	γ :0.1405(89.0%)、0.1426、0.3224
4	^{18}F	1.83h	液态	低毒	β^+	β^+ : 0.635、 γ : 0.511

(二) 退役前的运行情况

1. 退役项目建成投运时间

风湿免疫科楼核医学科 2020 年 10 月由成都同洲科技有限责任公司编写完成《拟搬迁核医学科项目环境影响报告表》，并于 2020 年 11 月 13 日取得四川省环境保护厅批复(川环审批〔2020〕122 号)。2022 年 4 月初建设调试完成，并于 2022 年 4 月 29 日取得四川省环境保护厅核发的辐射安全许可证(川环辐证[00250])。2022 年 11 月完成竣工验收。2025 年 6 月停用最后一批放射性同位素药物，自此，风湿免疫科楼核医学科全面停运。

2. 核素使用情况

表1-3 本次退役涉及核素使用情况一览表

序号	工作场所名称	核素	许可最大使用量		用途	停用时间
			日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)		
1	核医学科	^{18}F	8.88×10^5	8.88×10^{10}	使用	2024年5月

2	核医学科	^{89}Sr	2.96×10^6	7.11×10^9	使用	2024年6月
3	核医学科	^{131}I	1.11×10^9	1.33×10^{11}	使用	2024年5月
4	核医学科	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	1.48×10^7	1.11×10^{12}	使用	2025年6月

3. 风湿免疫科楼核医学科辐射环境现状监测情况

2024年医院委托了成都同洲科技有限责任公司对全院28台医用X射线装置使用场所及1个核医学场所进行了X- γ 辐射剂量率和 β 表面污染现状监测。委托单位出具了报告编号为同洲检字（2024）D0114的监测报告。根据监测报告显示，场所X- γ 辐射剂量率为0.092~0.455 $\mu\text{Sv/h}$ ，处于正常辐射水平；核医学科工作场所 β 污染值范围为0.17Bq/cm²~0.44Bq/cm²，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定的监督区表面污染控制水平4Bq/cm²限值要求。

4. 放射性废物处理情况

①核医学科**放射性废气**：主要来自药物分装操作时，挥发产生的气溶胶，风湿免疫科楼核医学科设有1个通风橱，通风橱排风管道引至室外。排风管道内安装有废活性炭，因风湿免疫科楼核医学科放射性药物仅为简单的分装操作，产生的放射性废气量很小，经废活性炭过滤后，极少量的废气排入大气，对外环境的影响很小。风湿免疫科楼核医学科停止运行后，不再有放射性废气产生。

②**放射性废水**：由于在用核素中的长半衰期核素， ^{89}Sr 和 ^{131}I 最近一次诊疗停止前，产生的放射性废水均排入三号衰变池中进行衰变，因此医院2024年委托四川同佳检测有限责任公司对三号衰变池废水开展了送样监测，出具了编号为同佳检字（2024）第1752的监测报告。监测结果显示三号衰变池内放射性废水中总 α 浓度未检出（小于仪器检出下限0.0086Bq/L），总 β 浓度为0.830Bq/L。风湿免疫科楼核医学科运行时，所有放射性废水均通过管道排入衰变池暂存，待池中所有相关核素均达到十个半衰期后，医院委托有资质的单位进行监测，在监测结果满足《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表2限值（总 $\alpha \leq 1\text{Bq/L}$ ；总 $\beta \leq 10\text{Bq/L}$ ）的情况下，再排入医院污水预处理池处理。

③**放射性固体废物**：风湿免疫科楼核医学科内的放射性固体废物均在核医学科

放射性废物暂存间内暂存不低于十个半衰期后，（含¹³¹I的废物须贮存不低于180天），再作为普通医疗废物按照一般医疗废物进行暂存，最终交由有资质的单位收运处置；同时，风湿免疫科楼核医学科建立了放射性固体废物衰变处置台账，对暂存的放射性废物存入衰变室的时间、种类、数量、监测活度和处置日期等进行了登记。

5. 辐射管理规章制度管理情况

根据相关文件的规定，结合医院实际情况，医院已成立了辐射安全与防护管理组织机构，并制定有相对完善的管理制度，包括《辐射工作场所安全管理要求》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射安全和防护设施维护维修制度》、《放射源与射线装置台账管理制度》、《场所分区管理规定》、《辐射工作人员培训计划》、《辐射工作设备操作规程》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射事故处理、应急处置规章制度》、《辐射工作场所和环境辐射水平监测方案》等。

6. 辐射安全事故

医院自取得《辐射安全许可证》以来，未发生过辐射安全事故，具体情况见（附件2）。

（三）退役相关内容

1. 本次主要退役内容

1) 风湿免疫科楼核医学科衰变池废水达到解控水平后，先排入医院污水处理站处理，再将衰变池内底泥铲出后，和其他放射性固体废物一起，达到清洁解控要求后，再进行妥善处理；

2) 风湿免疫科楼核医学科内的墙面、地面、工作台、办公桌椅、卫生洁具等设施表面，达到清洁解控水平；

3) 风湿免疫科楼核医学科场所内配套使用的防护门、排风系统、废物桶、核素保险柜、铅砖、铅罐、铅衣、办公桌椅等设备或物品达到清洁解控要求后，均得到妥善处置。

2. 主要工作内容

针对本项目退役对象，因此本项目退役工作的主要内容是：

- ①委托环评单位对拟退役场所开展环境影响评价；
- ②进行源项调查，委托有资质的单位开展辐射环境现状检测；

③根据源项调查和辐射环境现状监测结果，编制退役方案。对拟退役场所辐射环境现状监测和放射性废水、底泥进行检测，如本项目场所已达到国家相关标准，无须进一步去污，场所内的设备和用品等可作为普通物品继续使用或处置；如有污染，应做有效去污处理直至达到污染解控水平；如需去污，在去污完成后，应妥善收集去污过程中产生的放射性废物、废液，由专人置于容器（容器材质为铅）中，使其衰变后作为医疗废物进行处理；

④环评编制单位对拟退役场所进行辐射环境影响评价；

⑤结合环境影响评价文件及批复文件的要求组织、实施退役；

⑥组织终态验收监测，向审管部门申请该场所为“达到无限制开放的要求”的场所，完成退役。

3. 核医学科退役评价目的

1）在风湿免疫科楼核医学科退役前对该工作场所的辐射环境进行监测，掌握其现状水平；

2）对风湿免疫科楼核医学科的退役方案、拟采取的各项辐射防护措施判断是否得当，针对发现的不合理项或存在的问题提出完善意见；

3）评价风湿免疫科楼核医学科退役过程中医院采取的辐射应急措施是否得当，能否有效防止辐射事故的发生；

4）评价风湿免疫科楼核医学科退役过程对职业人员、公众人员及对周围环境带来的影响；

5）评价风湿免疫科楼核医学科退役后，该场所能否达到无限制开发利用的要求；

6）为退役单位的退役实施提供技术支持，为生态环境主管部门管理提供依据。

4. 退役目标

风湿免疫科楼核医学科整个场所退役完成后，达到无限制开放的目标，该场所内的设备和用品等可以作为普通物品进行处置，放射性废物均得到妥善处置。

5. 退役工作计划及人员配置情况

风湿免疫科楼核医学科退役由医院辐射（放射）安全与防护领导小组负责，既有核医学科和后勤保障科牵头，招标的搬家公司负责搬运，专业施工单位实施拆除，

进行退役后场所不需要再配置人员进行运维，搬运和建筑拆除人员属于公众。

对于本项目退役工作，医院拟划分准备阶段、实施阶段、验收阶段等三个阶段完成退役相关工作，具体工作计划详见表 9-1。

四、医院原有核技术利用情况

（一）风湿免疫科楼核医学科环保手续履行情况

风湿免疫科楼核医学科使用核素环保手续履行情况见表1-4。

表1-4 医院非密封放射性物质环保手续履行情况

项目名称	使用核素	放射性核素使用地点及许可内容	批复情况	验收情况
拟搬迁核医学科项目	^{131}I 、 ^{89}Sr 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{18}F	在达州市通川区南岳庙街 56 号达州市中心医院风湿免疫科楼楼一楼核医学科使用 ^{131}I 、 ^{89}Sr 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{18}F ，分别用于甲亢和甲吸治疗、骨癌治疗、显影诊断	川环审批【2020】122号	2022年11月医院组织了自主验收

由表 1-4 可知，本项目涉及的风湿免疫科楼核医学科场所履行了环境影响评价和竣工环保验收手续，环保手续齐备。

（二）已许可使用射线装置

医院已获许可使用的II、III类医用射线装置共31台，具体情况见表1-5。

表 1-5 医院已获许可使用的医用射线装置

序号	装置名称	规格型号	类别	工作场所	来源	备注
1	钼靶机	GIOTTOI MA GE3D	III类	南岳庙街 56 号放射科机房 5	艾蒙斯	待修，停用
2	移动 X 射线机	JZ06-1	III类	南岳庙街 56 号第一业务综合大楼手术室	西安集智医疗器械科技有限公司	已有
3	医用 C T 机	Brilliance	III类	南岳庙街 56 号手术室	大东街 151 号放射科 C T 机房 1	已有
4	医用诊断 X 射线机 NAX-500 RF	NAX500RF	III类	大东街 151 号放射科机房 1	沈阳东大阿尔派数字系统公司	已有
5	乳腺钼靶 X 射线机	MAMMOMAT Inspiration	III类	大东街 151 号放射科乳腺机房	德国西门子公司	已有
6	40 层螺旋 CT	Definition AS	III类	南岳庙街 56 号放射科	德国西门子公司	已有
7	口腔全景摄影机	OP100/OC100	III类	大东街 151 号放射科机房 3	芬兰	待修，停用
8	数字化 X 射线摄影装置 DR	GE Definium6000	III类	大东街 151 号 DR 摄片室	美国通用公司	已有

9	数字多用途碎石诊断治疗机	HK.ESWL-V	III类	南岳庙街56号碎石中心	深圳市惠康医疗器械有限公司	已有
10	数字化X射线摄影装置DR	GEDefinium 6000	III类	南岳庙街56号放射科机房2	美国通用公司	已有
11	128层螺旋CT	Definition AS	III类	南岳庙街56号CT机房2	德国西门子	已有
12	全身骨密度仪	prodigy primo	III类	南岳庙街56号放射科机房6	美国GE公司	已有
13	SPECT/CT	Infinia_vc Hawkeye 4	III类	南岳庙街56号核医学科SPECT/CT室	美国GE公司	已有
14	骨密度测量仪	Metriscan	III类	大东街151号医学健康科骨密度检查室	美国Alara公司	已有
15	数字化X射线摄影装置DR	DigitalDiagnoat	III类	大东街151号医学健康科DR机房2	荷兰飞利浦公司	已有
16	数字减影血管造影仪	Innova 3100-IQ	II类	南岳庙街56号介入手术室2	美国GE公司	已有
17	移动X光机	ARCADIS Orbic 3D	III类	南岳庙街56号第一业务综合大楼手术室	德国西门子	已有
18	数字化X射线摄影装置DR	DigitalDiagnoat	III类	南岳庙街56号放射科机房1	荷兰飞利浦公司	已有
19	DR	iDR3600B	III类	南岳庙街56号第一业务综合大楼一层DR室	河南柏斯	已有
20	DR	DigitalDiagnost65EN	III类	西区放射科	荷兰飞利浦公司	已有
21	CT	NeuViz 64In	III类	西区放射科	东软医疗系统股份有限公司	已有
22	储能式C形臂X射线机	JZ10	II类	南岳庙街56号第一业务综合大楼手术室：南岳庙街56号手术室	西安集智医疗器械科技有限公司	已有
23	移动式X射线机	MobiEye 700	III类	南岳庙街56号第一业务综合大楼重症医学科	深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司	已有
24	牙科X射线机	CS 2100	III类	南岳庙街56号第一业务综合大楼3层牙片室	Carestream Dental LLC	已有

25	口腔颌面锥形束计算机体层摄影设备	CS 9300C	III类	南岳庙街56号第一业务综合大楼3层CBCT室	Carestream Dental LLC	已有
26	DSA	uniqfd20f	II类	南岳庙街56号介入手术室1	飞利浦医疗系统荷兰有限公司	已有
27	CT	SOMATOM go.Top	III类	南岳庙街56号第一业务综合大楼负一层CT2室	德国西门子公司	已有
28	医用血管造影X射线机	Optima IGS 330	II类	南岳庙街56号介入手术室3		已有
29	移动式X射线机	TMS 300RDR	III类	南岳庙街56号第一业务综合大楼重症医学科	TechnixS.p.A	已有
30	数字胃肠机	PLD9600D	III类	南岳庙街56号业务综合大楼负一楼数字胃肠室	珠海普利德医疗设备有限公司	已有
31	X射线计算机体层摄影设备	Somatom Force	III类	南岳庙街56号业务综合大楼负一楼CT1室	西门子医疗系统有限公司	已有

经调查，医院目前在用III类射线装置共计25台，待修停用2台；在用II类医用X射线装置4台，所有射线装置均履行了相关的环保手续。

（三）医院核技术利用其他情况

1) 医院于2025年1月通过全国核技术利用申报系统（rr.mee.gov.cn）中提交了“2024年度四川省核技术利用单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告”，对医院2024年度的辐射场所的安全和防护状况以及辐射管理情况进行了说明。

2) 医院有专人负责个人剂量档案管理工作。医院为每一名辐射工作人员配备了个人剂量计，委托了四川中环康源卫生技术服务有限公司进行个人剂量检测工作，医院提供了全院2023年第四季度至2024年前三季度连续四个季度个人剂量检测报告，未发现个每季度人剂量数据超标情况。

3) 根据原环保部18号令和《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》的要求，医院在2024年委托了四川同洲科技有限责任公司对医院在用II类、III类X射线装置和核医学科开展了2024年度辐射环境现状监测。在监测结果中，未发

现屏蔽体外0.3m处X-γ辐射剂量当量率超过2.5uSv/h的情况；在辐射工作场所表面污染监测中，未发现工作场所α表面污染水平超过国家标准限值（控制区4Bq/cm²，监督区0.4Bq/cm²），未发现工作场所β表面污染水平超过国家标准限值（控制区40Bq/cm²，监督区4Bq/cm²）的情况。

4）目前81人通过了生态环境主管部门组织的辐射安全与防护考核，取得了辐射安全与防护考核成绩合格单，234人通过了医院自主组织的辐射安全与防护考核。

根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》、《关于进一步优化辐射安全考核的公告》的相关规定，对于仅从事Ⅲ类射线装置活动的辐射工作人员和管理人员，医院应尽快组织其参加培训和考核，并将考核记录存档，考核通过才能上岗；对于从事Ⅱ射线装置、其他辐射源及装置活动的辐射工作人员及管理人员应尽快在国家核技术利用辐射安全与防护学习平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）学习辐射安全与防护知识并通过考核，考核成绩有效期为五年，到期前应再次通过考核。

5）医院具有污水处理站、指定的垃圾集中收集点和衰变池等环境设施。医院医疗废水和生活污水经过医院现有污水处理站预处理后，达标排放到市政污水管网，进入达州市污水处理站处理；生活垃圾通过集中收集后，统一由环卫拖运到指定的地方进行集中处理，医疗废弃物由有资质的单位进行回收处理；衰变池废水经过衰变处理后，排入医院现有的污水处理站进行处理。

五、辐射安全与防护

本项目核医学科退役场所已无放射性药品与放射源，经监测已达到无限制开发利用要求，无需再划定控制区和监督区；现通过门锁常闭方式封存各功能用房，停用通风系统，拆除作业采取封闭、负压吸尘、防护用品穿戴及单向搬运通道等措施防止污染扩散，对周围公众影响较小。

六、安全责任和质量保证

（一）法规依据

《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院第449号令）第三十三条明确要求：“使用Ⅰ类、Ⅱ类、Ⅲ类放射源的场所和生产放射性同位素的场所，以及终结运行后产生放射性污染的射线装置，应当依法实施退役。”

（二）退役项目单位责任

医院承担全部安全责任，确保环境辐射安全，妥善实施退役及辐射环境终态监测，开展自主终态验收；终态验收合格后，及时申请办理辐射安全许可证变更手续。

（三）退役过程中的质量保证措施

为确保退役工作全流程符合《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）、《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）；《核技术利用放射性废物最小化》（HAD 401/11-2020）等标准，从“人员、设备、流程、监测、文件”五个维度建立质量保证体系：

1. 人员资质与培训保障

辐射工作人员：医院成立了辐射（放射）安全与防护管理领导小组，由医院领导全面把控，确保参与本次退役项目的辐射工作人员符合相关资质。

第三方人员：监测单位持有CMA资质，检测人员持证上岗；施工单位人员需经医院核医学科培训后具有一定的辐射安全防护知识后方能上岗。

2. 设备与用品质量控制

所有用于退役监测的设备需在检定有效期内，设备处于正常状态（如电池电量、计数稳定性）。

3. 退役流程质量控制

根据源项调查分析，确定退役方案。医院根据退役方案，在正式退役搬运前，委托有资质单位对拟搬运物品（如铅罐、通风橱）进行表面污染检测，记录数据并签字确认，如发现不达标物品，须先去污。拆除过程中，需对隐蔽部位拆除的管道内壁用脱脂棉擦拭取样，检测达标后方可作为普通废物处置。放射性固体废物（如废活性炭、底泥）须单独暂存于专用库房，记录暂存时间和核素种类；达到清洁解控后，作为医疗废物由有资质单位收运，并留存转移联单。终态监测须委托第三方监测单位按《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）进行开展。医院组织专家、环评单位、监测单位开展自主验收，核查“三同时”落实情况（环保措施与退役工程同步实施）和质量保证措施执行情况，形成《自主验收意见》；验收合格后，在全国建设项目竣工环境保护验收信息系统备案，并公开验收报告。

4. 文件与记录管理

建立退役专项档案，包含：环评文件及批复、退役方案及评审意见、监测报告（现状+终态）、放射性废物转移联单、人员培训记录、设备校准证书、自主验收资料等。档案由医学装备科专人管理，保存期限不少于30年（符合放射性污染防治档案管理要求）。所有记录（如《表面污染监测记录表》《放射性废物暂存台账》《搬运物品清单》）需填写完整、签字确认。电子记录（如监测数据、验收公示截图）需备份存储，防止数据丢失。

5. 应急与监督保障

医院已成立了辐射（放射）安全与防护管理领导小组，全面把控应急处理工作，同时由退役主体科室核医学科，负责执行辐射事故的应急处置工作；同时退役项目全程主动接受四川省生态环境厅、达州市生态环境局的监督检查，及时提供退役进展资料；环评报告全文在医院官网公示，保障公众知情权与监督权。

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
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—

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	使用场所	贮存方式与地点
1	¹³¹ I	液态、半衰期8.0207d	退役	8.77×10 ⁷	8.88×10 ⁵	8.88×10 ¹⁰	甲吸诊断 甲亢治疗	风湿免疫科楼楼 核医学科	已于2024年5月停止使用
2	⁸⁹ Sr	液态、半衰期50.53d	退役	2.96×10 ⁷	2.96×10 ⁶	7.11×10 ⁹	骨癌治疗	风湿免疫科楼楼 核医学科	已于2024年6月停止使用
3	^{99m} Tc	液态、半衰期6.02h	退役	1.11×10 ⁸	1.11×10 ⁹	1.33×10 ¹¹	显影诊断	风湿免疫科楼楼 核医学科	已于2025年6月停止使用
4	¹⁸ F	液态、半衰期109.8min	退役	1.48×10 ¹⁰	1.48×10 ⁷	1.11×10 ¹²	显影诊断	风湿免疫科楼楼 核医学科	已于2024年5月停止使用

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》（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 (MeV)	额定电流 (mA)/剂量 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(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
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(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	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

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
针筒、棉签、服药杯、纸巾手套、滤芯等	固态	^{131}I 、 ^{89}Sr 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{18}F	—	—	—	—	在衰变室内暂存，直至达到清洁解控水平	按普通医疗废物处理
放射性废水	液态	^{131}I 、 ^{89}Sr 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{18}F	—	—	—	—	在衰变池内衰变，直至达到清洁解控水平	经监测，达到清洁解控水平，排入医院污水管道。最终进入医院污水处理站处理
排风管道、放射性废水管道；废活性炭	固态	^{131}I 、 ^{89}Sr 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{18}F	—	—	—	—	在衰变室内暂存，直至达到清洁解控水平	经监测，达到清洁解控水平后，按一般固体废物处理
衰变池底泥	固态	^{131}I 、 ^{89}Sr 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{18}F	—	—	—	—	衰变池底部	经监测，达到清洁解控水平后，按普通医疗废物处理

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为mg/L，固体为mg/kg，气态为mg/m³，年排放总量为kg。

2.含有放射性的废物要注明其排放浓度、年排放总量，相关单位分别用比活度（Bq/L或Bq/kg或Bq/m³）和活度（Bq）。

表6 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国主席令第九号，2014年4月24日修订）；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（中华人民共和国主席令第二十四号，2018年12月29日修正）；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（中华人民共和国主席令第六号，2003年10月1日起施行）；</p> <p>(4) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020年4月29日第十三届全国人民代表大会常务委员会第十七次会议第二次修订）；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院第449号令，2005年12月1日起实施，2019年3月2日第二次修订）；</p> <p>(6) 《四川省辐射污染防治条例》（四川省十二届人大常委会第24次会议通过，2016年6月1日起施行）；</p> <p>(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号第四次修订，自2021年1月4日起施行）；</p> <p>(8) 《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第682号，2017年10月1日实施）；</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 部令第16号，2021年1月1日起施行）；</p> <p>(10) 《放射性废物安全管理条例》（中华人民共和国国务院令第612号，2012年3月1日起施行）；</p> <p>(11) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》（生态环境部令第9号，2019年11月1日起施行）。</p>
技术标准	<p>(1) 《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）；</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>(3) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；</p> <p>(4) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；</p> <p>(5) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；</p>

技术标准	<p>(6) 《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)；</p> <p>(7) 《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)；</p> <p>(8) 《放射性废物管理规定》(GB14500-2002)；</p> <p>(9) 《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)；</p> <p>(10) 《表面污染测定第一部分：β发射体($E_{\beta\max}$ 0.15MeV)和α发射体》(GB/T14056.1-2008)；</p> <p>(11) 《低、中水平放射性固体废物暂时贮存规定》(GB11928-1989)；</p> <p>(12) 《放射工作人员健康要求及监护规范》(GBZ 98—2020)；</p> <p>(13) 《核技术利用设施退役》(HAD401/14-2021)。</p>
其他	<p>(1) 《核技术利用辐射安全和防护监督检查大纲》(生态环境部(国家核安全局))；</p> <p>(2) 《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲(2016)》(川环函[2016]1400号)；</p> <p>(3) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评[2017]4号)；</p> <p>(4) 关于发布《放射性废物分类》的公告，环境保护部、工业和信息化部、国防科工局公告，公告2017年第65号，自2018年1月1日起施行；</p> <p>(5) 《产业结构调整指导目录(2024年本)》(国家发展改革委令 第7号公布，2024年2月1日起施行)；</p> <p>(6) 医院风湿免疫科核医学科原有环评批复及验收文件；</p> <p>(7) 本项目辐射环境现状检测报告；</p> <p>(8) 本项目环境影响评价的委托书；</p> <p>(9) 退役单位提供的与本项目相关的其他技术资料。</p>

表7 保护目标与评价标准

<p>评价范围</p> <p>根据本项目的特点并参照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）中“核技术利用建设项目环境影响评价报告书的评价范围和保护目标的选取原则：“放射性药物生产及其他非密封放射性物质工作场所项目评价范围，甲级取半径 500m 的范围，乙、丙级取半径 50m 的范围”。确定本项目评价范围为风湿免疫科楼核医学科辐射工作场所建筑实体为边界，50m 范围内区域作为评价范围。</p>
<p>保护目标</p> <p>项目涉及风湿免疫科楼核医学科工作场所退役。范围为该场所内及建筑实体边界外50m的区域。退役时，核医学科周围主要是核医学科辐射工作人员、退役工作实施人员及周围停留的公众。结合本项目特点，保护目标为风湿免疫科楼核医学科辐射工作场所内，X-γ辐射剂量率超过2.5μSv/h，β表面污染水平超过国家标准限值（控制区40Bq/cm²，监督区4Bq/cm²）的区域内的相关人员。</p> <p>根据辐射工作场所辐射环境现状监测报告可知，风湿免疫科楼核医学科非密封放射性物质工作场所X-γ辐射剂量率均属于正常天然本底辐射水平；β表面污染水平监测数据均低于探测下限，满足“β表面污染解控水平为0.8Bq/cm²”的要求，已能够满足无限制开发使用的要求。</p>
<p>评价标准</p> <p>一、环境质量及污染物排放的执行标准</p> <p>1. 环境质量控制标准</p> <p>环境空气质量执行国家《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准；</p> <p>地表水环境质量执行国家《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类标准；</p> <p>声环境质量执行国家《声环境质量标准》（GB3096-2008）中2类声功能区环境噪声限值。</p> <p>2. 污染物排放标准</p> <p>大气污染物：《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中的二级标准；</p> <p>水污染物：《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）预处理排放相关</p>

标准；

噪声：施工期执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）中不同施工阶段噪声限值；

固废：一般非放射性固体废物执行《四川省固体废物污染环境防治条例》；

医疗废物执行医疗废物处理处置污染控制标准（GB39707-2020）；

放射性固体废物执行《核技术利用放射性废物最小化》（核安全导则HAD401/11-2020）、《放射性废物管理规定》(GB14500-2002)。

二、电离辐射剂量限值和剂量约束值

（1）电离辐射相关要求执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）。

（2）职业照射：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第4.3.2.1条的规定，对任何工作人员，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量不超过由审管部门决定的连续5年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯平均）20mSv。

（3）公众照射：第B1.2.1条的规定，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年有效剂量1mSv。

（4）根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198—2021）从事放射治疗的工作人员职业照射和公众照射的剂量约束值应符合如下要求：

①一般情况，从事放射治疗的工作人员职业照射的剂量约束值为5mSv/a；

②公众照射的剂量约束值不超过0.1mSv/a。

三、辐射剂量率水平控制值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）4.2.5条解控的要求，结合《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021），确定退役的核医学科非密封放射性物质工作场所内任何可达位置、物品、放射性固体废物等表面的周围剂量当量率达到所处环境本底水平，即达到清洁解控水平。

四、表面污染控制值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录B2表面污染控制水平：“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中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”。

本项目核医学科的表面污染为 β 放射性物质，根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）表 B11 中 β 放射性物质的表面污染控制水平，取其控制水平的五十分之一，因此本项目非密封放射性物质表面污染的控制水平为 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ 。

综上所述，本项目的建筑物（如墙壁、地面等）、设备、材料表面污染水平低于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ 时可作为普通物品使用，即达到清洁解控水平。

五、清洁解控要求

（1）放射性核素豁免水平

表 7-1 本项目涉及放射性核素的清洁解控水平

核素	活度浓度（Bq/g）	活度/Bq
^{131}I	1E+02	1E+06
^{89}Sr	1E+03	1E+06
$^{99\text{m}}\text{Tc}$	1E+02	1E+07
^{18}F	1E+01	1E+06

备注：摘自《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“附录 A 中表 A1”。

（2）放射性废水清洁解控要求

针对衰变池废水，根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）对放射性废水暂存排放情况要求可知：

a)所含核素半衰期小于24小时的放射性废液暂存时间不低于30天；

b)所含核素半衰期大于24小时的放射性废液暂存时间不低于10倍最长半衰期（含 ^{131}I 核素的暂存超过180天），监测结果经审管部门认可后，按照GB 18871中8.6.2规定方式进行排放。即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）放射性废物清洁解控要求

根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021），含碘-131核素的放射性固体废物暂存超过180天、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、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，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。

表8 退役源项调查

一、项目平面布局及外环境关系

达州市中心医院位于四川省达州市南岳庙街 56 号，本项目位于医院东南角风湿免疫科楼 1 楼（共 3 层，无地下室）。在本项目 50m 范围内，东南侧 3m 为医院围墙，围墙外为滨河路及州河；南侧 3m 处为停车场，25m 处为医院污水处理站及医院南门；西北侧 16m 处为内科大楼；北侧 8m 处为停车场；东北侧 3m 处为 2 层楼高医院办公楼，6m 处为 23 层楼医院家属楼天使花苑；正上方为库房（2F），办公室及会议室（3F）。

本项目位于风湿免疫科楼 1 楼，2 楼为康复医学科，目前均停止诊疗，风湿免疫科楼整楼处于腾退状态，无工作人员进出。

风湿免疫科楼 1 楼核医学科从西到东依次为：门诊办公室、病史采集室、更衣室等非辐射区域；核医学诊疗场所即退役涉及的场所为：衰变室、储源室、活性室、注射室、SPECT 室、碘-131 治疗室、留观室等区域。

经现场勘查，目前风湿免疫科楼核医学科工作场所为闲置。在原工作场所产生的少量放射性固体废物、衰变池内放射性废水、部分相关上墙制度等暂未处理，工作场所地面、墙面、工作台面、办公桌面等配套设施暂未处置，防护门、通风橱、排风管道、分装通风橱、核素保险柜等暂未拆除，若干铅砖、铅罐、铅衣、以及其他包装废物等暂未处置。

二、现场探勘现状

（一）现场照片

		
核医学科门诊入口	注射后等候室	运动室

		
抢救室	留观室	碘131治疗室
		
SPECT室	分装通风橱	衰变池
		
操作台	衰变室	储源室

		
淋洗室	放射性废物衰变桶	放射性废物存储照片

图8-1 本项目现状情况照片

（二）三废处理设施情况

1. 废气

本项目核医学科活性室内设有一套通风橱（见图8-1），其与注射室等其他功能房间共同通过一套机械排风系统，同公共卫生间、放免室的两套排风系统合并后，经楼顶南侧排口1（高12m）集中排放。楼顶北侧另设排口2（高12m），用于排放碘-131治疗室等区域废气。经现场踏勘，上述通风橱、机械排风管道及过滤净化系统均处于待拆除和待处理状态。

2. 废水

退役项目运营期放射性废水主要来自于病人的排泄废水和清洗废水。通过医院提供的资料和现场踏勘可知，废水相关设施依托核医学科已建污水立管和室外污水管网，进入衰变池，该衰变池位于核医学科一层东南侧，靠近医院污水处理站。

通过现场踏勘发现，核医学科现有三个并联放射性废水衰变池，放射性废水衰变池容积 $3 \times 15\text{m}^3$ ，且核医学科衰变池目前1、2、3号衰变池均储存有废水，水深约为1~2m，医院在退役准备阶段，委托监测单位在2025年8月和9月分别出具了相关监测报告。

3. 废物

本项目目前暂存的放射性固体废物主要是一次性口杯、注射器、针头和手套等医用器具，放射性废物依托铅垃圾桶（见图 8-1）进行储存，本项目活性室、注射室、碘-131 治疗室、留观室、注射后等候室、抢救室内均设置有不锈钢放射性固废收集桶，用于分核素种类收集产生的核素放射性固废，到达一定量时转入放射性固

废暂存间进行暂存衰变，定期更换下的活性炭过滤将一并作为放射性固废进行收集处理。经现场踏勘和翻阅台账可知，核医学科虽然在实施退役前仍然有 ^{89}Sr 相关的放射废物暂存，但正式退役前，相关废物能达到十个半衰期的储存时限。

（三）退役设施物品清单

表8-1 核医学科工作场所内主要物品处置一览表

房间名	设备设施名称	数量	单位	处置方案
淋洗室	紧急冲淋装置	1	个	报废
	洗手台	1	台	报废
	铅板	\	块	报废
储源室	储源柜	1	套	搬迁，再利用
	铅板	\	块	搬迁，再利用
	上墙制度	2	面	报废
衰变室	铁架台	1	台	搬迁，报废
	铅板	\	块	报废
	烟雾报警装置	1	套	报废
	上墙制度	2	面	报废
活性室	通风橱	1	台	搬迁，再利用
	操作台	1	个	拆除、报废
	医生桌椅	1	个	报废
	铅板	\	块	报废
	上墙制度	4	面	报废
	不锈钢放射性固废收集桶	1	个	搬迁，再利用
注射室	洗手台	1	台	报废
	患者坐椅	2	把	报废
	不锈钢放射性固废收集桶	1	个	搬迁，再利用
SPECT室	SPECT/CT	1	套	搬迁，再利用
	铅板	\	块	报废
控制室	相关控制配套设施	1	套	搬迁，再利用
	铅板	\	块	报废
技师办公室	办公桌及相关办公用具	1	套	搬迁，再利用
	铅板	\	块	报废
注射等候室	变频空调	1	台	搬迁，再利用
	上墙制度	1	面	报废
	铅板	\	块	报废
运动室、抢救室	抢救推车	1	辆	搬迁，再利用
	铅板	\	块	报废
留观室	变频空调	1	台	搬迁，再利用
	上墙制度	1	面	报废

	铅板	\	块	报废
碘131治疗室	肾功仪	1	台	搬迁，再利用
	甲吸仪	1	台	搬迁，再利用
	办公台	1	台	搬迁，再利用

三、周围辐射环境现状调查

（一）现状评价对象及监测因子

本项目涉及的场所为风湿免疫科楼乙级非密封放射性物质工作场所，在退役工程中，对环境空气、地表水质量、声环境影响均较小，主要环境影响为核医学科的辐射环境问题。

通过医院所提供的反馈可知， ^{18}F 和 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 剩余的药品放置衰变的时间超过了清洁解控的时限，且已作为医疗废物进行了相关处置，同时 ^{89}Sr 和 ^{131}I 最近一次诊疗后无药品剩余，所以退役场所内已无放射性药品。

为掌握本项目核医学科在退役前的辐射环境现状水平，委托了四川省永坤环境监测有限公司对医院核医学科辐射工作场所和核医学科的设备用品表面的 γ 辐射剂量率、 β 表面污染水平进行了监测，以及采集衰变池内放射性废水；将采集到的放射性废水委托四川省自然资源实验测试研究中心(四川省核应急技术支持中心)和四川同佳检测有限公司进行总 α 、总 β 以及 ^{131}I 的监测；同时为掌握退役场所内衰变池内遗留物的现状，委托了四川省自然资源实验测试研究中心(四川省核应急技术支持中心)对衰变池内底泥中总 β 、 ^{131}I 质量活度和活度浓度进行了检测。

（二）监测方法及监测仪器

其监测项目、分析方法及来源见表8-2。

表8-2 监测项目及方法

监测项目	监测方法	方法来源
γ 辐射剂量率	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》	HJ 1157-2021
β 表面污染	《表面污染测定第一部分 β 发射体（最大 β 能量大于0.15MeV）和 α 发射体》	GB/T14056.1-2008
废水中的总 α	《水质总 α 放射性的测定 厚源法》	HJ 898-2017
废水、底泥中的总 β	《水质总 β 放射性的测定 厚源法》	HJ 899-2017
废水、底泥中的 ^{131}I	《环境及生物样品中放射性核素的 γ 能谱分析方法》	GB/T 16145-2002

监测使用仪器见表8-3。

表8-3监测使用仪器表

监测项目	监测设备			
	名称及编号	测量范围	检定/校准情况	监测日期
环境 γ 辐射剂量率	RJ32-3602 型分体式多功能辐射剂量率仪编号：YKJC/YQ-40	1nGy/h~1.2mGy/h 20keV~3.0MeV	检定/校准单位：中国测试技术研究院 证书编号：202412102810 检定/校准有效期：2024.12.13~2025.12.12 校准因子：0.96（校准源： ^{137}Cs ）	2025年7月16日
β 表面污染	CoMo170表面污染监测仪编号：YKJC/YQ-06	表面发射率响应 $R_{\beta}=0.44$	检定/校准单位：中国测试技术研究院 证书编号：检定字第202408100522 检定/校准有效期至：2024.08.02~2025.08.01	2025年7月16日
3号衰变池废水中总 α 、总 β 、3号衰变池底泥中总 β	低本底 α 、 β 测量仪编号：MPC-9604 CF0241	相对探测效率： $\text{Sr-90/Y-90} \geq 50\%$ $\text{Cs-137} \geq 40\%$ $\text{Tc-99} \geq 40\%$	检定/校准单位：中国测试技术研究院 证书编号：检定字第202402003712号 检定/校准有效期至：2024.02.16~2026.02.15	废水：2025年7月18日 底泥：2025年8月29日
3号衰变池废水中 ^{131}I 、3号衰变池中底泥 ^{131}I	高纯锗 γ 能谱仪编号：HPGe/CZ0243	相对探测效率： 70%	检定/校准单位：中国测试技术研究院 证书编号：校准字第202403013843号 检定/校准有效期至：2024.03.06~2026.03.05	2025年7月18日
1、2号衰变池废水中总 α 、总 β	万分之一电子天平 箱式电阻炉 数显控温石墨电热板 低本底 α 、 β 测量仪	/	万分之一电子天平LE204E/02:(TJHJ2019-102)(校准) 检定/校准有效期至：2025-01-02至2026-01-01 箱式电阻炉SX-4-10D: (TJHJ2019-115)(校准) 检定/校准有效期至：2025-03-25至2026-03-24 数显控温石墨电热板NK-450B:(TJHJ2019-130)(自查) 检定/校准有效期至：2025-03-12至2026-03-11 低本底 α 、 β 测量仪RAC-800:(TJHJ2021-08)(校准) 检定/校准有效期至：2025-05-13至2027-05-12	2025年9月5日

（三）质量保证

本项目委托的四川省永坤环境监测有限公司、四川省自然资源实验测试研究中心(四川省核应急技术支持中心)、四川同佳检测有限公司均通过了计量认证，具备完整、有效的质量控制体系。本次监测所用的仪器性能参数均符合国家标准方法的要求，均有有效的国家计量部门的校准合格证书，并有良好的日常质量控制程序。监

测人员均经具有相应资质的单位培训，考核合格持证上岗。数据分析及处理采用国家标准中相关的数据处理方法，按国家标准和监测技术规范有关要求进行处理和填报，并按有关规定和要求进行三级审核。

（1）计量认证

从事监测的单位四川省永坤环境监测有限公司、四川省自然资源实验测试研究中心(四川省核应急技术支持中心)、四川同佳检测有限公司，均具备检验检测能力。四川省永坤环境监测有限公司于2024年3月取得了四川省市场监督管理局颁发的计量认证，证书编号为：242312051074，有效期至2030年3月12日；四川省自然资源实验测试研究中心(四川省核应急技术支持中心)取得了中国国家认证认可监督管理委员会颁发的检验检测机构资质认定证书，编号为220020341133，有效期至2028年07月31日；四川省同佳检测有限责任公司通过了四川省市场监督管理局的计量认证（计量认证号：222312051472），有效期至2028年11月21日。

（2）仪器设备管理

①管理与标准化；②计量器具的标准化；③计量器具、仪器设备的校准。

（3）记录与报告

①数据记录制度；②报告质量控制；③监测人员均经具有相应资质的部门培训，考核合格持证上岗。

（四）监测布点原则及监测点布置

核医学科在正常运行时，主要对环境影响的污染因子为 γ 辐射剂量率、 β 表面污染、衰变池内的废水和底泥，因此，对 γ 辐射剂量率、 β 表面污染、放射性废水和底泥的总 α 和总 β 及 ^{131}I 进行了监测。

γ 辐射剂量率、 β 表面污染监测点位主要包括乙级非密封放射性物质工作场所内的各功能用房、相关设备设施及用品、评价范围内附近的建筑等。

放射性废水中的总 α 和总 β 、及 ^{131}I 和底泥的总 β 和 ^{131}I 监测点位，选择了1、2号衰变池废水中的总 α 、总 β ；3号衰变池废水中的总 α 、总 β 及 ^{131}I ；3号衰变池中底泥中的总 β 和 ^{131}I 进行了监测。

（五）监测代表性分析

本次对风湿免疫科核医学科辐射工作场所和设备、用品表面的 γ 辐射剂量率共计布设了37个监测点位、73个 β 表面污染监测点。其中 γ 射线监测范围包含了核医学

科可能存在污染的所有非密封放射性物质工作场所、场所内的物品及场所边界等， β 表面污染监测点位涵盖了本项目所有的工作场所地面、四周墙面和相关设备设施及用品，本次监测均采用巡测的方式进行。

医院退役场所曾使用的核素仅涉及 ^{131}I 、 ^{89}Sr 和 ^{18}F 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 。其中 ^{18}F 在衰变过程中发生 β^+ 衰变（正电子发射）。虽然严格意义上讲，正电子（ β^+ ）属于 β 射线的一种（ β 射线包括 β^- 和 β^+ ），但因其与周围介质中电子迅速发生湮灭反应，几乎瞬间转化为两个能量为511keV的 γ 光子，故在辐射防护和实际检测中通常忽略其 β 射线影响，主要关注 γ 射线； $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 通过“同质异能跃迁”衰变，由激发态跃迁至基态（ ^{99}Tc ），仅释放能量约140keV的 γ 射线； ^{89}Sr 衰变过程中只产生 β 射线，因此检测底泥中的总 β 能够保守代表 ^{89}Sr 的质量活度和活度浓度。此外，风湿免疫科楼核医学科的1、2、3号衰变池内均暂存有放射性废水，故对这三个衰变池内放射性废水的总 α 、总 β 均进行了监测；又因3号衰变池是核医学科放射性诊疗停止前最近一批（2025年6月）放射性废水的存储池，因此额外对3号衰变池废水中的 ^{131}I ，以及其底泥中的总 β 和 ^{131}I 单独进行了监测分析。

本次选取检测放射性废水中的总 α 和总 β 、及 ^{131}I ，底泥中的总 β 、 ^{131}I 质量活度和活度浓度具有代表性。

综上所述，本项目各监测布点涵盖了辐射工作场所范围内和距离最近的保护目标及关注点处，和衰变池内的废水和底泥，根据电离辐射水平随着距离的增加而衰减的规律和核医学科的实际运行情况，能够科学的反映该工作场所的辐射环境现状，点位布设符合技术规范要求。

(六)监测结果及评价

(1) 风湿免疫科楼核医学科工作场所内及周围

①X- γ 辐射剂量率

图8-3 X-γ 辐射剂量率监测布点图

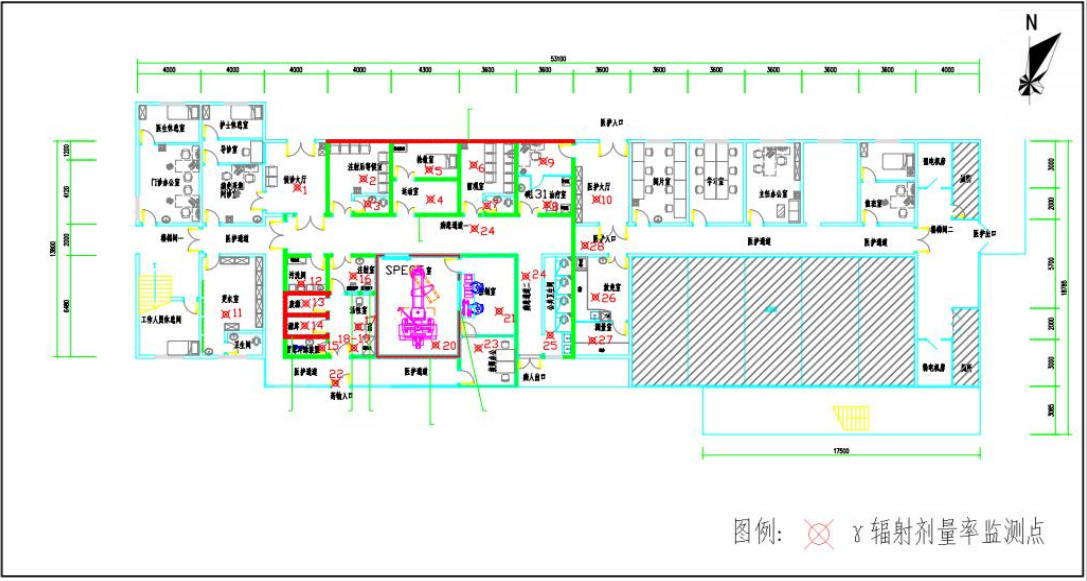


表8-4 X-γ辐射剂量率监测结果（单位：nGy/h）

点位	监测位置	环境X-γ辐射剂量率		备注
		测量值	标准差	
1	候诊大厅	85	2.8	—
2	注射后等候室	77	2.1	—
3	注射后等候室厕所	138	2.8	—
4	运动室	78	1.8	—
5	抢救室	74	1.0	—
6	留观室	76	1.7	—
7	留观室厕所	124	3.1	—

8	碘-131治疗室	76	2.4	—
9	办公室	73	2.3	—
10	医护大厅	78	3.0	—
11	更衣室	99	1.5	—
12	污洗间	75	2.8	—
13	放射性衰变室（废源）	73	2.5	—
14	储源室（源库）	75	2.6	—
15	淋洗室（紧急冲淋装置）	73	2.3	—
16	注射室	78	2.6	—
17	活性室	72	1.9	—
18	活性室通风橱	76	2.6	—
19	活性室通风橱过滤装置	77	2.1	—
20	SPECT室	73	2.4	—
21	SPECT室控制室	78	1.7	—
22	药物入口	79	2.3	—
23	技师办公室	79	2.0	—
24	病患通道（一、二）	79	2.4	—
25	公共卫生间	98	2.1	—
26	放免室	78	2.0	—
27	测量室	77	2.3	—
28	医护入口	78	2.6	—
29	核医学科正上方（2F）	78	1.6	—
30	一级衰变池上方	77	1.8	—
31	二级衰变池上方	75	2.4	—
32	内科大楼	77	1.4	—
33	南侧停车场	76	2.1	—
34	北侧停车场	77	1.8	—
35	医院办公楼	77	2.1	—
36	医院家属楼天使花苑	77	2.1	—
37	院外滨河路	78	2.6	—

注:表8-4中所有数据均未扣除宇宙射线响应值。

13	西侧墙体	$\leq \text{LLD}_\beta$	/	留观室
14	北侧墙体	$\leq \text{LLD}_\beta$	/	
15	厕所地面	0.148	0.005	
16	地面	$\leq \text{LLD}_\beta$	/	碘-131治疗室
17	东侧墙体	$\leq \text{LLD}_\beta$	/	
18	南侧墙体	$\leq \text{LLD}_\beta$	/	
19	西侧墙体	$\leq \text{LLD}_\beta$	/	
20	北侧墙体	$\leq \text{LLD}_\beta$	/	
21	办公室地面	$\leq \text{LLD}_\beta$	/	—
22	医护大厅地面	$\leq \text{LLD}_\beta$	/	—
23	更衣室地面	$\leq \text{LLD}_\beta$	/	—
24	污洗间地面	0.060	0.005	—
25	地面	$\leq \text{LLD}_\beta$	/	放射性衰变室
26	东侧墙体	$\leq \text{LLD}_\beta$	/	
27	南侧墙体	$\leq \text{LLD}_\beta$	/	
28	西侧墙体	$\leq \text{LLD}_\beta$	/	
29	北侧墙体	$\leq \text{LLD}_\beta$	/	
30	地面	$\leq \text{LLD}_\beta$	/	储源室
31	东侧墙体	$\leq \text{LLD}_\beta$	/	
32	南侧墙体	$\leq \text{LLD}_\beta$	/	
33	西侧墙体	$\leq \text{LLD}_\beta$	/	
34	北侧墙体	$\leq \text{LLD}_\beta$	/	
35	地面	$\leq \text{LLD}_\beta$	/	淋洗室地面
36	东侧墙体	$\leq \text{LLD}_\beta$	/	
37	南侧墙体	$\leq \text{LLD}_\beta$	/	
38	西侧墙体	$\leq \text{LLD}_\beta$	/	
39	北侧墙体	$\leq \text{LLD}_\beta$	/	
40	地面	$\leq \text{LLD}_\beta$	/	注射室
41	注射室注射窗口外侧	$\leq \text{LLD}_\beta$	/	注射室
42	注射室服药窗口外侧	$\leq \text{LLD}_\beta$	/	

43	东侧墙体	$\leq \text{LLD}_\beta$	/	
44	南侧墙体	$\leq \text{LLD}_\beta$	/	
45	西侧墙体	$\leq \text{LLD}_\beta$	/	
46	北侧墙体	$\leq \text{LLD}_\beta$	/	
47	地面	$\leq \text{LLD}_\beta$	/	活性室
48	东侧墙体	$\leq \text{LLD}_\beta$	/	
49	南侧墙体	$\leq \text{LLD}_\beta$	/	
50	西侧墙体	$\leq \text{LLD}_\beta$	/	
51	北侧墙体	$\leq \text{LLD}_\beta$	/	
52	操作台面	$\leq \text{LLD}_\beta$	/	—
53	通风橱外表面	$\leq \text{LLD}_\beta$	/	—
54	通风橱内表面	$\leq \text{LLD}_\beta$	/	—
55	SPECT室地面	$\leq \text{LLD}_\beta$	/	—
56	SPECT室控制室地面	$\leq \text{LLD}_\beta$	/	—
57	SPECT室控制室操作台表面	$\leq \text{LLD}_\beta$	/	—
58	医护通道地面	$\leq \text{LLD}_\beta$	/	—
59	技师办公室地面	$\leq \text{LLD}_\beta$	/	—
60	病患通道地面	0.062	0.007	—
61	公共卫生间地面	0.052	0.005	—
62	免放室门表面	$\leq \text{LLD}_\beta$	/	放免室
63	地面	$\leq \text{LLD}_\beta$	/	
64	东侧墙体	$\leq \text{LLD}_\beta$	/	
65	南侧墙体	$\leq \text{LLD}_\beta$	/	
66	西侧墙体	$\leq \text{LLD}_\beta$	/	放免室
67	北侧墙体	$\leq \text{LLD}_\beta$	/	
68	地面	$\leq \text{LLD}_\beta$	/	测量室
69	东侧墙体	$\leq \text{LLD}_\beta$	/	
70	南侧墙体	$\leq \text{LLD}_\beta$	/	
71	西侧墙体	$\leq \text{LLD}_\beta$	/	
72	北侧墙体	$\leq \text{LLD}_\beta$	/	

73	医护入口	$\leq LLD_{\beta}$	/	—
----	------	--------------------	---	---

注： β 表面污染探测下限 $LLD_{\beta}=3.8\times10^{-2}$ Bq/cm²。

由上表可知，本次监测中，测得达州市中心医院风湿免疫科核医学科工作场所退役项目场所周边及场所内的物品等各关注点处的 β 表面污染 $\leq LLD_{\beta}\sim0.148$ Bq/cm²。满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“表面污染控制水平”的规定，可当作普通物品使用，即满足“ β 表面污染解控水平为0.8Bq/cm²”的要求。

③废水中总 α 、总 β 及其碘-131

表8-6 废水中总 α 、总 β 及其碘-131监测结果（单位:(Bq/L)）

检测时间	样品名称	检测项目及结果		
		碘-131 (Bq/L)	总 β (Bq/L)	总 α (Bq/L)
2025-9-1~2025-9-2	1号衰变池	/	0.470	0.027
2025-9-1~2025-9-2	2号衰变池	/	1.09	0.060
2025-7-18~2025-8-18	3号衰变池	1.08	1.01	0.005

由上表可知三号衰变池内代表的最近一批放射性废水的碘-131结果为1.08Bq/L、总 β 和总 α 的监测结果分别为1.01Bq/L、0.005Bq/L，一号衰变池的总 β 和总 α 分别为0.470Bq/L、0.027Bq/L、二号衰变池的总 β 和总 α 为1.09Bq/L、0.060Bq/L。均满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188—2021）中关于放射性废液排放的要求：“所含核素半衰期小于24小时的放射性废液暂存时间超过30天后可直接解控排放，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），放射性废液总排放口总 α 不大于1Bq/L、总 β 不大于10Bq/L、碘-131的放射性活度浓度不大于10Bq/L”。

④衰变池底泥

表8-7 检测结果与标准豁免活度浓度比对结果

监测项目	检测结果		GB18871 中规定豁免活度浓度	
	总 β (Bq/kg)	碘-131 (Bq/kg)	总 β^* (Bq/kg)	碘-131 (Bq/kg)
检测数据	5.68×10^2	4.30×10^{-1}	1×10^5	1×10^5

注：*—总 β 豁免活度浓度保守按照涉核素在 GB18871-2002 表 A1 中最小的 1×10^5 Bq/kg 进行取值。

根据上表可知，底泥样本检测数据中，总 β 检测结果为 4.53×10^2 Bq/kg，远低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中本项目所涉核素豁免活度浓度最小的 1×10^5 Bq/kg；碘-131 检测结果为 4.30×10^{-1} Bq/kg，远低于 GB18871 中规定的放射性核素碘-131 的豁免活度浓度（ 1×10^5 Bq/kg）。因此，本项目衰变池内底泥中放射性活度浓度已远低于豁免活度浓度水平，已满足申报豁免的条件。

表9 退役治理

一、治理方案

（一）治理方案总体原则

根据《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）和《核技术利用放射性废物最小化》（HAD 401/11-2020）的要求，本次退役治理原则如下：

辐射防护最优化：优先采用“监测达标后直接处置”策略，避免不必要的去污、拆除操作，减少人员受照风险；对需操作的环节（如衰变池底泥清理），明确防护措施（穿戴个人剂量计、防护服），控制公众照射剂量 $\leq 0.1\text{mSv/a}$ 。

废物产生量最小化：对可复用设备（如办公桌椅、铅衣）经监测达标后优先二次利用；需拆除设施分类处置（金属类回收、非金属类按普通固废清运），避免过度拆解导致废物量增加。

操作可行性与安全性：结合场所现状（已达清洁解控水平），简化治理流程，避免复杂去污工艺；拆除作业避开医院人员密集时段（如选择夜间、周末），设置警戒线隔离作业区域，减少对医疗秩序的影响。

（二）退役治理实施方案

1. 退役工作流程

医院具体的退役工作流程步骤如下：

- ①退役设施相关情况调查及场址辐射环境现状监测；
- ②环评单位对退役场址进行环境影响评价，出具环境影响评价报告表；
- ③按照环评文件及环评审批要求实施退役；
- ④实施退役终态验收，办理退役审批手续；

⑤经审批主管部门同意后，该场址达到无限制开放的要求。本项目退役工作流程示意图9-1。

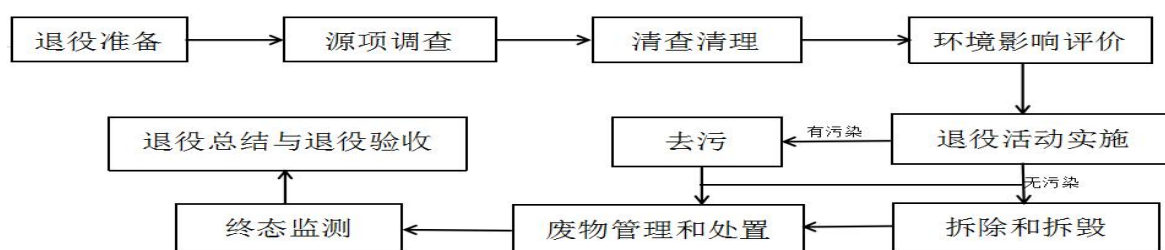


图9-1 本项目退役工艺流程图

2. 退役工作阶段划分及时间规划

（1）退役工作组织

本次退役工作在医院“辐射（放射）安全与防护管理领导小组”组织”的领导下，指派专人负责退役工作的开展，由风湿免疫科核医学学科和后勤保障科共同实施。

（2）退役时间阶段安排

①退役准备阶段，时间11个月。根据退役环境影响评价源项调查和辐射环境现状检测情况，制定退役计划和方案。分类规划整理退役设施和物品，封存放射性废物，开展风湿免疫科核医学学科整体表面污染清洁工作。

②退役实施阶段，时间半个月。按照退役计划，制定详细的搬运计划，拆除需要搬运的设施、设备，记录待搬运物品的数量，并对搬运的物品进行封存；对拆除的通风橱内壁、排风及排水管道内壁等进行监测，确定清洁解控后将底泥作为医疗废物、其他作为普通固体废物进行处理。

③退役验收阶段，时间半个月。委托有资质的单位进行退役工作场所、遗留物品及搬运后封存的物品解控验收检测，满足无限制开放使用的标准要求后，向主管部门提出场所退役验收申请，经审批后，清理遗留物品。

（3）设施或物品处置

本次退役拟将风湿免疫科核医学学科内的墙体、地面、工作台、水池和排水管道等设施使其清洁解控；风湿免疫科核医学学科场所内配套使用的防护门、通风橱、排风管道、废物桶、核素保险柜、铅砖、铅罐、铅衣等设备或物品均得到妥善处置；部分原有的办公桌椅、柜子等用品妥善处理。

（4）搬运工作实施

1) 搬运前准备

①医院后勤保障科制定详细的搬运计划，风湿免疫科核医学学科负责组织对搬运物品进行整理、归类，指定人员清点并记录需搬运的物品名称和数量。

②后勤部提前设定好搬运线路，并在搬运实施前提前划出警戒线进行隔离，为保障搬运工作顺利进行，选择在人员较少的时间段进行。

③核医学学科安排专人配合搬运工作，将搬运物品与搬运人员一一对应，确保搬运时有序行动，迅速实施完成。

④安排专人对拟搬运的物品进行再次监测，并做好记录。

④风湿免疫科核医学学科人员提前考虑好各类物品的处置方案，按照“点对点”的

原则，尽量一次性搬到位，避免反复搬运。

2) 搬运过程中

①由医院辐射（放射）安全与防护管理领导小组负责指挥，风湿免疫科核医学科和后勤部组织人员实施搬运，后勤保障科派专人协调、配合，确保整个过程顺利、高效完成。

②废物转运桶为现有场所主要废弃物，经监测已达到清洁解控水平，可作为一般固体废弃物进行处理。

③后勤部负责对搬运路线进行严格控制，沿途安排专人对全过程监督。

④搬运人员应穿戴个人防护用具（工作服，一次性帽子、口罩、鞋套、手套等），在搬运废物桶时，指定人员还需穿戴防护服、防护手套，佩戴个人剂量报警仪，一旦发现异常，立即停止搬运，直至问题解除。

3) 搬运结束后

①风湿免疫科核医学科指定负责人对搬运物品和数量进行一一核对。

②对风湿免疫科核医学科进行封闭，设置警示标识，提醒无关人员勿入。

4) 场所设施拆除

①在场所内相关物品搬离后，应对对场所隐蔽设施（排水管道等）、隐藏部位（原设备设施等占用位置）关键部位进行 γ 辐射剂量率、表面污染布点监测。

②因隐蔽设施埋于地面以下或管道比监测仪器探测窗口小，无法直接进行测量，应先将其拆除后再进行监测。

③管道检测位置应重点关注弯曲（回弯、拐弯）处，可采用间接监测的方法进行，如通过擦拭一定面积的管道内壁，再使用监测仪器对表面擦拭物进行检测。

④对隐藏部位监测应在设备设施等占用物搬离/拆除后，再采用直接检测法进行检测。

（5）退役验收检测

退役实施完成之后，委托有资质的单位对退役场所用房及遗留物品进行表面污染和空气吸收剂量率水平检测，确认满足清洁解控要求，并经主管部门批准该场所可无限限制开发利用后，对风湿免疫科核医学科用房及相应设施拆除。经过监测，管道内壁、底泥等达到表面污染小于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ 的清洁解控限值，空气吸收剂量率达到周围环境本底水平，即可按照退役方案处置相关废物。

本项目退役工作阶段划分及时间规划一览见表9-1。

表9-1 退役工作详细安排

阶段划分	工作内容	拟实施时间
准备阶段	退役组织机构和分工的设立，资料收集	2024.8
	委托有资质的单位开展退役环境影响评价	
	源项调查、开展辐射环境现状检测，制定退役方案	2025.7
实施阶段	按照环评文件及批复要求实施退役	2025.10
验收阶段	委托有资质的单位开展退役终态监测	2025.11
	组织自主验收	

3. 退役治理范围和清洁解控要求

对于不涉及核素使用的场所（控制室、技师办公区），不存在放射性污染。

本项目在退役实施的过程中对涉及核素使用的场所（SPECT机房、注射室、活性室、衰变室、储源室、污洗间、碘131治疗室、留观室、抢救室等）进行封闭管理。根据现场踏勘和相关监测报告数据可知，本项目拟退役核医学工作场所满足清洁解控要求，无需再进行进一步的清洗去污处理。

根据前文监测结果可知，本项目拟退役核医学工作场所满足清洁解控要求，无需再进行进一步的清洗去污处理，场所内的设备与用品可当作普通物品使用。考虑到核医学工作场所物品多且杂，偏安全考虑，医院在退役过程中仍需对所有物品进行 β 表面污染监测，若监测结果满足清洁解控要求，可直接作为普通物品，再按照医院实际规划进行处理。若不能满足清洁解控要求，则根据放射性废物最小化原则，由工作人员集中收集，临时暂存在新核医学工作场所的固废间内，采取继续暂存衰变的方法，最终使其满足清洁解控要求。

（三）方案可行性分析

（1）退役方案和计划可行性

医院已根据相关要求，制定详细的退役方案，本次拟退役核医学工作场所的退役方案主要包含：核医学工作场所概况，退役工作范围，退役依据文件，核医学工作场所现状及运行史，退役原则，退役源项，退役工作流程，退役实施、条件保障和废物管理，辐射防护与监测，终态监测验收，退役工作时间安排及进度计划等。本次核医学工作场所退役工作在辐射（放射）安全与防护管理领导小组的领导下按照制定的退役方案实施，参与退役工作的辐射工作人员均是原核医学工作人员，可确保放射性废物妥善处置，确保项目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，因此退役方案在技术上可行。

综上所述，根据退役单位编制的退役方案，本次退役有领导负责，医院内有部门具体落实，搬运过程可靠。本评价认为，退役单位严格落实本方案后，污染源能够得到有效控制。

(2) 放射性三废处置措施可行性

所有操作均在封闭或隔离区域内进行，不产生放射性废气，废水经衰变池和医院污水处理站双重处理，无放射性物质外排风险，且如有沾污，采取干式去污，不产生放射性废水。放射性废物已达清洁解控水平，无特殊处置需求。退役产生的固体废物（普通固废、医疗废物、可回收金属）均与医院现有处置设施兼容（如医疗废物暂存间、建筑垃圾暂存点），无需新增废物贮存设施；

因此，放射性三废处置措施具有可行性。

二、退役过程的辐射安全与防护

(一) 两区划分措施

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）控制区和监督区的定义，“控制区：在辐射工作场所划分的一种区域，在这种区域内要求或可能要求采取专门的防护手段和安全措施；监督区：未被确定为控制区、通常不需要采取专门防护手段和安全措施但要不断检查其职业照射条件的任何区域”。

目前，风湿免疫科楼核医学科尚未完成退役工作，但已无放射性药品暂存。医院目前对风湿免疫科楼核医学科各功能用房采取门锁常闭的方式对非密封放射性物质工作场所进行封存、管控。

风湿免疫科楼核医学科非密封放射性物质工作场所经过监测，已经达到无限制开发利用的要求。因此，本项目不需要再划定控制区和监督区。

(二) 既有实体屏蔽运行情况

免疫风湿科楼核医学科平面布局 风湿免疫科楼核医学科为已有建筑，已经运行三年，具有良好的屏蔽，在退役过程中，风湿免疫科楼核医学科内已无放射性药品和放射源，因此对周围公众影响较小。

根据医院提供的成都中辐环境监测测控技术有限公司编制的《达州市中心医院拟搬迁核医学科项目竣工环境保护验收监测报告表》（RM0129），经医院核实，核医学科一层非密封放射性物质工作场所房间防护情况如下

表9-2 核医学科一层非密封放射性物质工作场所房间防护情况一览表

工作场所	墙体、屋顶和地板	防护门
放射性废物暂存室、储源室	20cm实心红砖墙体+5mmPb铅板防护，共 6mmPb 当量；12cm现浇混凝土原有楼板+3mmPb当量；楼顶板防护共4mmPb当量； 地板 12cm现浇混凝土原有楼板。	5mm铅当量
SPECT/CT 室		5mm铅当量
运动抢救室	20cm实心红砖墙体+3mmPb铅板防护，共 4mmPb 当量（其中注射后等候室、留观室、碘-131治疗室、运动抢救室北侧墙壁采用 20cm实心红砖墙体+5mmPb 铅板防护，共6mmPb当量）； 楼顶防护采用 12cm现浇混凝土现有楼板+2mmPb铅板防护（共3mmPb当量）； 地板 12cm现浇混凝土原有楼板。	3mm铅当量
留观室		5mm铅当量
碘-131 治疗室		3mm铅当量
活性室		5mm铅当量
注射室		3mm 铅当量
紧急冲淋装置		
污洗间		
注射后等候室		
控制室、技师办公室		

（三）辐射安全防护措施

（1）退役程中拟配备的辐射防护措施

根据现状监测结果，本项目退役场所地面、墙面及台面，现有设备设施用品等表面的 γ 辐射剂量率已达到环境本底水平、 β 表面污染水平小于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，已经达到清洁解除水平，在退役过程中不会产生放射性固体废物、废水和废气，不需要采用进一步的辐射安全防护措施。

（2）辐射安全用品配置情况

风湿免疫核医学科已全面停用，场所内已无放射性药物，退役过程中不再产生放射性废气；需拆解的通风橱、排风管道在拆除前保持封闭，拆解时对作业面局部负压吸尘，防止积尘扬起；拆除的活性炭过滤器直接装入放射性废物袋。

（3）退役过程的防护措施

①制定详细的退役方案，成立退役工作组，本次退役工作在医院“辐射（放射）安全与防护管理领导小组”的领导下，由核医学科和后勤保障科共同实施。

②制定完整的工作场所内仪器设备、办公生活设施及用品等处置方案，分类按照计划进行处置。制定详细、完整的搬运计划，提前设定好搬运线路、监测计划、并在搬运实施前提前划出警戒线进行隔离，搬运人员穿戴一次性防护服、口罩、手套、鞋套，佩戴个人剂量报警仪，物品分类贴码；搬运前对通道进行表面污染擦拭监测，如有发现污染，使用干式去污法进行去污。

③合理安排搬运时间，选择在人员相对较少的时间段进行搬运。

④合理分配搬运工作，将搬运物品与搬运人员一一对应，并提前设计好各物品的新放置位置，按照“点对点”的原则一次性搬运到位。

（4）退役验收检测

退役实施完成之后，委托有资质的单位对退役场所内及遗留物品进行表面污染和空气吸收剂量率水平进行检测，确认满足清洁解控要求，并经主管部门批准该场所可无限制开发利用后。经过监测，排风、排水管道内壁等达到表面污染小于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ 的清洁解控限值，空气吸收剂量率达到周围环境本底水平，即可按照退役方案处置相关固体废物。

三、辐射安全事故及其应对措施

1. 可能发生的辐射事故

根据医院提供资料，场所停用时已无放射性核素，因此不会发生核素被盗或丢失的情况。本项目退役过程中，可能的辐射事故有：

- （1）退役工作人员未穿戴好防放射性污染防护服，造成辐射污染；
- （2）放射性废物未达到解控水平，即进行了排放处理。

2. 防范措施

（1）实施退役前，医院对退役工作人员进行专业知识培训，穿戴放射性污染防护服等防护用品以及佩戴个人剂量计。

（2）制定退役工作安全规章制度，并负责组织实施，建立健全安全责任制，明确主要负责人、其他负责人等。退役工作由场所原辐射工作人员进行专业性的指导，具备一定的工作经验，对参与退役工作的人员进行安全培训，对放射性废物存入衰变箱的时间和放射性废物的类别等均作出标记，达到解控水平后，方可排放。

根据本次现状检测结果，拟退役核医学工作场所内 β 表面污染低于场所表面污染解控水平，本次拟退役场所无需进一步去污清理，场所内遗留的物品和设备无需进一步去污清理，可直接按照普通物品处理。因此，在退役过程中不会发生辐射事故。

四、环保措施及其投资估算

为保障本项目退役工程安全有序的进行，本项目实施预算为■，其中环保预算为■，占总投资的■。

表9-3 辐射防护设施（措施）及投资一览表

设施与器材	数量	投资金额 (万元)	备 注
个人防护用品（铅衣9件、铅围裙9件、铅围 脖9条、铅眼镜9副）	/	/	利旧
防护口罩	40只		新购
乳胶手套	40双		新购
普通手套	40双		新购
监督区警戒线	/		新购
个人剂量报警仪	9个		利旧
退役环境影响评价费用			/
退役验收监测费用			/
合 计			/

退役废物管理

放射性“三废”的治理

一、放射性废气

核风湿免疫科楼核医学科停止运行后，不再有放射性废气产生。

二、放射性废水

风湿免疫科楼核医学科产生的放射性废水主要包括：辐射工作场所清洗水和给药后患者上卫生间产生的冲洗水，以及病人的排泄废水和清洗废水。其中注射后等候室内病人专用厕所、留观室内病人专用厕所、公共卫生间、污洗间、紧急冲淋装置间、更衣室的卫生间废水经核医学科专用管道排入化粪池，然后进入衰变池，该衰变池位于核医学科一层东南侧，靠近医院污水处理站，避开人群集中活动区域。下水管道均位于地下。放射性废水在衰变池内待其衰变到清洁解控水平后，按普通废水排入医院污水处理站，核医学科停用之后无新增放射性废水。

据医院反馈，风湿免疫科楼核医学科于2025年6月全面停用。根据监测报告可知，本项目三号衰变池内代表的最近一批放射性废水的碘-131结果为1.08Bq/L、总 β 和总 α 的监测结果分别为1.01Bq/L、0.005Bq/L，一号衰变池的总 β 和总 α 分别为0.470Bq/L、0.027Bq/L、二号衰变池的总 β 和总 α 为1.09Bq/L、0.060Bq/L。，均能够满足《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466- 2005）表2限值的要求。

三、放射性固体废物



图 9-2 放射性固体废物图片

经现场踏勘，风湿免疫科楼核医学科产生的放射性固体废物主要有：与锶-89 服药治疗相关的棉签、服药杯、纸巾和手套，以及衰变池内底泥、排风管道、排水管道

等。但由于核医学科于 2025 年 6 月已全面停止诊疗，目前无放射性药物遗存和使用，在退役实施阶段不会有放射性固体废物产生，且 ^{131}I 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{18}F 相关的放射性固体废物均已达到清洁解控要求，无相关暂存， ^{89}Sr 相关的放射性废物能在医院实施退役时达到十个半衰期的（半衰期 505 天，停用日期为 2024 年 6 月 4 日，暂存 505 天后，为 2025 年 10 月 18 日）暂存时间，所以放射性固体废物对医院实施核医学科场所退役影响不大。

四、非放废物的管理

核医学科退役只涉及设备、设施的拆除。以下是本次退役施工期涉及到的非放射性废物的排放。

1. 废水

施工期产生的废水主要为施工拆除废水和拆除人员产生的生活污水，依托医院现有的污水管道进入医院污水处理系统进行排放。

2. 废气

施工期的产生的废气主要为扬尘，为无组织排放。施工产生的地面扬尘主要来自设备拆除产生的扬尘、运输车辆引起的二次扬尘等。可通过遮挡、选择人流较少的时段进行作业并洒水抑尘，来减轻影响

3. 固体废物

施工期产生的固体废物主要为施工人员的生活垃圾和废弃的各种建筑装饰材料等建筑垃圾，按规范分类收集后，交由环卫部门进行清运处理。

4. 噪声

主要是拆除设备产生的噪声，通过合理安排作业时间（避开夜间和午休时段）、加强设备维护、设置临时围挡隔声等措施减轻影响。

表10 退役环境影响预测与评价

退役阶段对环境的影响

一、核医学科退役阶段对环境的影响

（一）核医学科诊疗场所退役辐射环境影响分析

风湿免疫科楼核医学科在2024年6月已全面停止诊疗，为掌握风湿免疫科楼核医学科诊疗场所的辐射环境现状，委托了四川省永坤环境监测有限公司对工作场所、相关设备、设施等物品进行了监测，并对该场所进行了封闭停用，监测结果见表8-4~表8-5。

1.X- γ 辐射剂量率

由表 8-4 可知，达州中心医院风湿免疫科楼核医学科工作场所 X- γ 辐射剂量率（未扣除环境本底）为 72nGy/h~138nGy/h，与四川省生态环境厅发布《2024 年四川省生态环境状况公报》中 2024 年全省辐射环境自动监测站实时连续监测空气吸收剂量率分布示意图范围（ $\leq 160\text{nGy}$ ）基本一致，属于正常天然本底辐射水平。

2.表面污染

由表 8-5 可知，拟退役场所各监测点、物品等 β 表面污染现状值为 $\leq \text{LLD}_\beta \sim 0.148\text{Bq/cm}^2$ 【 β 表面污染探测下限（ $3.8 \times 10^{-2} \text{Bq/cm}^2$ ）】，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“表面污染控制水平”的规定，即“控制区 β 表面污染水平不大于 40Bq/cm^2 ，监督区 β 表面污染水平不大于 4Bq/cm^2 ”，同时符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）表B11中规定的污染水平降低到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，即满足“ β 表面污染解控水平为 0.8Bq/cm^2 ”的要求，说明拟退役的风湿免疫科楼核医学科无需再进行进一步的清洗去污处理，即已能够满足无限制开发使用的要求。

3.其他

风湿免疫科楼核医学科于 2025 年 6 月全面停止放射性核素的使用，截止目前，排水、排风管道和衰变池中无新增核素，同时，退役涉及的最长半衰期核素 ^{89}Sr 在医院无遗存，（半衰期 505 天，停用日期为 2024 年 6 月 4 日，暂存 505 天后，为 2025 年 10 月 18 日）且在医院实施退役时 ^{89}Sr 相关放射性废物能够达到清洁解控的暂存时间要求。

4、小结

综上所述，本次退役工作场所及场所内的设备、设施等物品均已达到清洁解控水平，无需采取进一步的退役措施。由退役工作场所残留的放射性同位素引起的工作人员所受到的附加年有效剂量将湮灭于环境本底辐射中，低于辐射工作人员 5mSv 的剂量约束值要求，造成工作人员受到放射性污染的可能性极低。退役完成后，由残留放射性同位素引起的周围公众所受的附加年有效剂量也将低于 0.1mSv 的剂量约束值的要求。因此，本项目工作场所已达到无限制开放的条件，场所内的设备、设施等物品可以作为普通物品继续使用或处置，本项目退役对周围公众及环境产生影响较小。

（二）大气环境影响分析

风湿免疫科楼核医学科已于2025年6月全面停止放射性同位素使用，停止使用后该场所内不再产生放射性废气。因此，本项目退役无需单独采取额外措施，对周围大气环境几乎无影响。

（三）水环境影响分析

本项目的废水主要为退役实施人员产生的生活污水和风湿免疫科楼核医学科退役过程中、既有衰变池内的废水。

本项目退役实施人员产生的生活污水依托医院现有的生活污水处理设施进行处理。根据现场踏勘时，衰变池内仍存在废水，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，已达到无限制开放的要求，无需采取进一步的退役措施，场所内设备设施辐射环境监测均已达到评价标准，无需进一步去污，该场所在退役过程中不再产生放射性废液，对周围环境无影响。

针对既有衰变池废水，根据监测结果可知三号衰变池内代表的最近一批放射性废水的¹³¹I结果为1.08Bq/L、总β和总α的监测结果分别为1.01Bq/L、0.005Bq/L，一号衰变池的总β和总α分别为0.470Bq/L、0.027Bq/L、二号衰变池的总β和总α为1.09Bq/L、0.060Bq/L。均满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188—2021）中关于放射性废液排放的要求：“所含核素半衰期小于24小时的放射性废液暂存时间超过30天后可直接解控排放，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），放射性废液总排放口总α不大于1Bq/L、总β不大于10Bq/L、¹³¹I的放射性活度浓度不大于10Bq/L”。

此时实施衰变池退役，将衰变池废水可排入医院污水处理站进行统一处理，最终排入市政污水管网，对周围水环境影响不大。

（四）固体废物影响分析

本项目产生的固体废物主要包括两部分，一是退役实施人员产生的生活垃圾，二是风湿免疫科核医学科退役过程中及场所内的固体废物，具体处理方式及对环境的影响如下：

退役实施人员产生的生活垃圾，将通过统一收集后交由环卫部门清运处理。

风湿免疫科核医学科工作场所停诊后，不再产生新的放射性固体废物。经现场勘察，该场所内的放射性固体废物及处理方式如下：

①原核医学科工作场所内的少量放射性固体废物，主要包括服药纸杯、棉签、纸巾、针筒等，经现场监测达到清洁解控水平后，作为医疗废物统一处理；

②通风管道活性炭滤芯达到清洁解控水平后，作为医疗废物交由有资质的单位回收处理；

③衰变池内的少量底泥、排水管道及排风管道等放射性固体废物：底泥在衰变池底部暂存，经监测达到清洁解控水平后作为医疗废物处理；排水管道及排风管道经监测达到清洁解控水平后，作为一般固体废物处理。

此外，本项目拟退役场所已达到清洁解控水平，满足无限制开放要求，无需采取进一步退役措施；场所内相关设备、设施、废活性炭等的辐射环境监测均符合评价标准，无需进一步去污；衰变池内放射性废水排尽后，底泥在池底暂存并经监测达到清洁解控水平，随后作为医疗废物交由有资质的单位处理；排水管道及排风管道经擦拭监测，内壁达到清洁解控水平后作为一般固体废物处理。

综上，本项目实施过程中，固体废物不会对周围环境造成影响。

二、退役治理的辐射影响

因风湿免疫科核医学科内场所、设备设施等物品较多，现状调查时未对所有物品进行监测，为确保退役场所及相关物品达到清洁解控水平的要求，本次采用代表性关注点位的理论计算结合实际监测数据进行分析。

（一）放射性同位素使用情况

根据医院提供的风湿免疫科核医学科放射性同位素使用记录，退役场所内同位素情况见下表。

表10-1 核医学科工作场所内使用放射性同位素参数一览表

核素名称	最后一次采购到货日期	最后一次采购到货测量活度（mCi）	最近一批使用放射性药物活度（mCi）	放射性药物停用及剩余药物进行放置衰变的日期	最近一次诊疗剩余放射性药物活度（mCi）
------	------------	-------------------	--------------------	-----------------------	----------------------

^{99m} Tc	2025.6.1	465	430	2025.6.13	116
⁸⁹ Sr	2024.6.4	/	4.05	2024.6.5	0
¹⁸ F	2024.5.8	15	10	2024.5.8	5
¹³¹ I	/	/	160	2024.5.14	0

根据上表可知，医院最近一次使用放射性核素^{99m}Tc进行诊疗后，剩余药物的放射性活度为116mCi；该药物已停用并剩余药物封存衰变超过4个月（远超30天）。¹⁸F诊疗后剩余药物的放射性活度为5mCi，同样已停用并封存剩余药物衰变超过14个月（远超30天）；¹³¹I已经停用将近17个月，截止2025年10月，已经达到放射性废物暂存（场所放射性药物停止治疗）180天，已能够满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188 -2021）中“所含¹³¹I核素的放射性固体废物暂存超过180天”的规定。

后文将主要开展同位素活度及关注点辐射剂量率的预测分析。虽然⁸⁹Sr停用前最近一次使用时间距拟退役实施日能达到十个半衰期（505d），但本次退役为考虑最大辐射安全防护原则，对⁸⁹Sr单独进行分析，预测其停用前十半衰期内的关注点辐射剂量。

（二）放射性同位素活度

放射性同位素随着时间的推移而衰变，根据其衰变特性，通过下式可得到一定时间后的放射性同位素所剩活度。

$$A_t = A_0 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{T_{1/2}}t} \dots\dots\dots \text{式 (11-1)}$$

式中：

- A_t —放射性同位素当前活度，Bq；
- A_0 —放射性同位素初始活度，Bq；
- $T_{1/2}$ —放射性核素半衰期，d；
- t —放射性核素监测记录与现场调查监测经历的时间，d，

表10-2 核医学科使用^{99m}Tc、¹⁸F、¹³¹I放射性核素活度一览表

核素名称	测量所得源强		初始测量时间	半衰期	现状调查监测时间	现状监测时预测活度（Bq）	*截至时间	拟退役实施时活度（Bq）	备注
^{99m} Tc	最后一次淋洗得到的药物活度	1.59×10 ⁹ Bq（430mCi）	2025.6.13	6.02h	2025.7.16	衰变殆尽（<1Bq）	2025.10.30	衰变殆尽（<1Bq）	暂存衰变

	剩余放射性药物活度	$4.29 \times 10^7 \text{Bq}$ (116mCi)	2025.6.13	6.02h	2025.7.16	衰变殆尽 (<1Bq)	2025.10.30	衰变殆尽 (<1Bq)	
^{18}F	最近一批到货暂存活度	$5.55 \times 10^8 \text{Bq}$ (15mCi)	2024.5.8	1.83h	2025.7.16	衰变殆尽 (<1Bq)	2025.10.30	衰变殆尽 (<1Bq)	已使用
	最后一位患者用药活度	$3.7 \times 10^8 \text{Bq}$ (10mCi)	2024.5.8	1.83h	2025.7.16	衰变殆尽 (<1Bq)	2025.10.30	衰变殆尽 (<1Bq)	
	剩余放射性药物活度	$1.85 \times 10^8 \text{Bq}$ (5mCi)	2024.5.8	1.83h	2025.7.16	衰变殆尽 (<1Bq)	2025.10.30	衰变殆尽 (<1Bq)	暂存衰变
^{131}I	最近一批使用放射性药物活度	$5.92 \times 10^9 \text{Bq}$ (160mCi)	2024.5.11	8.02d	2025.7.16	衰变殆尽 (<1Bq)	2025.10.30	衰变殆尽 (<1Bq)	已使用

*截止时间：退役涉及的最长半衰期核素 ^{89}Sr 在医院无遗存，半衰期505天，停用日期为2024年6月4日，相关放射性废物暂存505天后，为2025年10月18日，因此本次退役环境影响预测评价时，以2025年10月30日作为截至时间进行保守预测。

截至2025年10月30日，按 ^{89}Sr 十个半衰期（505天）向前追溯，回溯终点为2024年6月12日。现将2024年6月12日（含）之前，最近三次 ^{89}Sr 使用台账记录汇总如下。

表10-3 核医学科使用 ^{89}Sr 放射性同位素台账一览表

核素名称	到货时间	药物注射活度	药物注射时间
^{89}Sr	2024.4.18	148MBq (4mCi)	2024.4.19
	2024.5.15	54MBq (1.46mCi)	2024.5.16
	2024.6.3	150MBq (4.05mCi)	2024.6.4

表10-4 核医学科使用 ^{89}Sr 放射性同位素活度一览表

核素名称	测量所得源强	初始测量时间	现状调查监测时间	现状监测时预测活度 (Bq)	截至时间	拟退役实施时活度 (Bq)
^{89}Sr	药物注射活度	148MBq (4mCi)	2024.4.19	2025.7.16	2025.10.30	1.28E+5
		54MBq (1.46mCi)	2024.5.16	2025.7.16		9.84E+4
		150MBq (4.05mCi)	2024.6.4	2025.7.16		6.79E+4

根据上表计算可知，截止2025年8月10日，风湿免疫科核医学科退后一批放射性废物中核素 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{18}F 、 ^{131}I 已经衰变殆尽 (<1Bq)；现状监测时放射性药物核素 ^{89}Sr 最大活度为 $5.55 \times 10^5 \text{Bq}$ ，在截止时间时最大活度为 $1.28 \times 10^5 \text{Bq}$ ，均低于GB18871中“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）”规定的I-131豁免活度 $1 \times 10^6 \text{Bq}$ ， ^{89}Sr 的豁免活度 $1 \times 10^6 \text{Bq}$ ，已能够满足GB18871

中A2.2 c中规定“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与其相应的豁免活度之比之和小于1时，才可能考虑给予豁免”，说明风湿免疫科核医学科已满足申报豁免的基础。

（三）理论计算

医院提供了2024年风湿免疫科核医学科停运前使用的 ^{131}I 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{89}Sr 、 ^{18}F 使用记录和放射性废物收集桶（2mm铅当量），通风橱（20mm铅当量）防护情况，据此可分别计算得出各同位素药物裸源状态下，墙体及通风橱（分装）表面0.3m处最大辐射剂量率。

1.β射线的辐射影响分析

本项目使用的放射性同位素中只有 ^{89}Sr 和 ^{131}I 在衰变过程中会有β射线放出，且衰变时产生的β射线最大能量相近（其中 ^{131}I 产生的射线能量最大），所以本次β射线的辐射影响分析只考虑 ^{89}Sr 和 ^{131}I （保守估计按 ^{131}I 的最大能量进行计算）。根据《放射卫生学》（章仲侯主编，P171），β粒子在不同介质中的射程按下式计算：

$$d = \frac{I}{2\rho} \cdot E_{\text{MAX}} \dots\dots\dots \text{式（11-2）}$$

式中：

d ——β射线在介质中的射程，cm；

ρ ——介质的密度，空气密度为 $1.29 \times 10^{-3} \text{g/cm}^3$ ；砖密度为 1.8g/cm^3 ；铅玻璃密度为 4.6g/cm^3 ；

E_{MAX} —— ^{89}Sr 、 ^{131}I 衰变过程中产生的β射线的最大能量，0.6065MeV。

经计算分析，放射性核素 ^{89}Sr 、 ^{131}I 衰变过程中产生的β射线在空气中最大射程为235cm，在砖墙中最大射程为0.17cm，在铅玻璃中最大射程为0.07cm；

医院所有放射性核素操作均在核医学科场所控制区内，风湿免疫科核医学科各墙体厚度均远大于β射线射程。在退役实施前，医院安排专人对场所和场所内遗留的设备设施等物品进行监测，确定达到清洁解控水平后再实施处置，对退役实施人员和周围公众的影响较小。

2.韧致辐射的影响分析

由于β粒子在遇到重质材料（如：铅、铁等原子序数大于56的材质）屏蔽时，会产生韧致辐射，通常电子能量越大韧致辐射越大，考虑到 ^{89}Sr 为医院所用核素中半衰期最长的核素且最近一次使用量最大为4.05mCi，所以本次预测选用 ^{89}Sr 进行分析。根

据《辐射防护导论》（P133），轫致辐射在空气中的吸收剂量率计算公式如下：

$$D = 4.58 \times 10^{-14} \cdot A_I \cdot Z \cdot (\mu_{en}/\rho) \cdot (E_b/r)^2 \dots\dots\dots \text{式 (11-3)}$$

式中：

- A_I —放射性同位素当前活度，Bq；
- D —屏蔽层中 β 粒子产生的轫致辐射在 $r(\text{m})$ 处空气中的吸收剂量率，Gy/h；
- μ_{en}/ρ —是平均能量为 E_b ($E_b=1/3E_{\text{max}}$) 的轫致辐射在空气中质量能量吸收系数， $\text{m}^2.\text{kg}^{-1}$ ，由《辐射防护导论》附表 1 进行保守取值， 2.672×10^{-3} ；
- Z —电子屏蔽材料的有效原子序数，根据《辐射防护导论》表4.4查得，铅的有效原子序数为82；
- r —与关注点的距离。

β 射线产生的轫致辐射经过屏蔽体衰减后，致各关注点处辐射剂量率通过下式计算：

$$H_{\text{初}} = D \cdot 10^{-\frac{X}{TVL}} \dots\dots\dots \text{式 (11-4)}$$

式中：

- D —轫致辐射在关注点处的最大辐射剂量率，Gy/h；
- X —拟采用的屏蔽材料厚度，mm；
- TVL — γ 射线在相应屏蔽材料中的十值层厚度，保守按照GBZ120-2020中表I.1取值11。

表10-5 β 粒子所致轫致辐射空气吸收剂量率

核素名称	测量所得源强		现状监测时预测活度 (Bq)	屏蔽体防护情况	关注点处空气吸收剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)		
					0.3m	0.5m	1m
^{89}Sr	最近一批药物分装时的活度	150MBq (4.05mCi)	5.55E+5	裸源 (无屏蔽)	1.02E-09	3.66E-10	9.15E-11
				10mmPb通风橱+10mmPb铅罐	4.40E-12	1.59E-12	3.96E-13
	最后一位患者用药活度 (mCi)	150MBq (4.05mCi)	5.55E+5	裸源 (无屏蔽)	6.69E-10	2.41E-10	6.02E-11
				40mmPb厚铅当量防护注射窗台	5.43E-13	1.95E-13	4.89E-14

根据上表计算可知，当放射性药物到场所后，在暂存期间通风橱内距离放射性同位素 0.3m 处最大轫致辐射剂量率为 $1.02 \times 10^{-9} \mu\text{Gy/h}$ ，最后一名患者最大用药量情况下，距离同位素 0.3m 处最大轫致辐射剂量率为 $6.69 \times 10^{-10} \mu\text{Gy/h}$ 。因此，在现状调查监测时，放射性同位素衰变过程中产生的轫致辐射可以忽略不计。

3. γ 射线外照射影响分析

根据源项调查结果，风湿免疫科楼核医学科实际使用的放射性同位素 ^{131}I 、

^{99m}Tc 、 ^{18}F 均已达到《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188 -2021）要求暂存的时间要求，并通过计算说明三种核算已经衰变殆尽（ $<1\text{Bq}$ ）；其中， ^{89}Sr 为纯 β 衰变，不产生 γ 射线。因此，本次环境影响评价不再单独开展 γ 射线外照射影响分析。

（四）辐射环境现状监测结果

风湿免疫科楼核医学科在2025年6月已全面停止运营，为掌握该场所的辐射环境现状，我公司委托了四川省永坤环境监测有限公司对工作场所、设备设施等物品进行了监测，监测结果见表8-4~表8-5。

1.X- γ 辐射剂量率

由表 8-4 可知，测得达州市中心医院风湿免疫科楼核医学科工作场所退役项目的场所周边及场所内的物品等关注点处的环境 X- γ 辐射剂量率为 $72\text{nGy/h} \sim 138\text{nGy/h}$ 。

2.表面污染

根据表 8-5 可知，在场所内、设备设施等物品表面测得 β 表面污染单位面积计数率值为 $\leq \text{LLD}_\beta \sim 0.148\text{Bq/cm}^2$ 。因此，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“表面污染控制水平”的规定，即“控制区 β 表面污染水平不大于 40Bq/cm^2 ，监督区 β 表面污染水平不大于 4Bq/cm^2 ”，同时符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的污染水平降低到表 B11 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，即满足“ β 表面污染解控水平为 0.8Bq/cm^2 ”的要求。

（五）退役过程中对工作人员、公众的影响

（1）根据医院实际的核素使用情况，在退役过程中，工作人员可能受到 γ 射线和 β 射线的外照射。然而，对于外照射防护剂量估算，通常主要考虑穿透力强的 γ 射线（或 X 射线），因为 β 射线容易被屏蔽（如工作服、手套）或被空气吸收，其外照射危害通常远小于 γ 射线，除非是极高能量的 β 射线，才纳入考虑之中。同时查询表 1-1 可知， ^{131}I ： γ 射线能量主要为 0.3645MeV ； ^{99m}Tc ： γ 射线能量为 0.1405MeV （IT 衰变产生），且半衰期极短，通过理论计算，可认为衰变殆尽； ^{18}F ： γ 射线能量为 0.511MeV （正电子湮灭产生），同样 ^{18}F 的半衰期过短，且停用时间达一年以上，在实际的工作环境中可认为衰变殆尽； ^{89}Sr 是纯 β 发射体，其外照射危害相对较小，在整体外照射剂量评估中不是主导因素。保守选择最大有效剂量和最大危害角度进行理论计算，以 ^{131}I 的 γ 射线能量作为依据计算退役工作人员年有效剂量。

退役工作人员年有效剂量计算采用联合国原子辐射效应科学委员会

(UNSCEAR) 2000 年报告附录 A 中的计算公式进行估算：

$$H = Dr \times T \times t \times K \dots\dots\dots\text{式 (11-5)}$$

式中：H——外照射年有效剂量，mSv/a；

Dr——关注点处空气比释动能率，μGy/h；

T——居留因子；

t——年照射时间，h；

K——有效剂量与空气比释动能转换系数，Sv/Gy，系数 K 以《外照射放射防护剂量转换系数标准》（WS/T 830—2024）附录表 B.11 和 ¹³¹I 的γ射线能量作为依据进行保守选取，故 K 保守取值为 1.09Sv/Gy。

(2) 放射工作人员与公众成员的年有效剂量在计算工作人员和公众可能受到的年有效剂量时，剂量率主要选择最大测量点的剂量率，接触时间主要依据退役清污过程中医院拟计划的 3 天的时间（根据医院退役进度安排，核医学清污拟安排 3 天时间，每天按 6 个小时计算，取表 8-3 中核医学科场所及周围γ辐射剂量率检测结果最大值 0.138μGy/h）。因此，本项目退役实施过程中工作人员受照射剂量最大值为（0.138μGy/h×1.09×18h）/1000=2.7×10⁻⁴mSv，即该项目的退役过程中对工作人员的辐射影响是很小的。

（六）理论预测与现状监测对照分析

根据表 10-2、10-4 预测和辐射环境现状监测结果可知，退役场所表面辐射剂量率与实际监测数据无明显差异，说明辐射环境监测结果可信。结合医院提供的反馈信息，F-18 和 Tc-99m 剩余的药物已作为医疗废物进行了相关处置，同时 Sr-89 和 I-131 最近一次诊疗后无药物剩余，所以退役场所内已无放射性药物。因此，风湿免疫科楼核医学科场所内的其他物品也已经达到清洁解控水平。

（七）放射性废水管道、过滤装置滤芯及废水、底泥等分析

根据医院反馈，医院已于 2025 年 6 月 13 日全面停止放射性核素诊疗，衰变池、管道、滤芯及场所内不再新增放射性核素，退役场所运行时，放射性药物 ⁸⁹Sr 不涉及分装操作，过滤装置滤芯和污水管道中含有的核素 ⁸⁹Sr 可忽略不计。此外，放射性污水管道、过滤装置滤芯、衰变池中的核素活度远低于到货暂存放射性药物活度，放射性污水管道、底泥及场所内的其他设备设施物品，截止目前已达到《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188 -2021）中“所含碘-131 核素的放射性固体废物暂存超过 180

天”的规定。

四川省自然资源实验测试研究中心（四川省核应急技术支持中心）和四川同佳检测有限公司分别对风湿免疫科楼核医学科三号衰变池内废水的总α、总β及碘-131 活度浓度，以及一、二号衰变池的总α、总β进行了检测。结果显示：

①三号衰变池（最近一批放射性废水）：碘-131 为 1.08Bq/L，总β为 1.01Bq/L，总α为 0.005Bq/L；

②一号衰变池：总β为 0.470Bq/L，总α为 0.027Bq/L；

③二号衰变池：总β为 1.09Bq/L，总α为 0.060Bq/L。

所有指标均满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188—2021）规定的排放限值（总α≤1Bq/L、总β≤10Bq/L、碘-131≤10Bq/L），废水已达到清洁解控水平，可以作为医疗废水进行处置。

2025 年 8 月委托了四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）对风湿免疫科楼核医学科衰变池内底泥中总β、¹³¹I 活度浓度进行了检测。根据检测报告，底泥样本检测数据中，总β检测结果为 5.68×10² Bq/kg，远低于 GB18871 中规定的放射性核素 ⁸⁹Sr 豁免活度（1×10⁶Bq/kg），¹³¹I 检测结果为 4.30×10⁻¹Bq/kg，远低于 GB18871 中规定的放射性核素碘-131 豁免活度（1×10⁵ Bq/kg）。因此，本项目衰变池内底泥中放射性活度浓度已远低于豁免活度浓度水平，已满足清洁解控的条件，可对底泥进行清洁解控。

（八）小结

综上所述，本次拟退役的风湿免疫科楼核医学科无需再进行进一步的清洗去污处理，即已能够满足无限制开发使用的要求，该场所内的所有设备、设施等可以作为普通物品继续使用或处置，风湿免疫科楼核医学科场所及场所内的设备、设施、衰变池内底泥等均已经达到清洁解控水平，该场所退役的实施对周围公众及环境产生影响较小。

三、退役治理后的辐射影响

表10-6 各子区不同照射途径叠加的公众个人有效剂量

子区名称	关键照射途径	关键核素	公众个人有效量（mSv/a）	备注
核医学科内部（退役作业区）	设备表面γ外照射、β表面污染照射	⁸⁹ Sr、 ¹³¹ I	<1×10 ⁻²	作业人员穿戴防护用品后，剂量进一步降低，远低于职业照射约束值 5mSv/a

核医学科周边 50m 范围 (内科大楼、家属楼天使花苑)	环境 γ 外照射、 空气浸没照射	无 (^{131}I 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{18}F 已衰变殆尽、 ^{89}Sr 实施 退役时能达到十个半衰期的暂存时间)	$<1\times 10^{-3}$	剂量贡献湮灭于环境本底 (天然本底约 0.3mSv/a)，可忽略
医院污水处理站周边	废水水体照射	^{131}I 、 ^{89}Sr	$<1\times 10^{-4}$	已实现达标排放
废物转运路线周边	转运容器 γ 外照射	无 (已解控)	$<1\times 10^{-4}$	转运容器表面剂量率接近本底，对沿途公众无有效剂量贡献

核医学科内部 (退役作业区) 监测显示核医学科内部及设备物品 X- γ 辐射剂量率为 $72\text{nGy/h}\sim 138\text{nGy/h}$ ，属于正常天然本底辐射水平，无额外 γ 辐射剂量贡献； β 表面污染水平为 $\leq \text{LLD}_{\beta}\sim 0.148\text{Bq/cm}^2$ ($\text{LLD}_{\beta}=3.8\times 10^{-2}\text{Bq/cm}^2$)，远低于清洁解控水平 0.8Bq/cm^2 ，通过皮肤接触产生的 β 照射剂量可忽略； ^{89}Sr 在退役实施时 (2025.10) 最大活度为 $3.99\times 10^5\text{Bq}$ ，结合其纯 β 衰变特性 (β 最大能量 0.5846MeV) 及铅质容器 (2mm 铅当量废物桶)，计算得出作业人员接触时附加剂量率 $<1\times 10^{-3}\text{mSv/h}$ ，按 6 天作业时间 18h (保守估计) 计，附加有效剂量 $<1\times 10^{-2}\text{mSv/a}$ ，叠加天然本底后仍 $<1\times 10^{-2}\text{mSv/a}$ (保守估算)。

核医学科退役场所周边 50 范围 (内科大楼、家属楼天使花苑) X- γ 辐射剂量率均为 $74\text{nGy/h}\sim 78\text{nGy/h}$ ，与天然本底一致，无退役相关附加 γ 剂量，同时核医学科已于 2025 年 6 月全面停止放射性核素使用， ^{131}I 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{18}F 已衰变殆尽 ($<1\text{Bq}$)， ^{89}Sr 残留活度极低且无 γ 射线产生；结合距离衰减特性，即使存在微量核素残留，剂量贡献也会快速衰减，叠加后公众个人有效剂量 $<1\times 10^{-3}\text{mSv/a}$ 。

三号衰变池内代表的最近一批放射性废水的碘-131 结果为 1.08Bq/L 、总 β 和总 α 的监测结果分别为 1.01Bq/L 、 0.005Bq/L ，一号衰变池的总 β 和总 α 分别为 0.470Bq/L 、 0.027Bq/L 、二号衰变池的总 β 和总 α 为 1.09Bq/L 、 0.060Bq/L 。，满足 GB18466-2005 表 2 限值 (总 $\alpha\leq 1\text{Bq/L}$ 、总 $\beta\leq 10\text{Bq/L}$ 、 $^{131}\text{I}\leq 10\text{Bq/L}$)，废水排入医院污水处理站后经稀释、处理，放射性浓度进一步降低，达标排放后，计算得出叠加后有效剂量 $<1\times 10^{-4}\text{mSv/a}$ 。

转运的放射性固体废物 (如废活性炭、底泥) 经监测均达清洁解控水平 (β 表面污染 $<0.8\text{Bq/cm}^2$)，转运容器 (2mm 铅当量) 表面剂量率接近环境本底；转运路线 (核医学科至医院门口，长度约 50m) 沿途无人员长时间停留，公众单次接触时间短 ($<1\text{min}$)，按年转运 10 次计，叠加后有效剂量 $<1\times 10^{-4}\text{mSv/a}$ 。

四、事故影响分析

1.可能发生的辐射事故

根据医院提供资料，场所停用时已无放射性核素，因此不会发生核素被盗或丢失的情况。本项目退役过程中，可能的辐射事故有：

- (1) 退役工作人员未穿戴好防放射性污染防护服，造成辐射污染；
- (2) 放射性废物未达到解控水平，即进行了排放处理。

2.源项分析

本退役项目设计放射性同位素，其风险因子为 γ 和 β 射线。按照国务院449号令第四十条关于事故的分级原则现将项目的风险物质、风险因子、潜在危害及可能发生的故事等级列于表10-7中。

表 10-7 项目的风险因子辐射伤害程度与事故分级

事故等级	事故情形
特别重大辐射事故	I类、II类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致3人以上（含3人）急性死亡。
重大辐射事故	I类、II类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致2人以下（含2人）急性死亡或者10人以上（含10人）急性重度放射病、局部器官残疾。
较大辐射事故	III类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致9人以下（含9人）急性重度放射病、局部器官残疾。
一般辐射事故	IV类、V类放射源丢失、被盗、失控，或放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

根据《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104-2017），急性放射病发生参考剂量见表10-8。

表 10-8 急性放射病初期临床反应及受照剂量范围参考值

急性放射病	分度	受照剂量范围参考值
骨髓型急性放射病	轻度	1.0Gy~2.0Gy
	中度	2.0Gy~4.0Gy
	重度	4.0Gy~6.0Gy
	极重度	6.0Gy~10.0Gy
肠型急性放射病	轻度	10.0Gy~20.0Gy
	重度	20.0Gy~50.0Gy
脑型急性放射病	重度	50.0Gy~100.0Gy
	死亡	>100Gy

(1) 核医学科内部（退役作业区）监测显示核医学科内部及设备物品 γ 辐射剂量率为72nGy/h~138nGy/h，属于正常天然本底辐射水平，无额外 γ 辐射剂量贡献，若退役工作人员未穿戴好防放射性污染防护服，根据本项目退役实施过程中工作人员受照射剂量最大值为 $(0.138\mu\text{Gy/h} \times 18\text{h}) / 1000 = 2.7 \times 10^{-4} \text{mGy}$ ，则该项目的退役过程不会

发生辐射事故。

（2）根据本次现状检测结果，拟退役核医学工作场所内 β 表面污染低于场所表面污染解控水平，本次拟退役场所无需进一步去污清理，场所内遗留的物品和设备无需进一步去污清理，可直接按照普通物品处理。

因此，在退役过程中不会发生辐射事故。

表11 退役治理能力

一、辐射安全与环境保护管理机构的设置

医院已成立了辐射（放射）安全与防护管理领导小组，负责全院的辐射安全管理工作，文件（达市医〔2024〕116号）明确了组织机构主要职责、日常办公地点和联系方式，具体人员配置及职责如下：

1、组织架构

组 长：院长

副组长：分管医务科、护理部、公共卫生科、医学装备科、药学科、安全保卫科副院长

成员：医务科、护理部、公共卫生科、医学装备科、药学科、安全保卫科、肿瘤内科、核医学科、介入治疗科、心血管内科、医学影像科、健康医学科、骨科、口腔科、泌尿外科、手术麻醉科、重症医学科、心血管外科、脑血管疾病科、普通外科、神经外科、小儿外科、消化内科、颌面外科、神经内科等相关科室主要负责人

职能科室及临床科室主要负责人因职务调整、退休的，其接任者自行接替。

领导小组下设办公室在医学装备科、负责日常工作，由郭勇兼任办公室主任，熊虹全、唐婕、邓万、贺征、孙小东、朱兴宏兼任办公室副主任，吴乐任秘书。

2、工作职责

(一)根据国家辐射(放射)安全与防护相关法律法规制定我院辐射(放射)防护管理制度和流程；

(二)负责全院辐射(放射)安全与防护监督管理工作，监督检查全院执行辐射(放射)安全与防护法律法规、规章制度的情况，监督检查全院依法开展放射诊疗活动的情况，监督指导放射诊疗场所辐射防护安全管理工作；

(三)负责全院放射诊疗设备、诊疗场所的检测与申报工作；

(四)负责辐射事故的应急处置工作；

(五)组织辐射(放射)工作人员接受专业技术、辐射防护知识及有关规定的培训和职业健康检查；

(六)组织实施全院辐射(放射)工作人员的个人剂量监测及职业健康监护档案管理工作；

(七)指导涉及辐射(放射)的科室制定相应的管理制度和流程。

二、辐射安全管理规章制度

经分析，医院制定的各种辐射安全管理制度较全面，在现有辐射安全管理制度加强管理的情况下，能够满足本项目的需求。

根据对核医学科退役现场调查和监测结果，拟退役区域的工作场所、设备、设施等物品均已达到评价标准要求，无需采取进一步的退役措施。但由于目前尚未完成退役工作，为加强拟退役场所所在区域的管理，确保环境辐射安全，医院应对其实行监督管理。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院第449号令）、《关于修改〈放射性同位素与射线装置安全许可管理办法〉的决定》（原环保部第3号令）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（原环境保护部第18号令）等相关法规文件，拟实施退役的单位应具备的条件与法规的符合情况见表9-1。

表11-1 项目执行相关法律法规的要求对照表

序号	法律法规文件	要求	项目单位情况	结论
1	国务院第449号令	第三十三条使用Ⅰ类、Ⅱ类、Ⅲ类放射源的场所和生产放射性同位素的场所，以及终结运行后产生放射性污染的射线装置，应当依法实施退役。	根据《关于发布放射源分类办法的公告》（原国家环境保护总局公告2005年62号），乙级非密封放射性物质工作场所的安全管理参照Ⅱ类放射源，本项目为乙级非密封放射性物质工作场所，其退役工作正在执行。	计划符合
2	环保部第3号令	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许可证变更或注销手续。	本项目退役完成后，退役单位应及时申请办理辐射安全许可证变更手续。	计划符合
3	原环境保护部第18号令	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相应资质的辐射环境监测机构进行。	正在执行	计划符合
4		第十三条使用Ⅰ类、Ⅱ类、Ⅲ类放射源的场所，生产放射性同位素的场所，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（以下简称《基本标准》）确定的甲级、乙级非密封放射性物质使用场所，以及终结运行后产生放射性污染的射线装置，应当依法实施退役。	正在执行	计划符合

5	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，不得实施退役。	已委托有资质单位编制环境影响评价文件，并报原辐射安全许可证发证机关审查批准。	计划符合
6	第十五条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。	委托有资质的单位进行辐射环境终态监测，在核技术利用项目终态验收，并在退役验收六十日内，向原辐射安全许可证发证机关申请退役。	计划符合
7	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，应当确保环境辐射安全，妥善实施辐射工作场所或者设备的退役，并承担退役完成前所有的安全责任。	已制定项目的辐射防护措施，确保环境辐射安全，妥善实施辐射工作场所或者设备的退役，并承担退役完成前所有的安全责任。	计划符合

根据上表可知，对照结果表明，该项目承诺采取的安全措施和辐射安全管理能够满足相关法律法规的要求。

三、辐射监测

辐射监测是安全防护的一项必要措施，通过辐射剂量监测得到的数据，可以分析判断和估计电离辐射水平，防止保护目标受到过量的照射。根据本项目的特点，核医学科退役辐射监测主要包括辐射环境现状监测、退役过程中监测和退役后的终态监测。

1.辐射环境现状监测

本次评价已对工作场所及周边环境 γ 辐射剂量率、表面污染水平进行了监测。根据现状调查监测结果，该场所及相关设备、设施等物品均已达到清洁解控水平，已达到无限制开放的要求。

2.退役过程中监测

在退役过程中，退役单位应安排专人对搬运前的设备、设施及物品，拆除前的排风管道及排水管道内壁开展 β 表面污染水平监测，并做好记录，确保达到清洁解控水平方可进行下一步处置。

3.退役后的终态监测

核医学科退役实施完成之后，医院应委托有资质单位进行终态验收监测。

(1) 监测目的

终态监测目的：本项目终态检测时，各项技术指标是否满足退役目标值的要求。

(2) 监测项目

在核医学科退役实施完成后，应按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、《医疗机构水污染排放标准》（GB 18466-2005）等相关要求，退役单位应委托有资质单位进行终态监测。

(3) 监测方法

按照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）和《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）的要求，监测方法原则上采用国家标准分析方法，无标准分析方法的，选用经过验证可行的方法。各监测项目采用的标准分析方法见表 12-3。

表 11-2 各监测项目采用的标准分析方法

监测项目	监测方法	方法来源
γ 辐射剂量率	《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
β 表面污染	表面污染测定第一部分 β 发射体（最大 β 能量大于0.15MeV）和 α 发射体	GB/T14056.1-2008

(4) 监测内容和要求

1) 监测内容：X- γ 空气吸收剂量率、 β 表面污染。

2) 监测布点及数据管理：本项目监测布点应参考环评提出的监测计划（表12-4）或验收监测布点方案。监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查。

表12-3 工作场所监测计划建议

场所或设备	监测内容	监测周期	监测布点位置
风湿免疫科 核医学科	γ 辐射剂量率	终态验收 监测1次	各房间内的 γ 辐射剂量率，场所内墙面、地面、桌面及台面的表面污染，其他遗留设施或物品的表面污染水平，排水管道、通风管道等隐藏部位 γ 辐射剂量率及表面污染
	β 表面污染		

四、辐射安全许可证变更

根据原环保部3号令第四十条“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。医院在核医学科退役完成后，可申请办理许可证变更手续。

五、年度评估报告情况

医院应于每年1月31日前向发证机关提交上年度的《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》，近一年（四个季度）个人剂量检测报告和辐射工

作场所年度监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。医院应按照《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》（川环函[2016]1400号）规定的格式编写《安全和防护状况年度评估报告》。医院必须在全国核技术利用辐射安全申报系统中实施申报登记。延续、变更许可证，新增或注销射线装置以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报。

表12 结论与建议

结论

一、项目概况

项目名称：达州市中心医院风湿免疫科楼核医学科工作场所退役项目

退役单位：达州市中心医院

建设性质：其他

退役地点：达州市通川区南岳庙街56号达州市中心医院东南角风湿免疫科（1F）

退役内容及规模为：达州市中心医院拟将风湿免疫科楼核医学科所有工作场所、配套环保设备、设施、物品、衰变池等进行退役。

本次具体退役规模为：风湿免疫科楼核医学科内退役涉及的放射性核素为 ^{131}I 、 ^{89}Sr 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{18}F ，总日等效最大操作量为 $1.13 \times 10^9 \text{Bq}$ ，总年最大操作量 $1.339 \times 10^{12} \text{Bq}$ ，为乙级非密封放射性物质工作性场所。其中 ^{131}I 用于开展甲亢和甲吸治疗，日等效最大操作量 $1.11 \times 10^9 \text{Bq}$ ，年最大操作量 $1.332 \times 10^{11} \text{Bq}$ ； ^{89}Sr 用于开展骨癌治疗，日等效最大操作量 $2.96 \times 10^6 \text{Bq}$ ，年最大操作量 $7.104 \times 10^9 \text{Bq}$ ； $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 用于开展显影诊断，日等效最大操作量 $1.48 \times 10^7 \text{Bq}$ ，年最大操作量 $1.11 \times 10^{12} \text{Bq}$ ； ^{18}F 用于开展显影诊断，日等效最大操作量 $8.88 \times 10^5 \text{Bq}$ ，年最大操作量 $8.88 \times 10^{10} \text{Bq}$ 。在该场所内，非密封放射性药品已于 2025 年 6 月停止使用，无剩余存放的放射性药品。根据医院的发展规划需要将风湿免疫科楼核医学科所有工作场所、配套环保设备、设施、物品、衰变池等进行退役。

风湿免疫科楼已于 2025 年 6 月全面停止使用非密封放射性物质，已无放射性药品，不再产生放射性废气，衰变池内无新增放射性废水。根据医院的建设规划需要，医院拟将核医学科工作场所进行退役并封闭管理。根据现场踏勘，少量固体废物贮存于废物间内，场所内的排水管道、通风橱、门、窗、吊顶及排风系统等设施未拆除，部分办公桌椅、柜子及卫生洁具等物品未处置，本次退役拟对场所内的相关设备、设施等物品实现清洁解控，并妥善处置。

二、本次退役内容

1) 风湿免疫科楼核医学科衰变池废水达到解控水平后，先排入医院污水处理站处理，再将衰变池内底泥铲出后，和其他放射性固体废物一样，达到清洁解控要求后，再进行妥善处理；

2) 风湿免疫科楼核医学科内的墙面、地面、工作台、办公桌椅、卫生洁具等

设施表面，达到清洁解控水平；

3) 风湿免疫科楼核医学科场所内配套使用的防护门、排风系统、废物桶、核素保险柜、铅砖、铅罐、铅衣、办公桌椅等设备或物品达到清洁解控要求后，均得到妥善处置。

三、选址合理性分析

风湿免疫科楼核医学科为既有场所，医院拟对其进行退役，不再考虑选址和布局的合理性。

四、工程所在地区环境质量现状

①经监测，本项目退役工作场所、设备、设施等物品各监测点处X-γ辐射剂量率范围为71nGy/h~114nGy/h(未扣除本底)，属于正常天然本底辐射水平。因此，本项目风湿免疫科楼非密封放射性物质工作场所可开放。

②核医学科相关所有场所、设备、设施及用品表面β表面污染水平监测值均低于仪器监测下限，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“表面污染控制水平”的规定，满足“β表面污染解控水平为0.8Bq/cm²”的要求，本项目所有场所、设备、设施及用品均能够满足β表面污染解控水平的要求。

③本项目衰变池内放射性废水及其底泥，项目场所、设备设施、衰变池等均已到达清洁解控水平，不需要进行去污，不新增放射性废水。因此对周围水环境不产生影响。

综上所述，本项目风湿免疫科楼核医学科所有工作场所，场所内的设备、设施及物品、等监测结果均达到评价标准，无需采取进一步的退役措施。因此本项目工作场所可达到无限制开放的目标，场所内的设备、设施及用品等可以作为普通物品继续使用或处置。本项目退役对周围公众及环境产生影响较小。

五、辐射项目的环境影响分析结论

（1）拟退役场所的辐射环境影响

核医学科拟退役工作场所、场所内的设备、设施等物品、监测结果、结合理论分析，均已达到评价标准，无需采取进一步的退役措施。因此，风湿免疫科楼核医学科工作场所、场所内的设备、设施等物品均已达到清洁解控水平，可以作为普通物品继续使用或处置，对周围环境影响较小。

（2）退役后场所的辐射环境影响

根据监测数据，拟退役的工作场所内原有放射性核素随着时间推移而衰变，风湿

免疫科楼核医学科工作场所的 γ 辐射剂量率水平已与本底水平相当， β 表面污染水平低于表面污染的清洁解控水平 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，该场所内的设备、设施等物品可以作为普通物品继续使用或处置。

(3) 事故情况下辐射环境影响评价结论

根据核医学科退役场所及周围辐射监测结果和检测结果，均已达到评价标准要求，无需采取进一步的退役措施。因此，风湿免疫科楼核医学科退役不会产生辐射事故。

六、医院辐射安全管理的综合能力分析结论

医院采取分区管理制度和安全防护措施能够有效防止人员误入而受到照射；医院已建立了较完善的辐射安全管理制度、辐射事故应急措施，确保环境辐射安全。因此，医院已具备实施辐射工作场所、设备、设施及物品退役的能力，能够承担退役完成前所有的安全责任。

医院严格落实本报告提出的相关管理要求和环保设施及措施后，具备辐射安全管理的综合能力。

七、环境影响评价报告信息公开

在本项目环境影响报告表送审前，退役单位在医院官方网站上对本项目报告表进行了公示（附件18），截止报告送审前，未收到单位和个人有关项目情况的反馈意见。

八、项目环保可行性结论

医院按计划对风湿免疫科楼核医学科工作场所进行退役，符合辐射防护“实践的正当性”原则。医院已编制退役方案，方案可行，根据源项调查和现状监测结果，拟退役场所满足相关环境保护的要求。医院在严格落实各项规章制度和本报告提出的环境保护措施和监测计划的前提下，可妥善、安全处理含放射性同位素的物质，消除辐射安全隐患，对环境和公众的辐射环境影响符合国家标准要求，风湿免疫科楼核医学科辐射工作场所可以达到清洁解控水平的要求，该场所内的设备、设施等物品可以作为普通物品继续使用或处置，核医学科退役工作的开展从辐射安全和环境保护的角度是可行的。

建议和承诺

一、建议及要求

1、退役完成后，委托有资质的单位进行辐射环境终态监测，以确保风湿免疫科楼核医学科场所达到无限制开放使用的要求，以确保风湿免疫科楼核医学科场所内的设备和用品等满足清洁解控的要求。

2、退役完成后，由医院尽快组织实施退役核技术利用项目终态验收。

3、退役竣工验收工作完成后，及时报原辐射安全许可证发证机关，申请办理许可证变更手续。

4、接受生态环境行政主管部门的监督检查。

二、项目竣工验收检查内容

根据《建设项目环境保护管理条例》，工程建设执行污染治理设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”制度。核医学科退役实施完成后、建设项目正式投产运行前，退役单位应组织专家完成自主环保验收。本工程竣工环境保护验收一览表见下表13-1。

表12-1 项目竣工环境保护验收一览表

项目	验收内容	备注
程序合法性	项目环评批复	/
退役监测报告	风湿免疫科楼核医学科工作场所辐射环境监测报告、衰变池废水检测报告、老院区核医学科周围的辐射环境监测报告	/
其他	风湿免疫科楼核医学科退役方案、核医学科辐射工作人员的个人剂量检测报告和个人防护用品等	/

验收时依据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素和射线装置安全和防护条例》（国务院令第449号）、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》、《建设项目环境保护管理条例》、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》等法律和标准，对照本项目环境影响报告表验收。

1、根据《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第682号，2017年10月1日实施）文件第十七条规定：

（1）编制环境影响报告表的建设项目竣工后，退役单位应当按照国务院生态环境行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。

（2）退役单位在环境保护设施验收过程中，应当如实查验、监测、记载建设项

目环境保护设施的建设和调试情况，不得弄虚作假。

（3）除按照国家规定需要保密的情形外，退役单位应当依法向社会公开验收报告。

2、根据环保部《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4号）规定：

（1）退役单位可登陆环境保护部网站查询建设项目竣工环境保护验收相关技术规范（<https://www.mee.gov.cn>）。

（2）项目竣工后，退役单位应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，编制验收监测（调查）报告。

（3）本项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，方可投入使用，未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。

（4）除按照国家需要保密的情形外，退役单位应当通过其网站或其他便于公众知晓的方式，向社会公开下列信息：

①本项目配套建设的环境保护设施竣工后，及时办理《辐射安全许可证》，并在取得《辐射安全许可证》3个月内完成本项目自主验收；

②对项目配套建设的环境保护设施进行调试前，公开和项目竣工时间和调试的起止日期；

③验收报告编制完成后5个工作日内，公开验收报告，公示的期限不得少于20个工作日。退役单位公开上述信息的同时，应当在全国建设项目竣工环境保护验收信息系统（<https://cepc.lem.org.cn/#/login>）中备案，且向项目所在地生态环境主管部门报送相关信息，并接受监督检查。