

重庆市忠县人民医院核医学项目 竣工环境保护验收监测报告表

建设单位：重庆市忠县人民医院

编制单位：重庆宏伟环保工程有限公司

二〇二五年四月

建设单位法人代表： (签字)

编制单位法人代表： (签字)

项目负责人：肖英

报告编写人：肖英

建设单位	重庆市忠县人民医院	编制单位	重庆宏伟环保工程有限公司
电话	13594455112	电话	023-68182682
传真	/	传真	/
邮编	404300	邮编	400039
地址	忠县忠州街道中博支路 25 号	地址	重庆市九龙坡区火炬大道 99 号 3 栋 28 楼

表 1 项目基本情况

建设项目名称	重庆市忠县人民医院核医学项目				
建设单位名称	重庆市忠县人民医院				
建设项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建				
建设地点	重庆市忠县忠州街道中博支路 25 号 医院住院综合楼负四层和门急诊楼负一层				
源项	放射源		/		
	非密封放射源		乙级非密封工作场所		
	射线装置		III		
建设项目环评 批复时间	2023 年 6 月 25 日	开工建设时间	2024 年 7 月 3 日		
取得辐射安全 许可证时间	2025 年 2 月 26 日	项目投入 运行时间	尚未运营		
辐射安全与防 护设施投入运 行时间	2025 年 1 月 21 日	验收现场 监测时间	2025 年 2 月 25 日		
环评报告表 审批部门	重庆市生态环境局	环评报告表 编制单位	重庆宏伟环保工程有限 公司		
辐射安全与防 护设施设计单 位	中旭万承工程设计集 团有限公司	辐射安全与防护 设施施工单位	苍龙集团有限公司		
投资总概算	1445.36	辐射安全与防护 设施投资总概算	235	比例	16.3%
实际总概算	1400	辐射安全与防护 设施实际总概算	260	比例	18.6%

表 1 项目基本情况

验收依据	<p>1、法律法规和部门规章</p> <p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日施行修订版；</p> <p>(2) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日施行；</p> <p>(3) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日施行修订版；</p> <p>(4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第 709 号，2019 年 3 月 2 日施行修订版；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，2021 年 1 月 4 日施行第四次修正版；</p> <p>(6) 《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 日实施；</p> <p>(7) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，国环规环评[2017]4 号，2017 年 11 月 20 日实施；</p> <p>(8) 《污染影响类建设项目重大变动清单（试行）》的通知，环办环评函〔2020〕688 号，2020 年 12 月 13 日实施；</p> <p>(9) 《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序（第三版）》，2012 年；</p> <p>(10)《射线装置分类》，环境保护部和国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日施行；</p> <p>(11) 《放射性废物分类》，环境保护部和国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 65 号，2018 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(12) 《医疗废物管理条例》，中华人民共和国国务院令第 380 号；</p> <p>(13) 《重庆市环境保护条例》，2022 年 11 月 1 日施行修正版；</p> <p>(14) 《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。</p>
------	--

表 1 项目基本情况

验收依据	<p>2、建设项目竣工环境保护验收技术规范</p> <p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；</p> <p>(2) 《操作非密封源的辐射防护规定》(GB11930-2010)；</p> <p>(3) 《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)；</p> <p>(4) 《医用放射性废物的卫生防护管理》(GBZ133-2009)；</p> <p>(5) 《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)；</p> <p>(6) 《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)；</p> <p>(7) 《关于核医学科标准相关条款咨询的复函》，辐射函[2023]20号；</p> <p>(8) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)；</p> <p>(9) 《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》，生态环境部公告，2018年第9号；</p> <p>(10) 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》(HJ1326-2023)；</p> <p>(11) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)；</p> <p>(12) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)。</p> <p>3、环境影响报告表及其审批部门审批决定</p> <p>(1) 《重庆市忠县人民医院核医学项目环境影响报告表》，2023年5月；</p> <p>(2) 《重庆市建设项目环境影响评价文件批准书》，渝(辐)环准〔2023〕44号，2023年6月25日。</p> <p>4、其他相关资料</p> <p>(1) 《辐射安全许可证》，渝环辐证[00517]号；</p> <p>(2) 验收监测报告。</p> <p>(3) 建设单位提供的竣工资料、辐射安全管理制度等相关资料。</p>
------	--

表 1 项目基本情况

验收执行标准	<p>根据《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》和《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ1326-2023）规定，建设项目竣工环境保护验收污染物排放标准原则上执行环境影响报告书（表）及其审批部门审批决定所规定的标准。在环境影响报告书（表）审批之后发布或修订的标准对建设项目执行该标准有明确时限要求的，按新发布或修订的标准执行。</p> <p>本项目环评后无新增或更新的标准，仅针对《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）发布了《关于核医学科标准相关条款咨询的复函》（辐射函[2023]20号）。因此，本次验收项目执行环境影响报告表及环境影响评价文件批准书所规定的标准与“辐射函[2023]20号”。</p> <p>与本次验收相关的控制限值指标等具体见表1-1。</p>				
	表 1-1 项目验收执行相关指标表				
	一、年剂量限值要求			执行依据	
	放射工作人员	年有效剂量约束值不超过 5mSv/a； 手部皮肤的年当量剂量限值为 125mSv/a。		GB 18871-2002 HJ 1188-2021 及医院管理要求	
	公众成员	年有效剂量约束值不超过 0.1mSv/a。			
	二、剂量率控制值			执行依据	
	核 医 学 科	控制区	控制区外人员可达处、各控制区内用房防护门、观察窗、墙壁、顶棚（含 PET/CT 机房、SPECT/CT 机房、校准源室）外表面 30cm 处的周围剂量当量率应小于 2.5μSv/h。		HJ 1188-2021 GBZ 120-2020 GBZ 130-2020 综合取值
		手套箱等	手套箱柜体外表面 5cm 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 25μSv/h； 手套箱、注射窗、全自动核素分药仪等设备外表面 30cm 处人员操作位的周围剂量当量率小于 2.5μSv/h。		
		废物桶、管道、衰变池等	固体放射性废物收集桶、曝露于地面致使人员可以接近的放射性废液收集罐体和管道外表面 30cm 处的周围剂量当量率小于 2.5μSv/h。		
	三、机房要求			执行依据	
机房名称	机房内最小有效使用面积	机房内最小单边长度	/		
SPECT/CT 机房	30m ²	4.5m	GBZ130-2020		
四、放射性废物排放			执行依据		
放射性废水	槽式衰变处理设施：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），排放口总β≤10Bq/L，碘-131 的放射活度浓度≤10Bq/L。每月排放的总活度不超过 10ALImin；每一次排放的活度不超过 1ALImin。		GBZ120-2020 HJ1188-2021		

表 1 项目基本情况

放射性 固体废物	每袋废物的表面辐射剂量率 $\leq 0.1\text{mSv/h}$, 质量不超过 20kg。 废物包装体外表面的污染控制水平: $\beta < 0.4\text{Bq/cm}^2$ 。	HJ1188-2021 GBZ120-2020
	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, 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; 含碘-131 核素的放射性固体废物暂存超过 180 天。放射性固废暂存时间满足要求后, 经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平, β 表面污染小于 0.8Bq/cm^2 的, 可对废物清洁解控并作为医疗废物处理。	
表面污染	①工作台、设备、墙壁、地面: 控制区: $\beta \leq 4 \times 10\text{Bq/cm}^2$; 监督区: $\beta \leq 4\text{Bq/cm}^2$; ②工作服、手套、工作鞋: 控制区/监督区: $\leq 4\text{Bq/cm}^2$; ③手、皮肤、内衣、工作袜: $\beta \leq 4 \times 10^{-1}\text{Bq/cm}^2$ 。	GB18871-2002 GBZ120-2020
五、通风要求		执行依据
手套箱	手套箱等密闭设备设计单独的排风系统, 并在密闭设备的顶壁安装活性炭或其他过滤装置。风速应不小于 0.5m/s 。	HJ1188-2021 GBZ120-2020 GBZ130-2020
废气排放	放废暂存间、住院病房区应有单独的排气管网, 废气经处理后引至高于本建筑物屋顶并尽可能远离邻近的高层建筑。 SPECT/CT 机房应设置动力通风装置, 并保持良好的通风。	
六、医疗废物、医疗废水		执行依据
非放射性废水	经医院污水处理站处理后方可排放。	GB18466-2005
非放射性医疗废物	交具有相应资质的单位处置。	医疗废物管理条例

表 2 项目建设情况

项目建设内容：

2.1 建设单位概况

重庆市忠县人民医院前身是1916年加拿大传教士建成的仁济医院，1956年更名为忠县人民医院，是集医疗、教学、科研、预防、康复为一体的三级甲等综合性医院，是国家县级公立医院综合改革、县级公立医院综合能力全面提升及建立健全现代医院管理制度试点医院，是重庆医科大学附属第一医院忠县医院、重庆市肿瘤医院肿瘤规范化诊疗基地，是忠县医疗技术指导中心、急救中心和教学实习基地、全科医师规范化培训基地。医院占地185亩，建筑面积约16.5万平方米；编制床位900张；设职能科室18个、临床科室31个、医技科室9个；现有在岗职工1322人。

2.2 验收项目背景

受重庆市忠县人民医院的委托，2023年5月，重庆宏伟环保工程有限公司编制了《重庆市忠县人民医院核医学项目环境影响报告表》，2023年6月25日，重庆市生态环境局以“渝（辐）环准〔2023〕44号”批复了该项目。

2024年7月项目开工建设，2024年11月项目用房已经装修完成，2025年1月配套的设施设备配置/安装到位。根据医院医疗规划等，近期先使用 ^{131}I 、 ^{89}Sr 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 共3种核素，以及SPECT/CT影像诊断，暂不开展核医学科PET相关诊断工作（ ^{18}F 、PET/CT、校准源等）。核医学科用房全部一次建成和装修，环保设施一次建成，设施设备按使用需求配置。

根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号）的要求，重庆市忠县人民医院委托我公司对医院核医学科近期开展的诊疗工作进行竣工环境保护验收调查。我公司在现场调查、资料收集、验收监测等基础上编制了《重庆市忠县人民医院核医学项目竣工环境保护验收监测报告表》。

2.3 项目建设内容和规模

（1）项目建设地点

项目核医学科位于重庆市忠县忠州街道中博支路25号医院住院综合楼负四层和门急诊楼负一层。

（2）项目建设内容和规模

在医院住院综合楼负四层和门急诊楼负一层部分车库区域建设核医学科，配

表 2 项目建设情况

置SPECT/CT机（Ⅲ类射线装置）1台，并外购含¹³¹I、⁸⁹Sr、^{99m}Tc共3种放射性核素的药物开展临床核医学诊疗工作，设置核素治疗住院床位2张。诊疗办公区建筑面积约1000m²。

根据目前使用核素的情况，经核算，核医学科的放射性核素年用量为2.628×10¹²Bq，日等效最大操作量约为1.666×10⁹Bq，属于乙级非密封源工作场所。

（3）防护设施及监测仪器

本项目已配置的防护设施和监测仪器见表2-1。

表2-1 本项目配置的设施、设备一览表

序号	名称	数量	型号等	使用位置	备注
1	SPECT/CT 机	1 台	NM/CT 860	SPECT/CT 机房	最大管电压 140kV 最大管电流 440mA
2	表面污染仪	1 台	HA170	卫生通过间、放废暂存间等	/
3	甲状腺功能测定仪	1 台	JXY-II	甲吸室	/
4	全自动核素分药仪	1 台	HSS-B-005	给药室	内含 50mmPb 铅罐在分装室控制
5	锶分析仪	1 台	TCS-9	分装室	/
6	活度计	2 台	HD-175A	分装室	/
7	储源铅罐	1 个	HS-CCG-40	储源室	40mmPb
		6 个	HS-CCG-20	储源室	20mmPb
8	储源柜（带锁）	2 个	/	储源室	10mmPb、20mmPb
9	手套箱（单联）	2 台	/	分装室	4mmPb(^{99m} Tc) 20mmPb(¹³¹ I)
10	核医学注射窗口	2 个	/	分装室	4mmPb
11	移动式防护注射车	1 台	ZL-ZSC-10	运动负荷室等	10mmPb
12	注射器防护套	5 个	ZL-WZT-10	分装室	10mmPb
13	注射器转运盒	2 个	号 ZL-ZSH-10	分装室	10mmPb
14	铅传递窗	1 个	QCDC	配餐间	25mmPb
15	铅屏风	2 扇	/	SPECT/CT 等候室 SPECT/CT 留观室	10mmPb
16	放废桶	5 个	/	分装室、碘治疗给药室 放废暂存间 2 等	20mmPb
		8 个	/	SPECT/CT 等候室、 SPECT/CT 留观室 放废暂存间 1 等	10mmPb
17	运动平板机	1 台	M2100-1H	运动负荷室	/
18	医用推车	2 个	/	抢救室	/
19	平板式空气消毒机	1 台	/	分装室	/
20	紫外线车（移动）	2 台	SX	核医学工作场所	/

表 2 项目建设情况

21	常规护士器械	1 套	/	分装室	/
22	器械柜	2 个	/	分装室	/
23	视频对讲系统	1 套	/	核医学工作场所	与核素诊疗病人随时双向沟通
24	监控系统	1 套	/	核医学工作场所 (病房、走廊、储源室、等候室、机房、留观室等设置监控探头)	/
25	门禁系统	多处	/	核医学工作场所 (病人、医护人员进出口)	/
26	铅衣、铅背心、铅眼镜、铅围脖、铅帽	4 套	/	医护人员穿戴	0.5mmPb
27	防护手套	4 副	/	分装注射室	/
28	放射性污染防护服	10 件	/	卫生通过间、陪检人员	/
29	过滤式口罩	若干	/	卫生通过间	碘操作人员佩戴
30	固定式区域辐射报警系统	1 套	HA1100Med-G	各通道出入口	8 个探头，在护士站同步显示
31	通道式行人放射性检测系统	1 套	CRMS2000-G	卫生通过间	/
32	射线监测仪(手持式)	1 台	HA3100G-N10	核医学工作场所	/
33	个人剂量报警仪	7 台	/	放射工作人员佩戴	/
34	个人剂量计	5 个	/	放射工作人员随身佩戴使用	核素操作人员铅衣内外各 1 枚(计为 1 个)
35	洗消设备(含洗消液)	按需	/	控制区内清洗处	配置专用核素洗消液
36	应急去污用品	按需	/	分装室	按 GBZ120-2020K.2

根据相关要求和同类型核医学科运行情况来看，配置的个人防护用品及监测仪器可以满足使用需要。同时，项目实际配置的设施、设备与环评阶段要求基本一致。

2.4 总平面布置

(1) 项目总平面布置

根据核医学科平面布置可知，核医学科主要分为3块：诊疗办公、配套用房、衰变间（衰变处理设施）。配套用房位于诊疗办公的外围，包含西侧的等候区、南侧的公卫、洁具间、弱电机房、备用库房，衰变间位于诊疗办公东侧，内部布置衰变处理设施，以及相邻的排烟机房。诊疗办公的诊疗用房根据功能主要分为3个区：诊断区、治疗区、住院区。诊断区主要功能用房包括卫生通过间（含淋浴）、分装室、储源室、运动负荷室、抢救室1、放废暂存间1、SPECT/CT机房、PET/CT机房、诊断廊、SPECT/CT等候室、PET/CT等候室、留观廊、SPECT/CT留观室、PET/CT留

表 2 项目建设情况

观室；治疗区主要功能用房包括碘治疗给药室（共用）、治疗廊；住院区主要功能用房包括抢救室2、病房、住院廊、被服间、放废暂存间2等。具体布置情况见表2-4及附图五（1）。

项目设置的各功能用房齐全，能满足本项目使用放射性核素的配套用房需求。

项目核医学科诊疗区域主要设置 3 个病人入口、1 个病人出口，2 个医护入口。

（2）变化情况

项目总平面布局与环评阶段相比，变化情况如下：

① 公卫的位置由原来的诊疗办公区西侧调整到诊疗办公区的南侧，候诊区调整到原公卫的位置；并在新的公卫旁增加了洁具间、弱电机房、备用库房。

② 因风机房面积稍小，在校准源室外增设一间新风机房。

③ SPECT/CT 留观室的卫生间设置位置微调，占用部分洁具间，增加了 SPECT/CT 留观室的面积。

项目核医学科控制区内布局未变，辅助用房有微小调整，不影响人员路径规划等。因此，项目布局微调不属于重大变动。

2.5 项目周围环境及保护目标

项目位于医院住院综合楼负四层和门急诊楼负一层。住院综合楼为26F/-4F（吊4F）的建筑。门急诊楼为5F/-1F的建筑。两建筑地下层相通（错层），地上部分也有连廊相连。

项目调查范围 50m 主要在医院用地范围内，仅在东北侧涉及少部分城市支路。项目周围外环境情况详见附图二~四所示。

项目核医学科诊疗用房环境保护目标列表见表 2-2 所示。

表2-2 项目诊疗用房环境保护目标表

位置	序号	保护目标名称	方向	最近水平距离	最小高差	敏感目标特性	受影响人群	影响因素
项目所在建筑内	1	控制室（含更衣淋卫）	东侧	紧邻	同层	核医学科用房，约 2 人	放射工作人员	电离辐射
		出院廊、电梯/楼梯		紧邻	同层	核医学科用房，约 3 人	公众成员	
		医护廊、办公室、会议示教室、新风机房等		紧邻	同层	核医学科用房，约 8 人	公众成员	
		过道、排烟机房、车库、公共用房等		紧邻	同层	项目所在楼，约 10 人	公众成员	

表 2 项目建设情况

项目所在建筑外	2	医护廊等	南侧	紧邻	同层	核医学科用房, 约 8 人	放射工作人员 公众成员
		值班室、更衣室、卫生间等		约 1.5m	同层	核医学科用房, 约 8 人	
		过道、公卫、洁具间、弱电机房、备用库房、车库等		约 4m	同层	项目所在楼, 约 10 人	
	3	护士站、甲吸室、缓冲间1等	西侧	紧邻	同层	核医学科用房, 约 3 人	放射工作人员 公众成员
		过道、等候区等		紧邻	同层	核医学科用房, 约 30 人	
		配餐间		紧邻	同层	核医学科用房, 约 2 人	
	4	过渡廊、出院廊	北侧	紧邻	同层	核医学科用房诊疗病人出口走廊, 约 35 人	公众成员
	5	车库、公共用房等(住院综合楼-3F、门急诊楼1F)	楼上	/	与项目顶棚紧邻	项目所在楼(2栋), 约 30 人	公众成员
车库、公共用房、病案库、病员食堂, 门急诊、住院相关用房等(住院综合楼-2F~26F、门急诊楼2F~5F)		/		高于项目顶棚不小于 4.0m	项目所在楼(2栋), 约 600 人	公众成员	
6	活动广场、绿化区、新华路	东侧	紧邻	高于项目顶棚不小于 4.0m	医院活动广场、绿化区及城市支路, 约 30 人	公众成员	电离辐射
7	住院广场	西北侧	约 40m	高于项目顶棚不小于 7m	医院住院楼前广场, 约 20 人	公众成员	
8	院内道路、远期规划用地	北侧	约 10m		院内道路、规划用地, 约 20 人	公众成员	

备注: 上述环保目标为包含本次不验收的 PET 相关用房控制区的环保目标。

另外, 项目核医学科的废水衰变处理设施位于核医学科所在楼层、非密封源场所外东侧衰变间内。衰变间东侧为车库停车位、公共用房(配电房等); 南侧为车库内过道; 西侧为过道, 之外为核医学科; 北侧为岩土层。楼上为车库, 地下无建筑。

项目诊疗区域的 1#~5#废气引至门急诊楼 5F 楼顶高于楼顶排放。手套箱上方设置活性炭吸附装置, 楼顶排放口前设置活性炭吸附装置。

在衰变处理设施和放射性废气排放口与周围环境保护目标情况如下表 2-3。

表 2-3 项目衰变处理设施(衰变间)及放射性废气排放口周围环境保护目标表

序号	保护目标	基本情况	衰变处理设施(衰变间)		
			方位	水平最近距离	垂直高差
1	车库、过道、公共用房等	项目所在楼层, 约 10 人	东侧和南侧	紧邻	同层
2	过道、出院廊等	项目所在楼层, 约 10 人	西侧	紧邻	同层

表 2 项目建设情况

3	车库、公共用房等（住院综合楼-3F、门急诊楼1F）	项目所在楼（2栋），约30人	楼上	/	与项目顶棚紧邻
	车库、公共用房、病案库、病员食堂，门急诊、住院相关用房等（住院综合楼-2F~26F、门急诊楼2F~5F）	项目所在楼（2栋），约600人	楼上	/	高于废水间顶棚不小于4.0m
4	活动广场、绿化区、新华路等	医院活动广场、绿化区及城市支路，约30人	东侧	紧邻	高于废水间顶棚不小于4.0m
5	住院广场、院内道路、远期规划用地等	医院用地、道路	西北侧、西侧	/	高于废水间顶棚不小于4.0m
序号	保护目标	基本情况	核医学诊疗区域与的废气排放口（5个）		
			方位	水平最近距离	垂直高差
1	住院综合楼	-4F/26F，项目所在楼，不在主导风向下风向	排放口北侧	约42m	排放口低于楼顶约72m
2	门急诊楼	5F/-1F，项目所在楼	排放口下方	/	排放口高于楼顶约3m

备注：项目所在区域常年主导风向为东北风。

根据调查，项目核医学科周围环境保护目标基本未发生变化。

2.6 项目建设内容

本次验收建设内容与环评阶段对应建设内容的对比情况见表2-4所示。

表 2 项目建设情况

表2-4 核医学科建设变更情况统计				
分类	环评内容及批复		实际建设情况	变更情况及说明
主体工程	工作场所	<p>拟建核医学科主要分为3块：诊疗办公、配套用房（等候、公卫）、废水间（衰变处理设施）。其中诊疗办公的诊疗用房根据功能主要分为3个区：诊断区、治疗区、住院区。</p> <p>诊断区主要功能用房包括卫生通过间（含淋浴）、分装注射室、储源室、运动负荷室、抢救室1、放废暂存间1、SPECT/CT机房、PET/CT机房、诊断廊、SPECT等候室、PET等候室、SPECT留观室、PET留观室；治疗区主要功能用房包括给药室（共用）、治疗廊；住院区主要功能用房包括抢救室2、病房、住院廊、被服间、放废暂存间2等。</p> <p>核医学科所在楼层的层高为4.0m。</p>	<p>核医学科主要分为3块：诊疗办公、配套用房、衰变间（衰变处理设施）。其中诊疗办公的诊疗用房根据功能主要分为3个区：诊断区、治疗区、住院区。</p> <p>诊断区主要功能用房包括卫生通过间（含淋浴）、分装室、储源室、运动负荷室、抢救室1、放废暂存间1、SPECT/CT机房、PET/CT机房、诊断廊、SPECT/CT等候室、PET/CT等候室、SPECT/CT留观室、PET/CT留观室；治疗区主要功能用房包括碘治疗服药室、治疗廊；住院区主要功能用房包括抢救室2、病房、住院廊、被服间、放废暂存间2等。</p> <p>核医学科所在楼层的层高为4.0m。</p>	项目用房全部一次建成，本次验收部分工作场所主体工程位置不变，建设内容不变，工作场所等级不变。
	放射性核素	<p>外购含¹⁸F、^{99m}Tc、¹³¹I、⁸⁹Sr共4种放射性核素的药物开展临床核医学诊疗工作。</p> <p>PET/CT拟配置1个球源（⁶⁸Ge，7×10⁵Bq×5枚，为一个整体）和一个桶源（⁶⁸Ge，5.5×10⁷Bq×1枚），均属于V类放射源。</p>	<p>外购含^{99m}Tc、¹³¹I、⁸⁹Sr共4种放射性核素的药物开展临床核医学诊疗工作。</p>	本次验收部分使用的放射性核素种类不变。
	射线装置	<p>拟配置PET/CT机、SPECT/CT机各1台，均属于III类射线装置。</p> <p>PET/CT为Discovery MI型，最大管电压150kV，最大管电流600mA。SPECT/CT为NM/CT 860型，最大管电压为140kV，最大管电流均为200mA。</p>	<p>配置SPECT/CT机1台，属于III类射线装置。</p> <p>SPECT/CT为NM/CT 860型，最大管电压为140kV，最大管电流为440mA。</p>	本次验收部分配置的射线装置类型和数量不变。
辅助工程	工作场所	<p>核医学科辅助用房主要包括诊疗办公中的办公区域，以及配套用房（候诊、公卫，用房面积约250m²），排烟机房（用房面积约30m²）等。</p> <p>办公区域拟布置在核医学科东侧及南侧，主要有甲测室、诊室、护士站、值班室、卫生间、更衣室、控制室、办公室、会议示教室等。配套用房主要包括候诊区和公共卫生间（简称公卫）。另外，衰变处理设施区域还设计有排烟机房。</p>	<p>核医学科辅助用房主要包括诊疗办公中的办公区域，以及配套用房（候诊、公卫、洁具间、备用库房、新风机房，用房面积约375m²），排烟机房（用房面积约30m²）等。</p> <p>办公区域布置在核医学科东侧及南侧，主要有甲吸室、诊室、护士站、值班室、卫生间、更衣室、控制室、办公室、会议示教室等。配套用房主要包括候诊区、公卫、备用库房、新风机房。另外，衰变处理设施区域还设计有排烟机房。</p> <p>衰变间旁设置排烟机房。</p>	项目用房全部一次建成，项目辅助用房的候诊、公卫位置调整，增加洁具间、备用库房、新风机房，使用面积增加约125m ² 。
储运工程	储存	<p>在分装注射室处拟设置1个储源室（使用面积约5m²），用于放射性药物的储存。在PET/CT机房旁设置一个校准源室（面积约5.0m²），用于校准源的储存。</p>	<p>在分装室处设置1个储源室（使用面积约5m²），用于放射性药物的储存。</p>	本次验收部分不变。

表 2 项目建设情况

	运输	放射性药物由供货方车辆运至住院综合楼-2F 车库，通过电梯到达-4F 核医学科用房处，并直接送至储源室内。放射性药物每日送药 1 次。校准源运输路径同前，到达核医学科后通过护士站、医护通道到达机房控制室、PET/CT 机房，再送入校准源室；废源运输路径为原路返回。	放射性药物由供货方车辆运至住院综合楼-2F 车库，通过电梯到达-4F 核医学科用房处，并直接送至储源室内。放射性药物每日送药 1 次。	不变
公用工程	给水	依托院内供水管网。		不变
	排水	雨污分流，污污分流。长半衰期放射性废水和短半衰期放射性废水分开收集处理。放射性废水经废水衰变处理设施处理达标后排入门急诊楼南侧的医院污水处理站（设计处理能力 1000m ³ /d）处理达 GB18466-2005 预处理排放标准后接入市政污水管网。非放射性废水接入医院总体污水排水管网进入污水处理站处理。		不变
	供配电	由市政电网供电，依托院内供配电系统。		不变
	通风	项目核医学科单独设置机械新风系统和排风系统。核医学科各用房均拟设置进风口和排风口，进风口和排风口均设置在用房上方顶部。项目拟设置 7 套废气收集管道，穿越楼板引至门急诊楼北侧建筑边界处高于地面 2.5m 及 5F 楼顶高于楼顶排放。		不变
环保工程	地面清洁	分区设置洁具间，分别清洁核医学科的诊断区和治疗区，分别配置清洁车，设置多个拖把分场地使用，不交叉。核医学科控制区之外的区域按照医院管理常规清洁。		不变
	废气	项目拟设置 7 套废气主管收集项目用房区域的废气，各分支管道内设置防倒灌装置，并保持负压。6#、7#（非诊疗区域及废水间）的废气管网引至门急诊楼北侧建筑边界处高于地面（梯坎）2.5m 排放，其余诊疗区域的 1#~5#废气管网在门急诊楼 5F 楼顶高于楼顶排放。其中手套箱上方拟设置活性炭吸附装置，引至楼顶排放的废气管网在排放口之前设置活性炭吸附装置。		不变
	废水	项目在核医学科外东侧废水间（用房面积约 240m ² ）内新建两套槽式废水衰变处理设施。单套处理设施包含集水井、沉淀池、衰变池（3 个并联）、取样池，其中集水井为埋地式混凝土结构，其余为地面式钢结构。1#衰变处理设施用于处理长半衰期放射性废水（含 ¹³¹ I），单个衰变池有效体积为 48m ³ /个，共 144m ³ ；2#衰变处理设施用于处理短半衰期放射性废水（含 ¹⁸ F、 ^{99m} Tc），单个衰变池有效体积为 6m ³ /个，共 18m ³ 。 放射性废水能自流进入衰变处理设施的集水井，泵至后续池体，衰变处理后泵入医院污水井（30#）再通过高差重力自流进入医院的污水处理站进一步处理。废水间外的放射性废水收集管网均不暴露于地面。		不变
		非放射性废水收集后通过高差重力自流进入医院污水处理站处理。		不变

表 2 项目建设情况

固废	<p>核医学科在诊断区和治疗区分别设置 1 个放废暂存间(使用面积分别约为 5.2m²、14.2m²)，分别用于诊断区、治疗区的废物衰变；另治疗区的病房附近设置了 1 个被服间（使用面积约 5m²），用于住院病床被服暂存衰变。</p> <p>放射性废物在产生处收集至对应放废暂存间后分类暂存，待衰变达到规定时间要求并监测合格后作为一般医疗废物交由有资质单位处理；病床配置专用被服，换下来的被服先在被服间存放衰变，衰变至少一个半衰期后再清洗使用。</p> <p>未用完的放射性药物，短半衰期（¹⁸F、^{99m}Tc）的暂存后作为放射性固废衰变处置，长半衰期（¹³¹I、⁸⁹Sr）的交生产厂家回收处置。</p> <p>废校准源正常情况下不暂存，更换新源时由生产厂家将废旧源回收处置。特殊情况在校准源室暂存。</p>	<p>核医学科在诊断区和治疗区分别设置 1 个放废暂存间（使用面积分别约为 5.2m²、14.2m²），分别用于诊断区、治疗区的废物衰变；另治疗区的病房附近设置了 1 个被服间（使用面积约 5m²），用于住院病床被服暂存衰变。</p> <p>放射性废物在产生处收集至对应放废暂存间后分类暂存，待衰变达到规定时间要求并监测合格后作为一般医疗废物交由有资质单位处理；病床配置专用被服，换下来的被服先在被服间存放衰变，衰变至少一个半衰期后再清洗使用。</p> <p>未用完的放射性药物，短半衰期（^{99m}Tc）的暂存后作为放射性固废衰变处置，长半衰期（¹³¹I、⁸⁹Sr）的交生产厂家回收处置。</p>	本次验收部分不变
	<p>项目运行产生的其他废物依托医院的收运系统，一般医疗废物交有资质的单位处理，生活垃圾交环卫部门处理。报废射线装置去功能化后交由物资回收单位处置，阴极射线管作为危险废物交有资质单位处置；废防护用品妥善保存，做好记录，交有资质单位处理；废紫外灯作为危险废物交有资质单位处置。</p>	<p>项目运行产生的其他废物依托医院的收运系统，一般医疗废物交有资质的单位处理，生活垃圾交环卫部门处理。报废射线装置去功能化后交由物资回收单位处置，其中 X 射线管作为危险废物交有资质单位处置；废铅防护用品妥善保存，做好记录，交有资质单位处理；废紫外灯作为危险废物交有资质单位处置。</p>	不变
辐射防护	<p>核医学科工作场所控制区边界及内部的四周墙体、顶棚、地板、防护门、观察窗等均采用足够厚的相应屏蔽材质（如：混凝土、实心页岩砖、硫酸钡、铅板、铅玻璃、铅防护门等）进行辐射屏蔽防护，保证屏蔽体外周围剂量当量率满足标准限值要求。</p>		不变

根据上表可知，本次验收部分的建设内容与项目环评及其审批意见的建设内容一致。

表 2 项目建设情况

源项情况：

2.7 验收核素特性参数

本次验收的放射性同位素包含 ^{99m}Tc 、 ^{131}I 、 ^{89}Sr 。放射性同位素特性见下表。

表 2-5 本次验收的放射性同位素特性参数表

序号	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	主要用途	摄入方式	主要使用场所	来源
1	锝	^{99m}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	注射	分装注射室	外购成品
2	碘	^{131}I	8.02d	β^-	0.602	0.284, 0.365, 0.637	中毒	0.0595	简单操作	甲吸测定	口服	分装注射室	外购成品
										甲亢甲癌治疗	口服	碘治疗服药室	
3	锶	^{89}Sr	50.53d	β^-	0.5846	—	中毒	—	简单操作	癌症骨转移治疗	注射	分装注射室	外购成品

注：EC 表示轨道电子俘获； Γ 表示距源 1m 处的周围剂量当量率常数，单位 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{MBq}\cdot\text{h}$ ；“—”表示无相关数据；上表数据主要来源于《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）附录 H、《简明放射性同位素应用手册》（卢玉楷）。

表 2 项目建设情况

2.8 验收核素用量

本次验收的非密封放射性同位素包含 ^{99m}Tc 、 ^{131}I 、 ^{89}Sr ，每次使用前根据病人用量提前订购。本次验收的非密封放射性同位素使用情况见表 2-6。

表2-6 本次验收非密封放射性同位素情况一览表

核素名称	日最大操作量 (Bq)	毒性因子	操作方式	日等效最大操作量 (Bq)	年用量 (Bq)	暂存方式	与环评阶段相比
^{99m}Tc	8.88×10^9	0.01	很简单的操作	8.88×10^6	1.820×10^{12}	储源室	不变
^{131}I	1.628×10^{10}	0.1	简单操作	1.628×10^9	7.993×10^{11}	储源室	不变
^{89}Sr	2.96×10^8	0.1	简单操作	2.96×10^7	8.88×10^9	储源室	不变
合计	2.55×10^{10}	/	/	1.666×10^9	2.628×10^{12}	/	不变

从上表可知，本项目验收的非密封放射性同位素的用量与环评阶段一致，工作场所等级为乙级也不变。

工程设备与工艺分析：

2.9 工艺流程及产污环节

2.9.1 应用单光子放射性药物开展 SPECT/CT 核医学显像诊断

(1) 设备组成及工作方式

SPECT 系统一般由探测器、机架、控制台、计算机（包括接口）和外围设备五部分构成。SPECT/CT 同样是将 SPECT 和 CT 结合成一体化的设备，使用同一个检查床和同一个图像处理工作站，将 SPECT 图像和 CT 图像融合，可以同时反映病灶的病理生理变化和形态结构，明显提高诊断的准确性。

SPECT/CT 工作时操作人员隔室操作。

(2) 工作原理及工作方式

SPECT (Single Photon Emission Computerized Tomography, 单光子发射型计算机断层显像) 是利用 ^{99m}Tc 、 ^{131}I 等放射性核素的示踪作用，不同的显像剂在体内有其特殊的分布和代谢规律，能够选择性地聚集在特定脏器、组织或病变部位，使其与邻近组织之间的放射性分布形成一定程度浓度差，而显像剂中的放射性核素可发射出具有一定穿透力的 γ 射线，利用 SPECT 探头对这些光子进行探测和记录，通过计算机处理从而获得脏器、组织或者病变部位的形态、位置、大小以及脏器功能图像

表 2 项目建设情况

数据。

在注射了 ^{99m}Tc ，口服了 ^{131}I 类单光子放射性药物受检者待药物代谢至组织、脏器，根据技师语音指导摆位，进行 SPECT/CT 扫描，其工作方式及流程与 CT 类似。

(3) 工作流程

应用单光子放射性药物的患者在 SPECT/CT 下作显像诊断具体流程描述如下：

①根据医务人员指导意见，需要接受全身或脏器显像检查的人员提前预约登记，确定用药量。本项目使用的诊断药物为含 ^{99m}Tc 放射性药物，为直接外购成品针剂。医务人员根据用药量提前向有资质的药物供货商/生产商订药，由其负责将药物运输至核医学科储源室内。

②医护人员穿戴好个人防护用品等，将含 ^{99m}Tc 的放射性药物转移至分装注射室内的手套箱内进行活度测定、简单分装（取药，即注射器吸药），然后再利用注射器转运盒将 ^{99m}Tc 药物针剂转至 SPECT 注射窗口。对成品针剂进行活度测定、注射器吸药总体按 10s/支考虑。

③受检者按约定时间在核医学科诊室进行登记、准备（预置留置针）。听到呼叫后从指定入口进入核医学科诊断区的 2#注射窗口（SPECT 注射窗口）。其中进行 ^{99m}Tc 心功能显像检查的受检者沿诊断廊直接进入运动负荷室，通过跑步机跑步达一定运动负荷，在运动负荷室内接受医护人员的药物注射。

④操作核素的医护人员核实受检者相关信息，确认无误后为受检者注射，常规的在 SPECT 注射窗口注射。注射、给药时间平均约 10s/每人，每日计划最多注射 12 人次。

⑤注射了 ^{99m}Tc 放射性药物的受检者进入 SPECT 等候室等候，等待药物在体内分布达到平衡。显像部位不同，等候时间不同，骨扫描显像等候时间约 2.5h，肾扫描显像在注射后即可进行扫描，对胰腺显像等的等候时间约 5~10min。

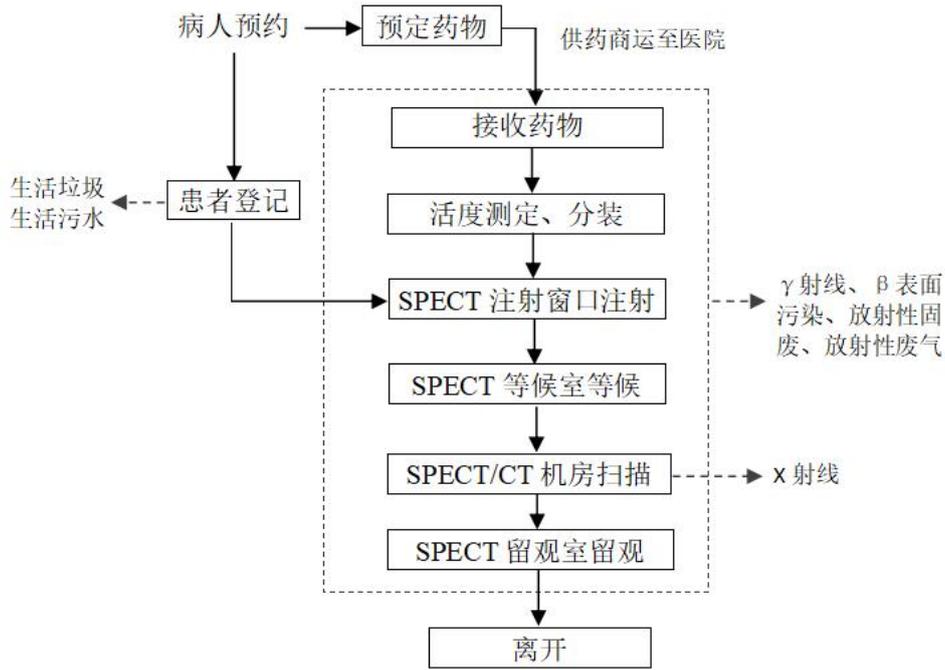
⑥SPECT 等候室的受检者达到要求后进入 SPECT/CT 检查室检查。SPECT 平均扫描时间约 10min/次，CT 平均扫描时间约 2min/次。SPECT/CT 技术人员辅助受检者上机检查摆位按总人数的 1/10 考虑，单次摆位时间平均约 1min。

另外， ^{131}I 住院患者在需要 SPECT/CT 检查且无门诊病人时，通过住院廊、诊断廊进入到 SPECT/CT 机房进行扫描，不在 SPECT/CT 等候室等候。

表 2 项目建设情况

⑦检查完成后，^{99m}Tc 门诊患者受检者在 SPECT 留观室进行留观，留观时间为 5~10min，经医务人员确认图像质量满意后，门诊患者通过出院廊、出院梯离开住院综合楼。¹³¹I 住院患者直接回到病房。

应用单光子放射性药物的患者在 SPECT/CT 下做显像诊断流程如下图 2-1。



备注：上述分装为简单分装，即注射器吸药。

图 2-1 应用单光子放射性药物在 SPECT/CT 下显像诊断流程图

2.9.2 核医学甲状腺功能诊断

本项目核医学科利用 ¹³¹I 进行甲吸测定，对甲状腺疾病进行诊断。

(1) 甲吸测定工作原理

甲吸测定全称为甲状腺摄碘率测定。碘是合成甲状腺激素的物质之一，甲状腺细胞通过钠/碘共转运子克服电化学梯度从血循环中浓聚 ¹³¹I，因此患者口服的 ¹³¹I 药剂大都聚集在甲状腺内。在体外用探测器在颈部测量甲状腺对 ¹³¹I 的摄取速度和摄取量即吸碘率。利用不同时间段患者摄碘率的变化曲线来判断患者甲状腺功能是否正常，为甲状腺疾病的诊断和放射性碘治疗提供了可靠的数据。

(2) 甲吸测定流程

表 2 项目建设情况

甲状腺吸碘功能测定主要用于甲亢治疗、甲癌治疗患者服碘量的计算以及亚急性甲状腺炎患者的诊断，其主要流程包括患者准备、标准源的准备和服用、甲功测定和结果判定。

甲吸测定使用的 ^{131}I 放射性药物量少，在自动分装仪内进行首次稀释后再在手套箱内进行再次稀释和分装。患者到达 3# 给药窗口接受药物后口服，然后通过电梯离开核医学科。待服药后 3h、6h、24h 后在甲测室用甲功测定仪测定甲状腺部位的放射性计数，测量前先测定室内自然本底的计数及标准源计数。三次测量之间间隔时间较长，患者可离开核医学科自由活动。根据测量结果计算出的甲状腺吸碘率值可判定受检者甲状腺功能，检查后即可离开。

根据了解，一次分装可使用一周，分装稀释剩余的药物放在分装室的手套箱内。一次自动分装、手动稀释等工作用时约 10min。

应用 ^{131}I 甲吸测定流程图见图 2-2。

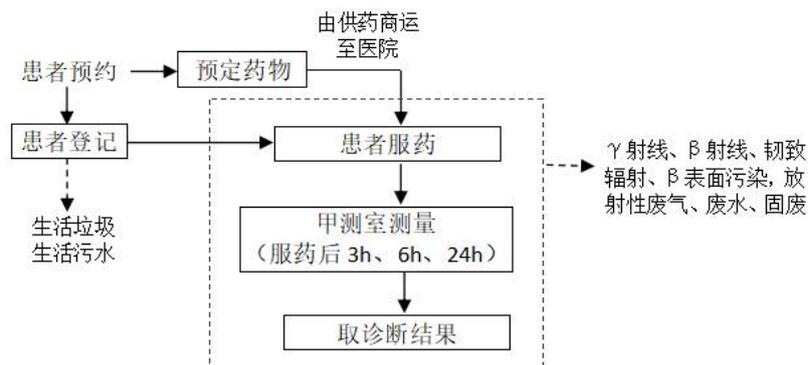


图 2-2 应用 ^{131}I 甲吸测定流程图

2.9.3 应用 ^{131}I 治疗流程及产污环节

(1) 工作原理

本项目主要利用 ^{131}I 开展甲亢治疗、甲癌治疗工作。

甲亢治疗：全称甲状腺功能亢进症治疗。甲状腺细胞对碘化物具有特殊的亲和力，服用药物后 ^{131}I 能够被甲状腺高度选择性吸收，甲亢患者的甲状腺中功能亢进的病变组织比一般的甲状腺组织的摄碘率更高。医院拟使用的碘 [^{131}I] 化钠口服液（简称 ^{131}I ），用于甲状腺功能亢进（甲亢）的治疗。 ^{131}I 属中毒组核素，在甲状腺内有较长的停留时间； ^{131}I 衰变时发射的 β 射线射程平均约 1mm，几乎全部为甲状腺组织

表 2 项目建设情况

吸收；使用适当剂量的 ^{131}I ，其辐射生物效应使功能亢进的甲状腺细胞受破坏，甲状腺缩小、甲状腺激素的合成减少而达到治疗的目的。

甲癌治疗：即甲状腺癌治疗。 ^{131}I 是一种带有放射性的碘，摄入体内主要聚集在有甲状腺和其他摄取碘的组织里。由于分化型甲状腺癌细胞分化较好，因此具备部分摄取碘的能力，但通常比甲状腺组织弱很多，当正常甲状腺组织被去除后，分化好的甲状腺癌组织能够摄取一定量的 ^{131}I ，利用 ^{131}I 衰变发出的 β 射线破坏肿瘤细胞，达到治疗目的。

(2) 工作流程

医院根据患者预约情况向有资质的供货商/生产商预定含 ^{131}I 的放射性药物（一般每次预定一天的用量），然后由有资质的供货商/生产商当天用专车运抵医院，有资质的供货商/生产商的技术人员将装有核素的铅罐与医务人员在储源室内交接，医务人员接收后在储源室储存。使用前将铅罐安装在自动分药仪内，然后医务人员通过分装注射室的电脑控制将蒸馏水注入自动分药仪中对购买的 ^{131}I 液态放射性药物进行稀释。操作护士在隔室操作界面上设定样品的分配活度、体积和计划使用时间，系统会自动完成将放射性原料（母液）进行稀释处理、定量分配、在线活度测量和样品体积配比的全部工作，测试合格的溶液可用于患者服用。

甲亢治疗流程：医生首先根据甲状腺吸碘率或吸碘量，确定服药量之后，通过电脑控制从自动分药仪内放出适量药物，药物用纸杯盛装，并通过视频、对讲设施指导病人在碘治疗服药室取药并服用。甲亢病人服药剂量大小不等，一般情况下，甲亢患者服药量 $5\sim 10\text{mCi}$ （ $1.85\times 10^8\sim 3.7\times 10^8\text{Bq}$ ），患者服药后，经治疗廊、过渡廊、出院廊、出院梯自行离开核医学科。

甲癌治疗流程：甲癌患者听医务人员指挥进入核医学科碘治疗服药室全自动核素分药仪处自行取药并服药，服药之后至甲癌病房住院治疗，患者满足出院（体内 ^{131}I 不高于 400MBq ）条件后离开，出院前进行SPECT/CT扫描检查（部分患者住院前初期也需要扫描）。因 ^{131}I 用药量一般低于 200mCi/人 ，其在甲状腺内有效半衰期约为 $3.5\sim 4.5\text{d}$ ，考虑药物的排泄，一般服药后病人住院 $3\sim 5$ 天即可出院。

应用含 ^{131}I 甲癌治疗工艺流程及产污环节见图 2-3。

表 2 项目建设情况

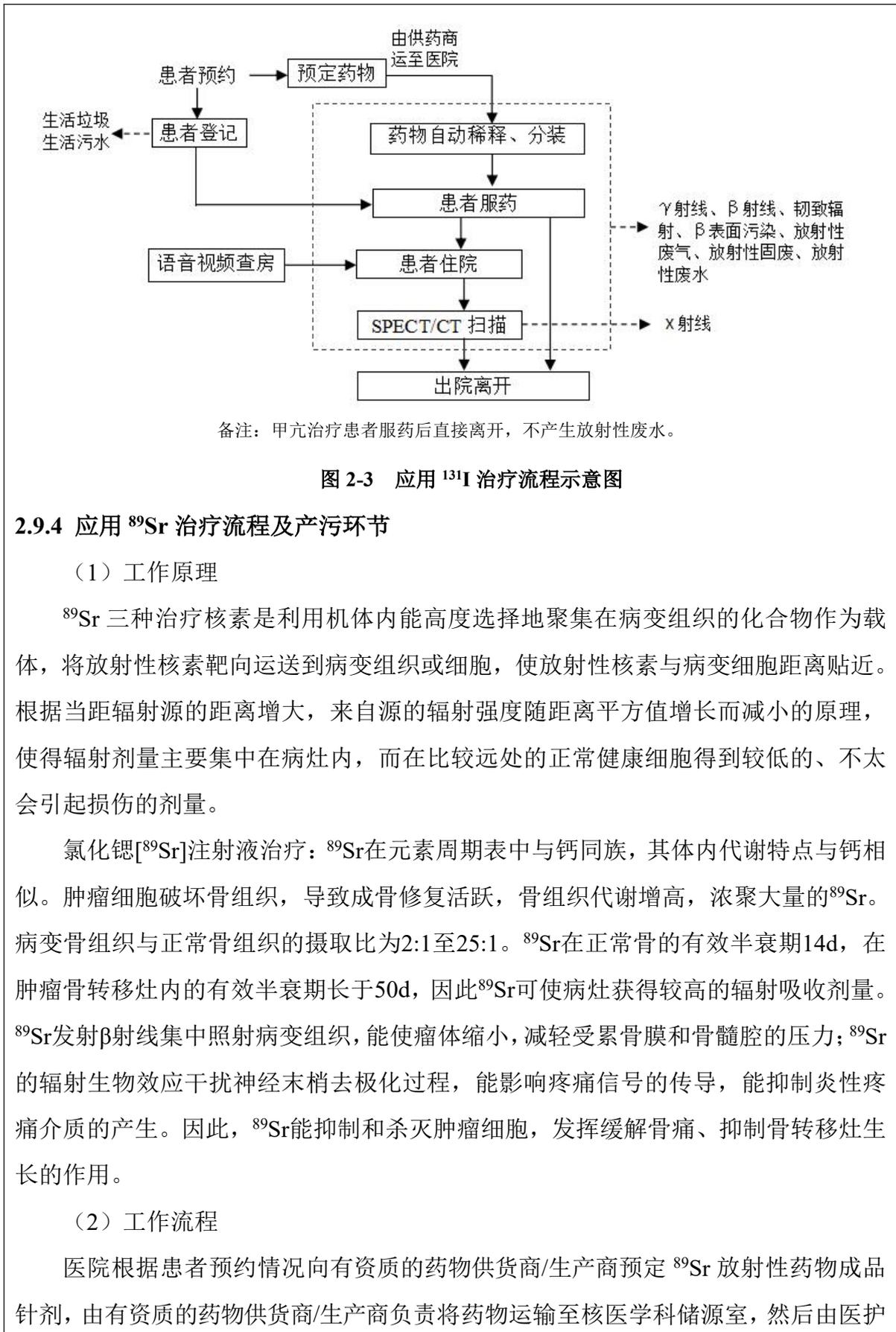


图 2-3 应用 ^{131}I 治疗流程示意图

2.9.4 应用 ^{89}Sr 治疗流程及产污环节

(1) 工作原理

^{89}Sr 三种治疗核素是利用机体内能高度选择地聚集在病变组织的化合物作为载体，将放射性核素靶向运送到病变组织或细胞，使放射性核素与病变细胞距离贴近。根据当距辐射源的距离增大，来自源的辐射强度随距离平方值增长而减小的原理，使得辐射剂量主要集中在病灶内，而在比较远处的正常健康细胞得到较低的、不太会引起损伤的剂量。

氯化锶[^{89}Sr]注射液治疗： ^{89}Sr 在元素周期表中与钙同族，其体内代谢特点与钙相似。肿瘤细胞破坏骨组织，导致成骨修复活跃，骨组织代谢增高，浓聚大量的 ^{89}Sr 。病变骨组织与正常骨组织的摄取比为2:1至25:1。 ^{89}Sr 在正常骨的有效半衰期14d，在肿瘤骨转移灶内的有效半衰期长于50d，因此 ^{89}Sr 可使病灶获得较高的辐射吸收剂量。 ^{89}Sr 发射 β 射线集中照射病变组织，能使瘤体缩小，减轻受累骨膜和骨髓腔的压力； ^{89}Sr 的辐射生物效应干扰神经末梢去极化过程，能影响疼痛信号的传导，能抑制炎症疼痛介质的产生。因此， ^{89}Sr 能抑制和杀灭肿瘤细胞，发挥缓解骨痛、抑制骨转移灶生长的作用。

(2) 工作流程

医院根据患者预约情况向有资质的药物供货商/生产商预定 ^{89}Sr 放射性药物成品针剂，由有资质的药物供货商/生产商负责将药物运输至核医学科储源室，然后由医护

表 2 项目建设情况

人员在分装室的防护手套箱内活度测定后吸入注射器内备用。患者在核医学科窗口凭预约单在分装注射室 3#注射窗口注射药物。 ^{89}Sr 的分装注射属于简单的湿法操作，患者注射放射性药物后，如无特殊情况，即由患者专门出口处离开住院综合楼。

应用 ^{89}Sr 治疗流程图见图 2-4。

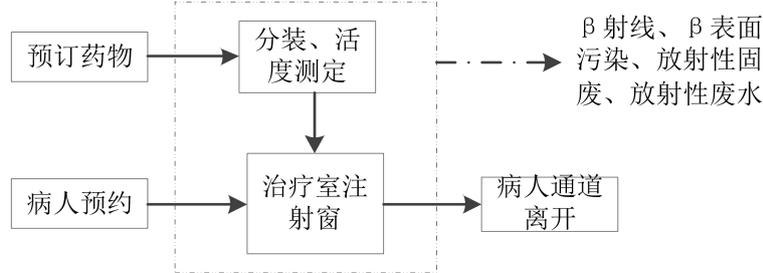


图 2-4 应用 ^{89}Sr 治疗流程图

综上所述，项目应用的非密封放射性同位素进行诊疗的工艺流程和产排污环节与环评阶段基本一致，未发生变化。

2.10 污染因子

由核医学科操作流程及核素辐射特性表可知，本次放射性同位素使用过程中主要污染因子包括： β 射线、 γ 射线、 β 表面污染、放射性“三废”。另外，SPECT/CT 的在使用 CT 模式下运行还会产生 X 射线。

(1) 电离辐射

β 射线：核医学科使用的 ^{131}I 、 ^{89}Sr 会产生 β 射线，其 β 射线能量在 0.602MeV~0.5846MeV 之间， β 射线在人体组织中的射程较短，患者的身体完全能够阻挡 β 射线，同时人体皮肤也能有效阻挡 β 射线进入人体。因此，本项目评价时不考虑 β 射线的穿透影响。

γ 射线：核医学科使用的 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{131}I 会产生 γ 射线，其 γ 射线能量在 0.140MeV~0.637MeV 之间。 γ 射线在人体组织中的射程较长，患者的身体不能完全能够阻挡 γ 射线，同时人体皮肤也不能有效阻挡 γ 射线进入人体。因此，本项目评价时将主要考虑 γ 射线的影响。

韧（同“韧”，其余位置同此）致辐射：放射性核素产生的 β 粒子穿过周围物质时将产生韧致辐射。

β 表面污染：医务人员在操作 β 放射性核素过程中，不可避免地会引起工作台、

表 2 项目建设情况

设备、墙壁、地面、工作服、手套等放射性沾污，造成β放射性表面污染。

X 射线：核医学科使用的 SPECT/CT 在使用时会产生 X 射线。设备在开机并曝光时产生 X 射线，在开机不曝光或不开机状态下均不产生 X 射线。X 射线能量在零和曝光管电压之间（不超过 140kV），为连续能谱分布，其穿透能力与 X 射线管的管电压和出口滤过有关。辐射场中的 X 射线包括有用线束、漏射线和散射线。

（2）废气

核医学科开展诊断、治疗活动过程中，放射性药物活度测量、分装、稀释等操作过程中会产生少量的放射性气溶胶废气。离子型的 ^{131}I 放射性药物易氧化析出 ^{131}I （单质碘），碘在常温下易挥发，产生放射性气溶胶；其他放射性核素均购买成品药物/针剂，操作比较简单，在正常工作情况下均不会产生气溶胶和蒸汽，仅在操作失误，放射性物质泼洒在工作台面或地面，可能会有微量药物挥发进入空气中。

X 射线、 γ 射线等与空气作用，产生少量的臭氧和氮氧化物等废气。

衰变处理设施运行产生少量臭气等。

（3）废水

用药后的病人排泄物、放射性药物操作过程中沾染的洗手水、一些重复使用的医疗器械的清洗水、工作场所清洁会产生放射性废水。

核医学科医务人员、病人（候诊区等）及陪同家属会产生一些医疗废水，属于非放射性废水。

（4）固体废物

核医学科开展诊断、治疗的活动过程中，将产生放射性固废，主要有一次性注射器、针头、手套、棉签、清洁污染用吸水纸、抹布、一次性纸杯、纸巾、清洁污染用吸水纸、餐盒、纸巾等。放射性废气处理系统采用活性炭吸附，更换后产生废活性炭。住院区可能沾染放射性药物的被服；非正常情况下少量未用完的放射性药物（含容器瓶）；射线装置报废产生废射线装置；废源间/废源库采用紫外线消毒，后期会产生废紫外灯等。

项目产生的污染因子与环评阶段一致，未发生变化。

2.11 人员配置

根据建设单位提供资料，核医学科目前配置了 5 名放射工作人员，均由医院其

表 2 项目建设情况

他放射工作人员调岗培养而来。放射工作人员名单见表 2-7。

表 2-7 核医学科放射工作人员名单表

序号	姓名	性别	学历	职称/职位	辐射安全与防护 培训合格证号	培训时间	健康体检 时间	个人剂量计编号	年度个人剂 量结果
1	崔安明	男	本科	核医学副 主任医师	FS24CQ0300089	2024.8	2024.4	27001006	0.20☆
2	袁亮	男	本科	核医学主 治医师	FS24CQ0300091	2024.8	2024.4	27001050	0.38
3	杨东	男	本科	技师	FS24CQ0300093	2024.8	2024.4	27001038	0.32
4	童娟娟	女	本科	主管护师	FS24CQ0300092	2024.8	2024.4	27001093	0.21
5	刘选兰	女	本科	主管护师	FS24CQ0300022	2024.8	2024.4	27001130	0.16*

备注：①操作放射性药物的放射工作人员铅衣内外各1枚，同一个编号。

②“年度个人剂量监测结果”统计范围为：2023年第四季度和2024年前三个季度。

③☆表示各季度均为小于探测线MDL；*表示为新入职放射工作人员，仅有2个季度的监测结果。

项目劳动定员8人，因项目目前尚未运行，且前期不开展PET/CT诊断工作，运行前期病人量少，目前仅配置了5人，待后续病人数增加后再酌情增加放射工作人员，目前配置的放射工作人员涉及到各岗位，能满足核医学科前期运行的需要。现有放射工作人员均参加了对应专业的培训，并考核合格。放射工作人员均已开展了岗前职业健康体检，配置了个人剂量计。放射工作人员的培训档案、健康档案、个人剂量档案均由医院辐射专职管理人员负责管理。

2.12 工作负荷

根据医院确认，核医学科年运营 365 天，工作人员工作 250 天，实行轮体制。核医学科放射性核素药物操作天数不超过 240 天/年。

核医学科使用非密封放射性同位素的工作负荷具体情况如下表 2-8，设备及放射工作人员工作时间见表 2-9。

表 2-8 非密封放射性同位素使用情况表

核素 名称	用途	药物 形态	单人次最大 用量 (Bq)	最多接待人次 (人次)			核素用量 (Bq)		
				日	周	年	日	周	年
^{99m} Tc	扫描诊断	液态	7.40×10 ⁸	12	205	2460	8.88×10 ⁹	1.517×10 ¹¹	1.8204×10 ¹²
¹³¹ I	门诊诊断 (甲吸)	液态	1.85×10 ⁵	5	25	300	9.25×10 ⁵	4.625×10 ⁶	5.55×10 ⁷
	门诊治疗	液态	3.70×10 ⁸	4	20	240	1.48×10 ⁹	7.40×10 ⁹	8.88×10 ¹⁰

表 2 项目建设情况

	(甲亢)								
	住院治疗 (甲癌)	液态	7.40×10^9	2	8	96	1.48×10^{10}	5.92×10^{10}	7.104×10^{11}
	小计	/	/	11	53	636	1.628×10^{10}	6.66×10^{10}	7.993×10^{11}
⁸⁹ Sr	门诊治疗	液态	1.48×10^8	2	5	60	2.96×10^8	7.40×10^8	8.88×10^{10}
合计			—	25	263	3156	2.55×10^{10}	2.19×10^{11}	2.63×10^{12}

表 2-9 核医学科射线装置及人员工作负荷统计表

设备名称	工作内容	诊断人数 (人次/年)	单次所需时间	年有效 开机时间
SPECT/CT (^{99m} Tc、 ¹³¹ I 甲癌)	SPECT 显像	$2460+96 \times 2=2652$ $=2652$	10min/人次	442 h/年
	CT 扫描		2min/人次	88.4h/年
核素名称	工作内容	诊疗人数 (人次/年)	单次所需时间	放射工作人员 接触时间
^{99m} Tc	活度测定、注射器吸药	2460	10s/人次	6.83 h/年
	注射	2460	10s/人次	6.83 h/年
	SPECT/CT 辅助摆位	$2460 \times 1/10=246$	1min/人次	4.10 h/年
¹³¹ I (甲吸测定)	手动稀释分装	1 次/周, 50 周/年	10min/次	8.3h/年
¹³¹ I (甲亢甲癌治疗)	自动分装	$240+96=336$	全自动核素分药仪	/
⁸⁹ Sr	分装、活度测定	60	10s/人次	0.17 h/年
	注射	60	10s/人次	0.17 h/年

综上所述，本次验收的核医学科各放射性同位素的诊疗用量与环评阶段一致，设备的工作时间与环评阶段一致，放射工作人员的工作量增加了甲吸药物的稀释分装，由此较环评阶段增加了 8.3h/a 的核素操作时间。

2.13 项目变更情况

综上所述，与环评阶段相比，本次验收的核医学科仅个别用房进行了微调，部门用房名称进行了调整，甲吸服药方式由胶囊变为手动分装，其余均与环评阶段保持一致。

根据《污染影响类建设项目重大变动清单（试行）》（环办环评函〔2020〕688号），项目的建设性质、规模、地点、采用的设备及工艺、防治污染、辐射安全与防护等措施未发生重大变动。

表 3 辐射安全与防护设施/措施

3.1 主要污染源、污染物处理和排放：

(1) 工作场所布局

核医学科主要分为 3 块：诊疗办公、配套用房、废水间（衰变处理设施）。配套用房位于诊疗办公的外围，包含西侧的等候区、南侧的公卫，衰变间位于诊疗办公东侧，内部布置衰变处理设施。诊疗办公的诊疗用房根据功能主要分为 3 个区：诊断区、治疗区、住院区。

根据核医学诊疗业务流程，诊断区主要功能用房包括卫生通过间（含淋浴）、分装室、储源室、运动负荷室、抢救室 1、放废暂存间 1、SPECT/CT 机房、PET/CT 机房、诊断廊、SPECT/CT 等候室、PET/CT 等候室、留观廊、SPECT/CT 留观室、PET/CT 留观室；治疗区主要功能用房包括碘治疗给药室（共用）、治疗廊；住院区主要功能用房包括抢救室 2、病房、住院廊、被服间、放废暂存间 2 等。

核医学科用房功能设置齐全，能满足运营的需求。

(2) 人流物流路径

①患者（病人）规划路径

就诊者从住院综合楼 1F 通过电梯下到 -4F，在核医学科护士站登记。然后在核医学科外等候区等候，听到医务人员的语音呼叫后在地面标识引导下通过不同的病人入口（护士控制入口门禁）进入核医学科内部。

A.注射诊断患者路径

注射^{99m}Tc的受检者：通过诊断入口进入核医学科，经缓冲区到达 2#注射窗口（SPECT 注射窗口）接受放射性药物注射，然后进入 SPECT/CT 等候室等候，听到呼叫后经诊断廊进入 SPECT/CT 机房扫描，之后再经留观廊进入 SPECT 留观室留观，待确认可离开后经留观廊、出院廊通过出院梯上到住院综合楼 -1F 直接离开住院综合楼。

B.注射治疗患者路径

注射⁸⁹Sr患者：通过治疗入口进入治疗廊，到达 3#注射窗口注射，之后沿治疗廊、过渡廊、出院廊、出院梯离开住院综合楼。

C.口服药物患者路径

甲吸患者：通过治疗入口进入治疗廊，到达 3#注射窗口接受药物口服，之后沿

表 3 辐射安全与防护设施/措施

治疗廊、过渡廊、出院廊、出院梯离开住院综合楼。

甲亢患者：通过治疗入口进入治疗廊，然后进入给药室口服药物，服药后返回治疗廊，经过渡廊、出院廊、出院梯离开住院综合楼。

甲癌患者：通过住院入口进入缓冲间、住院廊，然后进入碘治疗给药室口服药物，服药后返回住院廊进入病房。出院时经住院廊、过渡廊、出院廊、出院梯离开住院综合楼。住院期间的 SPECT/CT 检查安排在没有门诊病人的时段，病人在病房内排泄后，直接经住院廊、过渡廊、留观廊、诊断廊进入 SPECT/CT 机房内检查，检查完成后直接原路返回到住院病房内。

②核医学科医务人员规划路径

操作设备的医务人员（技师）：核医学科技师从住院综合楼1F通过电梯下到-4F，从医护廊进入控制室，工作结束后原路返回。

操作核素的医务人员（护士）：操作核素的医务人员从住院综合楼1F通过电梯下到-4F，经卫生通过间进入分装室，工作（含自动分药仪的操作）完成后原路返回。该部分医务人员离开分装室后，需要在卫生通过间内通过 β 表面污染监测仪监测表面污染达标（ $\beta \leq 0.4 \text{ Bq/cm}^2$ ）后方可离开。其中医护人员需要将 ^{131}I 药物通过手套箱旁的防护门、治疗廊送入碘治疗给药室安装到自动分装仪内，并需要将甲吸药物从此处取出后回到碘治疗给药室的手套箱内进行稀释分装。

③放射性药物运输路径

放射性药物全部采用提前预约对外订购的方式获得，每日由供货商/生产商运输车辆行驶到住院综合楼-4F，再由运输人员步行运输到核医学科储源室门外。由医务人员接收后放到储源室的储源柜内，待使用时再取用。放射性药物一般在每天的早上送药，送药时核医学科内尚无门诊病人活动。

④放射性废物运输路径

核医学科设置2个放废暂存间。每日诊断完成后，核医学科医务人员将诊断区的放射性废物（含 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ）收集到分装室旁的放废暂存间1内分类打包、贴标识后进行衰变。

每日治疗完成后将含 ^{131}I 、 ^{89}Sr 的放射性废物收集到被服间旁的放废暂存间2内分类打包、贴标识后进行衰变。住院区的放射性废物在病人出院后再收集至放废暂存

表 3 辐射安全与防护设施/措施

间2，住院病人的被服直接收集后通过住院廊送至被服间衰减处理。

放废暂存间的放射性废物衰变达相应时间并监测合格后经过渡廊、出院廊离开核医学科，然后送至医院总医疗废物暂存间暂存，最后交有资质单位处置。

⑤送餐路径

甲癌病房的送餐人员直接从住院综合楼电梯下到-4F，通过过道送到配餐间。

项目核医学科人流、物流等路径规划示意附图五（2）所示。

综上所述，本项目核医学科工作人员通道与患者通道分开，用药前患者和用药后患者通道能分开，人员与放射性药物通道错时分开，做到通道时空不交叉。

与环评阶段相比，核医学科人流物流路径未发生变化。人流、物流相对独立，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）与《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）的要求。

3.2 辐射工作场所分区管理

医院对核医学科用房进行了分区管理，具体分区情况见表 2-2，分区图见附图五（3）所示。

表3-1 项目分区情况表

阶段	控制区范围	监督区范围
环评阶段	卫生通过间（含淋浴）、分装注射室、储源室、运动负荷室、抢救室 1、放废暂存间 1、SPECT 等候室、PET 等候室、SPECT/CT 机房、PET/CT 机房、校准源室、诊断廊、SPECT 留观室、PET 留观室、洁具间 1，给药室、抢救室 2、治疗廊、病房、住院廊、被服间、放废暂存间 2、洁具间 2、过渡廊，以及废水间	甲测室、缓冲间 1、护士站、医护廊、控制室（含更衣淋卫）、会议示教室，缓冲间 2、配餐间、过渡廊、出院廊，排烟机房、废水间周围过道，以及控制区楼上正对区域（车库）
验收阶段	卫生通过间（含淋浴）、分装室、储源室、运动负荷室、抢救室 1、放废暂存间 1、SPECT/CT 等候室、PET/CT 等候室、SPECT/CT 机房、PET/CT 机房、校准源室、诊断廊、SPECT/CT 留观室、PET/CT 留观室、洁具间 1，碘治疗给药室、抢救室 2、治疗廊、病房、住院廊、被服间、放废暂存间 2、洁具间 2、过渡廊，以及衰变池间	甲吸室、缓冲间 1、护士站、医护廊、控制室（含更衣淋卫）、会议示教室，缓冲间 2、配餐间、过渡廊、出院廊，排烟机房、衰变池间周围过道，以及控制区楼上正对区域（车库）

与环评阶段相比，分区不变。本次验收范围不包含 PET 相关诊断，但因其相关用房均在核医学科控制区内，无关人员无法进入，因此这些用房也纳入控制区进行

表3 辐射安全与防护设施/措施

管理。
核医学科的控制区满足环评、批复文件和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》的要求，同时也满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）与《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）要求。

3.3 各房间防护厚度建设情况

项目验收涉及用房的屏蔽设计及建设情况见表3-2。

表3-2 项目验收涉及用房屏蔽情况对比表

用房名称	环评阶段防护方案	验收阶段防护方案	变化情况
甲吸室	墙体：四周 240mm 砖/400mm 砼 顶棚：180mm 砼	墙体：四周 240mm 砖/400mm 砼 顶棚：180mm 砼+2mmPb 铅板	顶棚增加铅防护
分装室	墙体：四周 370mm 砖+40mm 硫酸钡 注射窗：1#30mmPb, 2#、3#4mmPb 防护门：4/6/10mmPb 顶棚：180mm 砼+2mmPb 铅板	墙体：四周 370mm 砖+40mm 硫酸钡 注射窗：1#30mmPb, 2#、3#4mmPb 防护门：10mmPb 顶棚：180mm 砼+5mmPb 铅板	部分防护门、顶棚铅当量增加
储源室	墙体：邻治疗廊 400mm 砼，邻分装注射室 370mm 砖+40mm 硫酸钡，其余 240mm 砖+40mm 硫酸钡 防护门：4mmPb 顶棚：180mm 砼+2mmPb 铅板	墙体：邻治疗廊 400mm 砼，邻分装室 370mm 砖+40mm 硫酸钡，其余 240mm 砖+40mm 硫酸钡 防护门：4mmPb 顶棚：180mm 砼+6mmPb 铅板	顶棚铅当量增加
运动负荷室	墙体：四周 370mm 砖+40mm 硫酸钡 防护门：4mmPb 顶棚：180mm 砼	墙体：四周 370mm 砖+40mm 硫酸钡 防护门：10mmPb 顶棚：180mm 砼+5mmPb 铅板	防护门铅当量增加 顶棚增加铅防护
抢救室 1	墙体：四周 370mm 砖+40mm 硫酸钡 防护门：10mmPb 顶棚：180mm 砼+2mmPb 铅板	墙体：四周 370mm 砖+40mm 硫酸钡 防护门：10mmPb 顶棚：180mm 砼+5mmPb 铅板	顶棚铅当量增加
放废暂存间 1	墙体：四周 370mm 砖+40mm 硫酸钡 防护门：4mmPb 顶棚：180mm 砼	墙体：四周 370mm 砖+40mm 硫酸钡 防护门：10mmPb 顶棚：180mm 砼+6mmPb 铅板	防护门铅当量增加 顶棚增加铅防护
SPECT/CT 等候室	墙体：370mm 砖+40mm 硫酸钡 防护门：6mmPb 顶棚：180mm 砼	墙体：370mm 砖+40mm 硫酸钡 防护门：6mmPb 顶棚：180mm 砼+5mmPb 铅板	顶棚增加铅防护
SPECT/CT 机房	墙体：370mm 砖+40mm 硫酸钡 防护门、观察窗：6mmPb 顶棚：120mm 砼+2mmPb 铅板	墙体：370mm 砖+40mm 硫酸钡 防护门、观察窗：6mmPb 顶棚：120mm 砼+7mmPb 铅板	顶棚铅当量增加
SPECT/CT 留观室	墙体：四周 370mm 砖+40mm 硫酸钡 防护门：4mmPb 顶棚：180mm 砼	墙体：四周 370mm 砖+40mm 硫酸钡 防护门：10mmPb 顶棚：180mm 砼+5mmPb 铅板	防护门铅当量增加 顶棚增加铅防护
诊断廊	邻入口处：防护门 12mmPb, 墙体 370mm 砖+40mm 硫酸钡 顶棚：120/180mm 砼+2mmPb 铅板	邻入口处：防护门 12mmPb, 墙体 370mm 砖+40mm 硫酸钡 邻留观廊处：防护门 10mmPb, 墙体 240mm 砖+40mm 硫酸钡 顶棚：120/180mm 砼+5mmPb 铅板	走廊间的门墙增加防护 顶棚铅当量增加
留观廊	邻出院廊：防护门 8mmPb, 墙体 370mm 砖+40mm 硫酸钡 顶棚：120mm 砼	邻出院廊：防护门 10mmPb, 墙体 370mm 砖+40mm 硫酸钡 顶棚：120mm 砼+5mmPb 铅板	防护门铅当量增加 顶棚增加铅防护

表 3 辐射安全与防护设施/措施

治疗廊	邻入口处：防护门10mmPb，墙体240mm 砖+40mm硫酸钡 邻过渡廊：防护门5mmPb，墙体240mm 砖+40mm硫酸钡 顶棚：180mm 砼	邻入口处：防护门10mmPb，墙体240mm 砖+40mm硫酸钡 邻过渡廊：防护门5mmPb，墙体240mm 砖+40mm硫酸钡 顶棚：180mm 砼+5mmPb 铅板	顶棚增加铅 防护
碘治疗给药 室	墙体：四周400mm 砼 防护门：20mmPb 顶棚：180mm 砼+6mmPb 铅板		不变
抢救室2	墙体：四周400mm 砼 防护门：20mmPb 顶棚：180mm 砼+6mmPb 铅板		不变
病房1、2	墙体：邻诊疗用房外过道470mm 砼 其余400mm 砼 防护门：20mmPb 顶棚：180mm 砼+6mmPb 铅板		不变
住院廊	走廊两端：防护门20mmPb，墙体400mm 砼 顶棚：180mm 砼+6mmPb 铅板		不变
配餐间	配餐窗：25mmPb 配餐窗其余墙体： 400mm 砼 顶棚：180mm 砼	配餐窗：25mmPb 配餐窗其余墙体： 400mm 砼 顶棚：180mm 砼+6mmPb 铅板	顶棚增加铅 防护
被服间	墙体：邻抢救室400mm 砼 其余240mm 砖+40mm硫酸钡 防护门：6mmPb 顶棚：180mm 砼	墙体：邻抢救室400mm 砼 其余240mm 砖+40mm硫酸钡 防护门：12mmPb 顶棚：180mm 砼+6mmPb 铅板	防护门铅当 量增加 顶棚增加铅 防护
放废暂存间 2	墙体：邻抢救室400mm 砼 其余240mm 砖+40mm硫酸钡 防护门：5mmPb 顶棚：180mm 砼	墙体：邻抢救室400mm 砼 其余240mm 砖+40mm硫酸钡 防护门：5/12mmPb 顶棚：180mm 砼+6mmPb 铅板	一个防护门 铅当量增加 顶棚增加铅 防护
出院廊	墙体：除与诊疗用房共墙外，其余240mm 砖 防护门：无 顶棚：120mm 砼	墙体：除与诊疗用房共墙外，其余 240mm 砖 防护门：6mmPb 顶棚：120mm 砼	新增防护门
衰变间	用房外墙：500mm 砼，顶棚120mm 砼， 防护门：10mmPb	用房外墙：500mm 砼，顶棚120mm 砼， 防护门：10mmPb	不变
衰变处理设 施	集水井井盖：10mmPb 短衰沉淀池、短衰变池（1、2、3）：3mm 钢+10mmPb 铅板 长衰沉淀池+衰变池（1、2、3）：四周 3mm 钢+10mmPb 铅板，顶部3mm 钢 +16mmPb 铅板	集水井井盖：10mmPb 短衰沉淀池、短衰变池（1、2、3）：3mm 钢+10mmPb 铅板 长衰沉淀池+衰变池（1、2、3）：四周 3mm 钢+10mmPb 铅板，顶部3mm 钢 +10mmPb 铅板	长衰池的顶 部铅当量减 小
穿墙管线	电缆管线等从地下“U”型穿越；废水管网 在地下布管，通风、排气管在核医学科 用房吊顶上方走线，采用直穿方式穿越， 穿越处高于地面3m，在控制区边界处的 管道穿墙处四周包裹2mmPb 铅板进行防 护。		控制区内部 穿墙处增加 铅补偿措施

根据表3-2对比情况可知，防护方案中，除长衰沉淀池+衰变池（1、2、3）的顶部铅当量由环评阶段的16mmPb减少到10mmPb外，其余屏蔽体保持不变或者增加了防护能力。长衰沉淀池+衰变池（1、2、3）的顶部铅当量减少，主要是因为这4个池体的有效体积不变，但高度减少了1m，增加了放射性废水与楼上考察点的距离。

为考虑衰变池运行后对顶棚的影响，本次进行该条件下的理论核算。核算公式采用《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)附录I中的核算公式和相应参数，具体为： ^{131}I 对于裸源单位放射性活度所致1m处的周围剂量当量率 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2(\text{h}\cdot\text{MBq})^{-1}$ ，TVL_铅为11mm，TVL_{混凝土}为160mm；核算距离为3.9m，核算活度参考《重庆市忠县人民医院

表 3 辐射安全与防护设施/措施

院核医学项目环境影响报告表》中表11-15沉淀池为 $2.0 \times 10^4 \text{Bq}$ 、衰变池1/2/3为 $8.1 \times 10^3 \text{Bq}$ ，经过核算，对应的楼上地面周围剂量当量率分别为 $1.90 \mu \text{Sv/h}$ 、 $0.77 \mu \text{Sv/h}$ ，满足标准不大于 $2.5 \mu \text{Sv/h}$ 的限值要求。因此，根据理论核算，1#长衰处理设施顶棚的屏蔽能满足辐射防护的要求。

3.4 辐射安全与防护措施的设置和功能实现情况

本项目辐射安全与防护措施包括辐射分区、警告标志、视频监控、语音对讲、引导标识等辐射安全与防护状况等，现场照片见附图三，具体布置位置见附图五(8)。核医学科的辐射安全与防护设施设置情况与环境影响报告表及其审批部门审批决定对比情况见表3-3。

表 3-3 核医学科安全防护措施落实情况表

序号	环评报告表及其批复中的安全防护措施	实际采取的安全防护措施	检验方式	检验结果
1	工作场所分区	在核医学科内划分控制区和监督区，地面贴分区标识。	现场查看	达到分区管控效果
2	场所装修	核医学科诊疗办公区除卫生间、洁具间、卫生通过间地面为防滑地砖外，其余地面均铺设 2mm 厚的同质透心 PVC 地板胶，并回翻接墙面；除卫生间、洁具间、卫生通过间墙面为瓷砖外，其余墙面均铺设 6mm 厚的医疗洁净板。均易清洁。	现场查看	已按要求设置并达到效果
3	X 射线装置机房措施	SPECT/CT 机房推拉式电动门设防夹装置，手动平开门设自动闭门装置。防护门上方设工作状态指示灯，与防护门有效联锁。	现场查看	已按要求设置并达到效果
4	防盗和监控	储源室、放废暂存间防护门设置门锁和门禁，设置监控探头，专人保管放射源/放射性废物，实现双人双锁。	现场查看	已按要求设置
5	门禁系统	在控制区进出口设置门禁（密码门），防止无关人员进出；受检者出入口设置单向门禁仅能单向通行，技师、护士工作区域无关人员不可进入。	现场查看	已按要求设置并达到效果
6	监视和通讯装置	在核医学科工作场所必要位置设置监控探头，监控显示在护士站；并设置了对应的语音/对讲装置，方便医护人员指导患者或者与患者沟通。	现场查看和试验	已按要求设置并达到效果
7	警告标志	在诊疗办公区各门上，以及衰变间等处设置电离辐射警告标志。储源铅罐、放废桶、注射器转运盒表面张贴电离辐射标志。在工作场所内部相应区域、出口电梯/楼梯等处设置警示语等。	现场查看	已按要求设置

表 3 辐射安全与防护设施/措施

8	就诊引导标识	在诊断廊、治疗廊、住院廊等处设置地面导向提示，引导受检者就诊。	现场查看	已按照要求张贴标识
9	清洁去污	设置卫生通过间，各水出口置感应式开关。配置核素洗消液及配备应急去污用品、表面污染监测仪，保证放射工作人员清洁达到要求后再离开核医学科。设置 2 个洁具间，设置不同区域的专用拖把，分区使用。	现场查看	已按照要求设置
10	辐射监测仪器	在卫生通过间配置通道式行人放射性检测系统，在分装室、控制室、出院廊、住院廊、护士站、衰变间分别设置固定式区域辐射剂量报警仪实施监测辐射环境。	现场查看	已按照要求设置，能正常工作

通过现场查看及检验，本项目落实了环评报告及其批复中的安全防护措施。

3.5 放射性三废处理设施的建设

3.5.1 监测设施及防护用品

医院按照环境影响报告表及其审批部门审批决定的要求为辐射工作人员配备了防护用品及表面污染监测仪、剂量报警仪、个人剂量计等。

监测设施基本情况见表 3-4。

表3-4 核医学科个人防护用品和检测仪表

序号	设备名称	数量	存放或使用位置	备注
1	防护铅衣、铅背心、防护铅围领、防护铅眼镜、防护铅帽、防护手套	4 套	分装室	0.5mmPb
2	放射性污染防护服	10 件	分装室	/
3	活度计	2 台	分装室	HD-175A
4	表面污染仪	1 台	分装室/卫生通过间	HA170
5	个人剂量报警仪	7 台	医务人员随身佩戴	HA3800G-G
6	射线检测仪（手持式）	2 台	工作场所监测	HA3800G-N10
7	通道式行人放射性监测系统	1 套	卫生通过间	CRMS2000-G
8	固定式区域辐射报警系统（全身 γ 污染监测仪）	8 个	护士站、分装室、控制室（2 个）、住院廊出口、出院廊、衰变间（2 个）	WBC-G100

根据表3-4可知，医院核医学科配置的防护用品和检测仪表满足开展相应诊疗的需要，也满足环评及批复要求。固定式区域辐射报警系统设置8个探头主要在放射工作人员经常活动的位置和病人出口处设置，能有效监控工作场所的辐射水平。

3.5.2 放射性废气处理

根据附图五（5）核医学科废气管网布置图可知，项目共设置了7套废气收集主

表 3 辐射安全与防护设施/措施

管。6#、7#套（非诊疗区域及废水间）的废气管网引至门急诊楼北侧建筑边界处高于地面2.5m排放。1#~5#废气主管分别收集核医学科各区域放射性废气，引至门急诊楼5F楼顶高于楼顶排放。其中注射室的手套箱设置1套独立的收集管网（3#），合理配置风机，保证防护手套箱风速不低于0.5m/s，住院区（1#）、放废暂存间2（4#）均设置独立的排风系统，均设置废气过滤装置；主要产生挥发性¹³¹I放射性废气的给药室单独设置1套收集管网（2#），其余区域管网收集也能保证废气从低活性到高活性方向收集。

各手套箱上方设置活性炭吸附装置，各放射性废气管网引至楼顶排放的废气管网在排放口之前另设置活性炭吸附装置，活性炭定期更换。核医学工作人员定期检查防护手套箱、通风风机运行效能，形成检查记录，定期更换活性炭，更换下来的废活性炭作为放射性废物处置。楼顶由医院设置门禁，无关人员无法进入楼顶。

核医学科废气收集管网基本情况见表 3-5。

表3-5 核医学科废气收集管基本情况表

排气管道编号	主要收集范围	排风量（m ³ /h）		风机位置	排放口	
		环评阶段	实际配置			
放射性废气管网	1#	病房1、病房2、住院廊、被服间、抢救室2	2300	2300	风机均位于门急诊楼5楼顶，风机一备一用	门急诊楼5楼顶北侧高于楼顶3m排放
	2#	给药室	1000	1813		
	3#	手套箱（2个）	3600	3600		
	4#	放废暂存间2	1000	1813		
	5#	过渡廊、洁具间1、洁具间2、治疗廊、留观廊、SPECT/CT留观室、PET/CT留观室、放废暂存间1、抢救室、运动负荷室、PET/CT机房、SPECT/CT机房、诊断廊、PET/CT等候室、SPECT/CT等候室、储源室、卫生通过间、注射窗、分装室	7000	7000		
非放射性废气管网	6#	公卫区、等候区、甲测室、护士站、诊室、值班室、医护廊、卫生间、更衣室、办公室、会议示教室、控制室、校准源室、过渡廊、出院廊	3000	3000	核医学科所在楼顶吊顶上	门急诊楼北侧建筑边界处高于地面2.5m排放
	7#	衰变间	1000	3000		

表 3 辐射安全与防护设施/措施

放射性废气收集管网布置、收集范围、排放口设置位置等与环评阶段一致，部分管网排风机的风量增加，其余未发生改变。

3.5.3 放射性废水处理

核医学科的放射性废水采用污污分流的方式收集和处理。

核医学科建设了两套独立的放射性废水收集处理系统。1#衰变处理设施为长半衰期放射性废水收集处置，主要收集包含病房、放废暂存间2、洁具间2等涉及¹³¹I放射性药物的区域放射性废水；2#衰变处理设施为短半衰期放射性废水收集处置，主要收集卫生通过间、SPECT/CT等候室、PET/CT等候室、运动负荷室、抢救室1、SPECT/CT留观室、PET/CT留观室、洁具间1等区域（注射诊断区域）的放射性废水。两套放射性废水衰变处理设施均在废水间内，无关人员无法进入。收集管道尺寸主要有 $\phi 75\text{mm}$ 、 $\phi 100\text{mm}$ ，衰变间外的管网全部地埋（地面下约300mm），不暴露于地面，不采取额外的防护措施。

两套衰变处理设施各包含 1 个集水井、1 个沉淀池、衰变池 1、衰变池 2、衰变池 3，共用 1 个废液取样池。沉淀池主要具有沉淀、厌氧消化功能，拟设置铰刀式切割泵破碎消除废水中的沉渣，并且设置隔板，之后进入后续衰变池体，防止污泥硬化淤积和后续处理系统堵塞。衰变处理设施有防止废液溢出、污泥硬化淤积、堵塞进出水口、废液衰变池超压的措施。各池体内的泵均为一备一用。

两套放射性废水衰变处理设施（衰变池）均为地埋式混凝土结构槽式处理间歇排放工艺，均为高度智能化控制系统，人性化操作管理，设置触摸屏控制系统、报警机制和状态提醒机制、剂量监控探测系统，所有运行状态自行监控，实现全自动稳定运行。系统的电源柜、自动控制柜、主机等均设置在衰变间内，远程控制界面设置在护士站。

放射性废水经管网自重进入集水井，通过泵进入沉淀池，处理后泵入衰变池1，待其装满废水后启用衰变池2，待衰变池2装满废水后启用衰变池3，待衰变池3装满水后，将衰变池1的废水泵入医院污水井排放到医院污水管网，放射性废水再排入衰变池1，以此循环。衰变池排水管网上设置采样系统，在需要时可采样检测。

废水间墙体为 500mm 混凝土，防护门为 10mmPb。衰变处理设施的集水井为地埋式混凝土结构，四周厚 100mm 砼，顶部为 10mmPb 盖板，其余均为地面钢结构，

表 3 辐射安全与防护设施/措施

各池体外围各方位用 10mmPb 铅板包裹防护。

1#衰变处理设施收集处理长半衰期放射性废水，集水井有效体积为 4m³，沉淀池有效体积为 24m³，单个衰变池有效体积为 48m³，3 个衰变池总有效体积为 144m³；2#衰变处理设施收集处理短半衰期放射性废水，集水井有效体积为 4m³，沉淀池有效体积为 3m³，单个衰变池有效体积为 6m³，3 个衰变池总有效体积为 18m³。

放射性废水衰变处理设施所在位置按照要求采取了防渗处理，放射性废水管道则采用耐腐蚀的特种管道，能满足防渗的要求。衰变间防护门上设置了电离辐射警示标识。放射性废水收集管网、管槽内管网设置标记，便于检测和维修。

项目放射性废水收集排放管网、处理设施的平立面示意图见附图五（6）、附图五（7）。

与环评阶段相比，放射性废水管网和衰变处理设施与环评阶段一致，仅1#长衰处理设施的沉淀池、衰变池的尺寸由环评阶段的4m×4m×3.5m变为5m×4m×2.5m，但有效体积未变，其余均未发生改变。

3.5.4 放射性固废处理

核医学科配置了5个20mmPb的放废桶、8个10mmPb的放废桶。10mmPb的分别放置在分装室、SPECT/CT等候室、SPECT/CT留观室、放废暂存间1，20mmPb的分别放置在碘治疗给药室、病房、放废暂存间2等，收集包括注射器、针头、棉签、一次性纸杯、手套、餐盒、纸杯等放射性废物。放射废物桶上均设置了电离辐射标志。

核医学科在分装室旁设置了放废暂存间1，配置了3个10mmPb的放废桶；在治疗廊旁设置了放废暂存间2，配置了2个20mmPb的放射废物桶，用于暂存衰变放射性废物。废物暂存间内有放射性废物登记及管理台账，能准确记录每次产生放射性废物的种类、核素类别、重量、暂存起止时间、转运人员及监测人员等基本信息。医院按照医用放射性废物管理要求进行管理，每天诊疗工作结束后由专人统一收集打包等，衰变满足相应时间，经监测合格后作为一般医疗废物送至医院医疗垃圾暂存间，再交有资质单位处置。

未用完的放射性药物（含容器瓶）短半衰期的直接在手套箱内衰变后到衰变室暂存，达到要求后作为一般医疗废物处理，长半衰期的交生产厂家回收处置。

住院病人使用过的被服在被服库内暂存，达到清洁解控水平后（至少一个半衰

表 3 辐射安全与防护设施/措施

期) 再进行清洗消毒处理, 而后再利用。核医学科住院区的被服单独清洗和使用, 不与其他病房的被服一起清洗和混用。

与环评阶段相比, 放废暂存间的位置、面积、收纳范围、收集处理方式等均未发生变化。

3.5.5 其他

(1) 废水: 核医学科常规废水单独设置废水收集管网, 然后接入医院污水管网进入医院污水处理站进行处理。

(2) 固废: 本项目产生的非放射性固废主要为病人用药前及家属产生的医疗废物, 为一般医疗废物, 收集暂存于医院医疗废物暂存间, 最终交有资质单位处置, 对周围环境影响小。铅防护用品, 在使用一定年限后屏蔽能力减弱, 不能达到原有使用功能后成为报废铅防护用品, 由医院收集妥善保存, 交有资质单位处置, 并做好相应记录。X 射线装置设备报废后, 设备去功能化交由物资回收单位处置, 并做好记录。废紫外消毒灯的灯管属于危险废物, 交有资质单位处置。

3.6 辐射环境安全管理落实情况

(1) 辐射安全管理机构

医院成立了辐射安全与放射卫生管理工作领导小组, 办公室设置在公共卫生科。并于 2024 年 7 月以文件的形式进行了人员调整。医院根据人员情况于 2024 年 7 月进行了调整 (忠医办〔2024〕109 号), 调整后以医院法人为组长, 以各科室科长/副科长、主任/副主任为成员, 并设置 1 名专职管理人员, 学历为本科。文件规定了领导小组工作职责, 明确了其工作内容和范围。医院现有的辐射安全与环境保护管理机构设置符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求。

(2) 管理制度

医院制定了一系列辐射环境管理制度, 公共制度主要包括: 《辐射安全及放射卫生管理工作领导小组职责》《忠县人民医院辐射 (放射) 事故应急预案》《放射防护管理制度》《放射防护用品管理制度》《放射工作人员防护制度》《受检者放射防护制度》《放射科岗位职责》《放射诊疗设备管理》《设备使用制度》《仪器设备保养制度》《辐射安全和防护监测方案》《放射工作人员辐射安全培训计划》, 核医学科制定了单独的科室管理制度, 主要包括: 《核医学科辐射安全管理制度》

表 3 辐射安全与防护设施/措施

《放射卫生防护制度》《放射性药品贮存及管理制度》《核医学检查和治疗服务控制程序》《辐射安全和防护设备设施维护维修制度》《核医学科非密封放射性同位素登记使用管理制度》《核医学科辐射防护安全管理及保卫制度》《核医学科射线装置登记使用管理制度》《SPECT/CT 操作规程》《核医学科交接班制度》《核医学科清洁卫生制度》《辐射工作场所和环境辐射水平监测方案》《放射废物的处理原则和方法》《药物撒泼制度》《核医学科主任岗位职责》《核医学科主任医师/副主任医师职责》《核医学科主治医师职责》《核医学科技师职责》《核医学科住院医师岗位职责》。

以上管理制度较齐全，能够指导核医学科的日常辐射安全管理工作，内容全面，具有可操作性。

(3) 其他

医院建立了放射工作人员个人剂量档案及健康体检档案，将定期安排放射工作人员进行职业健康体检、相应专业的辐射防护与安全考核，合格并在有效期内才能上岗。

医院按照环境影响报告表及其审批部门审批决定的要求进行辐射环境管理，对按照环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序对建设单位的辐射环境安全管理检查结果见表 3-6。

表 3-6 辐射环境安全管理检查结果表

序号	类别	分类	项目	本项目是否具备
1	辐射安全防护设施与运行	场所设施	入口电离辐射警示标志	是
2			场所分区布局是否合理及有无相应措施/标识	是
3			通风柜（半开口处风速 0.5m/s 以上）	是
4			易去污的工作台面和防污染覆盖材料	是
5			移动放射性液体时容器不易破裂或有不易破裂的套	是
6			放射性下水系统或暂存设施	是
7			放射性下水系统标识	是
8			放射性同位素暂存库或设施	是
9			安保设施（贮存场所必须）	是
10			放射性固体废物暂存设施	是
11		监测设备	便携式辐射检测仪器仪表（表面污染、辐射水平等）	是
12			个人剂量计	是

表 3 辐射安全与防护设施/措施

13		防护	个人防护用品	是	
14		器材	去污用品和试剂	是	
1	管理制度	综合	辐射安全管理	是	
2		放射性物质	非密封放射性物质的管理规定（购买、领用、保管盘存和运输）	是	
3			物料平衡管理规定	是	
4		场所		场所分区管理规定（含人流、物流路线图）	是
5				操作规程（操作、贮存及包装等）	是
6				去污操作规程	是
7				保安管理规定	是
8		监测		监测方案	是
9				监测仪表使用与校验管理制度	是
10		人员		辐射工作人员培训/再培训管理制度	是
11				辐射工作人员个人剂量管理制度	是
12		应急		辐射事故/事件应急预案	是
13		三废		放射性“三废”管理规定	是

根据上述要求，医院核医学科采取的措施等满足检查要求，核医学科具备运营的条件。

3.7 环保设施投资及“三同时”落实情况

(1) 环保投资

项目总投资约 1400 万元，环保设施一次建成，环保投资约 260 万元，主要用于工作场所辐射屏蔽、各项辅助防护设施、监测仪器、个人防护用品等。环保投资一览表见下表所示。

表3-7 项目环保设施及投资一览表

序号	项目	环境保护（辐射防护）措施	投资估算（万元）
1	辐射安全管理	管理制度建立、修订等，制度上墙，各处标识标牌、警示标志等	3
2	人员	辐射安全与防护培训与考核	2
3	监测仪器和防护用品	固定式区域辐射报警系统、通道式行人放射性监测系统、个人剂量报警仪、智能化 X-γ 辐射仪、β 表面污染仪、个人剂量计、活度计等	30
4	防护设施和防护用品	工作服、口罩、手套等 表 2-1 各工作场所辐射防护设施、防护用品	

表 3 辐射安全与防护设施/措施

5	废气治理措施	废气收集管网、处置	20
6	废水治理措施	放射性废水收集管网、废水衰变处理设施、防渗处理	25
7	固体废物治理设施	放废暂存间特殊装修和建设、放废桶等	15
8	辐射防护设施工程	各防护门、铅板、铅窗等	150
		核医学科控制区、各机房墙体屏蔽	计入工程投资
10	环境影响评价、竣工验收、辐射安全许可证办理等相关手续		15
合计			260

(2) “三同时”落实情况

项目配套建设的环境保护设施（如屏蔽墙体、防护门窗、顶棚防护层、废气收集处理系统、放射性废水收集处理系统等）与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。项目建设满足“三同时”要求。

(3) 其他

核医学科正式投入运行前，医院依据有关规定向重庆市生态环境局重新申请办理了《辐射安全许可证》（渝环辐证[00517]，有效期至 2030 年 2 月 25 日）。

本次自主验收后建设单位将按照要求向社会公开验收报告，在公示期满 5 个工作日内，登录全国建设项目竣工环境保护验收信息平台，填报验收等相关信息。

3.8 环评及其批复文件要求落实情况

通过查阅医院竣工资料，与医院工作人员一同检查、验证各防护设施的运行状态。项目监控装置有效，监测仪器正常运行，防护门控制系统运行良好，废气排风装置运行良好，制度标识等张贴规范。

(1) 环评批复要求落实情况

本项目环评批复中要求采取的辐射防护与安全措施落实检查情况见表 3-8。

根据表 3-8 可知，项目核医学科的建设落实了项目环评批复的要求。

(2) 环评报告验收要求落实情况

项目建设内容与项目环境影响报告表竣工验收要求一览表对比情况见表3-9。

由表3-9可知，建设单位落实了环境影响报告表竣工验收要求，满足验收要求。

表3 辐射安全与防护设施/措施

表3-8 环评批复中辐射防护与安全设施落实情况表		
环评批复要求的环保措施	实际采取的环保措施	落实情况
<p>严格遵守国家有关法规标准要求,有效控制项目对环境的电离辐射影响,确保:</p> <p>(一)附加给工作人员、公众的年有效剂量分别控制在 5mSv、0.1mSv 内。</p> <p>(二)核医学科控制区外人员可达处、控制区内用房(含 PET/CT 机房、SPECT/CT 机房、校准源室)屏蔽体外表面 30cm 处周围剂量当量率控制目标值应小于 2.5μSv/h; 手套箱距离屏蔽体外表面 5cm 处周围剂量当量率控制目标值应不大于 25μSv/h; 手套箱、注射窗、全自动核素分药仪、放废桶、废水间表面 30cm 处周围剂量当量率控制目标值小于 2.5μSv/h。</p> <p>(三)工作台、设备、墙壁、地面:控制区: $\beta \leq 40\text{Bq}/\text{cm}^2$, 监督区: $\beta \leq 4\text{Bq}/\text{cm}^2$; 工作服、手套、工作鞋: 控制区/监督区: $\beta \leq 0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$; 手、皮肤、内衣、工作袜: $\beta \leq 0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$。</p>	<p>根据后文监测结果及最大工作负荷估算,本项目附加给放射工作人员、公众的年有效剂量分别小于5mSv、0.1mSv。</p> <p>根据后文验收监测结果,核医学科控制区外人员可达处、控制区内用房(含SPECT/CT机房)屏蔽体外表面30cm处周围剂量当量率控制目标值应小于2.5μSv/h; 手套箱距离屏蔽体外表面5cm处周围剂量当量率控制目标值应不大于25μSv/h; 手套箱、注射窗、全自动核素分药仪、放废桶表面30cm处周围剂量当量率控制目标值小于2.5μSv/h。项目核医学科尚未运行,尚无放射性废水,衰变间未监测。</p> <p>根据监测,工作场所的β表面污染满足相关要求。</p>	已落实
<p>在项目设计、建设和运行过程中,应认真落实环境影响评价文件提出的各项辐射防护安全、放射性污染防治等环境保护措施,重点做好以下工作,以确保辐射环境安全。</p> <p>(一)严格落实辐射安全管理制度。设置专门的辐射安全与环境保护管理机构,健全辐射安全责任制,落实辐射安全相关人员岗位职责。建立完善操作规程、设备维护保养制度、人员培训计划、监测方案和放射性物品台账管理制度等辐射安全管理规章制度及辐射事故应急方案并落实。</p> <p>(二)严格落实辐射防护与安全措施。辐射工作场所应严格分区管理,划定控制区、监督区,屏蔽防护应满足辐射防护安全要求,并符合最优化原则,且所有进出风口、穿墙管道等处应采取相应的防射线泄漏措施。按有关规定对放射诊疗进行管理与控制,设置明显的电离辐射标志、中文警示说明和工作信号指示器;落实安全连锁、紧急停机按钮、辐射监测系统防止误操作、避免工作人员和公众受意外照射的安全措施;采取有效措施,防止设施设备运行故障,强化风险防范管理,做好放射性物品的安全保卫工作。</p>	<p>医院以文件的形式成立了辐射安全与放射卫生管理工作领导小组,并根据人员变动情况进行了调整,领导小组下设办公室在公共卫生科。调整文件明确了领导小组的职责,修订了医院辐射环境公共管理制度,制定了核医学科各项管理制度。医院承诺在核医学科运行后严格落实管理制度中的相关要求。</p> <p>医院核医学科实行分区管理,划定了控制区和监督区;根据后文监测,控制区的屏蔽防护满足辐射安全要求,且进出风口、穿墙管道等处均采取了相应的防射线泄漏的补偿措施。核医学科内设置了明显的电离辐射标志、中文警示说明和工作信号指示器。设置了门灯连锁、紧急停机按钮、辐射监测系统防止误操作、避免工作人员和公众受意外照射的安全措施,并能正常运行。制定了管理制度定期检查和维护设备,故障时及时报修。</p>	已落实

表 3 辐射安全与防护设施/措施

<p>(三) 严格落实污染防治措施。按规定要求设置放射性废水收集管道和衰变池，并采取防渗漏处理，放射性废水需达到国家规定的排放标准后方可进入医院污水处理站，非放射性废水达标排放。按照有关标准要求设置通风装置并加强通风换气。固体废物按国家有关规定分类收集、处理，医疗废物交由有资质的单位处理，控制和减少放射性废物的产生量，使用期满后的放射源返回生产单位或者送贮有资质的单位。</p>	<p>核医学科储源室、放废暂存间等处设置了监控、门锁等措施保证放射性物品的安全。</p> <p>核医学科按规定要求设置了两套放射性废水收集管道和衰变处理设施，并采取了防渗漏处理，放射性废水经衰变达到规定时间后才排入医院污水处理站进一步处理，非放射性废水另建管网接入医院污水管网进入医院污水处理站处理后达标排放。核医学科设置了多套放射性废气收集处理管网，能保证废气的收集排放和场所的通风换气。固体废物按国家有关规定分类收集、处理，医疗废物交由有资质的单位处理，加强管理，控制和减少放射性废物的产生量，使用期满后的放射源返回生产单位。</p>	
<p>建设项目应严格执行环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的环境保护“三同时”制度。若项目的性质、规模、地点、采用的生产工艺或者防治污染措施发生重大变动的，应按规定重新报批项目环境影响评价文件。自批准之日起超过 5 年该项目方开工建设的，其环境影响评价文件应当报我局重新审核。项目投入运行前，应依据有关规定重新办理辐射安全许可证，不得无证运行或不按证运行。项目竣工后，应按照国家有关规定对配套建设的环境保护设施进行自主验收，编制验收报告并依法向社会公开验收报告，公示期满 5 个工作日内，应登录全国建设项目竣工环境保护验收信息平台，填报验收相关信息。</p>	<p>核医学科的建设严格执行了环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的环境保护“三同时”制度。核医学科已经重新办理了辐射安全许可证。本次正在按照有关规定对配套建设的环境保护设施进行自主验收。验收评审后按照规定依法向社会公开验收报告，公示期满5个工作日内，登录全国建设项目竣工环境保护验收信息平台，填报验收相关信息。</p>	<p>已落实</p>

表 3 辐射安全与防护设施/措施

表 3-9 项目与环境影响报告表验收一览表对比情况					
序号	验收内容	验收要求			完成情况
1	核技术利用工作场所及设备	乙级非密封放射性工作场所，并配置 PET/CT 机、SPECT/CT 机各 1 台，使用 V 类密封校准源。验收时不产生重大变动。			本次验收工作场所为乙级非密封放射性工作场所，并配置了 1 台 SPECT/CT 机。验收未产生重大变动。
2	环保资料	建设项目的环评文件、环评批复、有资质单位出具的验收监测报告等齐全。			项目的环评文件、环评批复、有资质单位出具的验收监测报告、辐射安全许可证等资料齐全。
3	机房面积及尺寸要求	机房名称	最小单边长度	最小面积	项目验收的 SPECT/CT 机房的最小单边长度和最小面积满足标准要求。
		SPECT/CT 机房、PET/CT 机房	≥4.5m	≥30m ²	
4	年有效剂量管理	放射工作人员年有效剂量管理目标值 5 mSv/a 放射工作人员手部剂量管理目标值 125 mSv/a 公众成员年有效剂量管理目标值 0.1 mSv/a			根据监测结果和预计工作负荷估算，放射工作人员年有效剂量和手部剂量、公众成员年有效剂量均低于相应管理目标值。
5	剂量率控制	①控制区外人员可达处、控制区内用房（含 PET/CT 机房、SPECT/CT 机房、校准源室）屏蔽体外表面 30cm 处周围剂量当量率控制目标值应小于 2.5μSv/h。 ②手套箱：距离屏蔽体外表面 5cm 处周围剂量当量率控制目标值应不大于 25μSv/h。 ③手套箱、注射窗、全自动核素分药仪、放废桶、废水间表面 30cm 处周围剂量当量率控制目标值小于 2.5μSv/h。			根据后文验收监测结果，核医学科控制区外人员可达处、控制区内用房(含 SPECT/CT 机房)屏蔽体外表面 30cm 处周围剂量当量率控制目标值应小于 2.5μSv/h；手套箱距离屏蔽体外表面 5cm 处周围剂量当量率控制目标值应不大于 25μSv/h；手套箱、注射窗、全自动核素分药仪、放废桶表面 30cm 处周围剂量当量率控制目标值小于 2.5μSv/h。项目核医学科尚未运行，尚无放射性废水，衰变间未监测。
6	表面污染	①工作台、设备、墙壁、地面：控制区：β≤4×10Bq/cm ² ；监督区：β≤4Bq/cm ² ； ②工作服、手套、工作鞋：控制区/监督区：β≤0.4Bq/cm ² ； ③手、皮肤、内衣、工作袜：β≤4×10 ⁻¹ Bq/cm ² 。			根据监测，工作场所的β表面污染满足相关要求。

表 3 辐射安全与防护设施/措施

7	辐射防护与安全措施	<p>①核医学科工作场所设置电离辐射警告标志，划分控制区和监督区，设置相应的分区标识；在地面/墙面设置病人、医生在场所内的行走箭头标识，规定各类人员的活动路径。</p> <p>②核医学室内表面及装备结构要求满足 GBZ120-2020，控制区屏蔽体的防护能力满足要求。</p> <p>③设置卫生通过间（含淋浴），工作人员离开时进行表面污染监测，储源室、校准源室、放废暂存间设防盗装置，手套箱、保险柜、储源柜上锁。工作场所设置对讲系统、视频监控、门禁系统、辐射报警系统等。配置手套箱、铅罐、全自动核素分药仪、储源柜、注射台/窗、放废桶等防护设施，具体见表 1-3。设置用药后病人专用卫生间，分区设置单独的污洗间，分区配置清洁设施、分区清洁；控制区内上水设置洗消设备（含洗消液），各出口设置感应式开关/出口。</p> <p>④住院区视频查房，独立区域管控，听指令取餐。</p> <p>⑤机房的各门上方设置工作状态指示灯，并进行门灯连锁，设置电离辐射警告标志，平开门设置自动闭门装置，推拉门设置防夹装置。</p> <p>⑥加强管理，建立完善的就医流程、放射性药物、放射性废物管理台账。</p> <p>⑦设置 2 套放射性废水衰变处理设施，分类收集处置放射性废水，并设置电离辐射警告标志。设置 5 套放射性废气收集管网收集并设置活性炭吸附装置处理工作场所废气。设置放废暂存间、放废桶等收集、贮存放射性废物。</p> <p>⑧配备个人防护用品及辅助防护设施，每个放射工作人员佩戴个人剂量计，工作场所配置表面污染监测仪、个人剂量报警仪等，具体见表 1-3。</p>	<p>①核医学科各处设置了电离辐射警告标志，划分了控制区和监督区，设置相应的分区标识；在地面/墙面设置病人、医生在场所内的行走地贴指引条。</p> <p>②核医学室内表面及装备结构要求满足标准要求；根据监测，控制区屏蔽体的防护能力满足要求。</p> <p>③设置了卫生通过间（含淋浴），配置了表面污染监测和通道式行人放射性检测系统，储源室、放废暂存间设防盗装置，手套箱、保险柜、储源柜上锁。工作场所设置了对讲系统、视频监控、门禁系统、辐射报警系统等。配置了手套箱、铅罐、全自动核素分药仪、储源柜、注射台/窗、放废桶等防护设施。设置了用药后病人专用卫生间，分区设置单独的污洗间，分区配置清洁设施、分区清洁；控制区内上水设置洗消设备（含洗消液），各出口设置感应式开关/出口。</p> <p>④住院区视频查房，独立区域管控，听指令取餐。</p> <p>⑤机房的各门上方设置工作状态指示灯，并进行门灯连锁，平开门设置自动闭门装置，推拉门设置防夹装置。</p> <p>⑥建立了完善的核医学科就医流程、放射性药物、放射性废物管理台账。</p> <p>⑦设置了 2 套放射性废水衰变处理设施，分类收集处置放射性废水，并设置电离辐射警告标志。设置 5 套放射性废气收集管网收集并设置活性炭吸附装置处理工作场所废气。设置放废暂存间、放废桶等收集、贮存放射性废物。</p> <p>⑧配备了满足要求的个人防护用品及辅助防护设施，监测设备，具体见表 2-1。</p>
---	-----------	--	---

表 3 辐射安全与防护设施/措施

8	废物排放	<p>废气：核医学科控制区设置 5 套废气管网收集工作场所的放射性废气，各处废气收集后引至门急诊楼 5F 楼顶经活性炭吸附后高于楼顶排放。各套废气收集管设置防倒灌装置并保持负压，其中手套箱废气收集口和排放口均设置活性炭吸附装置，手套箱废气收集口风速不低于 0.5m/s。另设 2 套管网进行通风换气，排放口位于门急诊楼北侧建筑边界离地高度 2.5m 处。</p>	<p>核医学科控制区设置了 5 套放射性废气管网收集工作场所的放射性废气，各处废气收集后引至门急诊楼 5F 楼顶经活性炭吸附后高于楼顶排放。各套废气收集管设置防倒灌装置并保持负压，其中手套箱废气收集口和排放口均设置活性炭吸附装置，手套箱废气收集口风速不低于 0.5m/s。另设 2 套管网进行非诊疗区域的通风换气，排放口位于门急诊楼北侧建筑边界离地高度 2.5m 处。</p>
		<p>废水：核医学科设置 2 套槽式放射性废水衰变处理设施，分类收集处置放射性废水，最后进入医院污水处理站进一步处理。单套处理设施包含集水井、沉淀池、衰变池（3 个）、取样池，其中集水井为地埋式混凝土结构，其余为地面式钢结构。1#衰变处理设施用于处理长半衰期放射性废水（含 ^{131}I），衰变池有效体积为 $48\text{m}^3/\text{个}$，共 144m^3；2#衰变处理设施用于处理短半衰期放射性废水（含 ^{18}F、$^{99\text{m}}\text{Tc}$），衰变池有效体积为 $6\text{m}^3/\text{个}$，共 18m^3。</p> <p>槽式衰变处理设施排放要求：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），排放口总 $\beta \leq 10\text{Bq/L}$，碘-131 的放射活度浓度 $\leq 10\text{Bq/L}$。每月排放的总活度不超过 10ALImin；每一次排放的活度不超过 1ALImin。</p> <p>非放射性废水直接经医院污水管网进入医院污水处理站处理。</p>	<p>核医学科设置了 2 套槽式放射性废水衰变处理设施，分类收集处置放射性废水，最后进入医院污水处理站进一步处理。单套处理设施包含集水井、沉淀池、衰变池（3 个）、取样池，其中集水井为地埋式混凝土结构，其余为地面式钢结构。1#衰变处理设施用于处理长半衰期放射性废水，衰变池有效体积为 $48\text{m}^3/\text{个}$，共 144m^3；2#衰变处理设施用于处理短半衰期放射性废水，衰变池有效体积为 $6\text{m}^3/\text{个}$，共 18m^3。</p> <p>两套槽式衰变处理设施的体积能保证放射性废水储存衰变达到标准规定时间后再行排放。</p> <p>非放射性废水直接经医院污水管网进入医院污水处理站处理。</p> <p>核医学科尚未运行，尚无放射性废水排放。待核医学科运行有放射性废水经衰变后排放时，再行委托有资质单位对排放口的废水进行采样监测，对衰变间四周及楼上区域进行监测。</p>
		<p>固废：核医学科设置 2 个放废暂存间暂存放射性废物，放射性废物按照核素等类别分类收集贮存衰变。收集的每袋放射性废物的表面辐射剂量率 $\leq 0.1\text{mSv/h}$，质量不超过 20kg。废物包装体外表面的污染控制水平：$\beta < 0.4\text{Bq/cm}^2$。</p> <p>衰变时间要求：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，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；含碘-131 核素的放射性固</p>	<p>核医学科设置了 2 个放废暂存间暂存放射性废物，放射性废物按照核素等类别分类收集贮存衰变。收集的每袋放射性废物按照要求打包衰变和剂量率控制。</p> <p>核医学科配置了足够多的放废桶收集和暂存放射性废物，使其暂存衰变的时间满足标准要求。</p> <p>住院被服在被服间衰减至少一个半衰期再进行清洗。</p> <p>一般医疗废物依托医院医疗废物暂存间暂存，交有资质的</p>

表 3 辐射安全与防护设施/措施

		<p>体废物暂存超过 180 天。放射性固废暂存时间满足要求后，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交有资质单位处置。</p> <p>住院被服在被服间衰减至少一个半衰期再进行清洗。</p> <p>废校准源由生产厂家回收处置，签订回收合同/协议。</p> <p>一般医疗废物依托医院医疗废物暂存间暂存，交有资质的单位处理；生活垃圾依托医院收运系统，交环卫部门处理；废铅防护用品由医院收集后妥善保存，交有资质单位处理，并做好相应记录。报废射线装置设备去功能化后交由物资回收单位处置，阴极射线管作为危险废物交有资质单位处置。废紫外消毒灯的灯管属于危险废物（900-023-29），交有资质单位处置。</p>	<p>单位处理；生活垃圾依托医院收运系统，交环卫部门处理；废铅防护用品由医院收集后妥善保存，交有资质单位处理，并做好相应记录。报废射线装置设备去功能化后交由物资回收单位处置。废紫外消毒灯的灯管属于危险废物，交有资质单位处置。</p>
9	人员要求	<p>拟配备核医学医师、物理师、技师、护士等，参加辐射安全与防护培训并考核合格，按要求复训。</p>	<p>核医学科配备有核医学医师、护士、技师等，核医学科放射工作人员均参加辐射安全与防护培训，并考核合格，在有效期内。现有的放射工作人员能满足核医学科运营的需求。</p>
10	辐射安全管理	<p>有辐射环境管理机构；有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、辐射事故应急预案等，以及核医学科专科管理制度。相应制度张贴上墙。</p>	<p>医院设置有辐射环境管理机构，并制定了一系列核医学科的辐射安全管理制度。制度已在核医学科合适的位置张贴上墙。</p>
11	监测仪器和防护用品	<p>每名放射工作人员均配置 1 枚个人剂量计（其中核医学核素操作人员铅衣内外各配置 1 枚）；根据工作场所配置适宜数量的个人剂量报警仪；配置固定式区域辐射报警系统、通道式行人放射性检测系统、智能化 X-γ 辐射仪（手持式）等。具体见报告表 1-3 对应内容。</p>	<p>医院为每名放射工作人员均配置 1 枚个人剂量计（其中核医学核素操作人员铅衣内外各配置 1 枚）和个人剂量报警仪；配置了固定式区域辐射报警系统、通道式行人放射性检测系统、智能化 X-γ 辐射仪（手持式）等。配置的设施设备能满足项目运营的要求。</p>

表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

4.1 建设项目环境影响报告表主要结论

4.1.1 辐射安全与防护分析结论

①分区：本项目按照标准要求进行了分区，并实行分区管理，限制无关人员受到不必要的照射。严格限制无关人员进出控制区，在正常诊疗的工作过程中，控制区内不得有无关人员滞留，保障该区的辐射安全。控制区设墙体、防护门等实体边界，设置电离辐射警示标志、门禁等设施，并在控制区入口设置规范的电离辐射警告标识及标明控制区的标志，限制无关人员随意进入，按要求定期检查辐射剂量水平，以便控制正常照射和防止（或限制）潜在照射；在监督区入口处的适当位置设立标明监督区的标志。

②屏蔽体防护：本项目核医学科控制区内各用房均设计了足够厚度的屏蔽体，可保证各用房屏蔽体外周围剂量当量率满足辐射防护的要求；各屏蔽体的穿墙管线采用多种穿越方式（如“U”型、直穿+补偿）等，对屏蔽体的防护能力削弱甚微，不影响墙体的屏蔽防护效果；铅防护门的生产和安装均交由有资质的厂家负责，以保证防护门搭接处的屏蔽能力；施工时保证施工质量。配置的手套箱、放废桶、注射窗防护足够，其外周围剂量当量率满足标准要求。

③辐射安全与防护设施/措施

项目非密封源场所人流、物流（包括废物）相对独立，拟设置多个门禁系统、标明分区划设，并设置患者(受检者)导向标识或导向提示等管控措施。核医学科非密封源场所控制区入口处、PET/CT 与 SPECT/CT 机房防护门外，以及储源室、放废暂存间、住院病房、校准源室与废水间门外拟张贴电离辐射警告标志，废水间门上拟设置禁止长期停留等警示语。拟在控制区工作人员出入口卫生通过间配备防护用品、冲洗设施和表面污染监测设备，在控制区通道进出口适当位置拟安设固定式辐射报警系统与通道式行人放射性检测系统；拟配置手套箱、注射器防护套与转运盒、移动式防护注射车、储源铅罐、储源柜、源容器及保险柜等设施设备，以及托盘、镊子、钳子、放射性废物桶、铅屏风等辅助用品及个人防护用品，拟设置患者专用卫生间及控制区保洁专用的洁具间等辅助设施，各种设施设备均有足够厚的屏蔽防护厚度。医院拟配置合适的检测仪表并按规定进行定期检定或校准。住院病房、给药后患者活动区域拟设置对讲、视频监控装置；校准源室、储源室及放废暂存间拟设

表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

置防盗门等安保设施。

放射性药物分装、注射及给药场所与操作台面设计建造为易清洗且不易渗透，易于去除污染，核医学室内表面及装备结构要求满足 GBZ120-2020、HJ1188-2021 要求。

拟购满足相关标准要求的Ⅲ类射线装置，各防护门外上方拟设置醒目的工作状态指示灯、电离辐射警告标志；平开门拟设自动闭门装置，推拉门拟设红外防夹装置，机房均设置门灯连锁，机房和控制室之间拟设铅玻璃观察窗。

④通风：项目拟设置放射性药物分装专用负压手套箱，手套箱、给药室、¹³¹I病房区域及其放废暂存间均拟设单独的通风系统，控制区各功能房间均配置通风系统，废气收集遵循从低活度向高活度收集的原则，设置防倒灌止回阀并保持负压，以防止放射性气体交叉污染。放射性废气收集至门诊楼5F楼顶后经活性炭吸附后再高于楼顶排放，其中手套箱废气收集口和排放口均设置活性炭吸附装置；手套箱排风风速不小于0.5m/s；并在非诊疗区和废水间（废水衰变处理设施）分别设置1套通风管网，引至门诊楼北侧建筑边界处高于地面2.5m排放。

⑤建立专门的核医学科工作制度、患者管理制度、放射性药物及三废管理制度。

综上，核医学科非密封源场所的辐射安全防护措施符合相关标准规范，亦满足辐射安全与放射性污染防治要求。

4.1.2 环境影响分析结论

①本项目核医学科控制区边界、控制区内各用房屏蔽体外（含废水间）周围剂量当量率均低于 2.5 μ Sv/h，手套箱表面 5cm 处的周围剂量当量率控制目标值不大于 25 μ Sv/h，手套箱、注射窗、全自动核素分药仪等设备外表面 30cm 处人员操作位的周围剂量当量率小于 2.5 μ Sv/h。放废桶等外表面 30cm 处的周围剂量当量率小于 2.5 μ Sv/h。屏蔽体外的剂量率满足评价标准限值要求。

②项目各类放射工作人员、公众成员的年附加有效剂量均满足本项目的年有效剂量管理目标值（工放射作人员 5mSv/a，公众成员 0.1mSv/a），手部当量剂量不超过本环评的剂量管理目标（125mSv/a）的要求，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）相关标准的要求。项目运行后，对周围环境保护目标的影响有限，能为环境所接受。

表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

③项目设置单独的排风系统。核医学科放射性废气收集至门诊急诊楼 5F 楼顶经活性炭吸附装置吸附处理后高于楼顶排放。放射性废气排放口下风向 100m 以上（医院内）无高层建筑；同时，核医学科内废气均经过吸附处理后再排放，因此，项目核医学科产生的放射性废气排放周围环境的影响很小。

④项目产生的放射性废水经 2 套槽式衰变处理设施，1#衰变处理设施收集处理长半衰期放射性废水，2#衰变处理设施收集处理短半衰期放射性废水。放射性废水经衰变处理达到时间要求并低于排放标准后排入医院废水处理站处理，非放射性废水直接排入医院污水处理站处理。项目运行产生的废水得到有效处理，对环境的影响小。

⑤放射性固废在产生处使用放废桶收集，而后按核素、废物种类等分类暂存于 2 个放废暂存间衰变，衰变时间满足要求并监测合格后作为一般医疗废物处理。医疗废物依托医院危废暂存间暂存后交由有资质单位处理，危险废物实行联单管理制度，跟踪固废的处理方式和最终去向，做好相关的记录台账。生活垃圾交环卫部门处理，废铅防护用品由医院收集后妥善保存，交由有资质单位处理，并做好相应记录。废校准源更换时交生产厂家直接带回处理。报废射线装置设备去功能化后交由物资回收单位处置，阴极射线管作为危险废物交由有资质单位处置。废紫外消毒灯的灯管属于危险废物，交由有资质单位处置。项目各固体废物均能得到有效处理，对周围环境影响小。

4.1.3 辐射与环境保护管理

医院成立了辐射安全及放射卫生管理工作领导小组，现有的各项规章制度、操作规程、应急处理措施基本健全、具有可操作性。在本项目运营前，应进一步补充、完善环境影响评价提出的防护措施和管理制度，方能满足辐射环境管理要求，加强日常应急响应的准备工作及应急演练。在今后的工作中，加强辐射防护与管理，杜绝辐射事故的发生。

4.1.4 综合结论

综上所述，重庆市忠县人民医院核医学项目符合国家产业政策，符合辐射防护“实践的正当性”要求，项目选址可行，平面布局合理。在完善相应的辐射安全防护措施和管理措施后，项目运行时对周围环境和人员产生的影响满足环境保护的要求。

表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

项目环境风险可防可控，能实现辐射防护安全的目标及污染物的达标排放。因此，从环境保护的角度来看，该项目的建设是可行的。

4.2 审批部门审批意见

本项目于 2023 年 6 月 25 日取得了《重庆市建设项目环境影响评价文件批准书》（渝（辐）环准〔2023〕44 号），批复内容如下。

一、根据《中华人民共和国环境影响评价法》等法律、法规的有关规定，我局原则同意重庆宏伟环保工程有限公司(统一社会信用代码:915001126912004062)编制的该项目环境影响报告表结论及其提出的辐射安全防护、污染防治等环境保护措施，从辐射防护与环境保护角度，该项目建设可行。

二、该项目选址于重庆市忠县忠州街道中博支路 25 号重庆市忠县人民医院，拟在医院住院综合楼负四层和门急诊楼负一层部分车库区域建设核医学科，配置 1 台 PET/CT(III类射线装置，配置 6 枚 V 类密封校准源 68Ge)、1 台 SPECT/CT(III类射线装置)，并外购含 ^{18}F 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{131}I 、 ^{89}Sr 等 4 种核素的放射性药物开展临床核医学诊疗工作。核医学科的放射性核素年用量为 $3.517 \times 10^{12}\text{Bq}$ ，日等效最大操作量约为 $1.671 \times 10^9\text{Bq}$ ，属于乙级非密封放射性物质工作场所。项目建筑面积约 1000m^2 。项目总投资 1445.36 万元，其中环保投资 235 万元。

三、你单位应严格遵守国家有关法规标准要求，有效控制项目对环境的电离辐射影响，确保：

（一）附加给工作人员、公众的年有效剂量分别控制在 5mSv 、 0.1mSv 内。

（二）核医学科控制区外人员可达处、控制区内用房(含 PET/CT 机房、SPECT/CT 机房、校准源室)屏蔽体外表面 30cm 处周围剂量当量率控制目标值应小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；手套箱距离屏蔽体外表面 5cm 处周围剂量当量率控制目标值应不大于 $25\mu\text{Sv/h}$ ；手套箱、注射窗、全自动核素分药仪、放废桶、废水间表面 30cm 处周围剂量当量率控制目标值小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

（三）工作台、设备、墙壁、地面：控制区： $\beta \leq 40\text{Bq/cm}^2$ ，监督区： $\beta \leq 4\text{Bq/cm}^2$ ；工作服、手套、工作鞋：控制区/监督区： $\beta \leq 4\text{Bq/cm}^2$ ；手、皮肤、内衣、工作袜： $\beta \leq 0.4\text{Bq/cm}^2$ 。

四、在项目设计、建设和运行过程中，应认真落实环境影响评价文件提出的各

表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

项辐射防护安全、放射性污染防治等环境保护措施，重点做好以下工作，以确保辐射环境安全。

（一）严格落实辐射安全管理制度。设置专门的辐射安全与环境保护管理机构，健全辐射安全责任制，落实辐射安全相关人员岗位职责。建立完善操作规程、设备维护保养制度、人员培训计划、监测方案和放射性物品台账管理制度等辐射安全管理规章制度及辐射事故应急方案并落实。

（二）严格落实辐射防护与安全措施。辐射工作场所应严格分区管理，划定控制区、监督区，屏蔽防护应满足辐射防护安全要求，并符合最优化原则，且所有进出风口、穿墙管道等处应采取相应的防射线泄漏措施。按有关规定对放射诊疗进行管理与控制，设置明显的电离辐射标志、中文警示说明和工作信号指示器；落实安全联锁、紧急停机按钮、辐射监测系统防止误操作、避免工作人员和公众受意外照射的安全措施；采取有效措施，防止设施设备运行故障，强化风险防范管理，做好放射性物品的安全保卫工作。

（三）严格落实污染防治措施。按规定要求设置放射性废水收集管道和衰变池，并采取防渗漏处理，放射性废水需达到国家规定的排放标准后方能进入医院污水处理站，非放射性废水达标排放。按照有关标准要求设置通风装置并加强通风换气。固体废物按国家有关规定分类收集、处理，医疗废物应交由有资质的单位处理，控制和减少放射性废物的产生量，使用期满后的放射源返回生产单位或者送贮有资质的单位。

五、建设项目应严格执行环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的环境保护“三同时”制度。若项目的性质、规模、地点、采用的生产工艺或者防治污染措施发生重大变动的，应按规定重新报批项目环境影响评价文件。自批准之日起超过 5 年该项目方开工建设的，其环境影响评价文件应当报我局重新审核。项目投入运行前，应依据有关规定重新办理辐射安全许可证，不得无证运行或不按证运行。项目竣工后，应按照国家有关规定对配套建设的环境保护设施进行自主验收，编制验收报告并依法向社会公开验收报告，公示期满 5 个工作日内，应登录全国建设项目竣工环境保护验收信息平台，填报验收相关信息。

六、建设项目按规定接受市生态环境保护综合行政执法总队和忠县生态环境局

表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

的环保日常监管。按照属地负责的原则，忠县生态环境局作为建设项目事中事后监管的主要责任部门。你单位应在收到本批准书后 20 个工作日内，将批准后的环境影响报告表送忠县生态环境局。

表 5 验收监测质量保证及质量控制

5.1 监测单位资质

本次验收监测单位为重庆泓天环境监测有限公司，该公司具有重庆市市场监督管理局颁发的在中华人民共和国境内有效的检验检测机构资质认定证书，保证了监测工作的合法性和有效性。

5.2 人员能力

本次参加验收监测人员全部具有出具数据的合法资格，监测数据实行了审核制度，最后由授权签字人签发。

5.3 验收监测过程中的质量保证和质量控制

验收监测过程中的质量保证和质量控制措施如下：

- (1) 合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性。
- (2) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否良好。
- (3) 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。

5.4 建设单位质量保证和质量控制

医院严格按照环评及批复要求，采取了有效的辐射防护措施，确保验收的质量保证和质量控制。

表 6 验收监测内容

6.1 验收监测内容

重庆泓天环境监测有限公司接受委托，在 2025 年 2 月 25 日对重庆市忠县人民医院核医学项目中验收内容相关场所进行了验收监测，监测报告号为渝泓环（监）〔2025〕280 号，具体见附件 3。

核医学科尚未运营，监测时采用模拟监测。

6.2 监测项目

监测项目：周围剂量当量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）、 β 表面污染（ Bq/cm^2 ）

6.3 监测点位

（1）监测布点

本次验收监测对新建核医学科工作场所控制区主要用房周围、手套箱表面、注射窗表面、放废桶表面等周围剂量当量率进行了监测，对注射室、卫生通过间、注射后等候区、检查后留观区、病房、给药室、抢救室等地面、墙壁、座椅、台面等可能污染的位置表面污染进行布点监测。监测布点具体情况见“表 7”及监测报告所示。本次共在核医学科工作场所布设 280 个周围剂量当量率点位，98 个 β 表面污染点位。

因核医学科尚未运营，2 套衰变处理设施内均无放射性废水，因此本次不进行放射性废水的监测。

（2）监测布点合理性分析

本次监测点位布置符合环评及验收批复要求，在新建核医学科工作场所调试运行的情况下进行了监测，按照 SPECT/CT 诊断流程、 ^{131}I 治疗流程等对控制区、监督区主要控制点及人流、物流路径控制区、监督区主要用房周围剂量当量率、 β 表面污染进行了监测布点。本次验收监测布点全面，满足环境保护竣工验收要求，布点合理，监测布点满足《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）要求。

6.4 监测仪器和监测分析方法

验收监测使用监测仪器见表 6-1 所示。监测方法为仪器法，具体见表 6-2。

表 6 验收监测内容

表 6-1 验收监测所使用的仪器情况表						
仪器名称	仪器型号	仪器编号	测量范围	计量检定证书编号	有效期至	校准因子
X-γ辐射剂量率仪	RGM1208	1212405003230	0.01μSv/h~999μSv/h	2024092305117	2025.09.26	1.00
α、β表面污染仪	RS2100	701501021006	1~1×10 ⁵ cps	2024111405896	2025.11.20	/

表 6-2 验收监测方法		
监测项目	监测方法	监测、评价依据
周围剂量当量率	仪器法	《核医学放射防护要求》GBZ120-2020 《放射诊断放射防护要求》GBZ130-2020 《操作非密封源的辐射防护规定》GB11930-2010 《核医学辐射防护与安全要求》HJ1188-2021 及《关于核医学科标准相关条款咨询的复函》（辐射函[2023]20 号 《重庆市建设项目环境影响评价文件批准书》渝（辐）环准[2023]44 号
β表面污染	仪器法	《核医学放射防护要求》GBZ 120-2020 《核医学辐射防护与安全要求》HJ1188-2021 《操作非密封源的辐射防护规定》GB11930-2010 《表面污染测定（第一部分）β发射体 EβMax>0.15MeV 和α发射体》GB/T14056.1-2008 《重庆市建设项目环境影响评价文件批准书》渝（辐）环准[2023]44 号

表 7 验收监测

7.1 验收监测期间生产工况记录

核医学科尚未运营。2025年2月25日，无核医学科就诊病人，采用药物模拟监测。核医学工作场所监测期间的工况情况如下表。

表7-2 核医学科监测工况一览表

序号	工作场所	监测条件	对应监测点位	满负荷校核因子
1	储源室	约7400MBq ¹³¹ I、5180MBq ^{99m} Tc、148MBq ⁸⁹ Sr 药物，置于铅罐内，放入储源柜	1~17	2.2 (以 ¹³¹ I计)
2	分装室	7400MBq ¹³¹ I、5180MBq ^{99m} Tc药物置于储源罐内放置于房间中央	18~50	/
3	分装室手套箱1	7400MBq的 ¹³¹ I药物置于铅罐内，放入手套箱	51~64	日常仅为甲吸分装，不需校核
4	3#注射窗	148MBq ⁸⁹ Sr药物置于注射台	65~70	/
5	治疗廊	监测时运输约有148MBq ⁸⁹ Sr、7400MBq ¹³¹ I药物置于铅罐内放在该段廊道中央地面上，距门1m的地面上	71~83	/
6	给药室	7400MBq的 ¹³¹ I药物置于自动分装仪内（分药仪未完全关闭）	84~102	考虑为1位病人的用量，不需要校核
7	给药室自动分装仪	约7400MBq的 ¹³¹ I药物置于自动分装仪内，分药仪完全关闭	103~105	2.2
8	抢救室2	7400MBq的 ¹³¹ I药物置于抢救床上	106~114	/
9	住院廊	7400MBq ¹³¹ I药物置于该段廊道中央凳子上	115~128	/
10	病房 1 病房 2	7400MBq的 ¹³¹ I药物置于病床上	129~147	/
11	放废暂存间2	监测当天产生的若干放射性废物	148~162	/
12	放废桶	监测当天产生的若干放射性废物	163~164	/
13	分装室手套箱2	5180MBq的 ^{99m} Tc药物，药物置于手套箱内	165~178	1.7
14	诊断廊	370MBq的 ^{99m} Tc药物，药物置于2#注射窗台上	179~193	2.0
15	SPECT/CT 等候室	370MBq的 ^{99m} Tc药物置于房间中央凳子上	194~204	4.0
16	运动负荷室	370MBq的 ^{99m} Tc药物置于诊断床上	205~211	2.0
17	抢救室1	370MBq的 ^{99m} Tc药物置于诊断床上	212~219	2.0
18	SPECT/CT 留观室	370MBq的 ^{99m} Tc药物置于房间中央凳子上	220~229	4.0
19	SPECT/CT 机房	370MBq的 ^{99m} Tc药物置于诊断床；SPECT/CT，电压140kV，电流100mA，扫描时间20s	230~251	2.0
20	留观廊	370MBq的 ^{99m} Tc药物置于门外1m	252~259	2.0

表 7 验收监测

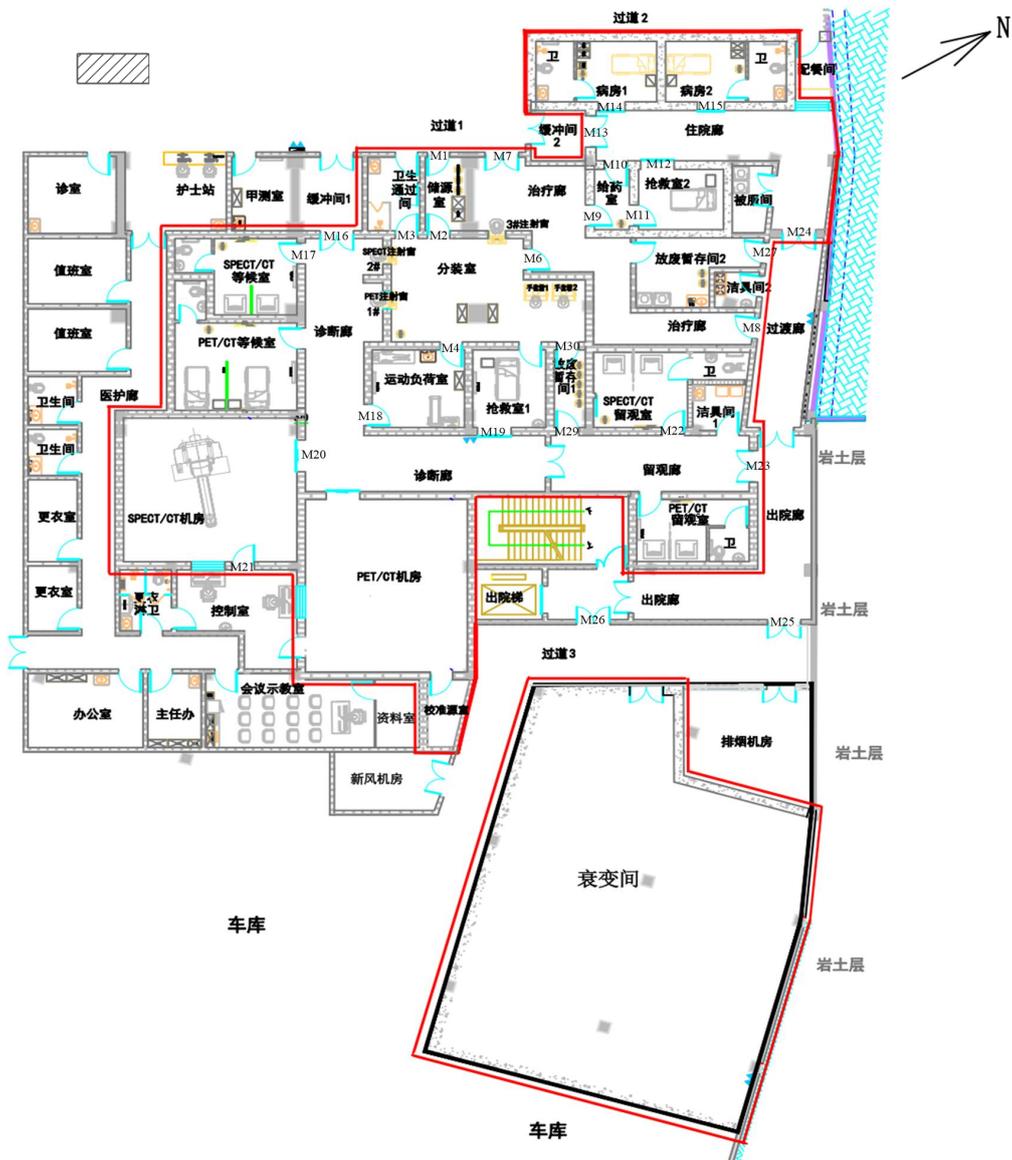
21	出院廊	370MBq的 ^{99m} Tc药物置于廊道中央凳子上	260~270	2.0
22	放废暂存间1	监测当天产生的若干放射性废物	271~280	/

模拟监测后对工作场所进行了清理清洁，监测了β表面污染。核医学科运营后应加强对工作场所的清洁工作，保证工作场所的β表面污染达标。

7.2 验收监测结果

(1) 监测布点图

项目监测布点图见图7-1所示。



备注： 范围为验收项目涉及的控制区用房，楼上为车库，楼下无建筑。

图7-1 项目核医学科监测用房布置示意图

表 7 验收监测

(2) 周围剂量当量率监测结果

项目核医学科工作场所周围剂量当量率监测结果见表7-2。

表7-2 核医学科工作场所周围剂量当量率监测结果表

序号	场所名称	测量位置	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	满负荷 校核因子	校核结果 ($\mu\text{Sv/h}$)	标准限值 ($\mu\text{Sv/h}$)
1	储源室	过道 1 侧墙表面 30cm	<MDL	2.2	0.11	2.5
2		防护门 M1 左门缝表面 30cm	<MDL	2.2	0.11	2.5
3		防护门 M1 下门缝表面 30cm	<MDL	2.2	0.11	2.5
4		防护门 M1 右门缝表面 30cm	<MDL	2.2	0.11	2.5
5		防护门 M1 上门缝表面 30cm	<MDL	2.2	0.11	2.5
6		防护门 M1 中间表面 30cm	<MDL	2.2	0.11	2.5
7		治疗廊 1 侧墙表面 30cm	<MDL	2.2	0.11	2.5
8		分装室侧墙表面 30cm	<MDL	2.2	0.11	2.5
9		防护门 M2 左门缝表面 30cm	<MDL	2.2	0.11	2.5
10		防护门 M2 下门缝表面 30cm	<MDL	2.2	0.11	2.5
11		防护门 M2 右门缝表面 30cm	<MDL	2.2	0.11	2.5
12		防护门 M2 上门缝表面 30cm	<MDL	2.2	0.11	2.5
13		防护门 M2 中间表面 30cm	<MDL	2.2	0.11	2.5
14		卫生通过间侧墙表面 30cm	<MDL	2.2	0.11	2.5
15		储源柜表面 5cm	2.38	2.2	5.24	/
16		储源柜表面 30cm	0.46	2.2	1.01	/
17		楼上车库距地面 30cm	<MDL	2.2	0.11	2.5
18	分装室	防护门 M3 左门缝表面 30cm	0.16	/	0.16	2.5
19		防护门 M3 下门缝表面 30cm	0.17	/	0.17	2.5
20		防护门 M3 右门缝表面 30cm	0.16	/	0.16	2.5
21		防护门 M3 上门缝表面 30cm	0.14	/	0.14	2.5
22		防护门 M3 中间表面 30cm	0.14	/	0.14	2.5
23		2#SPECT 注射窗口病人侧表面 30cm	<MDL	/	<MDL	2.5
24		1#PET 注射窗口病人侧表面 30cm	<MDL	/	<MDL	2.5
25		诊断廊侧注射窗口旁墙表面 30cm	<MDL	/	<MDL	2.5
26		运动负荷室侧墙表面 30cm	<MDL	/	<MDL	2.5
27		防护门 M4 左门缝表面 30cm	0.12	/	0.12	2.5
28		防护门 M4 下门缝表面 30cm	0.13	/	0.13	2.5
29		防护门 M4 右门缝表面 30cm	0.13	/	0.13	2.5
30		防护门 M4 上门缝表面 30cm	0.12	/	0.12	2.5
31		防护门 M4 中间表面 30cm	0.11	/	0.11	2.5
32		抢救室 1 侧墙表面 30cm	<MDL	/	<MDL	2.5
33		防护门 M5 左门缝表面 30cm	0.12	/	0.12	2.5
34		防护门 M5 下门缝表面 30cm	0.11	/	0.11	2.5
35		防护门 M5 右门缝表面 30cm	0.12	/	0.12	2.5
36		防护门 M5 上门缝表面 30cm	0.13	/	0.13	2.5
37		防护门 M5 中间表面 30cm	0.12	/	0.12	2.5

表 7 验收监测

38		防护门 M30 左门缝表面 30cm	0.11	/	0.11	2.5
39		防护门 M30 下门缝表面 30cm	0.13	/	0.13	2.5
40		防护门 M30 右门缝表面 30cm	0.10	/	0.10	2.5
41		防护门 M30 上门缝表面 30cm	0.09	/	0.09	2.5
42		防护门 M30 中间表面 30cm	0.11		0.11	2.5
43		治疗廊侧墙表面 30cm 巡测最大值	0.07	/	0.07	2.5
44		防护门 M6 左门缝表面 30cm	0.21	/	0.21	2.5
45		防护门 M6 下门缝表面 30cm	0.28	/	0.28	2.5
46		防护门 M6 右门缝表面 30cm	0.21	/	0.21	2.5
47		防护门 M6 上门缝表面 30cm	0.27	/	0.27	2.5
48		防护门 M6 中间表面 30cm	0.23	/	0.23	2.5
49		治疗廊侧 3#注射窗口病人侧表面 30cm	0.05	/	0.05	2.5
50		楼上车库距地面 30cm	0.36	/	0.36	2.5
51	分装室手套箱 1	手套箱 1 左手孔关闭 5cm	6.52	/	6.52	25
52		手套箱 1 右手孔关闭 5cm	12.77	/	12.77	25
53		手套箱 1 左手孔关闭 30cm	1.38	/	1.38	2.5
54		手套箱 1 右手孔关闭 30cm	2.33	/	2.33	2.5
55		手套箱 1 左手孔打开	475.5	/	475.5	/
56		手套箱 1 右手孔打开	689.1	/	689.1	/
57		手套箱 1 左侧表面 5cm	20.53	/	20.53	25
58		手套箱 1 左侧表面 30cm	2.38	/	2.38	2.5
59		手套箱 1 正面表面 5cm	11.84	/	11.84	25
60		手套箱 1 正面表面 30cm	1.96	/	1.96	2.5
61		手套箱 1 观察窗表面 5cm	9.17	/	9.17	25
62		手套箱 1 观察窗表面 30cm	1.90	/	1.90	2.5
63		手套箱 1 右侧表面 5cm	5.10	/	5.10	25
64		手套箱 1 右侧表面 30cm	1.77	/	1.77	2.5
65	3#注射窗	(分装室侧)3#注射窗左手孔关闭 5cm	<MDL	/	<MDL	25
66		(分装室侧)3#注射窗右手孔关闭 5cm	<MDL	/	<MDL	25
67		(分装室侧)观察窗表面 30cm	<MDL	/	<MDL	2.5
68		医生操作位	<MDL	/	<MDL	2.5
69		3#注射窗左手孔打开	0.57	/	0.57	/
70		3#注射窗右手孔打开	0.63	/	0.63	/
71	治疗廊	过道 1 侧墙表面 30cm	<MDL	/	<MDL	2.5
72		防护门 M7 左门缝表面 30cm	<MDL	/	<MDL	2.5
73		防护门 M7 下门缝表面 30cm	<MDL	/	<MDL	2.5
74		防护门 M7 右门缝表面 30cm	<MDL	/	<MDL	2.5
75		防护门 M7 上门缝表面 30cm	<MDL	/	<MDL	2.5
76		防护门 M7 中间表面 30cm	<MDL	/	<MDL	2.5
77		楼上车库距地面 30cm	<MDL	/	<MDL	2.5
78		缓冲间 2 侧墙表面 30cm	<MDL	/	<MDL	2.5
79		防护门 M8 左门缝表面 30cm	<MDL	/	<MDL	2.5
80		防护门 M8 下门缝表面 30cm	<MDL	/	<MDL	2.5
81		防护门 M8 右门缝表面 30cm	<MDL	/	<MDL	2.5
82		防护门 M8 上门缝表面 30cm	<MDL	/	<MDL	2.5

表 7 验收监测

83		防护门 M8 中间表面 30cm	<MDL	/	<MDL	2.5
84	给药室	防护门 M9 左门缝表面 30cm	0.40	/	0.40	2.5
85		防护门 M9 下门缝表面 30cm	0.47	/	0.47	2.5
86		防护门 M9 右门缝表面 30cm	0.37	/	0.37	2.5
87		防护门 M9 上门缝表面 30cm	0.30	/	0.30	2.5
88		防护门 M9 中间表面 30cm	0.45	/	0.45	2.5
89		治疗廊侧墙表面 30cm 巡测最大值	<MDL	/	<MDL	2.5
90		防护门 M10 左门缝表面 30cm	0.75	/	0.75	2.5
91		防护门 M10 下门缝表面 30cm	2.15	/	2.15	2.5
92		防护门 M10 右门缝表面 30cm	0.54	/	0.54	2.5
93		防护门 M10 上门缝表面 30cm	0.42	/	0.42	2.5
94		防护门 M10 中间表面 30cm	0.56	/	0.56	2.5
95		住院廊侧墙表面 30cm	<MDL	/	<MDL	2.5
96		防护门 M11 左门缝表面 30cm	1.62	/	1.62	2.5
97		防护门 M11 下门缝表面 30cm	1.78	/	1.78	2.5
98		防护门 M11 右门缝表面 30cm	0.98	/	0.98	2.5
99		防护门 M11 上门缝表面 30cm	1.25	/	1.25	2.5
100	防护门 M11 中间表面 30cm	1.92	/	1.92	2.5	
101	抢救室 2	抢救室 2 侧墙表面 30cm	<MDL	/	<MDL	2.5
102		楼上车库距地面 30cm	0.27	/	0.27	2.5
103	给药室自动分药仪	正面表面 30cm	0.74	2.2	1.63	2.5
104		左侧表面 30cm	1.07	2.2	2.35	2.5
105		右侧表面 30cm	0.06	2.2	0.13	2.5
106	抢救室 2	防护门 M12 左门缝表面 30cm	0.26	/	0.26	2.5
107		防护门 M12 下门缝表面 30cm	0.38	/	0.38	2.5
108		防护门 M12 右门缝表面 30cm	0.24	/	0.24	2.5
109		防护门 M12 上门缝表面 30cm	0.22	/	0.22	2.5
110		防护门 M12 中间表面 30cm	0.45	/	0.45	2.5
111		住院廊侧墙表面 30cm	<MDL	/	<MDL	2.5
112		被服间侧墙表面 30cm	<MDL	/	<MDL	2.5
113		放废暂存间 2 侧墙表面 30cm	<MDL	/	<MDL	2.5
114	楼上车库距地面 30cm	0.23	/	0.23	2.5	
115	住院廊	防护门 M13 左门缝表面 30cm	0.31	/	0.31	2.5
116		防护门 M13 下门缝表面 30cm	0.52	/	0.52	2.5
117		防护门 M13 右门缝表面 30cm	0.35	/	0.35	2.5
118		防护门 M13 上门缝表面 30cm	0.28	/	0.28	2.5
119		防护门 M13 中间表面 30cm	0.49	/	0.49	2.5
120		缓冲间 2 侧墙表面 30cm	<MDL	/	<MDL	2.5
121		配餐间侧墙表面 30cm	0.06	/	0.06	2.5
122		配餐间送餐窗 30cm	0.54	/	0.54	2.5
123		防护门 M24 左门缝表面 30cm	0.25	/	0.25	2.5
124		防护门 M24 下门缝表面 30cm	0.27	/	0.27	2.5
125	防护门 M24 右门缝表面 30cm	0.26	/	0.26	2.5	
126	防护门 M24 上门缝表面 30cm	0.24	/	0.24	2.5	
127	防护门 M24 中间表面 30cm	0.35	/	0.35	2.5	

表 7 验收监测

128		楼上车库距地面 30cm	0.26	/	0.26	2.5
129	病房 1	防护门 M14 左门缝表面 30cm	0.23	/	0.23	2.5
130		防护门 M14 下门缝表面 30cm	0.26	/	0.26	2.5
131		防护门 M14 右门缝表面 30cm	0.21	/	0.21	2.5
132		防护门 M14 上门缝表面 30cm	0.28	/	0.28	2.5
133		防护门 M14 中间表面 30cm	0.24	/	0.24	2.5
134		住院廊侧墙表面 30cm	<MDL	/	<MDL	2.5
135		缓冲间 2 侧墙表面 30cm	<MDL	/	<MDL	2.5
136		过道 1 侧墙表面 30cm	<MDL	/	<MDL	2.5
137		过道 2 侧墙表面 30cm	<MDL	/	<MDL	2.5
138			楼上车库距地面 30cm	0.34	/	0.34
139	病房 2	防护门 M15 左门缝表面 30cm	0.25	/	0.25	2.5
140		防护门 M15 下门缝表面 30cm	0.28	/	0.28	2.5
141		防护门 M15 右门缝表面 30cm	0.23	/	0.23	2.5
142		防护门 M15 上门缝表面 30cm	0.21	/	0.21	2.5
143		防护门 M15 中间表面 30cm	0.31	/	0.31	2.5
144		住院廊侧墙表面 30cm	<MDL	/	<MDL	2.5
145		过道 2 侧墙表面 30cm	<MDL	/	<MDL	2.5
146		配餐间侧墙表面 30cm	<MDL	/	<MDL	2.5
147		楼上车库距地面 30cm	0.39	/	0.39	2.5
148	放废暂存 间 2	防护门 M27 左门缝表面 30cm	<MDL	/	<MDL	2.5
149		防护门 M27 下门缝表面 30cm	<MDL	/	<MDL	2.5
150		防护门 M27 右门缝表面 30cm	<MDL	/	<MDL	2.5
151		防护门 M27 上门缝表面 30cm	<MDL	/	<MDL	2.5
152		防护门 M27 中间表面 30cm	<MDL	/	<MDL	2.5
153		洁具间 2 侧墙表面 30cm 巡测最大值	<MDL	/	<MDL	2.5
154		治疗廊侧墙表面 30cm 巡测最大值	<MDL	/	<MDL	2.5
155		防护门 M28 左门缝表面 30cm	<MDL	/	<MDL	2.5
156		防护门 M28 下门缝表面 30cm	<MDL	/	<MDL	2.5
157		防护门 M28 右门缝表面 30cm	<MDL	/	<MDL	2.5
158		防护门 M28 上门缝表面 30cm	<MDL	/	<MDL	2.5
159		防护门 M28 中间表面 30cm	<MDL	/	<MDL	2.5
160		抢救室 2 侧墙表面 30cm	<MDL	/	<MDL	2.5
161		被服间侧墙表面 30cm	<MDL	/	<MDL	2.5
162			楼上车库距地面 30cm	<MDL	/	<MDL
163	/	分装室放射性废物垃圾桶表面 30cm	<MDL	/	<MDL	2.5
164		给药室放射性废物垃圾桶表面 30cm	<MDL	/	<MDL	2.5
165	分装室手 套箱 2	手套箱 2 右手孔关闭 5cm	8.00	1.7	13.60	25
166		手套箱 2 左手孔关闭 5cm	7.51	1.7	12.77	25
167		手套箱 2 右手孔关闭 30cm	1.11	1.7	1.89	2.5
168		手套箱 2 左手孔关闭 30cm	1.04	1.7	1.77	2.5
169		手套箱 2 左手孔打开	343.6	1.7	584.12	/
170		手套箱 2 右手孔打开	385.8	1.7	655.86	/
171		手套箱 2 左侧表面 5cm	7.96	1.7	13.53	25
172		手套箱 2 左侧表面 30cm	1.19	1.7	2.02	2.5

表 7 验收监测

173		手套箱 2 正面表面 5cm	7.54	1.7	12.82	25
174		手套箱 2 正面表面 30cm	1.03	1.7	1.75	2.5
175		手套箱 2 观察窗表面 5cm	6.88	1.7	11.70	25
176		手套箱 2 观察窗表面 30cm	1.11	1.7	1.89	2.5
177		手套箱 2 右侧表面 5cm	6.52	1.7	11.08	25
178		手套箱 2 右侧表面 30cm	1.07	1.7	1.82	2.5
179	诊断廊	(分装室侧)2#注射窗左手孔关闭	<MDL	2.0	0.10	2.5
180		(分装室侧)2#注射窗右手孔关闭	<MDL	2.0	0.10	2.5
181		(分装室侧)观察窗表面 30cm	0.05	2.0	0.10	2.5
182		工作人员操作位	<MDL	2.0	0.10	2.5
183		2#注射窗左手孔打开	145.3	2.0	290.6	/
184		2#注射窗右手孔打开	194.0	2.0	388.0	/
185		卫生通过间侧墙表面 30cm	<MDL	2.0	<0.10	2.5
186		防护门 M16 左门缝表面 30cm	<MDL	2.0	<0.10	2.5
187		防护门 M16 下门缝表面 30cm	<MDL	2.0	<0.10	2.5
188		防护门 M16 右门缝表面 30cm	<MDL	2.0	<0.10	2.5
189		防护门 M16 上门缝表面 30cm	<MDL	2.0	<0.10	2.5
190		防护门 M16 中间表面 30cm	<MDL	2.0	<0.10	2.5
191		缓冲间 1 侧墙表面 30cm	<MDL	2.0	<0.10	2.5
192		楼梯间侧墙表面 30cm	<MDL	2.0	<0.10	2.5
193		楼上车库距地面 30cm	<MDL	2.0	<0.10	2.5
194	SPECT/CT 等候室	防护门 M17 左门缝表面 30cm	<MDL	4.0	<0.20	2.5
195		防护门 M17 下门缝表面 30cm	<MDL	4.0	<0.20	2.5
196		防护门 M17 右门缝表面 30cm	<MDL	4.0	<0.20	2.5
197		防护门 M17 上门缝表面 30cm	<MDL	4.0	<0.20	2.5
198		防护门 M17 中间表面 30cm	<MDL	4.0	<0.20	2.5
199		诊断廊侧墙表面 30cm	<MDL	4.0	<0.20	2.5
200		甲吸室侧墙表面 30cm	<MDL	4.0	<0.20	2.5
201		护士站侧墙表面 30cm	<MDL	4.0	<0.20	2.5
202		医护廊侧墙表面 30cm	<MDL	4.0	<0.20	2.5
203		PET/CT 等候室侧墙表面 30cm	<MDL	4.0	<0.20	2.5
204		楼上车库距地面 30cm	<MDL	4.0	<0.20	2.5
205	运动负荷 室	防护门 M18 左门缝表面 30cm	<MDL	2.0	<0.10	2.5
206		防护门 M18 下门缝表面 30cm	<MDL	2.0	<0.10	2.5
207		防护门 M18 右门缝表面 30cm	<MDL	2.0	<0.10	2.5
208		防护门 M18 上门缝表面 30cm	<MDL	2.0	<0.10	2.5
209		防护门 M18 中间表面 30cm	<MDL	2.0	<0.10	2.5
210		诊断廊侧墙表面 30cm 巡测最大值	<MDL	2.0	<0.10	2.5
211	楼上车库距地面 30cm	<MDL	2.0	<0.10	2.5	
212	抢救室 1	防护门 M19 左门缝表面 30cm	<MDL	2.0	<0.10	2.5
213		防护门 M19 下门缝表面 30cm	<MDL	2.0	<0.10	2.5
214		防护门 M19 右门缝表面 30cm	<MDL	2.0	<0.10	2.5
215		防护门 M19 上门缝表面 30cm	<MDL	2.0	<0.10	2.5
216		防护门 M19 中间表面 30cm	<MDL	2.0	<0.10	2.5
217	固废暂存间 1 侧墙表面 30cm	<MDL	2.0	<0.10	2.5	

表 7 验收监测

218		诊断廊侧墙表面 30cm	<MDL	2.0	<0.10	2.5
219		楼上车库距地面 30cm	<MDL	2.0	<0.10	2.5
220	SPECT/CT 留观室	防护门 M22 左门缝表面 30cm	<MDL	4.0	<0.20	2.5
221		防护门 M22 下门缝表面 30cm	<MDL	4.0	<0.20	2.5
222		防护门 M22 右门缝表面 30cm	<MDL	4.0	<0.20	2.5
223		防护门 M22 上门缝表面 30cm	<MDL	4.0	<0.20	2.5
224		防护门 M22 中间表面 30cm	<MDL	4.0	<0.20	2.5
225		留观廊侧墙表面 30cm	<MDL	4.0	<0.20	2.5
226		固废暂存间 1 侧墙表面 30cm	<MDL	4.0	<0.20	2.5
227		洁具间侧墙表面 30cm	<MDL	4.0	<0.20	2.5
228		治疗廊侧墙表面 30cm	<MDL	4.0	<0.20	2.5
229		楼上车库距地面 30cm	<MDL	4.0	<0.20	2.5
230	SPECT/CT 机房	防护门 M20 左门缝表面 30cm	<MDL	2.0	<0.10	2.5
231		防护门 M20 下门缝表面 30cm	<MDL	2.0	<0.10	2.5
232		防护门 M20 右门缝表面 30cm	<MDL	2.0	<0.10	2.5
233		防护门 M20 上门缝表面 30cm	<MDL	2.0	<0.10	2.5
234		防护门 M20 中间表面 30cm	<MDL	2.0	<0.10	2.5
235		诊断廊侧墙表面 30cm 巡测最大值	<MDL	2.0	<0.10	2.5
236		PET/CT 等候室侧墙表面 30cm	<MDL	2.0	<0.10	2.5
237		PET/CT 机房侧墙表面 30cm	<MDL	2.0	<0.10	2.5
238		防护门 M21 左门缝表面 30cm	<MDL	2.0	<0.10	2.5
239		防护门 M21 下门缝表面 30cm	<MDL	2.0	<0.10	2.5
240		防护门 M21 右门缝表面 30cm	<MDL	2.0	<0.10	2.5
241		防护门 M21 上门缝表面 30cm	<MDL	2.0	<0.10	2.5
242		防护门 M21 中间表面 30cm	<MDL	2.0	<0.10	2.5
243		控制室侧墙表面 30cm	<MDL	2.0	<0.10	2.5
244		观察窗左侧表面 30cm	<MDL	2.0	<0.10	2.5
245		观察窗下侧表面 30cm	<MDL	2.0	<0.10	2.5
246		观察窗右侧表面 30cm	<MDL	2.0	<0.10	2.5
247		观察窗上侧表面 30cm	<MDL	2.0	<0.10	2.5
248		观察窗中间表面 30cm	<MDL	2.0	<0.10	2.5
249		更衣淋卫室侧墙表面 30cm	<MDL	2.0	<0.10	2.5
250		医护廊侧墙表面 30cm 巡测最大值	<MDL	2.0	<0.10	2.5
251		楼上车库距地面 30cm	<MDL	2.0	<0.10	2.5
252		留观廊	防护门 M23 左门缝表面 30cm	<MDL	2.0	<0.10
253	防护门 M23 下门缝表面 30cm		<MDL	2.0	<0.10	2.5
254	防护门 M23 右门缝表面 30cm		<MDL	2.0	<0.10	2.5
255	防护门 M23 上门缝表面 30cm		<MDL	2.0	<0.10	2.5
256	防护门 M23 中间表面 30cm		<MDL	2.0	<0.10	2.5
257	出院廊侧墙表面 30cm		<MDL	2.0	<0.10	2.5
258	楼梯间侧墙表面 30cm		<MDL	2.0	<0.10	2.5
259	楼上车库距地面 30cm		<MDL	2.0	<0.10	2.5
260	出院廊	防护门 M25 左门缝表面 30cm	<MDL	2.0	<0.10	\
261		防护门 M25 下门缝表面 30cm	<MDL	2.0	<0.10	\
262		防护门 M25 右门缝表面 30cm	<MDL	2.0	<0.10	\

表 7 验收监测

263		防护门 M25 上门缝表面 30cm	<MDL	2.0	<0.10	\	
264		防护门 M25 中间表面 30cm	<MDL	2.0	<0.10	\	
265		过道 3 侧墙表面 30cm	<MDL	2.0	<0.10	\	
266		防护门 M26 左门缝表面 30cm	<MDL	2.0	<0.10	\	
267		防护门 M26 下门缝表面 30cm	<MDL	2.0	<0.10	\	
268		防护门 M26 右门缝表面 30cm	<MDL	2.0	<0.10	\	
269		防护门 M26 上门缝表面 30cm	<MDL	2.0	<0.10	\	
270		防护门 M26 中间表面 30cm	<MDL	2.0	<0.10	\	
271		放废暂存 间 1	防护门 M29 左门缝表面 30cm	<MDL	/	<MDL	2.5
272			防护门 M29 下门缝表面 30cm	<MDL	/	<MDL	2.5
273	防护门 M29 右门缝表面 30cm		<MDL	/	<MDL	2.5	
274	防护门 M29 上门缝表面 30cm		<MDL	/	<MDL	2.5	
275	防护门 M29 中间表面 30cm		<MDL	/	<MDL	2.5	
276	留观廊侧墙表面 30cm		<MDL	/	<MDL	2.5	
277	SPECT/CT 留观室侧墙表面 30cm		<MDL	/	<MDL	2.5	
278	抢救室 1 侧墙表面 30cm		<MDL	/	<MDL	2.5	
279	分装室侧墙表面 30cm		<MDL	/	<MDL	2.5	
280	楼上车库距地面 30cm		<MDL	/	<MDL	2.5	

备注：①MDL 为最低探测水平，为 0.05 μ Sv/h。

②满负荷校核时 MDL 取值为 0.05 μ Sv/h。

③上述监测结果均已扣除本底值。

根据表 7-2 监测结果可以得出，核医学科控制区外人员可达处、控制区内屏蔽体外表面 30cm 处的周围剂量当量率最大为 2.15 μ Sv/h（满负荷校核后）。因此，核医学科控制区屏蔽体外的周围剂量当量率均满足《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）及项目环评批复文件的相关要求（不大于 2.5 μ Sv/h）。SPECT/CT 机房屏蔽体外的周围剂量当量率低于最低探测水平，满负荷校核后周围剂量当量率最大为 0.10 μ Sv/h，满足《放射诊断放射防护要求》中 CT 机房屏蔽体外周围剂量当量率不大于 2.5 μ Sv/h 的要求。

根据上表 7-2 可知，手套箱外表面 5cm 处周围剂量当量率最大值为 20.53 μ Sv/h（满负荷校核后），外表面 30cm 处人员操作位的周围剂量当量率最大为 2.38 μ Sv/h（满负荷校核后），满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）的要求；注射窗、放射性废物桶表面 30cm 处周围剂量当量率最大为 0.05 μ Sv/h，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中固体放射性废物收集桶外表面 30cm 处的周围剂量当量率小于 2.5 μ Sv/h 的要求。

（3） β 表面污染水平监测结果

表 7 验收监测

项目核医学科工作场所 β 表面污染监测结果见表7-3。表7-3 项目核医学科 β 表面污染水平监测结果表

β 测量时间 (s)		10	测量面积 (cm ²)	100	发射率响应	0.39
序号	场所名称	测量位置		项目	表面污染结果 A _s (Bq/cm ²)	执行标准 (Bq/cm ²)
1	医护人员手部 及用品	手部表面		$\beta+\gamma$	L	0.4
2		工作服表面		$\beta+\gamma$	L	4
3		鞋子表面		$\beta+\gamma$	L	4
4	过道 1	储源室与卫生通过间外地面		$\beta+\gamma$	L	4
5		储源室与卫生通过间外墙面		$\beta+\gamma$	L	4
6	缓冲间 1	地面		$\beta+\gamma$	L	4
7		墙面		$\beta+\gamma$	L	4
8	缓冲间 2	地面		$\beta+\gamma$	L	4
9		墙面		$\beta+\gamma$	L	4
10	卫生通过间	地面		$\beta+\gamma$	L	40
11		墙面		$\beta+\gamma$	L	40
12		洗手台表面		$\beta+\gamma$	L	40
13		淋浴间地面		$\beta+\gamma$	L	40
14		淋浴间墙面		$\beta+\gamma$	L	40
15	储源室	地面		$\beta+\gamma$	L	40
16		墙面		$\beta+\gamma$	L	40
17		储源罐表面巡测最大值		$\beta+\gamma$	0.07	40
18	分装室	地面		$\beta+\gamma$	L	40
19		墙面		$\beta+\gamma$	L	40
20		SPECT 注射窗医生侧表面		$\beta+\gamma$	L	40
21		3#注射窗医生侧表面		$\beta+\gamma$	L	40
22		自动分装控制操作台表面		$\beta+\gamma$	L	40
23	分装室	手套箱 1 表面		$\beta+\gamma$	L	40
24		手套箱 2 表面		$\beta+\gamma$	L	40
25		凳子表面巡测最大值		$\beta+\gamma$	L	40
26		放射性废物垃圾桶表面		$\beta+\gamma$	L	40
27		铅衣表面		$\beta+\gamma$	L	40
28	运动负荷室	地面		$\beta+\gamma$	L	40
29		墙面		$\beta+\gamma$	L	40
30	运动负荷室	桌子表面		$\beta+\gamma$	L	40
31		诊断床表面		$\beta+\gamma$	L	40
32		跑步机表面		$\beta+\gamma$	L	40
33		洗手池表面		$\beta+\gamma$	L	40
34	抢救室 1	地面		$\beta+\gamma$	L	40
35		墙面		$\beta+\gamma$	L	40
36		诊断床表面		$\beta+\gamma$	L	40
37	放废暂存间 1	地面		$\beta+\gamma$	L	40
38		墙面		$\beta+\gamma$	L	40
39		放射性废物垃圾桶表面		$\beta+\gamma$	L	40

表 7 验收监测

		巡测最大值			
40	治疗廊	地面	$\beta+\gamma$	L	40
41		墙面	$\beta+\gamma$	L	40
42		3#注射窗病人侧表面	$\beta+\gamma$	L	40
43	给药室	地面	$\beta+\gamma$	L	40
44		墙面	$\beta+\gamma$	L	40
45	给药室	自动分药仪表面	$\beta+\gamma$	L	40
46		放射性废物垃圾桶表面	$\beta+\gamma$	L	40
47	抢救室 2	地面	$\beta+\gamma$	L	40
48		墙面	$\beta+\gamma$	L	40
49		诊断床表面	$\beta+\gamma$	L	40
50	病房 1	地面	$\beta+\gamma$	L	40
51		墙面	$\beta+\gamma$	L	40
52		住院床表面	$\beta+\gamma$	L	40
53	病房 2	地面	$\beta+\gamma$	L	40
54		墙面	$\beta+\gamma$	L	40
55		住院床表面	$\beta+\gamma$	L	40
56	住院廊	地面	$\beta+\gamma$	L	40
57		墙面	$\beta+\gamma$	L	40
58	放废暂存间 2	地面	$\beta+\gamma$	L	40
59		墙面	$\beta+\gamma$	L	40
60	放废暂存间 2	放射性废物垃圾桶表面	$\beta+\gamma$	L	40
61		洗手台表面	$\beta+\gamma$	L	40
62	洁具间 2	地面	$\beta+\gamma$	L	40
63		墙面	$\beta+\gamma$	L	40
64		洗手台表面	$\beta+\gamma$	0.10	40
65		拖把池表面	$\beta+\gamma$	0.09	40
66	过渡廊	地面	$\beta+\gamma$	L	4
67		墙面	$\beta+\gamma$	L	4
68	诊断廊	SPECT 注射窗旁地面	$\beta+\gamma$	L	40
69		SPECT 注射窗旁墙面	$\beta+\gamma$	L	40
70		SPECT 注射窗病人侧表面	$\beta+\gamma$	L	40
71		座椅表面	$\beta+\gamma$	L	40
72	SPECT/CT 等候室	地面	$\beta+\gamma$	L	40
73		墙面	$\beta+\gamma$	L	40
74		座椅表面巡测最大值	$\beta+\gamma$	L	40
75	SPECT/CT 机房	地面	$\beta+\gamma$	L	40
76		墙面	$\beta+\gamma$	L	40
77		诊断床表面	$\beta+\gamma$	L	40
78	控制室	地面	$\beta+\gamma$	L	4
79		墙面	$\beta+\gamma$	L	4
80		座椅表面	$\beta+\gamma$	L	4
81		操作台表面	$\beta+\gamma$	L	4
82	更衣淋卫室	地面	$\beta+\gamma$	L	4
83		墙面	$\beta+\gamma$	L	4

表 7 验收监测

84		淋浴间地面	$\beta+\gamma$	L	4
85		淋浴间墙面	$\beta+\gamma$	L	4
86		卫生间地面	$\beta+\gamma$	L	4
87		卫生间墙面	$\beta+\gamma$	L	4
88		洗手池表面	$\beta+\gamma$	L	4
89		便池表面	$\beta+\gamma$	L	4
90	SPECT/CT 留观室	地面	$\beta+\gamma$	L	40
91		墙面	$\beta+\gamma$	L	40
92		座椅表面巡测最大值	$\beta+\gamma$	L	40
93	洁具间 1	地面	$\beta+\gamma$	0.09	40
94		墙面	$\beta+\gamma$	L	40
95		洗手台表面	$\beta+\gamma$	0.34	40
96		拖把池表面	$\beta+\gamma$	L	40
97	出院廊	地面	$\beta+\gamma$	L	4
98		墙面	$\beta+\gamma$	L	4

备注：L 表示未检出（ $<0.05\text{Bq}/\text{cm}^2$ ）。表面污染结果已扣除本底值。

根据表7-3可知，医护人员手部表面的表面污染均未检出，低于 $0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$ ；医护人员工作服表面、鞋子表面，监督区的墙壁、地面以及工作台面等表面的表面污染均未检出，低于 $4\text{Bq}/\text{cm}^2$ ；控制区的墙壁、地面以及工作台面、设备表面等的表面污染最大为 $0.34\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，低于 $40\text{Bq}/\text{cm}^2$ 。因此，核医学科工作场所的表面污染监测结果满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）及环评批复中规定的 β 表面污染水平限值要求。

综上，根据以上监测结果分析可知，本项目核医学场所及周围环境的周围剂量当量率、表面污染水平均能满足环评及其批复文件的要求。

7.3 受照剂量估算

7.3.1 个人剂量估算公式

本次验收调查通过放射工作人员工作位监测结果及满负荷情况下参与放射工作的时间估算工作人员年受照剂量。满负荷工作量与环评阶段工作量一致。

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：

$$H_{\text{Er}} = H_{(10)} \times t \times 10^{-3}$$

其中： 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， $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；

表 7 验收监测

t: X 或 γ 射线照射时间, 小时。

7.3.2 个人剂量估算结果

(1) 放射工作人员受照剂量估算

项目核医学科甲吸就诊病人少, 使用量少, 医护人员在手套箱内分装, 对医护人员产生的影响微小; 甲亢和甲癌用药采用自动分装仪给药, 远程控制, 不单独考虑。

根据上述公式和验收监测结果, 项目放射工作人员年有效剂量估算结果见表 7-4。

表7-4 放射工作人员年有限剂量估算表

分类		受照来源	操作时间 (h/a)	受照剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年有效剂量 (mSv/a)	
护士 (核素操作)-全身	Tc-99m	活度测定、分装	6.83	13.60 (手套箱表面 5cm)	0.09	0.09
		注射	6.83	0.10 (工作人员操作位)	6.15×10^{-4}	
护士 (核素操作)-手部	Tc-99m	活度测定、分装	6.83	655.86 (手套箱手孔打开)	4.48	6.73
		注射	6.83	329.80 (注射窗手孔打开)	2.25	
技师	SPECT/CT	摆位	4.1	93.28	0.38	0.44
		显像、扫描	530.4	0.10 (工作人员操作位)	5.30×10^{-2}	

备注: ①上述核算未考虑铅衣的防护。

②本次模拟监测无病人, 未模拟摆位情况, 摆位时剂量参照环评阶段预测值。

③上述核算未考虑注射器防护套等的屏蔽防护作用。

从上表可知, 满负荷工作时, 放射工作人员全身年有效剂量能满足环评批复、《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021) 等的年有效剂量管理目标 5mSv/a, 手部剂量低于验收限值 125mSv/a 的要求, 满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 的要求。

建设单位应加强管理, 合理安排放射工作人员操作时间和工作内容, 做好放射工作人员个人剂量监测及档案管理工作, 发现个人剂量监测结果异常的, 应当立即核实和调查, 并将有关情况及时报告。

(2) 公众成员受照剂量估算

公众成员所受剂量主要为辐射工作场所周围停留所致。本次按监测结果进行核算, 综合选择核医学工作场所外(控制区边界)对应环境保护目标侧周围剂量当量率监测结果较大值进行估算, 核算结果见表 7-5。

表 7 验收监测

表 7-5 项目控制区边界公众成员年有效剂量估算表

序号	保护目标	最近距离	屏蔽体外周围剂量当量率, $\mu\text{Sv/h}$	受照射时间		年有效剂量, mSv/a
				考虑受照时间 (h)	居留因子	
1	储源室外过道	紧邻	M1 外 0.11	2000	1/20	0.01
2	治疗廊外过道	紧邻	M7 外 <0.05	2000	1/20	5.0×10^{-3}
3	住院廊外缓冲间	紧邻	M13 外 0.52	50	1/20	1.3×10^{-3}
4	病房外过道	紧邻	墙体外 <0.05	2000	1/20	5.0×10^{-3}
5	诊断廊外缓冲间	紧邻	M16 外 <0.05	50	1/20	1.25×10^{-4}
6	SPECT/CT 等候室外医护廊及值班室等	紧邻	墙体外 <0.20	2000	1/20	0.02
7	SPECT/CT 机房外医护廊及更衣室、卫生间等	紧邻	墙体外 <0.10	2000	1/20	0.01
8	出院廊外过道	紧邻	出院廊门墙外 <0.10	50	1/20	2.5×10^{-4}
9	楼上车库	紧邻	病房 2 楼上 0.39	2000	1/40	0.02
			衰变处理设施楼上 1.90	2000	1/40	0.09

备注：①M1 等表示监测布点图上对应的门；

②屏蔽体外周围剂量当量率为同侧屏蔽体外最大值；

③核医学科设置了多处门禁，工作场所的缓冲间、出院廊、过渡廊等，公众成员无法进入，保守考虑 50h/a。出院廊外过道周围无其他功能用房，公众成员一般不到达，保守考虑 50h/a。

④SPECT/CT 等候室南侧的值班室一般在午休和晚上值班时使用，该阶段，SPECT/CT 等候室一般无人就诊。因此，SPECT/CT 等候室的居留因子按照过道取 1/20。

⑤本项目核医学科位于建筑底层，周围三侧均为泥土层，剩余一侧均为车库，无居留因子大于 1/20 的区域；楼上整层为车，之上距离增加，且有楼板防护，影响也很小。

根据上表监测结果，项目核医学科控制区边界相邻的区域公众成员受照剂量均远低于标准限值 0.1mSv/a ；控制室边界相邻区域外的环保目标距离控制区有一定的距离，且有房间相隔，受到的辐射影响也较小，低于标准限值 0.1mSv/a 。因此，项目运行对周围环境保护目标的影响满足《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）等以及项目环评批复的要求。

表 8 验收监测结论

根据重庆市忠县人民医院医疗规划,重庆市忠县人民医院核医学项目本次验收内容为:使用 ^{131}I 、 ^{89}Sr 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 共 3 种核素,以及 SPECT/CT 开展影像诊断和核素治疗工作。本次验收不包含 PET 相关诊断工作 (^{18}F 、PET/CT、校准源等) 相关内容。本次验收相关结论如下:

8.1 验收监测结论

由验收监测结果可知,本项目核医学科工作场所各监测点位的监测值均满足环评及批复文件的标准要求,同时也满足《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)的要求。

8.2 职业照射和公众照射

根据估算,正常使用的情况下,本项目放射工作人员及周围公众成员受到的年有效剂量均小于医院管理目标值(放射工作人员 5mSv/a ,公众成员 0.1mSv/a),满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求。

医院应做好放射工作人员个人剂量监测及档案管理工作,发现个人剂量监测结果异常的,应当立即核实和调查,并将有关情况及时报告。

8.3 环保设施/措施设置情况

本项目将核医学科工作场所划分为控制区和监督区,在患者出入口设置分区标识。SPECT/CT机房各防护门上方设置与防护门联锁,防护门关闭显示“射线有害,灯亮误入”,机房门根据要求设置了防夹装置和自动闭门装置;控制区出入口、走廊、用药后等候用房内等处安装监视装置,在护士站设置监控显示器,能监控工作场所内患者的活动情况。核医学科工作场所根据需要设置单向和双向语音系统,便于指导患者或与患者进行沟通和交流。核医学科设置了患者路径指示地贴,并根据需要设置单向/双向门禁系统,保证患者按照工作场所的规划路径流动。核医学科配置了固定式区域辐射剂量报警系统配置通道式行人放射性检测系统,能实时监控工作场所和人员的辐射环境情况。核医学科各防护门、出入口处张贴电离辐射警告标志。储源铅罐、注射器转运盒、放废桶等防护设施表面张贴电离辐射标志。储源室采用防盗防护门,双人双锁保管放射源,并设置监控。核医学科上水出口置感应式开关。卫生通过间、洁具间等处配置核素洗消液及配备应急去污用品,操作放射性药物的护士离开控制区前应清洗并进行表面污染监

表 8 验收监测结论

测。

工作场所配备了防护铅衣、防护铅围脖、防护铅眼镜、防护铅帽等防护用品，表面污染监测仪、个人剂量报警仪等监测设备，配置注射窗、注射器转运盒、防护套等防护设施。

本项目在衰变间内新建两套槽式衰变处理设施，分别处置长半衰期和短半衰期的放射性废水，衰变池的体积足够大，能保证放射性废水衰变达到标准要求时间，之后排入医院污水处理站处理。项目控制区用房的废气分区收集并引至门诊楼的楼顶经活性炭处理后排放。工作场所设置两个放废暂存间及多个放废桶，放射性废物分类收集暂存衰变，达到衰变时间要求后经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平，对废物清洁解控并作为医疗废物交由有资质的单位处理。

医院成立有专门的辐射安全与环境保护管理机构，制定了各项辐射安全管理制度、辐射事故应急预案及操作规程、人员岗位职责、放射性废物处理制度、放射性物品台账管理制度等，辐射环境管理制度齐全，有一定的操作性。

8.4 变更情况

项目核医学科的主要变更情况为：①SPECT/CT留观室进行了微调，调整或新增了部分辅助用房，其余布局与环评阶段一致，不影响核医学科的整体布局和路径规划。②甲吸服药方式由胶囊变为手动分装，其接诊病人量少，病人用药量少，对医护人员的影响小。③长衰处理设施的衰变池高度减少，长度增加，但有效体积不变；因衰变池高度减少，与楼顶地面的距离增加，适当减少了长衰池顶部的铅板厚度，根据理论核算其能满足辐射防护的要求。④核医学科工作场所增加部分防护门、顶棚的铅防护厚度。本项目验收内容的源项（非密封放射性物质规模）与环评阶段一致，工作场所辐射安全与防护措施/设施等均未发生变动。经过对比分析，项目不涉及重大变动。

8.5 综合结论

重庆市忠县人民医院核医学项目认真落实了环境影响评价报告及其批复文件的各项辐射防护与安全措施和管理措施，项目运行对放射工作人员、公众人员及周围环境产生的影响很小，满足国家辐射安全相关标准。因此，从辐射环境保护角度分析，重庆市忠县人民医院核医学项目满足竣工环境保护验收条件，验收合格。

表 8 验收监测结论

8.6 后续要求

(1) 医院应按要求向社会公开本项目验收报告，在公示期满 5 个工作日内，登录全国建设项目竣工环境保护验收信息平台，填报验收等相关信息。

(2) 医院应加强对核医学科工作场所和衰变处理设施的管理，核医学科正常运行后，每次操作后对工作场所进行清洁，保证工作场所各区域的表面污染达标。待放射性废水衰变完成排放前，对衰变间进行周围剂量当量率监测，并进行放射性废水采样监测，确保其达标排放。

(3) 后期配置 PET 诊断的设施设备后，该部分应重新开展竣工环保验收，完善相关环保手续。

附录

附图：

附图一	项目地理位置图
附图二	医院总平面布置及环保目标布置示意图
附图三	项目验收现场相关照片
附图四	(1) 住院综合楼负四层和门急诊楼负一层（部分）平面布置图
	(2) 住院综合楼负三层和门急诊楼一层（部分）平面布置图
	(3) 住院综合楼负二层和门急诊楼二层（部分）平面布置图
	(4) 住院综合楼、门急诊楼立面布置图（核医学科位置图）
附图五	(1) 核医学科平面布置图
	(2) 核医学科规划路径图
	(3) 核医学科分区布置图
	(4-1) 核医学科防护图（墙体和门）
	(4-2) 核医学科防护图（顶棚）
	(5-1) 核医学科废气管网布置图
	(5-2) 核医学科废气楼顶管网布置图
	(6) 核医学科排水管网布置图
(7) 核医学科废水衰变设施平立面图	
(8) 辐射安全与防护措施/设施布置示意图	

附件：

附件一	环境影响评价文件批准书
附件二	辐射安全许可证
附件三	放射工作人员培训合格证
附件四	验收监测报告
附件五	辐射防护管理机构文件及相关辐射环境管理制度

附表：

竣工验收环境保护“三同时”验收登记表