

莆田市第一医院
核医学科项目

竣工环境保护验收监测报告表

建设单位：莆田市第一医院

编制单位：陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司

二〇二五年十月

莆田市第一医院
核医学科项目
竣工环境保护验收监测报告表
编号：QNYS-2025-Y008

编制单位：陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司
(盖章)

建设单位法人代表：（签字/盖章）

编制单位法人代表：（签字/盖章）

项目负责人：

报告编制人：

一 审：

二 审：

签 发：

建设单位： 莆田市第一医院(盖章)

电 话： 13850288802

邮 编： 351100

地 址： 福建省莆田市城厢区南门
西路449 号

编制单位： 陕西秦洲核与辐射安全技术
有限公司(盖章)

电 话： 029-89586445

邮 编： 712046

地 址： 陕西省西咸新区沣西新城
中国西部科技创新港创科
大厦 12 层

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 项目建设情况	8
表 3 辐射安全与防护设施	28
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	44
表 5 验收监测质量保证及质量控制	49
表 6 验收监测内容	50
表 7 验收监测	54
表 8 现场调查情况及验收监测结论	65
附件 1：委托书	
附件 2：环评批复	
附件 3：辐射安全许可证	
附件 4：屏蔽情况	
附件 5：辐射安全与防护领导小组红头文件	
附件 6：辐射事故应急预案	
附件 7：职业健康体检报告	
附件 8：辐射安全管理制度	
附件 9：莆田市第一医院核医学核素增量辐射安全分析报告	
附件 10：检测报告	

表 1 项目基本情况

建设项目名称		莆田市第一医院核医学科项目					
建设单位名称		莆田市第一医院					
项目性质		☑新建 ☐改建 ☐扩建					
建设地点		福建省莆田市城厢区南门西路 449 号					
源项		放射源	/				
		非密封放射性物质	核医学科：乙级非密封放射性物质工作场所 ^{99m} Tc（显像诊断）：日最大操作量 1.85×10 ¹⁰ Bq； 日等效最大操作量 1.85×10 ⁷ Bq ⁸⁹ Sr（骨肿瘤治疗）：日最大操作量 7.4×10 ⁸ Bq； 日等效最大操作量 7.4×10 ⁷ Bq ¹³¹ I（甲亢治疗）：日最大操作量 1.85×10 ⁹ Bq； 日等效最大操作量 1.85×10 ⁸ Bq ¹³¹ I（甲功检查）：日最大操作量 3.7×10 ⁶ Bq； 日等效最大操作量 3.7×10 ⁵ Bq				
		射线装置	使用Ⅲ类				
建设项目环评批复时间		2023 年 8 月 7 日		开工建设时间		2024 年 9 月	
取得辐射安全许可证时间		2025 年 8 月 26 日		项目投入运行时间		2025 年 11 月	
辐射安全与防护设施投入运行时间		2025 年 11 月		验收现场监测时间		2025 年 9 月 9 日 2025 年 10 月 12 日	
环评报告表审批部门		福建省生态环境厅		环评报告表编制单位		江西省地质局实验测试大队	
辐射安全与防护设施设计单位		福建省鑫阳光建设发展有限公司		辐射安全与防护设施施工单位		福建省鑫阳光建设发展有限公司	
投资总概算	435 万元	辐射安全与防护设施投资总概算			75 万元	比例	17.2%
实际总概算	435 万元	辐射安全与防护设施实际总概算			75 万元	比例	17.2%
验收依据	1.法律、法规文件 （1）《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日实施）； （2）《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 10 月 1 日实施）； （3）《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2005 年 9 月 14 日经国务院令 第 449 号公布，2014 年 7 月 29 日经国务院令 第 653 号修改，2019 年 3 月						

2 日经国务院令第 709 号修改)；

(4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环境保护部第 18 号令 2011 年)；

(5) 《国务院关于修改《建设项目环境保护管理条例》的决定》(国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日实施)；

(6) 《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)；

(7) 关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告(国环规环评(2017)4 号，2017 年 11 月 20 日发布)；

(8) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评(2017)4 号)；

(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)；

(10) 《关于发布射线装置分类办法的公告》(国家环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 6 日期实行)；

(11) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》(环发[2006]145 号，2006 年 9 月 26 日)；

(12) 《放射性废物安全管理条例》(2011 年 12 月 20 日国务院第 612 号令发布，2012 年 3 月 1 日施行)；

(13) 《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》(环办辐射函(2016)430 号)；

(14) 福建省环保厅关于印发《核技术利用单位辐射事故/事件应急预案编制大纲》(试行)的通知(闽环保辐射(2013)10 号)；

(15) 《福建省环境保护管理条例》(福建省第十一届人民代表大会常务委员会第 29 次会议通过，2012 年 3 月 31 日实行)；

2. 标准和技术规范：

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

(2) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)；

(3) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)；

(4) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019)；

(5) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)；

(6) 《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021)；

	<p>(7) 《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）；</p> <p>(8) 《表面污染测定 第 1 部分：β发射体（E_{βmax}>0.15MeV）和α发射体》（GB/T 14056.1-2008）</p> <p>3.环境影响报告及批复文件：</p> <p>(1) 《莆田市第一医院核医学科项目环境影响报告表》，2023 年 7 月；</p> <p>(2) 《莆田市第一医院核医学核素增量辐射安全分析报告》，2025 年 6 月；</p> <p>(2) 《福建省生态环境厅关于批复莆田市第一医院核医学科项目环境影响报告表的函》（闽环辐评〔2023〕37 号），2023 年 8 月 7 日。</p> <p>4.其他支持性文件</p> <p>(1) 莆田市第一医院委托书，2025 年 9 月；</p> <p>(2) 莆田市第一医院提供的项目建设图纸等。</p>									
验收 执行 标准	<p>本次验收执行福建省生态环境厅已经批复的环境影响评价报告表中使用的标准以及项目审批后修订的标准：</p> <p>审批文件：</p> <p>1、《生态环境厅关于批复莆田市第一医院核医学科项目环境影响报告表的函》（批准文号：闽环辐评〔2013〕37 号：2023 年 8 月 7 日）</p> <p>公众剂量约束执行 0.1mSv/a，职业人员剂量约束执行 5mSv/a。</p> <p>其他执行标准：</p> <p>1.根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002），并按照标准的评价原则</p> <p>一）职业照射和公众照射剂量约束值有效剂量须满足：</p> <p style="text-align: center;">表 1-1 职业照射和公众照射的剂量限值</p> <table><tr><th>照射类别</th><th>剂量限值</th><th>环评管理目标</th></tr><tr><td>职业照射</td><td>连续 5 年的年平均有效剂量不应超过 20mSv</td><td>5mSv/a</td></tr><tr><td>公众照射</td><td>关键人群连续 5 年的年平均有效剂量不应超过 1mSv</td><td>0.1mSv/a</td></tr></table> <p>二）剂量率限值、表面污染控制水平及放射性三废排放要求：</p> <p>6.2.3 工作人员体表、内衣、工作服、以及工作场所的设备和地面等表面放射性污染的控制应遵循附录 B（标准的附录 B）B2 所规定的限制要求。</p>	照射类别	剂量限值	环评管理目标	职业照射	连续 5 年的年平均有效剂量不应超过 20mSv	5mSv/a	公众照射	关键人群连续 5 年的年平均有效剂量不应超过 1mSv	0.1mSv/a
照射类别	剂量限值	环评管理目标								
职业照射	连续 5 年的年平均有效剂量不应超过 20mSv	5mSv/a								
公众照射	关键人群连续 5 年的年平均有效剂量不应超过 1mSv	0.1mSv/a								

表 1-2 工作场所的放射性表面污染控制水平（单位：Bq/cm²）

表面类型	β放射性物质	
工作台、设备、墙壁、地面	控制区	4×10 ¹
	监督区	4
工作服、手套、工作鞋	控制区、监督区	4
手、皮肤、内衣、工作袜		4×10 ⁻¹

三）核医学工作场所分级、分类

根据附录 C，应按表 1-3 将非密封源工作场所按放射性核素日等效最大操作量的大小分级。

表 1-3 非密封源工作场所的分级

级别	日等效最大操作量/Bq
甲	>4×10 ⁹
乙	2×10 ⁷ ~4×10 ⁹
丙	豁免活度值以上~2×10 ⁷

2.根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021，2021 年 11 月 1 日起实施）的相关要求：

4.4.2 剂量约束值

4.4.2.1 一般情况下，职业照射的剂量约束值不超过 5mSv/a；

4.4.2.2 公众照射的剂量约束值不超过 0.1mSv/a。

4.4.3 放射性表面污染控制水平

核医学工作场所的放射性表面污染控制水平按照 GB 18871 执行。

5.2 布局

5.2.1 核医学工作场所应合理布局，住院治疗场所和门诊诊断场所应相对分开布置；同一工作场所内应根据诊疗流程合理设计各功能区域的布局，控制区应相对集中，高活室集中在一端，防止交叉污染。尽量减小放射性药物、放射性废物的存放范围，限制给药后患者的活动空间。

5.2.2 核医学工作场所应设立相对独立的工作人员、患者、放射性药物和放射性废物路径。工作人员通道和患者通道分开，减少给药后患者对其他人员的照射。注射放射性药物后患者与注射放射性药物前患者不交叉，人员与放射性药物通道不交叉，放射性药物和放射性废物运送通道应尽可能短捷。

5.2.3 核医学工作场所宜采取合适的措施，控制无关人员随意进入控制区和给药后患者的随意流动，避免工作人员和公众受到不必要的照射。控制区的出入口应设立卫生缓冲区，为工作人员和患者提供必要的可更换衣物、防护用品、冲

洗设施和表面污染监测设备。控制区内应设有给药后患者的专用卫生间。

6.1 屏蔽要求

6.1.5 距核医学工作场所各控制区内房间防护门、观察窗和墙壁外表面 30cm 处的周围剂量当量率应小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，如屏蔽墙外的房间为人员偶尔居留的设备间等区域，其周围剂量当量率应小于 $10\mu\text{Sv/h}$ 。

6.1.6 放射性药物合成和分装的箱体、通风柜、注射窗等设备应设有屏蔽结构，以保证设备外表面 30cm 处人员操作位的周围剂量当量率小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，放射性药物合成和分装箱体非正对人员操作位表面的周围剂量当量率小于 $25\mu\text{Sv/h}$ 。

6.1.7 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应增加相应屏蔽措施，以保证其外表面 30cm 处的周围剂量当量率小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

6.1.8 放射性物质贮存在专门场所内，并应有适当屏蔽。

7.2 固体放射性废物的管理

7.2.1 固体放射性废物收集

7.2.1.1 固体放射性废物应收集于具有屏蔽结构和电离辐射标志的专用废物桶。废物桶内应放置专用塑料袋直接收纳废物。

7.2.1.2 含尖刺及棱角的放射性废物，应预先进行包装处理，再装入废物桶，防止刺破废物袋。

7.2.1.3 放射性废物每袋重量不超过 20kg。装满废物的塑料袋应密封后及时转送至放射性废物/储源室贮存。

7.2.2 固体放射性废物贮存

7.2.2.1 产生少量放射性废物和利用贮存衰变方式处理放射性废物的单位，经审管部门批准可将废物暂存在许可的场所和专用容器中。暂存时间和总活度不能超过审管部门批准的限制要求。

7.2.2.2 放射性废物贮存场所应安装通风换气装置，放射性废物中含有易挥发放射性核素的，通风换气装置应有单独的排风管道。入口处应设置电离辐射警告标志，采取有效的防火、防丢失、防射线泄漏等措施。

7.2.2.3 废物/储源室内应设置专用容器盛放固体放射性废物袋（桶），不同类别废物应分开存放。容器表面应注明废物所含核素的名称、废物的类别、入库日期等信息，并做好登记记录。

7.2.3 固体放射性废物处理

7.2.3.1 固体放射性废物暂存时间满足下列要求的，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， α 表面污染小于 0.08Bq/cm^2 ， 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：

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

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

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

7.3 液体放射性废物的管理

7.3.1 放射性废液收集

7.3.1.3 核医学工作场所上的水需配备洗消处理设备（包括洗消液）。控制区和卫生通过间内的淋浴间、盥洗水盆、清洗池等应选用脚踏式或自动感应式的开关，以减少场所内的设备放射性污染。头、眼和面部宜采用向上冲淋的流动水。

7.3.1.4 放射性废液收集的管道走向、阀门和管道连接应设计成尽可能少的死区，下水道宜短，大水流管道应有标记，避免放射性废液集聚，便于检测和维修。

7.3.2 放射性废液贮存

7.3.2.1 经衰变池和专用容器收集的放射性废液，应贮存至满足排放要求。衰变池或专用容器的容积应充分考虑场所内操作的放射性药物的半衰期、日常核医学诊疗及研究中预期产生贮存的废液量以及事故应急的清洗需要；衰变池池体应坚固、耐酸碱腐蚀、无渗透性、内壁光滑和具有可靠的防泄漏措施。

7.3.2.2 含碘-131 治疗病房的核医学工作场所应设置槽式废液衰变池。槽式废液衰变池应由污泥池和槽式衰变池组成，衰变池本体设计为 2 组或以上的槽式池体，交替贮存、衰变和排放废液。在废液池上预设取样口。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。

7.3.2.3 核医学诊断和门诊碘-131 治疗场所，可设置推流式放射性废液衰变池。推流式衰变池应包括污泥池、衰变池和检测池。应采用有效措施确保放射性废液经污泥池过滤沉淀固形物，推流至衰变池，衰变池本体分为 3-5 级分隔连续式衰变池，池内设导流墙。污泥池池底有防止和去除污泥硬化淤积的措施。

7.3.3 放射性废液排放

	<p>7.3.3.1 对于槽式衰变池贮存方式</p> <p>a) 所含核素半衰期小于 24 小时的放射性废液暂存时间超过 30 天后可直接解控排放;</p> <p>b) 所含核素半衰期大于 24 小时的放射性废液暂存时间超过 10 倍最长半衰期 (含碘-131 核素的暂存超过 180 天), 监测结果经审管部门认可后, 按照 GB 18871 中 8.6.2 规定方式进行排放。放射性废液总排放口总α不大于 1Bq/L、总β不大于 10Bq/L。</p> <p>7.3.3.3 放射性废液的暂存和处理应安排专人负责, 并建立废物暂存和处理台账, 详细记录放射性废液所含的核素名称、体积、废液产生起始日期、责任人员、排放时间、监测结果等信息。</p> <p>7.4 气态放射性废物的管理</p> <p>7.4.1 产生气态放射性废物的核医学场所应设置独立的通风系统, 合理组织工作场所的气流, 对排出工作场所的气体进行过滤净化, 避免污染工作场所和环境。</p> <p>7.4.2 应定期检查通风系统过滤净化器的有效性, 及时更换失效的过滤器, 更换周期不能超过厂家推荐的使用时间。更换下来的过滤器按放射性固体废物进行收集、处理。</p>
--	--

表 2 项目建设情况

1.1 建设单位概述

莆田市第一医院创建于 1959 年，2010 年晋级为三级甲等综合医院，为国家全科医生规范化培养基地、国家住院医师规范化培训基地,是一所集医疗、教学、科研、急救、预防、康复、保健为一体的现代化综合医院。近年来，医院先后荣获全国综合医院中医药工作示范单位、全国创建“平安医院”活动表现突出集体、福建省抗击新冠肺炎疫情先进集体等荣誉称号。

医院现有编制床位 1200 张，开放床位 1495 张，年门诊服务约 140 万人次，出院约 7 万人次，手术约 3 万人次。干部职工 2190 人，其中高级职称 450 人，博士、硕士 284 人，专兼职教授、副教授 50 人，硕士研究生导师 18 人。现有临床科室 54 个，医技科室 20 个，其中胸心外科、骨科（关节与运动医学科）、病理科、急诊科为省级临床重点专科，胃肠外科专业、介入血管外科、关节与运动医学科、肿瘤科、老年病专业、妇科专业、中医肛肠科、中医科（肝病专业）、胸外科等 9 个专科为市级临床重点专科。

1.2 建设内容

建设单位原有核医学科位于 8 号楼一层，为乙级非密封放射性物质工作场所。8 号楼一层核医学科已履行环境影响评价手续并于 2009 年 8 月 21 日取得原福建省环境保护厅环评批复文件；8 号楼一层核医学科已履行竣工环境保护验收手续并于 2016 年 4 月 27 日取得原福建省环境保护厅关于莆田市第一医院核医学科项目竣工环境保护验收合格的意见（闽环辐验〔2016〕3 号）。建设单位原有核医学科已于 2020 年 9 月停止使用。

为了满足广大患者的就医需求，保障病人健康，以及医院发展需要，建设单位重新开展核医学科诊疗服务，并将 13 号楼一层改建为核医学科工作场所及相应功能用房。13 号楼为医院北侧一栋 5 层建筑（地下一层，地上四层），本次项目利用 13 号楼一层原有的房间区域，结合 13 号楼北侧走道区域，在原有结构基础上建设本项目核医学科工作场所、其他工作用房以及槽式放射性废液衰变池，并对内部进行建设、改造、装修以及设备安装，设置防护门、防护窗和动力通风装置等防护措施。

本次验收项目为莆田市第一医院核医学科验收项目，2023 年建设单位委托江西省地质局实验测试大队编制《莆田市第一医院核医学科项目环境影响报告表》（报告编号：JXHG(35)-2023-010），于 2023 年 8 月 7 日取得《福建省生态环境厅关于批复莆田市第一医院核医学科项目环境影响报告表的函》（批准文号：闽环辐评〔2023〕37 号），本次

针对核医学科项目开展竣工验收工作。

本次项目验收内容为：在莆田市城厢区南门西路 449 号莆田市第一医院 13 号楼一层建设核医学科工作场所及相应功能用房，在 13 号楼一层北侧走道区域建设放射性废液衰变池，主要建设内容为：

(1) SPECT/CT 显像诊断

建设单位新建 1 间 SPECT/CT 机房，使用 1 台 SPECT/CT 机，配套使用放射性核素 Tc-99m 进行 SPECT/CT 显像检查。患者单次注射 Tc-99m 最大为 25mCi，每天最大患者数量为 20 人。

(2) 放射性药物门诊治疗

①建设单位使用放射性核素 Sr-89 开展转移性骨肿瘤治疗，患者单次注射 Sr-89 最大为 4mCi，每天最大患者数量为 5 人；

②建设单位使用放射性核素 I-131 开展核素甲亢治疗，患者单次服药 I-131 最大为 10mCi，每天最大患者数量为 5 人；

③建设单位使用放射性核素 I-131 开展甲状腺功能检查（简称：甲功检查），患者单次服药 I-131 最大为 10μCi，每天最大患者数量为 10 人。

建设单位实际建设过程中暂不开展使用放射性核素 P-32 用于敷贴治疗，故本次验收使用非密封放射性物质及射线装置明细见下表：

表 2-1 非密封放射性物质基本信息

序号	核素类型	年最大用量（Bq）	日最大操作量（Bq）	日等效最大操作量（Bq）	操作方式	场所分级	使用场所	用途
1	^{99m} Tc	4.625×10 ¹²	1.85×10 ¹⁰	1.85×10 ⁷	很简单的操作	乙级	13 号楼一层核医学科	显像诊断
2	⁸⁹ Sr	1.85×10 ¹¹	7.4×10 ⁸	7.4×10 ⁷	简单操作			骨肿瘤治疗
3	¹³¹ I	4.625×10 ¹¹	1.85×10 ⁹	1.85×10 ⁸	简单操作			甲亢治疗
4	¹³¹ I	9.25×10 ⁸	3.7×10 ⁶	3.7×10 ⁵	简单操作			甲功检查

表 2-2 射线装置基本信息

装置名称	型号	编号	额定参数	射线装置分类	使用场所
数字化伽玛照相机	Infinia VC	16485	140kV 20mA	III 类	13 号楼一层核医学科 SPECT/CT 机房

1.3 原有项目环保手续履行情况

(一) 许可情况

医院已取得了辐射安全许可证，证书编号为闽环辐证【00131】，许可的种类和范围

为“使用II、III类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所”

(二) 环保手续履行情况

表 2-3 医院已许可非密封放射性物质一览表

序号	工作场所名称	场所等级	核素	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	环评情况	验收情况	备注
1	8 号大楼一层核医学科	乙级	Tc-99m	3.7×10^8	9.25×10^{12}	2009.8.31 ^{a)}	闽环辐验[2016]3 号	停止使用
2		乙级	F-18	3.7×10^8	9.25×10^{12}			
3		乙级	I-131	1.11×10^9	1.15×10^{12}			
4		乙级	Sr-89	1.48×10^7	1.78×10^{10}			
5		乙级	Sm-153	1.85×10^7	4.6×10^{10}			
6		乙级	I-125 (粒子源)	8.88×10^7	8.88×10^{11}			

注：a) 原福建省环保局审批项目批文无文号。

表 2-4 医院已许可射线装置一览表

序号	设备名称	类别	位置	环评情况	验收情况	备注
1	直线加速器	II	11 号大楼一层放疗科	闽环辐评[2015]23 号	闽环辐评 [2016]3 号	正常使用
2	DSA	II	10 号大楼一层介入室 1	闽环辐评[2020]23 号	已验收（2021 年 7 月 17 日）	正常使用
3	DSA	II	10 号大楼一层介入室 2			正常使用
4	X 线模拟定位机	III	11 号大楼一层放疗科	闽环辐评[2015]23 号	/	正常使用
5	口腔全景机	III	2 号大楼一层口腔科全景室	已备案		正常使用
6	牙片机	III	2 号大楼一层口腔科牙片室			正常使用
7	CT	III	3 号大楼一层医学影像科 CT2 室	闽环辐评[2015]23 号		正常使用
8	CT	III	5 号大楼一层医学影像科 CT1 室	2009.8.31 ^{a)}		正常使用
9	乳腺钼靶 X 光机	III	3 号大楼一层医学影像科乳腺钼靶室	闽环辐评[2015]23 号		正常使用
10	数字化胃肠机	III	3 号大楼一层医学影像科透视室			正常使用
11	碎石机	III	5 号大楼一层碎石机室	已备案		正常使用
12	SPECT-CT	III	8 号大楼一层核医学科	2009.8.31 ^{a)}		已停用
13	DR	III	3 号大楼一层医学影像科摄片室 1	已备案		正常使用
14	DR	III	3 号大楼一层医学影	闽环辐评〔2015〕23		正常使用

			像科摄片室 2	号		
15	数字平板胃肠机	III	3 号大楼一层医学影像科胃肠机室	已备案		正常使用
16	移动式 X 光机	III	1 号大楼一层发热门诊			正常使用
17	CT	III	10 号楼一楼影像科 10-1	已备案		正常使用
18	CT	III	10 号楼一楼影像科 10-2	已备案		正常使用

（三）辐射安全管理

莆田市第一医院现有辐射工作场所的辐射防护设施运行工作良好，在辐射安全和防护制度的建立、落实以及档案管理等方面运行良好。

（1）医院已成立放射诊疗安全与防护管理领导小组全面负责医院辐射安全及应急管理工作。医院已制订《放射防护检测与评价制度》、《放射防护安全管理规定》、《放射防护和安全保卫制度》、《个人防护用品使用与管理制度》、《放射工作人员个人剂量管理》、《职业健康检查与档案管理制度》、《从事放射行业人员培训计划》、《设备检维修维护制度》、《辐射监测计划》、《放射诊疗设备操作规程》、《放疗科规章制度》和《核医学科规章制度》等规章制度，并要求工作人员严格按照规章制度要求执行。

（2）医院每年委托有资质的单位对医院辐射工作场所进行监测，监测结果表明，医院各辐射工作场所周围剂量当量率均符合相关标准要求。

（3）医院辐射工作场所均设置有电离辐射警示标识、工作指示灯和门灯联锁装置。

（4）医院于每年 1 月 31 日前提交上一年度年度评估报告，2024 年年度评估报告已上传至“全国核技术利用辐射安全申报系统”进行备案。

（5）医院辐射工作人员培训、个人剂量监测和职业健康监护档案情况：

①辐射工作人员培训：医院现有辐射工作人员均已参加国家核技术利用辐射安全与防护知识培训或医院内部自主培训，并取得辐射安全与防护考核合格证书。

②医院所有工作人员均配有个人剂量计，接受剂量监测，建立个人剂量监测档案并存档，根据医院个人剂量监测报告，医院辐射工作人员年有效剂量均低于 5mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）标准要求。

③医院辐射工作人员均已参加职业健康体检，建立健康体检档案。

1.4.项目场所位置及周围环境

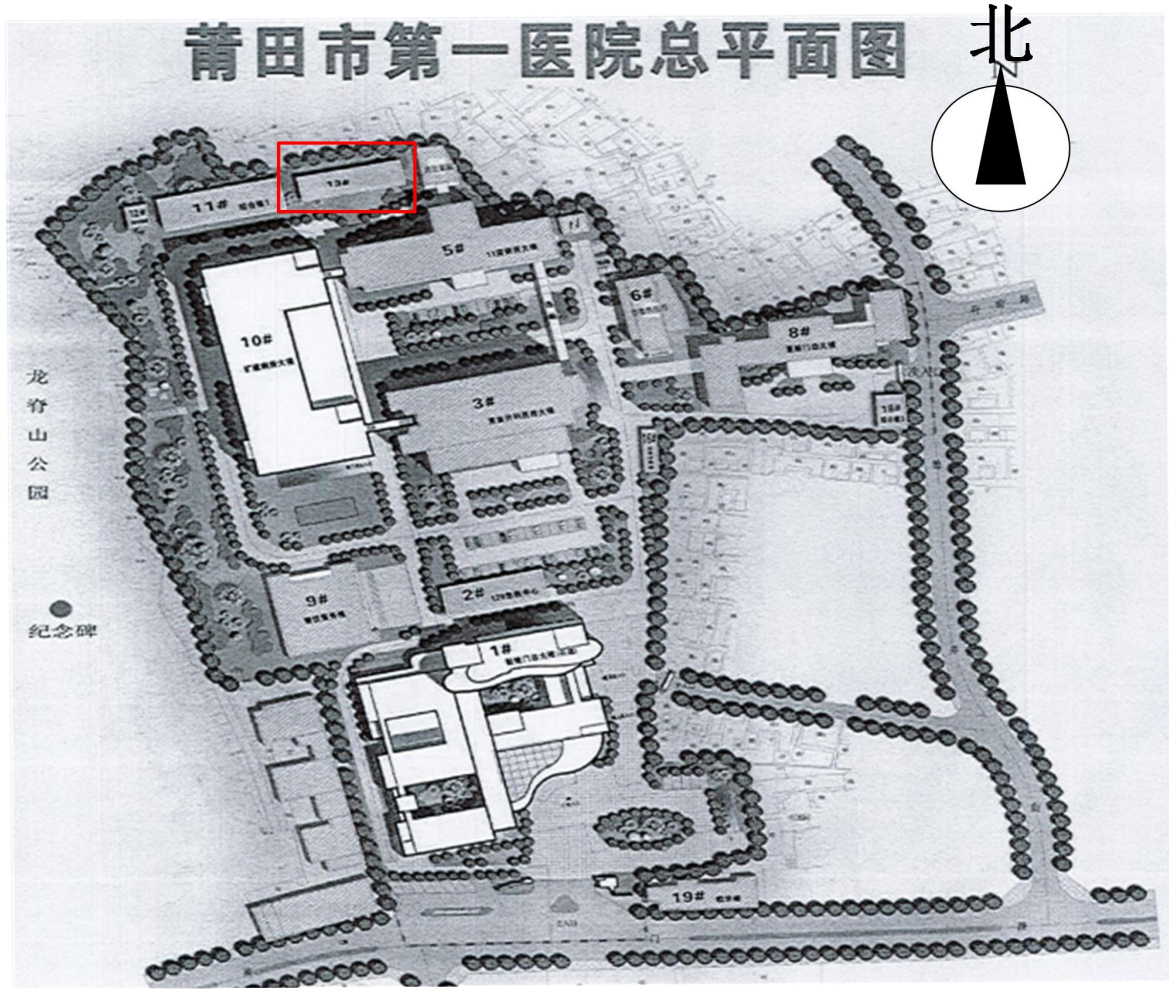
本项目位于福建省莆田市城厢区南门西路 449 号莆田市第一医院 13 号楼，地理坐标

为：北纬 25°25'47.28"，东经 119°0'20.71"。13 号楼东侧高压氧舱和，南侧为 5 号楼和 10 号楼，西侧为 11 号楼，北侧为龙德井壹号小区。

本项目核医学科设置于 13 号楼一层，楼上二层对应杂物间，楼下无地下层，核医学科四周及楼上楼下无妇科、儿科相邻。核医学科内西北侧为 SPECT/CT 机房、留观室、废物间、污洗室、药后观察室、抢救室（运动室）；东北侧为 SPECT/CT 控制室、更衣沐浴室、值班室、医生办公室；东南侧为示教室、值班室；西南侧为缓冲区 1、敷贴室、敷贴室控制室、甲功室、ECT 给药室、门诊治疗给药室、分装室、储源间。



图 2-1 莆田市第一医院地理位置图



图例： 为13号楼

图 2-2 莆田市第一医院总平面图

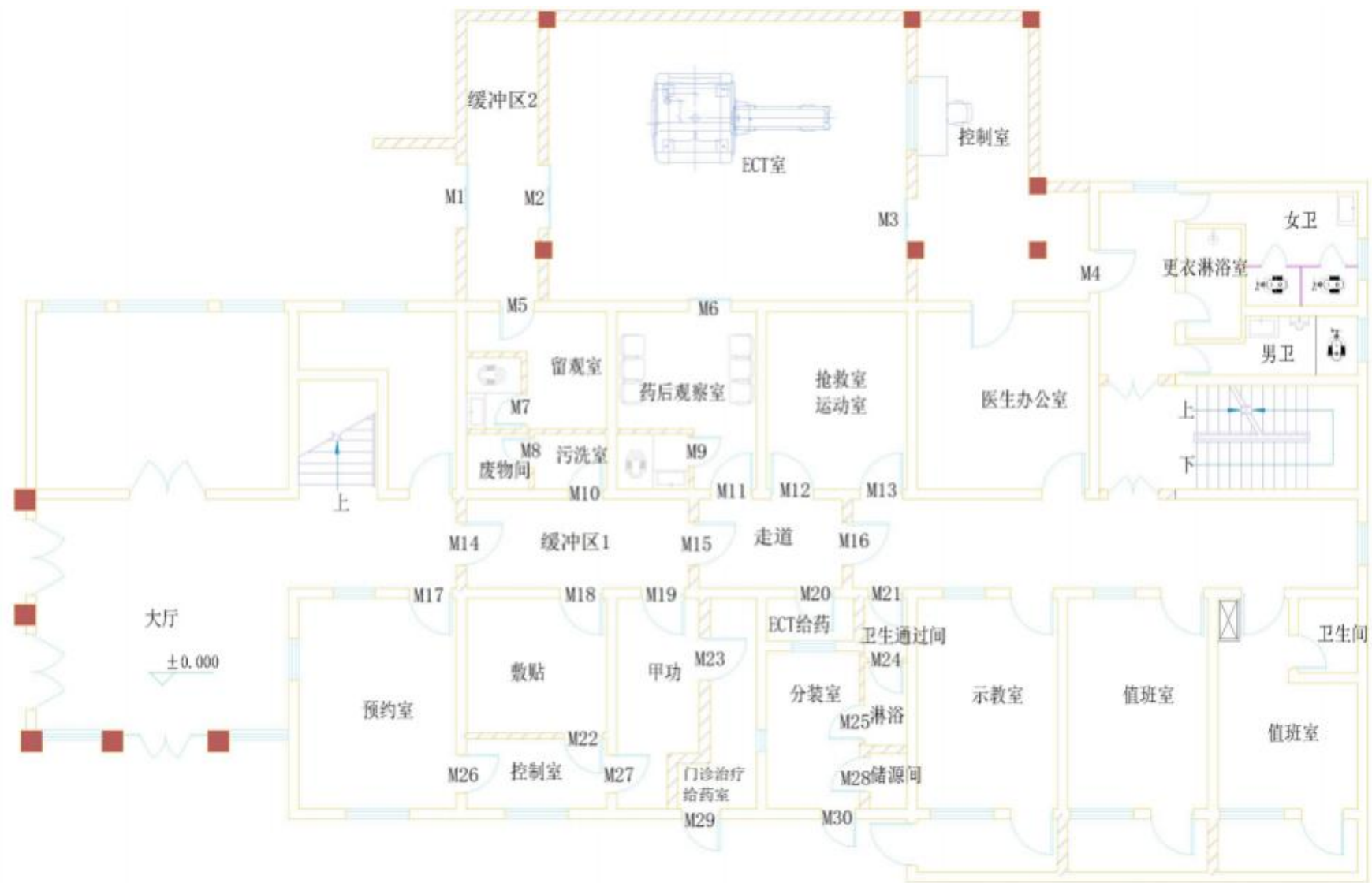


图 2-3 核医学科 1 层平面图



图 2-4 核医学科 2 层平面布置图

1.5 工艺设备与工艺分析

1.5.1 设备组成及工作原理

（一）SPECT/CT 显像诊断

SPECT 是单光子发射计算机断层成像技术的英文缩写（Single-Photon Emission Computed Tomography），是一种进行功能代谢显像的分子影像学设备，其工作原理是利用仪器探测人体内同位素的动态分布而成像，特点是可做功能、代谢方面的影像观察。SPECT 不仅能显示二维平面图像，更主要的还能给出脏器的断层图像。它实际上就是一个探头可以围绕病人某一脏器进行 360° 旋转的 γ 相机，在旋转时每隔一定角度（3° 或 6°）采集一帧图片，然后经电子计算机自动处理，将图像叠加，并重建为该脏器的横断面、冠状面、矢状面或不同方位的断层和切面图像，利用专用的核医学应用软件，对断层图像和数据做进一步的分析和处理，为核医学医生提供更多更精确的信息和定量分析的数据，从而极大地提高了诊断的灵敏度和准确性。

CT 为采用 X 射线进行扫描的技术设备，设备中产生 X 射线的装置主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中，当灯丝通电加热时产生电子，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。

SPECT/CT 是将 SPECT 和 CT 这两种设备安装在同一个机架上，两种显像技术的定位坐标系统相互校准，在两次扫描期间患者处于同一个检查床上且保持体位不变，可防止因患者移位产生的误差，在一定程度上也解决了时间配准的问题。SPECT/CT 其使用 ^{99m}Tc 进行诊断的基本原理是：受检者注射 ^{99m}Tc 药物， ^{99m}Tc 在特定的器官或组织发射出能量 140keV 的光子（ γ 射线），穿过组织器官后到达 SPECT 探测器。SPECT 使用低能准直器对 γ 射线进行准直，通过闪烁体将 γ 射线能力转换为光信号，再通过光电倍增管将光信号转化为电信号并进行放大，得到的测量值代表在该投影线上的放射性大小，再利用计算机从投影求解断层图形。其主要的功能特点是：除了显示脏器形态结构外，更重要的是可观察到脏器血流灌注、功能和代谢的变化。临床主要应用于骨骼显像、心脏灌注断层显像、甲状腺显像、肾动态显像等。本项目 SPECT/CT 显像诊断不开展“肺通气显像”诊断工作。



图 2-5 本项目 SPECT/CT 外观示意图

本项目 SPECT 显像使用的放射性核素主要为 ^{99m}Tc ，其衰变方式为 γ 衰变，衰变时发射 140keV 的 γ 射线，物理半衰期为 6.02h。放射性药物由医护人员根据诊疗计划确定总药量， ^{99m}Tc 采用外购模式，由厂家供应及运输，并临时贮存于分装室的分装柜内，在使用前根据受检者的计划剂量注射药物。

（二）放射性药物门诊治疗

（1）骨转移癌治疗（ ^{89}Sr ）

^{89}Sr 是纯 β 射线体，不伴 γ 射线，其发射的 β 射线能量较高，其半衰期为 50.53 天，在骨组织内的射程为 3mm。 ^{89}Sr 具有趋骨性，在骨组织代谢的部分浓聚更多。癌症晚期患者多会发生癌细胞骨转移，同时引发骨痛症状。骨肿瘤病灶部分由于骨组织受到破坏，成骨细胞的修复作用及其活跃，易浓聚大量 ^{89}Sr 放射性药物。 ^{89}Sr 发射的 β 射线会能致死肿瘤细胞而发挥治疗作用。用于治疗的 ^{89}Sr 是直接进行静脉注射，一般用量 2.5mCi-4.0mCi/人，每份用于治疗放射性药物由供应商事先分装，预约病人后发货，注射时不需再分装，可直接用于门诊治疗，患者注射药物后不留观、不住院。

（2）甲亢治疗

^{131}I 治疗甲状腺疾病是目前应用较广泛的一种核医学治疗方法，常用于分化型甲癌和甲亢病人的治疗。 ^{131}I 治疗原理主要在于甲状腺细胞对碘化物具有特殊的亲和力，口服一定量的 ^{131}I 后，能被甲状腺大量吸收，具有损害作用的放射 ^{131}I 能种入甲状腺组织中 ^{131}I 在衰变为 ^{131}Xe 时，能放射出最大能量为 0.602MeV 的 β 射线(占 90%)和能量为 0.284MeV、0.365MeV、0.637MeV 的 γ 射线。 β 射线在组织中的有效射程仅有 0.5~2 毫米，能选择性地破坏甲状腺腺泡上皮而不影响邻近组织，甲状腺组织能受到长时间的集中照射，其腺体被破坏后逐渐坏死，代之以无功能的结缔组织，从而达到降低甲状腺的分泌功能或彻底清除

甲状腺组织的目的。

（3）甲功检查

碘是甲状腺合成甲状腺激素的原料之一，放射性的 ^{131}I 也能被摄取并参与甲状腺激素的合成，其被摄取的速度与甲状腺功能密切相关。将 ^{131}I 引入受检者体内，利用体外探测器测定甲状腺部位放射性计数的变化，可以了解 ^{131}I 被甲状腺摄取的情况，从而判断甲状腺的功能。吸碘率测定对甲状腺疾病的临床诊疗非常重要，常用于甲状腺疾病 ^{131}I 治疗前适应症的选择和投药剂量计算、还可辅助诊断甲亢和甲减、辅助诊断亚甲炎和慢性淋巴细胞性甲状腺炎等能影响甲状腺功能疾病的检查。吸碘率测定测定主要是用于治疗甲亢辅给的甲状腺吸碘率检查，用量一般不会超过 0.37MBq ($10\mu\text{Ci}$)。

吸碘率检查前患者需要早上空腹到核医学科，通过口服的方式，将 ^{131}I 溶液引入机体。服药后需要继续禁食 1 到 2 个小时之后，需要在 2 个小时，4 个小时和 24 个小时分别测量甲状腺部位的放射性计数。每次测量的时间需要 60 秒。

1.5.2 工作流程及产污环节

（一）SPECT/CT 显像诊断

①根据需要，医院对接受显像检查的患者进行预约登记，确定用药量。

②根据患者用药量，向有资质的供货商订购 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 药物针剂（为成品试剂，储存在 6mmPb 的铅防护套筒内，每个病人一个 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 药物针剂），在医务人员上班前送至医院 13 号楼一层核医学科。

③核医学科工作人员接收、检查，并登记、签字。

④患者按约定时间在核医学科候诊大厅准备和等候；叫号后，准备好的患者在 ECT 给药室的注射窗口接受注射，医务人员佩戴个人剂量计、穿戴好个人防护用品从贮药罐内取出患者相应的药物针剂，通过注射台为受检者注射药物。

⑤患者进入药后观察室候诊。

⑥患者进入 SPECT/CT 机房接受检查。

⑦检查完成，患者在留观室休息一段时间后，从专用通道离开。；

⑧多余药物由药物供应商收回处理。

工作流程见图 2-6

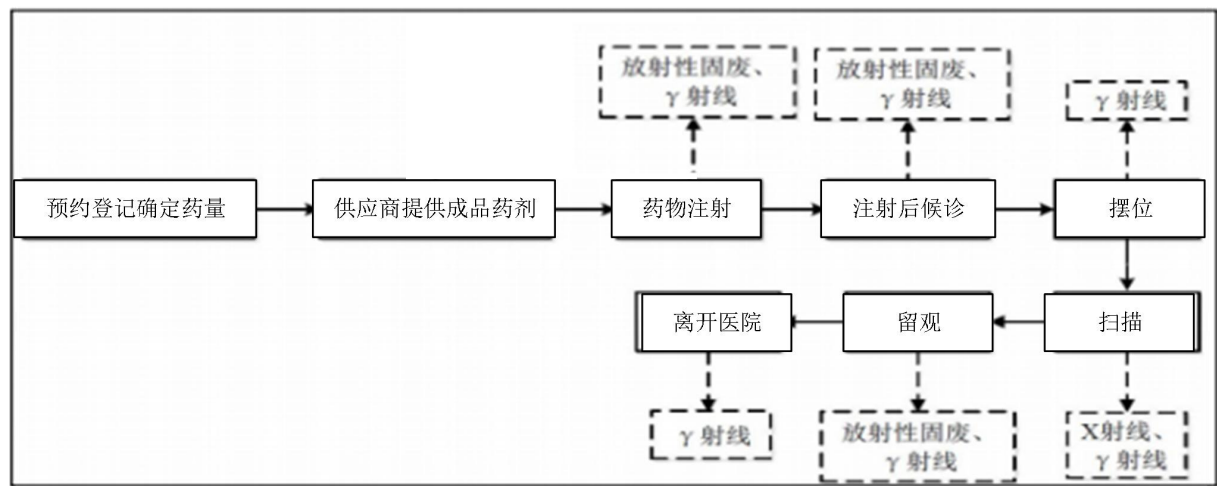


图 2-6 工作流程及产污环节分析示意图

(二) 放射性药物门诊治疗

(1) 骨转移癌治疗 (^{89}Sr)

①根据需要，接受骨癌治疗的人员进行预约登记，确定用量；

②向有资质的供货商订购药物，药物送至核医学科；

③核医学科工作人员接收、检查药物，并登记、签字；

④ ^{89}Sr 患者按约定时间在候诊区准备和等候，准备好的受检者在 ECT 给药室注射窗口接受注射，医务人员佩戴个人剂量计、穿戴好个人防护用品从通过过墙注射台为受检者注射药物；

⑤受检者注射药物后即经过门 M20-M11-M6-M2-M1 离开，不留观、不住院。

注：骨转移癌治疗 (^{89}Sr) 与 SPECT/CT 显像诊断错峰进行。

工作流程见图 2-7

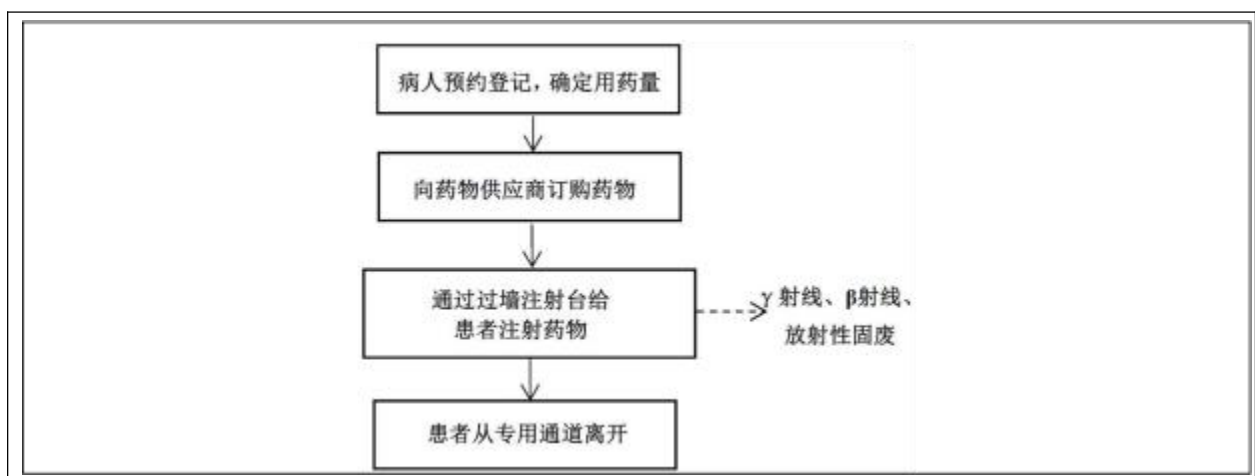


图 2-7 工作流程及产污环节分析示意图

(2) 甲亢治疗

①甲亢治疗服药治疗前准备阶段：门诊接诊患者，询问患者病史级临床表现，对患者

进行相关辅助检查（一般为甲功五项、甲状腺超声、甲状腺吸碘率、肝肾功能等），医生根据检查结果做出判断并制定相应的治疗方案，告知患者治疗前注意事项。

②甲亢治疗服药治疗阶段：医院根据病人预约情况预定采购放射性药物，在约定的时间由放射性药物供应单位负责将放射性药物（ ^{131}I ）运送至核医学科的分装室，暂存在手套箱（手套箱与服药窗口相通）中。放射性药物（ ^{131}I ）为胶囊制品，放置与分装室西侧服药窗口（门诊治疗给药室），甲亢患者经预约问诊后，进入控制区，在门诊治疗给药室口服药物，一般服药后直接离开辐射工作场所，无需留观。

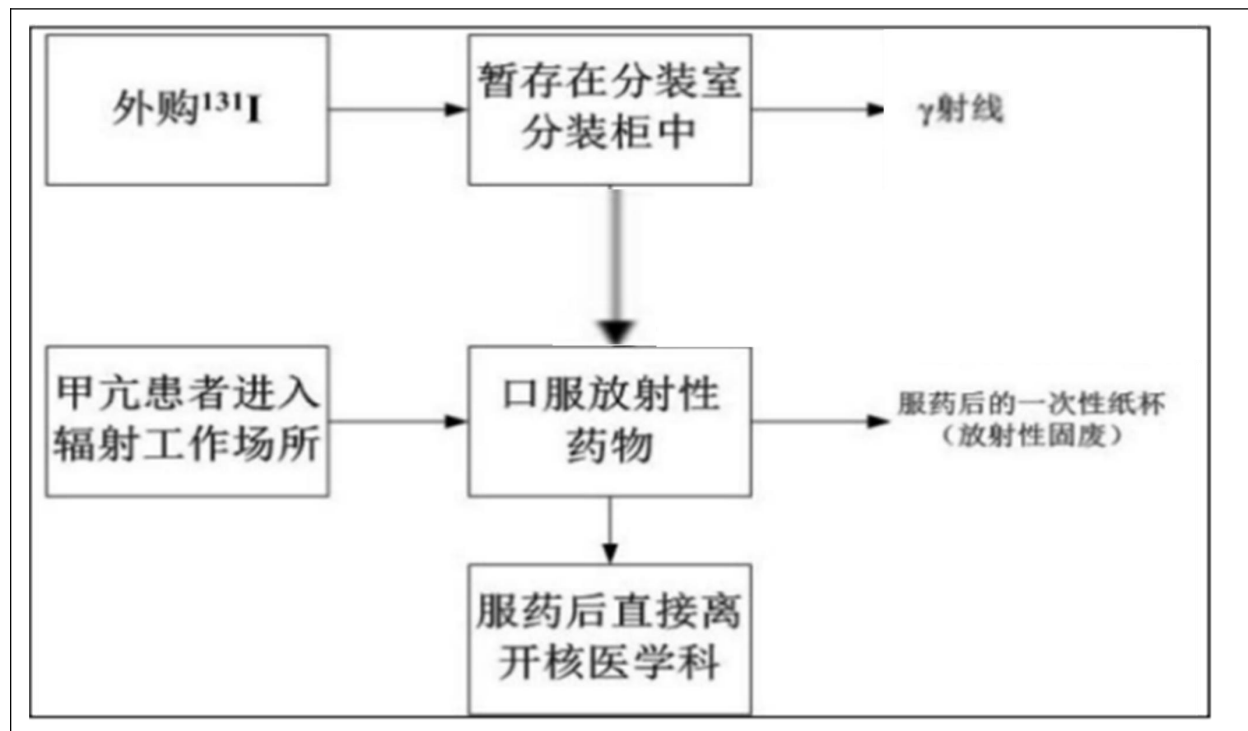


图 2-8 工作流程及产污环节分析示意图

（3）甲功检查

①根据需要，医院对接受甲功检查的患者进行预约登记，确定用药量。

②有资质的供货商根据医院提供的每个患者用药量，将已分装的 ^{131}I 药物（储存在 20mmPb 的铅罐内）送至 13 号楼核医学科。

③核医学科工作人员接收、检查，并登记、签字。

④患者按约定时间在核医学科候诊大厅准备和等候；甲功检查患者经预约问诊后，进入控制区，在门诊治疗给药室口服药物。

⑤患者服药后于第 2h、4h、24h 返回医院甲功室，医务人员用甲功能仪测定患者颈部甲状腺部位的放射性计数，并同标准源比较，计算甲状腺吸 ^{131}I 率，绘制甲状腺吸 ^{131}I 率曲线。

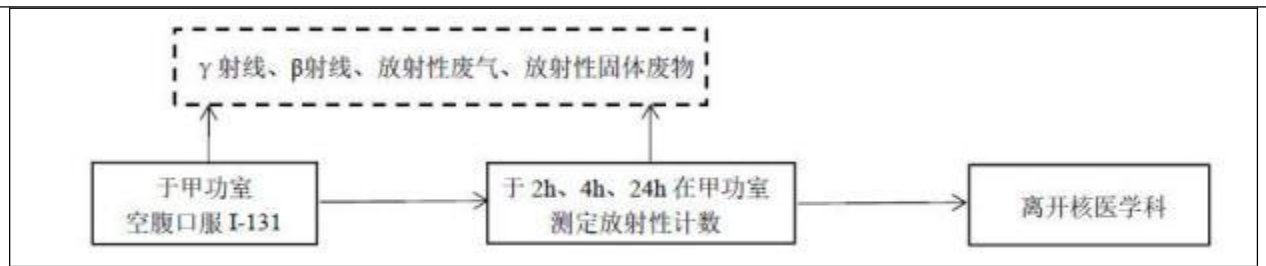


图 2-9 工作流程及产污环节分析示意图

1.6 核医学污染源项分析

（一）正常工况

①X 射线：SPECT/CT 自带 1 台 CT 机，属于Ⅲ类射线装置。射线装置在关机时无 X 射线产生；开机时 X 射线在辐射场中可分为三种射线：由 X 射线管窗口出射的用于诊断检查的有用射线；由 X 射线管防护套泄漏出来的漏射线；以及由上述两种射线在诊断床、受检者身体上产生的散射线。射线装置开机期间，X 射线经机房的辐射防护屏蔽后，射线基本被屏蔽在机房内，可能仍有一定的泄漏，对周围的医务人员及公众造成影响，途径为外照射。

②γ射线和β射线：放射性药品 ^{99m}Tc 衰变产生的γ射线；放射性药品 ^{131}I 、 ^{89}Sr 衰变产生的β、γ射线。

③表面污染：工作人员在操作非密封放射性药物时，不可避免的会引起工作台、地面等放射性沾污，造成β放射性表面污染。

④放射性固体废物：主要为放射性药物操作中沾染核素的注射器、针头、手套、药棉、纱布、吸水纸、一次性纸杯、试管等以及放射性废液衰变池的污泥。

⑤放射性废水：患者注射或服用放射性药物后，所产生的的排泄物、呕吐物及冲洗水等含有放射性核素，另外，清洗去污可产生放射性废液。

⑥放射性废气：在放射性药物使用过程中，会产生少量放射性废气，但这些操作均在分装室的通风橱内完成，气溶胶极少进入核医学科场所。

（二）事故工况

（1）操作人员失误，人员误入机房，造成误照射；工作人员或患者家属尚未撤离 SPECT/CT 机房时误开机，对工作人员或患者家属产生不必要的照射。

（2）SPECT/CT 等控制系统出现故障，照射不能停止，患者受到计划外照射。

（3）由于工作人员操作不熟练或违反辐射操作规程或误操作等其他原因造成的放射性药物泄漏，造成意外照射和辐射污染。

(4) 保管不善造成放射性药物丢失，造成对公众和周围环境辐射污染。

(5) 患者注射后未按规定线路离开，随意走动，导致对医护人员或公众遭受较大的外照射。

(6) 在转移过程中由于操作人员违反操作规程或误操作引起的意外泄露，造成台面、地面辐射污染。

(7) 工作人员未按要求穿戴个人防护用品等，造成额外照射剂量。

(8) 放射性废物管理不善

①放射性废水未经足够的时间衰变即进行排放，使排放超出规定的限值，可能对环境或人体造成一定的危害。

②放射性固体废物未经足够的时间衰变，存放时间过短即进行擅自处理，可能对环境造成污染和对公众造成危害。

1.7 工作负荷及人员配备情况

建设单位为本项目核医学科工作场所配备了 6 名辐射工作人员，后续将根据实际情况增加辐射工作人员。

(一) SPECT/CT 显像诊断

(1) 人员配备情况

本项目 SPECT/CT 区域目前安排辐射工作人员 4 人：负责注射的核素操作人员 2 人，负责扫描、摆位的 SPECT/CT 操作人员 2 人。

(2) 诊断规模

由医院提供资料可知，本项目 SPECT/CT 显像诊断预计诊断规模和工作负荷见下表

表 2-5 诊断规模

核素名称	单人最大剂量 (MBq/人)	单日最大诊断人数	年最大诊断人数
^{99m}Tc	925	20	5000

(二) 放射性药物门诊治疗

(1) 人员配备情况

①骨转移癌治疗 (^{89}Sr)：骨转移癌治疗 (^{89}Sr) 工作安排辐射工作人员 2 人负责 ^{89}Sr 核素的分装和注射 (注：和 SPECT/CT 项目负责分装、注射的核素操作人员共用)。

②甲亢治疗：甲亢治疗工作安排辐射工作人员 2 人负责 ^{131}I 核素给药 (注：和 SPECT/CT 项目负责注射的核素操作人员共用)。

③甲功检查：甲功检查安排辐射工作人员 1 人负责 ^{131}I 核素的给药和测定放射性计数。

（2）诊断规模和工作负荷

由医院提供资料可知，本次放射性药物门诊治疗各项目预计诊断规模和工作负荷见表 2-6。

表 2.6 诊断规模和工作负荷

项目	单人最大剂量（MBq/人）	单日最大诊断人数	年最大诊断人数
骨转移癌治疗（Sr-89）	148	5	1250
甲亢治疗（I-131）	370	5	1250
甲功检查（I-131）	0.37	10	250

1.7 人流和物流的路径规划

本项目核医学科 SPECT/CT 显像检查及放射性药物门诊治疗工作人员路线、患者路线、放射性药物路线与放射性废物路线分别详见图 2-10（建设单位实际建设过程中暂不开展使用放射性核素 P-32 用于敷贴治疗），建设单实际建设过程中骨转移癌治疗（ ^{89}Sr ）的患者路线图与进行 SPECT/CT 显像检查的患者一致，但是进行错峰治疗，进行 SPECT/CT 显像检查的患者的时间为早上，进行骨转移癌治疗（ ^{89}Sr ）患者治疗时间为下午。

（一）工作人员路线

本项目进行药物注射的辐射工作人员从核医学科西侧医护通道经门 M21 进入卫生通过间，然后通过门 M24 和门 M25 进入分装室进行药物质控工作，在分装室北侧窗口（或西侧窗口）进行药物注射（或给药）工作，工作完成后，通过门 M25 和门 M24 进入卫生通过间内检测表面污染，检测不合格者在淋浴室做去污清洁，合格者更衣后，沿原路返回。

进行 SPECT/CT 设备操作的辐射工作人员从核医学科北侧进入沐浴更衣区再经门 M4 进入 SPECT/CT 控制室工作，工作结束后沿原路返回离开核医学科。

进行敷贴治疗的辐射工作人员从核医学科西侧门 M17 和门 M26 进入控制室，并经门 M22 进入敷贴室，工作结束后沿原路返回离开核医学科。

进行甲功检查的辐射工作人员从核医学科西侧 M17 和 M26 进入控制室，并经门 M27 进入甲功室，工作结束后沿原路返回离开核医学科。

（二）患者路线

（1）SPECT/CT 显像诊断

进行 SPECT/CT 显像检查的患者经过核医学科西侧门 M14 进入缓冲区 1，经门 M15 进入走道，再通过门 M20 在 ECT 给药室的注射窗口进行药物注射，注射后通过门 M11 进入药后观察室观察（或通过 M12 进入运动室，然后再通过门 M11 进入药后观察室观察），

再通过门 M6 进入 SPECT/CT 机房内扫描检查，扫描结束后，通过门 M2 和门 M5 进入留观室。患者在等控制室的医生确认扫描图像清楚无误后通过门 M5 离开留观室，再经门 M1 离开。

（2）放射性药物门诊治疗

放射性药物门诊治疗患者通过工作人员叫号后依次进入，每次只允许 1 名放射性药物门诊治疗患者进入核医学科。

①骨转移癌治疗（ ^{89}Sr ）：进行骨转移癌治疗（ ^{89}Sr ）患者经过核医学科西侧门 M14 进入缓冲区 1，再经门 M15 和 M20 在 ETC 给药室的窗口进行药物注射，在注射完毕后无异常即可经门 M11、门 M6、门 M2、门 M1 离开。

②甲亢治疗和甲功检查：甲亢治疗患者和甲状腺功能测定的患者经过核医学科西侧门 M14 进入缓冲区 1，再通过门 M19 进入甲功室，通过门 M23 在门诊治疗给药室的窗口服药。服药后甲亢治疗患者通过门 M29 离开，甲状腺功能测定的患者经门 M23 返回甲功室进行甲状腺功能测定，测定完成后再经门 M23 和门 M29 离开。

（3）放射性药物路线

本项目 SPECT/CT 显像诊断及放射性药物门诊治疗所需的放射性药物由供药商在核医学科当天上班前将药物从核医学科南侧门 M30 进入分装室。建设单位在 SPECT/CT 分装室内放置手套箱和活度计，用于对放射性药物的质控，在放射性药物质控结束后，通过 SPECT/CT 分装室北侧窗口（或西侧窗口）进行药物注射（或给药）。

（4）放射性废物路线

本项目放射性废物主要在分装室、SPECT/CT 机房、药后观察室、留观室、抢救室（运动室）内产生，其中分装室的放射性废物在每天工作结束后存放至铅废物桶，待满后由工作人员贴上标签将铅废物桶通过门 M25、门 M21、门 M16、门 M15、门 M10、门 M8 送至废物间。建设单位在 SPECT/CT 机房、分装室、留观室、药后观察室、抢救室（运动室）内均设置放射性铅废物桶，待满后由工作人员贴上标签将铅废物桶送至废物间。SPECT/CT 显像检查产生的放射性废水排入到衰变池内，经过衰变后再排入医院总的废水池内。

本项目 SPECT/CT 显像诊断和骨转移癌治疗（ ^{89}Sr ）患者采取错峰治疗方式，防止患者之间直接的交叉辐射影响，本项目核医学科的建设对 13 号楼内其他项目不会造成影响。医院在核医学科各控制区内均安装监控设备、语音对讲装置，并在项目核医学科出、入口设置门禁系统、电离辐射警示牌，防止患者诊断后从入口离开核医学科及无关人员进入。为了进一步杜绝诊断后患者因行走路线错误对医务人员或者其他患者造成辐射影响，医院

在核医学科内设置醒目标识路线及禁止路线，并告知患者行进路线。通过上述措施加强对患者的管理，防止患者之间直接的交叉辐射影响。综上，本项目核医学科的路径规划符合《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中的相关路径要求。

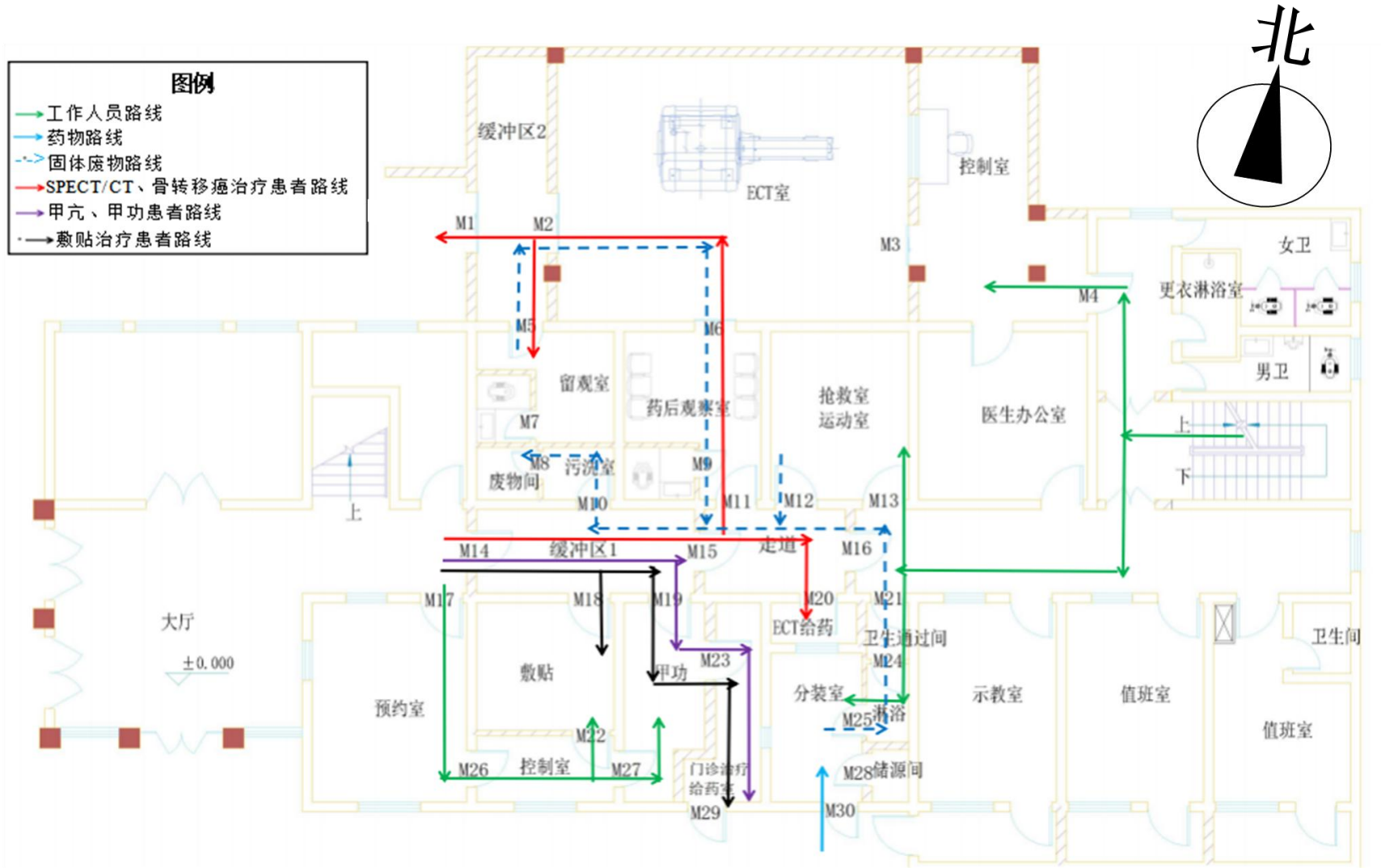


图 2-10 人流和物流的路径规划图

表 3 辐射安全与防护设施

1.场所布局及分区

1.1 工作场所布局

本项目核医学科设置于 13 号楼一层，核医学科东、南、西、北侧相邻均为空地，楼上对应杂物间，楼下无地下层，核医学科四周及楼上楼下无妇科、儿科相邻。核医学科内西北侧为 SPECT/CT 机房、留观室、废物间、污洗室、药后观察室、抢救室（运动室）；东北侧为 SPECT/CT 控制室、更衣沐浴室、值班室、医生办公室；东南侧为示教室、值班室；西南侧为缓冲区 1、敷贴室、敷贴室控制室、甲功室、ECT 给药室、门诊治疗给药室、分装室、储源间。核医学科平面布局图见图 2-3。

项目根据使用放射性药物的种类、形态、特性和活度，确定其放射防护要求。此外，本项目设计了合适的人流和物流的路径来控制辐射源（放射性药物、放射性废物、给药后患者）的活动，注射放射性药物后患者与注射放射性药物前患者不交叉，注射放射性药物后患者与工作人员不交叉，人员与放射性药物通道不交叉，尽量减少放射性药物和注射放射性药物后患者通过非放射性区域，且项目放射性药物和放射性废物的运送通道的设置尽可能短捷。项目通过合理设置放射性物质运输通道，便于放射性药物、放射性废物的运送和处理，便于放射性污染的清理、清洗等工作的开展。

综上分析，本项目核医学工作场所的平面布局设计方案满足《核医学辐射防护与安全技术要求》（HJ 1188-2021）对核医学场所的相关布局及设计要求。

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

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

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

为加强核医学科工作场所所在区域的管理，限制无关人员受到不必要的照射，本项目将对核医学科工作场所进行分区管理。

控制区：SPETCT/CT 机房、缓冲区 2、留观室（含卫生间）、废物间、药后观察室（含卫生间）、抢救室（运动室）、走道、敷贴室、甲功室、门诊治疗给药室、ECT 给

药室、分装室及衰变池。

监督区：核医学科与控制区相邻的相关区域划为监督区（不包括楼上楼下相邻区域）

2.屏蔽设施建设情况

本项目核医学科辐射工作场所防护设计情况见下表所示

表 3-1 本项目核医学科辐射工作场所防护设计情况

项目		环评阶段辐射防护情况	实际建设情况
SPECT/C T 机房	面积	机房有效使用面积为 56.2m ² （8.44m×6.66m）	与环评阶段一致
	四周墙体	24cm 实心砖+2mmPb 钡砂水泥	与环评阶段一致
	顶棚	10cm 混凝土+3mmPb 钡砂水泥	与环评阶段一致
	防护门	6mmPb 铅板	与环评阶段一致
	观察窗	6mmPb 铅玻璃	与环评阶段一致
药后观察 室	东墙、南墙和西墙	24cm 实心砖+1mmPb 钡砂水泥	与环评阶段一致
	北墙	24cm 实心砖+2mmPb 钡砂水泥	与环评阶段一致
	顶棚	10cm 混凝土+1mmPb 钡砂水泥	与环评阶段一致
	防护门	6mmPb 铅防护门	与环评阶段一致
运动室 （抢救 室）	东墙、南墙和西墙	24cm 实心砖+1mmPb 钡砂水泥	与环评阶段一致
	北墙	24cm 实心砖+2mmPb 钡砂水泥	与环评阶段一致
	顶棚	10cm 混凝土+1mmPb 钡砂水泥	与环评阶段一致
	防护门	6mmPb 铅防护门	与环评阶段一致
分装室	四周墙体	24cm 实心砖+1mmPb 钡砂水泥	与环评阶段一致
	顶棚	10cm 混凝土+1mmPb 钡砂水泥	与环评阶段一致
	防护门	6mmPb 铅防护门	与环评阶段一致
敷贴室	东墙、西墙、北墙	24cm 实心砖	与环评阶段一致
	南墙	12cm 实心砖	与环评阶段一致
	顶棚	10cm 混凝土	与环评阶段一致
	防护门	普通门	与环评阶段一致
甲功室	东墙	24cm 实心砖+1mmPb 钡砂水泥	与环评阶段一致
	南墙、西墙和北墙	24cm 实心砖	与环评阶段一致
	顶棚	10cm 混凝土	与环评阶段一致
	防护门	普通门	与环评阶段一致
废物间	四周墙体	24cm 实心砖+1mmPb 钡砂水泥	与环评阶段一致
	顶棚	10cm 混凝土+1mmPb 钡砂水泥	与环评阶段一致
	防护门	6mmPb 铅防护门	与环评阶段一致
门诊治疗 药室	四周墙体	24cm 实心砖+1mmPb 钡砂水泥	与环评阶段一致
	顶棚	10cm 混凝土+1mmPb 钡砂水泥	与环评阶段一致
	西侧防护门	12mmPb 铅防护门	与环评阶段一致
	南侧防护门	6mmPb 铅防护门	与环评阶段一致

ECT 给药室	四周墙体	24cm 实心砖+1mmPb 钡砂水泥	与环评阶段一致
	顶棚	10cm 混凝土+1mmPb 钡砂水泥	与环评阶段一致
	防护门	6mmPb 铅防护门	与环评阶段一致
缓冲区 2	东墙和南墙	24cm 实心砖+2mmPb 钡砂水泥	与环评阶段一致
	西墙和北墙	24cm 实心砖+1mmPb 钡砂水泥	与环评阶段一致
	顶棚	10cm 混凝土+1mmPb 钡砂水泥	与环评阶段一致
	防护门	6mmPb 铅防护门	与环评阶段一致

3.三废处理

3.1 放射性固体废物

本项目产生的放射性固废可分为三类，第一类被污染的手套、抹布等物品、病人使用的一次性杯子、废药盒等被非密封放射性物质污染的物品；第二类为本项目通风系统过滤装置更换下来废活性炭；第三类为清理放射性废水衰变池时产生的沉积物污泥。

第一类：建设单位在 SPECT/CT 机房、分装室、留观室、药后观察室、抢救室（运动室）内均设置放射性铅废物桶。每天下班后，由医务人员将铅废物桶的垃圾转入废物间内的放射性废物衰变箱，放射性废物暂存间内共设有 6 个放射性废物衰变箱（2 个用于贮存含 ^{99m}Tc 核素固废，2 个用于贮存含 ^{131}I 核素固废，2 个用于贮存含 ^{89}Sr 核素固废），放射性废物储物箱轮流使用。

第二类：本项目通风系统过滤装置更换下来废活性炭，直接收集至衰变桶中，并送至废物室内经 10 个半衰期（本项目核医学科核素半衰期最长为 50.53d（ Sr-89 ），10 个半衰期为 505.3d）的贮存衰变，待其达到清洁解控水平后，按医疗废物交由有资质单位处理。

第三类：院方定期委托有资质的单位清掏槽式放射性废液衰变池的污泥，清掏前保证污泥在污泥池中经至少 30 天的贮存衰变，待其达到清洁解控水平后，可作为免管废物处理。

本项目产生的含 ^{99m}Tc 核素固体废物（短半衰期）和含 ^{89}Sr 、 ^{131}I 核素放射性固体废物（长半衰期）使用不同的放射性废物桶分开收集、处置。放射性废物桶和放射性废物衰变箱按照《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021），张贴电离辐射警告标志、设置标签，标注废物类型、核素种类、比活度水平和存放日期等。放射性废物桶和衰变箱内均设置专用塑料袋进行收纳，对破碎玻璃器皿等含尖刺及棱角的放射性废物，先装入硬纸盒或其他包装材料中，再装入塑料袋内。每袋重量不超过 20kg。核医学科已建立放射性固体废物收集、贮存、排放管理台账，详细记录放射性固体废物的核素名称、种类、废物产生起始日期、责任人员、出库时间和监测结果等信息，做好记录并存档备案。

含 ^{99m}Tc 核素固体废物（短半衰期）暂存时间超过 30 天后，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处理；含 ^{131}I 核素放射性固体废物（长半衰期）暂存时间超过 180 天后，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处理；含 ^{89}Sr 核素放射性固体废物（长半衰期）暂存时间超过 505.3 天（按 Sr-89 半衰期 50.53 天）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处理。

3.2 本项目放射性废水主要来源是 ^{99m}Tc 核素排泄物和呕吐物的冲洗用水以及工作人员操作过程中手部受到微量污染或清扫工作台面、地面的清洁工具清洁时可能会带有微量放射性的废水（注：本项目核医学科不会产生含 ^{89}Sr 、 ^{131}I 核素放射性废水， ^{89}Sr 、 ^{131}I 核素用于放射性药物门诊治疗，治疗后的患者即离开核医学科，不会产生含 ^{89}Sr 、 ^{131}I 核素的排泄物和呕吐物的冲洗用水等放射性废水。 ^{89}Sr 、 ^{131}I 在质检过程中不慎撒漏时，工作人员用吸水纸进行处理，处理后的吸水纸放置于放射性废物桶中做放射性固体废物处理）。

产生放射性液体废物的主要场所为留观室、药后观察室和卫生通过间。各场所产生的废液通过支管道汇集到主管道后沿下方的土壤层向东进行布置，最终排入 13 号楼东北侧的槽式放射性废液衰变池。槽式放射性废液衰变池为地埋式，上方为绿化带，并在上方设有围栏以及电离辐射警告标志。放射性废水排放管道均采用抗腐蚀抗压的塑料管，考虑到废液在管道内残留影响，部分暴露的污水管道外包 5mmPb 铅板。

根据《建筑给水排水设计标准》，大便器自闭式冲水阀一次用量 6L。根据医院提供的资料本项目每天最多接诊 ^{99m}Tc 病人数为 20 人，设核素显像检查患者注射后休息期间上厕所 2 次，每次约产生废水 6L。核医学科工作场所清洗、去污每天用水量约为 240L（含工作人员）/天。则总流入衰变池的废水量为 $0.3\text{m}^3/\text{天}$ 。

本项目设置了独立的智能化衰变池系统，衰变池分为 3 个并联的衰变槽，每个衰变槽容积 4m^3 ，合计 12m^3 ，单池内放射性废水存满后放置衰变，达到排放要求后进行一次性排放，每月最多进行一次放射性废水排放。当放射性废液流入衰变系统时，衰变池 1 进水阀打开，废液流入衰变池 1，其内置传感器检测达到预设高液位时，进水阀关闭，同时开启衰变池 2 进水阀，放射性废液流入衰变池 2，同样内置传感器检测达到预设高液位时，进水阀关闭，开启衰变池 3 进水阀，放射性废液流入衰变池 3，当衰变池 3 内置传感器检测达到预设高液位时，衰变池 1 排水阀开启对外排放废液，当衰变池 1 内置传感器检测到液位排至最低后再次开始收集，如此循环往复。衰变池系统在衰变间内，衰变间为混凝土

结构，其四周墙体及顶板均为 300mm 混凝土，防腐防水性能好。

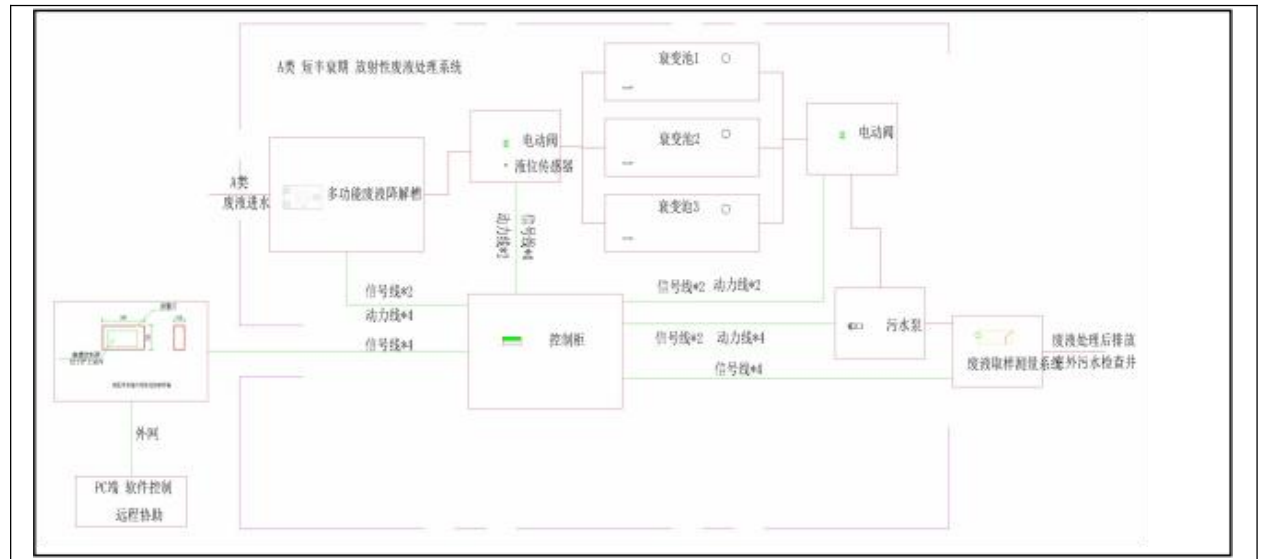


图 3-1 放射性废水处理系统示意图

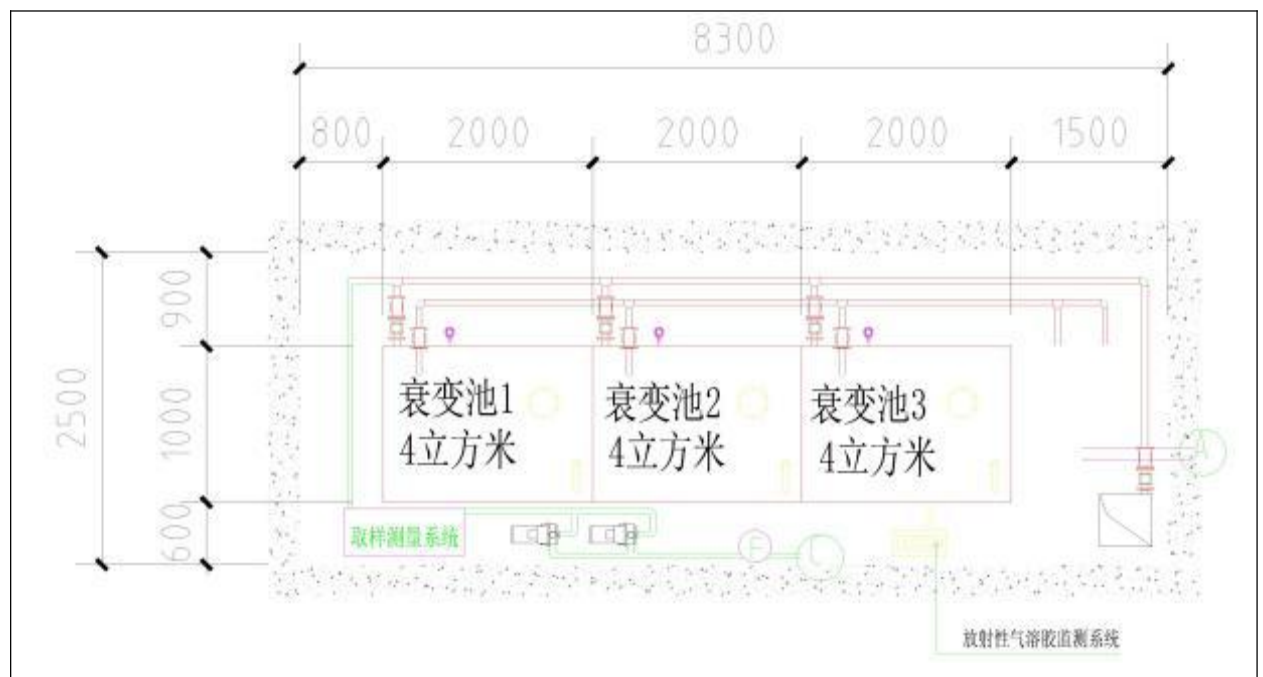


图 3-2 核医学科衰变池立面示意图

3.3 本项目核医学科工作场所设置 2 套通风系统：

①SPECT/CT 机房、留观室、药后观察室、废物间、抢救室（运动室）、走道、ECT 给药室、门诊治疗给药室、甲功室、分装室和缓冲区 2 的排风汇集于一个管道并通过药后观察室上方直通楼顶；

②分装室内的手套箱（风速不低于 0.5m/s）单独设计一个排风管道并通过药后观察室上方直通楼顶。

建设单位提供的通风管道图如图 3-24 所示，参照《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）要求：核医学工作场所应保持良好的通风，工作场所的气流流向应遵循

自清洁区向监督区再向控制区的方向设计，保持工作场所的负压和各区之间的压差，以防止放射性气体及气溶胶对工作场所造成交叉污染。

为保证核医学科内所有涉源的工作场所的气流组织遵循自非放射区向监督区再向控制区的流向设计，建设单位在各涉源场所的排风口管道支路设置止回阀，以防止气流倒流，并设置气压表以便实时观察。同时在低活度区和监督区设置新风系统，以确保监督区相对正压，使得监督区的气流流向控制区，以防止放射性气体交叉污染，保证工作场所的空气质量。核医学排风系统汇集于核医学科药后观察室上方管道通往屋顶排放，并在排风口处设置活性炭吸附装置，活性炭由专人进行定期更换，更换下来的活性炭按照放射性固体废物进行处理。

4.辐射安全与防护措施

（1）警告设施

本项目在控制区出入口和衰变池上方设置明显的电离辐射警告标志，警示人员注意安全，并在场所内走道的地面上设置明确的患者导向标识，候诊大厅设置放射防护注意事项告知栏。

SPECT/CT 机房的防护门设置自动闭门装置，上方设有工作状态指示灯，灯箱上设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句。SPECT/CT 机房设有门—灯联动装置、门—机联动装置，在防护门关闭状态下警示灯亮起，以对周边人员进行实时警示，且仅此时设备才可进行照射。设备在出束过程中若防护门打开，设备自动停止出束。

（2）紧急停机装置

本项目 SPECT/CT 机房和控制室内安装紧急停机按钮，分别设置在控制室的操作台上（1个）、治疗床上（1个）和墙面（1个），并有明显的标志。在人员误入 SPECT/CT 机房或遇紧急情况时，按动紧急停机开关设备立即停止出束。紧急停止开关必须采用手动方式才能复位。

（3）视频监控和对讲装置

在本项目 SPECT/CT 机房、ECT 给药室、门诊治疗给药室、注射后等候室、留观室、抢救室（运动室）、废物间、分装室、缓冲区 2、走道以及控制区出入口防护门处将设视频监控设备，由医院辐射工作人员进行监控，并将在上述功能室与控制室之间设对讲装置，便于工作人员发出指令，指导受检者按相关流程活动。

（4）门禁系统

本项目在控制区各出、入口均设置门禁系统，来限制患者的活动范围，设置自动回门

装置，以防无关人员进入，并在场所内走道的地面上设置明确的患者导向标识。

（5）表面污染控制与防护

本项目核医学科工作场所地面和墙壁（1m 以下）均使用防静电 PVC 卷材，易清洗且不易渗透，地面与墙壁接缝采用圆弧设计，保证连接处无缝隙，操作台、注射台表面采用不锈钢材料，光滑、平整、易于清洗去污。

该院核医学科分装室入口处设置有卫生通过间，卫生通过间内设置洗手池、冲淋间，洗手池采用感应或脚踏出水的方式，卫生通过间内放置拖把、脸盆、水桶等清洗用具和去污工具箱。

工作人员进入分装室需更换服装，穿戴工作衣、裤、帽、鞋、口罩、胶质手套及相应个人防护用品，工作人员离开分装室时，应清洗、更衣并对手部等体表部位进行污染测定，确认未受放射污染，方可离开。

（6）辐射防护用品和监测设备配置

为减少 γ 射线和 β 射线对人体的外照射危害，医院配置移动铅防护屏风、铅注射套、铅注射盒、注射窗、铅废物桶等防护用具。医院为相关人员配备工作服、工作帽、工作鞋、手套、口罩、铅防护眼镜、铅橡胶颈套、铅橡胶手套、铅橡胶帽子等个人防护用品，配置的个人防护用品能够满足相关人员的辐射防护需求。医院配置的个人防护用品见表 3-2。

表 3-2 本项目核医学科防护用品一览表

序号	防护用品和设备名称	规格	数量	备注
1	手套箱	20mmPb	2	^{99m}Tc 、 ^{89}Sr 、 ^{131}I 核素质控用
2	放射性废物桶	5mmPb	5	SPECT/CT 机房、分装室、留观室、药后观察室、抢救室（运动室）各 1 个
3	放射性废物衰变箱	5mmPb	2（100L）	废物间内贮存含 ^{99m}Tc 核素固废
		10mmPb	2（200L）	废物间内贮存含 ^{131}I 核素固废
		5mmPb	2（300L）	废物间内贮存含 ^{89}Sr 核素固废
4	铅防护罐	6mmPb	1	手套箱内暂存 ^{99m}Tc 核素
		6mmPb	1	手套箱内暂存 ^{89}Sr 核素
		20mmPb	1	手套箱内暂存 ^{131}I 核素
5	铅转运防护盒	6mmPb	2	核医学科内转运 ^{99m}Tc 药物
		10mmPb	2	核医学科内转运 ^{131}I 药物
		6mmPb	2	核医学科内转运 ^{89}Sr 药物
6	铅注射器防护套	6mmPb	不同规格 各 2 个	注射 ^{99m}Tc 药物用
		6mmPb	不同规格 各 2 个	注射 ^{89}Sr 药物用
7	北侧注射窗	6mmPb	1	注射 ^{99m}Tc 药物用；注射 ^{89}Sr 药物用；

8	西侧注射窗	15mmPb	1	¹³¹ I 患者服用
9	移动铅防护屏风	2mmPb	1	SPECT/CT 机房摆位用
10	铅帽、铅围脖、铅眼镜、铅衣	0.5mmPb	6 套	护士给药及技师摆位时用
11	铅帽、铅围脖、铅围裙	0.5mmPb	1 套	SPECT/CT 显像诊断患者使用
12	X-γ辐射剂量率仪	/	1 台	/
13	β表面污染仪	/	1 台	/
14	个人剂量报警仪	/	6 个	/
15	固定式剂量率报警仪	/	1 台	设置于分装室

5.辐射安全管理措施

(1) 放射性核素管理措施：

- ①应根据工作实际需要，在规定允许使用量范围内，制定年度订购计划。
- ②放射性核素应有专人领取和保管，到货后迅速取回，及时按要求登记，贴妥标签，注明放射性核素种类、放射性浓度及日期，妥善保存，防止丢失或变性，出厂说明书妥加保存，以备查对。
- ④标记及注射放射性药物时应严格核对，防止发生差错。对放射性药物应定期质控检查，如需要可随时检测。
- ⑤放射性核素到货后，应及时通知患者检查或治疗，以减少浪费。
- ⑥放射性核素空容器应固定地点集中存放，按规定退回生产厂家。
- ⑦要有专人负责每日放射性药品的登记，包括生产厂家、生产日期、批号、注射前剂量和注射后针筒残余剂量等，并由注射者签名。
- ⑧过期的或使用完毕的放射性药品应于放射性药品登记本中注明，统一予以注销，并按照放射性固体废物处理。

(2) 放射性核素操作时的防护措施：

- ①将药物注射器装上注射器防护套放入注射器防护盒中进行传递；
- ②要求医务人员在不同的活度区域应做好基本防护（比如穿着工作服、帽子、手套、佩戴个人剂量计）并穿着防护衣（铅衣、铅帽、铅眼镜等）；
- ③要求非密封源操作必须在带有抽风通风装置的手套箱内进行；
- ④放射性工作区域内不得会客、饮食、吸烟等；
- ⑤工作人员工作结束离开工作场所前必须脱下防护衣物，仔细洗手，不得穿工作服离开工作区域到非放射性工作场所活动，严禁将污染的设备和个人防护用品带出非放射性工作场所；

⑥工作人员的皮肤暴露部位有伤口时，应做好相应防护避免受到放射性污染，并可暂时不从事开放性放射源操作。

（3）患者防护管理措施：

①在确定核医学诊断程序前首先确保根据临床需要使用的核医学诊治技术的预期利益将超过该医疗照射可能带来的潜在危险；

②已注射的受检者与未注射的受检者行动路线尽量不要交叉，以尽量减少受检者的受照剂量，患者出入口做好警示标识，严格控制人员进出。受检者进入注射区域或离开留观室后，工作人员应检查并确保相应的门已关闭；

③向患者施予放射性药物前必须仔细核对：患者是否与申请单上的姓名相符；准备施予的放射性药物名称、化学形式和活度是否与要求的相符；是否准备使用非常规程序；患者是否已做好准备工作，如已禁食或施用阻断剂。给患者注射放射性药物时必须小心谨慎，注意检查注射放射性药物的静脉周围有无泄漏，规定的活度是否已全部注入。如果出现意外，必须立即报告核医学医师；

④建立避免给错放射性药物或把放射性药物给错患者的防范措施。如果发生治疗给药失误，核医学医师应立即对患者进行妥善处理，并向有关部门报告；

⑤在患者出院时，应叮嘱患者，在离开医院后一定时间内，尽量减少与家庭陪护人员近距离、长时间共处，以减少对家人和其他人的辐射影响。

（4）陪护人员防护管理措施

①患者检查时，尽量避免陪护人员进入机房。

②若患者必须需要扶持，工作人员应向陪护人员告知放射可能引起的危害。严禁孕妇及 18 岁以下青少年扶持受检者。

③陪护人员经工作人员允许后，穿戴好铅防护衣、铅帽子、铅围脖等防护用品，经患者入口进入控制区。工作人员应对陪护人员信息及陪护时间进行记录。

④陪护人员应尽量缩短与患者的接触时间，在保证受检者不因躁动摔下床的情况下，尽可能采取距离防护。

⑤放射性废弃物丢弃在放射废物桶内，不得带出检查室，待放置衰变后再进行常规处理。

6.人员防护措施

（1）辐射工作人员的防护

在实际工作中，为了减少辐射工作人员所受到的照射剂量，普遍采用屏蔽防护、时间

防护和距离防护。

①屏蔽防护：通过场所的有效实体屏蔽辐射源产生的辐射危害；为核素操作人员配备铅防护手套、铅衣等个人防护用品，注射器配备注射防护套和铅转运防护盒。

②时间防护：辐射工作人员以及公众要尽可能的减少与辐射源的接触时间，对辐射工作人员限定工作时间，轮岗工作，降低在辐射场所的停留时间，减少不必要的辐射照射。加强辐射工作人员的培训，严格按照治疗计划对病患进行诊疗，避免患者受到不必要的辐射照射。

③距离防护：在不影响工作质量的前提下，保持与辐射源尽可能大的距离，使距离最大化。

（2）其他人员防护

①屏蔽防护：辐射工作场所外围环境中的其他人员主要依托辐射场所墙体、顶棚、门、窗等实体进行屏蔽防护。

②时间防护：设置明显的警示措施，提示其他人员尽可能减少在辐射工作场所周围的停留时间。

③距离防护：设置必要的防护、隔离、警示措施，尽可能增大人员与辐射场所之间的防护距离。

7.现场照片

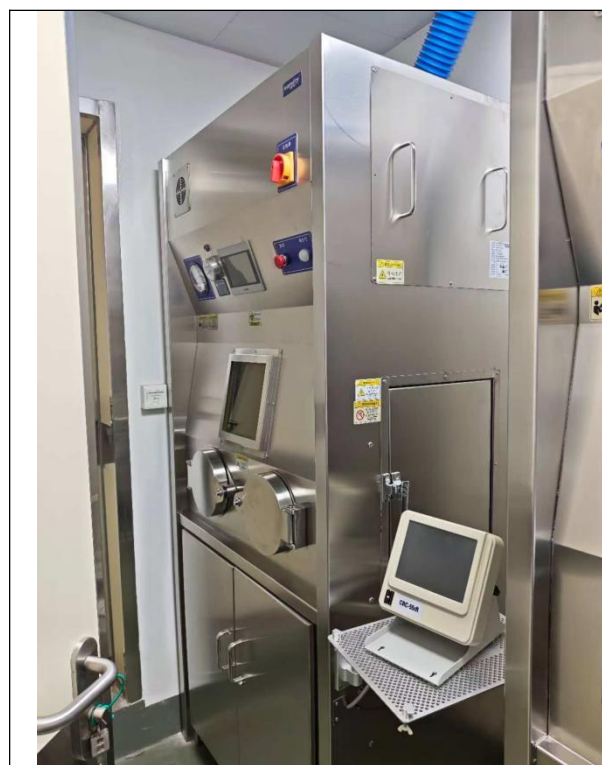


图 3-3 分装室南侧手套箱



图 3-4 分装室北侧手套箱



图 3-5 分装室北侧注射窗、放射性废物桶



图 3-6 分装室固定式剂量率报警仪



图 3-7 服药窗



图 3-8 门诊治疗药室放射性废物桶



图 3-9 铅屏风



图 3-10 废物间放射性废物衰变箱

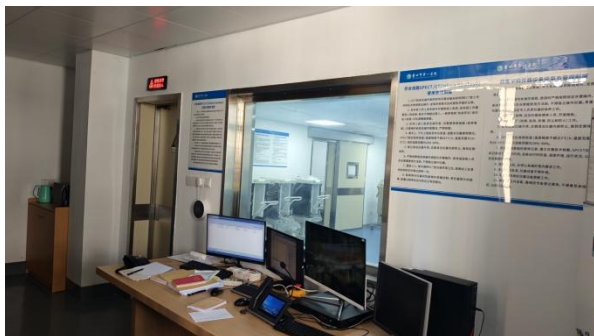


图 3-11 控制室全景及制度上墙

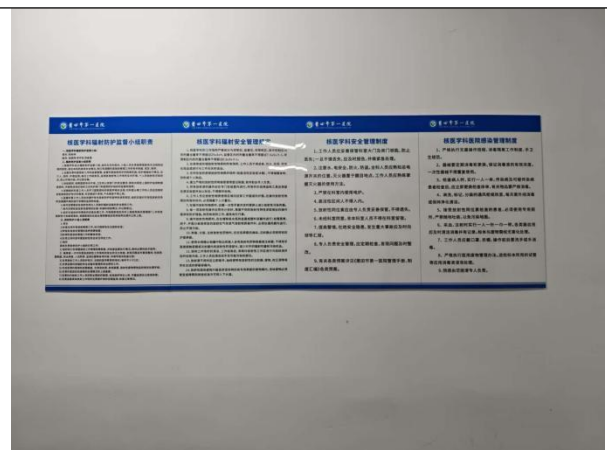


图 3-12 制度上墙



图 3-13 监控画面

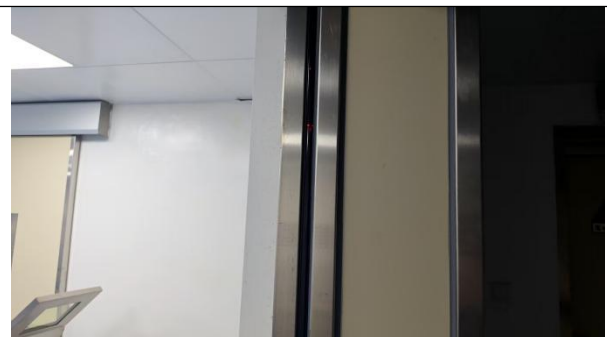


图 3-14 SPECT/CT 机房防护门红外防夹

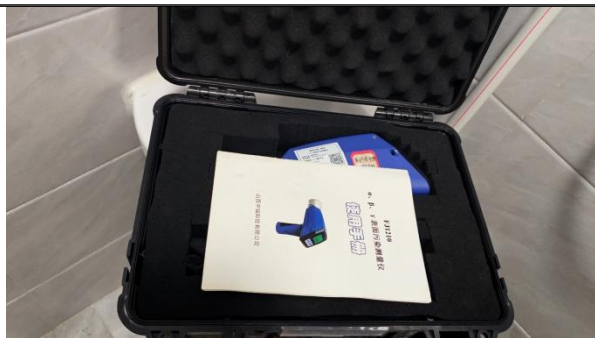


图 3-15 表面污染仪



图 3-16 个人剂量报警仪



图 3-17 工作状态指示灯

图 3-18 便携式 X、 γ 剂量率仪

图 3-19 防护用品



图 3-20 防护用品

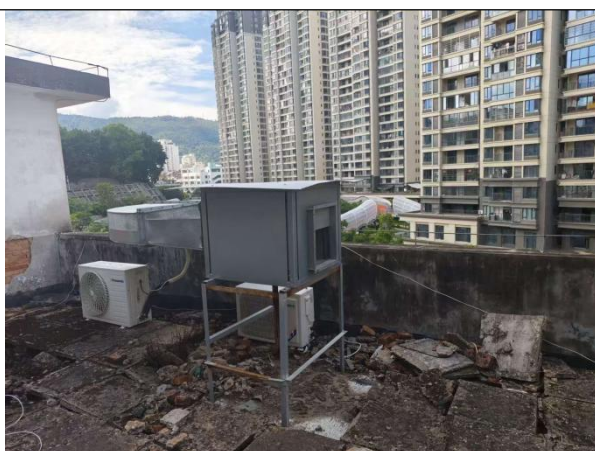
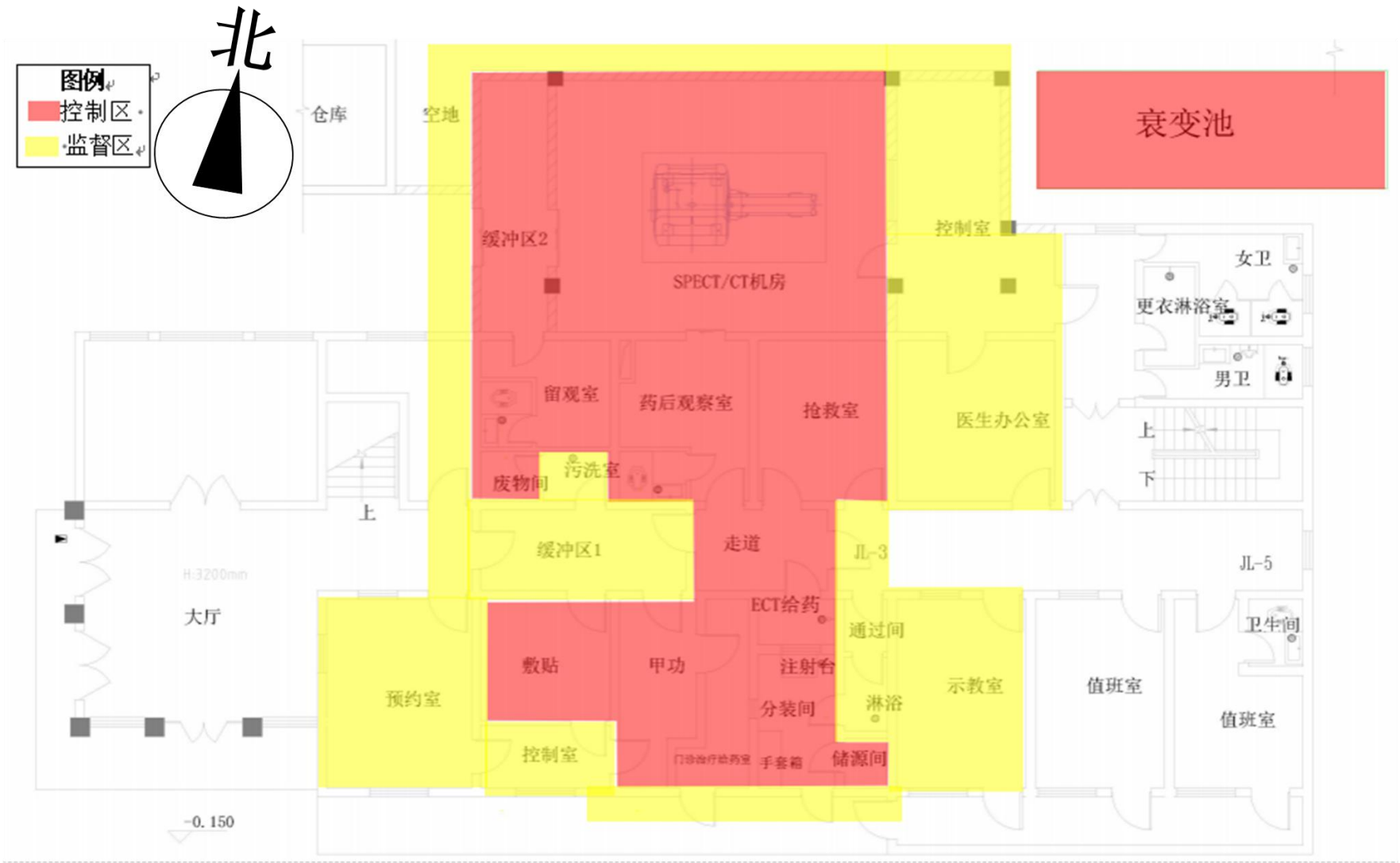


图 3-21 顶楼通风系统



图 3-22 衰变池入口



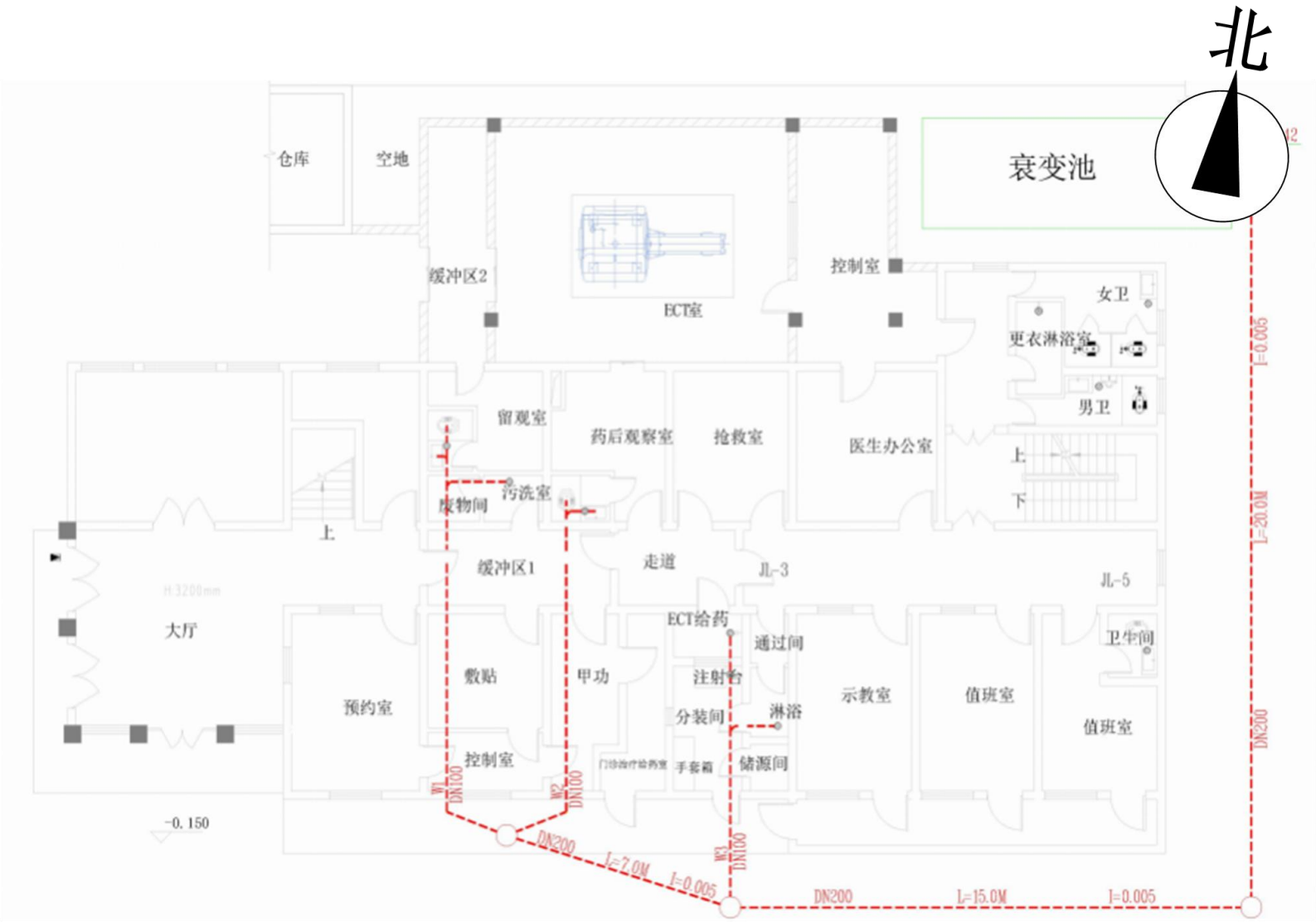


图 3-25 地下负一层核医学科排水管道布置图

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

1.建设项目环境影响报告表主要结论

1.1 结论

莆田市第一医院位于福建省莆田市城厢区南门西路 449 号,建设单位为了满足广大患者的就医需求以及医院发展需要,建设单位拟开展核医学科诊疗服务,并将 13 号楼一层改建为核医学科工作场所及相应功能用房。

本项目核医学科诊疗服务主要分为以下两个部分:

(1) SPECT/CT 显像诊断:拟新购置 1 台 SPECT/CT 机,为 III 类射线装置,拟使用放射性核素 Tc-99m 进行 SPECT/CT 显像检查,日等效最大操作量为 $1.85\text{E}+7$ (Bq)。

(2) 放射性药物门诊治疗:①拟使用放射性核素 Sr-89 用于转移性骨肿瘤治疗,日等效最大操作量为 $7.4\text{E}+7$ (Bq);②拟使用放射性核素 I-131 开展核素甲亢治疗,日等效最大操作量为 $1.85\text{E}+8$ (Bq);③拟使用放射性核素 I-131 开展核素甲功检查,日等效最大操作量为 $3.7\text{E}+5$ (Bq);④拟使用放射性核素 P-32 用于敷贴治疗,日等效最大操作量为 $1.11\text{E}+8$ (Bq)。

本项目核医学科合计日等效最大操作量为 $3.7222\text{E}+8$ (Bq),为一个乙级非密封放射性物质工作场所,并使用 1 台 III 类射线装置。

(一) 辐射安全与防护分析结论

医院在设置辐射工作场所时已充分考虑了设备性能和运行特点、周围工作场所的辐射防护与安全,对辐射工作场所选址和布局设计进行了综合考虑,辐射工作场所屏蔽设计符合辐射工作场所使用和辐射防护安全的要求。本项目辐射工作场所实行分区管理,辐射工作场所采取放射性污染控制措施,并配备辐射剂量率仪、表面污染仪、个人剂量报警仪、铅衣、铅帽、铅围脖等辐射监测仪器和个人防护用品。项目辐射安全与防护措施满足相关标准要求。

(二) 环境影响评价结论

由理论估算可知,本项目核医学科手套箱外辐射剂量率满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021)中“设备外表面 30cm 处人员操作位的周围剂量当量率小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$,非正对人员操作位表面的周围剂量当量率小于 $25\mu\text{Sv/h}$ ”的标准要求。核医学科各控制区功能用房外辐射剂量率满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021)中“各控制区内房间防护门、观察窗和墙壁外表面 30cm 处的周围剂量当量率应小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$,如屏蔽墙外的房间为人员偶尔居留的设备间等区域,其周围剂量当量率应小于 $10\mu\text{Sv/h}$ ”的标

准要求。

由理论估算可知，本项目对工作人员职业照射的最大年有效剂量值为**mSv/a，对公众照射的最大年有效剂量值为**mSv/a，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值要求（职业人员 20mSv/a，公众人员 1mSv/a），同时也低于本项目剂量约束值要求（职业人员 5mSv/a，公众人员 0.1mSv/a）。

（3）放射性“三废”处置结论

①放射性固体废物：本项目在 SPECT/CT 机房、分装室、留观室、药后观察室、抢救室（运动室）内均拟设置放射性铅废物桶，当日工作结束后由工作人员贴上标签将放射性固体废物送至废物间暂存，含 ^{99m}Tc 核素固体废物（短半衰期）暂存时间超过 30 天后，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，对废物清洁解控并作为医疗废物处理；含 ^{131}I 核素放射性固体废物（长半衰期）暂存时间超过 180 天后，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，对废物清洁解控并作为医疗废物处理；含 ^{89}Sr 、核素放射性固体废物（长半衰期）暂存时间超过 505.3 天（按 Sr-89 半衰期 50.53 天）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，对废物清洁解控并作为医疗废物处理。

②放射性液体废物：本项目在 13 号楼东北侧设置一座衰变池，收集核医学科区域的放射性废水，衰变池由 3 个并联的衰变池组成，衰变池总有效容积为 12m^3 （每个 4m^3 ）。放射性废水经衰变池贮存满 30 天后排入医院污水处理站处理。

③放射性气体废物：本项目工作场所设置 2 套通风系统并均设置防回风阀，各辐射工作场所产生的放射性废气由支管道汇入主管道后，经过楼顶的活性炭过滤装置处理后，由高出 13 号楼屋脊的排放口排放。

（3）可行性分析结论

①实践正当性分析

本项目投入使用能满足广大患者的就医需求，保障病人健康，符合辐射防护“实践的正当性”原则。本项目考虑了经济和社会的因素之后，通过各项辐射防护措施将辐射环境影响保持在可合理达到的尽量低的水平，符合辐射防护“最优化”原则。本项目通过对潜在照射所致危险实施控制，使本项目所引起的个人照射可满足剂量限值要求，符合辐射防护“剂量限值”原则。项目在加强管理后均满足国家相关法律、法规和标准的要求，不会给所在区域带来环境压力。

②产业政策符合性分析

根据《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会

员会令第 29 号，2020 年 1 月 1 日起施行）及《国家发展改革委关于修改<产业结构调整指导目录（2019 年本）>的决定》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 49 号，2021 年 12 月 30 日起施行），本项目属于“鼓励类——六、核能——6、同位素、加速器及辐照应用技术开发”，同时属于“鼓励类——十三、医药——5、新型医用诊断设备和试剂……”，属于国家鼓励类产业，未列入负面清单，综上，本项目符合国家产业政策。为鼓励类，因此本项目建设符合国家当前产业政策。

（4）总结论

综上所述，莆田市第一医院核医学科项目在落实本报告表提出的各项污染防治措施和安全管理措施后，将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，项目正常运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求，从环境保护和辐射防护角度论证，该项目建设是可行的。

1.2.建议

（1）对本评价提出的辐射管理和辐射防护措施，建设单位应尽快落实，在项目建设同时，切实做到环保设施和主体工程“同时设计、同时施工、同时投产”。

（2）建设单位如需增加本报告表所涉及之外的放射性同位素、射线装置或对其使用功能进行调整，则应按要求向生态环境主管部门进行申报，并按污染控制目标采取相应的辐射防护措施。

（3）本项目环评批复后，建设单位应及时向生态环境主管部门办理辐射安全许可证重新申领手续并按要求开展竣工环境保护验收工作。

2.审批部门审批决定

一、本项目拟在莆田市城厢区南门西路 449 号莆田市第一医院 13 号楼一层建设核医学科工作场所及相应功能用房，在 13 号楼一层北侧走道区域建设放射性废液衰变池，主要建设内容为：

（一）SPECT/CT 显像诊断

拟建设 1 间 SPECT/CT 机房，使用 1 台 SPECT/CT 机，配套使用放射性核素 Tc-99m 进行 SPECT/CT 显像检查。

（二）放射性药物门诊治疗

拟在门诊治疗给药室使用放射性核素 Sr-89 开展转移性骨肿瘤治疗，患者单次最大注射量为 4mCi，每天最大患者数量为 5 人；

拟在门诊治疗给药室使用放射性核素 I-131 开展核素甲亢治疗，患者单次最大服药量

为 10mCi,每天最大患者数量为 5 人;

拟在甲功室内使用放射性核素 I-131 开展甲状腺功能检查,患者单次最大服药量为 10 μ Ci,每天最大患者数量为 10 人;

拟在敷贴室内使用放射性核素 P-32 用于敷贴治疗,患者单次最大使用量为 10mCi,每天最大患者数量为 3 人。

本项目核医学科的合计日等效最大操作量为 3.72E+8Bq,属乙级非密封放射性物质工作场所,1 台 SPET/CT 属Ⅲ类射线装置。

二、在落实报告表提出的各项环境保护及辐射防护措施的前提下,同意你单位按照报告表的内容以及拟采取的辐射防护措施建设项目。

三、你单位须全面落实报告表提出的各项辐射防护与安全管理措施,并着重做好以下工作:

(一)严格按照设计方案建设,确保机房屏蔽满足辐射防护要求;核医学科工作场所要注意做好表面污染控制与防护,要设置相对独立的工作人员、患者、放射性药物路径;要划分控制区和监督区,监督区边界要设置明显的电离辐射警告标志;SPET/CT 机房应设置工作状态指示灯、门-灯一机联动和自动闭门装置等,防止人员受到误照射。

(二)健全完善各项辐射安全和防护的管理规章制度,完善辐射事故应急预案并定期开展演练。配备防护用品、防护设施及监测仪器,定期进行自主监测,发现问题立即整改,防止发生辐射事故。

(三)认真对使用放射性药物的患者及其家属开展辐射防护相关知识的宣传和教育,提高其辐射防护意识;加强对使用放射性药物患者的监督管理,防止在院内产生不必要的交叉照射,且应书面告知其出院后的辐射防护相关要求,尽量减轻对家人和公众的影响。

(四)放射性废液应排入放射性废液衰变池暂存,待存放 30 天以上,并经监测满足国家排放管理限值后方可纳入医疗废水系统处理。

(五)对放射性固体废物应分类、分期收集并标明核素名称、日期,按半衰期分批分类暂存于不同的废物桶中,定期转移至废物暂存间内。含 Tc-99m 核素的固体废物暂存时间应超过 30 天,含 I-131 核素的固体废物暂存时间应超过 180 天,含 Sr-89、P-32 核素的固体废物暂存时间应超过 505.3 天,满足上述暂存时间并经监测辐射剂量率满足清洁解控水平后,方可作为普通医疗废物处理。

(六)辐射工作人员应按要求参加辐射安全培训并取得合格证书,做到持证上岗;建立健全个人剂量和职业健康档案,所有辐射工作人员均应按要求佩戴个人剂量计并接受剂量监测。

四、根据《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)的规定和报告表的预测，本项目的公众剂量约束值按 0.1 毫希沃特/年执行，职业人员剂量约束值按 5 毫希沃特/年执行。

五、你单位应按规定向我厅重新申领辐射安全许可证，并在许可范围内从事核技术利用相关活动，按时报送辐射安全年度评估报告。

六、你单位应严格落实环保“三同时”制度，落实各项环境保护措施。项目竣工后，须按规定标准和程序开展竣工环境保护验收。经验收合格后，项目方可投入运行。

七、你单位应在收到本批复后 20 个工作日内将经审批的报告表送莆田市生态环境局。请莆田市生态环境局加强对项目的日常监督管理。

表 5 验收监测质量保证及质量控制

1.监测和评价标准

- (1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）
- (2) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）
- (3) 《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）
- (4) 《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）
- (5) 《表面污染测定 第 1 部分：β发射体（ $E_{\beta\max}>0.15\text{MeV}$ ）和α发射体》（GB/T 14056.1-2008）

2.质量保证措施

本项目监测按照陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司编制的质量体系文件的相关要求，实施全过程质量控制。

(1)专人负责查清该项目辐射源项相关情况，保证验收期间工况符合核技术应用项目竣工环境保护验收要求；

(2)合理布设监测点位，保证各监测点位布设具有代表性、科学性和可比性；

(3)监测分析方法采用国家有关部门颁布的标准方法，监测人员持证上岗；

(4)所用监测仪器全部经过计量部门鉴定，并在有效期内，监测仪器由专业技术人员按操作规程操作仪器，并做好记录；

(5)监测数据严格实行三级审核制度。

表 6 验收监测内容

1.验收监测内容

表 6-1 监测内容

监测时间	监测地点	监测项目	监测点位布设
2025.09.09 2025.10.12	莆田市第一医院 13 号楼一层核医学科	γ 辐射剂量率、 α 、 β 表面污染	核医学各个辐射工作场所房间防护门、观察窗和墙壁外表面 30cm 处的 γ 辐射剂量率；核医学各个辐射工作场所房间防护门把手表面、观察窗、墙壁、地面、洗手池等表面污染。

2.验收监测仪器

表 6-2 监测仪器信息一览表

仪器名称	仪器型号	仪器编号	测量范围	溯源单位/证书编号	有效期至
X、 γ 辐射剂量仪	AT1123	QNJC-YQ-101	1) 连续测试 50nSv/h~10Sv/h 2) 单次脉冲或一系列脉冲： 5 μ Sv/h~10Sv/h	河南省计量测试科学研究院/证书编号 1024BY0501524	2025.09.23
X、 γ 辐射剂量仪	AT1121	QNJC-YQ-169	1) 连续测试： 50nSv/h~10Sv/h 2) 单次脉冲或一系列脉冲： 5 μ Sv/h-10Sv/h	中国计量科学研究院 /DLjl2025-10741	2026.08.17
α 、 β 表面污染检测仪	HX-F1709	QNJC-YQ-060	(1~1000000) cps	中国辐射防护研究院 放射性计量站/检字第[2025]-D0061	2026.03.04

3.验收射线装置基本信息

表 5-3 射线装置基本信息

装置名称	型号	额定参数	编号	生产厂家	安装场所	射线装置分类
数字化伽玛照相机	Infinia VC	140kV 20mA	16485	通用电气医疗系统以色列公司	13 号楼一层核医学科 SPECT/CT 机房	III类

4.监测点位（附监测布点图）

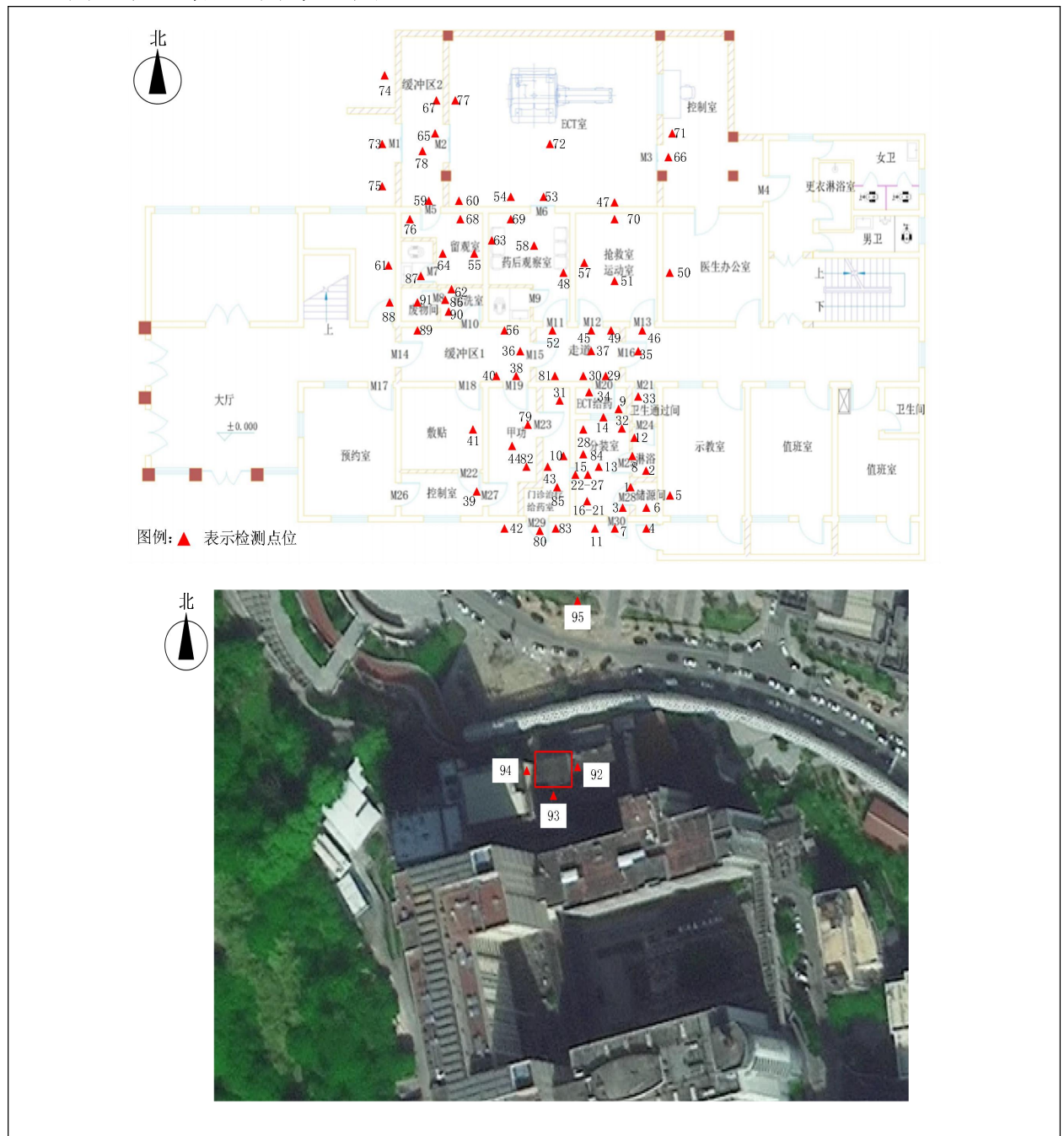
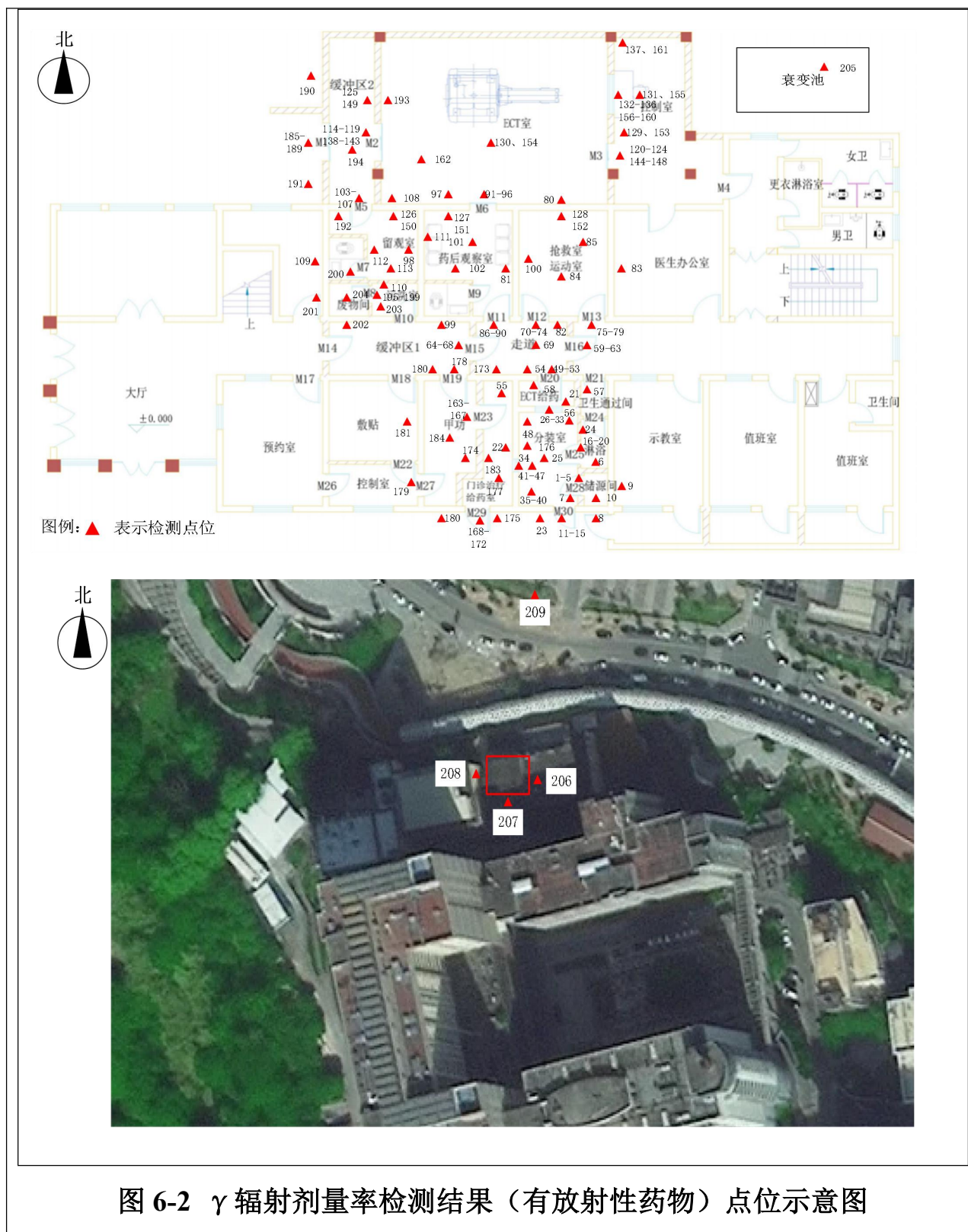


图 6-1 γ 辐射剂量率检测结果（无放射性药物）点位示意图



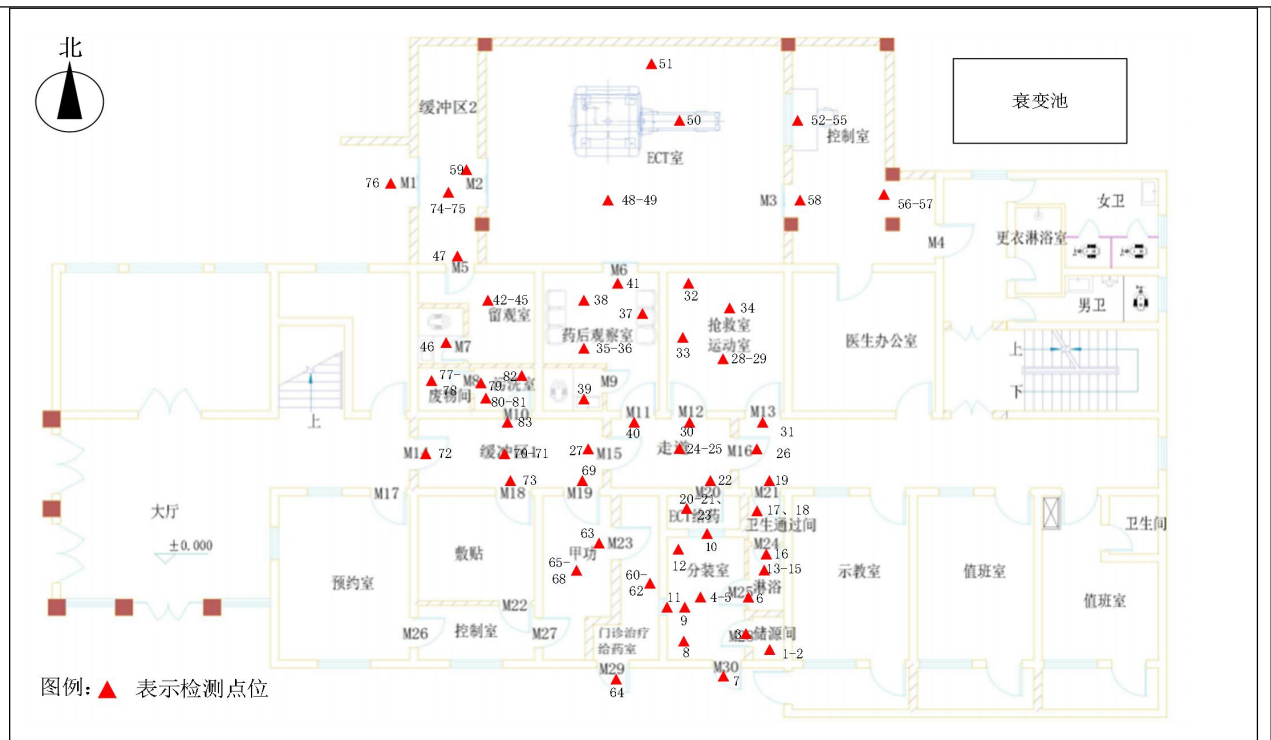


图 6-3 β 表面污染点位示意图

表 7 验收监测

1.监测工况及监测结果

表 7-1 γ 辐射剂量率检测结果（无放射性药物）

序号	点位描述	检测结果 ($\mu\text{Sv/h}$)	备注
1	储源间防护门 M28 门中表面 30cm	0.126	/
2	储源间北侧墙壁表面 30cm	0.127	/
3	储源间西侧墙壁表面 30cm	0.131	/
4	储源间南侧墙壁表面 30cm	0.137	/
5	储源间东侧墙壁表面 30cm	0.125	/
6	储源间楼上 100cm	0.133	/
7	分装室防护门 M30 门中表面 30cm	0.128	/
8	分装室防护门 M25 门中表面 30cm	0.128	/
9	分装室北侧墙壁表面 30cm	0.126	/
10	分装室西侧墙壁表面 30cm	0.127	/
11	分装室南侧墙壁表面 30cm	0.128	/
12	分装室东侧墙壁表面 30cm	0.122	/
13	分装室楼上 100cm	0.122	/
14	分装室北侧注射窗表面 30cm	0.116	/
15	分装室西侧服药窗表面 30cm	0.125	/
16	分装室南侧手套箱正面屏蔽体外 30cm	0.129	/
17	分装室南侧手套箱观察窗表面 30cm	0.125	/
18	分装室南侧手套箱左手孔	0.133	/
19	分装室南侧手套箱右手孔	0.131	/
20	分装室南侧手套箱左侧屏蔽体外 30cm	0.130	/
21	分装室南侧手套箱右侧屏蔽体外 30cm	0.128	/
22	分装室北侧手套箱正面屏蔽体外 30cm	0.132	/
23	分装室北侧手套箱观察窗表面 30cm	0.135	/
24	分装室北侧手套箱左手孔	0.131	/
25	分装室北侧手套箱右手孔	0.123	/
26	分装室北侧手套箱左侧屏蔽体外 30cm	0.128	/
27	分装室北侧手套箱右侧屏蔽体外 30cm	0.124	/
28	分装室内放射性废物桶表面	0.132	/
29	ECT 给药室防护门 M20 门中表面 30cm	0.129	/
30	ECT 给药室北侧墙壁表面 30cm	0.131	/
31	ECT 给药室西侧墙壁表面 30cm	0.132	/
32	ECT 给药室南侧墙壁表面 30cm	0.123	/
33	ECT 给药室东侧墙壁表面 30cm	0.133	/
34	ECT 给药室楼上 100cm	0.128	/
35	走道右侧防护门 M16 门中表面 30cm	0.134	/
36	走道左侧防护门 M15 门中表面 30cm	0.135	/
37	走道楼上 100cm	0.127	/

38	甲功室门 M19 门中表面 30cm	0.121	/
39	甲功室门 M27 门中表面 30cm	0.125	/
40	甲功室北侧墙壁表面 30cm	0.123	/
41	甲功室西侧墙壁表面 30cm	0.133	/
42	甲功室南侧墙壁表面 30cm	0.119	/
43	甲功室东侧墙壁表面 30cm	0.125	/
44	甲功室楼上 100cm	0.129	/
45	抢救室（运动室）防护门 M12 门中表面 30cm	0.130	/
46	抢救室（运动室）防护门 M13 门中表面 30cm	0.128	/
47	抢救室（运动室）北侧墙壁表面 30cm	0.125	/
48	抢救室（运动室）西侧墙壁表面 30cm	0.129	/
49	抢救室（运动室）南侧墙壁表面 30cm	0.133	/
50	抢救室（运动室）东侧墙壁表面 30cm	0.130	/
51	抢救室（运动室）楼上 100cm	0.131	/
52	药后观察室防护门 M11 门中表面 30cm	0.128	/
53	药后观察室防护门 M6 门中表面 30cm	0.129	/
54	药后观察室北侧墙壁表面 30cm	0.132	/
55	药后观察室西侧墙壁表面 30cm	0.125	/
56	药后观察室南侧墙壁表面 30cm	0.125	/
57	药后观察室东侧墙壁表面 30cm	0.123	/
58	药后观察室楼上 100cm	0.137	/
59	留观室防护门 M5 门中表面 30cm	0.139	/
60	留观室北侧墙壁表面 30cm	0.137	/
61	留观室西侧墙壁表面 30cm	0.139	/
62	留观室南侧墙壁表面 30cm	0.135	/
63	留观室东侧墙壁表面 30cm	0.136	/
64	留观室楼上 100cm	0.130	/
65	SPECT/CT 机房防护门 M2 门中表面 30cm	0.131	/
66	SPECT/CT 机房防护门 M3 门中表面 30cm	0.125	/
67	SPECT/CT 机房西侧墙壁表面 30cm	0.132	/
68	SPECT/CT 机房南侧墙壁表面 30cm1#	0.121	/
69	SPECT/CT 机房南侧墙壁表面 30cm2#	0.124	/
70	SPECT/CT 机房南侧墙壁表面 30cm3#	0.135	/
71	SPECT/CT 机房东侧墙壁表面 30cm	0.123	/
72	SPECT/CT 机房楼上 100cm	0.133	/
73	缓冲区 2 防护门 M1 门中表面 30cm	0.133	/
74	缓冲区 2 西侧墙壁表面 30cm1#	0.124	/
75	缓冲区 2 西侧墙壁表面 30cm2#	0.127	/
76	缓冲区 2 南侧墙壁表面 30cm	0.125	/
77	缓冲区 2 东侧墙壁表面 30cm	0.136	/
78	缓冲区 2 机房楼上 100cm	0.126	/
79	门诊给药室防护门 M23 门中表面 30cm	0.135	/
80	门诊给药室防护门 M29 门中表面 30cm	0.127	/

81	门诊给药室北侧墙壁表面 30cm	0.125	/
82	门诊给药室西侧墙壁表面 30cm	0.135	/
83	门诊给药室南侧墙壁表面 30cm	0.126	/
84	门诊给药室东侧墙壁表面 30cm	0.128	/
85	门诊给药室楼上 100cm	0.126	/
86	废物间防护门 M8 门中表面 30cm	0.135	/
87	废物间北侧墙壁表面 30cm	0.128	/
88	废物间西侧墙壁表面 30cm	0.137	/
89	废物间南侧墙壁表面 30cm	0.132	/
90	废物间东侧墙壁表面 30cm	0.126	/
91	废物间楼上 100cm	0.124	/
92	13 号楼东侧高压氧舱	0.133	/
93	13 号楼南侧道路	0.131	/
94	13 号楼西侧道路	0.128	/
95	13 号楼北侧龙德井壹号小区	0.131	/

表 7-2 γ 辐射剂量率检测结果（有放射性药物）

序号	点位描述	检测结果 ($\mu\text{Sv/h}$)	备注
1	储源间防护门 M28 门中表面 30cm	0.210	将 $1.85 \times 10^{10}\text{Bq}$ 的 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 $1.85 \times 10^9\text{Bq}$ 的 ^{131}I 、 3.7×10^6 的 ^{131}I 置于储源间中央
2	储源间防护门 M28 上缝	0.203	
3	储源间防护门 M28 左缝	0.196	
4	储源间防护门 M28 下缝	0.201	
5	储源间防护门 M28 右缝	0.217	
6	储源间北侧墙壁表面 30cm	0.211	
7	储源间西侧墙壁表面 30cm	0.199	
8	储源间南侧墙壁表面 30cm	0.176	
9	储源间东侧墙壁表面 30cm	0.208	
10	储源间楼上 100cm	0.152	
11	分装室防护门 M30 门中表面 30cm	0.140	将 $1.85 \times 10^{10}\text{Bq}$ 的 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 置于分装室南侧手套箱中、将 $1.85 \times 10^9\text{Bq}$ 的 ^{131}I 、 3.7×10^6 的 ^{131}I 置于分装室北侧手套箱中
12	分装室防护门 M30 上缝	0.155	
13	分装室防护门 M30 左缝	0.137	
14	分装室防护门 M30 下缝	0.139	
15	分装室防护门 M30 右缝	0.137	
16	分装室防护门 M25 门中表面 30cm	0.139	
17	分装室防护门 M25 上缝	0.137	
18	分装室防护门 M25 左缝	0.142	
19	分装室防护门 M25 下缝	0.142	
20	分装室防护门 M25 右缝	0.144	
21	分装室北侧墙壁表面 30cm	0.135	
22	分装室西侧墙壁表面 30cm	0.143	
23	分装室南侧墙壁表面 30cm	0.132	
24	分装室东侧墙壁表面 30cm	0.145	

25	分装室楼上 100cm	0.137	
26	分装室北侧注射窗上方观察窗表面 30cm	0.133	将 $9.25 \times 10^8 \text{Bq}$ 的 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 置于分装室北侧注射窗内
27	分装室北侧注射窗上观察窗表面 30cm	0.142	
28	分装室北侧注射窗上左手孔	0.139	
29	分装室北侧注射窗上右手孔	0.136	
30	分装室北侧注射窗上方观察窗表面 30cm	0.154	将 $1.48 \times 10^8 \text{Bq}$ 的 ^{89}Sr 置于分装室北侧注射窗内
31	分装室北侧注射窗上观察窗表面 30cm	0.150	
32	分装室北侧注射窗上左手孔	0.153	
33	分装室北侧注射窗上右手孔	0.150	
34	分装室西侧服药窗表面 30cm	0.139	将 $3.7 \times 10^8 \text{Bq}$ 的 ^{131}I 置于分装室西侧服药窗内
35	分装室南侧手套箱正面屏蔽体外 30cm	0.137	将 $1.85 \times 10^{10} \text{Bq}$ 的 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 置于分装室南侧手套箱中
36	分装室南侧手套箱观察窗表面 30cm	0.145	
37	分装室南侧手套箱左手孔	0.138	
38	分装室南侧手套箱右手孔	0.134	
39	分装室南侧手套箱右侧屏蔽体外 30cm	0.141	
40	分装室南侧手套箱上侧屏蔽体外 30cm	0.142	
41	分装室北侧手套箱正面屏蔽体外 30cm	0.135	将 $1.85 \times 10^9 \text{Bq}$ 的 ^{131}I 、 3.7×10^6 的 ^{131}I 置于分装室北侧手套箱中
42	分装室北侧手套箱观察窗表面 30cm	0.134	
43	分装室北侧手套箱左手孔	0.140	
44	分装室北侧手套箱右手孔	0.140	
45	分装室北侧手套箱左侧屏蔽体外 30cm	0.146	
46	分装室北侧手套箱右侧屏蔽体外 30cm	0.132	
47	分装室北侧手套箱上侧屏蔽体外 30cm	0.139	
48	分装室内放射性废物桶表面	0.141	/
49	ECT 给药室防护门 M20 门中表面 30cm	0.130	将 $9.25 \times 10^8 \text{Bq}$ 的 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 置于 ECT 给药室中央
50	ECT 给药室防护门 M20 上缝	0.135	
51	ECT 给药室防护门 M20 下缝	0.139	
52	ECT 给药室防护门 M20 左缝	0.144	
53	ECT 给药室防护门 M20 右缝	0.144	
54	ECT 给药室北侧墙壁表面 30cm	0.141	
55	ECT 给药室西侧墙壁表面 30cm	0.143	
56	ECT 给药室南侧墙壁表面 30cm	0.140	
57	ECT 给药室东侧墙壁表面 30cm	0.143	
58	ECT 给药室楼上 100cm	0.142	
59	走道右侧防护门 M16 门中表面 30cm	0.142	将 $9.25 \times 10^8 \text{Bq}$ 的 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 置于走道中央
60	走道右侧防护门 M16 上缝	0.141	
61	走道右侧防护门 M16 左缝	0.141	
62	走道右侧防护门 M16 下缝	0.141	
63	走道右侧防护门 M16 右缝	0.137	
64	走道左侧防护门 M15 门中表面 30cm	0.141	
65	走道左侧防护门 M15 上缝	0.141	

66	走道左侧防护门 M15 左缝	0.140	
67	走道左侧防护门 M15 下缝	0.137	
68	走道左侧防护门 M15 右缝	0.142	
69	走道楼上 100cm	0.142	
70	抢救室（运动室）防护门 M12 门中表面 30cm	0.144	将 $9.25 \times 10^8 \text{Bq}$ 的 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 置于抢救室（运动室）中央
71	抢救室（运动室）防护门 M12 上缝	0.145	
72	抢救室（运动室）防护门 M12 左缝	0.142	
73	抢救室（运动室）防护门 M12 下缝	0.143	
74	抢救室（运动室）防护门 M12 右缝	0.142	
75	抢救室（运动室）防护门 M13 门中表面 30cm	0.160	
76	抢救室（运动室）防护门 M13 上缝	0.160	
77	抢救室（运动室）防护门 M13 左缝	0.155	
78	抢救室（运动室）防护门 M13 下缝	0.160	
79	抢救室（运动室）防护门 M13 右缝	0.157	
80	抢救室（运动室）北侧墙壁表面 30cm	0.140	
81	抢救室（运动室）西侧墙壁表面 30cm	0.137	
82	抢救室（运动室）南侧墙壁表面 30cm	0.141	
83	抢救室（运动室）东侧墙壁表面 30cm	0.143	
84	抢救室（运动室）楼上 100cm	0.131	
85	抢救室（运动室）放射性废物桶表面	0.137	/
86	药后观察室防护门 M11 门中表面 30cm	0.142	将 $9.25 \times 10^8 \text{Bq}$ 的 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 置于药后观察室中央
87	药后观察室防护门 M11 上缝	0.142	
88	药后观察室防护门 M11 左缝	0.138	
89	药后观察室防护门 M11 下缝	0.143	
90	药后观察室防护门 M11 右缝	0.142	
91	药后观察室防护门 M6 门中表面 30cm	0.140	
92	药后观察室防护门 M6 门上观察窗表面 30cm	0.140	
93	药后观察室防护门 M6 上缝	0.139	
94	药后观察室防护门 M6 左缝	0.135	
95	药后观察室防护门 M6 下缝	0.139	
96	药后观察室防护门 M6 右缝	0.140	
97	药后观察室北侧墙壁表面 30cm	0.143	
98	药后观察室西侧墙壁表面 30cm	0.142	
99	药后观察室南侧墙壁表面 30cm	0.143	
100	药后观察室东侧墙壁表面 30cm	0.141	
101	药后观察室楼上 100cm	0.139	
102	药后观察室放射性废物桶表面	0.140	/
103	留观室防护门 M5 门中表面 30cm	0.140	将 $9.25 \times 10^8 \text{Bq}$ 的 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 置于留观室中央
104	留观室防护门 M5 上缝	0.142	
105	留观室防护门 M5 左缝	0.136	
106	留观室防护门 M5 下缝	0.140	
107	留观室防护门 M5 右缝	0.142	
108	留观室北侧墙壁表面 30cm	0.140	

109	留观室西侧墙壁表面 30cm	0.142	
110	留观室南侧墙壁表面 30cm	0.139	
111	留观室东侧墙壁表面 30cm	0.137	
112	留观室楼上 100cm	0.141	
113	留观室放射性废物桶表面	0.141	
114	SPECT/CT 机房防护门 M2 门中表面 30cm	0.142	将 $9.25 \times 10^8 \text{Bq}$ 的 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 置于诊断床中央
115	SPECT/CT 机房 M2 门上观察窗表面 30cm	0.137	
116	SPECT/CT 机房防护门 M2 上缝	0.142	
117	SPECT/CT 机房防护门 M2 左缝	0.141	
118	SPECT/CT 机房防护门 M2 下缝	0.142	
119	SPECT/CT 机房防护门 M2 右缝	0.137	
120	SPECT/CT 机房防护门 M3 门中表面 30cm	0.139	
121	SPECT/CT 机房防护门 M3 上缝	0.141	
122	SPECT/CT 机房防护门 M3 左缝	0.142	
123	SPECT/CT 机房防护门 M3 下缝	0.140	
124	SPECT/CT 机房防护门 M3 右缝	0.137	
125	SPECT/CT 机房西侧墙壁表面 30cm	0.138	
126	SPECT/CT 机房南侧墙壁表面 30cm1#	0.142	
127	SPECT/CT 机房南侧墙壁表面 30cm2#	0.142	
128	SPECT/CT 机房南侧墙壁表面 30cm3#	0.143	
129	SPECT/CT 机房东侧墙壁表面 30cm	0.144	
130	SPECT/CT 机房楼上 100cm	0.140	
131	控制室操作位	0.143	
132	控制室观察窗表面 30cm	0.139	
133	观察窗上缝	0.142	
134	观察窗左缝	0.139	
135	观察窗下缝	0.144	
136	观察窗右缝	0.142	
137	管线洞口	0.140	
138	SPECT/CT 机房防护门 M2 门中表面 30cm	0.137	将 $9.25 \times 10^8 \text{Bq}$ 的 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 置于诊断床中央并打开 SPECT/CT 机（管电压 140kV、3mA）
139	防护门 M2 门上观察窗表面 30cm	0.145	
140	SPECT/CT 机房防护门 M2 上缝	0.142	
141	SPECT/CT 机房防护门 M2 左缝	0.144	
142	SPECT/CT 机房防护门 M2 下缝	0.139	
143	SPECT/CT 机房防护门 M2 右缝	0.142	
144	SPECT/CT 机房防护门 M3 门中表面 30cm	0.138	
145	SPECT/CT 机房防护门 M3 上缝	0.144	
146	SPECT/CT 机房防护门 M3 左缝	0.139	
147	SPECT/CT 机房防护门 M3 下缝	0.142	
148	SPECT/CT 机房防护门 M3 右缝	0.140	
149	SPECT/CT 机房西侧墙壁表面 30cm	0.139	
150	SPECT/CT 机房南侧墙壁表面 30cm1#	0.140	
151	SPECT/CT 机房南侧墙壁表面 30cm2#	0.143	

152	SPECT/CT 机房南侧墙壁表面 30cm3#	0.145	
153	SPECT/CT 机房东侧墙壁表面 30cm	0.142	
154	SPECT/CT 机房楼上 100cm	0.142	
155	控制室操作位	0.138	
156	控制室观察窗表面 30cm	0.140	
157	观察窗上缝	0.137	
158	观察窗左缝	0.138	
159	观察窗下缝	0.140	
160	观察窗右缝	0.143	
161	管线洞口	0.139	
162	SPECT/CT 机房放射性废物桶表面	0.144	/
163	门诊给药室防护门 M23 门中表面 30cm	0.142	将 $3.7 \times 10^8 \text{Bq}$ 的 ^{131}I 置于门诊给药室内
164	门诊给药室防护门 M23 上缝	0.138	
165	门诊给药室防护门 M23 左缝	0.144	
166	门诊给药室防护门 M23 下缝	0.145	
167	门诊给药室防护门 M23 右缝	0.141	
168	门诊给药室防护门 M29 门中表面 30cm	0.140	
169	门诊给药室防护门 M29 上缝	0.140	
170	门诊给药室防护门 M29 左缝	0.141	
171	门诊给药室防护门 M29 下缝	0.141	
172	门诊给药室防护门 M29 右缝	0.140	
173	门诊给药室北侧墙壁表面 30cm	0.141	
174	门诊给药室西侧墙壁表面 30cm	0.137	
175	门诊给药室南侧墙壁表面 30cm	0.141	
176	门诊给药室东侧墙壁表面 30cm	0.139	
177	门诊给药室楼上 100cm	0.142	
178	甲功室门 M19 门中表面 30cm	0.140	将 $3.7 \times 10^5 \text{Bq}$ 的 ^{131}I 置于甲功室中央
179	甲功室门 M27 门中表面 30cm	0.139	
180	甲功室北侧墙壁表面 30cm	0.141	
181	甲功室西侧墙壁表面 30cm	0.143	
182	甲功室南侧墙壁表面 30cm	0.139	
183	甲功室东侧墙壁表面 30cm	0.140	
184	甲功室楼上 100cm	0.136	
185	缓冲区 2 防护门 M1 门中表面 30cm	0.139	将 $9.25 \times 10^8 \text{Bq}$ 的 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 置于缓冲区 2 中央
186	缓冲区 2 防护门 M1 上缝	0.141	
187	缓冲区 2 防护门 M1 左缝	0.141	
188	缓冲区 2 防护门 M1 下缝	0.144	
189	缓冲区 2 防护门 M1 右缝	0.145	
190	缓冲区 2 西侧墙壁表面 30cm1#	0.141	
191	缓冲区 2 西侧墙壁表面 30cm2#	0.140	
192	缓冲区 2 南侧墙壁表面 30cm	0.140	
193	缓冲区 2 东侧墙壁表面 30cm	0.142	
194	缓冲区 2 楼上 100cm	0.142	

195	废物间防护门 M8 门中表面 30cm	0.139	将 $1.85 \times 10^{10}\text{Bq}$ 的 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 $1.85 \times 10^9\text{Bq}$ 的 ^{131}I 、 $3.7 \times 10^6\text{Bq}$ 的 ^{131}I 置于废物间放射性废物衰变箱内
196	废物间防护门 M8 上缝	0.138	
197	废物间防护门 M8 左缝	0.140	
198	废物间防护门 M8 下缝	0.141	
199	废物间防护门 M8 右缝	0.142	
200	废物间北侧墙壁表面 30cm	0.143	
201	废物间西侧墙壁表面 30cm	0.142	
202	废物间南侧墙壁表面 30cm	0.140	
203	废物间东侧墙壁表面 30cm	0.141	
204	废物间楼上 100cm	0.143	
205	衰变池墙外 30cm	0.142	/
206	13 号楼东侧高压氧舱	0.139	/
207	13 号楼南侧道路	0.137	/
208	13 号楼西侧道路	0.144	/
209	13 号楼北侧龙德井壹号小区	0.139	/

表 7-3 β 表面污染检测结果

序号	点位描述	检测结果 (Bq/cm ²)	备注
1	储源间墙面	$< \text{LLD}_\beta$	/
2	储源间地面	$< \text{LLD}_\beta$	/
3	分装室防护门 M28 门把手表面	$< \text{LLD}_\beta$	/
4	分装室墙面	$< \text{LLD}_\beta$	/
5	分装室地面	$< \text{LLD}_\beta$	/
6	分装室防护门 M25 门把手表面	$< \text{LLD}_\beta$	/
7	分装室防护门 M30 门把手表面	$< \text{LLD}_\beta$	/
8	分装室南侧手套箱表面	$< \text{LLD}_\beta$	/
9	分装室北侧手套箱表面	$< \text{LLD}_\beta$	/
10	分装室北侧注射窗表面	$< \text{LLD}_\beta$	/
11	分装室西侧服药窗表面	$< \text{LLD}_\beta$	/
12	分装室内放射性废物桶表面	$< \text{LLD}_\beta$	/
13	淋浴墙面	$< \text{LLD}_\beta$	/
14	淋浴地面	$< \text{LLD}_\beta$	/
15	淋浴洗手池表面	$< \text{LLD}_\beta$	/
16	淋浴防护门 M24 门把手表面	$< \text{LLD}_\beta$	/
17	卫生通过间墙面	$< \text{LLD}_\beta$	/
18	卫生通过间地面	$< \text{LLD}_\beta$	/
19	卫生通过间防护门 M21 门把手表面	$< \text{LLD}_\beta$	/
20	ECT 给药室墙面	$< \text{LLD}_\beta$	/
21	ECT 给药室地面	$< \text{LLD}_\beta$	/
22	ECT 给药室防护门 M20 门把手表面	$< \text{LLD}_\beta$	/
23	ECT 给药室座椅表面	$< \text{LLD}_\beta$	/
24	走道墙面	$< \text{LLD}_\beta$	/
25	走道地面	$< \text{LLD}_\beta$	/
26	走道防护门 M16 门把手表面	$< \text{LLD}_\beta$	/

27	走道防护门 M15 门把手表面	$<LLD_{\beta}$	/
28	抢救室（运动室）墙面	$<LLD_{\beta}$	/
29	抢救室（运动室）地面	$<LLD_{\beta}$	/
30	抢救室（运动室）防护门 M12 门把手表面	$<LLD_{\beta}$	/
31	抢救室（运动室）防护门 M13 门把手表面	$<LLD_{\beta}$	/
32	抢救室（运动室）工作台表面	$<LLD_{\beta}$	/
33	抢救室（运动室）座椅表面	$<LLD_{\beta}$	/
34	抢救室（运动室）放射性废物桶表面	$<LLD_{\beta}$	/
35	药后观察室墙面	$<LLD_{\beta}$	/
36	药后观察室地面	$<LLD_{\beta}$	/
37	药后观察室座椅表面	$<LLD_{\beta}$	/
38	药后观察室放射性废物桶表面	$<LLD_{\beta}$	/
39	药后观察室洗手池表面	$<LLD_{\beta}$	/
40	药后观察室防护门 M11 门把手表面	$<LLD_{\beta}$	/
41	药后观察室防护门 M6 门把手表面	$<LLD_{\beta}$	/
42	留观室墙面	$<LLD_{\beta}$	/
43	留观室地面	$<LLD_{\beta}$	/
44	留观室座椅表面	$<LLD_{\beta}$	/
45	留观室放射性废物桶表面	$<LLD_{\beta}$	/
46	留观室洗手池表面	$<LLD_{\beta}$	/
47	留观室防护门 M5 门把手表面	$<LLD_{\beta}$	/
48	SPECT/CT 机房墙面	$<LLD_{\beta}$	/
49	SPECT/CT 机房地面	$<LLD_{\beta}$	/
50	SPECT/CT 机房诊断床表面	$<LLD_{\beta}$	/
51	SPECT/CT 机房工作台	$<LLD_{\beta}$	/
52	控制室墙面	$<LLD_{\beta}$	/
53	控制室地面	$<LLD_{\beta}$	/
54	控制室工作台	$<LLD_{\beta}$	/
55	控制室座椅	$<LLD_{\beta}$	/
56	控制室铅衣表面	$<LLD_{\beta}$	/
57	控制室防护用品柜表面	$<LLD_{\beta}$	/
58	防护门 M3 门把手表面	$<LLD_{\beta}$	/
59	防护门 M2 门把手表面	$<LLD_{\beta}$	/
60	门诊给药室墙面	$<LLD_{\beta}$	/
61	门诊给药室地面	$<LLD_{\beta}$	/
62	门诊给药室放射性废物桶	$<LLD_{\beta}$	/
63	防护门 M23 门把手表面	$<LLD_{\beta}$	/
64	防护门 M29 门把手表面	$<LLD_{\beta}$	/
65	甲功室墙面	$<LLD_{\beta}$	/
66	甲功室地面	$<LLD_{\beta}$	/
67	甲功室工作台	$<LLD_{\beta}$	/
68	甲功室座椅表面	$<LLD_{\beta}$	/
69	甲功室门 M19 门把手表面	$<LLD_{\beta}$	/

70	缓冲区 1 墙面	$<LLD_{\beta}$	/
71	缓冲区 1 地面	$<LLD_{\beta}$	/
72	缓冲区 1 防护门 M14 门把手表面	$<LLD_{\beta}$	/
73	缓冲区 1 防护门 M18 门把手表面	$<LLD_{\beta}$	/
74	缓冲区 2 墙面	$<LLD_{\beta}$	/
75	缓冲区 2 地面	$<LLD_{\beta}$	/
76	缓冲区 2 防护门 M1 门把手表面	$<LLD_{\beta}$	/
77	废物间墙面	$<LLD_{\beta}$	/
78	废物间地面	$<LLD_{\beta}$	/
79	废物间防护门 M8 门把手表面	$<LLD_{\beta}$	/
80	污洗室墙面	$<LLD_{\beta}$	/
81	污洗室地面	$<LLD_{\beta}$	/
82	污洗室洗手池表面	$<LLD_{\beta}$	/
83	污洗室门 M10 门把手表面	$<LLD_{\beta}$	/
注： LLD_{β} 为探测下限， $LLD_{\beta}=0.134$ （Bq/cm ² ）			

根据验收监测单位出具的莆田市第一医院使用非密封放射性物质核技术利用项目辐射环境检测（QNJC-2025-2527-FH）。

本项目核医学工作场所放射防护检测结果符合《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）的周围剂量当量率控制值的要求，工作场所表面污染检测结果符合《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）中表面污染控制值的要求。

2.职业人员与公众剂量估算

1) 职业照射

根据建设单位提供的相关资料及现场核实，本项目核医学科所使用的核素建设单位均采用直接对外采购的模式来满足需求，^{99m}Tc 和 ¹³¹I 由供药商根据建设单位订购计划定时定量供给，每天在指定时间范围内（一般为上班前）将药物运送至建设单位核医学科，经护士核实订购药物信息后签字确认后，将放射性药物根据核素分类存放在不同分装柜。建设单位购买 ⁸⁹Sr 已事先由供药商分装好，注射时工作人员在带有屏蔽的铅注射窗后进行，故进行 ⁸⁹Sr 放射性药物注射的放射工作人员按照注射过程的受照剂量进行估算；建设单位购买 ¹³¹I 已事先由供药商分装好，提前放置在门诊给药室服药窗内，通过监控对讲系统指导患者服药；建设单位购买的 ^{99m}Tc 已由供药商分装好，工作人员使用前进行活度测量后，在带有屏蔽的铅注射窗后为患者进行放射性药物注射，扫描前放射工作人员在控制廊内通过观察窗和对讲装置隔室为患者口头指导摆位，扫描时放射工作人员位于控制室内隔室操作。参与 SPECT 显像检查工作的放射工作人员按传递、注射、扫描 3 个过程进行估算受照剂量。

^{89}Sr 为 β 辐射源，工作人员在为患者注射时穿戴铅衣和铅眼镜，故对工作人员的影响十分微弱，不做考虑。

根据建设单位提供的资料，按照 SPECT/CT 投入使用后最大检查工作量为 100 人次/每周，全年最大检查人数 5000 人次计算，每次传递时间按 0.5min，全年累积约 41.67h；每次注射时间 0.5min，全年累积约 41.67h；每人平均扫描时间按 20min 考虑，全年累积扫描时间为 1666.67h。

根据建设单位提供的资料，甲亢治疗单人使用的最大活度为 370MBq，日最大诊疗人数为 10 人，周最大治疗人数为 50 人，每年治疗人数为 2500 人。每次指导患者服药时间取 1min。全年累计指导患者服药时间约 41.67h。

表 7-4 职业人员剂量核算结果

核素	操作过程	计算参数				有效剂量 (mSv/a)	剂量限值 (mSv/a)
		受照时间 (h/a)	受照剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	本底 ($\mu\text{Sv/h}$)	居留因子		
$^{99\text{m}}\text{Tc}$	传递	41.67	0.131	0.116	1	6.25×10^{-4}	职业人员:5
	注射	41.67	0.139	0.116	1	9.58×10^{-4}	
	扫描	1666.67	0.145	0.116	1	4.83×10^{-2}	
^{131}I	指导服药	41.67h	0.139	0.116	1	9.58×10^{-4}	

由表 7-3 建设单位核医学科 1 名辐射工作人员可能接受的年有效剂量约为 0.05mSv/a

(2) 公众照射

本项目工作场所周围公众可能居留的区域主要为室外道路、核医学科楼上等区域，核医学科楼上均为杂物间，鲜有人员长期驻留，年居留时间不会超过 50h。且根据检测结果，核医学工作场所外辐射剂量率处于本底水平，故核医学工作场所周围停留的公众年剂量不会超过 0.001mSv，小于建设单位确定的公众年管理目标值 0.1mSv。

表 8 现场调查情况及验收监测结论

1.环评及批复意见落实情况

表 8-1 环评建议落实情况表

污染源或保护源	验收要求	实际情况	符合性
建设项目的环评影响评价文件及环评批复	落实环境影响评价文件及环评批复要求。	已落实环境影响评价文件及环评批复要求	符合
环境管理制度及应急措施	成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，制定相应的规章制度和辐射事故/件应急预案，具有可操作性，有相应的操作规程及制度上墙。	建设单位已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，制定有相应的规章制度和辐射事故/件应急预案，具有可操作性，有相应的操作规程及制度上墙。	符合
辐射工作人员管理	辐射工作人员进行个人剂量监测，并每季度进行一次送检；每两年安排辐射工作人员进行职业健康体检，并将资料存档管理；辐射工作人员持有辐射安全与防护培训考核合格证书。	严格落实相关监测制度，要求辐射工作人员进入工作场所时佩戴防护用品并正确佩戴个人剂量计，做好个人剂量监测，并将个人剂量监测结果进行存档；3 名辐射工作人员持有辐射安全与防护培训考核合格证书。	符合
辐射屏蔽措施	本项目核医学科各功能用房屏蔽防护方案详见表 10-3。	本项目核医学科各功能用房屏蔽防护情况均与环评一致。详见表 3-10	符合
防护用品	防护用品按本报告表中表 10-4 中要求进行落实。	本项目核医学科防护用品均已按照环评要求配备防护用品。详见表 3-2	符合
辐射防护措施	①SPECT/CT 机房设置观察窗和对讲装置，受检者出入口防护门上方设置工作指示灯。②核医学工作场所设置视频监控系统和对讲系统。③在核医学科的防护门设置门禁，防止给药后患者进入非放射工作区，以及防止无关人员进入放射性工作区。④配备个人剂量计（按工作人员配备）、1 台β表面污染监测仪、1 台 X-γ剂量监测仪。⑤医院严格建立完善的放射源管理台账，做到交接账目清楚、账物相符。	①SPECT/CT 机房设置观察窗和对讲装置，受检者出入口防护门上方设置工作指示灯。②核医学工作场所设置视频监控系统和对讲系统。③在核医学科的防护门设置门禁，防止给药后患者进入非放射工作区，以及防止无关人员进入放射性工作区。④已按工作人员配备个人剂量计、1 台β表面污染监测仪、1 台 X-γ剂量监测仪。⑤医院严格建立完善的放射性物质管理台账，交接账目清楚、账物相符。	符合
三废处理措施	①废水：在 13 号楼东北侧设置一座衰变池，收集核医学科区域的放射性废水，每座衰变池由 3 个并联的衰变池组成，衰变池总有效容积为 12m ³ （每个 4m ³ ）。经衰变池处理后排入医院污水处理站处理后接入城市污水管网。 ②废气：医院在分装室设置手套箱，放射性药物的分装质检等在工作手套箱内操作（风速不小于 0.5m/s），外排风管口其高度应超出本建筑物屋脊，核医学科其他房间则通过	①建设单位已设置专用放射性废液衰变池，污水管道埋入地下；放射性废液衰变池的设置按环境主管部门规定执行。暴露的污水管道外包 5mmPb 铅板。 ②建设单位在分装室设置手套箱，放射性药物的质检等在工作手套箱内操作（风速大于 0.5m/s），外排风管口其高度应超出本建筑物屋脊，核医学科其他房间则通过独立通风排风管道进行通风换气。 ③建设单位在 SPECT/CT 机房、分	符合

	独立通风排风管道进行通风换气。 ③固废：建设单位在 SPECT/CT 机房、分装室、留观室、药后观察室、抢救室（运动室）内均拟设置放射性铅废物桶，待满后由工作人员贴上标签将铅废物桶送至废物间，10 个半衰期后作为一般医疗废物处置。	装室、留观室、药后观察室、抢救室（运动室）内均已设置放射性铅废物桶，待满后由工作人员贴上标签将铅废物桶送至废物间，10 个半衰期后作为一般医疗废物处置	
辐射监测	①每年委托有资质的单位对辐射工作场所进行辐射环境监测，并按时报送辐射安全年度评估报告；②医院配备相应的辐射监测设备 X- γ 辐射剂量率仪、 β 表面污染仪并定期进行自行监测。	①建设单位每年委托有资质的单位对辐射工作场所进行辐射环境监测，并按时报送辐射安全年度评估报告；②建设单位已配备相应的辐射监测设备 X- γ 辐射剂量率仪、 β 表面污染仪并定期进行自行监测。	符合
年有效剂量管理	辐射工作人员年有效剂量不超过 5mSv/年，公众成员年有效剂量不超过 0.1mSv/年	根据现场监测情况，可以满足职业照射的剂量约束值不超过 5mSv/a；公众照射的剂量约束值不超过 0.1mSv/a。	符合

表 8-2 核医学辐射工作场所实际情况对标分析表

《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）		实际情况	符合性
工作场所分级	4.2 应按照 GB 18871 的规定，将辐射工作场所按放射性核素日等效最大操作量的大小分为甲级、乙级和丙级。	本项目为乙级非密封放射性物质工作场所，并已采取防护措施。	符合
工作场所分区	4.3.1 应按照 GB18871 的要求将核医学工作场所划分出控制区和监督区，并进行相应的管理。	本项目已划分控制区和监督区，分区管理图见图 3-23。	符合
	4.3.4 控制区的入口应设置规范的电离辐射警告标志及标明控制区的标志。	核医学工作场所出入口及核医学用房门上均设置有电离辐射警告标志。SPECT/CT 机房门上均设置了工作状态指示灯。	符合
	6.2.9 扫描机房外门框上方应设置工作状态指示灯。		符合
工作场所布局	5.1.1 核医学工作场所宜建在医疗机构内单独的建筑物内，或集中于无人长期居留的建筑物的一端或底层，设置相应的物理隔离和单独的人员、物流通道。	本项目核医学科设置于 13 号楼一层，核医学科东、南、西、北侧相邻均为空地，楼上对应杂物间，楼下无地下层，核医学科四周及楼上楼下无妇科、儿科相邻。核医学科内西北侧为 SPECT/CT 机房、留观室、废物间、污洗室、药后观察室、抢救室（运动室）；东北侧为 SPECT/CT 控制室、更衣沐浴室、值班室、医生办公室；东南侧为示教室、值班室；西南侧为缓冲区 1、敷贴室、敷贴室控制室、甲功室、ECT 给药室、门诊治疗给药室、分装室、储源间	符合
	5.1.2 核医学工作场所不宜毗邻产科、儿科、食堂等部门及人员密集区，并应与非放射性工作场所有明确的分界隔离。		符合
	5.2.2 核医学工作场所应设立相对独立的工作人员、患者、放射性药物和放射性废物路径。工作人员通道和患者通道分开，减少给药后患者对其他人员的照射。注射放射性药物后患者与注射放射性药物前患者不交叉，人员与放射性药物通道不交叉，放射性药物和放射性废物运送通道应尽可能短捷。		符合
通风	6.3.4 放射性物质的合成、分装以及挥发性放射性核素的操作应在手套箱、通风橱等密闭设备中进行，防止放射性液体泄漏或放射性气体及气溶胶逸出。手套箱、通风橱等密闭设备应设计单独的排风系统	本项目使用的手套箱有独立的排风装置，风速不小于 0.5m/s。核医学工作场所设置独立排风系统，汇集后排至天面。排风基本由低活度区流向高活度区，通风系统	符合

	并在密闭设备的顶壁安装活性炭或其他过滤装置。	设计风量保证各功能房间为负压状态，且各功能房间设有止回阀。	
剂量控制要求	4.4.2.一般情况下，职业照射的剂量约束值不超过 5mSv/a；公众照射的剂量约束值不超过 0.1mSv/a。	据现场监测情况，可以满足职业照射的剂量约束值不超过 5mSv/a；公众照射的剂量约束值不超过 0.1mSv/a。	符合
	6.1.5 距核医学工作场所各控制区内房间防护门、观察窗和墙壁外表面 30cm 处的周围剂量当量率应小于 2.5μSv/h，如屏蔽墙外的房间为人员偶尔居留的设备间等区域，其周围剂量当量率应小于 10μSv/h。	核医学辐射工作场所房间防护门、观察窗和墙壁外表面 30cm 处的周围剂量当量率小于 2.5μSv/h，放射性药物分装的箱体外表面 30cm 处人员操作位的周围剂量当量率小于 2.5μSv/h，放射性药物合成和分装手套箱非正对人员操作位表面的周围剂量当量率小于 25μSv/h。	符合
	6.1.6 放射性药物合成和分装的箱体、通风柜、注射窗等设备应设有屏蔽结构，以保证设备外表 30cm 处人员操作位的周围剂量当量率小于 2.5μSv/h，放射性药物合成和分装箱体非正对人员操作位表面的周围剂量当量率小于 25μSv/h。		符合
放射性物质储存防护措施	6.2.3 操作放射性药物的控制区出口应配有表面污染监测仪器，从控制区离开的人员和物品均应进行表面污染监测，如表面污染水平超出控制标准，应采取相应的去污措施。	放射性核素暂存于储源间/废物间，贮存与使用均及时登记台账。操作核素后用配备的表面污染测量仪对人员和物品进行检测，并采取相应去污措施。	符合
台账登记管理	6.2.4 放射性物质应贮存在专门场所的贮存容器或保险箱内，定期进行辐射水平监测，无关人员不应入内。贮存的放射性物质应建立台账，及时登记，确保账物相符。	严格落实《放射性同位素使用登记制度》，贮存的放射性物质及时登记建档，登记内容包括生产单位、到货日期、核素种类、理化性质、活度和容器表面放射性污染擦拭试验结果等。	符合
	7.1.4 应建立放射性废物收集、贮存、排放管理台账，做好记录并存档备案。		符合

表 8-3 环评批复要求及落实情况

环评批复要求	现场调查与检测结果	评价
<p>本项目拟在莆田市城厢区南门西路 449 号莆田市第一医院 13 号楼一层建设核医学科工作场所及相应功能用房，在 13 号楼一层北侧走道区域建设放射性废液衰变池，主要建设内容为：</p> <p>(一)SPECT/CT 显像诊断：拟建设 1 间 SPECT/CT 机房，使用 1 台 SPECT/CT 机，配套使用放射性核素 Tc-99m 进行 SPECT/CT 显像检查。</p> <p>(二)放射性药物门诊治疗拟在门诊治疗给药室使用放射性核素 Sr-89 开展转移性骨肿瘤治疗，患者单次最大注射量为 4mCi,每天最大患者数量为 5 人；</p> <p>拟在门诊治疗给药室使用放射性核素 I-131 开展核素甲亢治疗，患者单次最大服药量为 10mCi,每天最大患者数量为 5 人；</p> <p>拟在甲功室内使用放射性核素 I-131 开展甲状腺功能检查，患者单次最大服药量为 10μCi,每天最大患者数量为 10 人；</p> <p>拟在敷贴室内使用放射性核素 P-32 用于敷贴治疗，患者单次最大使用量为 10mCi,每</p>	<p>本项目的实际建设内容为：在莆田市城厢区南门西路 449 号莆田市第一医院 13 号楼一层建设核医学科工作场所及相应功能用房，在 13 号楼一层北侧走道区域建设放射性废液衰变池，主要建设内容为：</p> <p>(一)SPECT/CT 显像诊断：建设 1 间 SPECT/CT 机房，使用 1 台 SPECT/CT 机，配套使用放射性核素 Tc-99m 进行 SPECT/CT 显像检查。</p> <p>(二)放射性药物门诊治疗在门诊治疗给药室使用放射性核素 Sr-89 开展转移性骨肿瘤治疗，患者单次最大注射量为 4mCi,每天最大患者数量为 5 人；</p> <p>在门诊治疗给药室使用放射性核素 I-131 开展核素甲亢治疗，患者单次最大服药量为 10mCi,每天最大患者数量为 5 人；</p> <p>在甲功室内使用放射性核素 I-131 开展甲状腺功能检查，患者单次最大服药量为 10μCi,每天最大患者数量为 10 人。</p> <p>本项目核医学科的合计日等效最大操作量为 2.78E+8Bq,属乙级非密封放射性物质工作场所，1 台 SPET/CT 属 III 类射线装置。</p>	已落实

天最大患者数量为3人。 本项目核医学科的合计日等效最大操作量为 $3.72\text{E}+8\text{Bq}$,属乙级非密封放射性物质工作场所,1台SPET/CT属III类射线装置。		
在落实报告表提出的各项环境保护及辐射防护措施的前提下,同意你单位按照报告表的内容以及拟采取的辐射防护措施建设项目。	建设单位在项目建设中严格执行环境保护“三同时”制度,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,落实各项环境保护措施。	已落实
严格按照设计方案建设,确保机房屏蔽满足辐射防护要求;核医学科工作场所要注意做好表面污染控制与防护,要设置相对独立的工作人员、患者、放射性药物路径;要划分控制区和监督区,监督区边界要设置明显的电离辐射警告标志;SPET/CT机房应设置工作状态指示灯、门-灯一机联动和自动闭门装置等,防止人员受到误照射。	建设单位严格按照设计方案开展建设,确保机房屏蔽满足辐射防护要求;核医学科工作场所做好表面污染控制与防护,设置相对独立的工作人员、患者、放射性药物路径;划分控制区和监督区,监督区边界设置明显的电离辐射警告标志;SPET/CT机房设置工作状态指示灯、门-灯一机联动和自动闭门装置等,防止人员受到误照射。	已落实
健全完善各项辐射安全和防护的管理规章制度,完善辐射事故应急预案并定期开展演练。配备防护用品、防护设施及监测仪器,定期进行自主监测,发现问题立即整改,防止发生辐射事故。	建设单位已根据现有核技术应用情况制定了辐射安全防护管理制度,并按实际情况适时更新修编;配备足够防护用品、防护设施及监测仪器,并定期进行自主监测,防止发生辐射事故。	已落实
认真对使用放射性药物的患者及其家属开展辐射防护相关知识的宣传和教育,提高其辐射防护意识;加强对使用放射性药物患者的监督管理,防止在院内产生不必要的交叉照射,且应书面告知其出院后的辐射防护相关要求,尽量减轻对家人和公众的影响	建设单位在项目位置张贴使用放射性药物注意事项等相关辐射防护知识。建设单位在核医学科各控制区内均安装监控设备、语音对讲装置,并在项目核医学科出、入口设置门禁系统、电离辐射警示牌,防止患者诊断后从入口离开核医学科及无关人员进入。	已落实
放射性废液应排入放射性废液衰变池暂存,待存放30天以上,并经监测满足国家排放管理限值后方可纳入医疗废水系统处理	建设单位在13号楼一层北侧走道区域建设放射性废液衰变池,衰变池由3个并联的衰变池组成,衰变池总有效容积为 12m^3 (每个 4m^3)。放射性废水经衰变池贮存满30天后排入医院污水处理站处理。	已落实
对放射性固体废物应分类、分期收集并标明核素名称、日期,按半衰期分批分类暂存于不同的废物桶中,定期转移至废物暂存间内。含Tc-99m核素的固体废物暂存时间应超过30天,含I-131核素的固体废物暂存时间应超过180天,含Sr-89、P-32核素的固体废物暂存时间应超过505.3天,满足上述暂存时间并经监测辐射剂量率满足清洁解控水平后,方可作为普通医疗废物处理	含 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 核素固体废物(短半衰期)暂存时间超过30天后,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处理;含 ^{131}I 核素放射性固体废物(长半衰期)暂存时间超过180天后,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处理;含 ^{89}Sr 核素放射性固体废物(长半衰期)暂存时间超过505.3天(按Sr-89半衰期50.53天)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处理	已落实
辐射工作人员应按要求参加辐射安全培训并取得合格证书,做到持证上岗;建立健全个人剂量和职业健康档案,所有辐射工作人员均应按要求佩戴个人剂量计并接受剂量监测	建设单位已有3名辐射工作人员取得辐射安全与防护培训合格证书目前所有辐射工作人员均已参加健康体检,并建立个人档案,所有辐射工作人员按要求佩戴个人剂量计并接受剂量监测	已落实
根据《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)的规定和报告表的预测,本项目的公众剂量约束值按0.1毫希沃特/年执	据现场监测情况,可以满足职业照射的剂量约束值不超过 5mSv/a ;公众照射的剂量约束值不超过 0.1mSv/a 。	已落实

行，职业人员剂量约束值按 5 毫希沃特/年执行	实
-------------------------	---

2.辐射安全与防护设施

2.1 辐射安全与环境保护管理机构

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关规定，使用使用放射性同位素、射线装置的单位，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构。莆田市第一医院根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的有关规定成立了放射诊疗安全与防护管理领导小组（详见附件 5），以陈国仙为组长，许斌、林建阳、俞福盛和陈春莺为副组长，成员包括吴素莺、黄建芳、姚丽菁、黄金旗、陈金灶、周敏、吴维霜、陈丽丽、陈丽琴、蔡金星、林福春。放射诊疗安全与防护管理领导小组全面负责医院的放射诊疗管理工作及相关工作。医务部为放射诊疗日常管理机构，设备科、保健科协助，保健科张贞为兼职放射诊疗管理人员，具体负责放射防护相关工作。

放射诊疗安全与防护管理领导小组职责为：

- （一）组织制定并落实放射诊疗和放射防护管理制度。
- （二）定期组织对放射诊疗工作场所、设备和人员进行放射防护检测、监测和检查。
- （三）组织本机构放射诊疗工作人员接受专业技术、放射防护知识及有关规定的培训和健康检查。
- （四）制定放射事件应急预案并组织演练。
- （五）记录本机构发生的放射事件并及时上报。

2.2 项目人员组成

表 8-4 辐射工作人员信息表

序号	姓名	性别	岗位	人员体检情况	辐射安全与防护考核
1	周敏	女	核医学科	可继续原放射性工作	成绩合格
2	阮彬林	男	核医学科	可继续原放射性工作	成绩合格
3	张娴萍	女	核医学科	可继续原放射性工作	成绩合格
4	刘慧敏	女	核医学科	可以从事放射性工作	成绩合格
5	林雅桑	女	核医学科	可以从事放射性工作	成绩合格
6	范丽清	女	核医学科	可继续原放射性工作	成绩合格

2.3 职业健康监护及档案管理

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第二十九条的要求：“使用射线装

置的单位，应当严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理的规定，对直接从事使用的工作人员进行个人剂量监测和职业健康检查”。

建设单位委托莆田市疾病预防控制中心对本项目的 3 名辐射工作人员进行个人剂量监测工作，辐射工作人员按相关规定正确佩戴个人剂量计。

6 名辐射工作人员均在莆田市第一医院进行了职业健康检查，显示可以继续原放射性作业，符合要求。

医院按要求建立了辐射工作人员职业健康监护和个人剂量监测档案，并指定有专门的管理办公室和专人对辐射人员个人剂量监测、职业健康体检和辐射安全培训等相关资料进行了专项管理，符合要求。

3.结论与建议

3.1 结论

1、莆田市第一医院已按国家有关建设项目环境管理法规的要求，对该医院核医学科项目进行了环境影响评价工作并取得了环评批复，该项目配套环保设施已建成，可正常运行。

2、现场监测表明，放射防护检测结果符合《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）的周围剂量当量率控制值的要求，辐射屏蔽措施能满足防护要求，工作场所表面污染检测结果符合《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）中表面污染控制值的要求；该项目所涉及的职业人员及公众产生的个人年有效剂量均符合 GB 18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》的限值要求及环评报告中提出的管理目标值。

3、莆田市第一医院各工作场所安全设施满足相关标准要求：核医学工作场所出入口及核医学用房门上均设置有电离辐射警告标志。SPECT/CT 机房门上均设置了工作状态指示灯。。SPECT/CT 机房设置有门-灯联锁系统、急停装置；电动推拉门设置防夹装置；机房内未堆放与该设备诊断工作无关的杂物；机房设有观察窗，其设置的位置便于观察到受检者状态及防护门开闭情况；分装室手套箱动力通风装置，并保持良好的通风等安全设施运行正常。

4、单位成立有辐射安全和防护管理机构，制定了各项辐射防护管理制度和辐射事故应急预案，并将相关制度等张贴上墙；购置了辐射监测仪、表面污染监测仪和个人剂量报警仪；配备了相应的个人防护用品和辅助防护设施。

5、6名辐射工作人员通过了辐射安全与防护知识培训考核；辐射工作人员进行了职业健康体检，已委托有资质的单位承担个人剂量监测，建立了职业人员健康监护档案，指定

有专门的管理办公室和专人负责档案管理工作。

综上所述，莆田市第一医院落实了辐射安全管理制度和辐射安全防护等各项措施，该项目对辐射工作人员、周围公众及周围环境产生的影响很小，是安全的。故从辐射环境保护角度分析，该项目具备竣工环境保护验收条件，建议该项目通过竣工环境保护验收。

3.2 建议

认真学习《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等有关法律法规，进行标准化管理，不断提高医院安全文化素养和安全意识，积极配合各级生态环境部门的日常监督检查，确保射线装置的使用安全。

莆田市第一医院核医学科项目

竣工环境保护验收意见

2025 年 11 月 1 日，莆田市第一医院召开莆田市第一医院核医学科项目竣工环境保护验收会。由莆田市第一医院（建设单位）、陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司（报告编制单位）和专家 3 名（名单附后）组成验收组。

验收组对本次验收的项目进行了核查，听取了建设单位对项目环境保护执行情况的介绍和报告编制单位对竣工环境保护设施验收监测情况的汇报，并查阅了相关资料，形成验收意见如下：

一、项目基本情况

1.建设地点、建设内容

在莆田市城厢区南门西路 449 号莆田市第一医院 13 号楼一层建设核医学科工作场所及相应功能用房，在 13 号楼一层北侧走道区域建设放射性废液衰变池。

2.项目环评文件

江西省地质局测试大队对莆田市第一医院核医学科项目进行了环境影响评价，福建省生态环境厅于 2023 年 8 月 7 日对莆田市第一医院核医学科项目环境影响报告表予以批复（闽环辐评〔2023〕37 号）。

3.验收内容及监测报告编制情况

验收内容：在莆田市城厢区南门西路 449 号莆田市第一医院 13 号楼一层建设核医学科工作场所及相应功能用房，在 13 号楼一层北侧走道区域建设放射性废液衰变池，主要建设内容为：

（1）SPECT/CT 显像诊断

建设单位新建 1 间 SPECT/CT 机房，使用 1 台 SPECT/CT 机，配套使用放射性核素 Tc-99m 进行 SPECT/CT 显像检查。患者单次注射 Tc-99m 最大为 25mCi，每天最大患者数量为 20 人。

（2）放射性药物门诊治疗

①建设单位使用放射性核素 Sr-89 开展转移性骨肿瘤治疗，患者单次注射 Sr-89 最大为

4mCi，每天最大患者数量为 5 人；

②建设单位使用放射性核素 I-131 开展核素甲亢治疗，患者单次服药 I-131 最大为 10mCi，每天最大患者数量为 5 人；

③建设单位使用放射性核素 I-131 开展甲状腺功能检查（简称：甲功检查），患者单次服药 I-131 最大为 10μCi，每天最大患者数量为 10 人。

监测报告编制情况：陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司于 2025 年 9 月 9 日、2025 年 10 月 12 日开展了现场监测和核查，并编制了莆田市第一医院核医学科项目竣工环境保护验收监测报告表。

二、环保设施与措施落实情况

1.项目建设内容与环评批复内容一致，基本落实了环评文件和批复文件提出的环境保护及辐射安全与防护措施。

2.医院成立了辐射安全管理领导小组，制订较完善的辐射安全管理规章制度，并张贴上墙，有较完善的辐射事故应急预案。

3.医院为辐射工作人员配备个人剂量计，并委托有资质的单位进行监测。医院配备有铅衣、铅帽、个人剂量报警仪等辐射防护用品。

4.莆田市第一医院各工作场所安全设施满足相关标准要求：核医学工作场所出入口及核医学用房门上均设置有电离辐射警告标志。SPECT/CT 机房门上均设置了工作状态指示灯。SPECT/CT 机房设置有门-灯联锁系统、急停装置；电动推拉门设置防夹装置；机房内未堆放与该设备诊断工作无关的杂物；机房设有观察窗，其设置的位置便于观察到受检者状态及防护门开闭情况；分装室手套箱动力通风装置，并保持良好的通风等安全设施运行正常。

三、环境保护设施调试效果

根据监测结果，正常工况下，本次验收项目的环境保护设施满足国家辐射安全与防护有关规定和福建省生态环境厅的批复要求。

四、验收结论





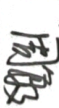

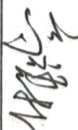
莆田市第一医院认真履行了本项目的环境保护审批和许可手续，落实了环境影响评价文件及其批复的要求，相关验收文档资料齐全，符合辐射安全和防护相关标准要求，验收组同意该项目通过竣工环境保护验收。

莆田市第一医院

2025 年 11 月 1 日

莆田市第一医院核医学科项目竣工环境保护验收组名单

时间: 2025年11月1日

序号	姓名	单位	职务/职称	联系电话	身份证号码	签字	备注
1	林晓东	福建省辐射环境监督站	高级工程师	15859076400	350521198306240011		专家
2	林蔚国	福建省辐射环境监督站	高级工程师	13950213936	35012319720328005X		专家
3	钱震	福建省辐射环境监督站	高级工程师	15060416071	330702198909254410		专家
4	阮彬林	莆田市第一医院	副主任医师	13850288802	353022198110291015		建设单位
5	周敏	莆田市第一医院	副主任医师	13559398955	350321197612081260		建设单位
6	张娴萍	莆田市第一医院	技师	18905047168	350302199410240582		建设单位
7	高耀林	陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司	工程师	13919186206	142725199906117363X		验收监测报告编制单位

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），为提高验收的有效性，在提出验收意见的过程中，建设单位可以组织成立验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式，协助开展验收工作。验收工作组可以由设计单位、施工单位、环境影响报告书（表）编制机构、验收监测（调查）报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等组成，代表范围和人数自定。