

厦门市第五医院核医学科扩建项目 竣工环境保护验收监测报告表

建设单位： 厦门市第五医院

编制单位： 厦门亿科特检测技术有限公司

2024 年 11 月

表一 项目基本情况

建设项目名称	核医学科扩建项目				
建设单位名称	厦门市第五医院				
项目性质	☐ 新建 ☐ 改建 ☒ 扩建				
建设地点	福建省厦门市翔安区马巷镇民安路 101 号 1 号楼 1 层核医学科				
源项	放射源	/			
	非密封放射性物质	¹³¹ I（日等效最大操作量为 $7.4 \times 10^7 \text{Bq}$ ）			
	射线装置	/			
建设项目环评批复时间	2023 年 11 月 17 日	开工建设时间	2024 年 3 月		
取得辐射安全许可证时间	2024 年 5 月 29 日	项目投入运行时间	2024 年 12 月 1 日		
辐射安全与防护设施投入运行时间	2024 年 7 月 12 日	验收现场监测时间	2024 年 7 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	福州市环科检测技术有限公司		
环保设施设计单位	厦门鹭遥科技有限公司（仅对分装注射区、注射区等区域进行内部改造，未涉及原有房间布局的改造或功能上的变化，核医学科改造后布局与原有核医学科项目布局未发生变化）	环保设施施工单位	厦门鹭遥科技有限公司（仅对分装注射区、注射区等区域进行内部改造，未涉及原有房间布局的改造或功能上的变化，核医学科改造后布局与原有核医学科项目布局未发生变化）		
投资总概算	90 万元	辐射安全与防护设施投资总概算	30 万元	比例	33.33%
实际总概算	90 万元	辐射安全与防护设施投资总概算	30 万元	比例	33.33%
验收依据	1、建设项目环境保护相关法律、法规 （1）《中华人民共和国环境保护法》，中华人民共和国主席令第九号，2015 年 1 月 1 日起施行； （2）《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 修订），中华人民共和国主席令第七十七号，2018 年 12 月 29 日起施行； （3）《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国主席令第六号，2003 年 10 月 1 日起施行； （4）《建设项目环境保护管理条例》，中华人民共和国国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日起施行； （5）《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年 3 月修改），中华人民共和国国务院令第 709 号，2019 年 3 月 2 日起施行； （6）《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 日施行； （7）《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，中华人民共和国环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行；				

	(8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，中华人民共和国环境保护部令第3号，2021年1月14日第四次修正并施行； (9) 《关于发布<射线装置分类>的公告》，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日起施行； (10) 《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》环保部，环办辐射函〔2016〕430号，2016年3月7日； (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》，环境保护总局文件，环发〔2006〕145号文，2006年9月26日； (12) 《关于印发<建设项目环境影响评价政府信息公开指南（试行）>的通知》，环办〔2013〕73号，2013年11月14日； (13) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》中华人民共和国生态环境部，2019年12月23日； (14) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》，生态环境部，部令第16号，2021年1月1日起施行； (15) 关于发布《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》的公告，生态环境部公告2018年第9号，2018年5月16日印发； (16) 《放射工作人员职业健康管理暂行办法》，中华人民共和国卫生部令第55号，2007年11月1日施行； (17) 《关于发布<放射性废物分类>的公告》，环境保护部、工业和信息化部、国防科工部公告2017年第65号，2018年1月1日实施； (18) 《福建省环保厅关于加强放射源废物（源）收贮管理工作的通知》，2017年5月； (19) 《福建省环保厅关于印发<核技术利用单位辐射事故/事件应急预案编制大纲>（试行）的通知》，闽环保辐射〔2013〕10号，2013年3月15日。 2、建设项目环境保护相关规章制度 (1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）； (2) 《放射性废物管理规定》（GB 14500-2002）； (3) 《操作非密封源的辐射防护规定》（GB 11930-2010）； (4) 《放射性物质安全运输规程》（GB 11806-2019）； (5) 《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999-2021）； (6) 《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）； (7) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）； (8) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；
--	--

	(9) 《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021)； (10) 《工作场所职业病危害警示标识》(GBZ 158-2003)； (11) 《工作场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素》(GBZ 2.1-2019)； (12) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019)； (13) 《核医学科放射防护要求》(GBZ 120-2020)。 3、建设项目竣工环境保护验收技术规范； (1) 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》(HJ 1326-2023)。 4、建设项目环境影响报告表及其审批部门审批决定； (1) 《厦门市第五医院核医学科扩建项目环境影响报告表》(福州市环科检测技术有限公司)； (2) 《福建省生态环境厅关于批复厦门市第五医院核医学科扩建项目环境影响报告表的函》(闽环辐评〔2023〕52号)。
验收执行标准	1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 本标准适用于实践和干预中人们所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。 4.3.2 剂量限制和潜在照射危险限值 4.3.2.1 应对个人受到的正常照射加以限制，以保证本标准 6.2.2 规定的特殊情况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量当量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录 B（标准的附录 B）中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。 B1.1 职业照射 B1.1.1.1 应对任何工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述限值： a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv； 任何一年中的有效剂量，50mSv。 B1.2 公众照射 B1.2.1 剂量限值 实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值： a) 年有效剂量，1mSv； 特殊情况下，若 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv 6.2.3 表面放射性污染的控制

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

B2 表面污染控制水平

B2.1 工作场所的表面污染控制水平如表 1.1（标准的表 B11）所列。

表 1.1 工作场所的放射性表面污染控制水平

表面类型	β 放射性物质 (Bq/cm ²)	
工作台、设备、墙壁、地面	控制区 ¹⁾	4×10^1
	监督区	4
工作服、手套、工作鞋	控制区、监督区	4
手、皮肤、内衣、工作袜		4×10^{-1}
1) 该区内的高污染子区除外。		

6.4 辐射工作场所的分区

应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

6.4.1 控制区

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

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

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

6.4.2 监督区

6.4.2.1 注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

6.4.3 非密封放射性物质工作场所的分级

非密封放射性物质工作场所的分级应按附录 C（标准的附录 C）的规定进行。

C1 应按表 1.2 将非密封放射性物质工作场所按放射性核素日等效最大操作量的大小分级。

表 1.2 非密封源工作场所的分级

级别	日等效最大操作量/Bq
甲	$> 4 \times 10^9$
乙	$2 \times 10^7 \sim 4 \times 10^9$
丙	豁免活度值以上 $\sim 2 \times 10^7$

2、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）

	4 总则 4.2 辐射工作场所分级 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。核医学常用放射性核素的毒性与操作方式修正因子可参考附录 A。 4.3 辐射工作场所分区 4.3.1 应按照 GB 18871 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。 4.3.2 核医学工作场所的控制区主要包括回旋加速器机房、放射性药物合成和分装室、放射性药物贮存室、给药室、给药后候诊室、扫描室、核素治疗病房、给药后患者的专用卫生间、放射性废物暂存库、衰变池等区域。 4.3.3 核医学工作场所的监督区主要包括回旋加速器和显像设备控制室、卫生通过间以及与控制区相连的其他场所或区域。 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，监督区入口处应设置标明监督区的标志。 4.4 剂量限值与剂量约束值 4.4.1 剂量限值 核医学工作人员职业照射剂量限值应符合 GB 18871 附录 B 中 B1.1 的相关规定，核医学实践使公众成员所受到的剂量照射限值应符合 GB 18871 附录 B 中 B1.2 的相关规定。 4.4.2 剂量约束值 4.4.2.1 一般情况下，职业照射的剂量约束值不超过 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。 4.5 服药患者出院要求 4.5.1 为确保放射性核素治疗患者出院后，不至于使接触患者的家庭成员及公众超过相关的剂量约束或剂量限值，出院患者体内放射性核素活度应符合附录 B 的相关规定。 4.5.2 接受碘-131 治疗的患者，应在其体内的放射性活度降至 400MBq 以下或距离患者体表 1 米处的周围剂量当量率不大于 25μSv/h 方可出院。 5.1 选址 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。
--	--

	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。 5.1.3 核医学工作场所排风口的位置尽可能远离周边高层建筑。 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 工作场所的辐射安全与防护 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 放射性废物的管理 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。 c) 含碘-131 核素的放射性固体废物暂存超过 180 天。 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。 7.3.3.1 对于槽式衰变池贮存方式: 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; 7.3.3.3 放射性废液的暂存和处理应安排专人负责,并建立废物暂存和处理台账,详细记录放射性废液所含的核素名称、体积、废液产生起始日期、责任人员、排放时间、监测结果等信息。 7.4.1 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。 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。 3、管理目标 《福建省生态环境厅关于批复厦门市第五医院核医学科扩建项目环境影响报告表的函》(闽环辐评〔2023〕52 号)中对职业人员和公众管理目标要求:根据《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021)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,职业人员剂量约束按 5 毫希沃特/年执行。 综上,建设单位制定本次验收项目管理目标:辐射工作人员剂量约束值为 5mSv/a,公众剂量约束值为 0.1mSv/a。
--	---

表二 建设建设情况

一、项目建设内容

1.建设单位情况

厦门市第五医院（厦门大学附属第一医院翔安院区）创办于 1947 年，前身为著名侨领陈嘉庚先生倡建的同民医院，是厦门东部一所集医、教、研为一体的现代化公立三级综合医院。

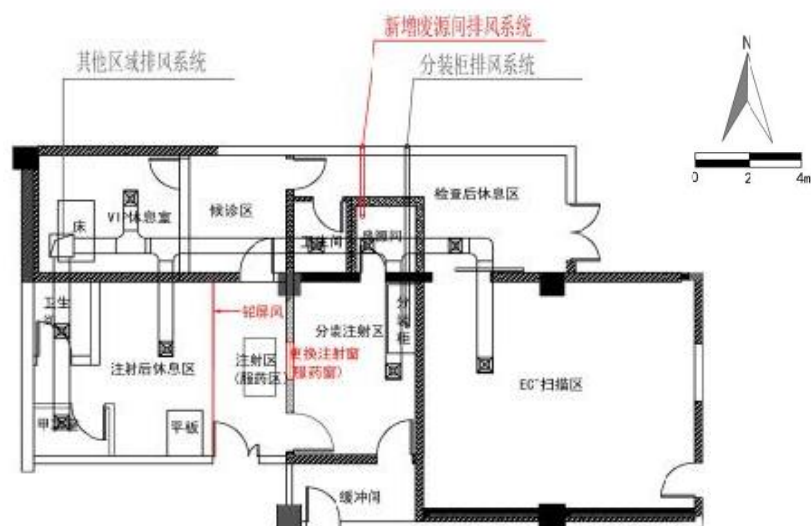
医院占地面积 105 亩，医疗建筑面积 13.64 万平方米。现有编制床位 1000 张，拥有硕、博士研究生学历以上、中、高级专业技术人才 650 余人，设有 52 个临床医技科室，建有 9 个国家、省、市级医疗基地、中心，8 个省、市级重点专科及优势亚专科，5 个名医工作室。目前能够开展直视下心脏搭桥、换瓣、主动脉夹层、断肢（指）再植等各种高难度手术及肿瘤精准治疗，并广泛开展微创诊疗技术。

2.项目建设内容和规模

医院内设有两处核医学科，分别位于 1 号楼 1 层及 8 号楼地下半层内，两处均为乙级非密封源工作场所。其中 1 号楼核医学科于 2018 年 4 月委托四川省中栎环保科技有限公司编制《厦门市第五医院核医学科及 1 台 DSA 机项目环境影响报告表》，该核医学科属于乙级非密封源工作场所，使用 ^{99m}Tc 、 ^{89}Sr 和 ^{18}F 核素用于医学诊疗，于 2018 年 9 月 10 日取得原福建省环境保护厅环评批复（闽环辐评（2018）32 号），于 2019 年 11 月 29 日项目通过竣工环保验收。随着医疗需求的不断增长，为保障厦门市区及其周边地区的医疗服务，提高医院服务质量及服务水平，医院利用 1 号楼核医学科项目设施，在周末（原有核医学不工作）期间利用非密封放射性物质 ^{131}I 用进行甲亢治疗工作。

本次验收项目主要是在现有 1 号楼 1 层核医学科区域，新增使用非密封放射性物质 ^{131}I 用于甲亢治疗工作（日等效最大操作量： $7.4 \times 10^7 \text{Bq}$ ），核医学场所属于乙级非密封放射性物质工作场所，并对现有核医学科分装注射区、注射区等区域进行内部改造，更换注射窗（给药窗），新增 1 套通风系统和铅屏风。本次验收项目工作时，使用铅屏风将注射区（服药区）患者和注射后休息区相互隔离开，避免患者服药后误入其他区域，未涉及原有房间布局的改造或功能上的变化，本次验收项目改造前后变化详见图 2-1。本次验收项目放射性药物均由药物供应商提供。





改造后

图 2-1 本次验收项目改造前后变化图

本次验收项目已委托福州市环科检测技术有限公司进行环境影响评价工作，并于 2023 年 11 月 17 日取得福建省生态环境厅的批复（闽环辐评〔2023〕52 号），于 2024 年 3 月开工建设。医院于 2024 年 4 月为本次验收项目向福建省生态环境厅重新申领辐射安全许可证（许可证编号：闽环辐证〔00291〕），现取得现许可的种类和范围有：使用 V 类放射源；使用 II 类、III 类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所，现核技术利用项目许可情况明细见表 2-1 至表 2-3。

表 2-1 厦门市第五医院核技术利用项目已许可放射源明细表

序号	辐射活动场所名称	核素	类别	总活度（贝克）/活度（贝克）×枚数	环保落实情况
1	核医学科	Sr-90（Y-90）	V 类	$7.4 \times 10^8 \times 1$	已取得环评批复，已办理辐射安全许可证，已验收

表 2-2 厦门市第五医院核技术利用项目已许可非密封放射性物质明细表

序号	辐射活动场所名称	场所等级	核素	日等效最大操作量（贝克）	环保落实情况
1	核医学科	乙级	Sr-89	1.48×10^8	已取得环评批复，已办理辐射安全许可证，已验收
2			F-18	3.7×10^6	
3			Tc-99m	1.39×10^7	
4			I-131	7.4×10^7	已取得环评批复，已办理辐射安全许可证，此次竣工环保验收内容

表 2-3 厦门市第五医院核技术利用项目已许可射线装置明细表

序号	辐射活动场所名称	装置名称	规格型号	类别	数量	环保落实情况
1	医院内肿瘤放射治疗科	医用直线加速器	TrueBeam	II 类	1	已取得环评批复，已办理辐射安全许可证，已验收
2	医院内介入导管室	双 C 臂全数字化平板探测器血管造影系统（医用血管造影 X 射机）	Innova IGS 6	II 类	1	
3		DSA	Innova 3100-IQ	II 类	1	

序号	辐射活动场所名称	装置名称	规格型号	类别	数量	环保落实情况
4	核医学科	单光子发射型计算机断层扫描装置	Infinia	III类	1	已取得环评批复,已办理辐射安全许可证,已验收
5	医院内手术室	移动式C型臂X射线机	OEC 9900 Elite	III类	1	已备案,已办理辐射安全许可证
6		移动式C型臂X射线机	GE OEC Fluorostar Compact D	III类	1	
7		小C臂X线机	BV Endura	III类	1	
8	医院内体检站	单板DR机	DR-F	III类	1	
9		车载DR	EX50CZ- DDR	III类	1	
10		X射线计算机体层摄影设备	Revolution ACT	III类	1	
11		数字化X线摄影系统(DR)	Definium 600 III	III类	1	
12	医院内影像科	移动数字化摄影X射线摄影系统	TMS 300RDR	III类	1	
10		双能X射线骨密度仪	LUNAR IDXA	III类	1	
11		多功能X射线胃肠系统	DRF-1A	III类	1	
12		数字化医用X射线摄影系统	Optima XR646HD	III类	1	
13		数字化医用X射线摄影系统(DR)	RayNova DRsg	III类	1	
14		数字化X射线摄影系统	6000	III类	1	
15	医院内影像科	摄影X射线摄影系统(移动DR)	Optima XR220amx	III类	1	
16		乳腺X射线摄影系统	Senographe Pristina	III类	1	
17		床边机X线拍片机	Multimobi 1110	III类	1	
18		X线电子计算机断层扫描	Revolutio n CT	III类	1	
19		X射线计算机体层摄影设备	Optima CT520	III类	1	
20		X射线计算机体层摄影设备	Revolutio n Maxima	III类	1	
21		X线电子计算机断层扫描装置(CT)	Optima CT660	III类	1	
22	医院内肿瘤放射治疗科	X射线计算机体层摄影设备	Discovery RT	III类	1	

医院于2024年3月15日委托厦门亿科特检测技术有限公司开展竣工环保验收调查和监测工作,接受委托后我公司派专业技术人员开展现场调查和监测,并形成验收监测报告表。

3.总平面布置

本次验收项目位于厦门市翔安区马巷镇民安路101号1号楼,医院地理位置及其周边环境现状分布详见图2-2。

1号楼位于院区北部,其北侧为居民区及院内道路,南侧为院内道路,东侧为道路旁商住两用居民楼、厦门鸿炬工贸有限公司,西侧为2号楼,本次验收项目评价范围详见图2-3。

本次验收项目核医学科设置于1号楼一楼北侧,其北侧为院内道路,东侧为库房,南侧为过道、DSA介入科室,西侧为电梯厅。核医学科上方为血液科病区、护士站、更衣室,核医学科下方为人防室、仓库,核医学科及上下楼层平面图分别详见图2-4至图2-6。

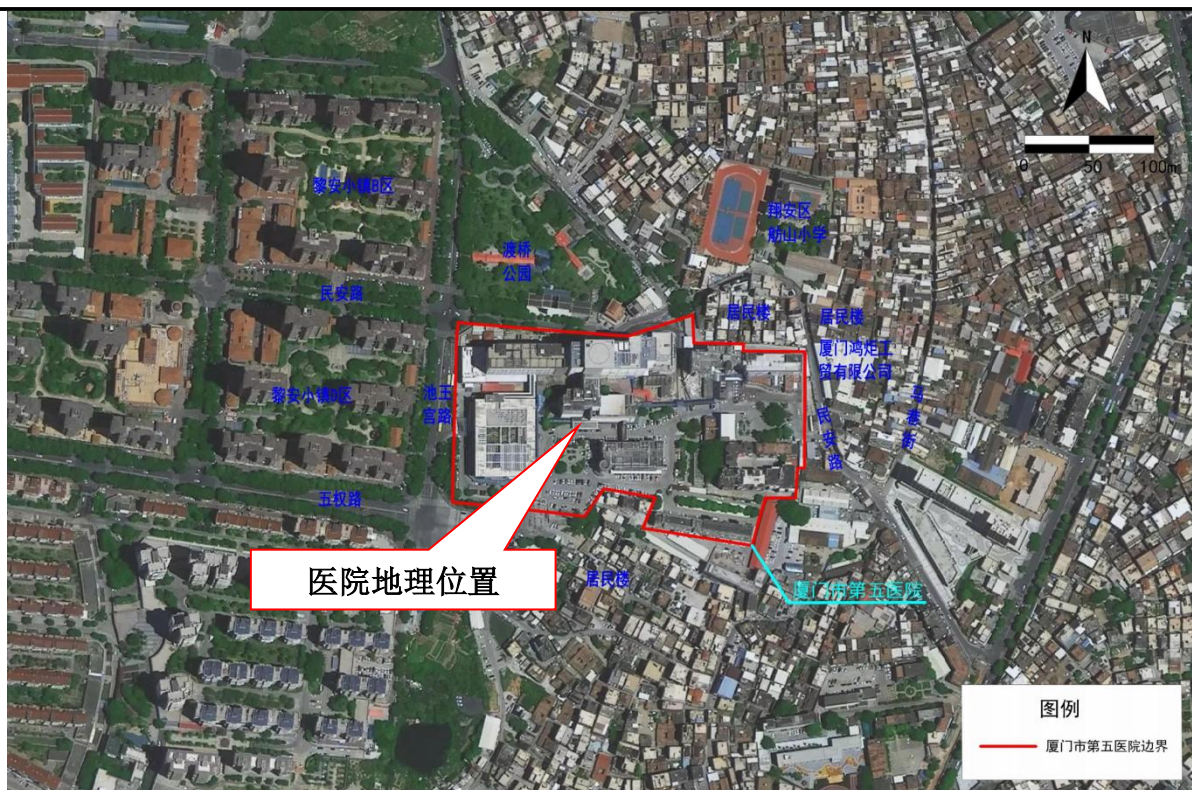


图 2-2 医院地理位置、平面布局、周围环境示意图



图 2-3 核医学科项目评价范围及周边环境现状分布图

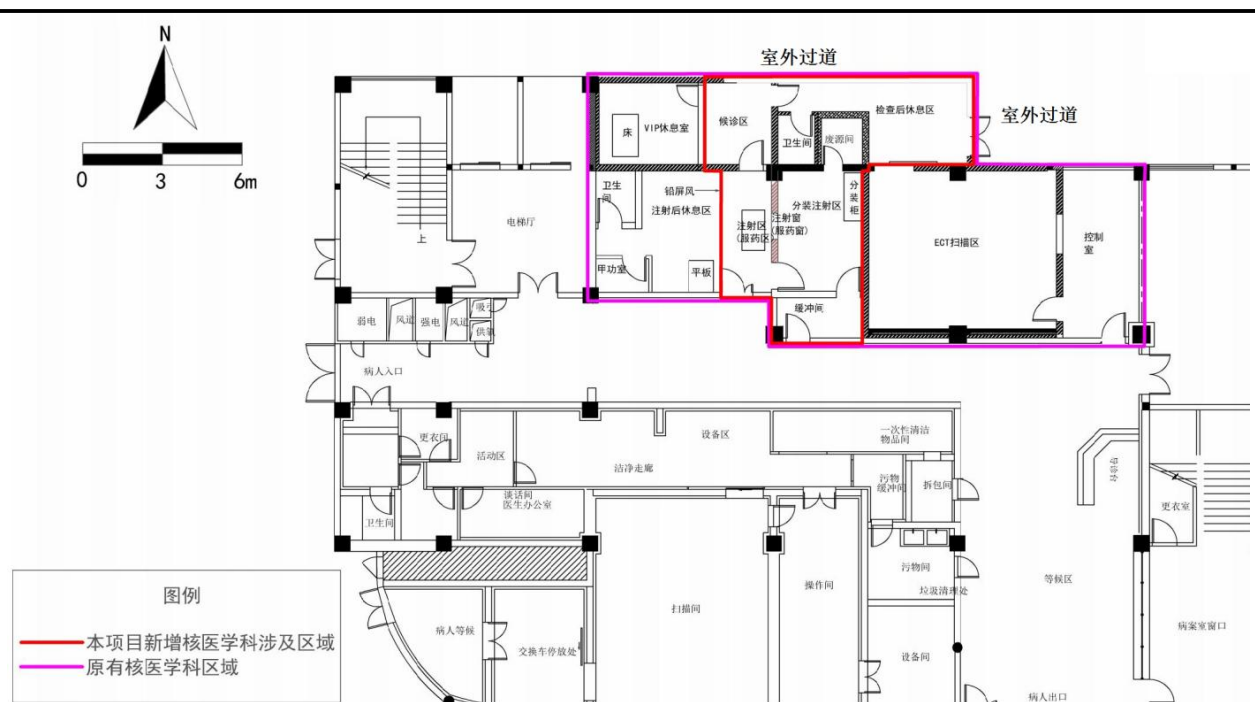


图 2-4 1 号楼一楼部分平面布局图

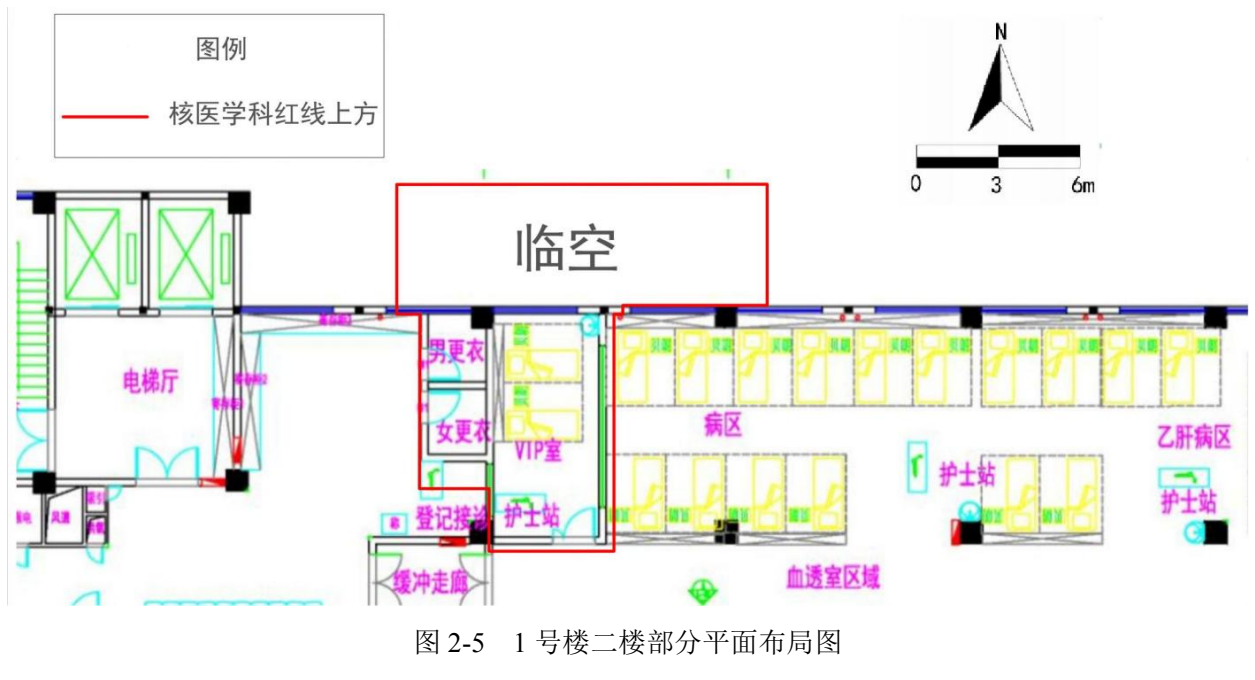


图 2-5 1 号楼二楼部分平面布局图

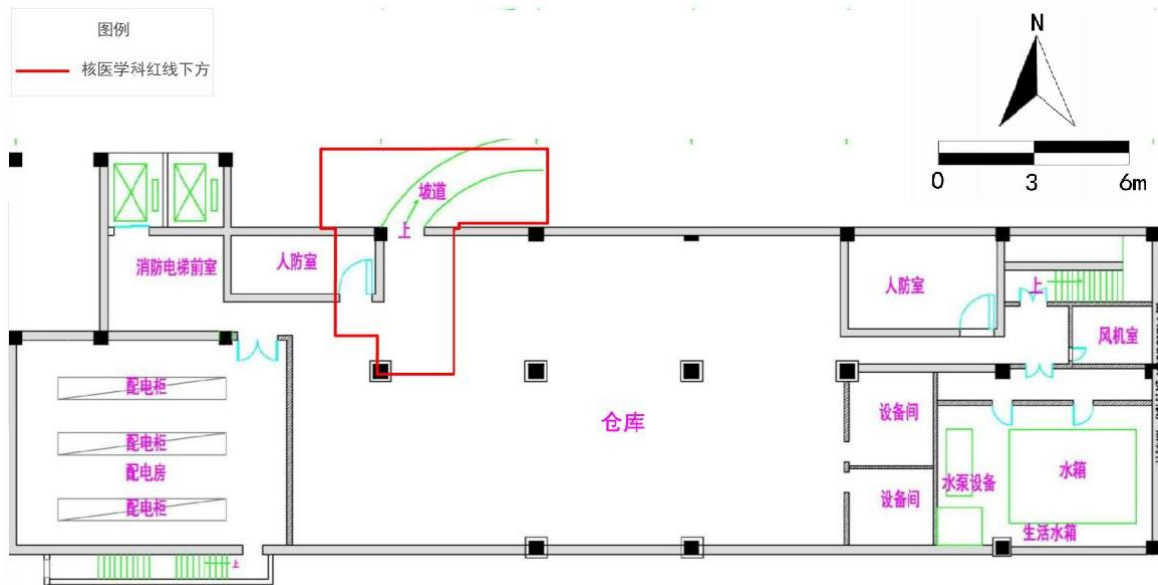


图 2-6 1 号楼负一楼部分平面布局图

4.主要环境保护目标

本次验收参照环境影响报告表中提出的环境保护目标作为验收的监测点位，并在原环评报告的基础上通过现场踏勘进一步对项目周围环境保护目标进行了识别，确定了本次验收项目的环境保护目标（辐射工作人员、公众人员），详见表 2-4。本扩建项目工作时间为周六，该时间段南侧 DSA 介入科室工作人员不上班，所以不纳入作为本次敏感目标。

表 2-4 验收调查范围内主要环境保护目标

序号	工作场所	方位/位置	保护目标名称	距离	人员数量	保护要求*
1	核医学科	本次验收项目工作范围内	辐射工作人员	内部	约 3 人	5mSv/a
2		北侧院内道路	公众人员	紧邻	流动人群约 5 人	0.1mSv/a
3		东侧库房		紧邻	流动人群约 2 人	
4		南侧过道		紧邻	流动人群约 5 人	
5		西侧电梯厅		紧邻	流动人群约 10 人	
6		楼上血液科病区、护士站、更衣室、VIP 室		紧邻	约 30 人	
7		楼下人防室、仓库、下方坡道	紧邻	约 20 人		
8	西侧 2 号楼		公众人员	13m	约 200 人	
9	院内道路			24m	约 50 人	
10	东侧道路旁商住两用居民楼			30m	约 50 人	

*: 依据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）及《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）中的要求。

5.工程建设变化情况

经现场调查及收集有关资料文件可知，本次验收项目与环评阶段对比，建设性质、地点、规模、辐射活动种类、核素活度保持一致，辐射安全与防护设施对比情况详见表三。

表 2-5 本次验收项目规模对比情况一览表

工程建设	环评阶段	验收阶段	对比情况
性质	改建	改建	一致
地点	福建省厦门市翔安区马巷镇民安路 101 号	福建省厦门市翔安区马巷镇民安路 101 号	一致
规模	拟在 1 号楼一层核医学科内的分装注射区、注射区等区域进行内部改造, 更换注射窗 (给药窗) 新增一套通风系统和铅屏风等, 新增使用非密封放射性物质 I-131 用于甲亢治疗	在 1 号楼一层核医学科内的分装注射区、注射区等区域进行内部改造, 更换注射窗 (给药窗) 新增一套通风系统和铅屏风等, 新增使用非密封放射性物质 I-131 用于甲亢治疗	一致
辐射活动种类和范围	乙级非密封放射性物质工作场所	乙级非密封放射性物质工作场所	一致
核素活度	I-131 核素的日等效最大操作量为 $7.4 \times 10^7 \text{Bq}$, 核医学科合计日等效最大操作量为 $1.66 \times 10^8 \text{Bq}$	I-131 核素的日等效最大操作量为 $7.4 \times 10^7 \text{Bq}$, 核医学科合计日等效最大操作量为 $1.66 \times 10^8 \text{Bq}$	一致
辐射安全与防护设施	详见表三 辐射安全与防护设施/措施	详见表三 辐射安全与防护设施/措施	对比情况详见表三

二、源项情况

本次验收项目放射性核素特性详见表 2-6, 使用的非密封放射性核素使用量详见表 2-7, 使用的射线装置参数详见表 2-7, 辐射源项详见表 2-8。

表 2-6 放射性核素特性一览表

序号	核素名称	理化状态	半衰期 $T_{1/2}$	毒性组别	光子能量 (MeV)	周围剂量当量率常数 ($\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / \text{MBq} \cdot \text{h}$)	辐射源项	β 射线能量及绝对强度
1	^{131}I	胶囊	8.02d	中毒	0.284, 0.365, 0.637	0.0595	γ 射线、 β 射线	606.3KeV (89.9)

表 2-7 使用的非密封放射性核素使用量一览表

序号	核素名称	用途	日计划最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年计划最大操作量 (Bq)	年等效最大操作量 (Bq)
1	^{131}I	甲亢治疗	7.4×10^8	7.4×10^7	3.7×10^{10}	3.7×10^9

表 2-8 辐射源项的分布

工作场所或操作过程或放射性三废	主要危害因素
分装柜	放射性药物 (γ 射线、 β 射线)
口服场所	患者、放射性药物 (γ 射线、 β 射线)
治疗后患者离开过程	患者 (γ 射线、 β 射线)
放射性固体废物	一次性塑料杯等 (γ 射线、 β 射线)
放射性气体废物	放射性气溶胶等 (γ 射线、 β 射线)
放射性液体废物	工作场所冲洗用水等 (γ 射线、 β 射线)

三、主要工艺流程及产污环节

1、工作原理

I 是合成甲状腺激素的物质之一, 甲状腺细胞通过 NaI 共转因子克服电化学梯度从血循环中浓聚

^{131}I 。因此，甲状腺疾病患者口服的 ^{131}I 药剂大都聚集在甲状腺内； ^{131}I 衰变发射的 β 射线在组织内平均射程仅为 1mm，因此 β 粒子的能量几乎全部释放在甲状腺组织内，对甲状腺周围的组织和器官影响较小。甲亢患者，如给予适当剂量的 ^{131}I ，则可利用其放射性“切除”部分甲状腺组织而又保留一定量的甲状腺组织，达到治疗目的，使甲状腺功能恢复正常。 ^{131}I 核素特性见表 2-6。

2、工作流程

本次验收项目甲亢治疗所用 ^{131}I 放射性药物采购自有资质的放射性药物供货商。用药当天，药物供货商将已分装好的 ^{131}I 放射性药物胶囊装入铅罐（40mmPb）内，由专用放射性药物运输车辆送至医院 1 号楼一层的核医学科分装注射区。医护人员在分装注射区使用镊子从铅罐中取出单个患者的药物放进一次性纸杯中，通过注射窗（给药窗）投递给注射区的患者，后由患者在注射区服用装在一次纸杯内的 ^{131}I 药物胶囊，甲亢治疗工作流程如下：

①根据医生指导意见，需要接受治疗的患者提前登记预约，并进行治疗前准备：停用抗甲状腺药物及低碘饮食 1~2 周。

②工作人员测定患者的甲状腺 ^{131}I 摄取率、甲状腺重量等，并在服药前告知患者服药后不可使用洗手间。

③根据患者甲状腺的相关情况等制定治疗剂量方案。

④医护人员在分装注射区使用镊子从铅罐中取出单个患者的药物放进一次性纸杯中，通过注射窗（给药窗）投递给注射区的患者。患者在注射区空腹口服 ^{131}I ，经检查无异常，从专用通道离开。

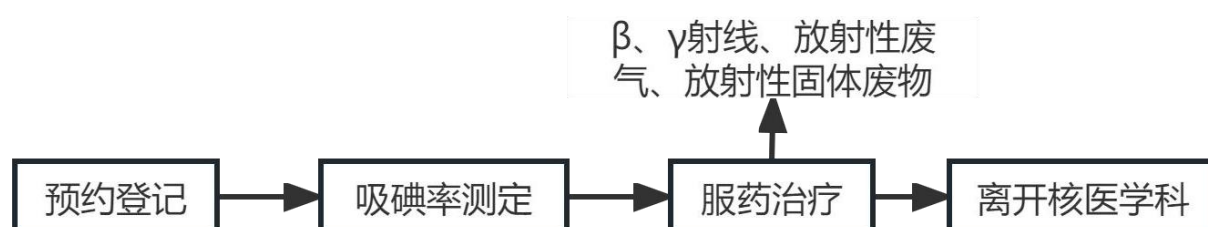


图 2-6 甲亢治疗操作流程示意及产污环节图

3.人员配置和工作负荷

3.1 人员配置

本次验收项目依托核医学科现有辐射工作人员，辐射工作人员基本信息见表 2-9。

表 2-9 本次验收项目辐射工作人员基本信息一览表

序号	姓名	工作岗位	工作职责
1	***	医师	诊断
2	***	医师	诊断
3	***	护士	给药、护理

3.2 工作负荷

由医院提供资料可知，甲亢治疗工作安排在周六，与原有核医学科时间上不存在共线，甲亢治疗预计诊疗规模如表 2-10 所示。其中，患者甲功测定时间为工作日，且每个患者的甲功测定和甲亢治疗

的用药总量最大不超过 370MBq。

表 2-10 甲亢治疗预计诊疗规模一览表

序号	核素名称	诊疗规模（人）				备注
		单人服用最大剂量	单日最大诊疗人数	单月最大诊疗人数	年最大诊疗人数	
1	¹³¹ I	370MBq	2	8~10	100	每月集中服药 4~5 天*

注：每周六早上进行病人服药，每月工作时间随当月周六天数变化而定。

工作人员取药时间 10s/人，工作人员运药时间 10s/人，工作人员递药时间 10s/人次，患者服药时间约 30s/人次，患者通过检查后休息区通道时间为 30s/人次。工作人员年取药时间为 0.28h/a、运药时间为 0.28h/a、递药时间为 0.28h/a，患者进出核医学科时间为 1.67h/a。

4.污染源项描述

4.1 建设阶段的污染源项

本次验收项目辐射工作场所在建设阶段不产生放射性废物、放射性废水和放射性气体，项目主要是在 1 号楼主体建筑上进行内部建设、装修以及设备安装，产生的环境影响主要是施工时产生的噪声、扬尘、废水、固体废物等。本次验收项目工程量较小，没有大型机械设备进入施工场地，施工场地安排有序，施工人员较少，有抑尘措施，施工期短，合理安排施工秩序，施工时间，本次验收项目对周围敏感点的影响在可接受的范围内。随着施工期的结束，这些影响也随即结束。

（1）废气

本次验收项目的环境空气影响主要是扬尘，由散装水泥和建筑材料运输等施工活动将产生。本次验收项目工程量小，产生的扬尘量很小。

（2）噪声

本次验收项目产生噪声影响的主要是施工机械、运输及现场处理等。噪声值一般在 65~80dB（A）之间，施工场地的噪声对周围环境有一定的影响，但随着施工的结束而结束。

（3）废水

施工期用水主要为混凝土搅拌及养护，这类生产废水量小，一般通过蒸发，不外排。其次，施工期会产生少量施工人员生活污水。

（4）固体废弃物

本次验收项目主要依托 1 号楼主体建筑施工，工程量小，产生的建筑垃圾很少。

4.2 运行阶段污染源项

（1）正常工况

1）本次验收项目 ¹³¹I 甲亢治疗每次最大剂量 370MBq 的药物；主要污染途径如下：

①¹³¹I 放射性药物操作（取药、给药）过程中，操作人员将受到 ¹³¹I 核素发射的β射线、γ射线的外照射影响。

②¹³¹I 贮存期间，对周围可能会产生γ射线污染；¹³¹I 诊断或治疗患者服药后，短时间内本身便是一个辐射体（源），对周围的环境可能造成外照射影响，主要为γ射线。

③放射性药品使用（取药、给药、服药）过程产生的 β 表面污染。

④放射性废气： ^{131}I 为挥发性核素，可通过病人呼吸、贮存期间产生，含少部分 ^{131}I 气载性废物。

⑤放射性固体废物：口服 ^{131}I 时产生的一次性纸杯、一次性手套、工作场所通风系统过滤装置更换下来的废活性炭等放射性固体废物。

⑥放射性废液：本次验收项目 ^{131}I 药物为胶囊，医护人员在患者服药前会告知患者服药后不可使用洗手间，并在本次验收项目核医学科内洗手间张贴禁止药后病人使用标识。患者在甲亢治疗后不进行留观，通过患者通道直接走出核医学科，故不产生放射性废水。

（2）事故工况

本次验收项目核医学科使用非密封放射性物质主要发生的放射性污染有：

①操作人员违反操作规程或误将药物胶囊掉落至地面或仪器设备，导致地面或仪器设备受到表面沾污。

②放射性药物被盗、丢失等，流失到社会，对局部环境产生污染，并可能使部分公众受到照射。

③放射性固体废物未衰变到低水平擅自处理造成环境污染和人员伤害。

④核素治疗患者用药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。

表三 辐射安全与防护设施/措施

一、工作场所的布局和分区管理

1.工作场所布局

本次验收项目工作场所依托医院现有 1 号楼 1 层核医学科工作场所，主要包括分装注射区、注射区（给药区）、候诊区、检查后休息区、缓冲间、废源间以及其他辅助用房等；核医学科上方为血液科病区、护士站、更衣室，核医学科下方为人防室、仓库，平面布局详见图 3-1。

经核实，本次验收项目平面布局与环评改造方案一致。

综上所述，本次验收项目工作场所的平面布局均满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021)以及《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）的要求。

2.工作场所分区

本次验收项目工作场所分区详见图 3-1（图中红色区域表示控制区，绿色区域表示监督区）。

经核实，本次验收项目控制区和监督区划分与环评一致。

综上所述，本次验收项目工作场所分区合理。

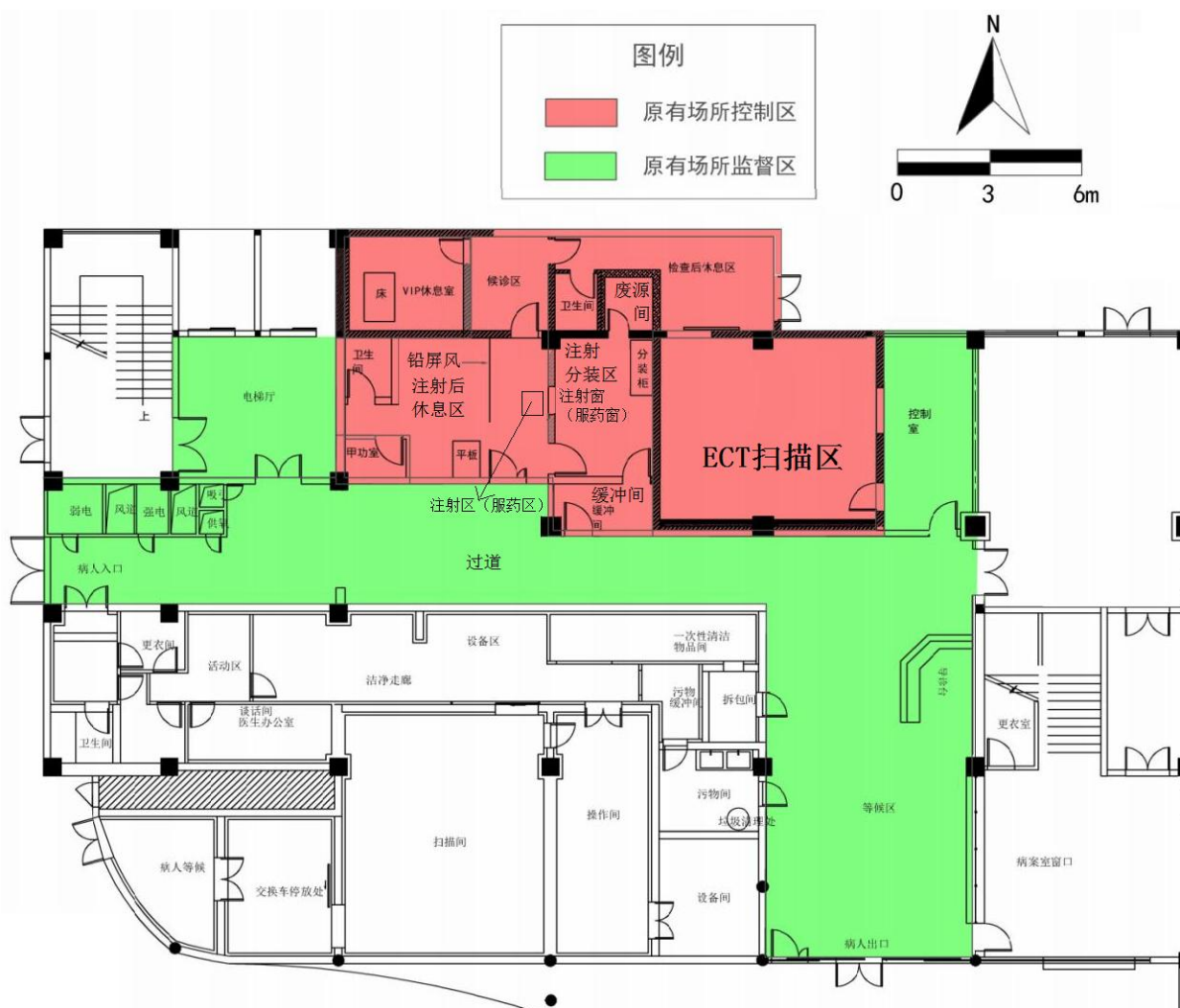


图 3-1 本次验收项目分区示意图

3.工作场所分级

根据国家《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）附录 C 非密封源工作场所的分级规定，放射性核素的日等效操作量等于放射性核素的实际日操作量（Bq）与该核素毒性组别修正因子的积除以与操作方式有关的修正因子所得的商。本次验收项目工作场所分级计算详见表 3-1。

表 3-1 本次验收项目工作场所分级一览表

类型	核素名称	日实际最大操作量 (Bq)	毒性组别修正因子	操作方式修正因子	日等效最大操作量 (Bq)
现有核医学科	^{99m} Tc	1.39×10^{10}	低毒, 0.01	很简单的操作, 10	1.39×10^7
	¹⁸ F	3.7×10^9	低毒, 0.01	很简单的操作, 10	3.7×10^6
	⁸⁹ Sr	1.48×10^9	中毒, 0.1	简单的操作, 1	1.48×10^8
合计					1.66×10^8
本次核医学科	¹³¹ I	7.4×10^8	中毒, 0.1	简单的操作, 1	7.4×10^7

注：①核素毒性组别修正因子根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB 18871-2002 附录 C 表 C2 放射性核素毒性组别修正因子获得；

②操作方式有关的修正因子根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB 18871-2002 附录 C 表 C3 操作方式与放射源状态修正因子获得。

由表 3-1 可知，1 号楼现有核医学科日等效最大操作量总和为 1.66×10^8 Bq，属于乙级非密封物质工作场所，但由于本次验收项目工作时间为周末，原有核医学科项目不工作，所以日等效最大操作量不与原有核医学科叠加，故本次验收项目 ¹³¹I 日等效最大操作量为 7.4×10^7 Bq，为乙级非密封物质工作场所，与环评一致。

4.工作场所分类

根据《核医学科放射防护要求》（GBZ 120-2020）对临床核医学工作场所具体分类办法，操作最大量放射性核素的加权活度（MBq）等于计划的日操作最大活度与该核素毒性权重因子的积除以与操作性质修正因子所得的商。本次验收项目工作场所分类计算详见表 3-2。

表 3-2 本次验收项目工作场所分类一览表

类型	核素名称	日操作最大活度 (Bq)	权重因子	操作性质修正因子	加权活度 (MBq)	工作场所分类
现有核医学科	^{99m} Tc	1.39×10^4	1	1	1.39×10^4	II
	¹⁸ F	3.7×10^3	1	1	3.7×10^3	II
	⁸⁹ Sr	1.48×10^2	100	1	1.48×10^4	II
本次核医学科	¹³¹ I	7.4×10^2	100	1	1.48×10^4	II

由表 3-2 可知，本次验收项目属于 II 类临床核医学工作场所，与环评一致。

5.工作场所路径规划

5.1 医护人员路线

操作人员从南侧医生入口通过缓冲区进入分装注射区，在分装注射区使用镊子从铅罐中取出单个患者的 ¹³¹I 药物胶囊放进一次性纸杯中，通过注射窗（给药窗）投递给注射区的患者，工作结束后按原路返回。

5.2 患者路线

由核医学科南侧病人入口进入，进入至注射区服药后，向北经过候诊区后往东，经过检查后休息

区向东出核医学科。

5.3 药物路线

药物通过核医学科南侧过道，依次进入缓冲间、分装注射区。

5.4 废物路线

注射区（服药区）、分装注射区设置衰变桶，产生的放射性固体废物先暂存于注射区、分装注射区衰变桶内，在当日工作结束后，收集至废源间内贮存衰变

本次验收项目通过时间空间交通模式来控制辐射源（放射性药物、放射性废物、给药后患者）的活动，避免服用放射性药物后患者与服用放射性药物前患者交叉、服用放射性药物后患者与工作人员交叉、服药人员与放射性药物通道交叉，并且放射性药物和放射性废物的运送通道的设置尽可能短捷。本次验收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。

本次验收项目的医护人员路线、患者路线、药物路线、废物路线与环评一致。

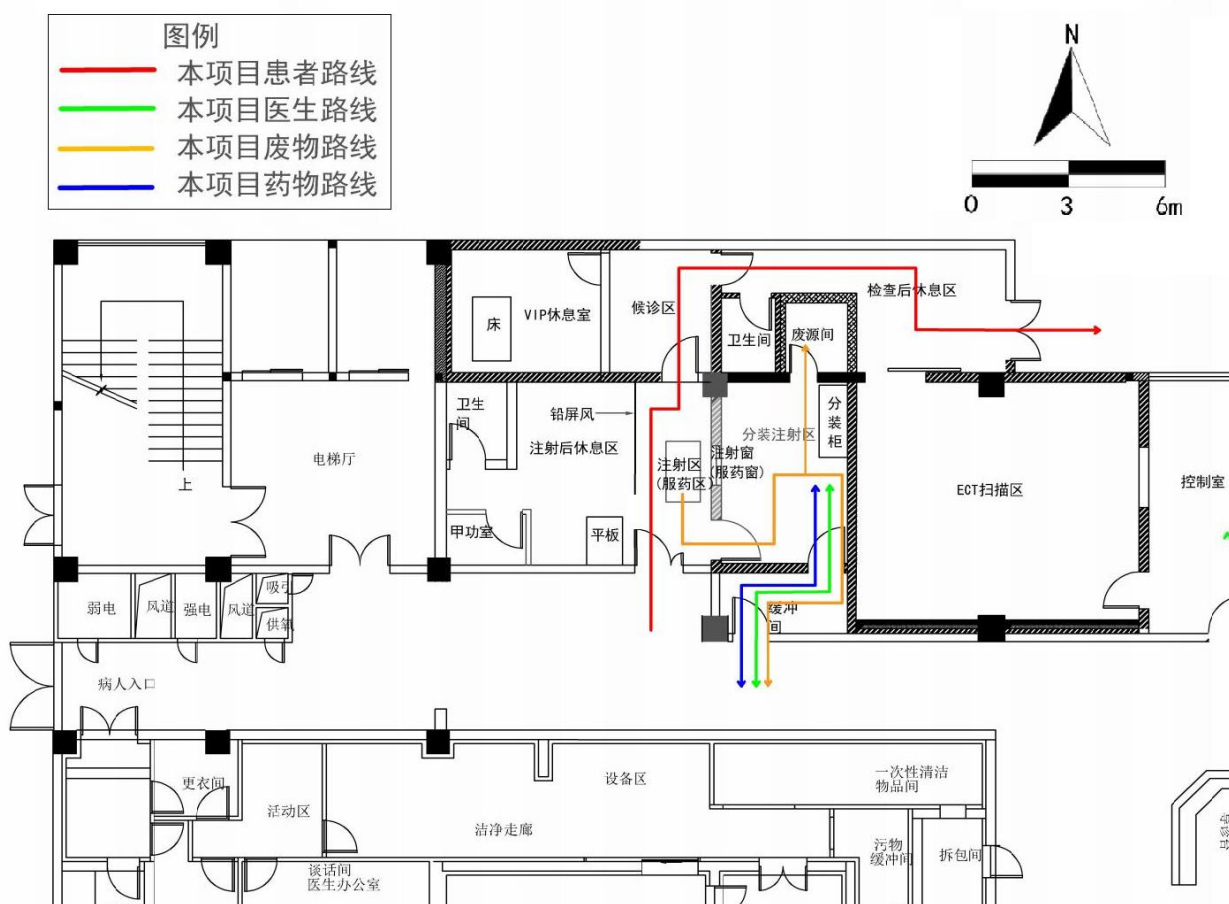


图 3-2 本次验收项目工作场所诊疗流程图

三、辐射工作场所防护设施

1. 屏蔽设施建设情况

本次验收项目屏蔽落实情况详见表 3-3。

表 3-3 本次验收项目屏蔽落实情况一览表

功能室	关注点	环评情况	验收情况	评价
分装注射区	北墙	240mm 混凝土实心砖+4cm 防护涂料	240mm 混凝土实心砖+4cm 防护涂料	一致
	东墙	240mm 混凝土实心砖+2.5cm 防护涂料	240mm 混凝土实心砖+2.5cm 防护涂料	一致
	南墙	240mm 混凝土实心砖+3cm 防护涂料	240mm 混凝土实心砖+3cm 防护涂料	一致
	西墙	240mm 混凝土实心砖+3.5cm 防护涂料	240mm 混凝土实心砖+3.5cm 防护涂料	一致
	顶板	100mm 混凝土+2cm 铅板	100mm 混凝土+2cm 铅板	一致
	底板	250mm 混凝土	250mm 混凝土	一致
	防护门	南侧：7mmPb；西侧：7mmPb	南侧：7mmPb；西侧：7mmPb	一致
	注射窗（服药窗）	正面和底面：50mmPb；（更换后） 两侧面：30mmPb（更换后）	正面和底面：50mmPb；（更换后） 两侧面：30mmPb（更换后）	一致
注射区（服药区）	北墙	240mm 混凝土实心砖+3cm 防护涂料	240mm 混凝土实心砖+3cm 防护涂料	一致
	东墙	240mm 混凝土实心砖+3.5cm 防护涂料	240mm 混凝土实心砖+3.5cm 防护涂料	一致
	南墙	240mm 混凝土实心砖+4cm 防护涂料	240mm 混凝土实心砖+4cm 防护涂料	一致
	西侧	5mmPb 铅屏风（新增）	20mmPb 铅屏风（新增）	适当调整铅当量
	顶板	100mm 混凝土+2cm 铅板（其中注射窗附近 1.2mx2.4m 的范围顶板施工 2cm 铅板）	100mm 混凝土+2cm 铅板（其中注射窗附近 1.2mx2.4m 的范围顶板施工 2cm 铅板）	一致
	底板	250mm 混凝土	250mm 混凝土	一致
	防护门	南侧：6mmPb；北侧：7mmPb	南侧：6mmPb；北侧：7mmPb	一致
检查后休息区	北墙	240mm 混凝土实心砖+3.5cm 防护涂料	240mm 混凝土实心砖+3.5cm 防护涂料	一致
	东墙	240mm 混凝土实心砖+3cm 防护涂料	240mm 混凝土实心砖+3cm 防护涂料	一致
	南墙	240mm 混凝土实心砖+3cm 防护涂料	240mm 混凝土实心砖+3cm 防护涂料	一致
	西墙	300mm 混凝土+240mm 混凝土实心砖+3cm 防护涂料	300mm 混凝土+240mm 混凝土实心砖+3cm 防护涂料	一致
	顶板	/	/	/
	底板	/	/	/
	防护门	东侧：7mmPb；西侧：7mmPb	东侧：7mmPb；西侧：7mmPb	一致
废源间	北墙	240mm 混凝土实心砖+3cm 防护涂料	240mm 混凝土实心砖+3cm 防护涂料	一致
	东墙	240mm 混凝土实心砖+3cm 防护涂料	240mm 混凝土实心砖+3cm 防护涂料	一致
	南墙	240mm 混凝土实心砖+3cm 防护涂料	240mm 混凝土实心砖+3cm 防护涂料	一致
	西墙	240mm 混凝土实心砖+3cm 防护涂料	240mm 混凝土实心砖+3cm 防护涂料	一致
	顶板	150mm 混凝土	150mm 混凝土	一致
	底板	120mm 混凝土	120mm 混凝土	一致
	防护门	南侧：4mmPb	南侧：4mmPb	一致

2. 辐射安全措施

本次验收项目辐射安全防护设施落实情况详见表 3-4，现场照片详见图 3-3。

表 3-4 辐射安全措施验收落实情况

序号	环评时要求	验收情况
1	(1) 视频监控和对讲装置 在注射区（给药区）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对应监控操作间之间设对讲装置，便于工作人员发出指令，指导受检者按相关流程活动。	已落实，本次验收的相关工作场所（检查后休息区、分装注射区等）均已设置视频监控设备，由医院辐射工作人员进行监控，且在注射窗（服药窗）设置对讲系统，便于工作人员发出指令，指导受检者按相关流程活动。
2	(2) 门禁系统 在检查后休息区的出入口处设置单向门禁系统来限制患者的活动范围，并设置自动回门装置，以防无关人员进入；核医学科场所内走道的地面上均设置明确的患者导向标识。	已落实，核医学科入口防护门已设置双向门禁系统，进出均需刷卡；出口防护门已设置单向门禁系统，外面进入需刷卡，并均已设置自动回门装置，以防无关人员进入；核医学科场所内走道的地面上均设置明确的患者导向标识。
3	(3) 放射性物质存放 本项目使用 ^{131}I 放射性药物储存在 40mmPb 的铅罐内。药物均由供货商派专人直接送至分装注射区内，药物容器表面设置电离辐射标志，药物应当天用完。若有放射性药物剩余，则将其收集至铅罐中，由厂家进行回收。本项目新增 6 个含碘废物衰变桶，其中 5 个为（10L，20mmPb）的衰变桶，1 个为（100L，20mmPb）的衰变桶。 本新增项目工作期间，核医学科内产生的放射性废物收集至注射区（服药区）、分装注射区分别新增的 1 个含碘废物衰变桶（10L，20mmPb）中，当日工作结束后，各工作场所的放射性固体废物收集至废源间新增的 3 个含碘废物专用衰变桶（10L，20mmPb）中进行轮换贮存衰变；废源间、其他场所汇集的 2 套通风系统过滤装置更换下来废活性炭，直接收集至新增的衰变桶（100L，20mmPb）中，送至废源间的衰变桶中贮存衰变，放射性废物在衰变桶中经至少 180 天衰变，达到清洁解控水平后，作为一般医疗垃圾。	已落实，本次验收项目使用 ^{131}I 放射性药物储存在 40mmPb 的铅罐内。药物均由供货商派专人直接送至分装注射区内，药物容器表面设置电离辐射标志，药物应当天用完。若有放射性药物剩余，则将其收集至铅罐中，由厂家进行回收。 医院已为本期验收项目配备 4 个含碘废物衰变桶，其中 2 个分别放在注射区（服药区）、分装注射区，另外的 2 个含碘废物衰变桶放于废源间。当日工作结束后，各工作场所的放射性固体废物收集至废源间含碘废物衰变桶贮存衰变；废源间、其他场所汇集的 2 套通风系统过滤装置更换下来的废活性炭，直接收集至废源间含碘废物衰变桶中贮存衰变，放射性废物在衰变桶中经至少 180 天衰变，达到清洁解控水平后，作为一般医疗垃圾。 相比环评少配备 4 个含碘废物衰变桶，但目前衰变桶的配备情况能满足实际使用，可在后续项目开展过程中，根据情况增配衰变桶。

序号	环评时要求	验收情况
4	(4) 通风系统 现有 1 号楼 1 层核医学科项目的通风系统为 2 套，分别为：①ECT 扫描区、分装注射区、注射后休息区、甲功室、VIP 休息室、检查后休息区的排风汇集于一个管道，通风次数为 2~4 次/h，后通过注射分装区北侧直通楼顶；②分装注射区内的手套箱、废源间汇集于一个排风管道，通风次数为 6~8 次/h 由核医学科西北角沿墙面引至楼顶排放。 本新增项目拟在废源间新增一套单独排风的通风系统，扩建后为 3 套通风系统：①ECT 扫描区、分装注射区、注射后休息区、VIP 休息室、检查后休息区的排风汇集于一个管道，后通过注射分装区北侧直通楼顶；②分装注射区内的手套箱单独设计一个排风管道，由核医学科西北角沿墙面引至楼顶排放。③废源间单独设计一个排风管道，由核医学科北侧沿墙面引至楼顶排放。 本项目通风气流流向遵循自监督区向控制区的方向设计，3 套通风系统均设置防回风阀，其中废源间、手套箱内风速不小于 0.5m/s。3 套通风系统最终经 1 号楼楼顶的活性炭过滤装置处理后，通过 3 个高出屋脊的排放口排放。其中废源间、其他场所汇集的 2 套放射性废气排放管道中的活性炭更换下来后，直接收集至本项目新增衰变桶中，并送至废源间内贮存衰变，分装手套箱 1 套放射性废气排放管道中的活性炭收集至原有核医学科衰变桶中，送至废源间贮存衰变。	已落实，本次验收项目设有 3 套通风系统：①ECT 扫描区、分装注射区、注射后休息区、VIP 休息室、检查后休息区的排风汇集于一个管道，后通过注射分装区北侧直通楼顶；②分装注射区内的手套箱单独设计一个排风管道，由核医学科西北角沿墙面引至楼顶排放。③废源间单独设计一个排风管道，由核医学科北侧沿墙面引至楼顶排放。本次验收项目通风气流流向遵循自监督区向控制区的方向设计，3 套通风系统均设置防回风阀，其中废源间、手套箱内风速均不小于 0.5m/s。 3 套通风系统最终经 1 号楼楼顶的活性炭过滤装置处理后，通过 3 个高出屋脊的排放口排放。 其中废源间、其他场所汇集的 2 套放射性废气排放管道中的活性炭更换下来后，直接收集至废源间新增的衰变桶内贮存衰变，分装手套箱 1 套放射性废气排放管道中的活性炭收集至废源间原有的衰变桶内贮存衰变。
5	(5) 表面污染控制 ①放射性药物有良好的外包装，送入后要妥善储存及转移，防止意外撒漏； ②缓冲区配备表面污染检测及剂量率检测仪表及清洗设施； ③放射性药物操作人员定期参加相关专业培训，具备相应的技能与防护知识，并配有适当的防护用品； ④操作台、地面选用易于清污的材料或材质，地板与墙壁接缝无缝隙，并且每次操作完成后使用表面污染监测仪器对操作台、地面、个人防护用品等进行表面污染监测，并购买一次性防水手套、气溶胶防护口罩、安全眼镜、防水工作服、胶鞋、去污剂、小刷子、一次性毛巾或吸水纸、毡头标记笔（水溶性油墨）、不同大小的塑料袋、酒精湿巾、电离辐射警告标志、胶带、标签、不透水的塑料布、一次性镊子等应急及去污用品进行去污。	已落实，①放射性药物有良好的外包装，送入后要妥善储存及转移，防止意外撒漏；②缓冲区配备表面污染检测及剂量率检测仪表及清洗设施；③放射性药物操作人员已参加相关专业培训和辐射安全防护培训，具备相应的技能与防护知识，并配有适当的防护用品；④操作台、地面均选用易于清污的材料或材质，地板与墙壁接缝无缝隙，并且每次操作完成后使用表面污染监测仪器对操作台、地面、个人防护用品等进行表面污染监测，并已配备应急去污产品（含有一次性防水手套、气溶胶防护口罩、安全眼镜、防水工作服、胶鞋、去污剂、小刷子、吸水纸、去污产品、小水桶、安全绳、延长卫生夹、毡头标记笔（水溶性油墨）、塑料袋、酒精湿巾、电离辐射警告标志、胶带、标签、不透水熟料布、一次性镊子、海绵擦、喷水壶、专用清洁拖把、一次帽子）。

表 3-5 本次验收项目防护用品配备情况表

名称	数量	铅当量	备注
铅罐	1	40mmPb	存放药物，厂家自带
含碘废物衰变桶	4	20mmPb	利旧
手套箱	1	20mmPb	利旧
个人防护用品 (工作人员)	铅橡胶防护衣	1	利旧，放置于分装注射区
	铅橡胶围脖	1	
	铅橡胶防护帽	1	
医用一次性防护服	1	/	新增
308A 防毒口罩	1	/	新增

表 3-6 本次验收项目监测设备配备一览表

仪器名称	型号/规格	数量	检定/校准日期	备注
α 、 β 表面污染仪	FJ1210	1 台	有效期至 2025.09.23	新增
便携式 X、 γ 辐射周围剂量当量率仪	FJ1200	1 台	有效期至 2025.09.25	利旧
个人剂量报警仪	FJ3200	2 台	有效期至 2025.09.24	利旧
放射性活度计	CRC-55tR	1 台	有效期至 2026.11.11.	新购



分装注射区



分装柜



注射窗 (服药窗) (含对讲装置)



核医学科入口



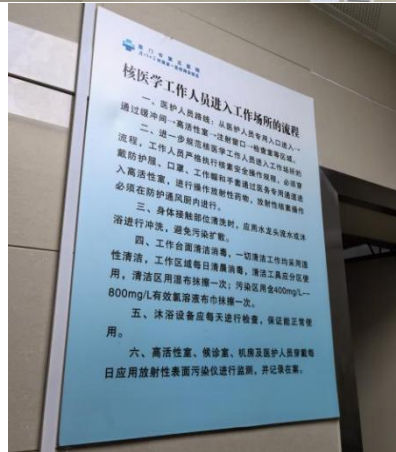
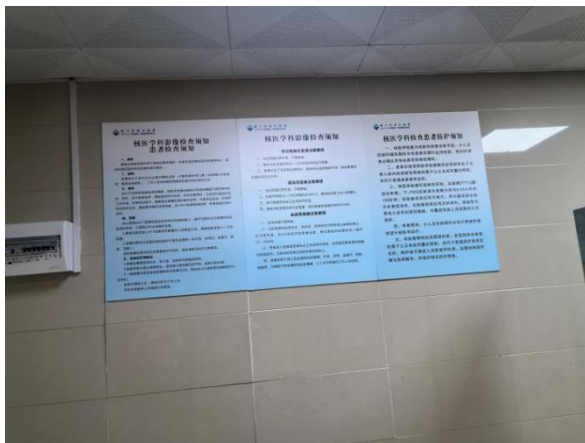
核医学科出口



清洁去污套装清单

一次性防水手套	✓	毡头标记笔（水溶性油墨）	✓
气溶胶防护口罩	✓	塑料袋	✓
安全眼镜	✓	酒精湿巾	✓
防水工作服	✓	电离辐射警告标志	✓
胶鞋	✓	胶带	✓
去污剂	✓	标签	✓
小刷子	✓	不透水熟料布	✓
吸水纸	✓	一次性镊子	✓
去污用品	✓	海绵擦	✓
小水桶	✓	喷水壶	✓
安全绳	✓	专用清洁拖把	✓
延长卫生夹	✓	一次帽子	✓

应急去污用品



上墙制度（部分）



视频监控（部分）



防护用品（部分）

废源间（铅废物桶）



铅屏风



便携式 X、 γ 辐射周围剂量当量率仪



α 、 β 表面污染仪



个人剂量报警仪（部分）

图 3-3 本次验收项目部分辐射防护措施图片

三、放射性三废处理设施的建设和处理能力

1.放射性废水处理措施

本次验收项目 ^{131}I 治疗仅用于甲亢治疗， ^{131}I 药物为胶囊，医护人员在患者服药前会告知患者服药后不可使用洗手间。患者在甲亢治疗后不进行留观，通过患者通道直接走出核医学科，故不产生放射性废水。

2.放射性废气处理措施

环评要求：

现有 1 号楼 1 层核医学科项目的通风系统为 2 套，分别为：

①ECT 扫描区、分装注射区、注射后休息区、甲功室、VIP 休息室、检查后休息区的排风汇集于一个管道，通风次数为 2~4 次/h，后通过注射分装区北侧直通楼顶；②分装注射区内的手套箱、废源间汇集于一个排风管道，通风次数为 6~8 次/h 由核医学科西北角沿墙面引至楼顶排放。

本新增项目拟在废源间新增一套单独排风的通风系统，扩建后为 3 套通风系统：

①ECT 扫描区、分装注射区、注射后休息区、VIP 休息室、检查后休息区的排风汇集于一个管道，后通过注射分装区北侧直通楼顶；②分装注射区内的手套箱单独设计一个排风管道，由核医学科西北角沿墙面引至楼顶排放；③废源间单独设计一个排风管道，由核医学科北侧沿墙面引至楼顶排放。

本项目通风气流流向遵循自监督区向控制区的方向设计，3 套通风系统均设置防回风阀，其中废源间、手套箱内风速不小于 0.5m/s。3 套通风系统最终经 1 号楼楼顶的活性炭过滤装置处理后，通过 3 个高出屋脊的排放口排放。其中废源间、其他场所汇集的 2 套放射性废气排放管道中的活性炭更换下来后，直接收集至本项目新增衰变桶中，并送至废源间内贮存衰变，分装手套箱 1 套放射性废气排放管道中的活性炭收集至原有核医学科衰变桶中，送至废源间贮存衰变。

验收情况：

本次验收项目设有 3 套通风系统（详见图 3-4）：

①ECT 扫描区、分装注射区、注射后休息区、VIP 休息室、检查后休息区的排风汇集于一个管道，后通过注射分装区北侧直通楼顶；②分装注射区内的手套箱单独设计一个排风管道，由核医学科西北角沿墙面引至楼顶排放；③废源间单独设计一个排风管道，由核医学科北侧沿墙面引至楼顶排放。本次验收项目通风气流流向遵循自监督区向控制区的方向设计，3 套通风系统均设置防回风阀，其中废源间、手套箱内风速均不小于 0.5m/s，详见表 3-8。

3 套通风系统最终经 1 号楼楼顶的活性炭过滤装置处理后，通过 3 个高出屋脊的排放口排放。其中废源间、其他场所汇集的 2 套放射性废气排放管道中的活性炭更换下来后，直接收集至废源间新增的衰变桶内贮存衰变，分装手套箱 1 套放射性废气排放管道中的活性炭收集至废源间原有的衰变桶内贮存衰变。

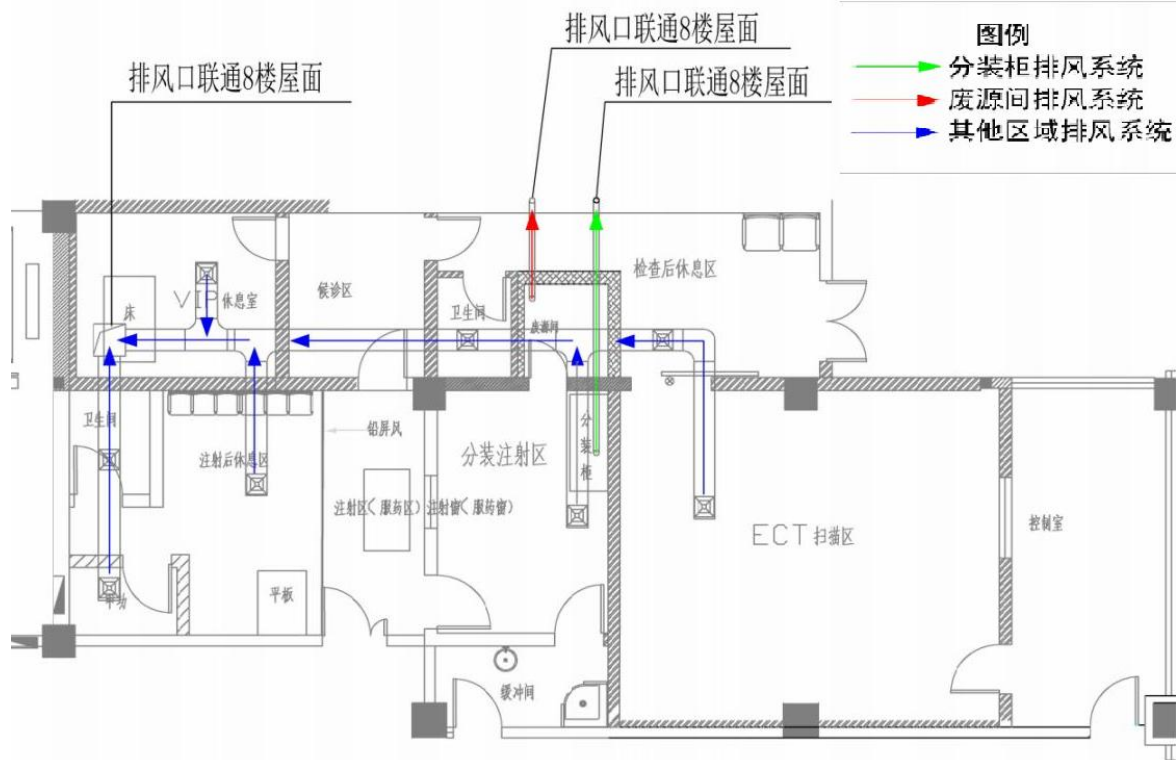


表 3-4 本次验收项目排风管道布置图

表 3-8 风速检查结果表

场所名称	检测点位置	风速 (m/s)	标准限制 (m/s)	环评要求 (m/s)	结论
分装柜	左侧屏蔽孔处 (打开)	1.58	≥0.5	≥0.5	符合
	右侧屏蔽孔处 (打开)	1.60	≥0.5	≥0.5	符合
废源间	排风口	0.85	≥0.5	≥0.5	符合

综上所述，放射性废气处理措施验收情况与环评一致。

3.放射性固体废物处理措施

环评要求：

核医学科放射性固体废物主要有废活性炭以及使用后的擦拭废纸、一次性手套、一次性纸杯等被非密封放射性物质污染的物品。废源间、其他场所汇集的 2 套通风系统过滤装置更换下来废活性炭，直接收集至本项目新增的 1 个 100L 衰变桶中，送至分装注射区的废源间内贮存衰变，贮存衰变至少 180 天，监测符合清洁解控水平后作为一般医疗垃圾处理。

分装手套箱 1 套通风系统过滤装置更换下来废活性炭收集至原有核医学科衰变桶中，送至废源间按原有项目核素的标准进行贮存衰变。

使用后的擦拭废纸、一次性手套、一次性纸杯等被非密封放射性物质污染的物品，主要产生于分装注射区、注射区（给药区）。这些放射性废物收集至注射区（服药区）、分装注射区分别新增的 1 个含碘废物衰变桶（10L，20mmPb）中，当日工作结束后，各工作场所的放射性固体废物收集至废源间新增的 3 个含碘废物专用衰变桶（10L，20mmPb）中进行轮换贮存衰变至少 180 天，经监测满足解控要求后作为一般医疗垃圾处理。

验收情况：

本次验收项目使用 ^{131}I 放射性药物储存在 40mmPb 的铅罐内。药物均由供货商派专人直接送至分装注射区内，药物容器表面设置电离辐射标志，药物应当天用完。若有放射性药物剩余，则将其收集至铅罐中，由厂家进行回收。

医院已为本期验收项目配备 4 个含碘废物衰变桶，其中 2 个分别放在注射区（服药区）、分装注射区，另外的 2 个含碘废物衰变桶放于废源间。当日工作结束后，各工作场所的放射性固体废物收集至废源间含碘废物衰变桶贮存衰变；废源间、其他场所汇集的 2 套通风系统过滤装置更换下来的废活性炭，直接收集至废源间含碘废物衰变桶中贮存衰变，衰变至少 180 天，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， α 表面污染小于 $0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$ 、 β 表面污染小于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，可对废物清洁解控并作为医疗废物处理。

相比环评少配备 4 个含碘废物衰变桶，但目前衰变桶的配备情况能满足实际使用，可在后续项目开展过程中，根据情况增配衰变桶。

四、辐射安全管理情况

1. 辐射环境管理机构

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，使用乙级非密封放射性物质工作场所的单位，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作；从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。

为做好医院辐射安全管理，保障放射诊疗工作人员、患者和公众的健康，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等相关规定，医院决定成立辐射安全与环境保护管理委员会，并明确了其主要职责，委员会成员详见表 3-9。

表 3-9 辐射安全与环境保护管理委员会组成一览表

主任委员	张福星院长
副主任委员	何 峰、张凤岭、宋正茂
成 员	陈仲育、金银华、刘建成、陈永盛、滕以娟、叶先龙、苏建军、徐 骞、吴水平、俞 丹

辐射安全与环境保护管理委员会下设办公室，具体成员名单如下：

表 3-10 辐射安全与环境保护管理委员会办公室组成一览表

主 任	何 峰
副主任	叶先龙
成 员	陈仲育、金银华、刘建成、陈永盛、滕以娟、叶先龙、苏建军、徐 骞、吴水平、俞 丹
管理员	许新建

主要任务：设备科负责本院的放射性防护检测与评价组织、各放射设备的维修与预防性维护，建立并保存检测与评价、维护档案等。保健科负责本院的放射工作岗位人员的职业健康体检、法律法规培训、职业健康监护档案管理、医院职业危害岗位人员职业病鉴定申请、放射工作岗位人员的辐射安全培训计划、统一管理辐射安全与防护培训证书、人员档案整理等。医务部负责负责组织、参与急性

辐射病的救治，及医务人员的应急调配，组织医院专家组的会诊，办理放射诊疗许可证等。放射科负责受检者放射危害告知与防护、放射诊疗场所辐射防护安全管理、医疗照射质量保证方案与监测、放射性药品管理与放射性废物处理等。

2.辐射环境管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中的有关要求，使用放射性同位素的单位要健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射事故应急措施。

为保证本次验收项目工作的正常开展，医院已根据国家法律法规、标准规范的要求制定了各类辐射安全管理规章制度，详见表 3-11。

表 3-11 本次验收项目工作涉及的相关辐射安全管理规章制度

制度名称	
《辐射安全管理规定》 《射线装置管理规定》 《射线装置监测管理规定》 《放射工作人员管理规定》 《辐射安全与环境保护管理委员会》	《辐射事故/事件应急预案》 《 ¹³¹ I 储存及废物处理制度》 《核医学科放射事故应急处理预案》 《核医学科放射污染应急处理预案》 《核医学科放射性源丢失应急处理预案》

医院制定的辐射安全管理规章制度涵盖了辐射安全管理、放射性药品管理、核医学科质量保证制度、辐射监测制度、放射工作人员职业健康管理、设备的操作与维保管理等内容，内容较为全面，具有适用性、可操作性及有效性，符合要求。同时医院于 2024 年 3 月 4 日进行了核医学科辐射安全应急演练，详见附件 10。

3.辐射工作人员管理情况

3.1 核技术利用辐射安全与防护考核情况

本次验收项目涉及的 3 名辐射工作人员均参加了核技术利用辐射安全与防护考核，均持有在有效期内的核医学核技术利用辐射安全与防护考核合格证书，详见表 3.12 以及附件 4。

3.2 职业健康体检情况

本次验收项目涉及的 3 名辐射工作人员均参加了职业健康体检，详见附件 3.12 以及附件 5。

表 3.12 本次验收项目辐射工作人员辐射安全与防护考核及职业健康体检情况一览表

序号	姓名	辐射安全与防护考核		职业健康体检		
		证书编号	有效期至	体检单位	体检日期	适任性处理意见
1	***	FS23FJ0300020	2028.02.25	厦门市第五医院	2024.10.12	可从事放射工作
2	***	FS23FJ0300021	2028.02.25		2024.09.06	可继续从事原放射工作
3	***	FS23FJ0300017	2028.02.25		2024.09.10	

3.3 个人剂量监测

医院定期委托有资质的单位（天津瑞丹辐射检测评估有限责任公司）进行外照射个人剂量监测工作，监测频率为 1 次/3 个月，每份个人剂量检测结果均存档备案。从最近 4 个周期的《职业外照射个人剂量检测报告》看，所有辐射工作人员的监测结果均未超过相应周期的调查水平。

六、工程环境保护投资

本次验收项目投资 90 万，其中环保投资 30 万，环保投资占总投资 33.33%。

表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

一、.建设项目环境影响报告表主要结论及建议

1.主要结论

(1) 项目概况

厦门市第五医院位于福建省厦门市翔安区马巷镇民安路 101 号, 1 号楼位于院区北部。为提高医院服务质量及服务水平, 满足广大患者就医的需要, 厦门市第五医院拟在原有核医学科项目基础上进行扩建, 医院计划新增使用非密封放射性物质 ^{131}I 用于放射诊疗工作。本项目放射性药物均由药物供应商提供, 项目主要是在 1 号楼主体建筑上进行内部建设、装修, 更换注射窗(给药窗), 并新增 1 套通风系统和铅屏风以满足各工作场所的辐射屏蔽防护要求。本项目辐射工作的种类和范围为乙级非密封放射性物质工作场所。

(2) 选址合理性分析

本扩建项目依托于原有 1 号楼 1 层核医学科, 在周末(原有核医学不工作)期间利用非密封放射性物质 ^{131}I 用进行甲亢治疗工作, 本项目工作时间与原有核医学科工作时间不交叉, 不影响原有核医学科项目。该场所位置相对独立, 与周边非放射性工作场所不交叉, 场所不毗邻产科、儿科、食堂等部门及人员密集区, 除北侧居民区、东侧道路旁商住两用居民楼、厦门鸿炬工贸有限公司外, 其余部分均位于医院内。核医学科工作场所四周人员停留较少, 经本报告估算, 在防护设施、距离以及楼内隔室墙体衰减后, 对周围环境影响不大。综上所述, 原有核医学科选址考虑了周边及上下楼情况, 避开人群聚集区, 按照设计的防护措施, 项目运行时对周围环境辐射影响小。因此, 项目选址是合理的。

(3) 辐射安全与防护分析结论

1) 辐射安全设施

本项目核医学科采取的屏蔽墙体、防护门和窗等有效屏蔽设施能满足辐射防护要求。场所布局较为合理, 辐射工作场所控制区和监督区划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求。同时本项目按《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021)以及《核医学科放射防护要求》(GBZ 120-2020)相关要求对屏蔽防护进行了设计, 并设置相应放射防护措施; 设有衰变桶、通风系统及活性炭过滤装置等三废处置设施; 配备相应的个人防护用品以及应急去污用品。本项目工作场所防护设施满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)、《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021)以及《核医学科放射防护要求》(GBZ 120-2020)等标准的要求。

2) 辐射安全管理

厦门市第五医院已成立辐射安全与环境保护管理委员会, 已制定了较为完善的辐射安全管理制度和放射工作流程。本项目辐射工作人员均为新增人员, 新进的辐射工作人员应及时在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台参加培训, 经考核合格后方可上岗。在认真落实以上辐射安全管理制度的情况下, 本项目辐射安全管理能满足辐射安全管理要求。

(4) 环境影响评价结论

1) 辐射工作人员及公众年附加剂量

本项目核医学科操作核素 ^{131}I 时,核医学科工作场所各控制区内房间防护门、观察窗和墙壁外表面 30 cm 处的周围剂量当量率均低于 $2.5\mu\text{Sv/h}$;控制区内工作人员较少停留或无需到达的场所,其周围剂量当量率均低于 $10\mu\text{Sv/h}$,满足《核医学科放射防护要求》(GBZ 120-2020)和《国家核安全局关于核医学标准相关条款咨询的复函》(辐射函〔2023〕20号)的相关要求。本项目辐射工作人员年有效剂量为 $8.7\times 10^{-3}\text{mSv}$,公众人员年有效剂量为 $8.35\times 10^{-6}\sim 1.03\times 10^{-3}\text{mSv}$,低于《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021)提出的剂量约束值(职业人员 5mSv/a ,公众人员 0.1mSv/a)。

2) 事故影响

在严格落实本报告提出的各项防护措施及厦门市第五医院《辐射事故应急预案》的基础上,项目运行过程中可能发生的辐射事故造成的环境影响可控制在可接受水平内。

(5) “三废”处置措施

1) 施工期

项目施工期环境影响主要是施工噪声、扬尘、废水、固体废物等,拟采取以下措施:

①合理安排施工时间,采取消声降噪等措施,降低施工噪声影响。

②通过缩短施工时间、封闭施工、洒水等相关措施,降低施工扬尘影响。

③施工废水主要为混凝土养护水,产生量小,一般通过蒸发,不外排;施工人员生活污水主要是依托现有设施(卫生间),通过下水管道排入医院污水处理设施处理达标后排放。

④建筑装修垃圾由施工方统一交由有资质的渣土运输公司处置,包装纸箱等可回收利用的施工废物料予以回收利用,其他部分分类收集后交由环卫部门清运;施工人员生活垃圾分类收集至相应的垃圾箱后交由环卫部门清运。

2) 运营期

本项目工作场所设置 3 套通风系统:

①ECT 扫描区、分装注射区、注射后休息区、VIP 休息室、检查后休息区的排风汇集于一个管道,后通过注射分装区北侧直通楼顶;

②分装注射区内的手套箱单独设计一个排风管道,由核医学科西北角沿墙面引至楼顶排放。

③废源间单独设计一个排风管道,由核医学科北侧沿墙面引至楼顶排放。

本项目通风气流流向遵循自监督区向控制区的方向设计,3 套通风系统均设置防回风阀,其中废源间、手套箱内风速不小于 0.5m/s 。3 套通风系统最终经 1 号楼楼顶的活性炭过滤装置处理后,通过 3 个高出屋脊的排放口排放。废源间、其他场所汇集的 2 套放射性废气排放管道中的活性炭更换下来后,直接收集至本项目新增含碘废物衰变桶中,并送至废源间内贮存衰变,存放至少 180 天,监测符合清洁解控水平后作为一般医疗垃圾处理。

分装手套箱 1 套放射性废气排放管道中的活性炭收集至原有核医学科衰变桶中,送至废源间按原有项目核素要求贮存衰变。

②放射性固体废物

本项目使用后的擦拭废纸、一次性手套、一次性纸杯等被非密封放射性物质污染的物品，暂存于含碘废物衰变桶内贮存衰变至少 180 天，经监测满足解控要求后作为一般医疗垃圾处理；核医学科废源间、其他场所通风系统过滤装置更换下来的废活性炭，收集至废源间的含碘废物衰变桶中，在衰变桶中放置超过 180 天，监测符合清洁解控水平后作为一般医疗垃圾处理。本项目放射性固体废物在采取相应的储存措施后，对环境的影响满足相关要求。

（6）产业政策符合性

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令第 29 号），本项目属于“鼓励类”中“十三、医药”中的“5、……数字化医学影像设备……”以及“三十七、卫生健康”中的“5、医疗卫生服务设施建设”项目，因此厦门市第五医院核医学科扩建项目符合国家产业政策。

（7）总结论

厦门市第五医院核医学科扩建项目旨在改善患者就医环境，建设方案按照环境保护法规和有关辐射防护要求进行设计，建设过程严格按照设计方案进行施工，建筑施工质量能达到要求，并且落实本次评价对该项目提出的各项辐射防护要求及措施，则本项目正常运行时，对周围环境的影响能够符合辐射环境安全防护的要求，从环境保护和辐射防护角度论证，该项目是可行的。

2.主要建议

（1）本环评获批后，医院应及时在全国核技术利用辐射安全申报系统中更新。

（2）在设备安装的同时，应确保辐射防护设施和管理措施的建设，切实做到环境保护设施和主体工程“同时设计、同时施工、同时投产”。

（3）根据《建设项目竣工环境保护验收管理办法》的规定，项目建成并试运行后，按照规定程序开展竣工环境保护验收。

（4）医院操作人员的流动性，工作性质的交叉性使管理工作难度加大，因此应加强个人剂量及职业健康体检的管理，完善辐射工作人员职业健康监护档案。

（5）新进的辐射工作人员应及时在参加国家核技术利用辐射安全与防护培训，经考核合格后方可上岗；同时要做好已取得合格证书人员的复训工作。

（6）医院应每年安排 1~2 次应急预案模拟演练，强化避险救治常识，以培训、演练相结合，提高合作、协同的应急能力。

（7）不断加强医院的辐射安全管理工作，持续完善辐射安全管理制度，落实辐射安全管理责任。

二、审批部门审批意见

一、本项目的建设内容为:拟在厦门市第五医院（厦门市翔安区马巷镇民安路 101 号）的 1 号楼一层核医学科内的分装注射区、注射区等区域进行内部改造，更换注射窗（给药窗）新增一套通风系统和铅屏风等，新增使用非密封放射性物质 I-131 用于甲亢治疗。

本项目 I-131 核素的日等效最大操作量为 $7.4\text{E}+7\text{Bq}$ ，核医学科合计日等效最大操作量为 $1.66\text{E}+8\text{Bq}$ ，属乙级非密封放射性物质工作场所。

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，要不患之放射性药物路径；要划分控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制区和监督区，监督区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）完善放射性药品安全管理制度，设专人负责，做好领取、使用和登记工作，确保放射性药品安全。

（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 I-131 核素的固体废物暂存时间应超过 180 天，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；建立健全会人剂量和职业健康档案人剂量计并接受剂量监所有辐射工作人员均应按的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厦门市生态环境局。请厦门市生态环境局加强对项目的日常监督管理。

三、项目环评报告/批复要求及落实情况

表 4.1 项目环评报告/批复要求及验收情况一览表

措施来源	环保措施	验收情况
环评报告	本环评获批后，医院应及时在全国核技术利用辐射安全申报系统中更新。	已落实，本次验收项目已取得《辐射安全许可证》。

措施来源	环保措施	验收情况
环评报告	在设备安装的同时，应确保辐射防护设施和管理措施的建设，切实做到环境保护设施和主体工程“同时设计、同时施工、同时投产”。	已落实，在设备安装的同时已相应做好辐射防护设施和管理措施的建设，切实做到环境保护设施和主体工程“同时设计、同时施工、同时投产”。
	根据《建设项目竣工环境保护验收管理办法》的规定，项目建成并试运行后，按照规定程序开展竣工环境保护验收。	已落实，正按规定程序开展竣工环境保护验收。
	医院操作人员的流动性，工作性质的交叉性使管理工作难度加大，因此应加强个人剂量及职业健康体检的管理，完善辐射工作人员职业健康监护档案。	已落实，医院已建立《射线装置监测管理规定》《放射工作人员职业健康管理制度》等制度，加强个人剂量及职业健康体检的管理，完善辐射工作人员职业健康监护档案。
	新进的辐射工作人员应及时在参加国家核技术利用辐射安全与防护培训，经考核合格后方可上岗；同时要做好已取得合格证书人员的复训工作。	已落实，本次验收项目辐射工作人员均已参加国家核技术利用辐射安全与防护培训，并经考核合格后，取得辐射安全与防护培训证书。
	医院应每年安排 1~2 次应急预案模拟演练，强化避急救常识，以培训、演练相结合，提高合作、协同的应急能力。	已落实，医院于 2024 年 3 月 4 日进行了核医学科辐射安全应急演练，详见附件 10。
	不断加强医院的辐射安全管理工作，持续完善辐射安全管理制度，落实辐射安全管理责任。	已落实，医院已制定相关制度，并在今后工作中不断加强医院的辐射安全管理工作，持续完善辐射安全管理制度，落实辐射安全管理责任。
环评批复	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，要不患之放射性药物路径；要划分控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制区和监督区，监督区防止人员受到误照射。	已落实，详见表三。
	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。	已落实，医院已成立辐射安全与环境保护管理委员会，制定的辐射安全管理制度涵盖了辐射安全管理、放射性药品管理、核医学科质量保证制度、辐射监测制度、放射工作人员职业健康管理、设备的操作与维保管理等内容，内容较为全面，具有适用性、可操作性及有效性，符合要求。并于 2024 年 3 月 4 日进行了核医学科辐射安全应急演练。
	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	已落实，医院已制定《受检者放射危害告知与防护制度》，并在今后工作中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

措施来源	环保措施	验收情况
环评批复	完善放射性药品安全管理制度，设专人负责，做好领取、使用和登记工作，确保放射性药品安全。	已落实，医院已设专人负责领取、使用和登记工作，确保放射性药品安全，在今后工作中根据实际情况更新放射性药品安全管理制度。
	做好放射源退役后回收处置工作。与放射源供应商签订废源回收协议，待放射源退役后送贮原生产厂家回收或送交有资质的单位收贮。	已落实，医院在今后工作中做好放射源退役后回收处置工作。与放射源供应商签订废源回收协议，待放射源退役后送贮原生产厂家回收或送交有资质的单位收贮。
	使用放射性同位素、射线装置的操作人员和相关管理人员应按要求参加辐射防护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佩戴个人剂量计并接受剂量监测。	本次验收项目涉及的辐射工作人员，均持有辐射安全与防护培训证书，并委托有资质单位开展个人剂量监测工作，建立个人剂量档案。且已安排辐射工作人员参加职业健康体检，并建立职业健康档案。

四、项目环评报告中建设项目竣工环境保护验收项目及落实情况

表 4-2 项目环评报告中建设项目竣工环境保护验收项目验收情况一览表

序号	环评情况			验收情况
	验收项目	验收内容	验收标准及要求	
1	辐射防护措施	核医学科区域四周墙体和门、窗、铅屏风的防护，详见表 10.1.1。	1、《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020） 2、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002） 辐射工作人员剂量约束限值（5mSv/a）和公众剂量约束限值（0.1mSv/a）	本次验收项目已相应落实，详见表三 辐射安全与防护设施/措施。
		沿用原有核医学科铅衣、铅围裙、放射性污染防护服、铅围脖、铅帽、铅眼镜等个人防护用品、便携式辐射监测仪、个人剂量报警仪和 α/β 表面沾污仪，同时新增 1 台个人剂量报警仪、1 套放射性污染防护服、易使用远距离操作工具以及不小于 3mm 厚的橡皮泥或橡胶板，在分装注射区配备 1 台固定式辐射报警仪；配置一次性防水手套、气溶胶防护口罩、安全眼镜、防水工作服、胶鞋、去污剂、小刷子、一次性毛巾或吸水纸、毡头标记笔（水溶性油墨）、不同大小的塑料袋、酒精湿巾、电离辐射警告标志、胶带、标签、不透水的塑料布、一次性镊子等应急及去污用品。		
		核医学科在控制区出入口设置明显的电离辐射警告标志；注射区（服药区）将设视频监控设备，并将在上述功能室与对应监控操作间之间设对讲装置；在场所内走道的地面上张贴醒目标识路线及禁止路线，患者候诊室设置放射防护注意事项告知栏；盛放放射物质的容器表面设置电离辐射警告标识。		
		核医学工作场所的室内表面及装备结构满足标准要求。	《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）	

序号	环评情况			验收情况
	验收项目	验收内容	验收标准及要求	
3	放射性固体废物	医院在注射区（服药区）、分装注射区各新增设置1个含碘废物衰变桶（10L，20mmPb），收集含 ¹³¹ I放射性固体废物，当日工作结束后收集各场所产生的放射性固体废物至废源间新增的3个含碘废物衰变桶（单个10L，20mmPb）中贮存衰变，经监测满足解控要求后作为一般医疗垃圾处理；废源间、其他场所通风系统过滤装置更换下来废弃的活性炭，直接收集至废源间内新增的1个 ¹³¹ I（100L，20mmPb）含碘废物衰变桶中，存放至少180天，监测符合清洁解控水平后作为一般医疗垃圾处理。	1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002） 2、《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）、 3、《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）	本次验收项目已相应落实，详见表三 辐射安全与防护设施/措施。
4	放射性废气	设置独立的排风系统，各工作用房排风口及送风口均设置于顶棚上方，采用专门管道抽吸至楼顶排风，通风速率均不小于1m/s，均设置防回风阀，排风均经过楼顶的活性炭过滤装置处理后，通过排放口排放。		
5	管理措施	辐射工作人员佩戴个人剂量计并建立个人剂量档案。 制定相应的规章制度和应急预案，规章制度应张贴在相关操作室。 建立完善的射线装置和核素台帐。 医院辐射工作人员参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台的辐射安全培训及考核，考核通过后方可上岗。 所有辐射工作人员每两年均应参加健康体检。	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）	本次验收项目已相应落实，详见表三 辐射安全与防护设施/措施。
6	环境监测	委托有资质的单位每年对核医学科各功能室屏蔽墙及窗外、防护门及缝隙处、操作台等 γ 辐射剂量率、 β 表面污染进行监测；对核医学科四周及上下方活动场所、进出通道外，靠近核医学科处 γ 辐射剂量率进行监测。		

五、验收不合格项自查落实情况

根据环境保护部关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告第八条，建设项目环境保护设施存在表4-3情形之一的，建设单位不得提出验收合格的意见。

表4-3 验收不合格项自查落实情况

序号	《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》提出的验收不合格项目	验收中落实的情况
1	未按环境影响报告书（表）及其审批部门审批决定要求建成环境保护设施，或者环境保护设施不能与主体工程同时投产或者使用的；	不存在此情况
2	污染物排放不符合国家和地方相关标准、环境影响报告书（表）及其审批部门审批决定或者重点污染物排放总量控制指标要求的；	不存在此情况
3	环境影响报告书（表）经批准后，该建设项目的性质、规模、地点、采用的生产工艺或者防治污染、防止生态破坏的措施发生重大变动，建设单位未重新报批环境影响报告书（表）或者环境影响报告书（表）未经批准的；	不存在此情况

序号	《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》提出的验收不合格项目	验收中落实的情况
4	建设过程中造成重大环境污染未治理完成，或者造成重大生态破坏未恢复的；	不存在此情况
5	纳入排污许可管理的建设项目，无证排污或者不按证排污的；	不存在此情况
6	分期建设、分期投入生产或者使用依法应当分期验收的建设项目，其分期建设、分期投入生产或者使用的环境保护设施防治环境污染和生态破坏的能力不能满足其相应主体工程需要的；	不存在此情况
7	验收报告的基础资料数据明显不实，内容存在重大缺项、遗漏，或者验收结论不明确、不合理的；	不存在此情况
8	其他环境保护法律法规规章等规定不得通过环境保护验收的。	不存在此情况

表五 验收监测质量保证及质量控制

本次监测单位为厦门亿科特检测技术有限公司，我司在允许范围内开展监测工作和出具有效的监测报告，保证了监测工作的合法性和有效性。

- ①合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性；
- ②监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗；
- ③监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用；
- ④每次测量前后均检查仪器的工作状态是否良好；
- ⑤由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录；
- ⑥监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术总负责人审定。

表六 验收监测内容

一、监测项目

根据本次验收项目的工艺流程和污染特征，本次验收监测项目为周围剂量当量率、β放射性物质表面污染水平、分装柜风速。

二、监测点位

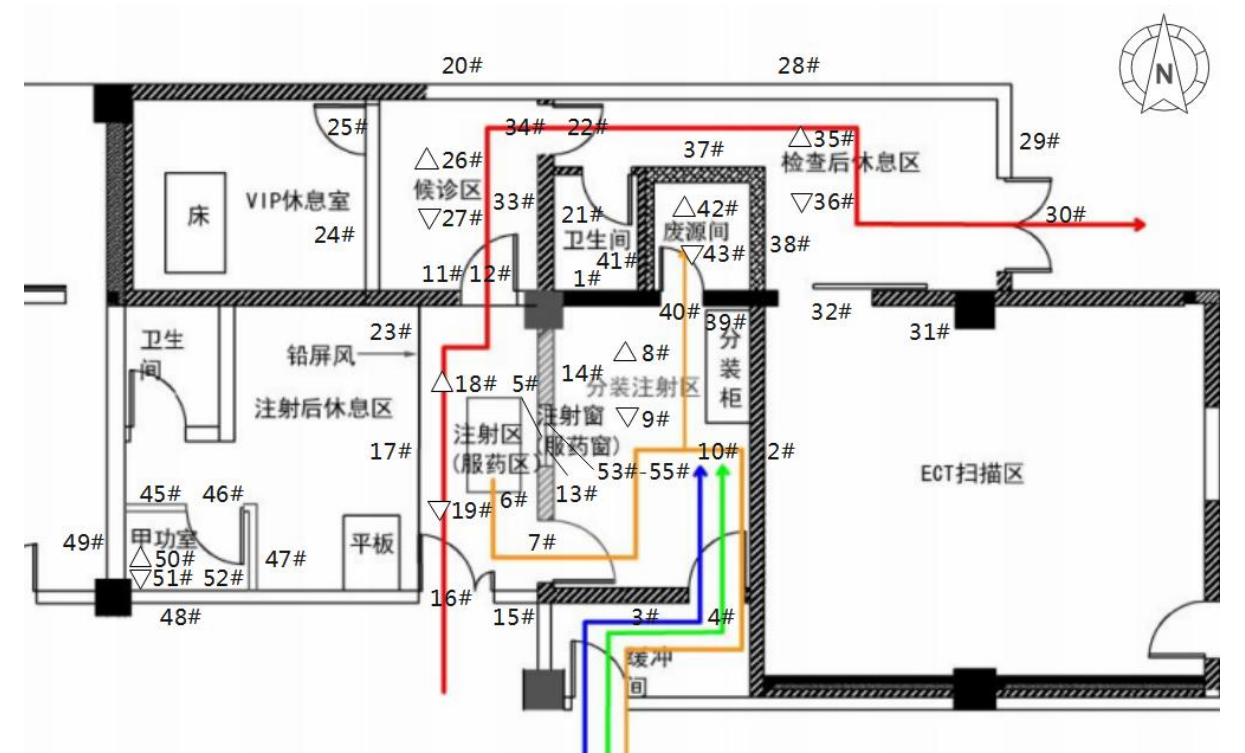


图 6-1 本次验收项目工作场所平幔布局及监测布点平面图

三、监测仪器

本次现状监测使用的仪器参数见表 6-1。

表 6-1 环境监测仪器及参数

项目	相关参数		
仪器名称	直读式 X、 γ 剂量当量（率）仪	表面污染仪	风速仪
仪器型号	AT1123	CoMo-170	405-i
仪器编号	XMYKT/JLYQ-0024	XMYKT/JLYQ-0057	XMYKT/JLYQ-0079
生产厂家	ATOMTEX	NUVIA	TESTO/德图
仪器检定有效期限	2023 年 12 月 12 日至 2024 年 12 月 11 日	2024 年 1 月 24 日至 2025 年 1 月 23 日	2024 年 6 月 19 日至 2025 年 06 月 20 日
仪器检定编号	JL2396367741	2024H21-20-5065852001	Z2024N2-F247241
量程范围	10nSv~10Sv	——	——
相对固有误差	$\leq \pm 10\%$ (^{137}Cs)	——	——
能量响应	15keV~10MeV	——	——
角响应	$0^\circ \sim \pm 75^\circ$	——	——
使用温度	温度-30℃~50℃	——	——
相对湿度	30%~80%	——	——
校准因子	0.941 (1 $\mu\text{Sv/h}$)	0.41	1.015

四、监测分析方法

本次验收监测方法依据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）、《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）提供的方法。仪器指标通用要求详见表 6-2。

表 6.2 仪器指标通用要求

项目	相关参数
量程范围	量程下限应不高于 $1\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ；量程上限按照辐射源的类型和活度进行选择，应急测量情况下，应确保量程上限符合要求，一般不低于 $1\times 10^{-2}\text{Gy/h}$ 。
相对固有误差	$<\pm 15\%$
能量响应	$50\text{KeV}\sim 3\text{MeV}$ ，相对响应之差 $<\pm 30\%$ （相对 ^{137}Cs 参考 γ 辐射源）
角响应	$0\sim 180^\circ$ 角响应平均值（ $\bar{R}$ ）与刻度方向上的响应值（ R ）的比值应大于等于 0.8（对 ^{137}Cs γ 辐射源）
使用温度	$-10\sim 40^\circ\text{C}$ （即时测量）， $-25\sim 50^\circ\text{C}$ （连续测量）
相对湿度	$<95\%$ （ 35°C ）

表七 验收监测

验收监测期间生产工况记录:

验收监测期间, 各辐射防护设施、设备均正常运行。

验收监测结果:

1.辐射工作场所监测结果

本次验收项目辐射工作场所及周边监测结果详见表 7-1 至表 7-4。

表 7-1 本次验收项目工作场所周围剂量当量率监测结果一览表 (无药物)

	检测点 (见图 6-1)	检测点编号	检测结果 ($\mu\text{Sv/h}$)
分装 注射室	北墙外表面 30cm 离地 130cm 处	1#	0.183
	东墙外表面 30cm 离地 130cm 处	2#	0.183
	南墙外表面 30cm 离地 130cm 处	3#	0.184
	南侧防护门外表面 30cm 离地 130cm 处	4#	0.183
	西侧注射窗 (给药窗) 外表面 30cm	5#	0.183
	西侧墙外表面 30cm 离地 130cm 处	6#	0.182
	西侧防护门外表面 30cm 离地 130cm 处	7#	0.183
	楼上离地 30cm 处	8#	0.184
	楼下离地 170cm 处	9#	0.183
注射区 (服药区)	北墙外表面 30cm 离地 130cm 处	11#	0.181
	北侧防护门外表面 30cm 离地 130cm 处	12#	0.183
	东侧防护窗外表面 30cm 处	13#	0.182
	东墙外表面 30cm 离地 130cm 处	14#	0.182
	南墙外表面 30cm 离地 130cm 处	15#	0.182
	南侧防护门外表面 30cm 离地 130cm 处	16#	0.184
	西侧铅屏风后外表面 30cm 离地 130cm 处	17#	0.183
	楼上离地 30cm 处	18#	0.182
	楼下离地 170cm 处	19#	0.183
候诊区	北墙外表面 30cm 离地 130cm 处	20#	0.183
	东墙外表面 30cm 离地 130cm 处	21#	0.183
	东侧防护门外表面 30cm 离地 130cm 处	22#	0.183
	南墙外表面 30cm 离地 130cm 处	23#	0.183
	西墙外表面 30cm 离地 130cm 处	24#	0.184
	西侧防护门外表面 30cm 离地 130cm 处	25#	0.183
	楼上离地 30cm 处	26#	0.183
	楼下离地 170cm 处	27#	0.183
检查后 休息室	北墙外表面 30cm 离地 130cm 处	28#	0.184
	东墙外表面 30cm 离地 130cm 处	29#	0.182
	东侧防护门外表面 30cm 离地 130cm 处	30#	0.183
	南墙外表面 30cm 离地 130cm 处	31#	0.183
	南侧防护门外表面 30cm 离地 130cm 处	32#	0.184
	西墙外表面 30cm 离地 130cm 处	33#	0.183
	西侧防护门外表面 30cm 离地 130cm 处	34#	0.183
	楼上离地 30cm 处	35#	0.183
	楼下离地 170cm 处	36#	0.183

检测点（见图 6-1）		检测点编号	检测结果（ $\mu\text{Sv/h}$ ）
废源间	北墙外表面 30cm 离地 130cm 处	37#	0.183
	东墙外表面 30cm 离地 130cm 处	38#	0.184
	南墙外表面 30cm 离地 130cm 处	39#	0.182
	南侧防护门外表面 30cm 离地 130cm 处	40#	0.183
	西墙外表面 30cm 离地 130cm 处	41#	0.184
	楼上离地 30cm 处	42#	0.183
	楼下离地 170cm 处	43#	0.182
衰变池上方距地面 30cm 处		44#	0.183
甲功室	北墙外表面 30cm 离地 130cm 处	45#	0.183
	北侧防护门外表面 30cm 离地 130cm 处	46#	0.183
	东墙外表面 30cm 离地 130cm 处	47#	0.183
	南墙外表面 30cm 离地 130cm 处	48#	0.183
	西墙外表面 30cm 离地 130cm 处	49#	0.183
	楼上离地 30cm 处	50#	0.184
	楼下离地 170cm 处	51#	0.181
注射窗	左孔（关闭）外表面 30cm 处	53#	0.183
	右孔（关闭）外表面 30cm 处	54#	0.182
	铅玻璃窗外表面 30cm 处	55#	0.182

注：（1）监测日期：2024 年 7 月 12 日，环境条件：22.3℃55.7%RH；
（2）监测方式为巡测，每个测量点测量十次，取平均值；
（3）表中数据已乘以校准因子 0.941（ $1\mu\text{Sv/h}$ ），未扣除宇宙射线响应值。

表 7-2 本次验收项目工作场所周围剂量当量率监测结果一览表（有药物）

检测点（见图 6-1）		检测工况	检测点编号	检测结果（ $\mu\text{Sv/h}$ ）
分装注射室	北墙外表面 30cm 离地 130cm 处	10mCi ¹³¹ I 裸源放置在分装注射室内	1#	0.803
	东墙外表面 30cm 离地 130cm 处		2#	0.194
	南墙外表面 30cm 离地 130cm 处		3#	0.193
	南侧防护门外表面 30cm 离地 130cm 处		4#	0.311
	西侧注射窗（给药窗）外表面 30cm		5#	0.466
	西侧墙外表面 30cm 离地 130cm 处		6#	0.352
	西侧防护门外表面 30cm 离地 130cm 处		7#	0.187
	楼上离地 30cm 处		8#	0.183
	楼下离地 170cm 处		9#	0.187
	铅罐外表面 5cm 处	20mCi ¹³¹ I 裸源放置在 40mmPb 铅罐内	10#	0.370
注射区（服药区）	北墙外表面 30cm 离地 130cm 处	10mCi ¹³¹ I 裸源放置在注射区（服药区）内	11#	0.184
	北侧防护门外表面 30cm 离地 130cm 处		12#	0.180
	东侧防护窗外表面 30cm 处		13#	0.190
	东墙外表面 30cm 离地 130cm 处		14#	0.336
	南墙外表面 30cm 离地 130cm 处		15#	0.189
	南侧防护门外表面 30cm 离地 130cm 处		16#	0.186
	西侧铅屏风后外表面 30cm 离地 130cm 处		17#	0.977
	楼上离地 30cm 处		18#	0.184
	楼下离地 170cm 处		19#	0.183

检测点（见图 6-1）		检测工况	检测点 编号	检测结果 ($\mu\text{Sv/h}$)
候诊区	北墙外表面 30cm 离地 130cm 处	10mCi ¹³¹ I 裸源放置在候诊区内	20#	0.178
	东墙外表面 30cm 离地 130cm 处		21#	0.482
	东侧防护门外表面 30cm 离地 130cm 处		22#	0.406
	南墙外表面 30cm 离地 130cm 处		23#	0.185
	西墙外表面 30cm 离地 130cm 处		24#	0.185
	西侧防护门外表面 30cm 离地 130cm 处		25#	0.184
	楼上离地 30cm 处		26#	0.191
	楼下离地 170cm 处		27#	0.189
检查后 休息室	北墙外表面 30cm 离地 130cm 处	10mCi ¹³¹ I 裸源放置在检查后休息室内	28#	0.186
	东墙外表面 30cm 离地 130cm 处		29#	0.194
	东侧防护门外表面 30cm 离地 130cm 处		30#	0.436
	南墙外表面 30cm 离地 130cm 处		31#	0.205
	南侧防护门外表面 30cm 离地 130cm 处		32#	0.436
	西墙外表面 30cm 离地 130cm 处		33#	0.188
	西侧防护门外表面 30cm 离地 130cm 处		34#	0.266
	楼上离地 30cm 处		35#	0.189
	楼下离地 170cm 处		36#	0.190
废源间	北墙外表面 30cm 离地 130cm 处	1mCi ¹³¹ I 裸源放置在废源间内	37#	0.243
	东墙外表面 30cm 离地 130cm 处		38#	0.186
	南墙外表面 30cm 离地 130cm 处		39#	0.186
	南侧防护门外表面 30cm 离地 130cm 处		40#	0.532
	西墙外表面 30cm 离地 130cm 处		41#	0.175
	楼上离地 30cm 处		42#	0.177
	楼下离地 170cm 处		43#	0.185
衰变池上方距地面 30cm 处			44#	0.188
甲功室	北墙外表面 30cm 离地 130cm 处	200 μCi ¹³¹ I 裸源放置在甲功室内	45#	0.336
	北侧防护门外表面 30cm 离地 130cm 处		46#	0.336
	东墙外表面 30cm 离地 130cm 处		47#	0.389
	南墙外表面 30cm 离地 130cm 处		48#	0.178
	西墙外表面 30cm 离地 130cm 处		49#	0.184
	楼上离地 30cm 处		50#	0.177
	楼下离地 170cm 处		51#	0.185
		服药杯外表面 5cm 处	400 μCi ¹³¹ I 裸源放置在服药杯内	52#
注射窗 （服药窗）	左孔（关闭）外表面 30cm 处	10mCi ¹³¹ I 裸源放置在注射台上	53#	0.192
	右孔（关闭）外表面 30cm 处		54#	0.193
	铅玻璃窗外表面 30cm 处		55#	0.192

注：（1）监测日期：2024 年 7 月 12 日，环境条件：22.3℃55.7%RH；
（2）监测方式为巡测，每个测量点测量十次，取平均值；
（3）表中数据已乘以校准因子 0.941（1 $\mu\text{Sv/h}$ ），未扣除宇宙射线响应值。

表 7-3 本次验收项目工作场所β放射性物质表面污染水平检测结果

检测点		检测结果 (Bq/cm ²)	标准要求 (Bq/cm ²)
分装注射室	地面	0.10	≤40
	墙面	0.04	≤40
	出入门把手 (南门)	0.01	≤40
	出入门把手 (西门)	0.01	≤40
	分装柜表面	0.01	≤40
注射区 (服药区)	地面	0.09	≤40
	墙面	0.06	≤40
	出入门把手 (南门)	0.06	≤40
	出入门把手 (北门)	0.06	≤40
	注射台面	0.04	≤40
	铅废物桶	0.16	≤40
候诊区	地面	0.04	≤40
	墙面	0.04	≤40
	出入门把手	0.04	≤40
检查后休息室	地面	0.04	≤40
	墙面	0.04	≤40
	座椅	0.04	≤40
	铅废物桶	0.04	≤40
	出入门把手	0.04	≤40
废源间	地面	0.07	≤40
	墙面	0.10	≤40
	铅废物桶	0.08	≤40
	出入门把手	0.11	≤40
甲功室	地面	0.04	≤40
	墙面	0.02	≤40
	测定台面	0.04	≤40
	座椅	0.05	≤40
	出入门把手	0.02	≤40

注：（1）在使用药物监测完成后进行了β表面污染水平监测；
（2）表中β表面污染水平的监测结果已乘以校准因子 0.41。

表 7-4 本次验收项目分装柜风速检测结果

检测点		检测结果 (m/s)	标准要求 (m/s)
分装柜	左侧屏蔽孔处 (打开)	1.58	≥0.5
	右侧屏蔽孔处 (打开)	1.60	
废源间	排风口	0.85	/

注：表中风速的监测结果已乘以校准因子 1.015。

本次验收工作场所在无药物工况下，周边周围剂量当量率在 0.181~0.184μSv/h 范围内；在有药物工况下，周边周围剂量当量率在 0.183~1.610μSv/h 范围内，表面污染水平监测值在 0.01~0.13Bq/cm² 之间，风速监测值在 0.85~1.60m/s 之间。

综上所述，本次验收项目核医学科场所监测结果满足《核医学辐射防护与安全要求》HJ 1188-2021 中“第 6.1.5 条：距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；第

6.1.6 条：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 2.5μSv/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”的要求。

2.年有效剂量估算

根据建设单位提供的资料，工作人员取药时间 10s/人，工作人员运药时间 10s/人，工作人员递药时间 10s/人次，患者服药时间约 30s/人次，患者通过检查后休息区通道时间为 30s/人次。工作人员年取药时间为 0.28h/a、运药时间为 0.28h/a、递药时间为 0.28h/a，患者进出核医学科时间为 1.67h/a。

参考联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）--2000 年报告附录 A 的相关内容，年附加剂量采用下式进行估算：D=TH/1000

式中：D—年所受外照射的附加剂量，mSv；H—照射剂量率，μSv/h；T—工作时间，h。

年有效估算结果见表 7-5。

表 7-5 年有效剂量估算结果

保护人员	照射剂量率（μSv/h）（点位）	年受照时间（h）	年有效剂量估算（mSv）
取药辐射工作人员（护士）	0.188（10#）	0.28	5.26×10^{-5}
运药辐射工作人员（护士）	0.188（10#）	0.28	5.26×10^{-5}
递药辐射工作人员（护士）	0.188（10#）	0.28	5.26×10^{-5}
诊断辐射工作人员（医师）	0.011（54#）	0.28	3.08×10^{-6}
公众人员	0.353（30#）	1.67	5.90×10^{-4}

注：照射剂量率均采取有药物工况状态下监测结果扣除无药物工况状态下该点位的监测结果进行保守估算。
从事本次验收项目工作的辐射工作人员年有效剂量除了考虑本次验收项目所致的年有效剂量之外，还应考虑参与其他辐射项目的受照情况。

本报告引用 2023 年第三季度至 2024 年第二季度的个人剂量监测结果估算本次验收项目辐射工作人员参与其他辐射项目所受到的年有效剂量，详见表 7-6，新增本次验收项目后辐射工作人员总年有效剂量估算值详见表 7-7。

表 7-6 本次验收项目辐射工作人员近一年照射个人剂量监测情况

序号	姓名	2023 年第 3 季度个人剂量监测结果（mSv）	2023 年第 4 季度个人剂量监测结果（mSv）	2024 年第 1 季度个人剂量监测结果（mSv）	2024 年第 2 季度个人剂量监测结果（mSv）	近一年总有效剂量（mSv）
1	俞 丹	0.093	0.496	0.096	0.034	0.719
2	李春阳	0.005	0.005	0.043	0.005	0.058
3	郭丽婷	0.017	0.026	0.094	0.059	0.196

表 7-7 本次验收项目辐射工作人员总年有效剂量估算值一览表

序号	姓名	工作职责	近一年个人剂量监测总有效剂量（mSv）	本次验收项目所致年有效剂量（mSv）	总计（mSv）
1	俞 丹	阅片、诊断（医师）	0.719	5.26×10^{-5}	0.719
2	李春阳		0.058	5.26×10^{-5}	0.058
3	郭丽婷	取药、运药、递药（护士）	0.196	5.26×10^{-5}	0.196

综上所述，新增本次验收项目后的辐射工作人员年有效剂量最大值为 0.719mSv，周边活动的公众人员年有效剂量最大值为 5.90×10^{-4} mSv。因此辐射工作人员及周围公众人员的年有效剂量分别低于《电

离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的辐射工作人员的连续五年有效剂量平均限值 20mSv 和公众人员年有效剂量限值 1mSv 的要求，同时满足本次验收项目辐射工作人员的剂量约束值 5mSv/a 和公众人员剂量约束值 0.1mSv/a 的要求。

表八 验收监测结论

验收监测结论:

1.调查的基本情况

对调查结果作进一步总结和分析,得出以下主要结论:

1.1 对照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》调查情况结果

对照环境保护部发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》第八条落实调查结论。厦门市第五医院不存在《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》第八条中的任一条不合格项。

1.2 工程概况调查结果

根据现场调查,本次验收内容:在厦门市第五医院1号楼一层核医学科内的分装注射区、注射区等区域进行内部改造,更换注射窗(给药窗)新增一套通风系统和铅屏风等,新增使用非密封放射性物质 $I-^{131}$ 用于甲亢治疗,日等效最大操作量为 $7.4\times 10^7\text{Bq}$ 。由于本次验收项目工作时间为周末,原有核医学科项目不工作,所以日等效最大操作量不与原有核医学科叠加,故本次验收项目 $I-^{131}$ 日等效最大操作量为 $7.4\times 10^7\text{Bq}$,为乙级非密封物质工作场所。本次验收项目与环评阶段对比,建设性质、地点、规模、辐射活动种类保持一致,辐射安全与防护设施基本保持一致,详见表三,优化后均可满足日常需求,该变动不属于重大变动,且不影响验收。

本次验收项目投资90万,其中环保投资30万,环保投资占总投资33.33%。

1.3 环境保护措施执行情况调查结果

本次验收项目执行了建设项目环境影响评价制度和环境保护“三同时”制度,落实了环评报告表及批复文件的各项污染防治措施。采取的主要环境保护措施如下:

①建设了满足辐射屏蔽要求的辐射工作场所,辐射工作场所出入口安装了明显的电离辐射警告标志等,按规范划分监督区和控制区,并设置有视频监控系统、对讲装置、排风装置等,且能正常工作。

②医院已配备个人防护用品和设施,并配备了 α 、 β 表面污染仪、放射性活度计、便携式X、 γ 辐射周围剂量当量率仪、个人剂量报警仪等辐射监测设备,且能正常使用。医院为所有辐射工作人员均配备了个人剂量计,并委托有资质单位开展个人剂量监测和定期进行职业健康体检。

③本次验收项目 $I-^{131}$ 仅用于甲亢治疗, $I-^{131}$ 药物为胶囊,医护人员在患者服药前会告知患者服药后不可使用洗手间。患者在甲亢治疗后不进行留观,通过患者通道直接走出核医学科,故不产生放射性废水。

④本次验收项目设有3套通风系统,最终均经楼顶的活性炭过滤装置处理后排放。

⑤本次验收项目工作场所的放射性固体废物暂存时间待满足要求,经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平, α 表面污染小于 $0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$ 、 β 表面污染小于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$,可对废物清洁解控并作为医疗废物处理。

⑥本次验收项目涉及3名辐射工作人员,3名辐射工作人员均持有核医学辐射安全与防护培训证书。

⑤医院成立了辐射安全与环境保护管理委员会，建立了较完善的辐射安全管理规章制度，主要规章制度已上墙。

1.4 辐射工作场所验收监测结论

本次验收工作场所在无药物工况下，周边周围剂量当量率在 $0.181\sim 0.184\mu\text{Sv/h}$ 范围内；在有药物工况下，周边周围剂量当量率在 $0.183\sim 1.610\mu\text{Sv/h}$ 范围内，表面污染水平监测值在 $0.01\sim 0.13\text{Bq/cm}^2$ 之间，风速监测值在 $0.85\sim 1.60\text{m/s}$ 之间。

以上监测结果均满足《核医学辐射防护与安全要求》HJ 1188-2021 的要求。

1.5 人员防护及管理制度调查结论

①年有效剂量估算结果

从事本次验收项目工作的辐射工作人员年有效剂量除了考虑本次验收项目所致的年有效剂量之外，还应考虑参与其他辐射项目的受照情况。新增本次验收项目后的辐射工作人员年有效剂量最大值为 0.719mSv ，周边活动的公众人员年有效剂量最大值为 $5.90\times 10^{-4}\text{mSv}$ 。因此辐射工作人员及周围公众人员的年有效剂量分别低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的辐射工作人员的连续五年有效剂量平均限值 20mSv 和公众人员年有效剂量限值 1mSv 的要求，同时满足本次验收项目辐射工作人员的剂量约束值 5mSv/a 和公众人员剂量约束值 0.1mSv/a 的要求。

②辐射工作人员监护情况调查结论

医院为本次验收涉及的 3 名辐射工作人员均配备了个人剂量计和个人剂量报警仪等监测设备。

③管理制度落实情况调查结论

医院成立了辐射安全与环境保护管理委员会，建立了较完善的辐射安全管理规章制度，主要规章制度已上墙。

1.6 环境风险及防范措施调查结论

厦门市第五医院核医学落实了环境风险防范措施，并制定了《辐射事故/事件应急预案》，确保有序地组织开展事故救援工作，能最大限度地减少或消除事故和紧急情况造成的影响，避免事故蔓延和扩大，保护人群健康。

综合上述，厦门市第五医院核医学科扩建项目满足辐射防护的要求，严格执行了各项辐射安全管理规章制度，各种辐射安全防护措施达到了环评报告及批复文件提出的要求，辐射环境监测结果能满足相关标准的要求。因此，该项目符合环境保护竣工验收条件。

2. 存在问题及改进要求

（1）每年及时开展放射性同位素与射线装置的安全和防护状况年度评估，并于 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度评估报告。

（2）根据实际辐射工作情况适时修订辐射管理规章制度。

（3）加强本次验收项目辐射工作场所日常监测管理，定期检查辐射设施，保证正常运行。

表九 建设项目工程竣工环境保护“三同时”验收登记表

建设项目工程竣工环境保护“三同时”验收登记表

填表单位（盖章）：厦门市第五医院

填表人（签字）：

项目经办人（签字）：

建设项目	项目名称		核医学科扩建项目		项目代码		/		建设地点		福建省厦门市翔安区马巷镇民安路 101 号 1 号楼一楼核医学科	
	行业类别（分类管理名录）		五十五、核与辐射 172 核技术利用建设项目				建设性质		☐ 新建 ☒ 改建 ☐ 技术改造			
	设计生产能力		拟在1号楼一层核医学科内的分装注射区、注射区等区域进行内部改造，更换注射窗（给药窗）新增一套通风系统和铅屏风等，新增使用非密封放射性物质I-131用于甲亢治疗		实际生产能力		在1号楼一层核医学科内的分装注射区、注射区等区域进行内部改造，更换注射窗（给药窗）新增一套通风系统和铅屏风等，新增使用非密封放射性物质I-131用于甲亢治疗		环评单位		福州市环科检测技术有限公司	
	环评文件审批机关		福建省生态环境厅		审批文号		闽环辐评（2023）52号		环评文件类型		环境影响报告表	
	开工日期		2024年3月		竣工日期		2024年7月		排污许可证申领时间		/	
	环保设施设计单位		厦门鹭遥科技有限公司（仅对分装注射区、注射区等区域进行内部改造，未涉及原有房间布局的改造或功能上的变化，核医学科改造后布局与原有核医学科项目布局未发生变化）		环保设施施工单位		厦门鹭遥科技有限公司（仅对分装注射区、注射区等区域进行内部改造，未涉及原有房间布局的改造或功能上的变化，核医学科改造后布局与原有核医学科项目布局未发生变化）		本工程排污许可证编号		/	
	验收单位		厦门亿科特检测技术有限公司		环保设施监测单位		厦门亿科特检测技术有限公司		验收监测时工况		关机、开机：有药物、无药物	
	投资总概算（万元）		90		环保投资总概算（万元）		30		所占比例（%）		33.33	
	实际总投资（万元）		90		实际环保投资（万元）		30		所占比例（%）		33.33	
	废水治理（万元）		/		废气治理（万元）		/		噪声治理（万元）		/	
	新增废水处理设施能力		/		新增废气处理设施能力		/		绿化及生态（万元）		/	
	运营单位		厦门市第五医院		运营单位社会统一信用代码（或组织机构代码）		123502084266192222		验收时间		2024年11月9日	

污染物排放达标与总量控制（工业建设项目详填）	污染物		原有排放量 (1)	本期工程实际排放浓度 (2)	本期工程允许排放浓度 (3)	本期工程产生量 (4)	本期工程自身削减量 (5)	本期工程实际排放量 (6)	本期工程核定排放总量 (7)	本期工程“以新带老”削减量 (8)	全厂实际排放总量 (9)	全厂核定排放总量 (10)	区域平衡替代削减量 (11)	排放增减量 (12)
	废水		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	化学需氧量		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	氨氮		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	石油类		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	废气		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	二氧化硫		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	烟尘		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	工业粉尘		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	氮氧化物		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	工业固体废物		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	与项目有关的其他特征污染物	SS	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
		总磷	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	

注：1、排放增减量：（+）表示增加，（-）表示减少。

2、（12）=（6）-（8）-（11），（9）=（4）-（5）-（8）-（11）+（1）。

3、计量单位：废水排放量——万吨/年；废气排放量——万标立方米/年；工业固体废物排放量——万吨/年；水污染物排放浓度——毫克/升。