

报告编号: LBHJ-2026-DLYS004

南方医科大学珠江医院核技术利用改扩建
项目竣工环境保护验收监测报告表



建设单位:

南方医科大学珠江医院

编制单位:

广州乐邦环境科技有限公司

2026 年 5 月

建设单位法人代表:



编制单位法人代表:



项目负责人:

[Handwritten signature]

填表人:

[Handwritten signature]

建设单位 (盖章)



南方医科大学珠江医院

建设单位联系人: 冼嘉朗

电话: [REDACTED]

传真: /

邮编: 510280

地址: 广州市海珠区工业大道中 253 号

编制单位 (盖章)



广州乐邦环境科技有限公司

编制单位联系人: 田丰

电话: 13802515341

传真: /

邮编: 511436

地址: 广州市番禺区新造镇和平路 1 号 19 号仓 101

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 项目建设情况	4
表 3 辐射安全与防护设施/措施	13
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	30
表 5 验收监测质量保证及质量控制	31
表 6 验收监测内容	32
表 7 验收监测	42
表 8 验收监测结论	51
附件 1 环评批复	52
附件 2 辐射安全许可证	55
附件 3 辐射剂量率和表面污染检测报告	69
附件 4 分装给药室的 ^{131}I 核素活度浓度检测报告	82
附件 5 A 套衰变池放射性废液在排放前的活度浓度检测报告	83
附件 6 B 套衰变池放射性废液在排放前的活度浓度检测报告	90
附件 7 辐射工作人员考核成绩报告单	94
附件 8 辐射工作人员个人剂量检测报告	100
附件 9 工程竣工验收报告	111
建设项目竣工环境保护“三同时”验收登记表	114

表 1 项目基本情况

建设项目名称		南方医科大学珠江医院核技术利用改扩建项目			
建设单位名称		南方医科大学珠江医院			
项目性质		☐ 新建 ☒ 改建 ☒ 扩建			
建设地点		广州市海珠区工业大道中 253 号住院楼负一层			
源项		放射源	无		
		非密封放射性物质	1 个乙级非密封放射性物质工作场所		
		射线装置	无		
建设项目环评批复时间		2023 年 6 月 20 日	开工建设时间		2024 年 10 月 21 日
取得辐射安全许可证时间		2025 年 6 月 8 日	项目投入运行时间		2025 年 8 月 15 日
辐射安全与防护设施投入运行时间		2025 年 9 月 1 日	验收现场监测时间		2026 年 01 月 13 日 2026 年 04 月 15 日 2026 年 04 月 17 日 2026 年 04 月 27 日
环评报告表审批部门		广东省生态环境厅	环评报告表编制单位		广州乐邦环境科技有限公司
辐射安全与防护设施设计单位		开源国际建筑设计院（广州）有限公司			
辐射安全与防护设施施工单位		广州市第二装修有限公司			
投资总概算	500 万元	辐射安全与防护设施投资总概算	100 万元	比例	20.00 %
实际总概算	430 万元	辐射安全与防护设施实际总概算	90 万元	比例	20.93 %
验收依据	(1) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（主席令第六号，2003 年 10 月 1 日施行） (2) 《中华人民共和国原子能法》（主席令第五十一号，2026 年 1 月 15 日施行） (3) 《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 日施行） (4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令 18 号，2011 年 5 月 1 日施行）				

	(5) 《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) 《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》（环办辐射函〔2025〕313 号） (8) GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（2003 年 4 月 1 日实施） (9) HJ1326-2023《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（2024 年 2 月 1 日实施） (10) HJ1188-2021《核医学辐射防护与安全要求》（2021-11-01 实施） (11) GBZ120-2020《核医学放射防护要求》（2021-05-01 实施） (12) HJ61-2021《辐射环境监测技术规范》（2021 年 5 月 1 日实施） (13) HJ1157-2021《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（2021 年 5 月 1 日实施） (14) GB8999-2021《电离辐射监测质量保证通用要求》（2021 年 8 月 1 日实施） (15) 《南方医科大学珠江医院核技术利用改扩建项目环境影响报告表》（编号：LBHJ-2023-HJSHP001） (16) 《广东省生态环境厅关于南方医科大学珠江医院核技术利用改扩建项目环境影响报告表的批复》（粤环审〔2023〕126 号）
验收执行标准	(1) 人员的年有效剂量 根据环评报告、环评批复和相关法律法规，本次验收辐射工作人员职业照射的剂量约束值为 5 mSv/a，公众照射的剂量约束值为 0.1 mSv/a。 (2) 周围剂量当量率

根据环评报告和相关法律法规，本次验收取：1、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 $10 \mu\text{Sv/h}$ 。2、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 $25 \mu\text{Sv/h}$ 。3、控制区内工作人员经常性停留的场所（人员居留因子 $\geq 1/2$ ），周围剂量当量率应 $<2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。4、控制区内工作人员较少停留或无需到达的场所（人员居留因子 $<1/2$ ），如给药/注射室防护门外、给药后患者候诊室防护门外、核素治疗住院病房防护门外以及核医学科患者走廊等位置，周围剂量当量率应 $<10 \mu\text{Sv/h}$ 。5、在控制区外人员可达处，距屏蔽体外表面 0.3 m 处的周围剂量当量率 $<2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。

(3) 表面污染水平

根据环评报告和相关法律法规，本次验收的表面污染控制水平为：

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

表 2 项目建设情况

2.1.项目建设内容

建设单位情况：南方医科大学珠江医院是南方医科大学（原第一军医大学）第二附属医院、第二临床医学院，创建于 1947 年，2004 年 8 月随大学从军队整体移交广东省，是一所集医疗、教学、科研和预防保健为一体大型综合性教学医院。

项目建设内容和规模：本次验收项目为核技术利用改扩建项目，项目建设内容和规模为：

将核医学科南侧区域，改建为核医学核素治疗中心，具体为：改建为 7 间核素治疗病房（其中 1 间为双人病房，其余为单人病房），1 间甲测室、1 间敷贴室及辅助功能用房。使用原有许可的放射性核素 I-131 开展甲功检测、甲亢和甲癌治疗项目、使用 Sr-89 开展骨癌治疗及使用 P-32 开展敷贴治疗项目继续开展，并调整减少放射性核素 I-131 年使用量及增加放射核素 Sr-89 和 P-32 年使用量；新增使用 Lu-177 和 Ra-223 开展前列腺癌等核素治疗。终止使用原许可的放射性核素 F-18、Sm-153、Tl-201 和 I-125（粒子源）。将住院楼外西侧原有 2 个衰变池合并为 1 个四级并联式衰变池，并在住院楼负二层停车场现有影像中心配套衰变池旁新增 1 个三级衰变池。

本项目的工程于 2025 年 3 月 19 日进行了验收，工程已按要求完成设计和合同约定的各项内容，工程质量符合有关法律、法规和工程建设强制性标准，同意验收，本工程综合评定为合格。工程竣工验收报告见附件 9。

项目总平面布置和建设地点：本次验收项目的地址位于广州市海珠区工业大道中 253 号的南方医科大学珠江医院，核医学核素治疗中心位于医院住院部负一楼中部。环评批准的项目地理位置与实际情况一致，项目地理位置图见图 2-1。



图 2-1 项目地理位置图

本项目在实际建设过程中，由于通风橱的实际尺寸较大，同时注射窗和服药窗之间距离较小不便开展相关工作，为方便开展日常工作，建设单位做了如下调整：服药注射室北侧没有设置防护门，抢救室北侧的防护门和墙体位置有调整。同时，注射窗、分装柜和通风橱在房间的位置有调整。核医学核素治疗中心环评批准的平面布局图见图 2-2，核医学核素治疗中心实际建设的平面布局图见图 2-3。上述变动不涉及《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》（环办辐射函〔2025〕313 号，2025 年 8 月 29 日发布）。

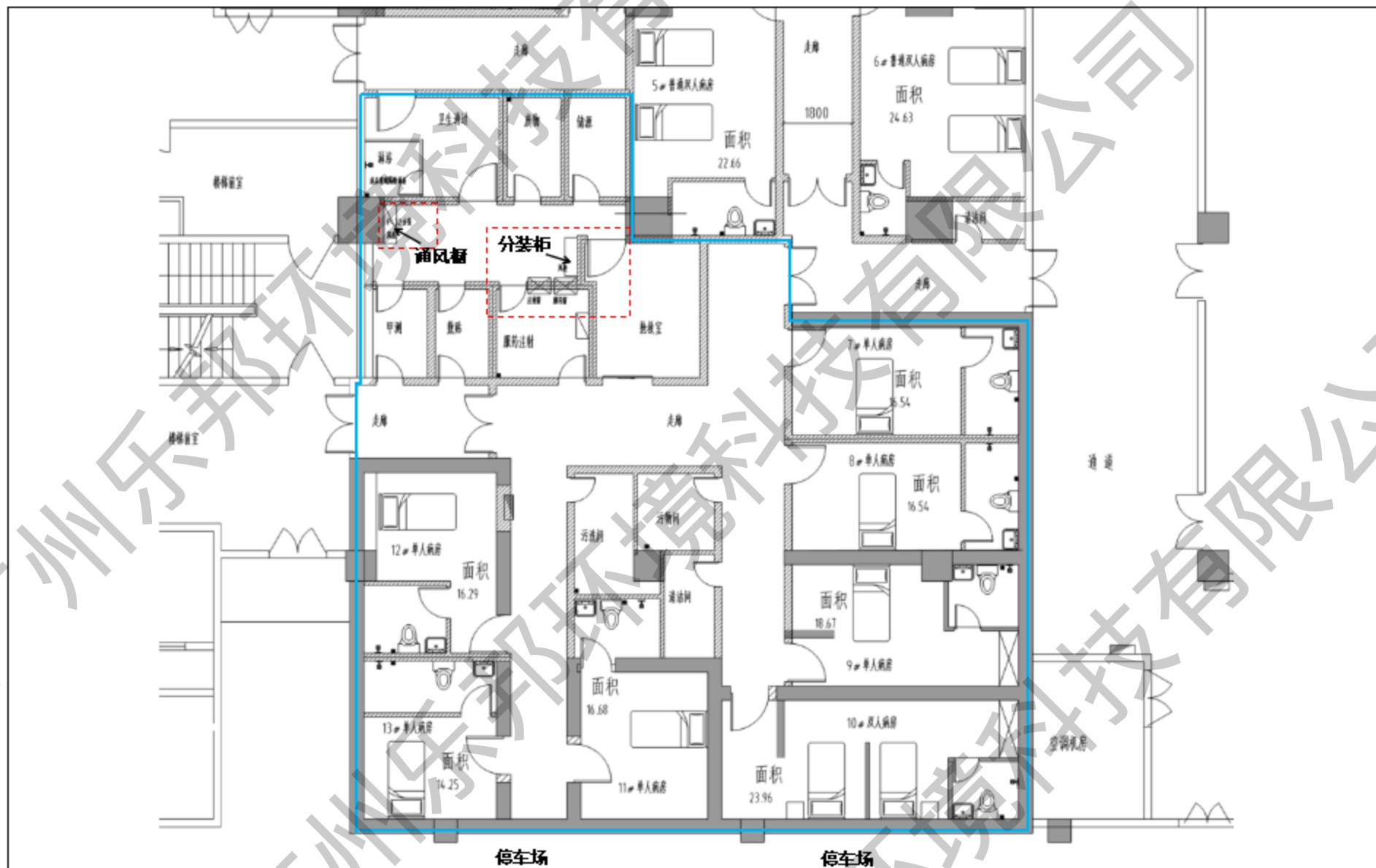


图 2-2 核医学核素治疗中心环评批准的平面布局图 (蓝色实线区域为核医学核素治疗中心, 红色虚线区域为施工变动区域)

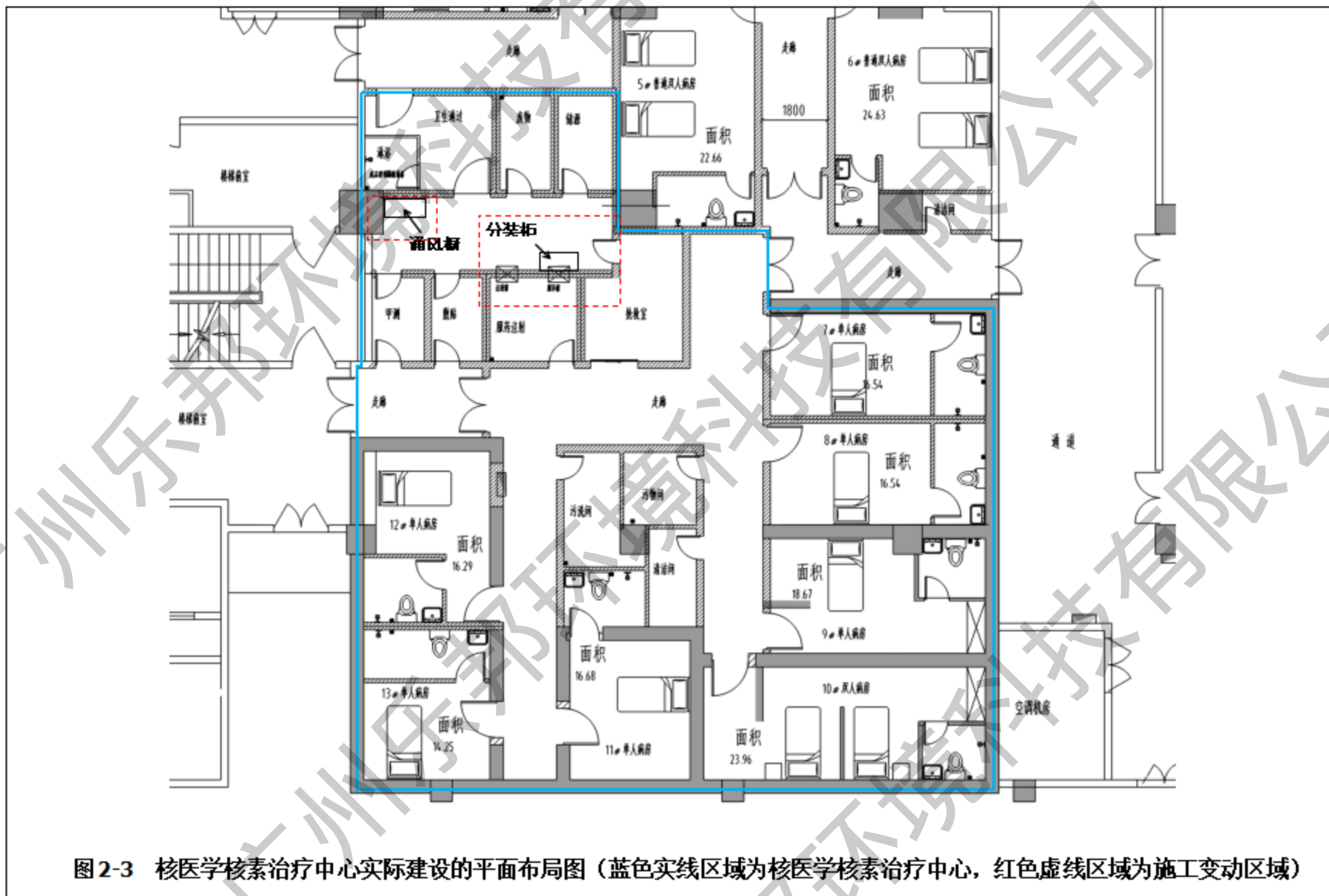


图 2-3 核医学核素治疗中心实际建设的平面布局图（蓝色实线区域为核医学核素治疗中心，红色虚线区域为施工变动区域）

项目周围环境敏感目标分布情况：根据本项目的的评价范围（评价范围为非密封放射性物质工作场所（实体屏蔽物）的边界外 50m 的范围），确定本项目的周围环境敏感目标为项目周围环境 50m 范围内活动的辐射工作人员和公众（非辐射工作人员）。周围环境敏感目标分布情况见表 2-1。与环评报告相比，周围环境敏感目标的分布情况没有变化。

表 2-1 周围环境敏感目标分布情况

序号	保护目标	与评价项目相对位置	影响人群（人数）
1	核医学核素治疗中心	工作场所内	辐射工作人员（12 人）
2	住院楼	四周、楼上、楼下	公众（约 50 人）
3	谊侨楼	西南侧	公众（约 25 人）
4	院内食堂	东南侧	公众（约 25 人）
5	便利店	东侧	公众（约 5 人）
6	放疗中心	东南侧	公众（约 10 人）
7	道路、空地等场所	四周	公众（偶然居留）

注：辐射工作人员剂量约束值 $\leq 5\text{mSv/a}$ ；核医学科项目公众剂量约束值 $\leq 0.1\text{mSv/a}$ 。

环境影响报告表及其审批部门审批决定的建设内容：建设单位于 2023 年委托广州乐邦环境科技有限公司编制了《南方医科大学珠江医院核技术利用改扩建项目环境影响报告表》（编号：LBHJ-2023-HJSH001），该项目于 2023 年 6 月获得了广东省生态环境厅的环评批复，批文号：粤环审[2023]126 号（见附件 1）。上述环境影响报告表及其审批部门审批决定的部分建设内容为：

（一）住院楼负一层核医学诊疗已设置了核医学科、核医学影像中心两个乙级非密封放射性物质工作场所，本次对住院楼负一层核医学科工作场所进行改扩建，重新优化调整布局。具体建设内容如下：

将核医学科北侧原 ECT 机房（机房内原有 1 台 SPECT 搬迁至核医学影像中心使用）、注射室、待检室等部分核医学工作场所实施退役，退役后该区域开放为无限制工作场所使用。

将核医学科南侧原带符合线路 SPECT/CT 机房、贵宾室、心脏负荷实验室、洗涤室、治疗室和留观室等区域改建为 7 间核素治疗病房（其中 1 间为双人病房，其余为单人病房），1 间甲测室、1 间敷贴室及辅助功能用房。使用原有许可的放射性核素碘-131 开展甲功检测、甲亢和甲癌治疗项目、使用锝-99 开展骨癌治疗及使用磷-32 开展敷贴治疗项目继续开展，并调整减少放射性核素碘-131 年使用量及增加放射核素锝-99 和磷-32 年使用量；新增使用钨-

177 和镭-223 开展前列腺癌等核素治疗，部分终止使用原许可放射性核素 F-18、Sm-153、Tl-201 和 I-125（粒子源）。将住院楼外西侧原有 2 个衰变池合并为 1 个四级并联式衰变池，并在住院楼负二层停车场现有影像中心配套衰变池旁新增 1 个三级衰变池。改扩建后核医学科工作场所仍为乙级非密封放射性物质工作场所。

（二）将住院部二层介入治疗中心的 C 臂机机房（原设备已报废）改建为 1 间介入手术室，并在该手术室内新增安装 1 台数字减影血管造影装置（最大管电压为 125 千伏，最大管电流均为 1000 毫安，属 II 类射线装置）用于介入手术中的放射诊疗。

上述环评批复的建设内容，建设单位已分批建设完成。根据分批建设分批验收的原则，建设单位已对下述项目进行了验收：

（一）住院楼负一层核医学诊疗已设置了核医学科、核医学影像中心两个乙级非密封放射性物质工作场所，本次对住院楼负一层核医学科工作场所进行改扩建，重新优化调整布局。具体建设内容如下：将核医学科北侧原 ECT 机房（机房内原有 1 台 SPECT 搬迁至核医学影像中心使用）、注射室、待检室等部分核医学工作场所实施退役，退役后该区域开放为无限制工作场所使用。该建设内容已于 2024 年 10 月 14 日，通过自主验收。

（二）将住院部二层介入治疗中心的 C 臂机机房（原设备已报废）改建为 1 间介入手术室，并在该手术室内新增安装 1 台数字减影血管造影装置（最大管电压为 125 千伏，最大管电流均为 1000 毫安，属 II 类射线装置）用于介入手术中的放射诊疗。该建设内容已于 2024 年 7 月 25 日，通过自主验收。

本次验收内容：根据分批建设分批验收的原则，本次针对下述项目进行了验收：

住院楼负一层核医学诊疗已设置了核医学科、核医学影像中心两个乙级非密封放射性物质工作场所，本次对住院楼负一层核医学科工作场所进行改扩建，重新优化调整布局。具体建设内容如下：将核医学科南侧原带符合线路 SPECT/CT 机房、贵宾室、心脏负荷实验室、洗涤室、治疗室和留观室等区域改建为 7 间核素治疗病房（其中 1 间为双人病房，其余为单人病房），1 间甲测室、1 间敷贴室及辅助功能用房。使用原有许可的放射性核素碘-131 开展甲功检测、甲亢和甲癌治疗项目、使用锝-99 开展骨癌治疗及使用磷-32 开展敷贴治疗项目继续开展，并调整减少放射性核素碘-131 年使用量及增加放射核素锝-99 和磷-32 年使用量；新

增使用镭-177 和镭-223 开展前列腺癌等核素治疗，部分终止使用原许可放射性核素 F-18、Sm-153、Tl-201 和 I-125（粒子源）。将住院楼外西侧原有 2 个衰变池合并为 1 个四级并联式衰变池，并在住院楼负二层停车场现有影像中心配套衰变池旁新增 1 个三级衰变池。改扩建后核医学科工作场所仍为乙级非密封放射性物质工作场所。

本次验收只针对改扩建后的核医学核素治疗中心进行验收。建设单位严格按照环评报告和环评批复的要求进行了项目建设，核医学核素治疗中心的实际建设情况与环评报告中的情况基本一致。

2.2. 源项情况

本次验收的核医学核素治疗中心为 1 个乙级非密封放射性物质工作场所。核医学核素治疗中心的非密封放射性物质的环评批准情况与实际使用情况均一致。核医学核素治疗中心的非密封放射性物质的源项情况见表 2-5。

表 2-5 核医学核素治疗中心的非密封放射性物质的源项情况

序号	核素名称	理化性质	活动种类	单人最大用量 (Bq)	日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)
1	^{131}I (甲癌)	液态	使用	7.40×10^9	2.52×10^{10}	2.52×10^9	5.33×10^{12}
2	^{131}I (甲亢)	液态	使用	3.70×10^8	1.85×10^9	1.85×10^8	4.26×10^{11}
3	^{131}I (甲测)	液态	使用	3.70×10^5	2.96×10^6	2.96×10^5	6.81×10^8
4	^{32}P	液态	使用	3.70×10^7	2.96×10^8	2.96×10^7	6.81×10^{10}
5	^{89}Sr	液态	使用	1.48×10^8	2.96×10^8	2.96×10^7	6.81×10^{10}
6	^{177}Lu	液态	使用	7.40×10^9	7.40×10^9	7.40×10^8	7.10×10^{11}
7	^{223}Ra	液态	使用	3.70×10^7	3.70×10^7	3.70×10^8	3.55×10^9

注：终止使用原许可的放射性核素 F-18、Sm-153、Tl-201 和 I-125（粒子源）。

2.3. 工程设备与工艺分析

2.3.1. 使用 ^{131}I 进行甲状腺功能测定、甲亢治疗和甲癌治疗流程

诊断：确保患者身体状况及病情适合开展相关核素诊疗。

订药：工作人员根据临床诊断所需药物的使用量、预约检查的人数，提前一天向供药单位订购放射性药物，供药单位在用药当天送达药品，经确认无误完成相关交接、登记手续后，将药物暂存于分装注射室内的分装柜中。

甲状腺功能测定流程：使用 ^{131}I 进行甲状腺功能测定患者进入甲测室，医护人员将 ^{131}I 药物取出至甲测室给患者服药，服药后患者离开核医学核素治疗中心。患者分别于服药后的 3 小时和 24 小时后，回来进入甲测室测定摄碘率。

甲亢治疗流程：①医护人员通过电脑控制系统操作碘自动分装仪，自动分装药物并注入服药窗位置的一次性杯子中。②医护人员隔室通过监控及对讲系统，语音指导甲亢治疗患者进入服药注射室，将服药窗杯子中的药物进行口服，服药后患者立即离开核医学核素治疗中心。

甲癌治疗流程：①医护人员通过电脑控制系统操作碘自动分装仪，自动分装药物并注入服药窗位置的一次性杯子中。②医护人员隔室通过监控及对讲系统，语音指导甲癌治疗患者进入服药注射室，将服药窗杯子中的药物进行口服。③服药后患者在医护人员语音指导下进入对应的住院病房住院治疗，甲癌患者一般住院 2~3 天。④建设单位在核医学核素治疗中心的病房区出口门禁内一侧，设置辐射剂量率监测仪，住院期满的患者经医生同意后，通过监测确认患者体表 1m 处的周围剂量当量率低于 $25\mu\text{Sv/h}$ 后，离开辐射工作场所。

2.3.2. 使用 ^{177}Lu 进行前列腺癌治疗流程

诊断：确保患者身体状况及病情适合开展相关核素诊疗。

订药：工作人员根据临床诊断所需药物的使用量、预约检查的人数，提前一天向供药单位订购放射性药物，供药单位在用药当天送达药品，经确认无误完成相关交接、登记手续后，将药物暂存于储源室的储源柜中。

治疗流程：①医护人员隔室通过监控及对讲系统，语音指导患者进入 7#单人病房。②医护人员将放射性药物由储源室转移至患者住院病房，在病房内采用静脉输液的方式给患者施药。③施用 ^{177}Lu 的患者一般住院 1~2 天。④住院期满的患者经医生同意后，通过监测确认患者体表 1m 处的周围剂量当量率低于 $25\mu\text{Sv/h}$ 后，离开辐射工作场所。

为方便开展 ^{177}Lu 核素的治疗，建设单位将 ^{177}Lu 核素治疗患者的住院病房，由环评报告中的 12#单人病房变更为了 7#单人病房。本次调整，不涉及《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》（环办辐射函〔2025〕313 号，2025 年 8 月 29 日发布），且调整后的路径可以满足相关标准要求，满足验收条件。

2.3.3. 使用 ^{89}Sr 进行骨癌治疗、使用 ^{223}Ra 进行核素治疗流程

诊断：确保患者身体状况及病情适合开展相关核素诊疗。

订药：工作人员根据临床诊断所需药物的使用量、预约检查的人数，提前一天向供药单位订购放射性药物，供药单位在用药当天送达药品，经确认无误完成相关交接、登记手续后，将药物暂存于储源室的储源柜中。

治疗流程：①医护人员将放射性药物由储源室转移至注射窗，同时，医护人员隔室通过监控及对讲系统，语音指导患者进入服药注射室。②医护人员通过注射窗，给患者注射放射性药物，注射药物后的患者立即离开核医学核素治疗中心。

2.3.4. 使用 ^{32}P 开展敷贴治疗流程

诊断：确保患者身体状况及病情适合开展相关核素诊疗。

订药：工作人员根据临床诊断所需药物的使用量、预约检查的人数，提前一天向供药单位订购放射性药物，供药单位在用药当天送达药品，经确认无误完成相关交接、登记手续后，将药物暂存于分装注射室内的通风橱中。

敷贴器制作：医护人员在通风橱内，制作敷贴器，具体制作方法为：取厚薄与密度均匀的高级滤纸，剪成与病变大小一致的形状，将所需放射性强度的 ^{32}P 溶液用适量蒸馏水或生理盐水稀释混匀，均匀涂在滤纸上，用红外线灯烤干或晾干，并用塑料薄膜袋密封备用。

治疗流程：①医护人员隔室通过监控及对讲系统，语音指导患者进入敷贴室。②医护人员将制作好的敷贴器转移至敷贴室，将敷贴器按患者病损形状对齐贴紧并用医用胶布固定。根据患者实际情况，确定患者佩戴敷贴器后在敷贴室的停留时间。③患者敷贴一定时间达到预计的照射剂量后，医护人员去除敷贴器并做为放射性固体废物处理，患者立即离开核医学核素治疗中心。

2.3.5. 终止使用原许可的放射性核素 F-18、Sm-153、Tl-201 和 I-125（粒子源）

原核医学科场所批准使用的放射性核素有 F-18、Sm-153、Tl-201 和 I-125（粒子源），上述放射性核素今后不再使用。

表 3 辐射安全与防护设施/措施

3.1. 布局 and 分区

核医学核素治疗场所主要设置有分装给药室、储源室、甲测室、敷贴室、服药注射室、病房、抢救室、废物间、卫生通过间等场所。

建设单位将核医学核素治疗场所划分为控制区和监督区，进行分区管理。

控制区包括：分装给药室、储源室、甲测室、敷贴室、服药注射室、病房、抢救室、废物间、衰变池等区域划分为控制区。通过墙体、防护门等实体屏蔽和电离辐射警告标志等进行控制管理。

监督区包括：卫生通过间、场所相邻的墙外 30cm 处、衰变池四周等区域划分为监督区。建设单位在监督区入口处设立了表明监督区的地面警示线，建设单位将定期对监督区进行监测、检查，如果发现异常将立即进行整改。

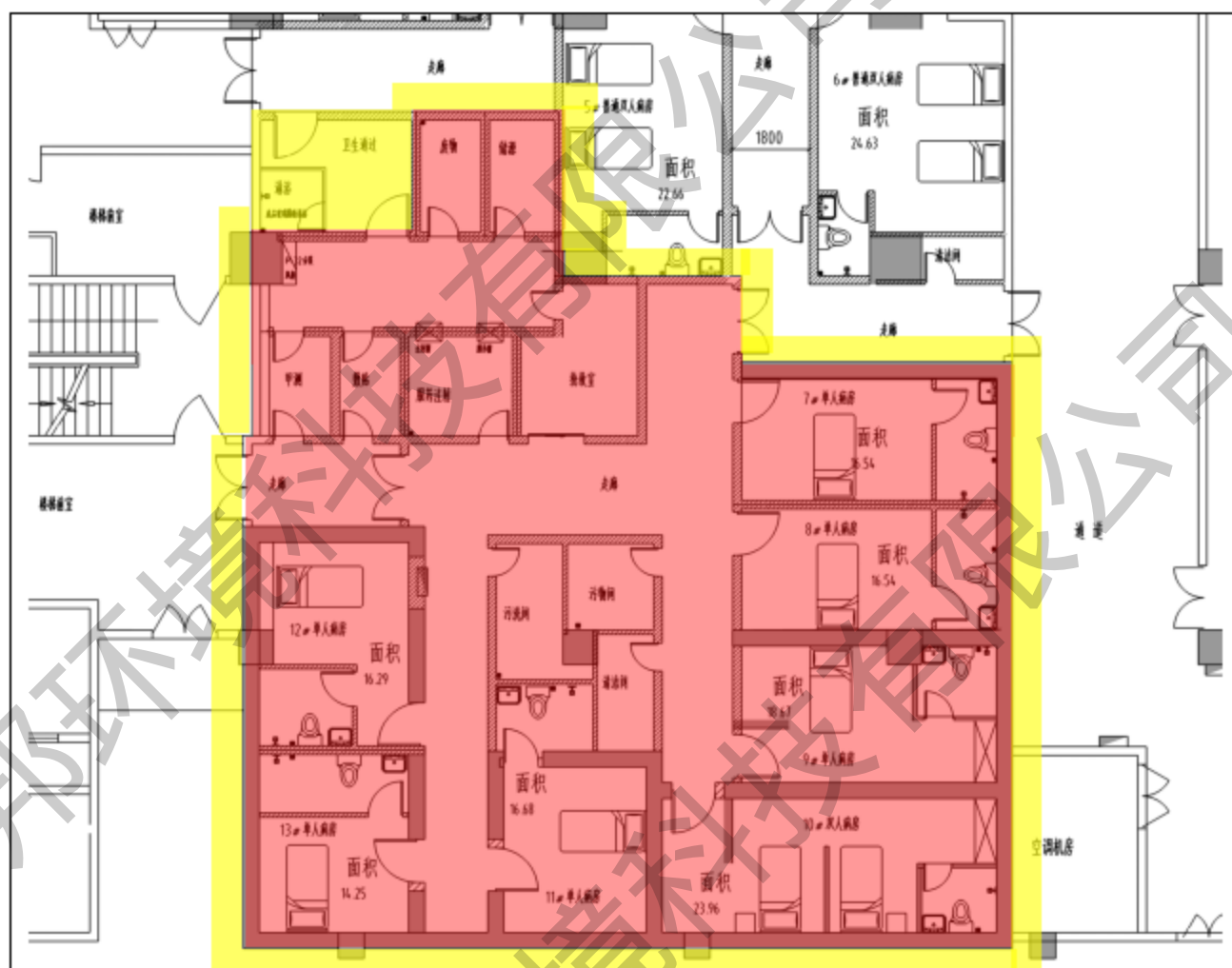


图 3-1 核医学核素治疗场所的布局和分区（红色为控制区，黄色为监督区）

3.2. 屏蔽设施建设情况和屏蔽效能

本次验收的核医学核素治疗场所的各功能用房，均进行了屏蔽设施建设，核医学核素治疗场所的屏蔽设施建设情况见表 3-1。建设单位核素治疗场所的屏蔽设施的实际建设情况与环评批准的情况一致。

表 3-1 核医学核素治疗场所的屏蔽设施建设情况

房间名称	实际建设情况		备注
分装给药室	墙体	200mm 实心砖墙+5mmPb 防护涂料	与环评一致
	顶棚	120mm 混凝土（利旧）+9mmPb 铅板	与环评一致
	地面	120mm 混凝土（利旧）+5mmPb 防护涂料	
	防护门、窗	5mmPb	与环评一致
废物室、储源室	墙体	200mm 实心砖墙+5mmPb 防护涂料	与环评一致
	顶棚	120mm 混凝土（利旧）+9mmPb 铅板	与环评一致
	地面	120mm 混凝土（利旧）+5mmPb 防护涂料	

	防护门	5mmPb	与环评一致
甲测、敷贴室、服药注射室	北面墙体	200mm 实心砖墙+5mmPb 防护涂料	与环评一致
	其余面墙体	200mm 实心砖墙	
	顶棚	120mm 混凝土（利旧）+9mmPb 铅板	与环评一致
	地面	120mm 混凝土（利旧）+5mmPb 防护涂料	
	防护门	5mmPb	与环评一致
抢救室	南、东面墙体	200mm 实心砖墙+18mmPb 防护涂料	与环评一致
	其余面墙体	200mm 实心砖墙+14mmPb 防护涂料	
	顶棚	120mm 混凝土（利旧）+9mmPb 铅板	与环评一致
	地面	120mm 混凝土（利旧）+5mmPb 防护涂料	
	防护门	防护门：10mmPb	与环评一致
病房 1	西面墙体	370mm 混凝土墙（利旧）+16mmPb 防护涂料	与环评一致
	北、东面墙体	370mm 混凝土墙（利旧）+7mmPb 防护涂料	
	南面墙体	200mm 实心砖墙+8mmPb 防护涂料	与环评一致
	顶棚	120mm 混凝土（利旧）+9mmPb 铅板	
	地面	120mm 混凝土（利旧）+5mmPb 防护涂料	与环评一致
	防护门	防护门：10mmPb	
病房 2	西、南面墙体	370mm 混凝土墙（利旧）+16mmPb 防护涂料	与环评一致
	东面墙体	370mm 混凝土墙（利旧）+7mmPb 防护涂料	
	北面墙体	200mm 实心砖墙+8mmPb 防护涂料	与环评一致
	顶棚	120mm 混凝土（利旧）+9mmPb 铅板	
	地面	120mm 混凝土（利旧）+5mmPb 防护涂料	与环评一致
	防护门	防护门：10mmPb	
病房 3	南面墙体	370mm 混凝土墙（利旧）+16mmPb 防护涂料	与环评一致
	其余面墙体	370mm 混凝土墙（利旧）+7mmPb 防护涂料	
	顶棚	120mm 混凝土（利旧）+9mmPb 铅板	与环评一致
	地面	120mm 混凝土（利旧）+5mmPb 防护涂料	
	防护门	防护门：10mmPb	与环评一致
双人病房	南、东面墙体	370mm 混凝土墙（利旧）+16mmPb 防护涂料	与环评一致
	其余面墙体	370mm 混凝土墙（利旧）+7mmPb 防护涂料	
	顶棚	120mm 混凝土（利旧）+10mmPb 铅板	与环评一致
	地面	120mm 混凝土（利旧）+10mmPb 防护涂料	
	防护门	防护门：10mmPb	与环评一致
病房 4	东面墙体	370mm 混凝土墙（利旧）+16mmPb 防护涂料	与环评一致
	西面墙体	200mm 实心砖墙+8mmPb 防护涂料	
	其余面墙体	370mm 混凝土墙（利旧）+7mmPb 防护涂料	与环评一致
	顶棚	120mm 混凝土（利旧）+9mmPb 铅板	
	地面	120mm 混凝土（利旧）+5mmPb 防护涂料	与环评一致
	防护门	防护门：10mmPb	

病房 5	东面墙体	370mm 混凝土墙（利旧）+16mmPb 防护涂料	与环评一致
	南面墙体	370mm 混凝土墙（利旧）+7mmPb 防护涂料	
	西、北面墙体	200mm 实心砖墙+8mmPb 防护涂料	与环评一致
	顶棚	120mm 混凝土（利旧）+9mmPb 铅板	与环评一致
	地面	120mm 混凝土（利旧）+5mmPb 防护涂料	
	防护门	防护门：10mmPb	与环评一致
病房 6	东、北面墙体	370mm 混凝土墙（利旧）+16mmPb 防护涂料	与环评一致
	西、南面墙体	200mm 实心砖墙+8mmPb 防护涂料	与环评一致
	顶棚	200mm 混凝土（利旧）+9mmPb 铅板	与环评一致
	地面	120mm 混凝土（利旧）+5mmPb 防护涂料	
	防护门	防护门：10mmPb	与环评一致
走廊	北面墙体	200mm 实心砖墙+18mmPb 防护涂料	与环评一致
	顶棚	200mm 混凝土（利旧）+9mmPb 铅板	与环评一致
	地面	120mm 混凝土（利旧）+5mmPb 防护涂料	
	防护门、传递窗	防护门：10mmPb	与环评一致
污洗间、污物间、清洁间	墙体	200mm 实心砖墙+8mmPb 防护涂料	与环评一致
	顶棚	200mm 混凝土（利旧）+9mmPb 铅板	与环评一致
	地面	120mm 混凝土（利旧）+5mmPb 防护涂料	
	防护门	防护门：10mmPb	与环评一致

注：场所内使用的实心砖均为混凝土砖，混凝土密度 $\geq 2.35\text{T/m}^3$ ，防护涂料为硫酸钡密度 $\geq 30\text{kg/m}^2$

根据“表 7 验收监测”中内容可知，本次验收项目在正常运行时，周围剂量当量率和人员的年有效剂量，均可以满足本次验收提出的要求，因此，本项目核医学核素治疗场所的屏蔽设施的屏蔽效能可以满足验收要求。

核医学核素治疗场所还有以下辐射安全措施：

- a 核医学核素治疗场所设有门禁系统，通过门禁系统管控患者活动范围。
- b 场场所内设置有排风系统，放射性废气经活性炭过滤装置过滤后排放。
- c 场所内病房均设专用卫生间，厕所内张贴患者冲厕所和洗手的提示，医院通过宣教及病房温度控制等，尽量减少患者的放射性废液产生量。同时，场所配套建设有衰变池（1 个改造衰变池、1 个新建衰变池）处理场所产生的放射性废水。
- d 给药室内设置自动给药机，供应商将药物配送至分装给药室后直接装入给药机，通过自动给药系统装配药物，工作人员在给药室内通过监控设施指导服药区内的患者服药，

通过监控系统工作人员能够全方位清楚的观察给药、服药全过程。

e 病房设置为 6 间单人间、1 间双人间（配备铅屏风），病房中配备对讲、视频监控等设施；查房医生尽量通过视频方式进行查房。

f 病房场区设置专用的污洗间、污物间、清洁间，配备专用的保洁用品。

g 场所内各房间均设置有铅垃圾桶，用于收集患者住院期间产生的垃圾。同时，场所内设置有污物间和废物间等，用于暂存收集的放射性固体废弃物。

h 建设单位在场所内出口处设置辐射监测仪器，便于患者开展出院检测，卫生通过间内设置有辐射检测仪器，便于辐射工作人员开展日常监测工作。

核素治疗场所的辐射安全措施的实际情况与环评报告中的情况一致。

3.3. 防护用品配备情况

建设单位为核医学核素治疗场所配备了铅衣、铅围脖、铅帽、自动分装柜+服药窗、铅屏风、铅废物桶、铅废物箱、注射窗、双锁储源柜、有机玻璃通风橱、长柄镊子、污染处理工具组等防护用品。建设单位在配备环评报告中的防护用品基础上，新配备了部分防护用品，防护用品的实际配备情况优于环评报告中的配备要求。核医学核素治疗场所的防护用品配备情况见表 3-2。

表 3-2 核医学核素治疗场所的防护用品配备情况

名称	数量	铅当量	结论
铅衣	6	0.5mmPb	与环评一致
铅围脖	6	0.5mmPb	与环评一致
铅帽	6	0.5mmPb	与环评一致
自动分装柜+服药窗	1	50mmPb	与环评一致
铅屏风	2	10mmPb	与环评一致
铅废物桶	8	5mmPb	与环评一致
铅废物箱	12	4mmPb	新配备
注射窗	1	20mmPb	
转运盒	1	5mmPb	
注射器防护套	2	5mmPb	

双锁储源柜	1	10mmPb	
有机玻璃通风橱	1	有机玻璃厚度：10mm	
长柄镊子	1	/	
污染处理工具组	1	/	



自动分装柜



有机玻璃通风橱



注射窗和服药窗



铅废物桶和放射性废物收纳箱





图 3-2 核医学科核素治疗场所的实物图

3.4. 人流物流路径

为了加强辐射安全管理，结合项目的工作流程及工作场所布局，医院规划了患者、辐射工作人员、药物运送、放射性固体废弃物的流动路径。

(1) 辐射工作人员行走路径：通过场所北侧的卫生通过间进入辐射工作场所，然后到达分装给药室、甲测室、敷贴室，给 ^{177}Lu 患者施药时穿过抢救室到达 7#单人病房。工作结束后，原路返回，在卫生通过间确认没有核素污染后离开核医学科。

(2) 甲测和敷贴治疗患者行走路：通过场所西侧的入口进入辐射工作场所，经走廊到达甲测室或敷贴室。患者完成诊疗后，原路返回经场所西侧的入口离开辐射工作场所。

(3) 甲亢患者、使用 ^{89}Sr 和 ^{223}Ra 核素治疗患者行走路径：通过场所西侧的入口进入辐射工作场所，经走廊到达服药注射室。在服药注射室完成施药后，经走廊到达东侧的患者专用出口，离开核医学科。

(4) 甲癌患者行走路径：通过场所西侧的入口进入辐射工作场所，经走廊到达服药注射室。在服药注射室口服放射性药物后，经走廊到达病房进行住院。住院期满后，经走廊到达场所内出口处的辐射监测位置，在确保满足条件后，经患者专用出口，离开核医学科。

(5) 使用 ^{177}Lu 核素治疗患者行走路径：通过场所西侧的入口进入辐射工作场所，经走廊到达 7#单人病房。患者在 7#单人病房进行施药后，在该病房进行住院。住院期满后，经走廊到达场所内出口处的辐射监测位置，在确保满足条件后，经患者专用出口，离开核医学科。

(6) 送药路径：通过场所北侧的卫生通过间进入辐射工作场所，然后到达分装给药室和储源室。药物最终暂存在分装给药室的分装柜和通风橱，以及储源室的储源柜中。

核医学核素治疗中心场所人流物流路径图见图 3-3。与环评报告相比，由于服药注射室和抢救室的布局有调整（见表 2 中内容），使用 ^{177}Lu 核素治疗患者的住院病房有调整（环评报告中的病房为 12#单人病房，实际为 7#单人病房），因此辐射工作人员和使用 ^{177}Lu 核素治疗患者的行走路径有调整。本次路径调整，不涉及《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》（环办辐射函〔2025〕313 号，2025 年 8 月 29 日发布），且调整后的路径可以满足相关标准要求，满足验收条件。

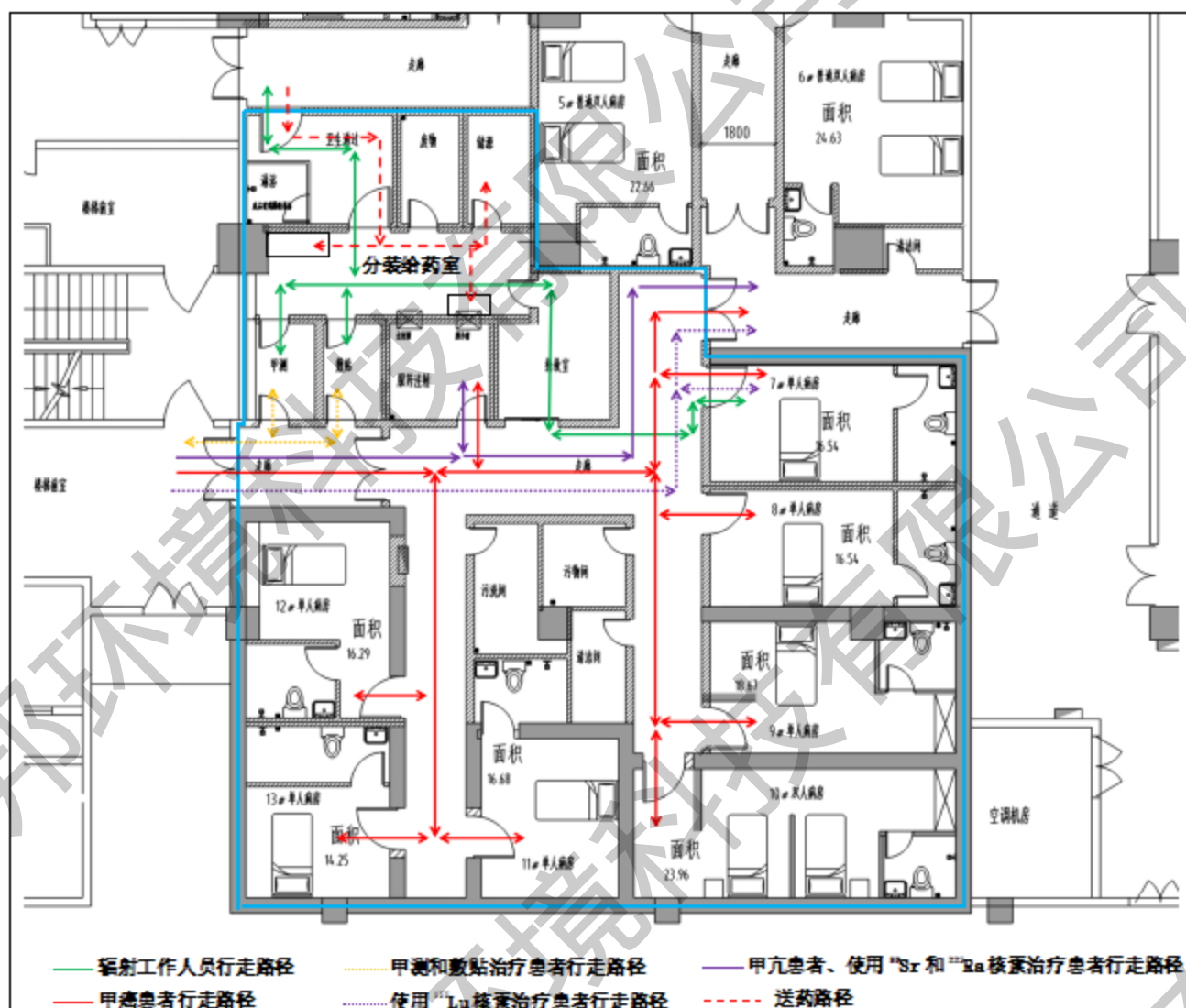


图 3-3 核医学核素治疗中心场所人流物流路径图

3.5. 放射性三废处理设施的建设和处理能力

3.5.1. 放射性废液

(1) 衰变池：核医学核素治疗场所有 2 套衰变池。

① A 套衰变池：

原核医学科场所有 1 套有效容积为 76m^3 的三级串联衰变池，本次将该套池内各池间的混凝土墙体隔断拆除，打通后成为一个有效容积为 76m^3 衰变池，并与原有的并联衰变池（含 3 个有效容积均为 33m^3 的池体），并联使用，形成一个新的并联衰变池。新的并联衰变池（即 A 套衰变池）包含 4 个并联使用的池体，每个池体的有效容积分别为 76m^3 、 33m^3 、 33m^3 和 33m^3 ，总有效容积为 175m^3 ，用于处理核医学核素治疗场所病房

内产生的排泄物类放射性废水。本次只将原有衰变池的内部隔断拆除，原有衰变池的外墙体、屏蔽防护、防水、防渗等措施均保持不变。

②B 套衰变池：

B 套衰变池为新建衰变池，包含 3 个并联使用的池体，每个池体的有效容积均为 40m^3 ，总有效容积为 120m^3 ，通过电磁阀控制各个池体的进水和排水。B 套衰变池在前端设置了 2 个沉淀池（一备一用），在衰变池上方设置有检修孔，在排放处设置有采样口。B 套衰变池的墙体为 200mm 混凝土，内外壁及顶底板均抹 3mmPb 的硫酸钡防护涂料，检修口上方采用 6mmPb 防护井盖。B 套衰变池内的沉淀池内设置有自动搅匀排污泵。B 套衰变池位于住院楼负二层，四周为停车场。B 套衰变池的四周设置了彩钢围挡，并装门上锁，可以杜绝无关人员进入衰变池区域。B 套衰变池用于处理核医学核素治疗场所内洗手池、地漏等医护人员洗手、患者洗手、患者洗澡等产生的清洁用放射性废水。B 套衰变池平面图和剖面图见图 3-4~图 3-5。

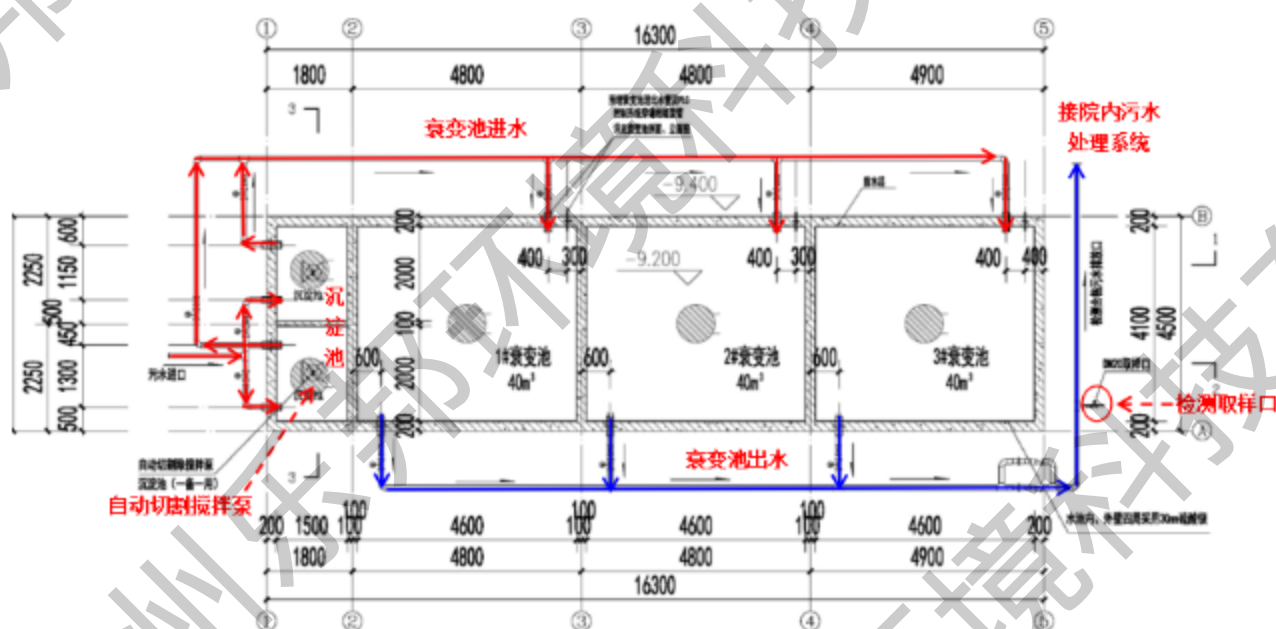


图 3-4 B 套衰变池平面图

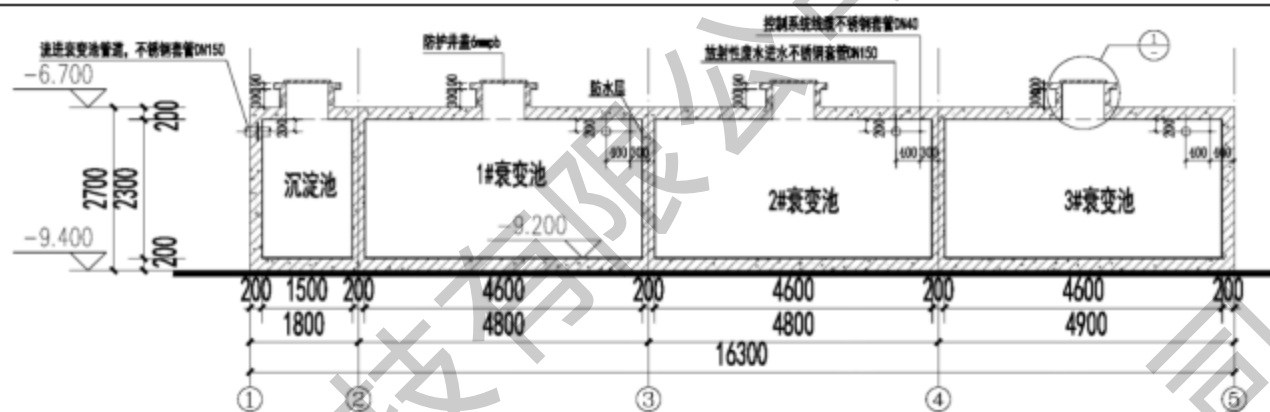


图 3-5 B 套衰变池剖面图

(2) 放射性废液收集

核素治疗病房均有独立的专用厕所及排水管道，病房所产生的排泄物类放射性废水均收集后排入 A 套衰变池进行暂存衰变。核医学核素治疗场所内的其余放射性废液，均收集后排入 B 套衰变池进行暂存衰变。

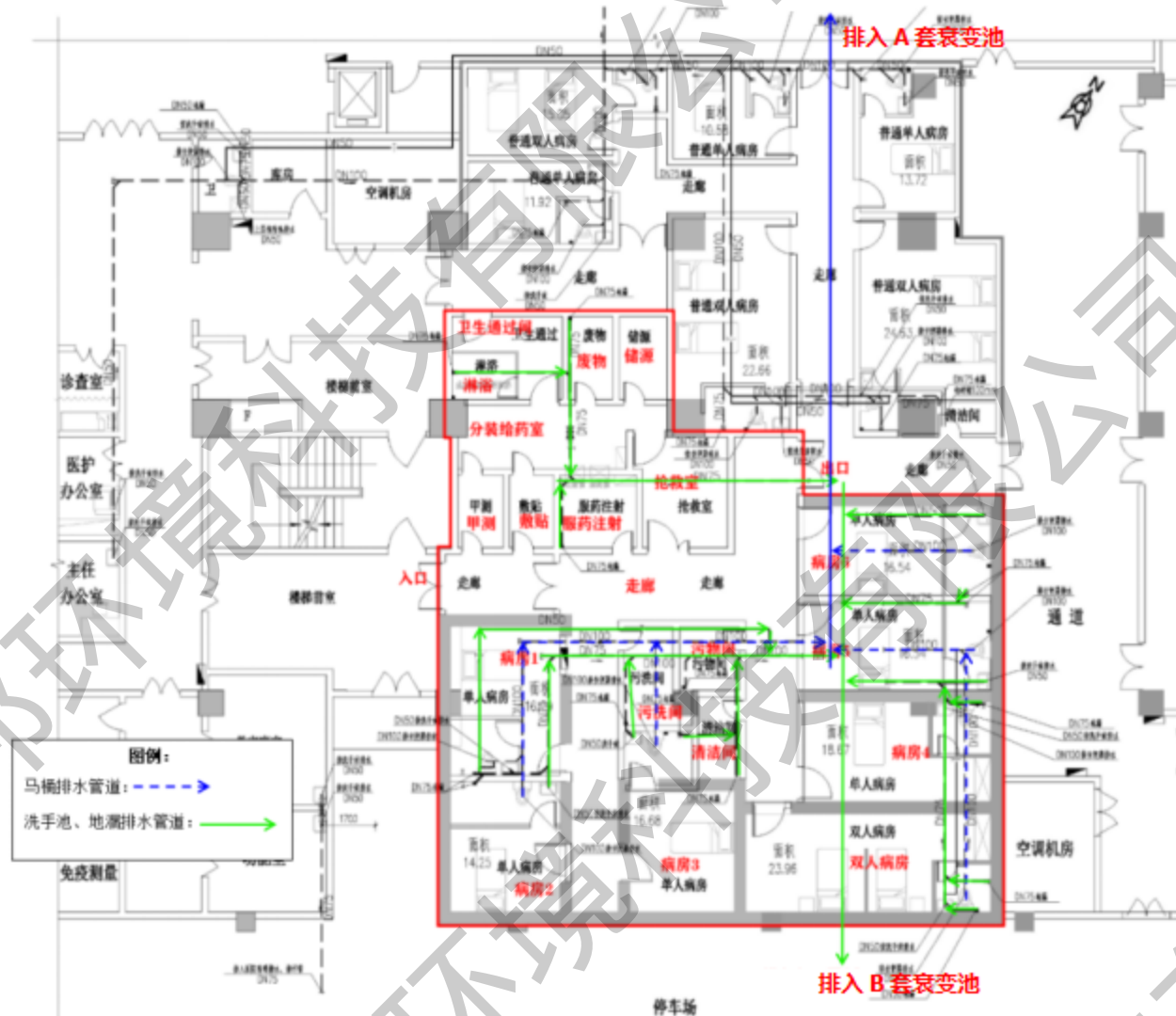


图 3-6 核医学核素治疗场所放射性废液收集管道布设图

(3) 放射性废液排放

放射性废液暂存的理论预测结果：①A套衰变池：根据建设单位提供资料，甲癌治疗患者住院期间，平均小便次数为 5-6 次/天，大便次数为 0-1 次/天，患者每日大小便用水量预计约为 30~50L。保守按照患者每日大小便用水量为 60L 进行计算，由于核医学核素治疗场所共设置 8 张床位，假设每天均能住满 8 张床位，则场所每天产生的排泄废水，预计为 $0.48 \text{ m}^3/\text{天}$ 。由于 A 套衰变池的 4 个并联池体的有效容积分别为 76m^3 、 33m^3 、 33m^3 和 33m^3 ，因此注满 4 个衰变池体的时间分别为 158 天、69 天、69 天和 69 天。根据 A 套衰变池的运行方式可知，衰变池内的放射性废液至少可以暂存 207 天。②B 套衰变池：医院只在患者出院前给水淋浴，患者平均每人次用水量约 20-25L。本次保守按每人每次淋浴用水量为 50L 进行估算，建设单位预计每周出院患者最多为 24 人，

则每周用水量最多为 1200L。医院每周清洁场所 2-3 次，用水量预计约为 60L。医院预计医护人员和患者洗手等用量每天最多 200L，每周产生的放射性废液最多 1400L。因此，每周排入 B 套衰变池的放射性废液最多为 2660L（即 2.66m³）。由于 B 套衰变池的 3 个并联池体的有效容积均为 40m³，因此注满单个衰变池体的时间为 15 周。根据 B 套衰变池的运行方式可知，衰变池内的放射性废液至少可以暂存 30 周，即 210 天。

放射性废液暂存的实际情况：建设单位对 A 套和 B 套衰变池的放射性废水的活度浓度进行了检测，检测结果见下表，检测报告见附件 5 和附件 6。结果显示，放射性废液的活度浓度，均满足相关标准要求。建设单位 A 套和 B 套衰变池的放射性废水在存满 180 天后，建设单位会手动控制进行排放。随着暂存时间的增加，放射性废水的活度浓度将进一步降低。衰变池可以有效的对放射性废水进行暂存处理。

表 3-3 衰变池放射性废液在排放前的活度浓度（Bq/L）

位置	废液暂存时间	采样时间	总β放射性	总α放射性
A 套衰变池	128 天	2026 年 2 月 3 日	1.17	0.053
B 套衰变池	102 天	2026 年 2 月 3 日	0.552	<0.043

建设单位的衰变池设置有控制终端，每次放射性废液排放前，需人工确认并在控制终端操作后，放射性废液才会进行排放。

综上所述，建设单位的衰变池可以有效对放射性废液进行暂存，放射性废液的处理方式合理可行，可以满足本次验收要求。

3.5.2. 气态放射性废物

核医学核素治疗场所设置有 3 条排风管道。1 条排风管道用于收集 7 间住院病房及其卫生间产生的放射性废气；1 条排风管道用于收集分装给药室、卫生通过间、废物间、储源室、甲测室、敷贴室、注射服药室、抢救室、走廊的放射性废气；上述两条排风管道单独收集气态放射性废物后，汇聚到一根排风管道，经放射性气体过滤装置后引至通风井处，随后管道垂直向上到达住院楼天面的排放口进行排放，排放口高于本建筑物屋脊。最后 1 条排风管道收集通风橱和自动分装柜的气态放射性废物，通风橱和自动分装柜上方均配有放射性废气过滤处理装置，气态放射性废物收集后再次经过放射性气体过滤装置后，引至通风井处，随后管道垂直向上到达住院楼天面的排放口进行排放，

排放口高于本建筑物屋脊。排风管道设置有风管止回阀，确保放射性气体不会回流造成污染。放射性气体过滤装置设置有活性炭，日常维护由建设单位安排维护人员按照过滤器厂家要求标准，每年进行更换。核医学核素治疗场所通风管道布置图见图 3-7。核素治疗场所的气态放射性废物处理方式与环评报告中的情况一致。

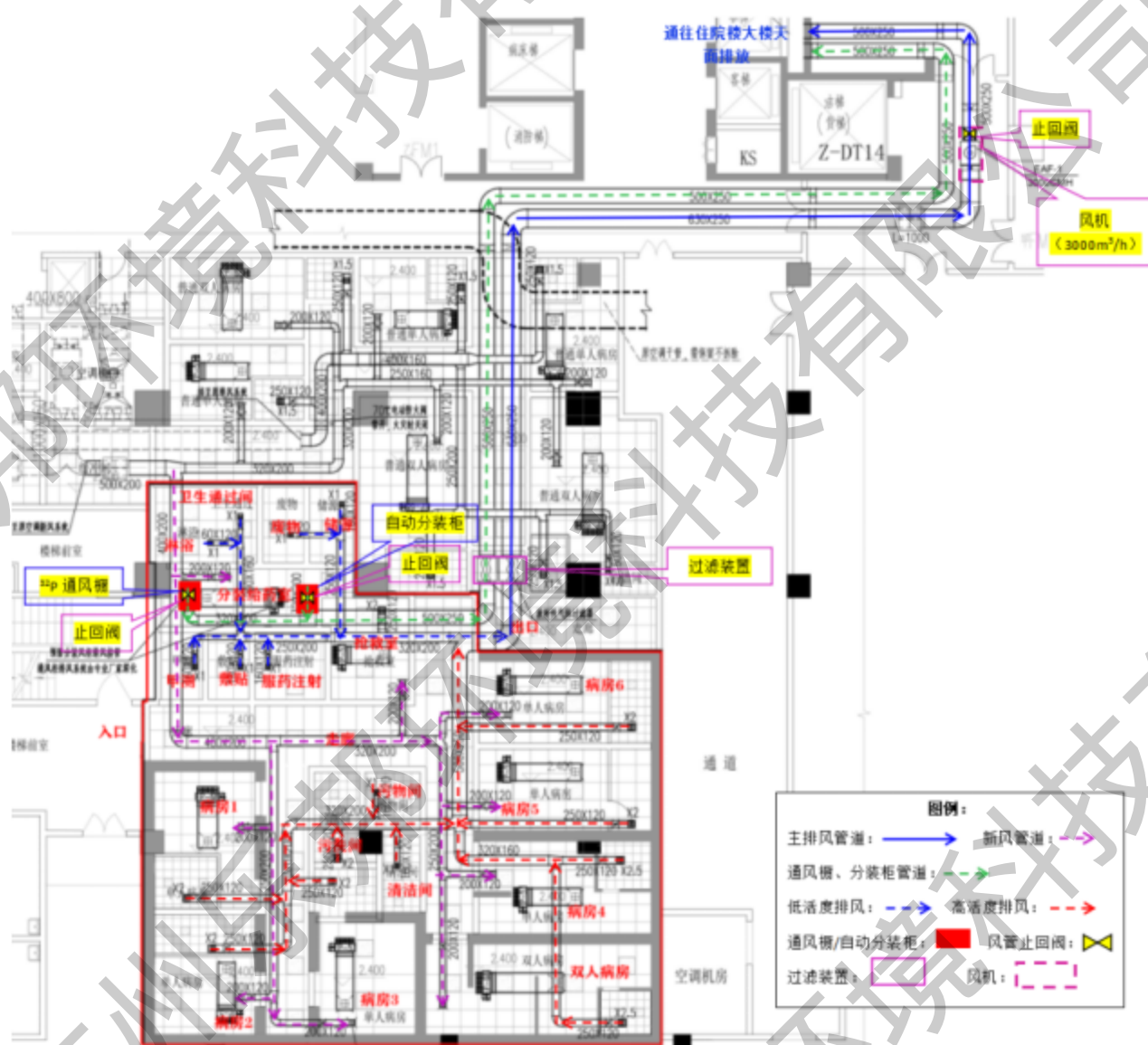


图 3-7 核医学核素治疗场所通风管道布置图

3.5.3.放射性固体废物

(1) 放射性固体废物的收集和暂存

本项目场所内配备有专用的铅废物桶，铅废物桶内放置有专用塑料袋直接收纳废

物。场所内的注射器和碎玻璃器皿等含尖刺及棱角的放射性固体废物，先装入硬纸盒或其他包装材料中，然后再装入塑料袋内。场所内核素操作区域产生的放射性固体废物每日工作结束后进行收集转运，放置于操作区域内的废物间内进行暂存。场所内病房产生的放射性固体废弃物于每次患者出院后统一进行收集转送至治疗区域内的污物间中进行暂存。

（2）放射性固体废物的处理

医院规定，含 ^{131}I 的放射性固体废物暂存时间为 180 天，含 ^{32}P 的放射性固体废物暂存时间为 143 天，含 ^{89}Sr 的放射性固体废物暂存时间为 506 天，含 ^{177}Lu 的放射性固体废物暂存时间为 68 天，含 ^{223}Ra 的放射性固体废物暂存时间为 115 天。暂存期满的放射性固体废物，经检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 $0.8\text{Bq}/\text{m}^2$ 后，清洁解控作为普通医疗废物处理。

核医学核素治疗场所的放射性固体废物的处理方式与环评报告中的情况一致。

3.6. 辐射安全管理情况

（1）辐射安全与环境管理机构

医院已经成立了辐射防护管理委员会，并明确了辐射防护管理委员会的成名单和主要职责。医院已经本次验收项目纳入辐射防护管理委员会进行管理。辐射防护管理委员会的成名单如下，辐射安全与环境管理机构的实际情况与环评报告中的情况一致。

负责人：欧阳伟、卜俊国

成员：王勇、王灵晓、吴文、张健、陈浩、郭婷婷、徐晋、洪国斌、康辉、谢惠芳、张璐、赵树飞、吕鹏飞、吴滨、宋旭东、杨仁轩、崔筱平、刘伟、秦慧艳

（2）规章制度

医院已经制定了各项规章制度，包括《南方医科大学珠江医院关于调整辐射安全管理委员会的通知》、《南方医科大学珠江医院关于印发放射防护管理规定的通知》、《南方医科大学珠江医院关于印发医院放射性药品管理规定的通知》、《辐射安全管理制度》、《辐射防护制度》、《辐射培训制度》、《核医学科放射性药品暂存管理制度》、《核医学各级人员岗位责任制》、《核医学科环境辐射监测制度》、《辐射工作人员培训制

度》、《事故应急预案》等。医院已经规章制度张贴在控制室的墙面上。规章制度的实际情况与环评报告中的情况一致。



图 3-8 规章制度上墙实物图

(3) 辐射工作人员培训

本次验收项目的辐射工作人员，均沿用医院原有的辐射工作人员。辐射工作人员均已按要求参加并通过了国家核技术利用辐射安全与防护培训平台的考核。辐射工作人员培训的实际情况与环评报告中的情况一致。辐射工作人员考核成绩报告单见下表和附件 7。

表 3-4 辐射工作人员的考核成绩报告单

姓名	成绩报告单编号
欧阳伟	FS23GD0300365
冯会娟	FS23GD0300282
刘明玉	FS23GD0300281
凌苑娜	FS23GD0300295
张玉娴	FS23GD0300349
杜婉婉	FS23GD0300299
朱为倩	FS23GD0300300
孔丹	FS23GD0300294
雷日升	FS23GD0300283
冼嘉朗	FS23GD0300303
卢建杏	FS23GD0300302
李金	FS23GD0300293

(4) 辐射工作人员个人剂量监测

本次验收项目的辐射工作人员，均配备了个人剂量计，个人剂量计每季度送往广州南方医疗设备综合检测有限责任公司进行检测。医院已建立了辐射工作人员的个人剂量管理档案并终身保存，由专人负责。核医学核素治疗中心辐射工作人员的 2025 年 4 季度和 2026 年 1 季度的个人剂量检测结果见下表，检测报告见附件 8。

表 3-5 核医学核素治疗中心辐射工作人员的个人剂量检测结果（mSv）

姓名	2025 年 4 季度	2026 年 1 季度
欧阳伟	0.05	<0.03
冯会娟	0.06	<0.03
刘明玉	0.06	<0.03
凌苑娜	0.07	<0.03
张玉嫻	0.06	<0.03
杜婉婉	0.05	<0.03
朱为倩	0.28	0.03
孔丹	0.17	0.15
雷日升	0.29	0.11
冼嘉朗	0.03	<0.03
卢建杏	0.05	0.11
李金	0.12	<0.03

(5) 自行监测设备

核医学核素治疗中心配备了 1 台剂量率巡测仪、1 台表面污染仪和 1 套区域辐射监测系统。自行监测设备的配备情况与环评报告中的情况一致。

表 3-6 核医学核素治疗中心的自行监测设备

名称	数量	型号
剂量率巡测仪	1 台	上海仁机RJ32-2106P
表面污染仪	1 台	上海仁机RJ39-2180
区域辐射监测系统	1 套	RAYCAN RadSys

表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

4.1.环境影响报告表中的辐射安全与防护设施措施的落实情况

本次验收项目基本按照环评要求进行了施工建设。本项目在实际建设过程中，由于通风橱的实际尺寸较大，同时注射窗和服药窗之间距离较小不便开展相关工作，为方便开展日常工作，在实际建设过程中，建设单位取消了服药注射室北侧的防护门，抢救室北侧的防护门和墙体位置有调整，同时，注射窗、分装柜和通风橱在房间的位置有调整。上述变动不涉及《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》（环办辐射函〔2025〕313号，2025年8月29日发布）。

本次验收项目的辐射工作场所，已按照环评报告中要求，分为控制区和监督区进行管理。

本次验收项目已进行了辐射防护施工，落实了辐射防护要求，配备了辐射防护用品。根据“表 7 验收监测”中内容可知，本次验收项目在正常运行时，周围剂量当量率和人员的年有效剂量，均可以满足本次验收提出的要求，辐射防护屏蔽设施的屏蔽效能可以满足验收要求。

4.2.其他在验收中需要考核的内容

通过验收监测，并根据监测结果进一步估算，辐射工作人员的年有效剂量低于 5mSv，公众的年有效剂量低于 0.1mSv。

本次验收项目的环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。医院已按规定的程序申请并取得了辐射安全许可证。医院的辐射安全许可证见附件 2。

表 5 验收监测质量保证及质量控制

5.1.实施质量保证和控制措施方案。

本项目的所有验收监测，均委托有相关资质的单位进行监测。验收监测均实施了质量保证和控制措施的方案。

①监测前制定了详细的监测方案及实施细则；

②合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性；

③监测所用仪器已通过计量部门校准、检定合格，且在校准、检定有效使用期内使用。监测仪器与所测对象在频率、量程、响应时间等方面相符合，以保证获得准确的测量结果。测量实行全过程质量控制，严格按照《质量手册》和《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定执行；

④监测人员均参加过相关的电离辐射监测培训，均持证上岗；

⑤每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常；

⑥现场监测严格按照规定的监测点位、方法、记录内容等进行，按照科学方法处理异常数据和监测数据；

⑦建立完整的文件资料。仪器校准说明书、监测方案、监测布点图、测量原始数据、统计处理程序等全部保留，以备复查；

⑧监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、审核，签发；

⑨监测过程处于受控状态。

表 6 验收监测内容

6.1.监测项目

项目单位：南方医科大学珠江医院

项目地址：广州市海珠区工业大道中 253 号

检测因子：辐射剂量率、表面污染、空气 ^{131}I 核素活度浓度、放射性废水活度浓度

6.2.辐射剂量率的监测情况

(1) 辐射剂量率监测点位

辐射剂量率的检测对象为核医学核素治疗场所及其周边场所。根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)的布点原则，选取具有代表性的检测点位，验收监测在典型工况下进行测量，测量时先进行巡测确定剂量率水平相对较高的位置再记录最大值；布点考虑辐射源释放等因素，重点关注人员长时间驻留以及防护薄弱位置。结合现场实际情况，辐射剂量率的检测布点见表 6-1~表 6-4，布点图见图 6-1~图 6-4。

表 6-1 使用 ^{131}I 和 ^{32}P 核素时的辐射剂量率的检测布点

序号	检测点位位置	序号	检测点位位置
1	分装室西侧 30cm 处楼梯	25	7#单人病房东侧 30cm 处通道
2	分装室北侧 30cm 处淋浴间	26	7#单人病房楼上 30cm 处
3	分装室北侧 30cm 处卫生通过间	27	7#单人病房楼下 170cm 处
4	废物间西侧 30cm 处卫生通过间	28	8#单人病房东侧 30cm 处通道
5	废物间北侧 30cm 处走廊	29	8#单人病房楼上 30cm 处
6	储源间北侧 30cm 处走廊	30	8#单人病房楼下 170cm 处
7	储源间西侧 30cm 处普通病房	31	9#单人病房东侧 30cm 处通道
8	通风橱外表面 30cm 处	32	9#单人病房楼上 30cm 处
9	分装柜外表面 30cm 处	33	9#单人病房楼下 170cm 处
10	分装柜楼上 30cm 处	34	10#双人病房东侧 30cm 处空调机房
11	分装柜楼下 170cm 处	35	10#双人病房南侧 30cm 处停车场
12	通风橱楼上 30cm 处	36	10#双人病房楼上 30cm 处
13	通风橱楼下 170cm 处	37	10#双人病房楼下 170cm 处
14	甲测室西侧约 30cm 处	38	11#单人病房南侧 30cm 处停车场
15	患者入口防护门外 30cm 处	39	11#单人病房楼上 30cm 处

16	敷贴室楼上 30cm 处	40	11#单人病房楼下 170cm 处
17	敷贴室楼下 170cm 处	41	13#单人病房南侧 30cm 处停车场
18	服药注射室楼上 30cm 处	42	13#单人病房西侧 30cm 处通道
19	服药注射室楼下 170cm 处	43	13#单人病房楼上 30cm 处
20	抢救室北侧 30cm 处卫生间	44	13#单人病房楼下 170cm 处
21	抢救室楼上 30cm 处	45	12#单人病房西侧 30cm 处通道
22	抢救室楼下 170cm 处	46	12#单人病房楼上 30cm 处
23	患者出口防护门外 30cm 处	47	12#单人病房楼下 170cm 处
24	7#单人病房北侧 30cm 处走廊	/	/



图 6-1 使用 ^{131}I 和 ^{32}P 核素时的辐射剂量率检测布点图

表 6-2 使用 ^{177}Lu 核素时的辐射剂量率的检测布点

序号	检测点位位置	序号	检测点位位置
1	储源室南侧外 30cm 处分装给药室	9	7#单人病房防护门外 30cm 处通道
2	储源室防护门外 30cm 处分装给药室	10	7#单人病房西侧 30cm 处通道
3	储源室西侧外 30cm 处废物间	11	7#单人病房南侧 30cm 处 8#单人病房
4	储源室北侧外 30cm 处走廊	12	7#单人病房东侧 30cm 处通道
5	储源室东侧外 30cm 处普通病房	13	7#单人病房北侧 30cm 处走廊
6	储源室楼上 30cm 处	14	7#单人病房楼上 30cm 处
7	储源室楼下 170cm 处	15	7#单人病房楼下 170cm 处
8	Lu-177 裸源外约 1m 处	/	/

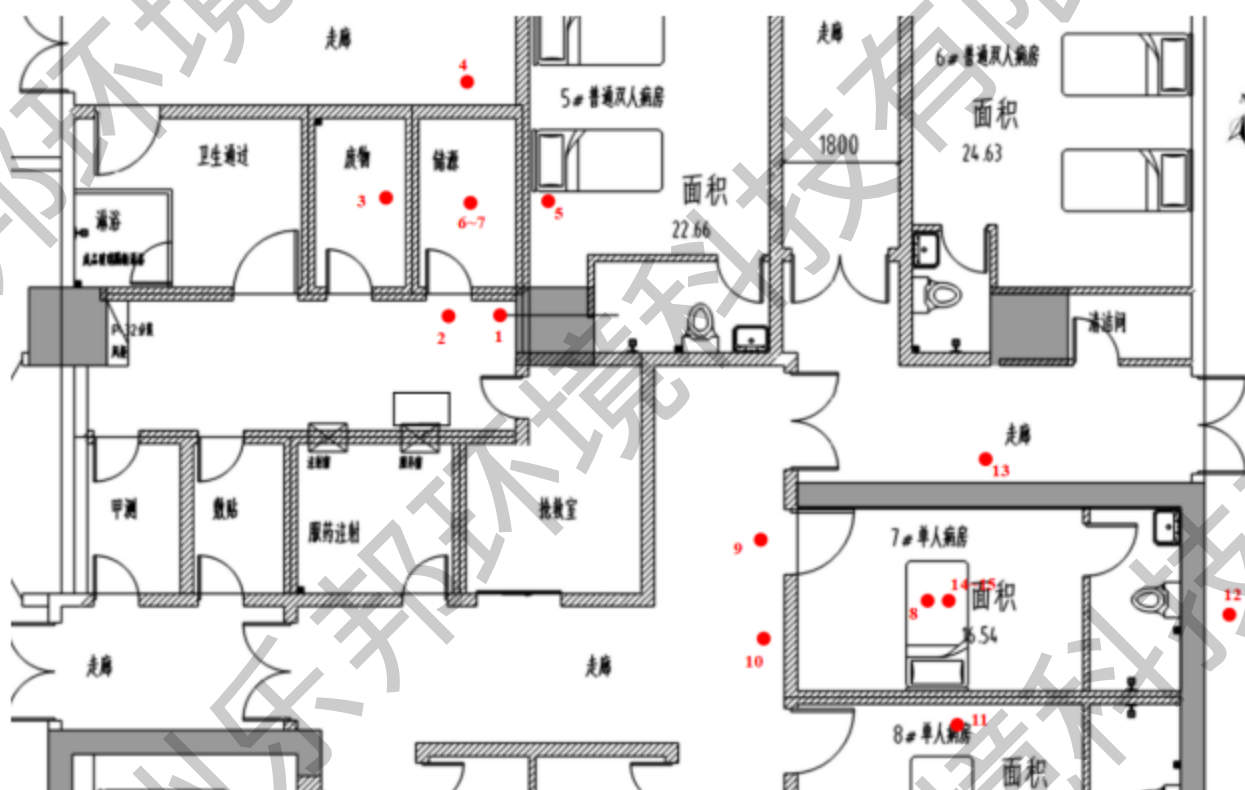


图 6-2 使用 ^{177}Lu 核素时的辐射剂量率检测布点图

表 6-3 使用 ^{89}Sr 核素和 ^{223}Ra 核素时的辐射剂量率的检测布点

序号	检测点位位置	序号	检测点位位置
1	储源室南侧外 30cm 处分装给药室	8	注射窗操作位
2	储源室防护门外 30cm 处分装给药室	9	服药注射室东侧外 30cm 处抢救室
3	储源室西侧外 30cm 处废物间	10	服药注射室防护门外 30cm 处走廊
4	储源室北侧外 30cm 处走廊	11	服药注射室南侧外 30cm 处走廊
5	储源室东侧外 30cm 处普通病房	12	服药注射室西侧外 30cm 处敷贴室
6	储源室楼上 30cm 处	13	服药注射室楼上 30cm 处
7	储源室楼下 170cm 处	14	服药注射室楼下 170cm 处

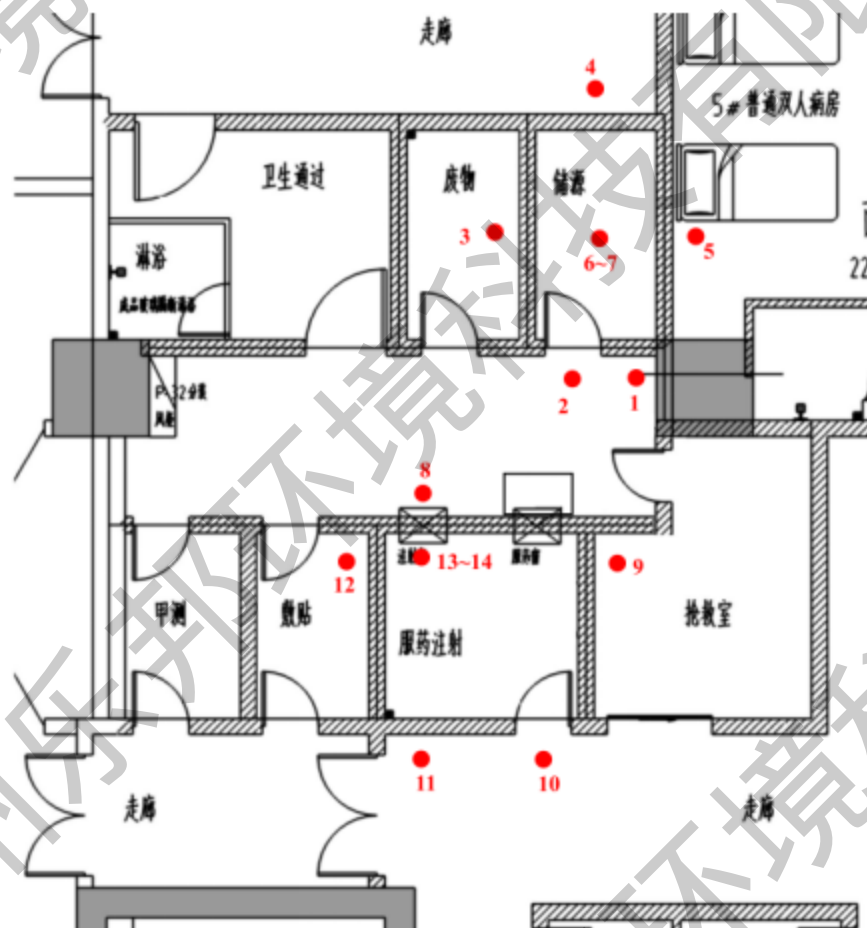


图 6-3 使用 ^{89}Sr 核素和 ^{223}Ra 核素时的辐射剂量率检测布点图

表 6-4 核医学核素治疗中心周边场所的检测布点

序号	检测点位位置	序号	检测点位位置
1	核医学核素治疗中心北侧 25m 处住院楼首层	7	核医学核素治疗中心南侧 25m 处空地
2	核医学核素治疗中心北侧 50m 处道路	8	核医学核素治疗中心西南侧 50m 处放疗中心首层
3	核医学核素治疗中心西侧 50m 处道路	9	核医学核素治疗中心东侧 25m 处住院楼首层
4	核医学核素治疗中心西侧 25m 处道路	10	核医学核素治疗中心东侧 50m 处空地
5	核医学核素治疗中心西南侧 50m 处谊侨楼首层	11	核医学核素治疗中心东侧 50m 处便利店
6	核医学核素治疗中心南侧 50m 处空地	12	核医学核素治疗中心东南侧 50m 处院内食堂首层

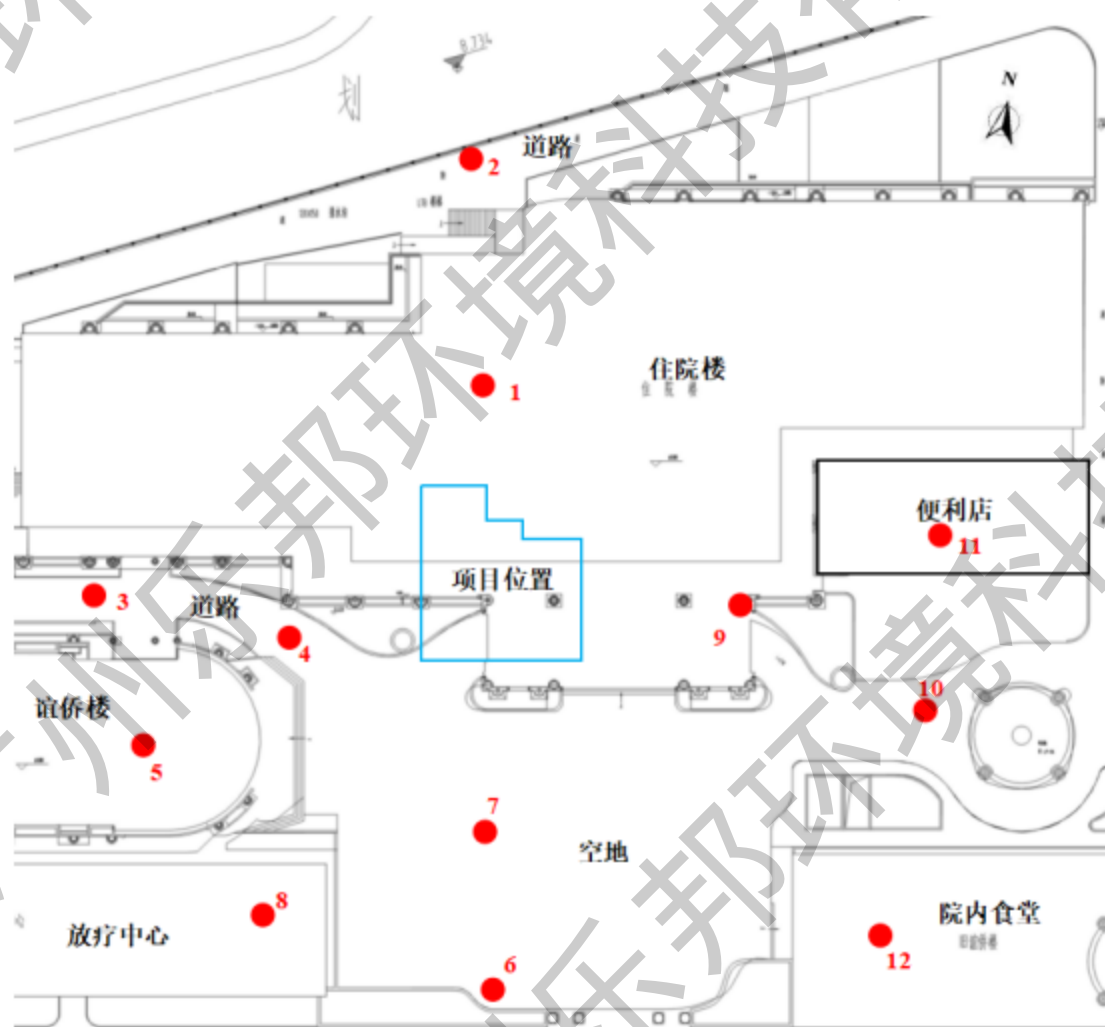


图 6-4 核医学核素治疗中心周边场所的检测布点图

(2) 辐射剂量率检测方法和监测仪器

本项目的辐射剂量率的检测方法为《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)。本项目的辐射剂量率监测仪器为 X- γ 辐射剂量率仪, 检测仪器相关信息见表 6-5。

表 6-5 X- γ 周围剂量当量率检测仪器相关信息

仪器名称	X- γ 辐射剂量率仪	仪器型号	AT1123
生产厂家	ATOMTEX	仪器编号	54928
探头量程	50 nSv/h~10 Sv/h	能量范围	25 keV~3 MeV
检定单位	深圳市计量质量检测研究院		
证书编号	JL2508095051		
检定日期	2025 年 06 月 03 日	有效期	1 年

6.3. 表面污染的监测情况

(1) 表面污染监测点位

β 表面污染的检测对象为核医学核素治疗场所。根据《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) 的布点原则, 选取具有代表性的检测点位, 测量时先进行巡测确定表面污染相对较高的位置再记录最大值; 布点考虑辐射源释放等因素, 重点关注人员长时间驻留等位置。结合现场实际情况, β 表面污染的检测布点见表 6-6, 布点图见图 6-5。

表 6-6 β 表面污染的检测布点

序号	检测点位位置	序号	检测点位位置
1#	储源间地面	25#	8# 单人病房洗手池
2#	储源柜外表面	26#	9# 单人病房地面
3#	分装室地面	27#	9# 单人病房床面
4#	分装室通风橱表面	28#	9# 单人病房马桶
5#	分装室分装柜表面	29#	9# 单人病房洗手池
6#	分装室台表面	30#	10# 单人病房地面
7#	敷贴室地面	31#	10# 双人病房西侧床面
8#	敷贴室座椅	32#	10# 双人病房东侧床面
9#	服药注射室地面	33#	10# 单人病房马桶

10#	服药注射室服药窗	34#	10#单人病房洗手池
11#	服药注射室注射窗	35#	11#单人病房地面
12#	抢救室地面	36#	11#单人病房床面
13#	抢救室台面	37#	11#单人病房马桶
14#	走廊	38#	11#单人病房洗手池
15#	患者出口处地面	39#	12#单人病房地面
16#	走廊	40#	12#单人病房床面
17#	走廊	41#	12#单人病房马桶
18#	7#单人病房地面	42#	12#单人病房洗手池
19#	7#单人病房床面	43#	13#单人病房地面
20#	7#单人病房马桶	44#	13#单人病房床面
21#	7#单人病房洗手池	45#	13#单人病房马桶
22#	8#单人病房地面	46#	13#单人病房洗手池
23#	8#单人病房床面	47#	工作人员手表面
24#	8#单人病房马桶	/	/

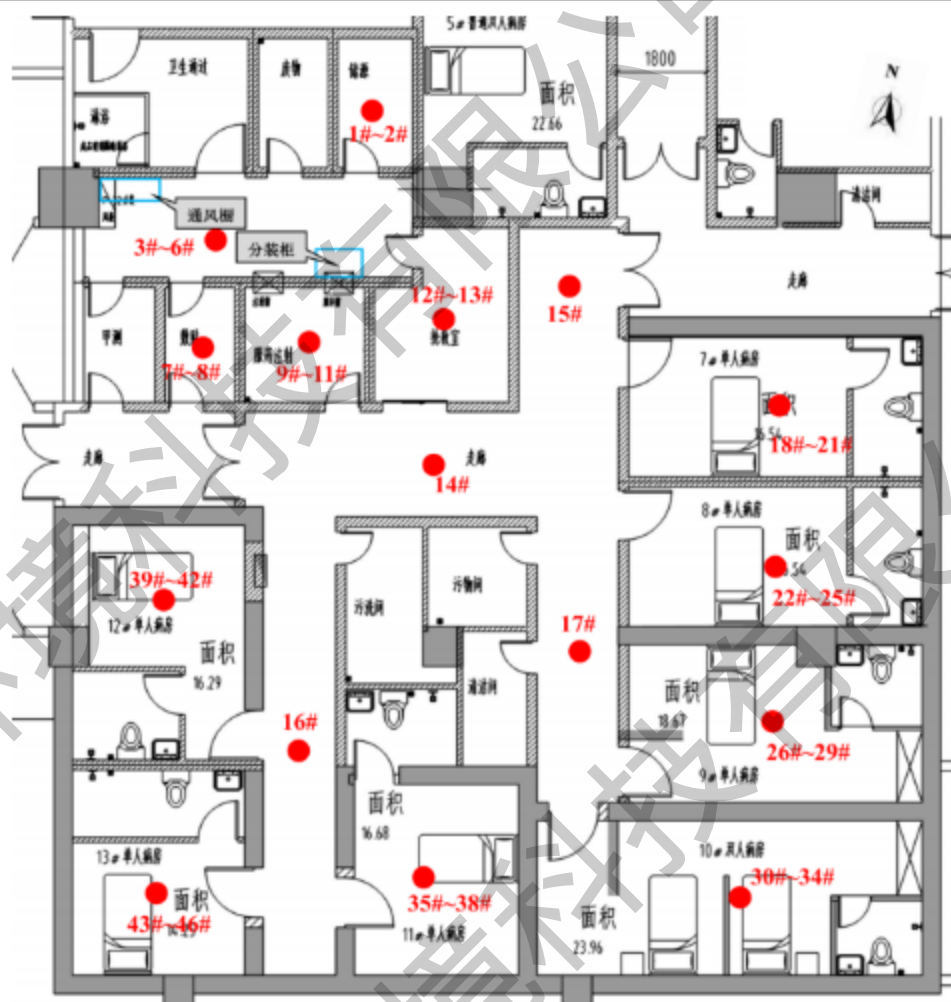


图 6-5 β 表面污染检测布点图

本项目涉及 α 表面污染的核素只有 ^{223}Ra 核素。根据 2.3.3 章节中使用 ^{223}Ra 进行核素治疗流程，对可能出现污染的区域进行 α 表面污染检测。根据《表面污染测定第 1 部分： β 发射体 ($E_{\beta\text{max}} > 0.15\text{MeV}$) 和 α 发射体》(GB/T 14056.1-2008) 的布点原则，选取具有代表性的检测点位，测量时先进行巡测确定表面污染相对较高的位置再记录最大值；布点考虑辐射源释放等因素，重点关注人员长时间驻留等位置。结合现场实际情况， α 表面污染的检测布点见表 6-7，布点图见图 6-6。

表 6-7 α 表面污染的检测布点

序号	检测点位位置	序号	检测点位位置
1#	储源间地面	6#	服药注射室注射窗
2#	储源柜外表面	7#	走廊
3#	分装室地面	8#	患者出口处地面
4#	分装室台表面	9#	工作人员手表面
5#	服药注射室地面	/	/

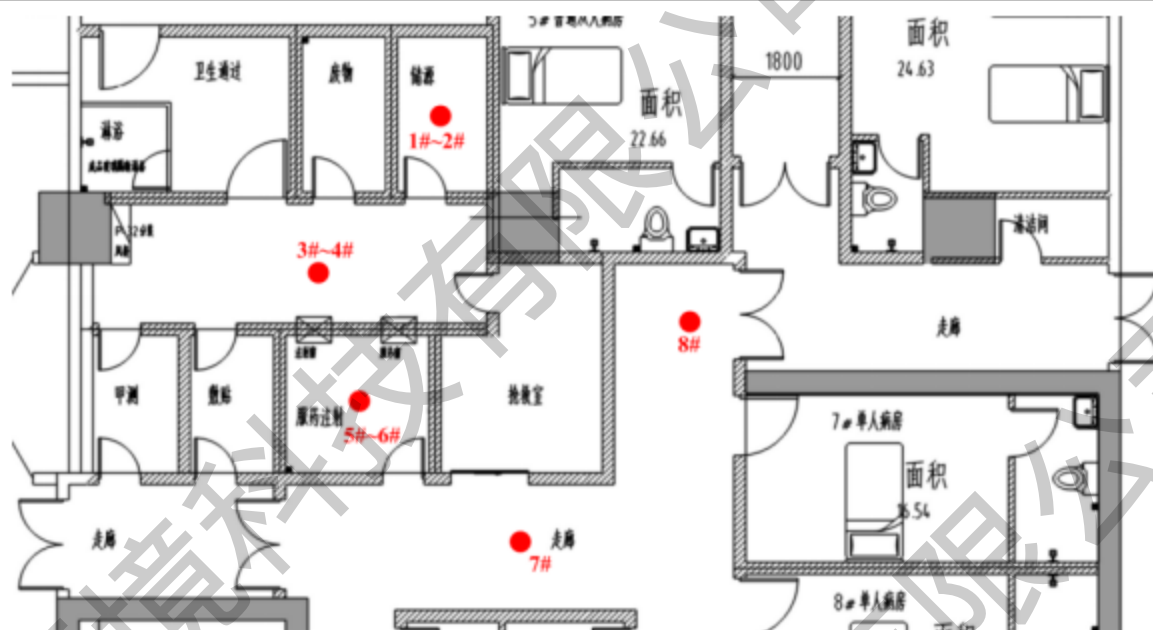


图 6-6 α 表面污染检测布点图

(2) 表面污染检测方法和监测仪器

本项目的表面污染的检测方法为《表面污染测定第 1 部分： β 发射体 ($E_{\beta\max} > 0.15\text{MeV}$) 和 α 发射体》(GB/T14056.1-2008)。本项目表面污染监测仪器为 α 、 β 表面污染仪，检测仪器相关信息见表 6-9。

表 6-8 β 表面污染检测仪器相关信息

仪器名称	α 、 β 表面污染仪	仪器型号	CoMo-170
生产厂家	NUVIA	仪器编号	12271
测量范围	α : 0~999999cps; β : 0~999999cps		
检定单位	上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心		
证书编号	2025H21-20-5873950001		
检定日期	2025 年 05 月 07 日	有效期	1 年

6.4. 空气 ^{131}I 核素活度浓度的监测情况

本项目中的 ^{131}I 核素具有挥发性，结合项目开展的实际情况，综合考虑辐射源释放等因素，重点关注人员长时间驻留以及防护薄弱位置，选取有代表性的检测点位在典型工况下进行采样分析测量。根据实际工作情况，空气 ^{131}I 核素活度浓度的采样地点为核医学校

素治疗场所的分装给药室。

空气 ^{131}I 核素活度浓度的的检测方法为《空气中碘-131 的取样与测定》（GB/T 14584-1993）。

6.5.放射性废水活度浓度的监测情况

为分析衰变池的有效性，本项目对衰变池的放射性废水进行活度浓度检测。根据实际工作情况，本项目对 A 套和 B 套衰变池的放射性废水进行采样，并分析总 α 放射性和总 β 放射性。

放射性废水的采样依据为《污水监测技术规范》（HJ91.1-2019）。总 α 放射性的检测方法为《水质 总 α 放射性的测定 厚源法》（HJ898-2017），检测仪器为低本底 α β 测量仪 LB-2。总 β 放射性的检测方法为《水质 总 β 放射性的测定 厚源法》（HJ899-2017），检测仪器为低本底 α β 测量仪 LB-2。

表 7 验收监测

7.1. 验收监测期间的运行工况

在确保主体工程工况稳定、辐射安全与防护设施建成并运行正常的情况下，本项目进行了验收监测，选取了典型工况并进行了如实记录。

7.2 验收监测结果**7.2.1 辐射剂量率的验收监测结果**

核医学核素治疗中心辐射剂量率的验收监测分多次进行，辐射剂量率的检测时间见表 7-1，辐射剂量率验收监测结果见表 7-2~表 7-6。核医学核素治疗中心的辐射剂量率的最大值为 $2.14 \mu\text{Sv/h}$ ，检测报告见附件 3，检测结果均可以满足本次验收要求。

表 7-1 辐射剂量率的检测时间

检测内容	检测时间
使用 ^{131}I 和 ^{32}P 核素时的辐射剂量率	2026 年 01 月 13 日
使用 ^{177}Lu 核素时的辐射剂量率	2026 年 04 月 17 日
使用 ^{89}Sr 核素时的辐射剂量率	2026 年 04 月 15 日
使用 ^{223}Ra 核素时的辐射剂量率	2026 年 04 月 27 日
核医学核素治疗中心周边场所的辐射剂量率	2026 年 01 月 13 日

表 7-2 使用 ^{131}I 和 ^{32}P 核素时的辐射剂量率检测结果

测点编号	测量位置	检测结果 ($\mu\text{Sv/h}$)		检测工况
		平均值	标准差	
1	分装室西侧 30cm 处楼梯	0.20	0.01	分装柜内 约 25GBq 的 ^{131}I 通风橱内 约 0.29GBq 的 ^{32}P
2	分装室北侧 30cm 处淋浴间	0.20	0.01	
3	分装室北侧 30cm 处卫生通过间	0.19	0.01	
4	废物间西侧 30cm 处卫生通过间	0.20	0.01	
5	废物间北侧 30cm 处走廊	0.19	0.01	
6	储源间北侧 30cm 处走廊	0.19	0.01	
7	储源间西侧 30cm 处普通病房	0.18	0.01	
8	通风橱外表面 30cm 处	1.63	/	
9	分装柜外表面 30cm 处	2.14	/	
10	分装柜楼上 30cm 处	0.19	0.01	

11	分装柜楼下 170cm处	0.19	0.01	
12	通风橱楼上 30cm处	0.20	0.01	
13	通风橱楼下 170cm处	0.19	0.01	
14	甲测室西侧约 30cm处	0.19	0.01	服药注射室内放置 约 7.4GBq的 ^{131}I 敷贴室内放置 约 0.29GBq的 ^{32}P
15	患者入口防护门外 30cm处	0.18	0.01	
16	敷贴室楼上 30cm处	0.18	0.01	
17	敷贴室楼下 170cm处	0.19	0.01	
18	服药注射室楼上 30cm处	0.19	0.01	
19	服药注射室楼下 170cm处	0.18	0.01	抢救室内放置 约 7.4GBq的 ^{131}I
20	抢救室北侧 30cm处卫生间	0.39	0.01	
21	抢救室楼上 30cm处	0.19	0.01	
22	抢救室楼下 170cm处	0.34	0.01	患者出院检测处放置 约 400 MBq的 ^{131}I
23	患者出口防护门外 30cm处	0.41	0.01	
24	7#单人病房北侧 30cm处走廊	0.20	0.01	7#单人病房内放置 约 7.4GBq的 ^{131}I
25	7#单人病房东侧 30cm处通道	0.20	0.01	
26	7#单人病房楼上 30cm处	0.19	0.01	
27	7#单人病房楼下 170cm处	0.71	0.02	
28	8#单人病房东侧 30cm处通道	0.20	0.01	8#单人病房内放置 约 7.4GBq的 ^{131}I
29	8#单人病房楼上 30cm处	0.18	0.01	
30	8#单人病房楼下 170cm处	0.79	0.01	
31	9#单人病房东侧 30cm处通道	0.18	0.01	9#单人病房内放置 约 7.4GBq的 ^{131}I
32	9#单人病房楼上 30cm处	0.19	0.01	
33	9#单人病房楼下 170cm处	0.23	0.01	
34	10#双人病房东侧 30cm处空调机房	0.19	0.01	10#双人病房内放置 约 14.8GBq的 ^{131}I
35	10#双人病房南侧 30cm处停车场	0.32	0.01	
36	10#双人病房楼上 30cm处	0.20	0.01	
37	10#双人病房楼下 170cm处	0.30	0.01	
38	11#单人病房南侧 30cm处停车场	0.18	0.01	11#单人病房内放置 约 7.4GBq的 ^{131}I
39	11#单人病房楼上 30cm处	0.20	0.01	
40	11#单人病房楼下 170cm处	0.22	0.01	
41	13#单人病房南侧 30cm处停车场	0.20	0.01	13#单人病房内放置 约 7.4GBq的 ^{131}I
42	13#单人病房西侧 30cm处通道	0.20	0.01	
43	13#单人病房楼上 30cm处	0.20	0.01	
44	13#单人病房楼下 170cm处	0.19	0.01	
45	12#单人病房西侧 30cm处通道	0.19	0.01	12#单人病房内放置 约 7.4GBq的 ^{131}I
46	12#单人病房楼上 30cm处	0.20	0.01	
47	12#单人病房楼下 170cm处	0.19	0.01	

注：①测量值均没有扣除仪器对宇宙射线的响应值。②根据 HJ 1157-2021，当剂量率大于本底水平 3 倍以上时，在仪器读数稳定的情况下记录 1 个稳定读数；其余测点均测量 10 个读数。

表 7-3 使用 ^{177}Lu 核素时的辐射剂量率检测结果

测点 编号	测量位置	检测结果 ($\mu\text{Sv/h}$)		检测工况
		平均值	标准差	
1	储源室南侧外 30cm 处分装给药室	0.20	0.01	储源室的储源柜内放置 约 7.4GBq 的 ^{177}Lu
2	储源室防护门外 30cm 处分装给药室	0.20	0.01	
3	储源室西侧外 30cm 处废物间	0.21	0.01	
4	储源室北侧外 30cm 处走廊	0.19	0.01	
5	储源室东侧外 30cm 处普通病房	0.19	0.01	
6	储源室楼上 30cm 处	0.18	0.01	
7	储源室楼下 170cm 处	0.18	0.01	
8	Lu-177 裸源外约 1m 处	87.9		7#单人病房内放置 约 7.4GBq 的 ^{177}Lu
9	7#单人病房防护门外 30cm 处通道	0.20	0.01	
10	7#单人病房西侧 30cm 处通道	0.21	0.01	
11	7#单人病房南侧 30cm 处 8#单人病房	0.19	0.01	
12	7#单人病房东侧 30cm 处通道	0.20	0.01	
13	7#单人病房北侧 30cm 处走廊	0.20	0.01	
14	7#单人病房楼上 30cm 处	0.18	0.01	
15	7#单人病房楼下 170cm 处	0.20	0.01	

注：①测量值均没有扣除仪器对宇宙射线的响应值。②根据 HJ 1157-2021，当剂量率大于本底水平 3 倍以上时，在仪器读数稳定的情况下记录 1 个稳定读数；其余测点均测量 10 个读数。

表 7-4 使用 ^{89}Sr 核素时的辐射剂量率检测结果

测点 编号	测量位置	检测结果 ($\mu\text{Sv/h}$)		检测工况
		平均值	标准差	
1	储源室南侧外 30cm 处分装给药室	0.19	0.01	储源室的储源柜内放置 约 148MBq 的 ^{89}Sr
2	储源室防护门外 30cm 处分装给药室	0.18	0.01	
3	储源室西侧外 30cm 处废物间	0.20	0.01	
4	储源室北侧外 30cm 处走廊	0.20	0.01	
5	储源室东侧外 30cm 处普通病房	0.18	0.01	
6	储源室楼上 30cm 处	0.19	0.01	
7	储源室楼下 170cm 处	0.20	0.01	
8	注射窗操作位	0.24	0.01	注射窗位置放置 约 148MBq 的 ^{89}Sr
9	服药注射室东侧外 30cm 处抢救室	0.18	0.01	
10	服药注射室防护门外 30cm 处走廊	0.18	0.01	
11	服药注射室南侧外 30cm 处走廊	0.19	0.01	

12	服药注射室西侧外 30cm 处敷贴室	0.19	0.01
13	服药注射室楼上 30cm 处	0.18	0.01
14	服药注射室楼下 170cm 处	0.19	0.01

注：测量值均没有扣除仪器对宇宙射线的响应值。

表 7-5 使用 ^{223}Ra 核素时的辐射剂量率检测结果

测点 编号	测量位置	检测结果 ($\mu\text{Sv/h}$)		检测工况
		平均值	标准差	
1	储源室南侧外 30cm 处分装给药室	0.18	0.01	储源室的储源柜内放置 约 13.8MBq 的 ^{223}Ra
2	储源室防护门外 30cm 处分装给药室	0.18	0.01	
3	储源室西侧外 30cm 处废物间	0.21	0.01	
4	储源室北侧外 30cm 处走廊	0.20	0.01	
5	储源室东侧外 30cm 处普通病房	0.20	0.01	
6	储源室楼上 30cm 处	0.20	0.01	
7	储源室楼下 170cm 处	0.19	0.01	
8	注射窗操作位	0.22	0.01	注射窗位置放置 约 13.8MBq 的 ^{223}Ra
9	服药注射室东侧外 30cm 处抢救室	0.18	0.01	
10	服药注射室防护门外 30cm 处走廊	0.17	0.01	
11	服药注射室南侧外 30cm 处走廊	0.18	0.01	
12	服药注射室西侧外 30cm 处敷贴室	0.19	0.01	
13	服药注射室楼上 30cm 处	0.18	0.01	
14	服药注射室楼下 170cm 处	0.20	0.01	

注：测量值均没有扣除仪器对宇宙射线的响应值。

表 7-6 核医学核素治疗中心周边场所的辐射剂量率检测结果

测点 编号	测量位置	检测结果 ($\mu\text{Sv/h}$)		检测工况
		平均值	标准差	
1	核医学核素治疗中心北侧 25m 处住院楼首层	0.18	0.01	核医学核素治疗中心 正常开展相关工作
2	核医学核素治疗中心北侧 50m 处道路	0.17	0.01	
3	核医学核素治疗中心西侧 50m 处道路	0.18	0.01	
4	核医学核素治疗中心西侧 25m 处道路	0.17	0.01	
5	核医学核素治疗中心西南侧 50m 处谊侨楼首层	0.19	0.01	
6	核医学核素治疗中心南侧 50m 处空地	0.17	0.01	
7	核医学核素治疗中心南侧 25m 处空地	0.17	0.01	
8	核医学核素治疗中心西南侧 50m 处放疗中心首层	0.18	0.01	
9	核医学核素治疗中心东侧 25m 处住院楼首层	0.19	0.01	
10	核医学核素治疗中心东侧 50m 处空地	0.17	0.01	

11	核医学核素治疗中心东侧 50m 处便利店	0.18	0.01
12	核医学核素治疗中心东南侧 50m 处院内食堂首层	0.18	0.01

注：测量值均没有扣除仪器对宇宙射线的响应值。

7.2.2 表面污染的验收监测结果

核医学核素治疗中心表面污染的检测时间为 2026 年 04 月 27 日，表面污染验收监测结果见表 7-7~表 7-8。核医学核素治疗中心的 β 表面污染的最大值为 2.66 Bq/cm^2 ， α 表面污染均未检出（检出限为 0.03 Bq/cm^2 ），检测报告见附件 3。检测结果均可以满足本次验收要求。

表 7-7 β 表面污染检测结果

测点编号	测量位置	检测结果 (Bq/cm^2)
1#	储源间地面	未检出
2#	储源柜外表面	未检出
3#	分装室地面	未检出
4#	分装室通风橱表面	未检出
5#	分装室分装柜表面	未检出
6#	分装室台表面	未检出
7#	敷贴室地面	未检出
8#	敷贴室座椅	未检出
9#	服药注射室地面	0.20
10#	服药注射室服药窗	1.21
11#	服药注射室注射窗	未检出
12#	抢救室地面	未检出
13#	抢救室台面	未检出
14#	走廊	未检出
15#	患者出口处地面	未检出
16#	走廊	未检出
17#	走廊	未检出
18#	7#单人病房地面	未检出
19#	7#单人病房床面	未检出
20#	7#单人病房马桶	未检出
21#	7#单人病房洗手池	未检出
22#	8#单人病房地面	0.39
23#	8#单人病房床面	未检出
24#	8#单人病房马桶	2.66

25#	8#单人病房洗手池	未检出
26#	9#单人病房地面	未检出
27#	9#单人病房床面	未检出
28#	9#单人病房马桶	未检出
29#	9#单人病房洗手池	未检出
30#	10#单人病房地面	未检出
31#	10#双人病房西侧床面	未检出
32#	10#双人病房东侧床面	未检出
33#	10#单人病房马桶	未检出
34#	10#单人病房洗手池	未检出
35#	11#单人病房地面	未检出
36#	11#单人病房床面	未检出
37#	11#单人病房马桶	未检出
38#	11#单人病房洗手池	未检出
39#	12#单人病房地面	0.07
40#	12#单人病房床面	未检出
41#	12#单人病房马桶	未检出
42#	12#单人病房洗手池	未检出
43#	13#单人病房地面	未检出
44#	13#单人病房床面	未检出
45#	13#单人病房马桶	未检出
46#	13#单人病房洗手池	0.20
47#	工作人员手表面	未检出

注：采用直接测量法进行检测，仪器检出限： $L_D(\beta) = 0.06 \text{ Bq/cm}^2$ 。

表 7-8 α 表面污染检测结果

测点 编号	测量位置	检测结果 (Bq/cm^2)
1#	储源间地面	未检出
2#	储源柜外表面	未检出
3#	分装室地面	未检出
4#	分装室台表面	未检出
5#	服药注射室地面	未检出
6#	服药注射室注射窗	未检出
7#	走廊	未检出
8#	患者出口处地面	未检出
9#	工作人员手表面	未检出

注：采用直接测量法进行检测，仪器检出限： $L_D(\alpha) = 0.03 \text{ Bq/cm}^2$ 。

7.2.3 空气 ^{131}I 核素活度浓度的验收监测结果

空气 ^{131}I 核素活度浓度的采样时间为 2026 年 04 月 14 日，采样地点位于分装给药室，采样期间分装柜中正在操作分装总活度约为 $2.48\text{E}+10\text{Bq}$ 的 ^{131}I 放射性药物。空气 ^{131}I 核素活度浓度的检测结果为 $2.34 \pm 0.14 \text{ Bq/m}^3$ ，检测报告见附件 4。

表 7-9 空气 ^{131}I 核素活度浓度的检测情况

采样时间	采样地点	采样工况	检测结果 (Bq/m^3)
2026 年 04 月 14 日	分装给药室	当时分装柜中正在操作分装总活度约为 $2.48\text{E}+10\text{Bq}$ 的 ^{131}I 放射性药物	2.34 ± 0.14

7.2.4 放射性废水活度浓度的验收监测结果

A 套和 B 套衰变池的采样时间均为 2026 年 02 月 03 日，采样时废水已在衰变池中分别暂存 128 天和 102 天。放射性废水的总 β 放射性最大为 1.17Bq/L ，总 α 放射性最大为 0.053Bq/L ，检测报告见附件 5 和附件 6。建设单位 A 套和 B 套衰变池的放射性废水在存满 180 天后，建设单位会手动控制进行排放。随着暂存时间的增加，放射性废水的活度浓度将进一步降低，因此，衰变池可以有效的对放射性废水进行暂存处理。

表 7-10 衰变池放射性废液在排放前的活度浓度 (Bq/L)

位置	废液暂存时间	采样时间	总 β 放射性	总 α 放射性
A 套衰变池	128 天	2026 年 2 月 3 日	1.17	0.053
B 套衰变池	102 天	2026 年 2 月 3 日	0.552	<0.043

7.3 辐射工作人员年有效剂量

(1) 外照射：核医学校素治疗中心辐射工作人员的 2025 年 4 季度和 2026 年 1 季度的个人剂量检测结果见下表，检测报告见附件 8。核医学校素治疗中心辐射工作人员 2025 年 4 季度和 2026 年 1 季度的有效剂量最多为 0.40mSv ，由此估算辐射工作人员外照射的年有效剂量最多为 0.80mSv 。

表 7-11 核医学校素治疗中心辐射工作人员的个人剂量检测结果 (mSv)

姓名	2025 年 4 季度	2026 年 1 季度	合计
欧阳伟	0.05	<0.03	<0.08
冯会娟	0.06	<0.03	<0.09

刘明玉	0.06	<0.03	<0.09
凌苑娜	0.07	<0.03	<0.10
张玉娴	0.06	<0.03	<0.09
杜婉婉	0.05	<0.03	<0.08
朱为倩	0.28	0.03	0.31
孔丹	0.17	0.15	0.32
雷日升	0.29	0.11	0.40
冼嘉朗	0.03	<0.03	<0.06
卢建杏	0.05	0.11	0.16
李金	0.12	<0.03	<0.15

(2) 内照射：辐射工作人员内照射的影响主要来源于分装给药室，影响核素主要为 ^{131}I 核素。根据《放射性核素摄入量及内照射剂量估算规范》，待积有效剂量 $E(\tau)$ 的估算采用下式计算：

$$E(\tau) = A_0 e(\tau)$$

式中： A_0 为放射性核素摄入量，单位：Bq； $e(\tau)$ 为每单位摄入量引起的待积有效剂量，单位：Sv/Bq；根据 GB18871-2002 附表 B7，保守估算本项目取 $7.4\text{E}-09\text{ Sv/Bq}$ 。

放射性核素的摄入量 $A_0 = C_a B_a T$

式中： B_a 为人员呼吸率，取成年人数据 $1.2\text{m}^3/\text{h}$ ； C_a 为核素在空气中的浓度； T 为时间。

根据实测结果，在核医学核素治疗场所运行正常的情况下，分装给药室的 ^{131}I 核素的活度浓度为 2.34 Bq/m^3 （检测报告见附件 4），因此本报告取 C_a 为 2.34 Bq/m^3 。本项目辐射工作人员不会长期停留在分装给药室，保守取每年停留时间为 4h ，全年按照 250 天计算，则 T 为 1000h 。根据上述内容，可计算辐射工作人员内照射的年有效剂量为 0.02mSv 。

(3) 小结：叠加外照射和内照射，则辐射工作人员年有效剂量最多为 0.82mSv ，可以满足本次验收要求。

7.4.公众年有效剂量

根据《辐射防护导论》，人员的年有效剂量为：辐射剂量率 $\times$ 年受照时间 $\times$ 居留因子。公众取每天停留 8 小时，全年按照 250 天计算，则公众的年受照时间为 2000 小时。

根据环评阶段的本底调查，本次验收项目位置及其周边场所的环境本底为（没有扣除仪器对宇宙射线的响应值）：室外环境本底为 $152\text{ nSv/h} \sim 191\text{ nSv/h}$ ，室内环境本底为 $163\text{ nSv/h} \sim 230\text{ nSv/h}$ 。本项目保守取室外环境本底为 152 nSv/h ，室内环境本底为 163 nSv/h 。

(1) 住院楼负二层：核医学核素治疗中心楼下的剂量率最大为 $0.79\text{ }\mu\text{Sv/h}$ （未扣除环

境本底)，扣除环境本底后剂量率最大为 $0.627 \mu\text{Sv/h}$ 。住院楼负二层主要为医院停车场，取居留因子为 $1/16$ ，则住院楼负二层公众的年有效剂量最大为 0.078mSv 。

(2) 住院楼负一层：①患者出口防护门外的剂量率最大为 $0.41 \mu\text{Sv/h}$ （未扣除环境本底），扣除环境本底后剂量率最大为 $0.247 \mu\text{Sv/h}$ 。由于只有患者出院前进行辐射监测时，此处才会有辐射影响，保守取每天出院患者进行辐射监测累计 10min ，则全年累计最多 61h 。保守取居留因子为 1 ，则公众的年有效剂量为 0.015mSv 。②抢救室北侧的剂量率最大为 $0.39 \mu\text{Sv/h}$ （未扣除环境本底），扣除环境本底后剂量率最大为 $0.227 \mu\text{Sv/h}$ 。由于抢救室的使用频率很低，取年使用时间为 50h ，保守取居留因子为 1 ，则公众的年有效剂量为 0.011mSv 。③核医学核素治疗中心南侧的剂量率最大为 $0.32 \mu\text{Sv/h}$ （未扣除环境本底），扣除环境本底后剂量率最大为 $0.157 \mu\text{Sv/h}$ 。住院楼负二层核医学核素治疗中心南侧主要为医院停车场，取居留因子为 $1/16$ ，则住院楼负二层公众的年有效剂量最大为 0.020mSv 。

(3) 室内其余场所：室内其余场所的剂量率最大为 $0.20 \mu\text{Sv/h}$ （未扣除环境本底），扣除环境本底后剂量率最大为 $0.037 \mu\text{Sv/h}$ 。保守取居留因子为 1 ，则公众的年有效剂量最大为 0.074mSv 。

(4) 室外场所：室内其余场所的剂量率最大为 $0.18 \mu\text{Sv/h}$ （未扣除环境本底），扣除环境本底后剂量率最大为 $0.028 \mu\text{Sv/h}$ 。室外场所的环境性质为空地 and 道路，取居留因子为 $1/16$ ，则公众的年有效剂量最大为 0.004mSv 。

小结：公众的年有效剂量最大为 0.078mSv ，可以满足本次验收要求。

表 8 验收监测结论

8.1.验收内容

南方医科大学珠江医院将住院楼负一层的原核医学科南侧区域，改建为核医学核素治疗中心，使用非密封放射性核素 ^{131}I 、 ^{89}Sr 、 ^{32}P 、 ^{177}Lu 和 ^{223}Ra 进行核素治疗，场所为乙级非密封放射性物质工作场所。

8.2.监测结果

本次验收项目正常运行情况下，监测结果可以满足环境影响报告表及其审批部门审批决定。

8.3.辐射安全与防护设施

本项目的各项辐射安全与防护设施均进行了落实，各项辐射安全与防护设施均达到了环评阶段的设计要求。本项目的辐射安全与防护设施已落实了环境影响报告表及其审批部门审批决定。

8.4.项目运行期间的辐射影响

本项目在正常运行时，均可以满足本次验收提出的：辐射工作人员职业照射的剂量约束值为 5 mSv/a ，公众照射的剂量约束值为 0.1 mSv/a 。项目运行期间对辐射工作人员和公众的辐射影响均满足验收执行标准。

8.5.结论

南方医科大学珠江医院核技术利用改扩建项目落实了工程设计、环境影响报告表及其审批部门审批决定对本项目的环境保护要求，可以通过竣工环保验收。

本项目投入使用后，放射性三废的处理，需严格执行相关标准要求进行处理。