
核技术利用建设项目

长沙市中心医院核医学科改扩建项目

环境影响报告表

(送审稿)

长沙市中心医院

二〇二六年九月

核技术利用建设项目
长沙市中心医院核医学科改扩建项目
环境影响报告表

建设单位

医院

建设单位

盖章)：

通讯地址：长沙市雨花区韶山南路 161 号

邮政编码：410028

联系人：

电子邮箱：---

联系电话：

打印编号: 1784008672000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	e175		
建设项目名称	长沙市中心医院改扩建项目		
建设项目类别	55-112核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	长沙市中心医院		
统一社会信用代码	124301004449074393		
法定代表人（签章）	陈智毅		
主要负责人（签字）	黄孟军		
直接负责的主管人员（签字）	吴菊清		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	湖南湘环环保科技有限公司		
统一社会信用代码	121000004448853130		
三、编制人员情况			
1 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
雷艳辉	093	11000000000000000000	雷艳辉
2 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
雷艳辉	全文	11000000000000000000	雷艳辉

目 录

表 1 项目基本概况	1
表 2 放射源	9
表 3 非密封放射性物质	10
表 4 射线装置	11
表 5 废弃物	12
表 6 评价依据	13
表 7 保护目标与评价标准	15
表 8 环境质量和辐射现状	27
表 9 项目工程分析与源项	37
表 10 辐射安全与防护	62
表 11 环境影响分析	82
表 12 辐射安全管理	102
表 13 结论与建议	110
表 14 审批	113

附图附件

附件

- 附件 1 委托书
- 附件 2 现有辐射安全许可证
- 附件 3 关于调整放射防护安全管理委员会成员的通知
- 附件 4 放射性事故应急演练预案
- 附件 5 放射防护辐射安全管理制度
- 附件 6 辐射工作人员管理及辐射监测计划
- 附件 7 核医学科辐射安全管理制度及操作规程
- 附件 8 职业健康体检报告
- 附件 9 个人剂量监测结果
- 附件 10 本项目辐射工作人员辐射培训证书
- 附件 11 环境现状辐射水平监测报告
- 附件 12 项目建设概况

附图

- 附图 1 长沙市中心医院地理位置图
- 附图 2 本项目医院总平面布局图及本项目所在位置
- 附图 3 门急诊医技楼三楼平面布局图（本项目核医学科所在楼层）
- 附图 4 本项目核医学科工作场所改造前平面布局图
- 附图 5 本项目核医学科工作场所改造后平面布局图
- 附图 6 本项目核医学科工作场所楼上（门急诊医技楼四楼内镜中心）平面布局图
- 附图 7 本项目核医学科工作场所楼下（门急诊医技楼二楼检验科）平面布局图

表 1 项目基本情况

建设项目名称		长沙市中心医院核医学科改扩建项目			
建设单位		长沙市中心医院			
法人代表		陈智毅	联系人		联系电话
注册地址		长沙市雨花区韶山南路 161 号（长沙市开福区长春巷 2 号）			
项目建设地点		长沙市中心医院门急诊医技楼三楼核医学科			
立项审批部门		-		批准文号	-
建设项目总投资 (万元)			项目环保投资 (万元)		环保投资 比例
项目性质		☐ 新建 ☒ 改建 ☒ 扩建 ☐ 其它			占地面积 (m ²)
应用 类型	放射源	☐ 销售	☐ I类 ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类		
		☒ 使用	☐ I类（医疗使用） ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☒ V类		
	非密封放 射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物		
		☐ 销售	/		
		☒ 使用	☒ 乙 ☐ 丙		
	射线装置	☐ 生产	☐ II类 ☐ III类		
		☐ 销售	☐ II类 ☐ III类		
		☒ 使用	☐ II类 ☒ III类		
	其他	-			
	1.1 建设单位概况 长沙市中心医院(南华大学附属长沙中心医院)本院位于长沙市雨花区韶山南路 161 号，北院位于长沙市开福区长春巷 2 号，是一所集医疗、急救、保健、康复、科研、教学为一体的三级甲等综合医院，2022 年度国考成绩进入“A”方阵，于 2023 年 10 月再次通过省卫健委组织的三级甲等综合医院评审。医院占地面积达 180 亩（其中北院 15 亩），建筑面积 13.03 万平方米。 医院学科齐全，技术力量雄厚，拥有国务院政府特殊津贴专家 2 名、湖南省“百人计划”人才 1 名、湖南省“芙蓉学者”特聘教授 1 名，湖南省卫生健康高层次人才 3 名、国家卫健委卫生健康行业经济管理领军人才 1 人、湖南省普通高校青年骨干教师培养对				

象 1 名。

医院现有编制床位 2363 张，开设临床医技科室 92 个，国家临床重点专科培育项目 3 个，省临床重点专科（含建设项目）25 个，市临床重点专科 10 个，市医学重点学科 2 个，市级质量控制中心 7 个，获批长沙市急性胸痛中心、长沙市危重孕产妇救治中心、长沙市儿童急救中心、长沙市急性中毒救治中心、肿瘤生物治疗中心、脑卒中中心。

1.2 项目由来

医院门急诊医技楼三楼现有核医学科于 2007 年建设，已依法取得辐射安全许可，使用 ^{99m}Tc 开展显像诊断，使用 ^{131}I 进行甲亢治疗与甲测，使用 ^{89}Sr 进行骨转移癌疼痛治疗，开展 ^{125}I 粒子植入治疗。但因该核医学科建设年代久远，内部设施较陈旧，人流物流路径不满足现行标准规范要求，为提升医疗服务质量，扩充核医学接诊能力，优化平面布局及诊疗作业服务环境，拟对门急诊医技楼三楼核医学科进行整体改造。改造完成后，科室继续使用非密封放射性物质 ^{99m}Tc 用于显像诊断，利用非密封放射性物质 ^{131}I 、 ^{89}Sr 开展核素治疗；新增非密封放射性物质 ^{131}I （胶囊）、 ^{32}P 以及密封放射源 ^{90}Sr 开展核素治疗。另外，拟将现有 2 间 SPECT 机房中东部 1 间 SPECT 机房改造为 SPECT-CT 机房，并淘汰 1 台 SPECT 后，新增 1 台 SPECT-CT（属于 III 类射线装置）用于开展 ^{99m}Tc 显像诊断。改造完成后，门急诊医技楼三楼核医学科日等效最大操作量为 $2.15\text{E}+09\text{Bq}$ ，属于乙级非密封放射性工作场所。

根据《中华人民共和国生态环境法典》、《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 682 号）等法律法规要求，本项目应依法开展环境影响评价工作。依据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，本项目属于“五十五核与辐射”中“172 核技术利用建设项目——乙级非密封放射性物质工作场所（医疗机构使用植入治疗用放射性粒子源的除外）”，应编制环境影响报告表。核工业二三 0 研究所受长沙市中心医院的委托（委托书详见附件 1）承担了本项目的环境影响评价工作。核工业二三 0 研究所接受委托后成立了该项目的评价组，技术人员进行了现场勘察和资料收集，在完成辐射环境现状监测、污染源分析等工作的基础上，依照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）编制完成了《长沙市中心医院核医学科改扩建项目环境影响报告表》。

1.3 项目建设规模

1、项目名称：长沙市中心医院核医学科改扩建项目。

2、建设单位：长沙市中心医院。

3、建设地点：长沙市雨花区韶山南路 161 号门急诊医技楼三楼核医学科。

4、项目性质：改扩建项目。

5、建设内容：医院拟对门急诊医技楼三楼核医学科进行改造，改造完成后为一处乙级非密封放射性工作场所，使用 ^{131}I （胶囊）及 ^{131}I 进行甲亢治疗及甲测、使用 ^{32}P 及 ^{90}Sr 进行敷贴治疗疤痕、血管瘤等、使用 ^{89}Sr 开展骨转移癌疼痛治疗、使用 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 开展显像诊断。

6、射线装置、密封放射源及非密封放射性物质使用情况

核医学科场所射线装置、密封放射源及非密封放射性物质使用情况具体如下：

表 1-2 本项目射线装置使用情况一览表

设备名称	型号	数量	类别	最大管电压	最大管电流	备注
SPECT-CT	待定	1 台	III类	最大管电压： 150kV	最大管电 流：1000mA	新增
SPECT	GE Discover NM630	1 台	-	-	-	利旧

表 1-3 本项目密封放射源使用情况一览表

序号	核素名称	活度（Bq）	数量	类别	用途	使用/暂存场所
1	^{90}Sr - ^{90}Y	1.48×10^9	1 枚	V	敷贴治疗	核医学科敷贴治疗室

表 1-4 本项目非密封放射性物质使用情况一览表

使用场所	核医学科						
	核素治疗					核素显像诊断	
核素	¹³¹ I	¹³¹ I	³² P	⁸⁹ Sr	^{99m} Tc		
物理状态	固态（胶囊）	液态	液态	液体	液态		
核素毒性因子	中毒（0.1）	中毒（0.1）	中毒（0.1）	中毒（0.1）	低毒（0.01）		
操作方式修正因子	简单操作（10）	简单操作（1）	简单（1）	简单操作（1）	简单操作（10）		
用途	甲亢治疗	甲亢治疗	甲测	敷贴治疗	骨转移癌疼痛治疗	SPECT-CT 显像	SPECT 显像
最大工作负荷	10 人/d, 100d/a, 1000 人/a	10 人/d, 100d/a, 1000 人/a	10 人/d, 100d/a, 1000 人/a	20 人/d, 150d/a, 3000 人/a	5 人/d, 50d/a, 250 人/a	50 人/d, 250d/a, 12500 人/a	50 人/d, 250d/a, 12500 人/a
每人每次患者最大给药量	3.7E+8Bq	3.7E+8Bq	3.7E+5Bq	3.7E+8Bq	1.48E+8Bq	9.25E+8Bq	
实际日最大操作量	3.7E+9Bq	3.7E+9Bq	3.7E+6Bq	7.4E+9Bq	7.4E+8Bq	9.25E+10Bq	
日等效最大操作量	3.7E+7Bq	3.7E+8Bq	3.7E+5Bq	7.4E+8Bq	7.4E+7Bq	9.25E+8Bq	
	2.15E+09Bq						
年最大操作量	3.7E+11Bq	3.7E+11Bq	3.7E+8Bq	1.11E+12Bq	3.7E+10Bq	2.31E+13Bq	
注：根据《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），医疗机构使用 ¹³¹ I 核素相关活动视为“简单操作”；根据《碘-131 胶囊使用过程辐射安全研究报告》（生态环境部核与辐射安全中心，2021 年 12 月 13 日）， ¹³¹ I 胶囊操作方式修正因子按“表面污染水平较低的固体—简单操作”取 10。							

由表 1-4 可知，本项目核医学科日等效最大操作量为 $2.15\text{E}+09\text{Bq}$ ，根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），本项目核医学科非密封源工作场级为乙级。

7、本项目核医学科改造前后非密封放射性物质、密封放射源、射线装置、衰变池等改造前后情况具体详见表 1-5。

表 1-5 本项目核医学科改造前后情况一览表

项目		改造前		改造后		变化情况
		日等效操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	日等效操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	
核素	^{99m} Tc	1.85E+08	3.33E+12	9.25E+08	2.31E+13	增量
	⁸⁹ Sr	1.48E+07	1.184E+10	7.40E+07	3.70E+10	增量
	¹³¹ I	3.70E+08	3.33E+10	3.70E+08	3.70E+11	增量
	¹³¹ I（胶囊）	-	-	3.70E+07	3.70E+11	新增
	³² P	-	-	7.40E+08	1.110E+12	新增
	⁹⁰ Sr	-	-	1.48×10 ⁹ /1 枚		新增
设备	SPECT-CT	-		型号待定，最大管电压：150kV；最大管电流：1000mA		新增
	SPECT	ADAC-Forte		报废		报废
	SPECT	GE Discover NM630		GE Discover NM630		利旧
配套设备	1#衰变池	门急诊医技楼北侧地坪下 1 套衰变池为三级推流式衰变池		用于收集处理核医学科甲亢留观室、卫生通过间洗手或淋浴水		利旧
	2#衰变池	--		门急诊医技楼西北侧推流式衰变池，收集处理注射后候诊大厅卫生间及洗手池水、污洗间及卫生间废水		新增
	排风	根据规范要求更新排风系统				

8、辐射工作人员概况：本项目在原有核医学科基础上进行改造，辐射工作人员均为原核医学科 10 名辐射工作人员，均已取得核技术利用辐射安全与防护考核合格成绩报告单，且均在有效期内。所有辐射工作人员均按要求进行了职业健康检查和个人剂量监测，结果无异常。

表 1-6 本项目辐射工作人员一览表

序号	姓名	性别	岗位	辐射培训证书编号	年度个人剂量 mSv	放射工作适任性意见
1		女	主治医师		0.48	可继续从事放射工作
2		男	技师		0.75	可继续从事放射工作
3		女	主治医师		0.66	可继续从事放射工作
4		男	技师		1.34	可继续从事放射工作

5		女	医师		0.10	可继续从事放射工作
6		女	医师		0.68	可继续从事放射工作
7		女	技士		1.02	可继续从事放射工作
8		女	主管护师		0.99	可继续从事放射工作
9		女	主管护师		1.06	可继续从事放射工作
10		女	技士		0.34	可从事放射工作

注：上表所列为 2025.1.10 至 2026.1.9 期间年度个人剂量监测结果统计值，个人剂量监测报告见附件 8；本项目辐射工作人员放射工作适任性意见取自 2025 年、2026 年期间职业健康体检报告，见附件 7。

1.4 周边环境概况

长沙市中心医院位于长沙市雨花区韶山南路 161 号，地处韶山南路以东，东侧为石马雅苑居民住宅区，南侧为五医院家属区，西侧为通程物流居民住宅区、万科金色家园居民住宅区、省林机厂宿舍南院，北侧为天心区市政管理局、长沙华程康复医院。医院地理位置详见附图 1。

长沙市中心医院呈不规则形状，由南向北依次为住宅区、医疗综合楼、门急诊医技楼、综合楼、病房楼、办公楼、胸科中心综合楼、老干部保健中心、医疗废物暂存间等，医院平面布局图附图 2。

本项目位于门急诊医技楼三楼，门急诊医技楼共有地下一楼，地上五楼，改造后负一楼为放疗中心、车库；一楼为门急诊、放射科、儿科等；二楼为 EICU、检验科、外科、超声科、呼吸内科等；三楼为核医学科、消毒供应、泌尿科、内分泌科、神经内科、康复科等；四楼为内镜中心、手术办公室、电生理科、病理科、妇科、产科、皮肤科等；五楼为手术中心、输血科、耳鼻喉科、眼科、口腔科等。

本次改扩建的核医学科位于门急诊医技楼三楼西部，具体所在位置详见附图 3，核医学科东北侧隔过道为消毒供应，东南侧为人员走道、架空大厅、内分泌科、消化科、心内科；西南侧隔过道为急诊观察区；西北侧为医院内部道路、绿化等；上方拟将体检中心改建为内镜中心；下方为检验科。本项目核医学楼上平面图及楼下平面布局图详见图 6 及附图 7。

核医学科原有 1 套衰变池位于门急诊医技楼北侧地坪处（旧衰变池，即 1#衰变池），用于收集改造前核医学科放射性废水，本次改造后拟依托旧衰变池用于处理核医学科含甲亢留观室及卫生通过间废水。此外，拟在门急诊医技楼西北侧新建 1 套衰变池（2#衰

变池），核医学科改造后用于处理含敷贴治疗室洗手、污洗间及注射后候诊大厅卫生间、 ^{99m}Tc 留观室北侧卫生间的放射性废水。

1.5 选址合理性分析

本项目核医学科为在原有的核医学科基础上进行提质改造，选址位置集中于无人长期居留的建筑物的一侧，不邻接产科、儿科、食堂等部门，临近区域无敏感区域及人群稠密区域，场所拟设置相应的物理隔离和单独的人员、物流通道；设置独立排风口位于楼顶且远离周边高层建筑，满足《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）和《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中的选址要求，本项目选址合理。

1.6 平面布局合理性分析

本项目核医学平面布局便于工作人员及病人的辐射防护工作及就医流程的简化，医生进出控制区路径与病人进出路径明显分开，减少交叉污染；本项目的平面布局可以使工作场所的外照射水平和污染发生的概率达到尽可能小；在核医学诊疗工作区域，控制区的入口和出口设置门禁权限控制或单向门等安全措施，限制患者或受检者的随意流动，保证工作场所内的工作人员和公众免受不必要的照射；设计了卫生通过间进行污染检测。综上所述，本项目核医学科布局合理可行。

1.7 实践正当性分析

本项目为核医学科的提质改造，优化了科室布局，完善了辐射防护设施，配套升级诊疗设备，使核医学科场所放射性核素分装、诊疗等流程更为规范，有效弥补了原有设备及场所老旧的问题，将为病人提供一个更为优越的诊疗环境，产生重大健康及社会效益。项目虽在原有的基础上新增 X 射线装置及核素，提高了核素的使用规模，但通过场所屏蔽防护、分区管理等有效辐射防护措施后，对周边环境影响较小，本项目在较小的环境代价基础上，具有较大的社会价值。即本项目的实施对受照个人和社会所带来的利益远大于其引起的辐射危害，项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

1.8 产业政策符合性

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于第一类“鼓励类”中“六、

核能 - 4. 核技术应用：同位素、加速器及辐照应用技术开发，辐射防护技术开发与监测设备制造”、“十三、医药 - 4. 高端医疗器械创新发展：新型基因、蛋白和细胞诊断设备，新型医用诊断设备和试剂，高性能医学影像设备，高端放射治疗设备，急危重症生命支持设备，人工智能辅助医疗设备，移动与远程诊疗设备，高端康复辅助器具，高端植入介入产品，手术机器人等高端外科设备及耗材，生物医用材料、增材制造技术开发与应用”。本项目属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

1.9 现有核技术利用项目基本情况

1、现有核技术利用项目许可情况

长沙市中心医院已于 2026 年 7 月 29 日重新办理了辐射安全许可证（证书编号：湘环辐证[00057]，见附件 2），许可类别包括使用 I 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、丙级非密封放射性物质工作场所。医院非密封源工作场所概况、现有射线装置基本情况、现有放射源概况见表 1-6 至表 1-8：

表 1-7 医院现有非密封源工作场所概况一览表

核素名称	日等效最大操作量 Bq	年最大用量 Bq	场所等级	所在场所	许可情况	环评情况	验收情况
I-125	3.7E+04	1.11E+07	丙级	本部核医学科	已许可	湘环评表（2007）4 号	已验收
I-125 粒子源	2.96E+06	7.44E+11				2022 安全分析	
Sr-89	1.48E+07	1.18E+10					
Tc-99m	1.85E+08	3.33E+12	乙级			湘环评表（2007）4 号	已验收
I-131	3.70E+08	3.33E+10					
I-125 粒子源	1.77E+07	4.44E+12				登记备案：20264301110000397	/
F-18	7.4E+07	1.48E+12	丙级	本部医疗综合楼		湘环评辐表（2016）95 号	2024 年自主验收

表 1-8 医院现有放射源概况一览表

核素名称	放射源类别	出厂活度	所在场所	活动种类	许可情况	环评情况	验收情况
⁶⁰ Co	I 类放射源	2.59×10 ¹⁴ Bq，1 枚	门急诊医技楼负一楼放疗中心	使用	已许可	湘环评表（2014）12 号	湘环评辐验表（2015）29 号

表 1-9 医院现有射线装置情况一览表

序号	装置名称	场所	规格型号	类别	许可情况	环评	验收	备注
----	------	----	------	----	------	----	----	----

1	移动 DR	本部 ICU 综合楼六楼心血管介入手术室 1	DRX-REVOLUTION 单板	III类	已许可	备案号: 202343011100000111	在用
2	移动 DR	本部 ICU 综合楼六楼心血管介入手术室 1	DRX-REVOLUTION 双板	III类	已许可	备案号: 202343011100000111	在用
3	40 排螺旋 CT 机	本部发热门诊	uCT528	III类	已许可	备案号: 202243011100000041	在用
4	直线加速器	本部放疗科	瓦里安 23EX	II类	已许可	湘环评表 (2014) 12 号	在用
5	双排螺旋 CT		西门子 SOMATOM Spirit	III类	已许可	湘环评表 (2014) 12 号	在用
6	模拟定位机		核通 SIMULIX HQ	III类	已许可	湘环评表 (2007) 4 号	在用
7	医用直线加速器		Elekta Synergy	II类	已许可	2022 年辐射安全分析	在用
8	乳腺 DR	本部放射科	Navigator DR Care	III类	已许可	备案号: 202343011100000111	在用
9	数字化 X 射线摄影系统 DR		飞利浦 BuckyDiagnost TH	III类	已许可	湘环评表 (2007) 4 号	在用
10	数字化 X 射线摄影系统 DR		飞利浦 Bucky Diagnost TH	III类	已许可	湘环评表 (2007) 4 号	在用
11	数字化 X 射线摄影系统 DR		SEDECAL 佳能 NOVA FA	III类	已许可	备案号: 201743011100000040	在用
12	64 排螺旋 CT 机		GE LightSpeed VCT	III类	已许可	湘环评表 (2007) 4 号	在用
13	16 排螺旋 CT 机		GE OPTIMA5 20	III类	已许可	备案号: 202543011100000167	在用
14	双能 X 线骨密度测量仪	本部核医学科	Norland XR-600	III类	已许可	备案号: 201843011100000122	在用
15	数字化 X 射线摄影系统	本部健康管理中心	DRX-Compass S	III类	已许可	备案号: 202443011100000181	在用

	DR							
16	数字血管减影造影机 DSA	本部介入中心	Artis Zee IIIceling	II类	已许可	2022 年辐射安全分析		在用
17	数字减影血管造影系统		飞利浦 Allura Xper FD20	II类	已许可	湘环评表（2007）4 号	湘环评辐验表（2012）17 号	在用
18	数字化 X 射线摄影系统 DR	本部门门诊	DRX-Compass A	III类	已许可	备案号：202543011100000209		在用
19	16 排螺旋 CT 机		Ingenuity Flex	III类	已许可	备案号：202343011100000251		在用
20	超高端双源 CT		SOMATO M Force	III类	已许可	备案号：202343011100000206		在用
21	40 排螺旋 CT 机	本部胸科中心	uCT530	III类	已许可	备案号：202443011100000181		在用
22	生物学 X 射线辐照仪	本部药学部	ChiRad160c	III类	已许可	备案号：202643011100000289		在用
23	数字胃肠机	本部医疗综合楼	ApsarasOP ERAFP（刀锋）	III类	已许可	备案号：202443011100000181		在用
24	数字化 X 射线摄影系统 DR		DRX-Compass S	III类	已许可	备案号：202443011100000181		在用
25	64 排螺旋 CT		uCT760	III类	已许可	备案号：202443011100000181		在用
26	PET-CT		uMI780	III类	已许可	湘环评辐表（2016）95 号	2024 年自主验收	在用
27	数字血管减影造影机 DSA	本部医疗综合楼介入手术室	Azurion5 M20	II类	已许可	长环评辐（雨花）[2025]2 号	2026 年已自主验收	在用
28	X 射线骨密度仪	健康管理中心三楼	KD-BMD	III类	已许可	备案号：202643011100000397		在用
29	CT	健康管理中心一楼 CT 室	uCT768	III类	已许可	备案号：202443011100000071		在用
30	DR	结核病诊疗中心一楼 DR 室	佳能双板 Mercury	III类	已许可	备案号：202643011100000336		在用

31	口腔全景 X 射线系统	本部口腔科	Planmeca ProMax	Ⅲ类	已许可	备案号： 202643011100000397		在用
32	口腔 X 射线数字化体层摄影设备		Planmeca 3D Mid	Ⅲ类	已许可			在用
33	牙片机		HELIODE NT PLUS D3507	Ⅲ类	已许可			在用
34	移动式 C 臂机	门急诊五楼手术中心	岛津 Activo	Ⅲ类	已许可	备案号： 202643011100000396		在用
35	移动式 C 形臂 X 光机		UMC 560i	Ⅲ类	已许可			在用
36	移动式 C 形臂 X 光机		Dyna-C30 0X	Ⅲ类	已许可			在用
37	数字血管减影造影机 DSA	本部医疗综合楼介入 2 号手术室	Azurion5 M20	Ⅱ类	已许可	长环评辐（雨花）[2025]2 号	2026 年正在验收	试运行

2、医院辐射安全管理现状

（1）医院成立了以院领导为组长的放射防护及辐射安全管理委员会，制定了一系列的辐射安全管理制度和辐射事故应急预案。现有管理制度内容较为全面，基本能满足医院从事相关辐射活动辐射安全和防护管理的要求。

（2）医院现有辐射工作场所设置有电离辐射警示牌、警示标志和工作状态指示灯等。根据不同场所实际情况划分控制区和监督区，采取分区管理，进行积极、有效的管控。

（3）医院每年定期委托有资质的单位对辐射工作场所进行年度监测，各辐射工作场所监测结果均满足相关标准要求，医院采取的辐射工作场所防护措施能够满足已开展核技术利用项目的辐射安全防护要求。

（4）医院每年编制《辐射安全和防护状况年度评估报告》，对现有核技术利用工作场所防护状况、人员培训及个人剂量、放射性同位素和射线装置台账、辐射安全与防护制度执行情况、监测仪器情况进行年度总结和评估，并在每年 1 月 31 日前提交至核技术利用申报系统。

截止到目前，医院无辐射安全事故发生，无环保投诉情况；根据全国核技术利用申报系统内监督检查通知情况可知，生态环境部门对医院每年进行了监督检查，并提出了

监督检查意见，医院均按意见要求均逐一进行了整改及回复并提交了相应的整改报告。

3、现有辐射工作人员情况

医院现有 281 名辐射工作人员，辐射工作人员个人剂量检测、职业健康体检、辐射安全与防护培训情况见下表：

表 1-10 医院辐射工作人员信息一览表

辐射工作人员	现有 281 人
个人剂量监测情况	辐射工作人员均按要求配备了个人剂量计，并定期委托湖南省职业病防治院进行了个人剂量监测，辐射工作人员年个人剂量检测结果符合医院职业照射约束值和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中职业人员剂量限值要求。
职业健康检查	医院于 2025-2026 年度陆续组织辐射工作人员进行了职业健康体检，2025 年职业健康体检中有 11 人需复查，1 人暂时脱离辐射岗位，2026 年已体检的人员均为可继续从事放射性工作，部分辐射工作人员体检结果暂未出具。
辐射安全与防护培训	医院现有辐射工作人员从事 II 类射线装置、核医学科等人员均取得了辐射安全与防护培训合格证书，且均在有效期内，其他接触 III 类射线装置的工作人员均由院内组织了培训考核，且考核合格。

4、以新带老要求

辐射工作人员健康管理不到位：职业健康体检中需复查人员未按要求及时完成复查，存在健康管理风险。

整改措施：加强辐射工作人员全过程监管，强化辐射防护与安全操作培训，对职业健康体检需复查人员限期督促完成复查，未按要求复查人员立即暂停其放射作业资格，补查合格后方可恢复上岗；对经复查不适合继续从事辐射工作的人员，及时调整岗位，确保人员健康安全。

表 2 放射源

序号	核素 名称	总活度 (Bq) / 活度 (Bq) ×枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
1	^{90}Sr - ^{90}Y	$1.48 \times 10^9 \times 1$ 枚	V 类源	使用	敷贴治疗	门急诊医技楼三楼核医 学科敷贴治疗室	核医学科敷贴治疗室保险 柜内	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度（n/s）。

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式和地点
1	^{99m}Tc	液体, 低毒, 半衰期 6.02h	使用	9.25E+10	9.25E+08	2.31E+13	^{99m}Tc 显像诊断	很简单	门急诊医技楼三楼核医学科	即到即用, 分装室内分装柜铅罐存放
2	^{131}I	液体, 中毒, 半衰期 8.02d	使用	3.7E+09	3.7E+08	3.7E+11	甲亢治疗、甲测	简单	门急诊医技楼三楼核医学科	储源间铅罐内存放或分装室内分装柜
3	^{131}I (胶囊)	固态 (胶囊), 中毒, 半衰期 8.02d	使用	3.7E+09	3.7E+07	3.7E+11	甲亢治疗	简单	门急诊医技楼三楼核医学科	储源间铅罐内存放
4	^{89}Sr	液体, 中毒, 半衰期 50.53d	使用	7.40E+08	7.40E+07	3.70E+10	^{89}Sr 骨转移癌疼痛治疗	简单	门急诊医技楼三楼核医学科	储源室内铅罐存放或分装室内分装柜
5	^{32}P	液态, 中毒, 半衰期 14.26d	使用	7.4E+09	7.4E+08	1.11E+12	敷贴治疗	简单	门急诊医技楼三楼核医学科	储源室内铅罐或分装室内分装柜
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）。

表 4 射线装置

（一）加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量（MeV）	额定电流（mA）/ 剂量率（Gy/h）	用途	工作场所	备注
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

（二）X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压（kV）	最大管电流（mA）	用途	工作场所	备注
1	SPECT-CT	III类	1	待定	150	1000	显像扫描	门急诊医技楼三楼 SPECT-CT 机房	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

（三）中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压（kV）	最大靶电流（ μ A）	中子强度（n/s）	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度（Bq）	贮存方式	数量	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

表 5 废弃物

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
放射性固体废物	固态	^{99m}Tc 、 ^{89}Sr 、 ^{131}I 、 ^{32}P	较低	-	约 715kg	-	收集后，存放于衰变间专用衰变箱内	存放达到清洁解控水平后，作为普通医疗废物处理
通风系统废旧活性炭	固态	^{99m}Tc 、 ^{89}Sr 、 ^{131}I 、 ^{32}P	较低	-	约 50kg	-	收集后，存放于衰变间专用衰变箱内	存放达到清洁解控水平后，作为普通医疗废物处理
退役/废弃密封源	固态	^{90}Sr	-	-	-	-	暂存于原贮存容器内	由供源单位及时回收处置
放射性废水	液态	^{99m}Tc 、 ^{131}I	较低	-	约 352m ³	总 β 放射性 <10Bq/L I-131 活度浓度 $\leq$ 10Bq/L	贮存于衰变池	在衰变池停留达到排放标准后排入医院污水处理总站做进一步处理，再排入城市污水管网
气载放射性废物	气态	^{99m}Tc 、 ^{89}Sr 、 ^{131}I 、 ^{32}P	较低	-	微量	-	-	活性炭吸附后经专用通风管道引至楼顶排放
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-

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

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

表 6 评价依据

法规文件	1. 《中华人民共和国生态环境法典》，2026 年 8 月 15 日实施； 2. 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第 449 号，2019 年 3 月 2 日修订并施行； 3. 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号发布，2017 年修订，2017 年 10 月 1 日起施行； 4. 《放射性废物安全管理条例》，国务院令第 612 号，2012 年 3 月 1 日起实施； 5. 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），环境保护部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日施行； 6. 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，国家环境保护总局令第 31 号，2021 年 1 月 4 日修订并施行； 7. 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第 18 号，2011 年施行； 8. 《放射工作人员职业健康管理辦法》，卫生部令第 55 号，2007 年 11 月 1 日起施行； 9. 《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、国家国防科技工业局公告 2017 年第 65 号； 10. 《关于发布射线装置分类办法的公告》（环境保护部国家卫生和计划生育委员会公告，2017 年第 66 号）； 11. 《关于发布放射源分类办法的公告》，国家环境保护总局公告，2005 年第 62 号； 12. 《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； 13. 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号，2024 年 2 月 1 日起施行。
------	---

技术标准	1. 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）； 2. 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）； 3. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； 4. 《工作场所职业病危害警示标识》（GBZ158-2003）； 5. 《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ98-2020）； 6. 《密封放射源及密封γ放射源容器的放射卫生防护标准》（GBZ114-2006）； 7. 《操作非密封源的辐射防护规定》（GB11930-2010）； 8. 《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）； 9. 《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）； 10. 《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）； 11. 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）； 12. 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）； 13. 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）； 14. 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020） 15. 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）； 16. 《表面污染测定 第1部分：β发射体（$E_{\beta\max}$ 0.15MeV）和α发射体》（GB/T 14056.1-2008）。
其他	1. 李德平 潘自强主编《辐射防护手册第一分册 辐射源与屏蔽》、《辐射防护手册第三分册 辐射安全》，原子能出版社，1987 年； 2. 《辐射防护》（第 11 卷，第二期，湖南省环境天然贯穿辐射水平调查研究，湖南省环境监测中心站，1991 年 3 月）； 3. 《治疗用碘^{131}I化钠胶囊说明书》（原子高科股份有限公司）； 4. 《碘-131 胶囊使用过程辐射安全研究报告》（生态环境部核与辐射安全中心，2021 年 12 月 13 日）； 5. 霍雷、刘剑利、马永和编著《辐射剂量与防护》，电子工业出版社，2015 年； 6. 项目委托书及建设方提供的其他资料。

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术应用项目环境影响报告书（表）的内容和格式》（HJ/T10.1-2016）：“以项目实体边界为中心，非密封放射性物质工作场所项目的评价范围，甲级取半径 500m 的范围，乙、丙级取半径 50m 的范围。放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围），对于I类放射源或I类射线装置的项目可根据环境影响的范围适当扩大”。

本项目为乙级非密封放射性物质工作场所、所使用的射线装置为III类射线装置，因此根据 HJ/T10.1-2016，本项目评价范围为门急诊医技楼三楼核医学科辐射工作场所实体边界外 50m 范围。

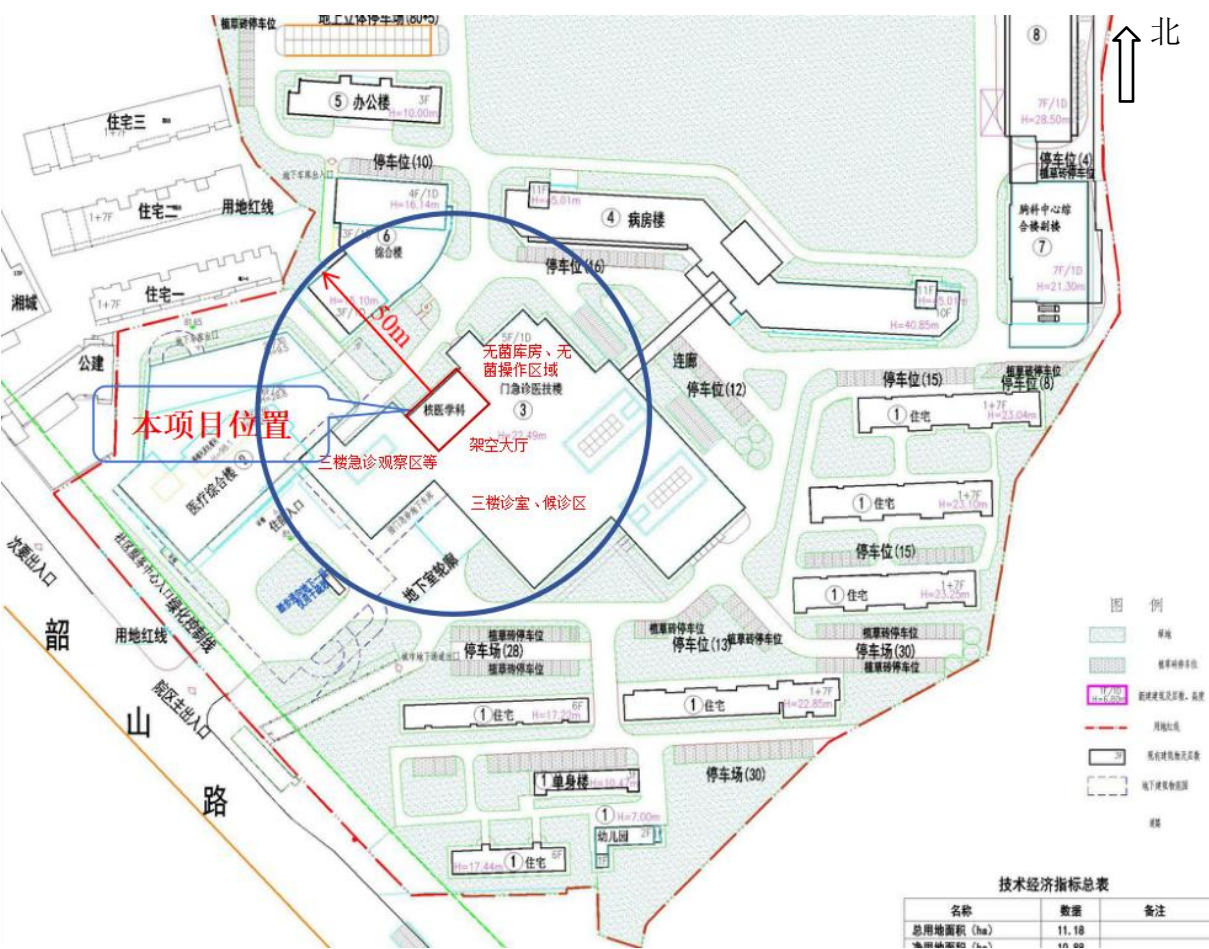


图 7-1 评价范围示意图

7.2 保护目标

根据本项目特点，本项目环境保护目标为辐射工作所临近的职业工作人员和工作场所周围的其他非辐射工作人员以及公众，项目环境保护目标详见下表：

表 7-1 本项目环境保护目标一览表

相对方位	保护目标	水平距离（m）	垂直距离（m）	受影响人群	影响人数
控制区内	核医学医护人员	--	0	辐射工作人员	10 人
西北侧	院内道路、绿化	0-33	-8.4	公众	约 3 人
	综合楼	33-50	0	公众、其他辐射工作人员	约 50 人
西侧	院内道路、绿化	0-20	-8.4	公众	约 3 人
	医疗综合楼	20-50	0	公众	约 100 人
西南侧	门急诊医技楼急诊观察区等	0-37	0	公众	约 5 人
	院内道路、绿化	37-50	-8.4	公众	约 3 人
南侧	门急诊医技楼走道、卫生间等	0-20	0	公众	约 3 人
	院内道路、绿化	20-50	-8.4	公众	约 3 人
东南侧	门急诊医技楼诊室、走道等	0-45	0	公众	约 8 人
	院内道路	45-50	-8.4	公众	约 3 人
东侧	门急诊医技楼走道	0-15	0	公众	约 3 人
	门急诊医技楼内庭院	15-30	-8.4	公众	约 3 人
	门急诊医技楼泌尿科等	30-50	0	公众	约 15 人
东北侧	门急诊医技楼消毒供应中心等	0-27	0	公众	约 20 人
	院内道路、绿化	27-45	-8.4	公众	约 3 人
	病房楼	45-50	0	公众	约 50 人
楼上	内镜中心；手术中心等	--	0~+8.4m	公众	约 10 人
楼下	检验科、放射科、放疗中心等	--	0~12.6m	公众、其他辐射工作人员	约 200 人

注：医院内部流动人员较多，以上人数仅供参考。

7.3 评价标准

（一）剂量限值与剂量目标值

执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）及建设单位管理目标要求，具体如下：

表 7-2 个人剂量限值及剂量约束值

序号	标准名称	标准内容	执行标准
----	------	------	------

1	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》 (GB18871-2002)	B1.1 职业照射 B1.1.1.1 应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，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； b) 任何一年中的有效剂量，50mSv； c) 眼晶体的年当量剂量，150mSv d) 四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。 B1.2.1 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超过下述限值： a) 年有效剂量，1mSv； b) 特殊情况下，如果 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；	辐射工作人员： 5mSv/a； 四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量：500mSv 公众：0.1mSv/a
2	《核医学辐射防护与安全要求》 (HJ1188-2021)	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。	
3	建设单位管理目标要求	辐射工作人员：5mSv/a； 公众：0.1mSv/a	

（二）辐射工作场所分区

执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）、《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）的标准要求，具体如下：

表 7-3 工作场所分区

序号	标准名称	标准内容
1	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》 (GB18871-2002)	6.4.1 控制区 (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防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射范围。 (2) 在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的、符合规定的电离辐射警告标志，并给出相应的辐射水平和污染水平的指示。 (3) 制定职业防护与安全措施，包括适用于控制区的规则与程序。 (4) 运用行政管理程序和实体屏蔽限制进出控制区。 (6) 定期审查控制区的实际状况，以确定是否有必要改变该区的防护手段或安全措施或该区的边界。 6.4.2 监督区 (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，但需要经常对照职业照射条件进行监督和评价。 (2) 在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌。 (3) 定期审查该区的条件，以确定是否有需要采取防护措施和做出安全规定，或是否需要更改监督区的边界。
2	《核医学辐射防护与安全要求》 (HJ1188-2021)	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。 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。
3	《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）	5.1.4 核医学放射工作场所应划分为控制区和监督区。控制区一般包括使用非密封源核素的房间（放射性药物贮存室、分装及（或）药物准备室、给药室等）、扫描室、给药后候诊室、样品测量室、放射性废物储藏室、病房（使用非密封源治疗患者）、卫生通过间、保洁用品储存场所等。监督区一般包括控制室、员工休息室、更衣室、医务人员卫生间等。应根据 GB18871 的有关规定，结合核医学科的具体情况，对控制区和监督区采取相应管理措施。

（三）非密封源工作场所的分级

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中附录 C 规定的，非密封源工作场所的分级，应按下表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 7-4 工作场所分级

级别	日等效最大操作量/Bq
甲	$>4\text{E}+09$
乙	$2\text{E}+07\sim4\text{E}+09$
丙	豁免活度值以上 $\sim2\text{E}+07$

注：日等效最大操作量=（实际日操作量×毒性修正因子）/操作方式修正因子

表 7-5 操作方式与放射源状态修正因子

操作方式	放射源状态			
	表面污染水平 较低的固体	液体，溶液，悬 浮液	表面有污染的 固体	气体，蒸汽，粉末，压 力很高的液体，固体
源的贮存	1000	100	10	1
很简单的操作	100	10	1	0.1
简单操作	10	1	0.1	0.01
特别危险的操作	1	0.1	0.0	0.001

（四）辐射工作场所周围剂量率控制水平

执行《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）及《关于核医学标准相关条款咨询的复函》（辐射函[2023]20 号）、《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）相关标准要求，具体如下：

表 7-6 工作场所周围剂量率控制水平

序号	标准名称	标准内容
1	《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）	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、分装柜、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 $2.5\mu\text{Sv/h}$。
2	《关于核医学标准相关条款咨询的复函》（辐射函[2023]20 号）	“二、关于控制区剂量率”的具体含义： 1.控制区内工作人员经常性停留的场所（人员居留因子$\geq 1/2$），周围剂量当量率应小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$；2.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，周围剂量当量率应小于 $10\mu\text{Sv/h}$。
3	《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）	5.3.1 在核医学控制区外人员可达处，距屏蔽体外表面 0.3m 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$，控制区内屏蔽体外表面 0.3m 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 $25\mu\text{Sv/h}$，宜不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$；核医学工作场所的分装柜或生物安全柜，应采取一定的屏蔽防护，以保证柜体外表面 5cm 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 $25\mu\text{Sv/h}$；同时在该场所及周围的公众和辐射工作人员应满足个人剂量限值要求。 12.3.3 距离贮源箱表面 5cm 和 100cm 处因泄漏辐射所致的周围剂量当量率分别不应超过 $10\mu\text{Sv/h}$ 和 $1\mu\text{Sv/h}$。

综上，确认本项目工作场所周围剂量率执行标准如下：

表 7-7 本项目工作场所周围剂量率控制水平

工作场所	功能区域		周围剂量当量率控制水平
核医学科	控制区外人员可达处，核医学科屏蔽体外表面 30cm 处		$\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$
	控制区内屏蔽体外表面 30cm 处		$T \geq 1/2$: $< 2.5\mu\text{Sv/h}$ $T < 1/2$: $< 10\mu\text{Sv/h}$
	合成和分装的箱体、通风柜等外表面	5cm 处	$< 25\mu\text{Sv/h}$
		30cm 处人员操作位	人员操作位: $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$
		30cm 处非人员操作位	$< 25\mu\text{Sv/h}$
	贮源箱表面	5cm 处	$\leq 10\mu\text{Sv/h}$
		100cm 处	$\leq 1\mu\text{Sv/h}$

（五）工作场所表面污染控制水平

执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）的要求，具体如下：

表 7-8 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 (高污染子区除外)	40

	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		0.4

（六）放射性核素敷贴治疗放射防护要求

执行《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）、《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）的要求，具体如下：

表 7-9 放射性核素敷贴治疗放射防护要求

标准名	标准内容
《核医学放射防护要求》 (GBZ120-2020)	12.1 放射性核素敷贴治疗器的放射防护要求
	12.1.8 废弃商品敷贴器应按放射性废源管理，自制敷贴器可根据核素的性质按放射性废物管理。
	12.2 自制 P-32 敷贴器的特殊防护要求
	12.2.1 P-32 敷贴器的制作单位应配备活度计及β污染检查仪，并具有制作 P-32 敷贴器的专用工具。
	12.2.2 P-32 敷贴器的制作间，其墙壁、地面及工作台面应铺易去除污染的铺料。
	12.2.3 P-32 敷贴器制作时应在通风橱内操作，制作者应戴乳胶手套。
	12.2.4 自制 P-32 敷贴器应保证不直接接触患者皮肤。
	12.2.5 实施治疗时，应由医护人员操作，在不接触患者或受检者皮肤的一面用不小于 3mm 厚的橡皮覆盖屏蔽。
	12.2.6 自制的 P-32 敷贴器，应对其数量、活度、使用情况进行登记。
	12.3 敷贴器贮源箱的放射防护要求
	12.3.1 贮源箱的外表面应标有放射性核素名称、最大容许装载放射性活度和牢固、醒目的电离辐射标志。
	12.3.2 贮源箱的屏蔽层结构应分内外两层。内层为铝或有机玻璃等低原子序数材料，其厚度应大于β辐射在相应材料中的最大射程。外层为适当厚度的铅、铸铁等重金属材料，并具有防火、防盗的性能。
	12.3.3 距离贮源箱表面 5cm 和 100cm 处因泄露辐射所致的周围剂量当量率分别不应超过 10μSv/h 和 1μSv/h。
	12.4 敷贴治疗设施的放射防护要求
	12.4.1 敷贴治疗应设置专用治疗室，该治疗室应与诊断室、登记值班室和候诊室分开设置。治疗室内使用面积应满足治疗要求。
	12.4.2 治疗室内高 1.5 m 以下的墙面应有易去污的保护涂层。地面，尤其在治疗患者位置，应铺有可更换的质地较软又容易去污染的铺料。
	12.4.3 治疗室内患者座位之间应保持 1.2m 的距离或设置适当材料与厚度的防护屏蔽。
	12.4.4 治疗室内应制定敷贴治疗操作规程及卫生管理制度，并配有β污染检测仪等检测仪器。
	12.5 敷贴治疗中的放射防护要求

	12.5.1 实施敷贴治疗前，应详细登记治疗日期、使用敷贴源的编号、辐射类型、活度、照射部位与面积，并发给具有患者姓名、性别、年龄、住址、诊断和照射次数等项目的治疗卡。 12.5.2 每次治疗前，先收回患者的治疗卡，再给予实施敷贴治疗。治疗完毕，先如数收回敷贴器再发给治疗卡。由工作人员收回敷贴器放回贮源箱内保存。 12.5.3 实施敷贴治疗时不应将敷贴源带出治疗室外。 12.5.4 实施治疗时，应用不小于 3mm 厚的橡皮泥或橡胶板等屏蔽周围的正常组织。对颜面部部位的病变，屏蔽其周围正常皮肤；对其他部位的病变，则在病变周围露出正常皮肤不大于 0.5cm。并在周围已屏蔽的皮肤上覆盖一张玻璃纸或塑料薄膜后，将敷贴器紧密贴在病变部位。 12.5.5 敷贴治疗时，照射时间长的可用胶布等固定，请患者或陪同人员协助按压敷贴器，照射时间短的可由治疗人员亲自按压固定敷贴器，有条件者可利用特制装置进行远距离操作。 12.5.6 敷贴器应定期进行衰变校正，以调整照射时间。每次治疗时应有专人使用能报警的计时器控制照射时间。治疗过程中应密切观察治疗反应和病变治疗情况，及时调整照射剂量，防止产生并发症。 12.5.7 敷贴治疗中，医务人员应采取有效的个人防护措施，如戴有机玻璃眼镜或面罩和尽量使用远距离操作工具。 12.5.8 敷贴器使用中应避免锐器损坏源窗面。不应将敷贴器浸入水、酒精等溶剂中，使用后应存放于干燥处。
《核医学辐射防护与安全要求》 (HJ1188-2021)	6.2.7 敷贴器治疗场所应设置专门的治疗室，治疗时严禁将敷贴源带出治疗室外。敷贴治疗中，医务人员应采取有效的个人防护措施，对病人的正常组织应采用合适的屏蔽措施。敷贴器使用中应避免锐器损坏源窗面，不得将敷贴器浸入水、酒精等溶剂中，使用后应存放于干燥的贮源箱内。

(七) X 射线设备机房防护要求

执行《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求，具体如下：

表 7-10 X 射线设备机房执行标准要求一览表

序号	标准名称	标准内容
1	《放射诊断放射防护要求》 (GBZ130-2020)	6.1.1 应合理设置 X 射线设备、机房的门、窗和管线口位置，应尽量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。 6.1.2 X 射线设备机房（照射室）的设置应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。 6.1.3 每台固定使用的 X 射线设备应设有单独的机房，机房应满足使用设备的布局要求 6.1.5 除床旁摄影设备、便携式 X 射线设备和车载式诊断 X 射线设备外，对新建、改建和扩建项目和技术改造、技术引进项目的 X 射线设备机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应符合表 2（标准的表）规定。 6.2.1 不同类型 X 射线设备（不含床旁摄影设备和便携式 X 射线设备）机房的屏蔽防护应不低于表 3（标准的表）的规定。 6.4 X 射线设备工作场所防护 6.4.1 机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。

		6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。 6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。 6.4.4 机房门外应有电离辐射警告标志；机房门上方应有醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。 6.4.5 平开机房门应有自动闭门装置；推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；工作状态 指示灯能与机房门有效关联。 6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。 6.4.7 受检者不应在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不应滞留在机房内。 6.4.9 CT 装置的安放应有利于操作者观察受检者。 6.4.10 机房出入口宜处于散射辐射相对低的位置。
--	--	---

综上，本项目 SPECT-CT 机房的最小有效使用面积、最小单边长度、屏蔽防护铅当量厚度要求见下表：

表 7-11 本项目 SPECT-CT 机房的防护设施的技术要求

机房名称	机房内最小有效使用面积	机房内最小单边长度	有用线束方向铅当量	非有用线束方向铅当量
SPECT-CT 机房	30 m ²	4.5m	2.5mm	

（八）个人防护用品和应急去污用品

根据《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）附录 K（标准的附录），本项目核医学科工作场所个人防护用品和应急去污用品的配置要求如下：

表 7-12 个人防护用品

场所类型	工作人员		患者和受检者
	必备	选备	
普通核医学和 SPECT 场所	铅橡胶衣、铅橡胶围裙和放射性污染防护服、铅橡胶围脖	铅橡胶帽、铅玻璃眼镜	-
正电子放射性药物和 ¹³¹ I 的场所	放射性污染防护服	-	-
敷贴治疗	宜使用远距离操作工具	有机玻璃眼镜或面罩	不小于 3 mm 厚的橡皮泥或橡胶板等
注：“—”表示不要求，宜使用非铅防护用品。			

应急及去污用品主要包括下列物品：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、去污剂和/或喷雾（至少为加入清洗洗涤剂 and 硫代硫酸钠的水）；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。

（九）污染物排放标准

1、放射性固体废物

执行《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）、《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）的要求，具体如下：

表 7-13 放射性固体废物管理要求

标准名	标准内容
《核医学科辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）	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暂存间贮存。 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，经审管部门批准可以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 废物暂存间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。 7.2.2.5 废物暂存间内不得存放易燃、易爆、腐蚀性物品。 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；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。
《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）	8.5 供收集废物的污物桶应具有外防护层和电离辐射警示标志。在注射室、注射后病人候诊室、给药室等位置放置污物桶。 8.6 污物桶内应放置专用塑料袋直接收纳废物，装满后的废物袋应密封，不破漏，及时转送存储室，放入专用容器中存储。 8.7 对注射器和碎玻璃器皿等含尖刺及棱角的放射性废物，应先装入利器盒中，然后再装入专用塑料袋内。 8.8 每袋废物的表面剂量率应不超过 0.1mSv/h，质量不超过 20kg。 8.9 储存场所应具有通风设施，出入处设电离辐射警告标志。 8.10 废物袋、废物桶及其他存放废物的容器应安全可靠，并在显著位置标有废物类型、核素种类、存放日期等说明。 8.11 废物包装体外表面的污染控制水平：总$\beta < 0.4\text{Bq/cm}^2$。

2、放射性废水

执行《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）、《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）的标准要求，具体如下：

表 7-14 放射性废水管理要求

标准名	标准内容
《核医学科辐射防护与安全要求》 (HJ1188-2021)	7.3.1 放射性废液收集 7.3.1.1 核医学工作场所应设置有槽式或推流式放射性废液衰变池或专用容器，收集放射性药物操作间、核素治疗病房、给药后患者卫生间、卫生通过间等场所产生的放射性废液和事故应急时清洗产生的放射性废液。 7.3.1.3 核医学工作场所的上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、阀门和管道的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，避免放射性废液积聚，便于检测和维修
《核医学科辐射防护与安全要求》 (HJ1188-2021)	7.3.3 放射性废液排放 7.3.3.2 对于推流式衰变池贮存方式，所含核素半衰期大于 24 小时的，每年应对衰变池中的放射性废液进行监测，碘-131 和最长半衰期核素的放射性活度浓度应满足 GB 18871 附录 A 表 A1 的要求。 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。
《医疗机构水污染物排放标准》 (GB18466-2005)	总α放射性<1Bq/L。 总β放射性<10Bq/L。

3、放射性废气管理

执行《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）及《关于核医学标准相关条款咨询的复函》（辐射函[2023]20 号）、《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）相关标准要求，具体如下：

表 7-15 放射性废气（通风）管理要求

标准名	标准内容
《核医学科辐射防护与安全要求》 (HJ1188-2021)	6.3 密闭和通风要求 6.3.1 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。 6.3.3 碘-131 治疗病房应设有单独的通风系统，病房的门窗应有封闭措施，保持治疗区域内的负压，治疗区域内的空气应经单独的排气管道有组织排放。 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并在密闭设备的顶壁安装活性炭或其他过滤装置。

	6.3.5 通风橱应有足够的通风能力。制备放射性药物的回旋加速器工作区域、碘-131 治疗病房以及设有通风橱、手套箱等场所的通风系统排气口应高于本建筑物屋顶，尽可能远离邻近的高层建筑。 7.4 气态放射性废物的管理 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，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。
根据《关于核医学标准相关条款咨询的复函》（辐射函[2023]20号）	三、关于独立通风要求 核医学标准第 6.3.4 节规定，手套箱、通风橱等密闭设备应设计单独的排风系统。单独的排风系统意为手套箱、通风橱等设备的排风管道在汇入“主排风管道前”的部分，应独立设置，防止发生气体回流和交叉污染。经过滤后的气体汇入到一个主管道中排放不违反标准要求。
《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）	5.2.3 核医学工作场所的通风系统独立设置，应保持核医学工作场所良好的通风条件，合理设置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，保持含放射性核素场所负压以防止放射性气体交叉污染，保证工作场所的空气质量。合成和操作放射性药物所用的通风橱应有专用的排风装置，风速应不小于 0.5 m/s。

4、衰变池要求

执行《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）、《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）相关标准要求。

表 7-16 衰变池要求

标准名	标准内容
《核医学科辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）	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时的清洗需要：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。 7.3.2.3 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。
《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）	5.2.5 放射性废液衰变池的设置按环境主管部门规定执行。暴露的污水管道应做好防护设计。 8.3 放射性废液衰变池应合理布局，池底和池壁应坚固、耐酸碱腐蚀和无渗透性，并有防泄漏措施。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 辐射现状监测方案

为了解医院及其周围的辐射环境背景水平，根据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）和《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）中有关布点原则，核工业二三〇研究所工作人员于 2024 年 8 月 7 日对项目场址进行了环境γ辐射本底测量。

监测因子：环境γ辐射剂量率、放射性表面污染。

监测日期：2024 年 8 月 7 日。

监测点位：项目场址及周围监测点位布置见图 8-1、图 8-2；项目场址内监测点位布置详见图 8-3。

监测依据：《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）、《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（Eβmax>0.15MeV）和α发射体》（GB/T 14056.1-2008）。

监测仪器：监测仪器信息见表 8-1：

表 8-1 监测仪器相关信息一览表

仪器名称	X、γ辐射空气比释动能率仪	α、β表面污染测量仪
仪器型号	主机：FH40G 探头：FHZ672E-10	LB-124
制造单位	Thermo	BERTHOLD
出厂编号	主机：41065 探头：11596	10-10210
能量响应范围	主机：30keV-4.4MeV； 探头：40keV-4.4MeV	/
量程	主机：10nSv/h-1Sv/h， 探头：1nSv/h-100μSv/h	α:0-5000cps β:0-50000cps
检定单位	湖南省电离辐射计量站	湖南省电离辐射计量站
检定证书编号	hnjln2024036-120	hnjln2024036-117
检定有效期	2024.3.6~2025.3.5	2024.3.6~2025.3.5

质量保证措施：①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。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每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常，并用检验源对仪器进行校验。④由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。⑤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。

8.2 辐射现状监测结果

(1) 项目所在场址及周边环境 γ 辐射剂量率，放射性表面污染监测结果

项目所在场址及周边环境 γ 辐射剂量率，放射性表面污染监测结果分别见表 8-2、表 8-3。

表 8-2 项目所在场址周边环境 γ 辐射剂量率监测结果一览表

点位 编号	监测点位描述	监测结果 (nGy/h)		备注
		平均值	标准差	
γ_1	三楼核医学科东南侧走廊	108.2	3.5	楼房
γ_2	三楼核医学科西南侧走廊	105.2	3.2	楼房
γ_3	三楼核医学科西北侧道路	103.0	2.8	道路
γ_4	三楼核医学科东北侧走廊	105.1	3.4	楼房
γ_5	核医学科入口大厅	102.9	3.5	楼房
γ_6	核医学科大厅（中间区）	139.4	2.5	楼房
γ_7	核医学科楼上四楼健康管理中心彩超室	104.9	3.2	楼房
γ_8	核医学科楼上四楼健康管理中心内科	101.2	3.2	楼房
γ_9	核医学科楼下二楼门诊抽血室门口	104.3	2.0	楼房
γ_{10}	核医学科楼下二楼门诊血液科用房门口	104.2	2.9	楼房
γ_{11}	门急诊医技楼西北侧道路	102.9	2.9	道路
γ_{12}	门急诊医技楼北侧道路	103.1	3.1	道路
γ_{13}	门急诊医技楼西南侧道路	105.7	2.7	道路
γ_{14}	核医学科衰变池顶部	105.7	2.9	道路

注：1、本次测量时，仪器探头距地面的参考高度为 1m，仪器读数稳定后，以 10s 为间隔读取 10 组数据。

2、监测结果 $D\gamma = k_1 \cdot k_2 \cdot R\gamma / 1.2$ ，检定系数 $k_1 = 1.04$ ，检验源效率因子 $k_2 = 1$ ； $R\gamma$ 为仪器测量读数值均值；以上监测结果未扣除仪器对宇宙射线的响应值。

3、监测核医学科大厅（中间区）点位时有病人在旁边等候。

表 8-3 项目所在场址周边放射性表面污染监测结果

点位 代号	监测点位描述	监测结果 (Bq/cm ²)	
		α 放射性表面污染	β 放射性表面污染
1#	三楼核医学科东南侧走廊	<0.006	<0.004
2#	三楼核医学科西南侧走廊	<0.006	<0.004
3#	三楼核医学科西北侧道路	<0.006	<0.004

4#	三楼核医学科东北侧走廊	<0.006	<0.004
5#	核医学科入口大厅	<0.006	0.012
6#	核医学科大厅（中间区）	<0.006	0.039
7#	核医学科衰变池顶部	<0.006	<0.004

注：1、以上监测结果已扣除环境本底值。
2、 α 放射性表面污染探测下限 $ND(\alpha)$ 为 0.006Bq/cm²； β 表面污染探测下限 $ND(\beta)$ ：0.004Bq/cm²，若监测结果小于探测下限，则记录为<探测下限值。
3、监测核医学科大厅（中间区）点位时有病人在旁边等候。

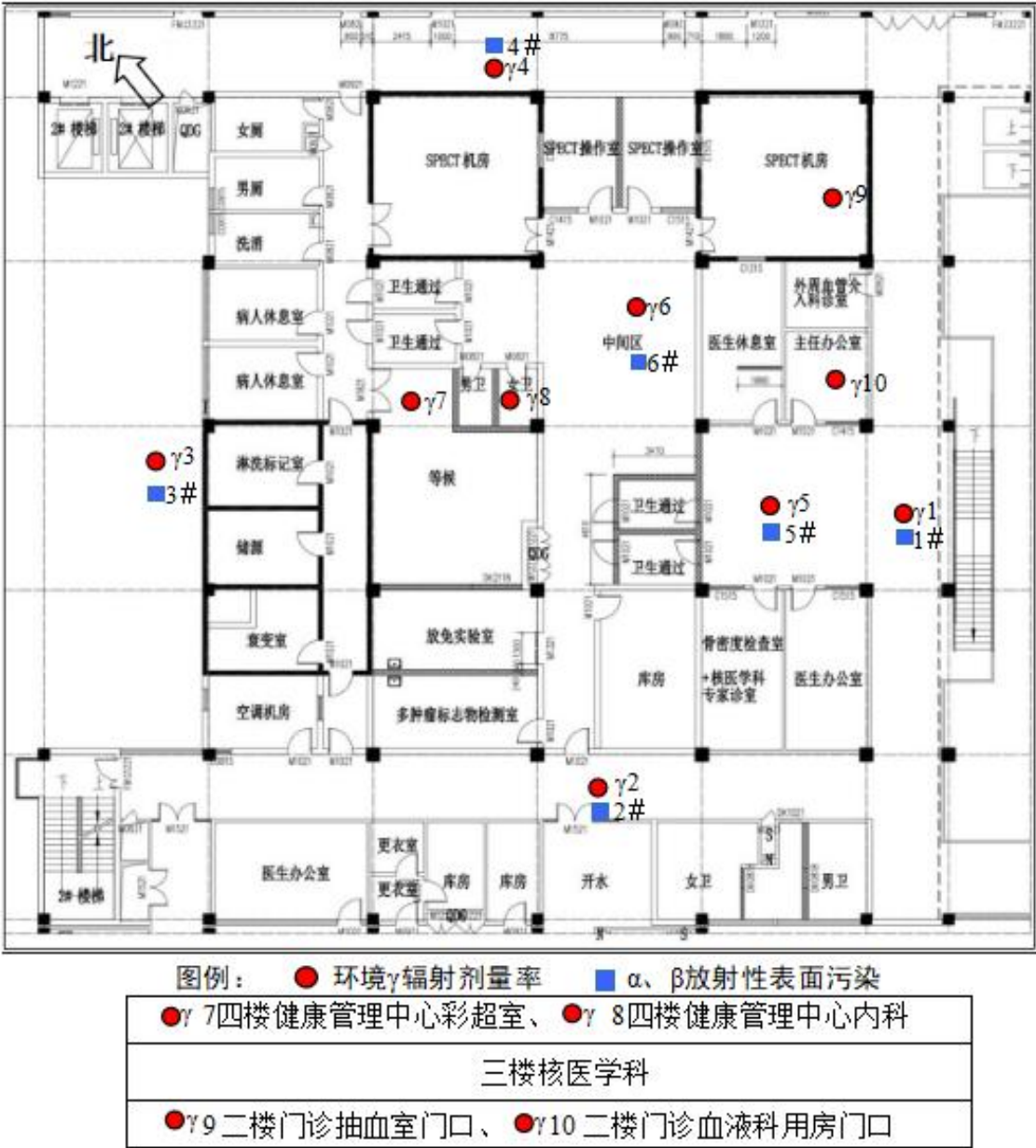


图 8-1 项目所在场址周边辐射环境监测布点示意图 1

表 8-4 核医学科场所内环境 γ 辐射剂量率监测结果一览表

点位 代号	监测点位描述	监测结果 ($\mu\text{Gy/h}$)		备注
		测量值	标准差	
$\gamma 1$	核医学科过道	103.2	3.25	楼房
$\gamma 2$	核医学科 SPECT 操作室 1	106.8	3.19	楼房
$\gamma 3$	核医学科 SPECT 操作室 2	104.3	5.88	楼房
$\gamma 4$	核医学科男卫生间-医护用	140.5	2.50	楼房
$\gamma 5$	核医学科女卫生间-医护用	140.0	2.84	楼房
$\gamma 6$	核医学科 SPECT 机房 1	123.0	3.04	楼房
$\gamma 7$	核医学科 SPECT 机房 2	122.5	2.38	楼房
$\gamma 8$	病人卫生通过间 1	122.8	2.89	楼房
$\gamma 9$	病人卫生通过间 2	122.2	2.58	楼房
$\gamma 10$	病人待检室	122.8	2.16	楼房
$\gamma 11$	核医学科男卫生间-病人用	157.5	2.71	楼房
$\gamma 12$	核医学科女卫生间-病人用	158.3	2.46	楼房
$\gamma 13$	清洗间	121.9	2.35	楼房
$\gamma 14$	病人休息室 1	141.1	2.23	楼房
$\gamma 15$	病人休息室 2	139.4	3.18	楼房
$\gamma 16$	淋洗标记室	106.0	3.19	楼房
$\gamma 17$	病人走廊 1	104.2	3.19	楼房
$\gamma 18$	病人走廊 2	137.5	3.52	楼房
$\gamma 19$	储源室外 30cm 处	103.7	2.83	楼房
$\gamma 20$	衰变室外 30cm 处	106.3	2.09	楼房
$\gamma 21$	空调机房外 30cm 处	121.5	2.67	楼房
$\gamma 22$	卫生通过间外	107.3	3.41	楼房
$\gamma 23$	库房外 30cm 处	102.9	2.95	楼房
$\gamma 24$	放免实验室外 30cm 处	103.0	2.96	楼房
$\gamma 25$	多肿瘤标记物检测室外 30cm 处	103.0	3.02	楼房

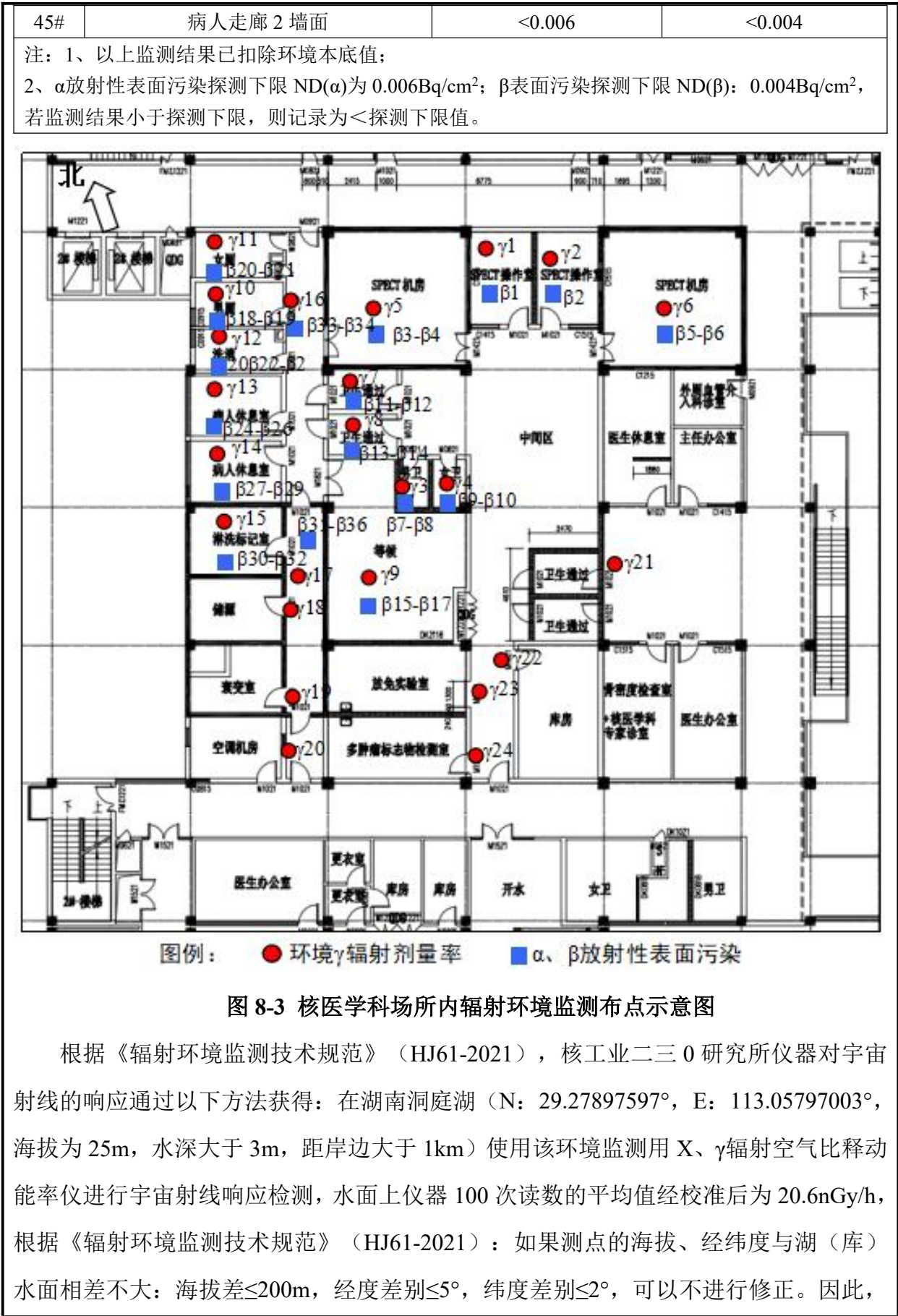
注：1、本次测量时，仪器探头距地面的参考高度为 1m，仪器读数稳定后，以 10s 为间隔读取 10 个数据；

2、监测结果 $D\gamma = k_1 \cdot k_2 \cdot R\gamma / 1.2$ ，检定系数 $k_1 = 1.04$ ，检验源效率因子 $k_2 = 1$ ； $R\gamma$ 为仪器测量读数均值；以上监测结果未扣除仪器对宇宙射线的响应值。

表 8-5 核医学科场所内放射性表面污染监测结果

点位 代号	监测点位描述	监测结果 (Bq/cm^2)	
		α 放射性表面污染	β 放射性表面污染
1#	核医学科入口大厅墙面	<0.006	<0.004
2#	核医学科过道地面	<0.006	<0.004
3#	核医学科过道墙面	<0.006	<0.004
4#	核医学科走廊地面	<0.006	0.104

5#	核医学科走廊墙面	<0.006	0.005
6#	核医学科大厅椅子表面	<0.006	0.046
7#	核医学科大厅桌子表面	<0.006	0.035
8#	核医学科大厅地面	<0.006	0.039
9#	核医学科大厅墙面	<0.006	0.021
10#	核医学科 SPECT 操作室 1 地面	<0.006	<0.004
11#	核医学科 SPECT 操作室 2 地面	<0.006	<0.004
12#	核医学科 SPECT 机房 1 地面	<0.006	<0.004
13#	核医学科 SPECT 机房 1 墙面	<0.006	<0.004
14#	核医学科 SPECT 机房 2 地面	<0.006	<0.004
15#	核医学科 SPECT 机房 2 墙面	<0.006	<0.004
16#	核医学科男卫生间地面-医护用	<0.006	<0.004
17#	核医学科男卫生间墙面-医护用	<0.006	<0.004
18#	核医学科女卫生间地面-医护用	<0.006	<0.004
19#	核医学科女卫生间墙面-医护用	<0.006	<0.004
20#	病人卫生通过间 1 地面	<0.006	0.055
21#	病人卫生通过间 1 墙面	<0.006	0.055
22#	病人卫生通过间 2 地面	<0.006	0.065
23#	病人卫生通过间 2 墙面	<0.006	<0.004
24#	病人待检室地面	<0.006	0.014
25#	病人待检室墙面	<0.006	<0.004
26#	病人待检室椅子墙面	<0.006	<0.004
27#	核医学科男卫生间地面-病人用	<0.006	0.028
28#	核医学科男卫生间墙面-病人用	<0.006	0.014
29#	核医学科女卫生间地面-病人用	<0.006	0.028
30#	核医学科女卫生间墙面-病人用	<0.006	0.025
31#	清洗间地面	<0.006	<0.004
32#	清洗间墙面	<0.006	<0.004
33#	病人休息室 1 地面	<0.006	0.009
34#	病人休息室 1 墙面	<0.006	0.007
35#	病人休息室 1 病床表面	<0.006	0.062
36#	病人休息室 2 地面	<0.006	0.023
37#	病人休息室 2 墙面	<0.006	0.037
38#	病人休息室 2 病床表面	<0.006	0.074
39#	淋洗标记室地面	<0.006	0.023
40#	淋洗标记室墙面	<0.006	0.005
41#	洗消室分装柜	<0.006	<0.004
42#	病人走廊 1 地面	<0.006	<0.004
43#	病人走廊 1 墙面	<0.006	<0.004
44#	病人走廊 2 地面	<0.006	0.012



本项目所在地长沙市中心医院（E：112.997744°，N：28.141567°，海拔为 87m）不进行经纬度、海拔修正，仪器对宇宙射线的响应值为 20.6nGy/h。

故根据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）中环境γ辐射剂量率测量结果计算公式：

$$D_{\gamma} = k_1 * k_2 * R_{\gamma} - k_3 * D_c \quad (\text{公式 8-1})$$

其中 $k_1 * k_2 * R_{\gamma}$ 为未扣除设备宇宙射线的测量结果，即表 8-2 对应监测点位测量结果；

k_3 楼房取 0.8、平房取 0.9、原野和道路取 1；仪器对宇宙射线的响应值 D_c 为 20.6nGy/h。

由公式 8-1 计算可知，本项目辐射环境本底扣除宇宙射线响应值后的测量结果如下表所示。

表 8-6 项目所在场址周边环境γ辐射剂量率监测结果一览表（已扣除设备宇宙射线）

监测点号	监测点位描述	测量结果（nGy/h）	备注
γ1	三楼核医学科东南侧走廊	91.8	楼房
γ2	三楼核医学科西南侧走廊	88.7	楼房
γ3	三楼核医学科西北侧道路	82.4	道路
γ4	三楼核医学科东北侧走廊	88.6	楼房
γ5	核医学科入口大厅	86.4	楼房
γ6	核医学科大厅（中间区）	123.0	楼房
γ7	四楼健康管理中心彩超室	88.4	楼房
γ8	四楼健康管理中心内科	84.7	楼房
γ9	二楼门诊抽血室门口	87.8	楼房
γ10	二楼门诊血液科用房门口	87.7	楼房
γ11	医疗综合楼一楼前道路	82.3	道路
γ12	综合楼一楼前前道路	82.5	道路
γ13	门急诊医技楼一楼前道路	85.1	道路
γ14	核医学科衰变池	85.1	道路

注：监测核医学科大厅（中间区）点位时有病人在旁边等候。

表 8-7 核医学科场所内环境γ辐射剂量率监测结果一览表（已扣除设备宇宙射线）

监测点号	监测点位描述	测量结果（nGy/h）	备注
------	--------	-------------	----

γ_1	核医学科 SPECT 操作室 1	86.7	楼房
γ_2	核医学科 SPECT 操作室 2	90.3	楼房
γ_3	核医学科男卫生间-医护用	87.9	楼房
γ_4	核医学科女卫生间-医护用	124.0	楼房
γ_5	核医学科 SPECT 机房 1	123.5	楼房
γ_6	核医学科 SPECT 机房 2	106.5	楼房
γ_7	病人卫生通过间 1	106.0	楼房
γ_8	病人卫生通过间 2	106.3	楼房
γ_9	病人等候室	105.7	楼房
γ_{10}	核医学科男卫生间-病人用	106.3	楼房
γ_{11}	核医学科女卫生间-病人用	141.0	楼房
γ_{12}	洗消间	141.8	楼房
γ_{13}	病人休息室 1	105.4	楼房
γ_{14}	病人休息室 2	124.6	楼房
γ_{15}	淋洗标记室	123.0	楼房
γ_{16}	病人走廊 1	89.5	楼房
γ_{17}	病人走廊 2	87.7	楼房
γ_{18}	储源室外 30cm 处	121.0	楼房
γ_{19}	衰变室外 30cm 处	87.3	楼房
γ_{20}	新风机房外 30cm 处	89.8	楼房
γ_{21}	储物间外	105.0	楼房
γ_{22}	库房外 30cm 处	90.8	楼房
γ_{23}	放免实验室外 30cm 处	86.4	楼房
γ_{24}	多肿瘤标记物检测室外	86.6	楼房

根据《辐射防护》（第 11 卷，第二期，湖南省环境天然贯穿辐射水平调查研究，湖南省环境监测中心站，1991 年 3 月）中辐射环境结果可知，长沙市 X- γ 辐射空气吸收剂量率数据见表 8-8。

表 8-8 长沙市 γ 辐射空气吸收剂量率（单位：nGy/h）

监测项目	原野	道路	室内
γ 辐射平均值	70.2±16.1	65.9±18.3	106.2±20.7
范围	32.9-117.3	34.6-103.6	60.4-154.1

根据表 8-6 中的测量结果，项目所在场址室外（道路）环境 γ 辐射剂量率在 82.3 ~85.1

nGy/h 范围内、核医学科周边室内环境 γ 辐射剂量率在 84.7 ~123.0nGy/h 范围内，对比表 8-8 可知，本项目所在场址的辐射水平基本处于长沙市天然本底辐射范围，无异常。根据表 8-3 可知，本项目核医学科周边室内未检测出 α 表面污染， β 表面污染监测结果低于清洁解控水平，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）放射性物质工作场所表面放射性污染的控制水平。

根据表 8-7 中的测量结果，核医学科场所内环境 γ 辐射剂量率在 86.4 ~141.8nGy/h 范围内，对比表 8-8 可知，核医学科辐射水平基本处于长沙市天然本底辐射范围。根据表 8-5 可知，本项目核医学科周边室内未检测出 α 表面污染， β 表面污染监测结果低于清洁解控水平，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）放射性物质工作场所表面放射性污染的控制水平。

综上所述，本项目改造前医院应加强对核医学科场所内环境 γ 辐射剂量率、表面污染进行监测，同时，对拆除后的墙体等固体废物需要经检测满足清洁控制水平后作为一般废物进行处置。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工作流程及污染源项分析

本项目涉及使用 ^{99m}Tc 、 ^{131}I 、 ^{89}Sr 、 ^{32}P 、 ^{90}Sr 核素，各核素参数见下表：

表 9-1 本项目使用的核素参数一览表

序号	核素	药物状态	半衰期	用途	辐射类型	最大射线能量 (MeV)	毒性	给药方式	分装方式
1	^{99m}Tc	液态	6.02h	显像	γ	0.140(γ)	低毒	注射	成品，无需分装
2	^{131}I	液态	8.02d	治疗	β^- 、 γ	0.602(β^-) 释放多条光子，最大能量为 0.637(γ)	中毒	口服	甲亢、甲测：自动分装
3	^{131}I	固态	8.02d	治疗	β^- 、 γ	0.602(β^-) 释放多条光子，最大能量为 0.637(γ)	中毒	口服	甲亢：成品，无需分装
4	^{89}Sr	液态	50.53d	治疗	β^-	0.5846(β^-)	中毒	注射	成品，无需分装
5	^{32}P	液态	14.26d	治疗	β^-	1.71 (β^-)	中毒	敷贴	购买 ^{32}P 溶液，手动分装，自制敷贴器
6	^{90}Sr - ^{90}Y	固态	28.79a	治疗	β^-	0.546 (β^-)； 2.284 (β^-)	中毒	敷贴	密封放射源，不涉及分装

9.1.1 ^{99m}Tc 显像诊断

(1) 设备组成及工作原理

本项目 ^{99m}Tc 显像设备为 1 台 SPECT 和 1 台 SPECT-CT。

SPECT 的全称是单光子发射计算机断层扫描仪 (Single-Photo Emission Computed Tomography)，其进行诊断的基本原理是：当单光子核素标记药物在特定的器官或组织聚集时，核素衰变发射出 γ 射线可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。SPECT 本身不发射任何辐射，利用 SPECT 来探测放射性核素发射的 γ 射线在体内的分布状态并还原成图像，其影像不仅可以显示脏器和病变的位置、形态、大小等解剖结构，还可以显示脏器的功能、代谢情况，提供有关脏器的血流、功能、代谢和引流等方面定性的和定量的信息。

SPECT-CT (单光子发射计算机断层-X 线计算机断层扫描仪) 是指高端 SPECT 和

多排螺旋 CT 结合成一体化的设备，由探测器（探头）、CT 部分、患者检查床和图像采集处理工作站四部分组成，探头部分主要由准直器、晶体、光导、光电倍增管、模拟定位计算电路组成。SPECT-CT 自身带有一个 CT 球管，在 SPECT 核素扫描的基础上，可以同时获得 CT 解剖图像，从而更有利于对疾病作出全面、准确的判断。不仅提供 SPECT 功能信息，而且提供诊断 CT 的解剖信息，能够将功能代谢和解剖结构结合显示成像，较早诊断骨骼、心脏和肿瘤等多种临床疾病优势明显。

（2）工作流程及产污环节

医院依据患者预约情况订购药物， ^{99m}Tc 药物一般由供药单位分装成单个患者所需针剂后按时送至核医学科分装室内，无需进一步分装；但部分仍需手动分装（根据建设方提供的信息，需分装药物占 1/3）。工作流程如下：

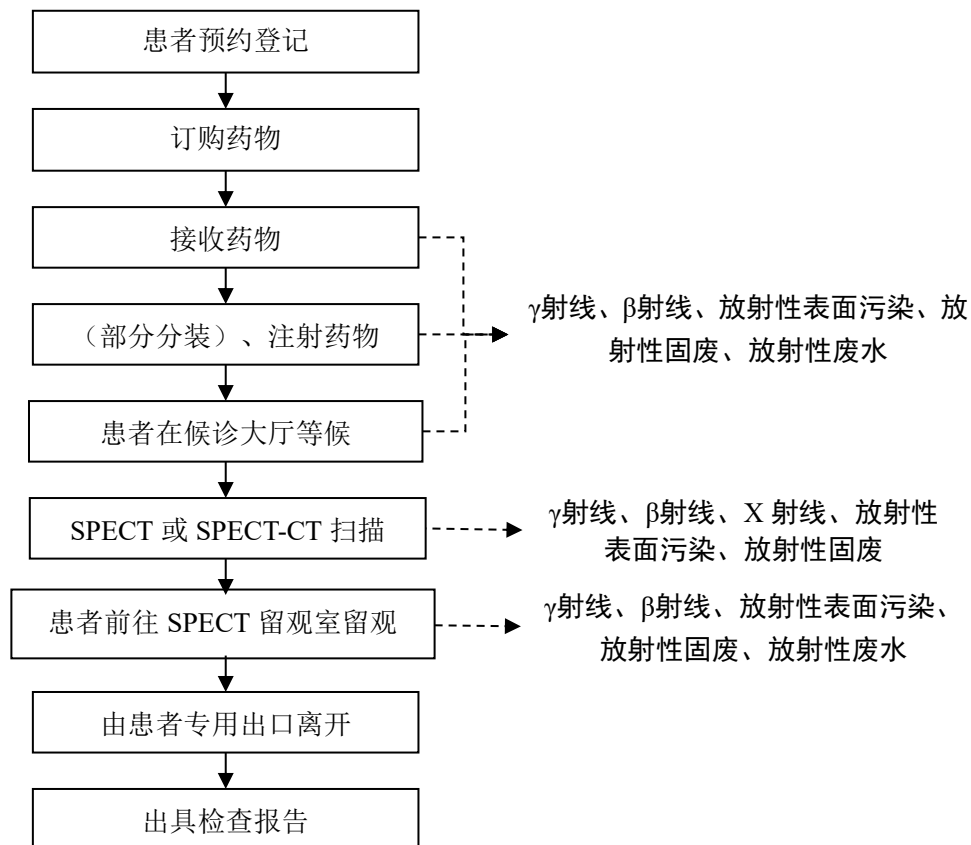


图 9-1 ^{99m}Tc 显像诊断工作流程及产污示意图

1) 预约登记：接收患者预约，按患者人数安排就诊时段。安排就诊时段前，医生会与患者核实其后续诊疗计划，开具 SPECT 诊断单并告知患者诊断过程存在的辐射危害，并确保患者服药后留在核医学科内部候检、留观。医院根据患者预约情况订购药物。

2) 给药前准备：在进行药物注射前，患者需前往登记、完成体查，并在指定区域候诊。

3) 分装、注射给药：需分装的药品在 $Tc-99m$ 分装柜内采用注射器分装完成，分装时间为 20s/次，分装完成后同样装入带铅屏蔽的注射器套，送至注射窗口，在注射窗口打开装有 ^{99m}Tc 药物针剂的屏蔽容器，取出一次性注射器，在注射窗屏蔽下通过静脉注射给药，每人每次给药时间不超过 0.5min，无需分装的药品重复后续注射操作。给药结束后将废注射器装入专用铅废物收集容器内，于每日工作结束转入衰变间存放衰变。

4) 候检：给药后，患者根据指示前往对应候诊大厅等候约 2h，待药物代谢至一定程度。

5) SPECT 扫描：根据现场呼叫，前往 SPECT 机房/SPECT-CT 机房进行扫描检查，技术人员指导患者进行摆位（约 10%患者需技术人员进入机房指导摆位），摆位完成后离开机房进入控制室，检查一般用时约 10min。

6) 扫描完成后，患者进入留观室观察 15min 左右，若扫描图像无误，则可离开。

产污环节：注射时放射性药物产生的 γ 射线、 β 表面污染、使用的一次性注射器、棉签，患者候诊时产生的排泄物，在开展 SPECT-CT 扫描时产生的 X 射线及注射药物后患者体内核素产生的 γ 射线等。

9.1.2 核素治疗原理

(1) ^{131}I 的治疗

① ^{131}I 的治疗原理

^{131}I 作为元素碘的一种同位素，与碘具有相似的生化特性，主要用于甲状腺疾病的诊断和治疗。碘是人体用于合成甲状腺激素的一种必需微量元素，可被甲状腺细胞摄取，其被摄取的数量和速度与甲状腺功能密切相关。

随着放射性药物生产技术和生产工艺的升级，我国当前已具备 ^{131}I 核素胶囊的制备技术。胶囊形式的药物使用简便、服用后可直接到达胃部，避免了目前常用的碘 [^{131}I] 化钠溶液药物易黏附在病人的口腔、鼻腔、食道等部位而引起的副作用和挥发性放射性污染，可有效改善场所放射性污染水平、降低对工作人员的辐射影响。根据《治疗用碘 [^{131}I] 化钠胶囊说明书》（原子高科股份有限公司）以及《碘-131 胶囊使用过程辐射

安全研究报告》（生态环境部核与辐射安全中心，2021 年 12 月 13 日），碘^[131I]化钠胶囊主要由明胶空心胶囊、碘化钠固态板结块（由碘化钠溶液滴入无水磷酸氢二钠和无水亚硫酸钠填充剂内制成）等组成。正常情况下，碘^[131I]化钠板结块保存在完整的明胶空心胶囊壳中，不会脱离胶囊。

碘^[131I]化钠胶囊采用 7mm 中性硼硅玻璃瓶并采用橡胶塞和铝盖密封包装，每瓶胶囊单独放置在一个屏蔽容器中，再装入运输用容器内。每瓶碘^[131I]化钠胶囊的总活度可根据患者病情定制，一般情况下，每瓶胶囊的数量有 1 粒/瓶、2 粒/瓶、3 粒/瓶三种规格，单粒胶囊的 ¹³¹I 活度可制备为 $3.7 \times 10^7 \sim 3.7 \times 10^9 \text{Bq}$ （1mCi~100mCi）/粒。碘^[131I]化钠胶囊屏蔽容器及包装见图 9-2。



图 9-2 碘^[131I]化钠胶囊屏蔽容器及包装图

甲亢治疗：甲状腺具有高度选择性摄取 ¹³¹I 的功能，功能亢进的甲状腺组织摄取量将更多。¹³¹I 在甲状腺内停留的时间较长，在甲亢患者甲状腺内的有效半衰期约 3~5 天。在患者服用 ¹³¹I 后，90%以上的 ¹³¹I 都会聚集到患者的甲状腺，其余的 ¹³¹I 随代谢排出体外。¹³¹I 衰变时主要发射β⁻粒子，且射程短，仅约 2~3mm，对周围正常组织一般无影响。因此，¹³¹I 治疗可使部分甲状腺组织受到β射线的集中照射，使部分甲状腺细胞发炎、萎缩、直至功能丧失，从而减少甲状腺激素的分泌，使亢进的功能恢复正常，达到治疗的目的。由于本项目甲亢患者最大服药量活度为 10mCi（370MBq）低于 400MBq。因此，甲亢患者服药后无需住院，短暂留观后直接离开。

甲状腺功能测定：碘是甲状腺合成甲状腺激素的原料之一，放射性的 ¹³¹I 也能被摄取并参与甲状腺激素的合成，其被摄取量和速度与甲状腺功能密切相关。将 ¹³¹I 引入受检者体内，利用体外探测仪器测定甲状腺部位放射性计数的变化，可以了解 ¹³¹I 被甲

甲状腺摄取的情况，从而判断甲状腺的功能。

②¹³¹I 工作流程及产污环节

医院依据患者预约情况订购药物，¹³¹I 由供药单位依据医院提供的日最大所需量（开展甲亢、甲测）按时送至核医学科分装室 ¹³¹I 自动分装柜内，工作流程如下：

甲亢治疗工作流程如下：

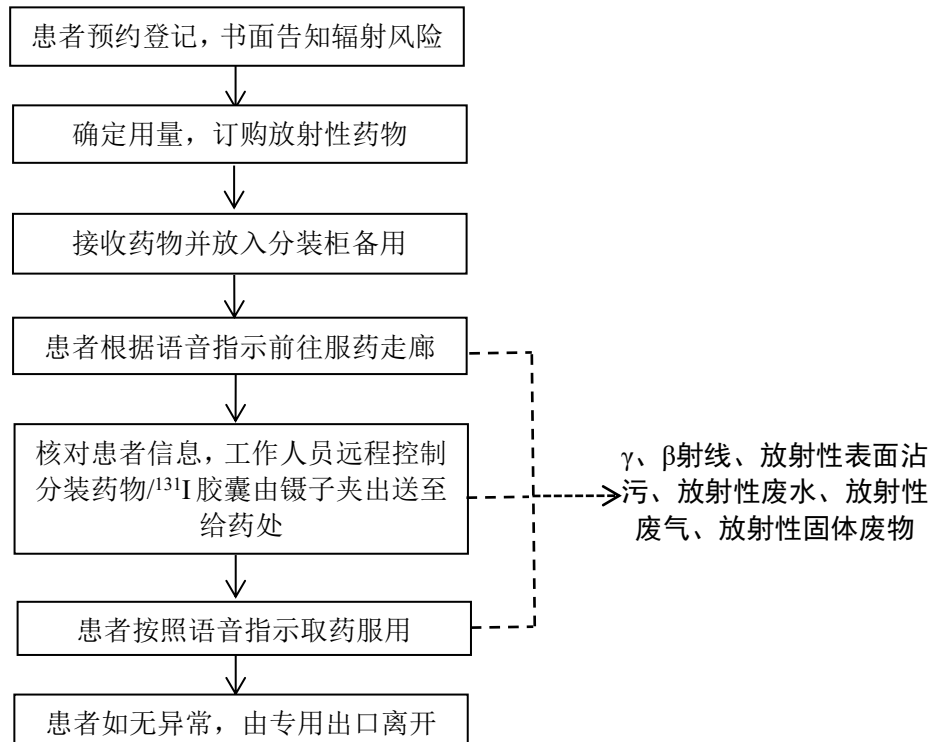


图 9-4 ¹³¹I 甲亢治疗工作流程及产污节点图

1) 患者适应性评估及预约登记：根据患者病情进行综合评估是否开具 ¹³¹I 治疗单，告知患者可能对辐射危害及注意事项，根据患者预约情况制定放射性药物订购计划。

2) 药物分装、给药：用药当日，由药品厂家根据医院提供的日最大所需量装入防护罐内，并负责运送至分装室 ¹³¹I 自动分装柜，药物在分装柜内由自动分碘仪进行自动分装，病人根据语病播报指导在服药窗口自行取药服用，自动分装仪操作台位于分装控制室；甲亢服药走廊将安装监控摄像头，总监控台位于分装控制室内。按照治疗计划依次呼叫患者并通过语音监控远程指导患者服药。

3) ¹³¹I 胶囊给药：核医学工作人员穿戴个人防护用品，将药物铅罐放入分装柜内，核对药物信息，使用长柄镊子从铅罐内夹取出玻璃瓶并打开盖子后放置在甲亢取药口，

患者根据现场呼叫指示前往碘服药室甲亢取药口，自行将胶囊倒入口中并以水送服，并按指示处理服药后口杯、药瓶等废物。

4) 甲亢患者服药后如无异常，即在留观室短暂留观后（每名患者留观时长不超过10min，留观室最多2人同时留观），由专用通道离开。

甲状腺功能测定工作流程如下：

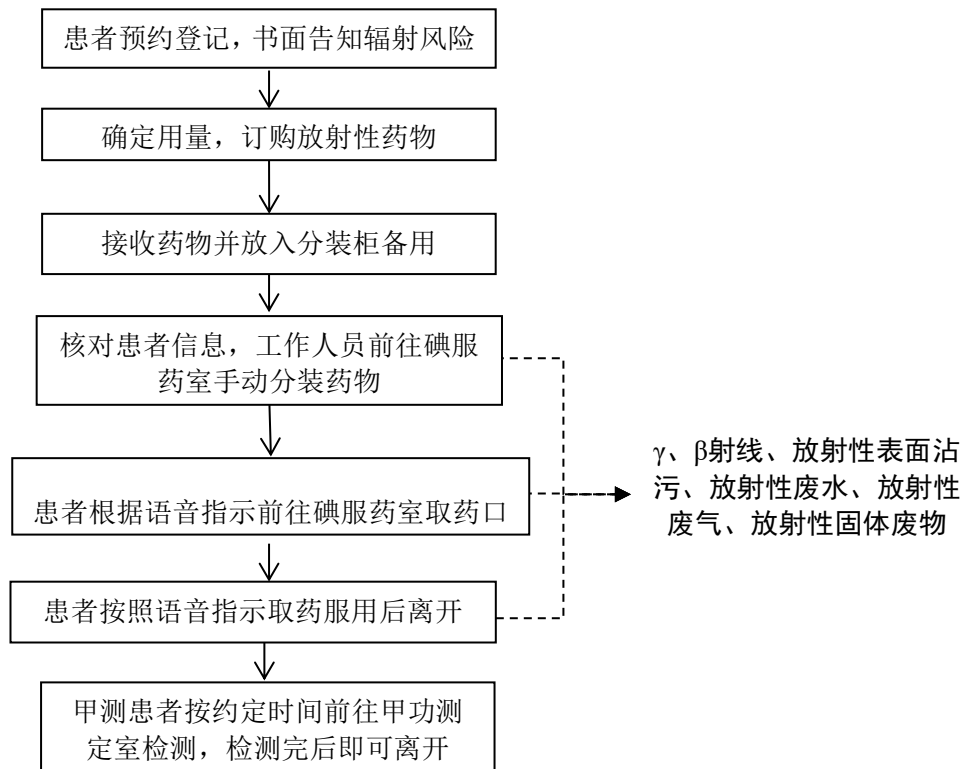


图 9-5 ^{131}I 甲测工作流程及产污节点图

1) 患者停用含碘丰富的食物和药物以及其他影响甲状腺吸碘功能的物质（如海产品、碘制剂、甲状腺激素、抗甲状腺药物等）2~4 周。

2) 用药当日，由药品厂家根据医院提供的日最大所需量装入防护罐内，并负责运送至碘服药室分装柜内，核医学工作人员核对药物信息。药物放置于分装柜内，由辐射工作人员进行手动分装，病人根据语病播报指导在碘服药室内自行取药服用。

3) 患者根据现场叫号依次进入服药间，按照指示取药服用。

4) 甲测患者需分别于 2 小时、24 小时后回甲功测定室测摄碘率，每次检查 30s。

产污环节分析：

^{131}I 衰变过程主要释放 γ 射线和 β 射线。药物分装、送药以及病人服药过程，可能发

生放射性表面沾污。病人在服药期间会产生服药杯等固体废物。 ^{131}I 甲亢患者留观过程中产生排泄物、病人卫生间马桶产生放射性废水和放射性固体废物。此外， ^{131}I 药物易挥发产生放射性气溶胶，可通过专用管道直接排放至楼顶装有活性炭过滤装置的排气口，对环境影响较小。 ^{131}I 固态胶囊制剂，可一定程度减少因放射性药物撒漏、挥发造成的场所放射性污染。

(2) ^{89}Sr 治疗原理

① ^{89}Sr 的治疗原理

^{89}Sr 发生 β -衰变，半衰期50.53d，最大 β -射线能量为1.46MeV，利用机体内能高度选择地聚集在病变组织的化合物作为载体，将 ^{89}Sr 运送到病变组织或细胞，使放射性核素与病变细胞紧密结合。根据源的辐射强度随距离平方值增长而减小的原理，使得辐射剂量主要集中在病灶内，而在比较远处的正常健康细胞得到较低的、不会引起损伤的剂量。因此， ^{89}Sr 主要用于前列腺癌、乳腺癌等晚期恶性肿瘤继发骨转移所致骨痛的缓解，是转移癌性骨痛止痛的一种疗法。

氯化锶[^{89}Sr]是一种纯 β -放射剂，组织中氯化锶[^{89}Sr]的 β 射线最大穿透能力为8mm。氯化锶[^{89}Sr]化学性质与钙相似，是一种亲骨剂。静脉注射趋骨性放射性药物 ^{89}Sr ，氯化锶[^{89}Sr]骨吸收后优先到达活性骨生成部位（原发性骨肿瘤和转移灶），这些部位的累积量较正常骨组织高，骨转移灶吸收量至少为骨髓吸收量的10倍。与正常骨组织比较，氯化锶[^{89}Sr]在转移部位的保留时间也较长。通过高度选择性聚集在病变部位的放射性核素所发射出的射程很短的 β 粒子，对病变进行集中照射，在局部产生足够的电离辐射生物学效应，达到抑制或破坏病变组织的目的，其有效射程很短，因而邻近正常组织和全身辐射吸收剂量很低，从而达到止痛和破坏肿瘤的目的。

② ^{89}Sr 治疗工作流程

医院核医学科依据患者预约情况订购药物， ^{89}Sr 药物由供药单位分装成单个患者所需针剂后按时送至核医学科储源室内，无需进一步分装，本项目 ^{89}Sr 治疗工作流程如下：

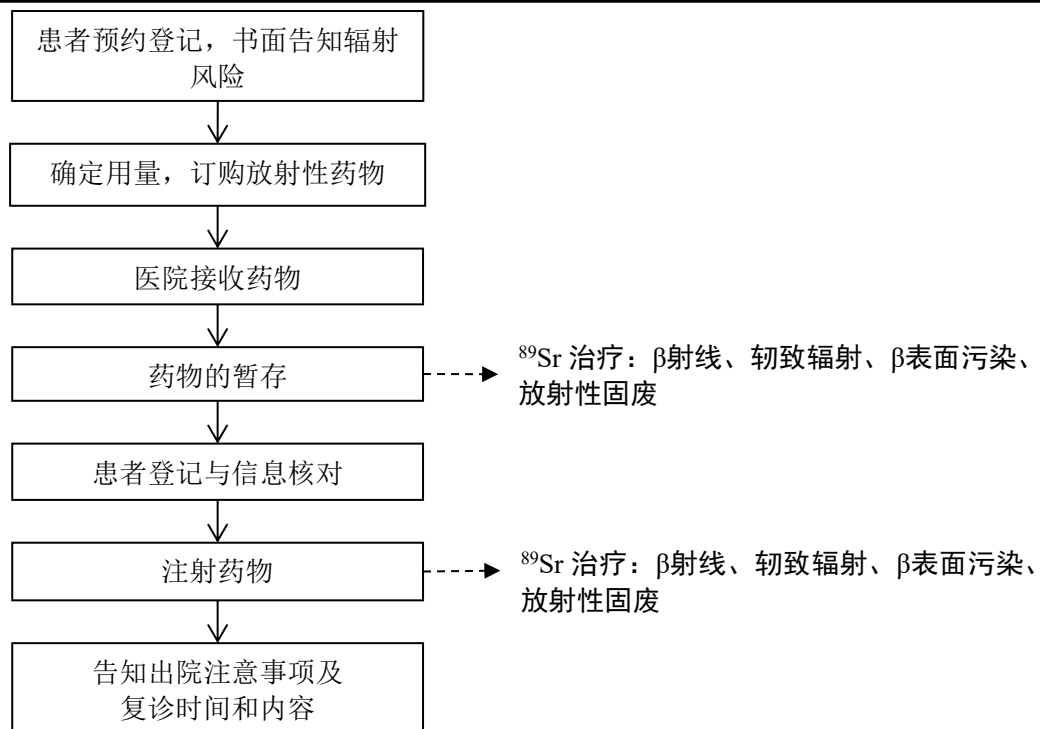


图 9-6 ^{89}Sr 治疗流程及产污环节图

1) 预约登记：接收患者预约，告知患者存在的辐射危害，安排就诊时段。医院根据患者预约情况订购药物。

2) 给药前准备：在进行药物注射前，患者需前往登记、完成体查，并在指定区域候诊。

3) 注射给药：在注射窗口打开装有 ^{89}Sr 药物针剂的屏蔽容器，取出一次性注射器，在注射窗屏蔽下通过静脉注射给药，每人每次给药时间不超过 2min。给药结束后将废注射器装入专用铅废物收集容器内，于每日工作结束转入废物间存放衰变。

4) 给药后，患者如无异常情况，可由患者出口离开。

产污环节分析：

^{89}Sr 为纯 β 衰变核素，衰变过程释放的 β 射线能量较高， β 射线与物质相互作用发生轫致辐射，造成外照射危害。此外， ^{89}Sr 给药过程还会产生少量一次性注射器、一次性防护用品等的放射性固体废弃物，如发生放射性药物意外撒漏，还会造成场所放射性污染。

(3) ^{32}P 敷贴治疗

① ^{32}P 敷贴的治疗原理

^{32}P 半衰期 14.26 天，衰变方式为纯 β -衰变 ($\beta\%=100$)，衰变释放出的 β 射线最大能量为 1.709MeV，平均能量为 0.695MeV，释放的 β 射线在生物组织内射程短，组织穿透射程为 3-4mm，在组织中最大射程 8mm。 ^{32}P 敷贴治疗主要是利用核素放射 β 射线，使局部病灶产生辐射生物效应而达到治疗目的，使用前依据患者病变的形状、大小制成的敷贴器，将放射性核素 ^{32}P 均匀地吸附在滤纸上制成的，让敷贴器充分贴近病变皮肤，利用 ^{32}P 发出的 β 射线对病变组织进行辐射照射，从而对皮肤毛细血管瘤、血管痣、瘢痕疙瘩、慢性湿疹、牛皮癣及局限型神经性皮炎等起到治疗作用。这种敷贴器有利于克服常规敷贴放射源固定形状的局限性，达到完全覆盖病变组织使之真正得到靶向照射，使病变组织得到最大照射效应，并有效控制周围正常组织的吸收剂量而减少损伤。

② ^{32}P 敷贴器制备流程及治疗流程如下：

1) 核对患者信息：核对患者治疗卡信息，向患者说明治疗的目的、方法和注意事项等，详细登记治疗日期和使用敷贴源的编号、辐射类型、活度、照射部位与面积、治疗次数以及患者个人信息等。

2) 敷贴器制作： ^{32}P 敷贴器治疗采用优质滤纸作为 ^{32}P 溶液的支持物，根据病变形状制成相应大小的敷贴器（纸片，每次制备不超过 30min），按照患者年龄、瘢痕的面积、部位等计算一次的敷贴剂量及敷贴的时间。敷贴器制作拟在分装室分装柜内进行（核医学科错时开展核素治疗， ^{32}P 敷贴器制作时，分装柜内无 ^{131}I 药物），先将 ^{32}P 用适量蒸馏水或生理盐水稀释配制成一定放射性活度的液体，用加样器将稀释好的 ^{32}P 溶液滴加在制作好的滤纸上，用红外线灯烤干或晾干滤纸，并用塑料膜将其密封待用。

3) 敷贴治疗：使用 ^{32}P 敷贴器时，敷贴器应保证不直接接触患者皮肤，由医护人员操作，在不接触患者皮肤的一面用不小于 3mm 厚的橡皮覆盖屏蔽。实施治疗时，用不小于 3mm 厚的橡皮泥或橡胶板等屏蔽周围的正常组织。对颜面部部位的病变，屏蔽其周围正常皮肤；对其他部位，病变周围露出正常皮肤不大于 0.5cm。在颜面部及其他部位的病变皮肤上覆盖一张玻璃纸或塑料薄膜后，将敷贴器紧密贴在病变部位。敷贴治疗中，医护人员拟采取佩戴有机玻璃眼镜和使用远距离操作工具等有效的个人防护措施，用胶布或绷带将塑封的 ^{32}P 敷贴器紧密贴在病变处，将敷贴器持续地放在患者病灶部位，记录敷贴时间。每次治疗时设置专人使用能报警的计时器控制照射时间，且在治疗过程

中应密切观察治疗反应和病变治疗情况，及时调整照射剂量，防止产生并发症，达到预定治疗剂量时及时取掉，敷贴器严禁带出敷贴室。

4) 废弃物处理：敷贴治疗完毕后，工作人员回收废旧敷贴器作为放射性固体废物处理。

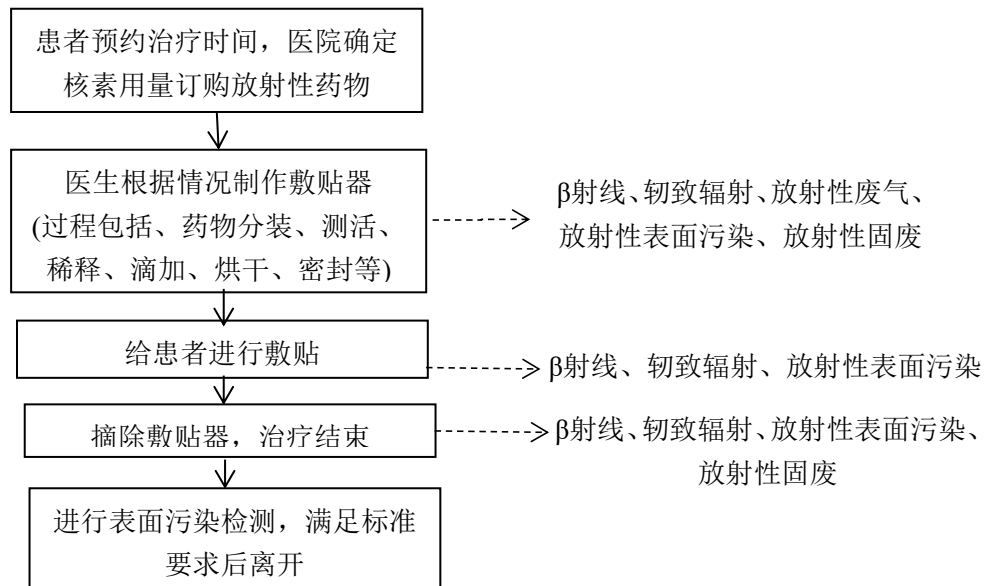


图 9-7 ^{32}P 敷贴治疗流程及产污环节图

产污环节分析：

^{32}P 为纯 β 衰变核素，其主要的污染源为在操作核素及敷贴器过程中 β 射线、韧致辐射等，制膜期间以及在使用期满后会产生废旧敷贴器、一次性防护用品等放射性固体废物，制膜时核素药液挥发产生的少量放射性废气。如若发生核素洒落等意外事故，还可能污染工作场所造成放射性表面沾污。

(4) ^{90}Sr - ^{90}Y 敷贴治疗

① ^{90}Sr - ^{90}Y 敷贴的治疗原理

^{90}Sr 半衰期 28.1 年，衰变方式为 β 衰变 ($\beta\%=100$)，发出的 β 射线最大能量为 0.546MeV，其子体 ^{90}Y 半衰期为 64.2 小时，发出的 β 射线最大能量为 2.284MeV。 ^{90}Sr 敷贴治疗主要是利用子体核素 ^{90}Y 放射 β 射线，使局部病灶产生辐射生物效应而达到治疗目的，因此 ^{90}Sr 敷贴源也写作 ^{90}Sr - ^{90}Y 敷贴源（以下写作“ ^{90}Sr - ^{90}Y ”）。使用时根据病变形状在保护周围正常皮肤前提下直接敷贴，治疗可用一次大剂量法或多次小剂量法。 ^{90}Sr 是一种纯 β 放射源，主要治疗局限性毛细血管瘤，局限性慢性湿疹和牛皮癣等皮肤

疾患等。 ^{90}Sr - ^{90}Y 敷贴器由厂家制造，其结构为厚度 1mm 的含 ^{90}Sr 化合物银片或高分子材料，外部用一层金属薄膜做保护层，敷贴器形状一般为圆形或方形，大小不等，其活性区的面积有不同规格供选用。



图 9-8 ^{90}Sr - ^{90}Y 敷贴器外观及治疗过程示意图

② ^{90}Sr - ^{90}Y 敷贴工作流程

^{90}Sr - ^{90}Y 敷贴器敷贴治疗一般采用分次疗法，可一个疗程分多次间隔敷贴治疗，累计达到预定总剂量或出现干性皮炎及眼部不适应即结束治疗，也可采用一次治疗法，即总剂量一次敷贴。如治疗一个疗程后未愈或有复发者，可间隔一定周期后再进行下一个疗程治疗。敷贴治疗流程如下：

1) 核对患者信息：核对患者治疗卡信息，向患者说明治疗的目的、方法和注意事项等，并详细登记治疗日期、使用敷贴源的编号、辐射类型、活度、照射部位与面积、治疗次数以及患者个人信息等。

2) 使用 ^{90}Sr - ^{90}Y 敷贴器前，需用防护材料（如橡皮或塑料等）将病灶周围正常皮肤覆盖，避免受到不必要的照射。

3) 在周围已屏蔽的皮肤上覆盖一张玻璃纸或塑料薄膜后，用胶布或绷带将敷贴器紧密贴在病变处，记录敷贴时间，达到预定治疗剂量时及时取掉。

敷贴器平时放置于铅罐内，存放在敷贴治疗室保险柜内，需要使用时才从保险柜内取出，并按要求在敷贴室内使用，用完后仍放置于铅罐内放回保险柜内，不会离开敷贴治疗室。

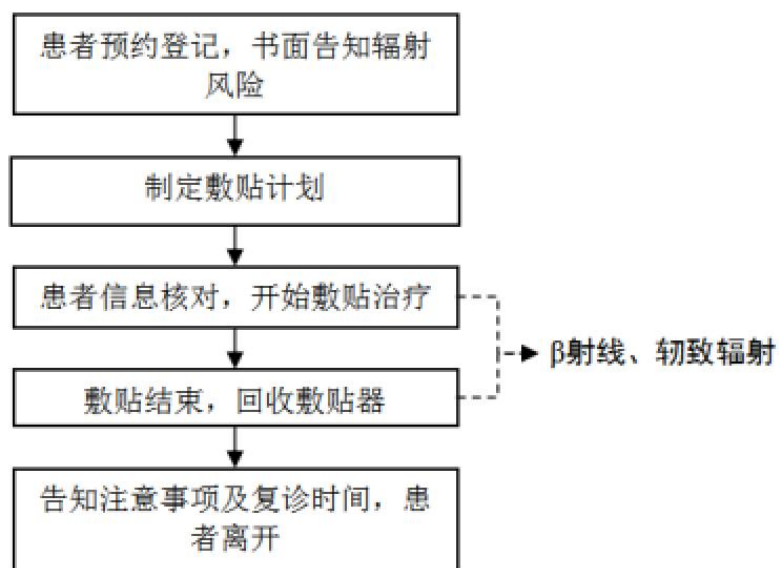


图 9-9 ^{90}Sr - ^{90}Y 敷贴治疗工作流程

产污环节分析:

^{90}Sr - ^{90}Y 敷贴器在使用及储存过程中主要的污染源为 β 射线、韧致辐射等, 在使用期满后会产生废旧放射源, 由厂家收回更换。

9.2 工作负荷及工作时间安排

1、工作负荷

(1) 根据医院提供资料, $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 日诊断患者不超过 100 人次, 共两台设备显像诊断 (SPECT/SPECT-CT), 每台设备诊断患者不超过 50 人次, 单个患者检查期间放射性药物 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 注射量不超过 25mCi ($9.25\text{E}+8\text{Bq}$), 每年工作 250 天。

(2) 根据医院提供的资料, 甲亢治疗每天最多治疗 20 个病人 (甲亢治疗 ^{131}I 液体与 ^{131}I 胶囊各 10 人), 年工作 100 天, 年最大治疗人数为 2000 人/年, 其中: 每个病人治疗期间 ^{131}I 服药量最大为 10mCi ($3.7\text{E}+8\text{Bq}$), 每个病人治疗期间服用碘 [^{131}I] 化钠胶囊活度为 10mCi ($3.7\text{E}+8\text{Bq}$)。

甲状腺功能测定每天最多检查 10 个病人, 年工作 100 天, 年最大诊断人数为 1000 人/年, 平均每个人检查期间 ^{131}I 服药量为 $10\mu\text{Ci}$ ($3.7\text{E}+5\text{Bq}$)。

(3) 根据医院提供的资料, 本项目核素治疗拟采取预约制, 每天 5 人次患者, 年工作 50 天, 即 ^{89}Sr 治疗患者年最大人数为 250 人次。 ^{89}Sr 放射性药物采用静脉输液给药, 每人次患者给药量为 $1.48\text{E}+8\text{Bq}$ (4mCi)。

(4) 根据医院提供的资料, 本项目 ^{32}P 敷贴器拟购买 ^{32}P 溶液, 医院根据需求自主制作 ^{32}P 敷贴片, ^{32}P 敷贴治疗每天最多治疗 20 个病人, 每年工作 150d (治疗 3000 人/年), 平均每个人检查期间用药量最大为 10mCi ($3.70\text{E}+8\text{Bq}$)。

(5) 根据医院提供资料, 本项目 ^{90}Sr 敷贴器为外购商品敷贴器, 拟购 ^{90}Sr 敷贴器活度为 40mCi ($1.48\text{E}+9\text{Bq}$), 可长时间不用更换, ^{90}Sr 敷贴治疗每天最多治疗 10 个病人, 年工作 100 天, 年最大治疗人数为 1000 人/年。

2、工作时间安排

①本项目 ^{89}Sr 与 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 显像用药物注射共用同一个注射窗口; 为便于医院管理, 同时为减少患者间交叉影响, 当需要开展 ^{89}Sr 治疗时, 则先进行 ^{89}Sr 治疗, 待 ^{89}Sr 治疗全部离开后, 才开展 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 显像诊断, 通过时间控制, 来错开不同的患者。

② ^{131}I 甲亢患者和 ^{131}I 甲测受检者均安排在同一天, 首先将当天甲测受检者所需的剂量单独手动分装出给药, 甲测受检者全部离开后再自动分装甲亢患者药物给药或胶囊给药, 患者从时间上不交叉。

③敷贴室通过事先预约、叫号、护士导诊等制度, 确保敷贴治疗室内最多只有 1 名患者在进行敷贴治疗 (^{32}P 或 ^{90}Sr - ^{90}Y 敷贴)。

9.3 人流、物流组织

本项目核医学科人流、物流组织见图 9-11, 具体如下:

(1) $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 显像诊断与 ^{89}Sr 治疗人流、物流路径规划

①医护人员路径:

a. 技师流通路径: 医护通道→SPECT/SPECT-CT 操作间, 就诊结束后技师原路返回。扫描时如需现场摆位, 工作人员可从机房操作间防护门进出。

b. 给药工作人员流通路径: 工作人员通过卫生通过间进入分装室, 并在注射窗注射给药, 工作结束经卫生通过间监测去污后离开。

②患者流通路径:

a. $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 显像诊断患者流通路径: 门急诊医技楼入口→门厅接待报到→候诊大厅→注射窗→ $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 注射→注射后候诊大厅 (设置铅屏风隔离注射后的患者)→SPECT/SPECT 机房→留观室→北侧出院通道离院, 该区域患者出入口设置单向门禁系统, 防止无关人

员误入。

b.⁸⁹Sr 治疗骨转移癌患者流通路径：门急诊医技楼入口→门厅接待报到→候诊大厅→注射窗→⁸⁹Sr 注射→北侧出院通道离院。本项目 ⁸⁹Sr 注射与 SPECT/SPECT-CT 显像用药物注射共用同一个注射窗口，医院拟通过分时段注射来避免交叉，该区域病人通道入口和病人通道出口设置单向门禁系统。

③放射性药物流向及管理：放射性药物由生产厂家在接诊病人前进行送货，由门急诊医技楼西北侧 2#电梯送上 3 楼，患者通道出口门禁→走道→分装室/储源室。放射药物由专人进行交接，经确认无误完成相关交接手续后暂存在储源室/分装柜中，储源室内应设置有相应屏蔽能力的放射性同位素储存容器，储源室拟设置监控系统和门禁系统，并实行双人双锁管理。工作人员应根据医院放射性核素的管理制度，做好核素的领取、使用登记工作。给药前，工作人员应核对患者及给药信息，经确认无误后，方可进行给药。

(2) ^{131}I 治疗与敷贴治疗人流、物流路径规划

①医护人员路径：辐射工作人员从场所东侧进入核医学科区域，经卫生通过间进入分装室；

开展 ^{131}I 治疗时，甲亢及甲测辐射工作人员进入分装室内先进行甲测的药物手动分装给药，甲测患者给药完成后，如果是胶囊服药，工作人员手动将装胶囊的铅罐打开采用镊子夹出药品后放置在服药口；如果液体 ^{131}I 服药，工作人员经卫生通过间监测去污后前往碘分装控制室远程操作自动分装装置并指导患者服药，工作结束后离开；

进行 ^{32}P 敷贴治疗时，辐射工作人员在分装室分装柜内制备好 ^{32}P 敷贴器后，从分装室南侧进入敷贴室，为患者进行敷贴治疗，工作结束后，由敷贴室北门出，并经表污监测合格后从卫生通过间离开。

进行 ^{90}Sr - ^{90}Y 敷贴治疗时，辐射工作人员经卫生通过间后再进入敷贴室内，为患者进行敷贴治疗，工作结束后，由敷贴室北门出并经卫生通过间离开。

②患者流通路径：

甲亢病人流通路径：门急诊医技楼入口→门厅接待报到候诊大厅候诊→走廊→服药走廊→甲亢取药口→甲亢留观室→原路离开。

甲测病人流通路径：门急诊医技楼入口→门厅接待报到候诊大厅候诊→走廊→服药走廊→甲亢取药口→离开 2h/24h→甲测检查室→离开。

敷贴患者流通路径：根据约定时间，门急诊医技楼入口→门厅接待报到→敷贴治疗室→敷贴治疗结束后离开。

③放射性药物流向及管理：放射药物由供药厂家在接诊病人前进行送货，避开人流密集时间段，放射性药物由门急诊医技楼西北侧 2#电梯送上 3 楼，患者通道出口门禁→走道→分装室/储源室，放射药物由专人进行交接，经确认无误完成相关交接手续后暂存在相应的分装柜或储源室中，储源室内应设置有相应屏蔽能力的储源箱，储源室拟设置监控系统和门禁系统，并实行双人双锁管理。工作人员应根据医院放射性核素的管理制度，做好核素的领取、使用登记工作。给药前，工作人员应核对患者及给药信息，经确认无误后，方可进行给药。 ^{90}Sr - ^{90}Y 敷贴器放于敷贴治疗室保险柜内保存，敷贴器应定期进行衰变校正，以调整照射时间，每次敷贴治疗时应有专人使用能报警的计时器控制

照射时间，治疗过程中应密切观察治疗反应和病变治疗情况，及时调整照射剂量，防止产生并发症。治疗结束后，工作人员应及时收回敷贴器放回保险柜内保存。

图 9-11 ^{131}I 治疗与敷贴治疗人流、物流图

④放射性固废流向：

a. 放射性固体废物：核医学科拟设置废物衰变间。

甲测、甲亢分装服药区域产生的含 ^{131}I 一次性服药口杯、一次性防护用品（口罩、鞋套、手套等）、吸水垫材等放射性固体废物转移至衰变间衰变容器内暂存，暂存不少于 180d 且经监测满足清洁解控要求后按医疗废物处置。

使用 ^{89}Sr 和 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 注射给药时产生的一次性注射器、污染棉签、放射性药品包装、

一次性防护用品（口罩、鞋套、手套等）等。放射性固废分类收集至衰变间废物衰变容器内暂存衰变。产生的含 ^{99m}Tc 放射性固体废物拟暂存不少于 30 天、含 ^{89}Sr 放射性固体废物拟暂存不少于 10 个半衰期（约 506d），经监测满足清洁解控要求后按医疗废物处置。

^{32}P 制膜期间以及在使用期满后会产生废旧敷贴器、一次性防护用品等放射性固体废物收集至衰变间衰变容器内，暂存不少于 10 个半衰期（约 143d），经监测满足清洁解控要求后按医疗废物处置。

如发生核素洒落等污染放射性工作场所或物品，去污过程如产生废水拟用吸水纸、毛巾收集后统一转移至衰变箱内暂存，经存放衰变满足清洁解控水平后作为一般医疗废物进行处置；本项目核医学科用药采取预约制，拟根据患者用量订购药物，即到即用，当天用完无放射性药物剩余。如发生患者未及时就诊等特殊情况，剩余放射性药物拟存于原药物铅罐内转移至衰变间衰变箱中贮存衰变，拟存放自然衰变达到清洁解控水平后，按医疗废物处理。

b. 放射性废水：本项目拟依托医院门急诊医技楼北侧地坪下 1 套衰变池（1#衰变池）用于收集处理核医学科甲亢留观室、卫生通过间洗手或淋浴水，依次流经沉淀池、衰变池处置后，且经检测满足放射性废水排放要求排入医院污水管网，汇入医院污水处理站进行处理，废水最终排入市政污水管网。

新建衰变池（2#衰变池）位于门急诊医技楼西北侧地坪处，用于收集 ^{99m}Tc 注射后候诊大厅卫生间、污洗间及卫生间废水，依次流经集水池、衰变池处置后，且经检测满足放射性废水排放要求后排入医院污水管网，汇入医院污水处理站进行处理后，废水最终排入市政污水管网。

c. 放射性废气：本项目拟设置 6 套排风系统：

① 甲亢自动分装柜均为自带屏蔽防护通风橱，上方各设置通风装置及活性炭过滤装置，使用期间保持负压，通过管道引至屋顶排放口排放（1#排风口），顶部设置锥形风帽。

② ^{32}P 分装柜、 ^{99m}Tc 分装柜均为自带屏蔽防护通风橱，上方设置活性炭吸附装置，将废气收集后通过管道沿门急诊医技楼外墙敷设至升出门急诊医技楼屋面排放（2#排风

口)，顶部设置锥形风帽。

③衰变间、运动负荷室、甲亢留观室、储源室、敷贴治疗室内设排风口，汇入一根主管道，使用期间保持负压，在门急诊医技楼屋顶排风管出口处安装活性炭过滤器，沿门急诊医技楼外墙敷设至高出屋面排放（3#排风口），顶部设置锥形风帽。

④污洗间、卫生间、注射室、卫生通过间、分装室、注射后候诊大厅内设排风口，汇入一根主管道，使用期间保持负压，在门急诊医技楼屋顶排风管出口处安装活性炭过滤器，沿门急诊医技楼外墙敷设至高出屋面排放（4#排风口），顶部设置锥形风帽。

⑤SPECT 机房、SPECT-CT 机房单独设置 1 套独立排风系统（兼顾烟雾报警功能），由门急诊医技楼屋面排放（5#排风口）。

⑥核医学科其他非限制区域内排风，如 SPECT 操作室、值班室、主任办、甲测室、诊室、会议室、骨密度检查室、放免检验室等区域，单独设置 1 套通风系统，将废气收集后通过管道沿门急诊医技楼外墙敷设至楼顶排放（6#排风口）。

控制区内其他各房间排风管道接入主管道前设置止回阀，使用期间保持负压。医院应定期检查通风系统活性炭过滤装置的性能，根据实际情况及时更换活性炭，更换下来的废活性炭作为放射性固体废物进行处理。

9.4 核医学核素的管理

医院根据预约病人的数量采购或制备放射性药物，一般情况下，不存在剩余放射性核素。特殊情况如患者未按照医嘱进行诊断时，剩余放射性药物放置于铅罐内，自然衰变。医院拟制定放射性核素的管理制度，做好核素的领取、使用登记工作，实行双人双锁，并且核医学科控制区进出口的大门均设置门禁或单向门，各出入口设置监控器，储源间安装防盗门及监控器，确保放射性药物的安全。敷贴器不带出敷贴室。

9.2 污染源项描述

9.2.1 施工期污染源分析

本项目拟在原有核医学科工作场所平面布局基础上，依据核医学科人流物流组织要求以及使用核素特性等，重新规划场所功能分区及布局，局部调整部分门洞位置，增设隔墙和防护门，封闭部分窗户、拆除原有装饰层，并按照辐射防护要求进行场所辐射屏蔽改造，配套建设相应辅助防护设施（通风、给排水系统、视频监控等设施）。改造前

平面布局及拟拆除、新增墙体示意图如下图所示。



图 9-12 本项目核医学科工作场所改造前平面布局及拟拆除及新增墙体示意图
本项目改造完成后，平面布局图如下：

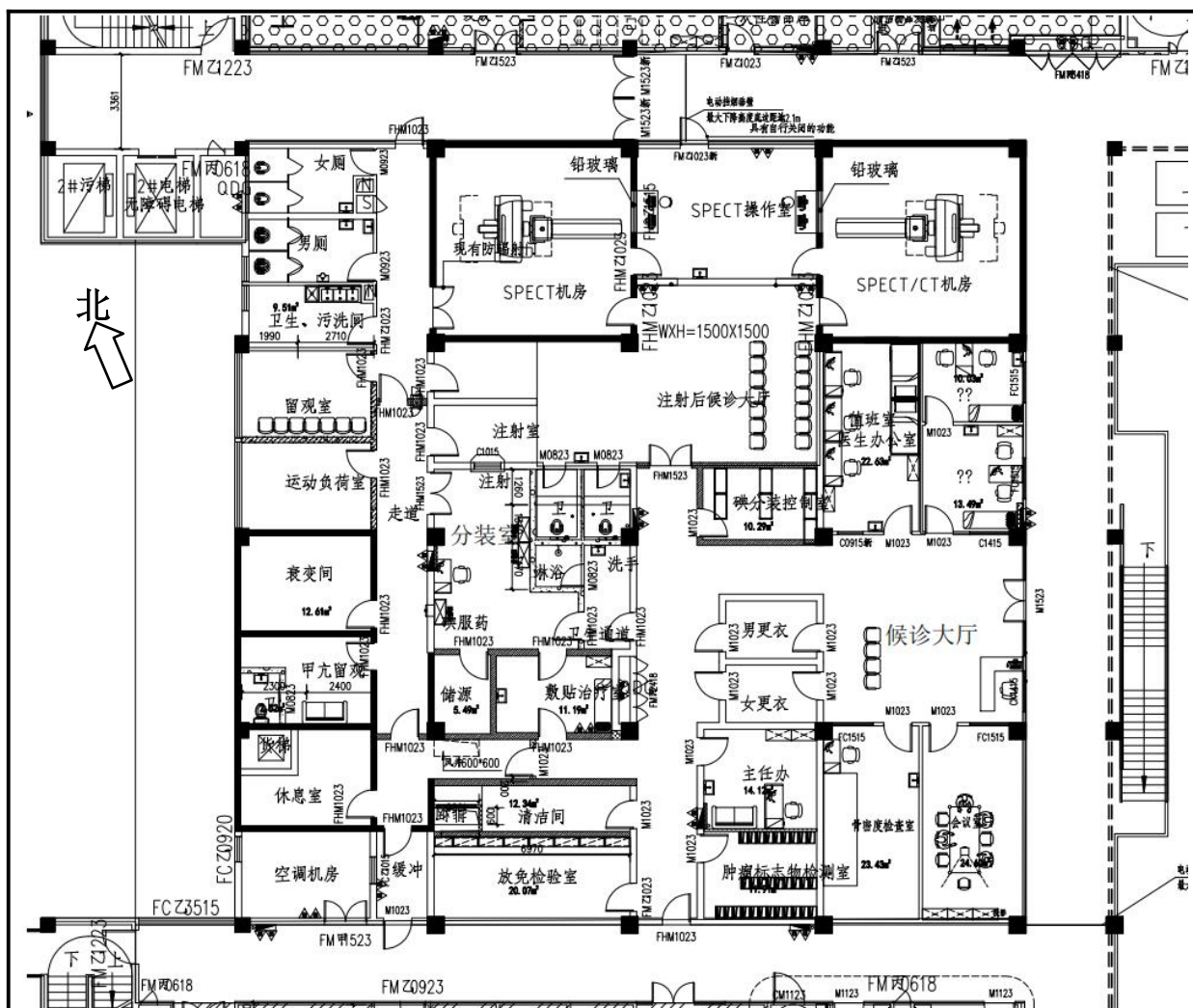


图 9-13 本项目核医学科工作场所改造后平面布局图

施工前，整个核医学科场所均需暂停使用并进行 γ 剂量率及表面污染检测合格后方可施工，施工期间同样需对重点位置（如下水管等）进行监测，如有不满足标准要求的墙面、地面或物品均需去污处理或剥离单独暂存衰变达到清洁解控要求，确保清运的建筑垃圾均得到妥善处置。

另外，医院在门急诊医技楼西北侧地坪处新建 1 套衰变池（2#衰变池）用于收集含 ^{99m}Tc 的废水；医院门急诊医技楼北侧地坪下原核医学科旧衰变池（1#衰变池）本项目改造完成后核医学科区域部分废水将依托该衰变池处理，停用期间，衰变池内的废水经检测达到清洁解控水平后，方可排入医院污水管网汇入医院污水处理站进行处理，污泥经检测达到清洁解控水平后方可清掏，确保旧衰变池内废水及污泥得到妥善处置后重新接入管道。

综上，本项目施工期主要是拟对现有核医学科改建各功能用房及辅助设施进行防护

改造、重新装修，以及新建 1 套衰变池。施工期主要的污染源分析如下：

(1) 扬尘、废气等

主要为项目改造、装修过程中机械敲打、钻洞墙体等产生的粉尘以及装修材料中释放的有机废气。

(2) 废水

施工期间产生的废水主要为施工人员的生活污水；旧衰变池内的废水。

(3) 噪声

施工期噪声主要来自电钻、电锯等。

(4) 固体废物

施工期固体废物主要为场所拆除的建筑垃圾、装修垃圾、旧衰变池清掏的底泥等。

9.1.2 运行期间正常工况下污染源分析

本项目正常运行期间的主要污染源项为：射线装置（SPECT-CT）出束期间产生的 X 射线，核医学工作场所开展放射性核素治疗、诊断过程核素产生的 γ 射线、韧致辐射、 β 射线、放射性表面污染、放射性固体废物、放射性废水、放射性废气和废旧放射源。此外，射线与空气相互作用时产生的少量的有害气体。

(1) X 射线、 γ 射线、 β 射线、 β 表面污染

本项目使用 SPECT-CT 进行诊断时，会产生 X 射线。射线装置产生的 X 射线是随机器的开、关而产生和消失。因此，在射线装置开机出束期间，会产生 X 射线。

放射性核素经静脉注射或口服进入患者体内，分布到特定器官并主要产生 β 射线和 γ 射线。

β 射线：本项目使用的非密封放射性核素 ^{89}Sr 、 ^{32}P 以及 ^{90}Sr 密封放射源在衰变过程中会发出/伴随发出能量较高的 β 射线， β 射线与物质相互作用可发生韧致辐射，造成外照射危害。 β 粒子能被体外衣服消减、阻挡或一张几毫米厚的铝箔完全阻挡。本项目辐射工作人员不会直接接触放射性核素，在操作时会佩戴医用手套，因此， β 射线对本项目放射工作人员的影响较小。但 β 射线被放射源本身以及源周围的其他物质阻止时产生韧致辐射，韧致辐射会对周围环境产生辐射污染，本项目考虑韧致辐射影响。

γ 射线： γ 射线对细胞有杀伤力，医疗上用来治疗肿瘤。 γ 射线有很强的穿透力，本项目考虑 γ 射线辐射影响。本项目使用的 ^{131}I 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 在衰变过程中会发出/伴随发出不同

能量的光子，造成外照射危害。

在使用放射性药物开展治疗过程中，因人员操作不慎或给药后患者发生呕吐等情况，均会不可避免地会引起工作台、设备、墙壁、地面、工作服、手套等产生放射性沾污，造成小面积的 β 放射性表面污染。

(2) 放射性固体废物

本项目放射性固体废物主要为：

① ^{99m}Tc 显像诊断过程及 ^{89}Sr 注射给药过程污染的一次性注射器、棉签、一次性防护用品等；根据核医学经验，按照每人 0.02kg 产生量进行估算，则含 ^{89}Sr 的放射性固体废物的产生量约为 5kg/a、含 ^{99m}Tc 的放射性固体废物最大产生量为 500kg/a。放射性固废拟分类收集至衰变间的废物衰变容器内暂存衰变。含 ^{99m}Tc 放射性固体废物拟暂存不少于 30 天、含 ^{89}Sr 放射性固体废物拟暂存不少于 10 倍核素半衰期（至少 506d），经监测满足清洁解控要求后按医疗废物处置。

② ^{131}I 甲亢治疗及甲测显像：病人在服药期间会产生服药杯等固体废物，甲亢、甲测患者产生的放射性固体废物（一次性服药杯）共约 0.02kg/人，则含 ^{131}I 放射性固体废物产生量约 60kg/a。拟由工作场所内放置的铅污物桶收集，再转移至衰变间的放射性衰变桶/箱内，含 ^{131}I 放射性固体废物拟暂存至少 180 天以上时间，且经检测满足清洁解控水平后再作为普通医疗废物进行处置。

③ ^{32}P 制膜期间以及在使用期满后会产生废旧敷贴器、一次性防护用品等放射性固体废物；参照同类型核医学工作场所运行经验，按每人产生的放射性固体废物量不超过 0.05kg/人次，3000 人次 ^{32}P 敷贴治疗，则核医学科最大放射性固体废物产生量为 150kg/a。经收集后存放于衰变间内，废物暂存不少于 10 个半衰期（约 143d），经监测满足清洁解控要求后按医疗废物处置。

④建设单位拟定期检查本项目核医学科各通风系统中，更换通风系统活性炭，更换下来的废活性炭作为放射性固体废物及时进行处理，更换的活性炭的重量约 50kg/a。

⑤ ^{90}Sr 密封放射源使用期满后产生的废旧放射源，由厂家收回更换。

此外，本项目核医学工作场所如发生放射性药物撒漏、放射源破损等造成工作场所放射性表面污染，拟依据污染程度及核素特性等采取封闭衰变或去污等方法，去污过程

拟采用擦拭法，去污产生药棉、吸水纸、毛巾、一次性防护用品等均作为放射性废物处置。

(3) 放射性废水

本项目主要产生的放射性废水主要是核素操作人员日常清洗废水以及病人在控制区产生的废水（核医学科 ^{32}P 敷贴、 ^{90}Sr 敷贴、 ^{89}Sr 治疗、 ^{131}I 甲测患者诊疗完成后即可出院， ^{131}I 治疗甲亢患者在留观室留观，留观室设置卫生间； $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 显像诊断患者需注射后候诊及显像后留观，均设置有卫生间；因此考虑 ^{131}I 治疗甲亢患者的废水、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 显像诊断患者的废水）。

废水产生情况如下所示：

表 9-1 放射性废水产生情况

来源	核素	单次产生量 L	产生次数	日最大产生量 L	年工作天数	年产生量 m³	备注
¹³¹ I 甲亢患者留观	¹³¹ I					12	进 1#衰变池
控制区医务人员用水（含场所清洁水）						40	
^{99m} Tc 显像诊断患者候诊、留观							300
使量							

(4) 放射性废气

①本项目拟使用碘[^{131}I]化钠胶囊治疗甲亢，根据《碘-131 胶囊使用过程辐射安全研究报告》（生态环境部核与辐射安全中心，2021 年 12 月 13 日），其挥发量极小，产生的放射性废气可通过工作场所通风系统内活性炭吸附装置过滤后排出，对场所内人员及周围环境影响较小。

②拟使用的 ^{89}Sr 核素及部分 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 核素成品，均为厂家已分装好的成品药，无需再现场分装，直接通过静脉注射进入病人体内，在整个过程中注射类药物放射性核素气溶胶挥发量更小。

③拟使用 ^{32}P 虽不挥发，但其泄露后，会对空气造成放射性污染；故需分装的 $^{99\text{m}}\text{Tc}$

核素药品及 ^{32}P 敷贴器的制造均在相应的分装柜内进行， ^{32}P 分装柜、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 分装柜均为自带屏蔽防护通风橱，各分装柜上方均设置活性炭吸附装置，将废气收集后通过管道沿门急诊医技楼外墙敷设至升出门急诊医技楼屋面排放（2#排风口），顶部设置锥形风帽。

④拟使用 ^{131}I 药物（液体）治疗甲亢，属于易挥发物质，在分装过程中，部分 ^{131}I 挥发随气流带入大气，形成 ^{131}I 气载性流出物。甲亢自动分装柜均为自带屏蔽防护通风橱，上方各设置通风装置及活性炭过滤装置，使用期间保持负压，通过管道引至屋顶排放口排放（1#排风口），顶部设置锥形风帽。

⑤另外，衰变间、运动负荷室、甲亢留观室、储源间、敷贴治疗室内设排风口，汇入一根主管道，使用期间保持负压，在门急诊医技楼屋顶排风管出口处安装活性炭过滤器，沿门急诊医技楼外墙敷设至升出主楼屋面排放（3#排风口），顶部设置锥形风帽；污洗间、卫生间、注射室、卫生通过间、分装室、注射后候诊大厅内设排风口，汇入一根主管道，使用期间保持负压，在门急诊医技楼屋顶排风管出口处安装活性炭过滤器，沿门急诊医技楼外墙敷设至升出主楼屋面排放（4#排风口），顶部设置锥形风帽；SPECT 机房、SPECT-CT 机房单独设置 1 套独立排风系统（兼顾烟雾报警功能），由门急诊医技楼屋面排放（5#排风口）。

其他非放射性污染源项：射线与空气相互作用时产生的少量的有害气体，可通过场所通风系统排出，对工作人员及环境影响较小。

9.2.3 非正常运行状态下污染途径分析

（1）由于管理不善，导致放射性药物、放射源被盗、丢失。

（2）操作核素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漏，造成台面、地面辐射污染及造成额外附加照射。

（3）在药物分装施药过程中发生意外或辐射工作人员操作失误将导致患者施药剂量不准确，如任何诊断用药物的施用量远大于处方值，或多次重复照射，或大大超过设定的指导水平，或误给药；

（4）防护用品或设施不能正常使用，或管理不善辐射工作人员未按要求穿戴个人防护用品和使用辅助防护设施，受到超剂量外照射。

（5）人员在工作状态误入射线装置工作场所，由 X 射线直接或散射照射对人体造

成潜在的照射伤害。

（6）任何设备故障、事故、错误或意外事件，使患者受到诊疗计划不一致的照射，或受到其他非正常发生的潜在照射。

（7）检修时，射线装置误开机时，维修人员受到潜在的照射伤害。

表 10 辐射安全与防护

10.1.放射工作场所选址及平面布局

本项目核医学科工作场所位于门急诊医技楼三楼，核医学科改造后布置了分装室、储源间、衰变间、注射室、卫生通过间（含淋浴）、留观室、甲亢留观室、甲测室、服药走廊、运动负荷室、卫生/污洗间、敷贴治疗室、碘分装控制室、注射后候诊大厅、SPECT/CT 机房、SPECT 机房及控制室等功能用房，能够满足核医学核素治疗、SPECT/CT、SPECT 影像诊断工作的工作流程的要求。

本项目从功能分区来看，工作人员办公区域、门诊核素治疗场所划分明确，均设计有相对独立的工作人员、患者、放射性药物和放射性废物通道，患者出口远离门诊大厅、收费处等人群稠密区域，可避免公众和医护人员受到不必要照射，具体符合性分析如下：

	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。	
--	---	--

综上，本项目核医学中心相邻区域无儿科病房、产房等特殊人群及人员密集区域以及人员流动性大的商业活动区域。根据实际情况核素治疗病人采用时间不交叉方式，且整个核医学场所设有单独出、入口，临近区域无敏感区域及人群稠密区域，工作场所选址及布局规划合理，符合《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）和《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）要求。

10.2.放射工作场所分区管理

根据国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的规定，医院拟将辐射工作场所分为控制区和监督区，便于辐射防护管理和职业照射控制。本项目工作场所的分区见图 10-1 和表 10-2。

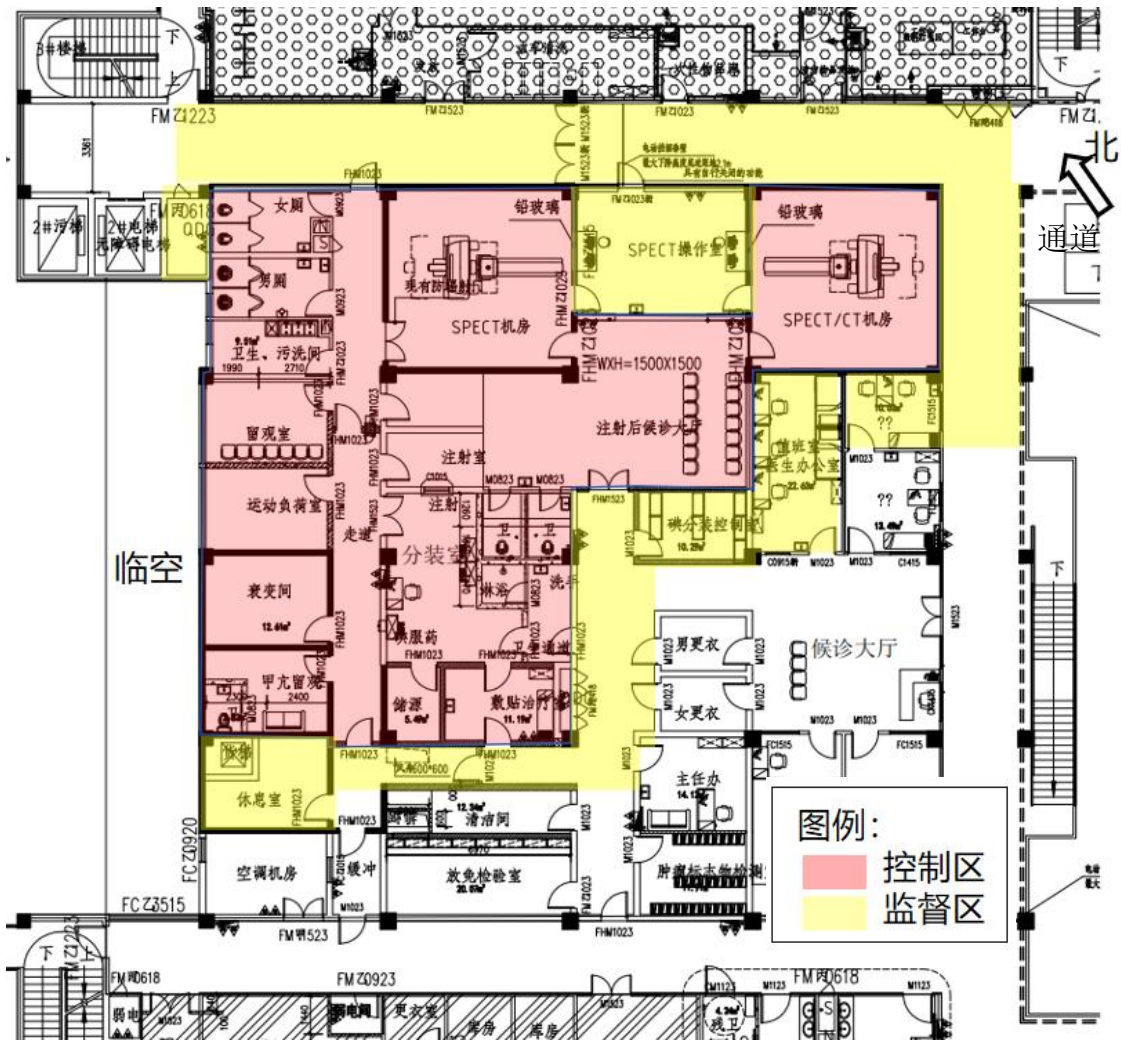


图 10-1 本项目辐射工作场所分区示意图

表 10-2 本项目辐射工作场所分区

分区	控制区	监督区
核医学科	SPECT 机房及 SPECT-CT 机房、注射后候诊大厅、注射室、分装室、卫生通过间（含淋浴区）、储源室、敷贴室、甲亢留观、衰变间、运动负荷室、留观室、卫生间及污洗间、服药走廊及内部患者通道、1#衰变池、2#衰变池	SPECT 操作室及控制区周边临近区域（包括控制区周边通道、医生值班室、甲测室、休息室、碘分装控制室等）

（1）控制区：在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散，以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。本项目拟采取实体屏蔽分隔控制区与监督区，并在控制区出入口设置标明控制区的标牌，在合适位置张贴辐射危险警示标识。

（2）监督区：未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但要不断检查其职业照射状况的指定区域。本项目拟在监督区入口处的合适位置张贴辐射危险警示标识，并定期检查工作状况，每年委托有资质单位开展辐射环境监测，确认是否需要防护措施和安全条件，或是否需要更改监督区的边界。

10.3.非密封放射性物质辐射工作场所分级

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 C 中非密封放射源工作场所分级要求，本项目核素治疗科工作场所分级见下表：

表 10-3 本项目核素治疗科工作场所的分级

序号	核素名称	理化性质	日最大操作量（Bq）	核素毒性因子	操作方式修正因子	日等效最大操作量（Bq）		工作场所等级
1	^{99m} Tc	液态	9.25E+10	0.01	10	9.25E+08	2.15E+09Bq	乙级
2	¹³¹ I	液态	3.7E+09	0.1	1	3.7E+08		
3	¹³¹ I（胶囊）	固态	3.7E+09	0.1	10	3.7E+07		
4	⁸⁹ Sr	液态	7.40E+08	0.1	1	7.4E+07		
5	³² P	液态	7.4E+09	0.1	1	7.4E+08		

根据上表可知，本项目核医学科工作场所的日等效最大操作量为 2.15E+09Bq，根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），为乙级非密封放射性工作场所。

10.3.1 辐射防护设计

表 10-4 本项目核医学科工作场所辐射屏蔽设计相关参数

工作	房间名称	屏蔽设计
----	------	------

场所		四周墙体	顶板	地板	门	窗
核医学科	SPECT 机房、SPECT-CT 机房	200mm 混凝土（原有）+ 20mm 硫酸钡涂料（新增）	200mm 混凝土（原有）+ 2mmPb 铅板（新增）	200mm 混凝土（原有）+ 2mmPb 铅板（新增）	4mmPb	4mmPb
	储源室	东、北墙（新增）：240mm 实心砖+2mmPb 硫酸钡板； 西墙：200mm 实心砖（原有）+ 6mmPb 铅板（新增）； 南墙：240mm 实心砖（现有）+ 2mmPb 硫酸钡涂料（新增）	120mm 混凝土（原有）+ 2mmPb 铅板（新增）	120mm 混凝土（原有）+ 2mmPb 铅板（新增）	4mmPb	/
	衰变间	东、南、西、北墙（原有）：200mm 混凝土	200mm 混凝土（原有）	200mm 混凝土（原有）	4mmPb	/
	注射室	西、北墙：240mm 实心砖（原有）+ 2mmPb 铅板（新增）；南墙：240mm 实心砖（原有）+ 4mmPb 铅板（新增）	120mm 混凝土（原有）+ 2mmPb 铅板（新增）	120mm 混凝土（原有）+ 2mmPb 铅板（新增）	4mmPb	20mmPb
	分装室	西墙：200mm 实心砖（原有）+ 4mmPb 铅板（新增）；东、北墙：240mm 实心砖（原有）+ 4mmPb 铅板（新增）；南墙（新增）：240mm 实心砖+2mmPb 硫酸钡板；	120mm 混凝土（原有）+ 2mmPb 铅板（新增）	120mm 混凝土（原有）+ 2mmPb 铅板（新增）	4mmPb	/
		³² P 分装柜 10mmPb、 ^{99m} Tc 分装柜 40mmPb、药物铅罐 5mmPb、 ¹³¹ I 自动分装仪柜 50mmPb				
	服药走廊	/	120mm 混凝土（原有）+ 6mmPb 铅板（新增）	120mm 混凝土（原有）+ 6mmPb 铅板（新增）	12mmPb	/
	卫生、污洗间	东墙：240mm 实心砖（原有）+ 2mmPb 硫酸钡涂料（新增）； 西、南、北墙：200mm 实心砖（原有）+ 2mmPb 硫酸钡涂料（新增）	120mm 混凝土（原有）+ 2mmPb 硫酸钡涂料（新增）	120mm 混凝土（原有）+ 2mmPb 硫酸钡涂料（新增）	/	/
	注射后候诊大厅	东墙：200mm 实心砖（原有）+ 4mmPb 铅板（新增）； 南墙（新增）：200mm 实心砖+ 2mmPb 铅板； 西墙、北墙：240mm 实心砖（原有）+ 2mmPb 铅板（新增）	120mm 混凝土（原有）+ 4mmPb 铅板（新增）	120mm 混凝土（原有）+ 4mmPb 铅板（新增）	4mmPb	/
	运动负荷室	南墙：200mm 混凝土（现有） 东墙、西墙、北墙：240mm 实心砖（现有）+ 2mm 铅（新增）	120mm 混凝土（现有）+ 10 硫酸钡涂料（新增）	120mm 混凝土（现有）+ 10mmPb 硫酸钡涂料（新增）	4mmPb	/
	^{99m} Tc 留观室	240mm 实心砖（现有）+ 2mm 铅（新增）	120mm 混凝土（现有）+ 10 硫酸钡涂料（新增）	120mm 混凝土（现有）+ 10mmPb 硫酸钡涂料（新增）	4mmPb	/
	甲亢留观	200mm 混凝土（现有）+ 6mmPb 铅板（新增）	200mm 混凝土（现有）+ 6mmPb	200mm 混凝土（现有）+	12mmPb	/

			铅板（新增）	6mmpb 铅板（新增）		
甲测室	东、南、西墙（现有）：120mm 实心砖；北墙：200mm 混凝土（现有）+ 20mm 硫酸钡涂料（新增）	120mm 混凝土（现有）	120mm 混凝土（现有）	2mmpb	/	
敷贴治疗室	南墙、东墙：240mm 实心砖（现有）+2mmpb 硫酸钡涂料（新增） 北墙、西墙（新增）：240mm 实心砖+ 2mmpb 硫酸钡涂料	120mm 混凝土（现有）+ 2mmpb 硫酸钡涂料（新增）	120mm 混凝土（现有）+ 2mmpb 硫酸钡涂料（新增）	南门 2mmPb/ 北门 4mmPb		
卫生通道	东墙（现有）：240mm 实心砖； 南墙（新增）：240mm 实心砖+ 2mmpb 硫酸钡涂料； 西墙（新增）：200mm 实心砖； 北墙（现有）：240mm 实心砖	120mm 混凝土（现有）	120mm 混凝土（现有）	/	/	

注：以上为在原有核医学科基础上进行改造后的屏蔽防护，核医学科整体进行装修改造，有拆除墙体部分、新增墙体部分，保留的墙体、顶板及地板均仅保留原有墙体、顶板及地板的主屏蔽体，再根据要求采用硫酸钡涂料或铅板加强防护。

10.3.2 辐射安全与防护措施

（1）分区管理、警示标识和指示标识：辐射工作场所实行分区管理。拟在控制区各功能用房出入口醒目位置设置符合国家标准要求的电离辐射警示标识以及“禁止入内”、“禁止停留”等警示标识，以警示无关人员不要在此区域停留。此外，拟在控制区各功能用房出入口设置标明房间功能的标牌，在工作场所内张贴患者、医护人员和放射性物质运输等指示路线标识。

（2）门禁控制系统：拟在核医学工作场所控制区出入口设置门禁，限制无关人员出入；在工作人员出入控制区区域设置防护衣具、监测设备等，在监督区入口处设立标明监督区的标牌。核医学科工作场所设置医生专用卫生通过间，洗手水龙头应为长柄或光电感应龙头。在核医学科第一道入口、控制区出入口门外张贴电离辐射警告标志，同时，防止无关人员借受检人员离开之际进入核医学科工作场所控制区，受到不必要的照射，本项目采取以下措施：

①服药走廊两侧、 $^{99m}\text{Tc}/^{89}\text{Sr}$ 患者出口、 $^{99m}\text{Tc}/^{89}\text{Sr}$ 患者入口、卫生通过间出入口必须在工作人员开启门禁后方可进入。

②服药走廊两侧、 $^{99m}\text{Tc}/^{89}\text{Sr}$ 患者出口、 $^{99m}\text{Tc}/^{89}\text{Sr}$ 患者入口为单向门（仅在单侧设置开门开关或刷卡）。

③敷贴治疗室设置双向门禁（两侧刷卡），门禁卡由护士保管，敷贴室的人员进出均由护士负责刷卡出入，患者无法自行开门离开。

④衰变间及储源室大门采用双人双锁设计，衰变池各检修口日常上锁，避免无关人员进入。

（3）监控系统：拟在核医学工作场所控制区内设置无死角 24 小时监控系统（卫生间区域除外），监控视频录像存储时间不小于 90 天，并拟在核医学科 SPECT 控制室设置监控显示屏，由专人负责看守监控系统。

（4）对讲系统：拟在核医学工作场所控制区内设置对讲系统，如患者走道出口处、患者活动区域各功能用房内设置呼叫装置，注射窗口处拟设置双向对讲装置，以便医护人员与患者间保持良好沟通。

（5）辐射监测系统：核医学科医生离开控制区需通过卫生通过间，及表面污染监测仪监测。本项目拟在服药走廊甲亢患者出口设置在线辐射监测探头，以提供辐射环境监测和报警功能。

（6）加强对放射性药物的管理，储源室安装防盗门，设置监控系统，安排专人负责管理，核素储存罐应具有屏蔽所暂存核素的能力，放射性物质的放置应合理有序、易于取放、每次只取用需要使用的部分。放射核素储存柜应定期监测，无关人员不得入内。放射性药物的存取记录要详细、清晰。建立完善放射性药物保管、领用和登记制度。

（7）辐射工作人员防护措施：本项目拟为辐射工作人员配置个人防护用品、个人剂量计及辐射监测设备，可基本满足本项目辐射工作需求。拟在核医学工作场所出入控制区域设置卫生通过间，卫生通过间内拟设置防护用品放置与穿戴、放射性污染监测以及紧急冲淋等空间。洗手水龙头应为长柄或光电感应龙头。

（8）设置放射性废物衰变间，并在注射室内、服药区配备贮存放射性废物的暂存桶；放射性废物收集后暂存于衰变间专用衰变箱内，衰变后经检测合格按医疗废物处置。实行联单管理制度，跟踪固废的处理方式和最终去向，做好产生、衰变时间、数量等相关的记录台账。本项目核医学工作场所设置了相对独立的工作人员、患者、放射性药物和放射性废物路径。其中放射性药物在开展治疗前、患者到达前送至分装室，避免与患者交叉；放射性废物在每日下班后、患者全部离开核医学工作场所后再收集至衰变间的

衰变箱内。

(9) 从功能分区来看，工作人员非辐射办公区域、辐射工作人员核素操作区域、患者服药前、后区域划分明确，可以尽量避免公众和医护人员不必要的照射。此外，应做好就诊病人的管理，特别是已服药和注射放射性药品的病人管理工作，避免患者集聚和随意走动。

本项目 ^{89}Sr 与 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 显像用药物注射共用同一个注射窗口，为便于医院管理，同时为减少患者间交叉影响，当需要开展 ^{89}Sr 治疗时，则先进行 ^{89}Sr 治疗，待 ^{89}Sr 治疗全部离开后，才开展 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 显像诊断，通过时间控制，来错开不同的患者。 ^{131}I 甲测、甲亢也是通过服药时间来避免高剂量患者对低剂量患者的影响，先甲测服药后再安排甲亢患者服药，时间上不交叉。

(10) 通过制度规范辐射工作人员的操作、人员职责等。使用、操作放射性同位素的人员应经过专业学习并持证上岗，具备相应的技能与防护知识；在任何情况下均不允许用裸露的手直接接触放射性物质或进行污染物件的操作。核素的开封、转移等操作须在分装柜内进行，工作人员需按要求穿戴好个人防护用品并正确佩戴个人剂量计。

(11) SPECT 机房、SPECT-CT 机房：在机房控制室侧墙体上设置视野良好铅玻璃观察窗，并在机房内安装摄像头及对讲装置，监控显示屏拟设置在控制台，以便控制室工作人员观察受检者状态及防护门开闭情况，并与患者保持有效沟通；拟在机房各防护门上粘贴电离辐射警告标志，拟在机房防护大门门框上方安装醒目工作状态指示灯箱，灯箱上拟设“射线有害，灯亮勿入”警示语，工作状态指示灯与防护门间拟设置联锁装置；机房控制室防护门拟采用平开门，拟安装自动闭门装置；机房患者防护门采用电动平移门，在电动防护门门框上设置红外防夹装置，门框间有遮挡物时无法正常关闭防护门，以防防护门夹伤人员；拟在机房墙上、控制室设置急停按钮，急停按钮拟设置在人员易触及处，以便发生意外时可及时停止出束；机房内拟设置动力排风系统，接入工作场所放射性废气排风系统。

(12) 放射性衰变池：本项目共设置 2 套衰变池（1#衰变池、2#衰变池）。

医院门急诊医技楼北侧地坪下现有 1 套衰变池（1#衰变池），用于收集处理核医学含 I-131 的放射性废水。1#衰变池为推流式衰变池，由 3 个有效容积均为有效容积 18.75m^3

（7.5m*1.0m*2.5m）的混凝土池体组成，总有效容积为 56.25m³，整个衰变池长边采用 300mm 的 C30 混凝土，短边采用 250mm 的 C30 混凝土，中部采用 240mm 的水泥砂浆砌筑页岩砖砌墙隔断为 3 个衰变池，基础底板为 300mm 的 C30 混凝土，顶部为 250mm 的 C30 混凝土并铺设 1.3m 的土层。废水经调节池后流入每个池的废水，第三级废水池的废水由其上部流出，废水最终经排污泵引至院内污水管网系统，经医院污水处理站进一步处理后排入市政管网。第三级废水池排出管道口为取样口，用于采样检测。

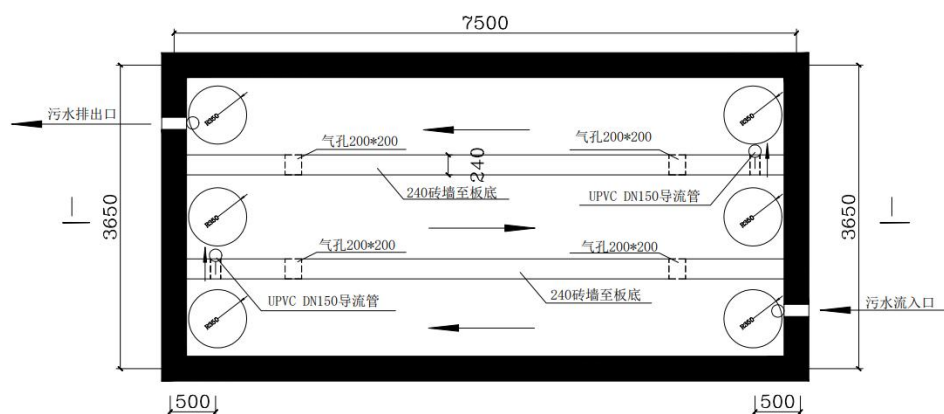


图 10-2 本项目依托现有衰变池（1#衰变池）平面图

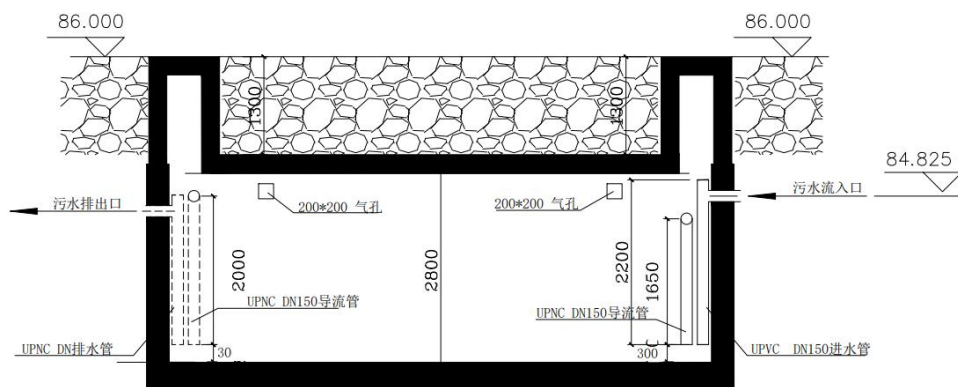


图 10-3 本项目依托现有衰变池（1#衰变池）剖面图

医院门急诊医技楼西北侧地坪下新建 1 套衰变池（2#衰变池），用于收集处理核医学 ^{99m}Tc 显像诊断区的放射性废水。2#衰变池为推流式衰变池，由 3 个有效容积均为有效容积 12.8m³（2.5m*2.1m*2.45m）的混凝土池体组成，总有效容积为 38.4m³，池体四周与盖板均为 200mm C30 混凝土，基础底板为 250mm C30 混凝土，顶部铺设 0.9m 土层。废水经调节池后流入每个池的废水采用下进上出，第三级废水池的废水由其上部流出，废水最终经排污泵引至院内污水管网系统，经医院污水处理站进一步处理后排入市政管

网。第三级废水池排出管道口为取样口，用于采样检测。

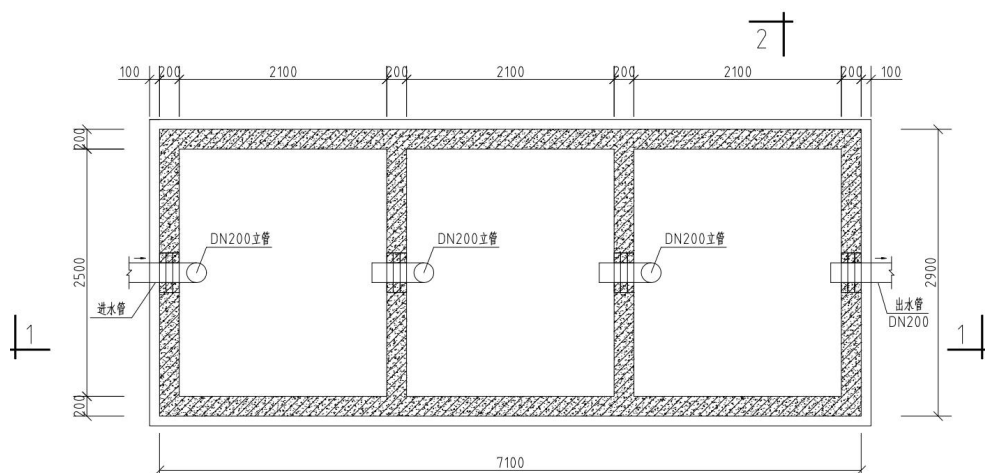


图 10-4 本项目新建衰变池（2#衰变池）平面图

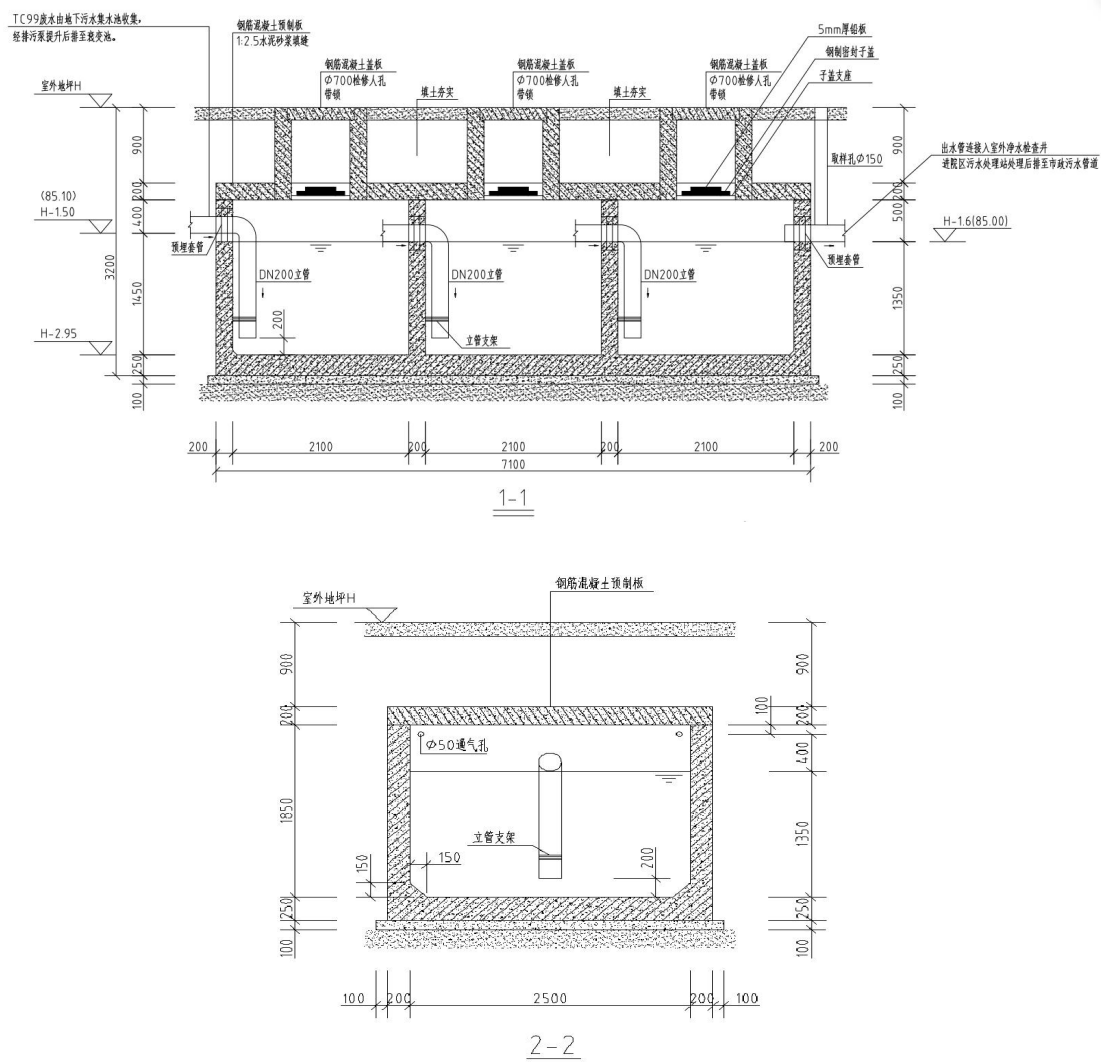


图 10-5 本项目新建衰变池（2#衰变池）剖面图

(13) 通风设计：分装柜为自带屏蔽防护通风柜，分装柜安装有轴流风机（风速不小于 0.5m/s），顶端为排气口，能保持柜内负压。在分装柜的顶端设置高效活性炭过滤废气，排风管横穿核医学科的区域用 5mm 厚的铅板做包裹处理。

本项目核医学科的通风管网布置从低浓度到高浓度收集废气然后排出。各排风管经走道吊顶沿外墙敷设至门急诊医技楼屋顶 3 米以上，顶部设置锥形风帽，核医学科排风系统应设置止回阀，风机运转时阀门开启，气流顺利通过，风机停转时阀门关闭，防止气流倒转。

本项目核医学科共设置 6 套排风系统：

①甲亢自动分装柜为自带屏蔽防护通风橱，上方设置通风装置及活性炭过滤装置，使用期间保持负压，通过管道引至屋顶排放口排放（1#排风口），顶部设置锥形风帽。

②³²P 分装柜、^{99m}Tc 分装柜均为自带屏蔽防护通风橱，上方设置通风装置及活性炭吸附装置，将废气收集过滤后通过管道沿门急诊医技楼外墙敷设至升出门急诊医技楼屋面排放（2#排风口），顶部设置锥形风帽。

③衰变间、运动负荷室、甲亢留观室、敷贴治疗室、储源间、服药走廊内设排风口，汇入一根主管道，使用期间保持负压，沿门急诊医技楼外墙敷设至升出屋面排放（3#排风口），排风管出口前安装活性炭过滤器，顶部设置锥形风帽。

④污洗间、卫生间、注射室、卫生通过间、分装室、注射后候诊大厅内设排风口，汇入一根主管道，使用期间保持负压，沿门急诊医技楼外墙敷设至升出屋面排放（4#排风口），排风管出口前安装活性炭过滤器，顶部设置锥形风帽。

⑤SPECT 机房、SPECT-CT 机房单独设置 1 套独立排风系统（兼顾烟雾报警功能），汇入一根主管道，使用期间保持负压，沿门急诊医技楼外墙敷设至升出屋面排放（5#排风口），排风管出口前安装活性炭过滤器，顶部设置锥形风帽。

⑥核医学科其他非限制区域内排风，如 SPECT 操作室、值班室、主任办、甲测室、诊室、会议室、骨密度检查室、放免检验室等区域，单独设置 1 套通风系统，将废气收集后通过管道沿门急诊医技楼外墙敷设至楼顶排放（6#排风口）。

具体见下图：

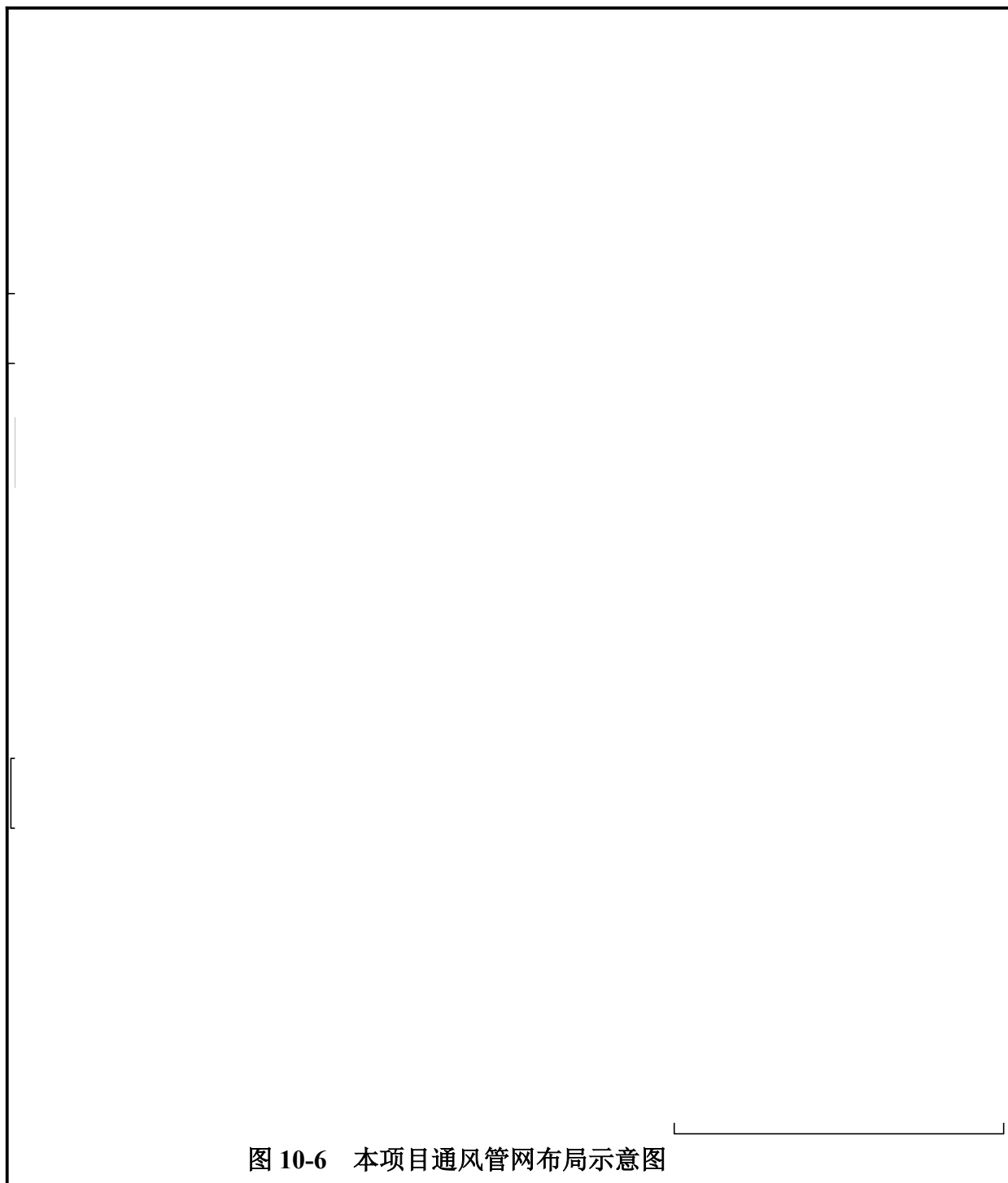


图 10-6 本项目通风管网布局示意图

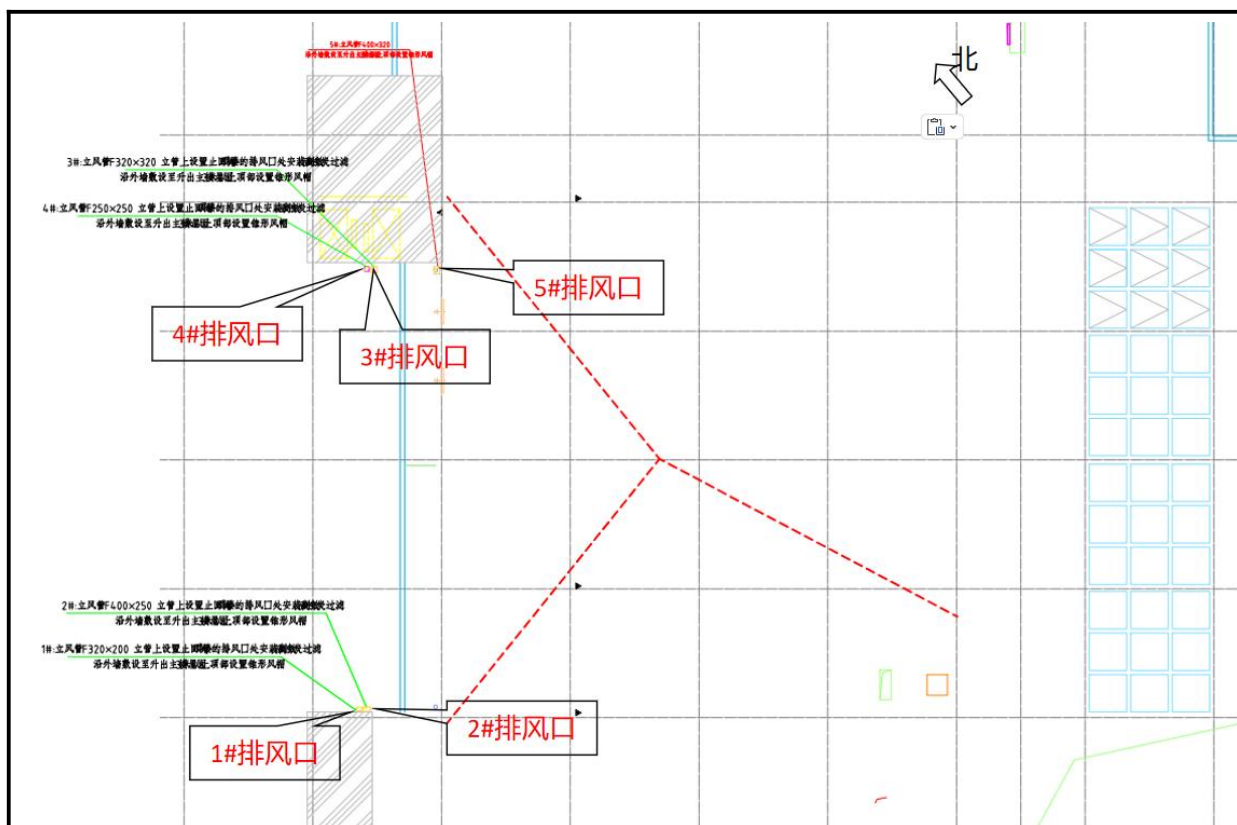


图 10-7 本项目屋顶排风口布局示意图

本项目核医学工作场所可保持良好的通风,工作场所的气流流向遵循自清洁区向监督区再向控制区的方向设计,通风设计拟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。

(14) 工作场所应配备表面污染检测仪,放射性操作之后应对工作台、设备、地面及个人防护用品等进行表面污染检查,表面污染水平超过 GB18871-2002 中规定的控制水平,医院应封闭工作场所,控制人员走动,经去污、监测符合标准后方可重新开展业务,如辐射工作人员出现手、皮肤、内衣、工作袜等出现污染情况,应立即暂停放射性物质操作,并及时进行去污,评估其受照射剂量,并根据评估结果采取下一步措施(调整工作或接受治疗等),工作人员在表污检测有污染后应进行淋浴。

(15) 制度上墙:拟在患者候诊和病房区域设置相应放射防护注意事项告知栏;拟在工作人员操作间、控制室等放射性核素及射线装置操作区域内张贴相应的辐射安全管理规章制度、操作规程和辐射事故应急预案等。

(16) 清洁卫生要求:拟在核医学显像诊断区、核素治疗区分别配置清洁工具,各区域洁具不混用。本项目核医学控制区内各卫生间、卫生污洗间等有水房间拟采用防滑

地砖地面，地砖接缝拟做美缝并刷涂防水层；工作场所控制区其余各功能用房地面拟采用 PVC 卷材，地面 PVC 卷材与墙壁的连接采用 PVC 踢脚线，敷贴室内高 1.5 m 以下的墙面应有易去污的保护涂层，并采用圆弧设计，以保证连接处无缝隙。本项目工作台面、注射台、分装柜、洗手池/盆、污洗池等表面拟采用瓷砖/不锈钢材质等易清洗、防水、不易渗漏材料，以便于清洁去污。

综上，本项目核医学工作场所拟采取的辐射安全与防护措施可满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）、《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）以及《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中相关要求。

10.3.4 核医学科安全操作及辐射防护管理要求

1）使用、操作放射性同位素的人员应经过专业学习并持证上岗，具备相应的技能与防护知识；

2）核素的开封、转移等操作须在分装柜内进行，工作人员需按要求穿戴好个人防护用品并正确佩戴个人剂量计；

3）操作液体放射性物质应在易去除污染的工作台上放置的搪瓷盘内进行，并铺以吸水性好的材料；

4）不允许用裸露的手直接接触放射性物质或进行污染物件操作；

5）工作场所应配备表面污染检测仪，放射性操作之后应对工作台、设备、地面及个人防护用品等进行表面污染检查，如表面污染水平超过 GB18871-2002 中规定的控制水平，医院应封闭工作场所，控制人员走动，经去污、监测符合标准后方可重新开展业务，如辐射工作人员出现手、皮肤、内衣、工作袜等出现污染情况，应立即暂停放射性物质操作，并及时进行去污，评估其受照射剂量，并根据评估结果采取下一步措施（调整工作或接受治疗等），工作人员在表污检测有污染后应进行淋浴；

6）放射性药品用后应及时存放在专用柜内，需防盗、防水、防火、柜外应有电离辐射标志；

7）做好就诊病人的管理，特别是已服药和注射放射性药品的病人管理工作，避免患者聚集，严格划定好控制区和监督区，禁止无关人员随处走动。

8）实施治疗前，工作人员需仔细核对人员身份信息及治疗处方信息，确认无误后

方可实施治疗。

9) 核素诊疗过程中产生的放射性废物均应妥善收集、处置,放射性固体废物处置前应使用辐射监测仪监测,确定其表面辐射水平满足清洁解控要求后方可作为一般医疗废物进行处置。

10.3.5 辐射防护用品及检测仪器

医院应严格规定相关辐射工作人员在辐射工作中做好个人的放射防护,并配备铅围脖、防护巾和防护服等防护用品、用具以达到辐射防护的目的,本项目医院拟配备的防护用品见下表。

表 10-5 本项目拟配备辐射防护用品及检测仪器一览表

类别		现有数量	拟新增数量	合计数量	备注
检测设备	个人剂量报警仪	2 个	2 个	4 个	-
	X- γ 剂量检测仪	1 台	-	1 台	-
	表面污染仪	1 个	-	1 台	-
	个人剂量计	10 个	-	10 个	辐射工作人员 1 个/人, 共计 10 个
	剂量检测仪	-	1 套	1 套	-
核医学防护用品	铅橡胶衣	4 件	-	4 件	0.50mmpb
	铅帽	1 件	3 件	4 件	0.50mmpb
	铅橡胶围裙	-	4 件	4 件	0.50mmpb
	铅眼镜	5 副	-	5 副	-
	放射性污染防护服	若干	若干	若干	一次性用品
	铅橡胶围脖	2 个	2 个	4 个	0.50mmpb
	铅屏风	10 块	-	10 块	-
	辐射警示标识	若干	若干	若干	-
	注射防护车	1 台	-	1 台	-
	注射器防护套	6 套	-	6 套	-
	放射药物防护盒	2 个	-	2 个	-
	铅废物桶	7 个	5 个	11 个	-
	落地式注射台	1 个	-	1 个	-
	远距离操作工具(如长柄镊子等)	1 套	1 套	2 套	-
	有机玻璃眼镜/面罩	-	1 个	1 个	-

	储源保险箱	1 个	2 个	3 个	-
--	-------	-----	-----	-----	---

10.3.6 环保投资

本项目环保投 ， 占总投 万的 ， 具体见下表：

表 10-6 本项目环保投资一览表

防护用品、设施	数量	金额（万元）
个人剂量报警仪	2 个	
X-γ剂量检测仪	2 台	
表面污染仪	1 个	
剂量检测仪	1 台	
辐射工作人员防护铅橡胶衣、铅橡胶围裙、铅帽、铅橡胶围脖、铅眼镜、放射性污染防护服	放射性污染防护服若干	
辐射警示标识	若干	
铅废物桶	5 个	
远距离操作工具（如长柄镊子等）	1 套	
有机玻璃眼镜/面罩	1 个	
衰变池	1 套	
铅防护门、观察窗	若干	
防护墙体、通风系统、排水管道、门禁	-	纳入
合计		

10.4 三废的治理

（一）放射性废水

（1）含 ^{99m}Tc 放射性废水路线：经注射后候诊大厅卫生间、污洗间、留观后卫生间、敷贴治疗室洗手盆排水点管道接至地下污水集水检查井，再由排污泵提升至 2#衰变池，经 2#衰变池存放衰变达标后排至医院污水管网。

（2）含 ^{131}I 放射性废水路线：经甲亢留观卫生间、卫生通过间（含淋浴室及洗手盆）排水点管道至三楼核医学科西北侧阳台上的排水管道接至地下化粪池后经潜污泵提升至 1#衰变池，经 1#衰变池衰变达标后排至医院污水管网。

以上连接三楼至一楼的放射性废水管道均采用机制含铅的铸铁管道，水平横管敷设在专用防辐射吊顶内，裸露在阳台的废水管道均拟采用 6mm 厚的铅板做包裹处理。

核医学科放射性废水排水管采用专用材质，并采取防腐蚀措施；放射性废水排入衰

变池内衰变，由衰变池停留达到排放标准后，进入医院污水管网，最终进入医院污水处理站处理达标排放。1#衰变池总排污口总 α 不大于 1Bq/L、总 β 不大于 10Bq/L；2#衰变池排放口总 α 不大于 1Bq/L、总 β 不大于 10Bq/L、碘-131 的放射性活度浓度不大于 10Bq/L。衰变池均拟设置便利取样口，以便在废水排放前取样检测。

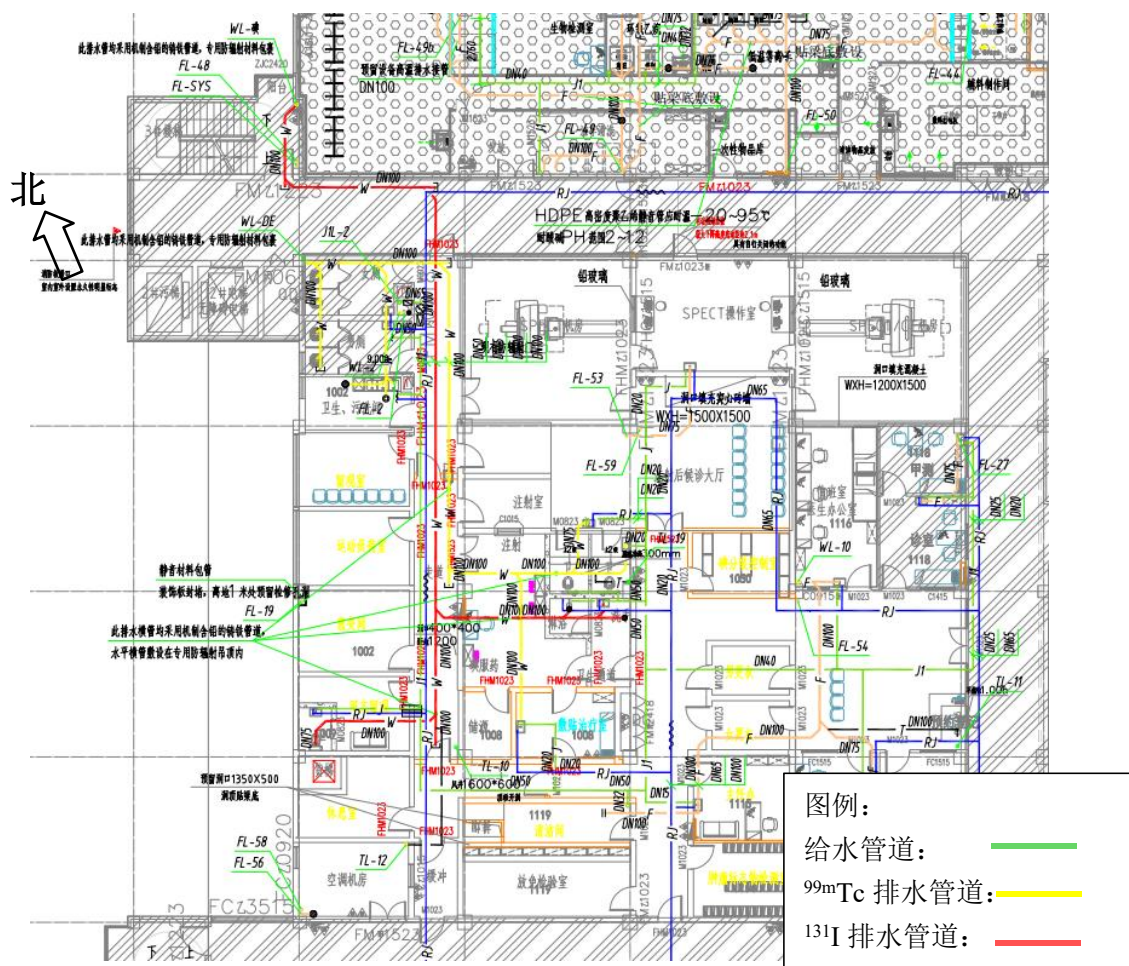


图 10-8 本项目给排水管网布局示意图

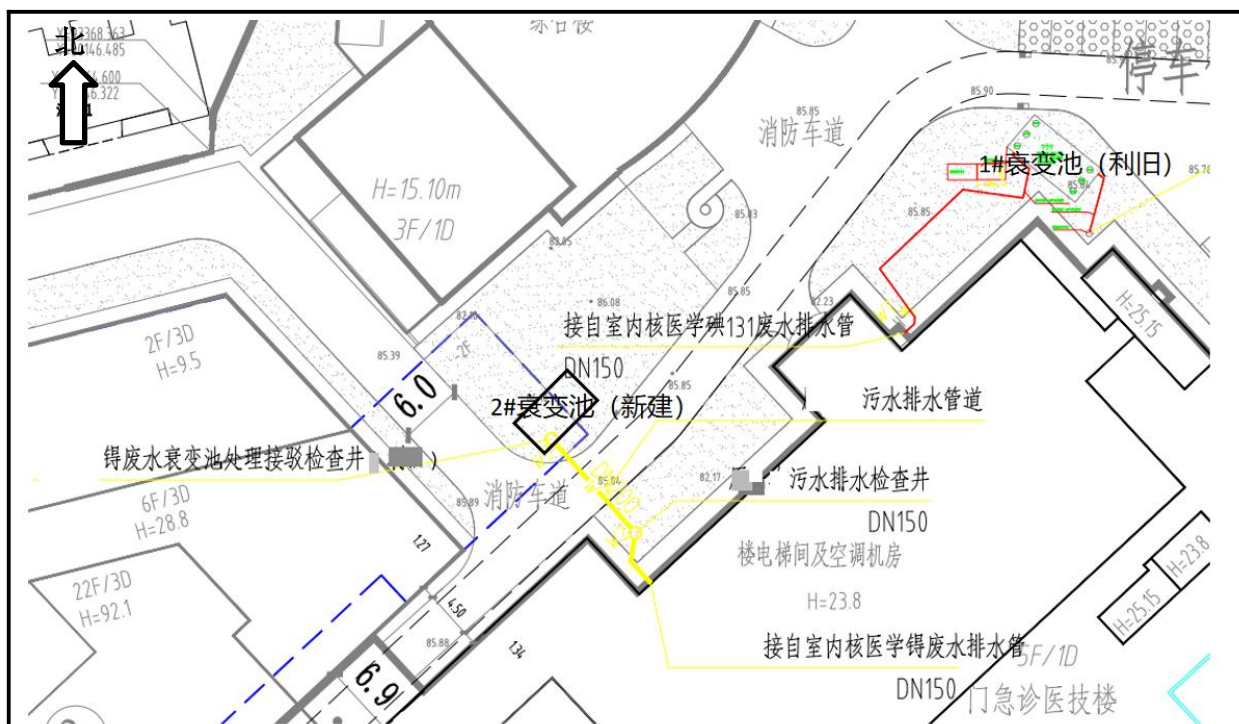


图 10-9 本项目 1#衰变池与 2#衰变池所在位置示意图

(二) 放射性废气

本项目核医学科放射工作场所会有少量放射性气体产生，本项目核医学工作场所通风系统独立设置，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，含放射性核素场所保持负压以防止放射性气体交叉污染。

操作放射性药物所用的分装柜有专用的排风装置，安装专用过滤装置，风速不小于 0.5 m/s。排气口高于本建筑物屋顶。

(三) 放射性固体废物

1、设废物储存登记表，记录废物主要特性和处理过程，并存档备案。

2、供收集废物的污物桶具有外防护层和电离辐射警示标志。在注射室、注射后候诊大厅、服药走廊等位置放置污物桶。污物桶内放置专用塑料袋直接收纳废物，装满后的废物袋应密封，不破漏，及时转送存储室，放入专用容器中存储。对注射器和碎玻璃器皿等含尖刺及棱角的放射性废物，应先装入利器盒中，然后再装入专用塑料袋内。

3、每袋废物的表面剂量率应不超过 0.1mSv/h，质量不超过 20kg。废物包装体外表面的污染控制水平： $\beta < 0.4\text{Bq/cm}^2$ 。

4、放射性衰变间设有通风设施，出入处设电离辐射警告标志。废物袋、废物桶及

其他存放废物的容器应安全可靠，并在显著位置标有废物类型、核素种类、存放日期等说明。

5、本项目产生的放射性固体废物收集后，置于专用衰变箱内，衰变达到清洁解控水平后按医疗废物处置。放射性固废应按照医疗废物（危险废物）的管理要求，实行联单管理制度，跟踪固废的处理方式和最终去向，做好产生、衰变时间、数量等相关的记录台账。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

根据前文工程分析介绍，本项目施工期主要是对核医学科拟改建各功能用房及辅助设施进行防护改造、重新装修，以及拆除 1 套旧衰变池，新建 2 套衰变池。施工期主要的污染因子有：噪声、扬尘、废水、固体废物及设备安装及调试过程可能产生的放射性污染。

1、扬尘、废气等防治措施

主要为项目改造、装修过程中机械敲打、钻洞墙体等产生的粉尘以及装修材料中释放的有机废气。为减少施工期间扬尘对外界环境的影响，在施工过程中，施工单位应加强施工现场管理，进行适当的加湿处理。在装修施工中，通过选用合格的、通过国家质量检验的低污染建材，可有效减少有机废气的产生，所产生的少量有机废气经大气扩散后，对当地大气环境质量无明显影响。

2、废水防治措施

施工期间产生的废水主要为施工人员的生活污水。生活污水依托医院的排水系统，进入市政污水管网。拟挖掉的旧衰变池内的废水经检测达到清洁解控水平后，方可排入医院污水管网，汇入医院污水处理站进行处理达标后排入市政污水管网至市政污水处理厂处理后排放。

3、噪声防治措施

施工期噪声主要来自电钻、电锯等。通过选取噪声低、振动小的设备操作等，并合理安排施工时间等措施能减轻对外界的影响。

4、固体废物防治措施

施工期固体废物主要为建筑垃圾、装修垃圾。施工期产生的一般固体废物应妥善处理，无回收价值的建筑废料统一收集后，运输至合法堆场堆放。医院在拆除过程中加强自主检测，对可能存在放射性污染的废物需进行暂存衰变，经检测满足清洁控制水平后作为普通建筑垃圾处置。拟挖掉的旧衰变池内的污泥应先进行衰变，污泥经检测达到清洁解控水平后方可清掏、拆除。

5、设备安装及调试过程可能产生的放射性污染及防治措施

本项目设备的安装和调试均在机房内完成，由厂家专业人员进行，医院方不得自行

拆卸、安装设备，并应保证各屏蔽体屏蔽到位，安装调试期间操作人员必须持证上岗并采取足够的个人防护措施。在设备安装调试阶段，应加强辐射防护管理，在机房门外设立辐射警示标志，禁止无关人员靠近，人员离开时必须保证防护门关闭并派人看守。

本项目施工期对外界的影响是暂时的，随着施工期的结束，影响也将消失。通过采取相应的污染防治措施后，本项目对外界的影响小。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 评价原则

(1) 基本原则：对于符合正当化的放射工作实践，以防护最优化为原则，使各类人员的受照当量剂量不仅低于规定的限值，而且控制到可以合理做到的尽可能低的辐射水平。这一考虑包括正常运行、维修、退役以及应急状态，也包括了具有一定概率的导致重大照射的潜在照射情况。

(2) 剂量管理目标值：辐射工作人员 5mSv/a，公众 0.1mSv/a；

(3) 关注点选取原则：取工作场所各屏蔽体（墙体、顶板、门、窗等）及辐射屏蔽容器（储源柜等）外表面 30cm、楼下地面 1.7m 等人员可达位置，分装柜/通风柜等柜体外表面 5cm 和 30cm 处，以及其他人员可能受照剂量大的位置。

11.2.2 辐射防护评价

1、 β 射线的辐射防护评价

(1) β 射线辐射环境影响分析

^{89}Sr 和 ^{90}Sr 、 ^{131}I 在衰变过程中会产生 β 射线，但 ^{131}I 产生的 γ 射线较大，本次不考虑产生的 β 射线，主要考虑 ^{89}Sr 和 ^{90}Sr 衰变过程中会产生 β 射线。

① β 粒子在不同介质中的射程采用《辐射防护手册》（第三分册）P22 中式 2.6 计算：

$$d = \frac{1}{2\rho} E_{\beta\max} \dots\dots\dots \text{（式 11-1）}$$

式中：

d ——最大射程，cm；

ρ ——屏蔽材料密度，g/cm³。

$E_{\beta\max}$ —— β 粒子的最大能量，MeV。

表 11-1 β 射线在各种介质中理论最大射程

核素	^{89}Sr	^{90}Y (^{90}Sr 子体)	^{32}P
β 射线最大能量 (MeV)	1.46	2.284	1.709
空气中的射程 (cm) (ρ : $1.29 \times 10^{-3} \text{g/cm}^3$)	565.89	885.27	662.40
组织或水 (cm) (ρ : 1g/cm^3)	0.73	1.14	0.85
砖墙中的射程 (cm) (ρ : 1.65g/cm^3)	0.44	0.69	0.52
混凝土中射程 (cm) (ρ : 2.35g/cm^3)	0.31	0.49	0.36
有机玻璃中射程 (cm) (ρ : 1.18g/cm^3)	0.62	0.97	0.72
铅中射程 (cm) (ρ : 11.3g/cm^3)	0.06	0.10	0.08
硫酸钡防护涂料中射程 (cm) (ρ : 3.2g/cm^3)	0.23	0.36	0.27

根据上表可知，本项目使用的非密封放射性物质衰变过程释放的 β 射线射程较短，易被放射性药液/放射源本身、盛放放射性核素的玻璃器皿/外部金属包壳屏蔽吸收，且放射性核素仅在控制区特定区域使用，不可随意带出控制区，且项目辐射工作人员在操作放射性核素整个过程中拟穿戴铅防护服等个人防护用品，并使用远距离操作工具，严格控制接触时间，因此 β 射线对职业人员辐射影响是很小的。

(2) 韧致辐射环境影响分析

由于 β 粒子在遇到重质材料（如：铅、铁等原子序数大于 56 的材质）屏蔽时，才会产生韧致辐射，因此本次评价主要考虑分装/操作过程中有铅屏蔽时的韧致辐射影响。

①无辐射屏蔽时，韧致辐射在空气中的吸收剂量率计算公式

参考《辐射剂量与防护》（霍雷、刘剑利、马永和）韧致辐射影响评价公式：

$$H_0 = 4.59 \times 10^{-14} A Z (E_b/r)^2 \cdot (\mu_{en}/\rho)_a \dots \dots \dots \text{ (式 11-2)}$$

式中：

H_0 ——屏蔽层中 β 粒子产生的韧致辐射在 $r(\text{m})$ 处空气中的吸收剂量率，Gy/h；

E_b ——韧致辐射平均能量，MeV，约为入射 β 射线的最大能量的 1/3，即 $E_b \approx E_{\text{max}}/3$ ；

r ——距离辐射点的距离，m；

$(\mu_{en}/\rho)_a$ ——是平均能量为 E_b 的韧致辐射在空气中的质量能量吸收系数， m^2/kg ，由《辐射剂量与防护》表 1-2 采用差值法求得；

A ——放射源活度，Bq；

Z ——屏蔽材料的有效原子序数；

表 11-2 无屏蔽时韧致辐射所致的辐射剂量率

核素	单次最大操作活度 Bq	β射线最大能量 (MeV)	Z	$(\mu_{en}/\rho)_a$	1m 处辐射剂量率 H_0 (μGy/h)
⁸⁹ Sr	1.48E+08 (单次注射量)				0.050
	7.40E+08 (单次送药量)				0.252
⁹⁰ Y(⁹⁰ Sr 子体)	1.48E+09				4.219
³² P	3.7E+08 (单次转移量)				0.173
	7.4E+09 (单次送药量)				3.465

注：⁹⁰Y(⁹⁰Sr 子体) 考虑韧致辐射由源体发出，Z 取 38；其余核素考虑韧致辐射由盛放的玻璃容器发出，Z 取 10.6。

②有辐射屏蔽时，随距离变化的空气吸收剂量率计算公式：

$$H=H_0 \times 2^{-dp/HVL} \dots\dots\dots (式 11-3)$$

式中：

H_0 ——无辐射屏蔽时，在距源 r 米处的空气吸收剂量率，Gy/h；

H ——屏蔽减弱后，在距源 r 米处的空气吸收剂量率，Gy/h；

dp ——屏蔽层厚度，mm；

HVL ——半值层厚度，mm，铅和混凝土参考《辐射剂量与防护》（霍雷、刘剑利、马永和）表 6-10 取值，根据《放射卫生学》P141，砖属于低原子序数（<56）物质组成材料，可以采用密度比（ $d_{混凝土} \times \rho_{混凝土} = d_{材料} \times \rho_{材料}$ ）换算。

表 11-3 γ射线的 HVL 取值表

核素	铅 (11.3g/cm ³)	混凝土 (2.35g/cm ³)	砖 (1.65g/cm ³)	硫酸钡涂料 (3.8g/cm ³)
⁸⁹ Sr				
⁹⁰ Y(⁹⁰ Sr 子体)				
³² P				

屏蔽后韧致辐射所致各关注点γ空气吸收剂量率如下：

表 11-4 屏蔽后韧致辐射所致各关注点的辐射剂量率

关注点		计算参数				计算结果
		H_0 (μGy/h)	r(m)	dp	HVL (mm)	H (μGy/h)
敷贴室 ⁹⁰ Y(⁹⁰ Sr)	敷贴器外--手部			/	/	2.11E+02
	敷贴器外——身体			0.5mmPb 铅衣		1.62E+01
	东墙外 30cm 处			240mm 实心砖		8.53E-01

子体)				2mm 硫酸钡涂料		
	西墙外 30cm 处			240mm 实心砖 2mmpb 硫酸钡涂料		3.00E-02
	南墙外 30cm 处			240mm 实心砖 2mmpb 硫酸钡涂料		1.57E-01
	北墙外 30cm 处			240mm 实心砖 2mmpb 硫酸钡涂料		5.81E-02
	顶板外 30cm 处			120mm 混凝土 2mmpb 硫酸钡涂料		5.12E-02
	楼下地面 170cm 处			120mm 混凝土 2mmpb 硫酸钡涂料		5.12E-02
	防护门外 30cm 处(按最近的计算)			2mmPb		8.87E-01
敷贴室 ³² P	东墙外 30cm 处			240mm 实心砖 2mm 硫酸钡涂料		8.78E-03
	南墙外 30m			240mm 实心砖 2mmpb 硫酸钡涂料		4.86E-04
	西墙外 30cm 处			240mm 实心砖 2mmpb 硫酸钡涂料		2.50E-03
	北墙外 30cm 处			240mm 实心砖 2mmpb 硫酸钡涂料		1.16E-03
	顶板外 30cm 处			120mm 混凝土 2mmpb 硫酸钡涂料		1.12E-03
	楼下地面 170cm 处			120mm 混凝土 2mmpb 硫酸钡涂料		1.12E-03
	防护门外 30cm 处(按最近的计算)			2mmPb		3.06E-02
	³² P 分装/敷贴器制备(手部)			/		6.93E+02
	³² P 分装/敷贴器制备(体部)			10mmPb		2.45E+00
	³² P 敷贴转移、治疗(手部)			/		8.65E+00
	³² P 敷贴转移、治疗(体部)			0.5mm 铅衣		1.76E+00
	注射位-手部			/		1.00E+01
分装室 ⁸⁹ Sr	注射位-身体			10mmPb 注射套 +0.5mmPb 铅衣		3.24E-02
	西墙外 30cm			200mm 实心砖 4mmPb		2.7E-04
	东墙外 30cm			240mm 实心砖 4mmPb		7.97E-04
	北墙外 30cm			240mm 实心砖 4mmPb		1.08E-03

分装室 ³² P	南墙外 30cm	240mm 实心砖	8.69E-05
		2mmPb	
	顶板外 30cm	120mm 混凝土	3.23E-04
		2mmPb	
	楼下地面 170cm 处	120mm 混凝土	3.23E-04
		2mmPb	
	西墙外 30cm	200mm 实心砖	9.82E-04
		4mmPb	
	东墙外 30cm	240mm 实心砖	1.55E-03
		4mmPb	
	北墙外 30cm	240mm 实心砖	3.24E-04
		4mmPb	
	南墙外 30cm	240mm 实心砖	3.69E-04
		2mmPb	

注：①门急诊医技楼 1 层层高（地面至楼上地面）约 4.2m，关注点取四周屏蔽体外 30cm 处，顶板外 30cm 处，楼下地面 170cm 处；
 ②放射性药物、患者位置视为点源，选取各区域中心位置，距地面 1m 高；
 ③核素治疗操作时，手部不考虑屏蔽，体部考虑 0.5mmPb 铅衣屏蔽；
 ④敷贴室内仅有 1 人数贴治疗，故分核素分别计算敷贴室外周围剂量当量率。

根据上表估算结果，本项目核医学科使用β衰变核素开展诊疗时，β射线韧致辐射所致分装室及敷贴室屏蔽体外 30cm 处γ辐射剂量率最大为 8.87E-01μSv/h，辐射剂量率均低于 2.5μSv/h，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）和《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）中放射工作场所周围剂量率控制水平要求。储源状态下 ⁹⁰Sr-⁹⁰Y 敷贴器储存在贮源箱中，储源室外γ辐射剂量率将进一步降低，环评要求贮源箱表面 5cm 及表面 100cm 处周围剂量当量率应满足《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）要求。

2、γ射线的辐射防护评价

（1）计算公式

①γ射线剂量率计算公式：

γ射线剂量率评价公式采用《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）附录 I 中公式变形得来，具体如下：

$$H_p = A \times f \times R^{-2} \times 10^{-x/TVL} \dots\dots\dots \text{（式 11-4）}$$

式中:

H_p ——经屏蔽后,关注点处的剂量率, $\mu\text{Sv/h}$;

A ——放射源的预期最大放射性活度, MBq;

f ——剂量率常数, $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{MBq}^{-1}$;

R ——关注点距辐射源的距离, m;

x ——屏蔽层厚度, mm;

TVL —— γ 射线在相应屏蔽材料中的什值层厚度, mm。

②放射源活度随时间的衰变计算公式:

$$A=A_0e^{-\lambda t}\dots\dots\dots\text{(式 11-5)}$$

式中:

A_0 ——放射源初始活度, Bq;

A ——放射源衰变后活度, Bq;

λ ——衰变常数, d^{-1} ; ($\lambda=\ln 2/T_{1/2}$, $T_{1/2}$ 为半衰期, d)

t ——衰变天数, d

(2) 计算参数

①放射源的预期最大放射性活度 (A), MBq

根据本项目核医学工作场所核素使用情况, 预期最大放射性活度 (A , MBq) 取值如下:

表 11-5 放射源的预期最大放射性活度取值一览表

核素	说明			A(MBq)
核医学科	注射	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	1 人注射	925
	分装柜	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	$^{99\text{m}}\text{Tc}$ 最大 50 人药量; 其中液体 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 的最大为 17 人药量	46250; 15725
	分装室	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	1 人注射药量转移	925
	注射后候诊大厅	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	最多 8 人同时候检 (不考虑衰变)	7400
	患者走廊	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	最多 1 人, 不考虑衰变	925
	SPECT 机房、SPECT-CT 机房	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	每间机房一次 1 人扫描, 每人平均扫描时间 10min, 不考虑衰变	925
	留观室	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	最多 7 人 (不考虑衰变)	6475
	自动分装柜	^{131}I	甲亢、甲测患者日最大给药量	7400

	甲亢留观	^{131}I	最多一次 2 人, 单个患者最大给药量	740
	服药走廊	^{131}I	最多一次 1 人, 单个患者最大给药量	370

②剂量率常数 (f), $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{MBq}^{-1}$

根据 GBZ120-2020 附录 H 和附录 L, 剂量率常数取值见下表:

表 11-6 放射性核素剂量率常数一览表

核素名称	剂量率常数 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{MBq}^{-1}$)	
	注射前 (裸源)	注射后 (患者体内)
$^{99\text{m}}\text{Tc}$	0.0303	0.0207
^{131}I	0.0595	0.0583

③TVL —— γ 射线在相应屏蔽材料中的什值层厚度, mm

根据 GBZ120-2020 附录 I, 本项目屏蔽材料 TVL 见下表:

表 11-7 TVL 取值表

核素	TVL(mm)			
	铅 ($11.3\text{g}/\text{cm}^3$)	混凝土 ($2.35\text{g}/\text{cm}^3$)	砖 ($1.65\text{g}/\text{cm}^3$)	硫酸钡 ($3.2\text{g}/\text{cm}^3$)
$^{99\text{m}}\text{Tc}$	1	110	160	81
^{131}I	11	170	240	125

注: ^{18}F 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 和 ^{131}I 常用屏蔽材料 (铅、砖、混凝土) 的什值层厚度依据《核医学放射防护要求》GBZ120-2020 附录 I 取值, 硫酸钡涂料的什值层厚度根据《放射卫生学》P141, 低原子序数 (< 56) 物质组成材料, 可以采用密度比 ($d_{\text{混凝土}} \times \rho_{\text{混凝土}} = d_{\text{材料}} \times \rho_{\text{材料}}$) 换算。

(3) 计算结果

表 11-8 核医学周边辐射剂量率计算参数及结果一览表

关注点		计算参数					计算结果	剂量率限制水平 $\dot{H}(\mu\text{Sv}/\text{h})$	评价
		A	f	R	x	TVL	Hp		
		MBq	$\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{MBq}\cdot\text{h})$	m	mm	mm	$\mu\text{Sv}/\text{h}$		
注射位 $^{99\text{m}}\text{Tc}$	身体						3.55E-09	-	-
	手部						1.12E-06	-	-
分装 $^{99\text{m}}\text{Tc}$	身体						1.91E-37	-	-
	手部						3.77E+03	-	-
$^{99\text{m}}\text{Tc}$ 分装柜表面 30cm							5.61E-37	2.5	符合
分装室 ($^{99\text{m}}\text{Tc}$)	东墙外 30cm						1.31E-05	10	符合

	南墙外 30cm		1.31E-03	10	
	西墙外 30cm		6.16E-05	10	
	北墙外 30cm		7.24E-06	10	
	顶板外 30cm		3.28E-03	2.5	
	楼下地 面 170cm		1.86E-03	2.5	
	防护门 外 30cm		1.86E-05	10	
注射后候 诊大厅 (^{99m} Tc)	东墙外 30cm		1.91E-03	2.5	符合
	南墙外 30cm		3.23E-03	2.5	
	西墙外 30cm		8.97E-05	10	
	北墙外 30cm		2.91E-04	2.5	
	顶板外 100cm		3.80E-04	2.5	
	楼下地 面 170cm		3.80E-04	2.5	
	防护门 外 30cm		1.09E-02	2.5	
SPECT 机 房	东墙外 30cm		8.91E-03	2.5	符合
	南墙外 30cm		8.91E-03	2.5	
	西墙外 30cm		1.20E-02	10	
	北墙外		1.43E-02	2.5	

	患者防护门外 30cm		9.46E-05	10	
留观室 (^{99m} Tc)	东墙外 30cm		2.94E-02	2.5	符合
	南墙外 30cm		4.24E-02	2.5	
	西墙外 30cm		2.94E-02	10	
	北墙外 30cm		6.62E-02	10	
	顶板外 100cm		8.87E-03	2.5	符合
	楼下地面 170cm		8.87E-03	2.5	
	防护门外 30cm		7.93E-01	10	
患者走廊	北门外 30cm 处		8.51E-04	2.5	符合
¹³¹ I 自动分装柜外 30cm			5.02E-02	2.5	符合
¹³¹ I 分装	身体		5.02E-02	-	-
	手部		9.91E+03	-	-
甲亢留观	东墙外 30cm		2.29E-02	10	符合
	南墙外 30cm		1.62E-02	10	
	西墙外 30cm		1.94E-02	10	
	北墙外 30cm		1.87E-01	10	
	顶板外 100cm		1.52E-02	2.5	
	楼下地		1.52E-02	2.5	

服药走廊	面 170cm								
	防护门 外 30cm						4.46E-01	10	
	顶板外 100cm						4.07E-02	2.5	符合
	楼下地 面 170cm						4.07E-02	2.5	
	防护门 外 30cm						1.22E+00	2.5	

注：①门急诊医技楼 2-4 楼层高均为 4.2m；
 ②关注点选取位置为四周屏蔽体外 30cm 处、楼上顶板外 30cm 处和楼下地面 170cm 处，保守考虑，核医学工作中辐射源项到墙壁、观察窗、注射窗、防护门的距离选择常见的较小值。
 ③患者视为辐射点源，留观等区域的椅凳位置均固定，故放射源位置选取患者长时间停留的中央位置。

根据估算结果可知，本项目核医学工作场所屏蔽体外 30cm 处剂量率均低于 2.5 μ Sv/h 剂量率控制目标，控制区内工作人员经常性停留的场所（场所居留因子 $\geq 1/2$ ），均低于 2.5 μ Sv/h，工作人员较少停留或无需到达的场所（场所居留因子 $< 1/2$ ），满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）和《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）标准中放射工作场所周围剂量率控制水平要求。

11.2.3 SPECT-CT 机房辐射防护设计合理性分析

表 11-9 SPECT-CT 机房设计与 GBZ130-2020 的对照表

SPECT-CT 机房		对照项目	折算铅当量厚度	GBZ130-2020 标准要求	是否符合要求
机房内最小有效使用面积		6.3 $\times$ 6.25=39.38m ²	--	30m ²	符合
机房内最小单边长度		6.25m	--	4.5m	符合
屏蔽防护	防护窗、防护门	4mmPb	4.0mmPb	2.5mmPb	符合
	东墙	200mm 混凝土 + 20mm 硫酸钡涂料	3.2mmPb		
	西墙	200mm 混凝土 + 20mm 硫酸钡涂料	3.2mmPb		
	南墙	200mm 混凝土 + 20mm 硫酸钡涂料	3.2mmPb		
	北墙	200mm 混凝土 + 20mm 硫酸钡涂料	3.2mmPb		
	顶板	200mm 混凝土 + 2mmPb 铅板	3.2mmPb		
	地板	200mm 混凝土+2mm 铅板	3.2mmPb		

注：根据《放射性诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中给出的 200mm 混凝土在管电压 150kV 时对 CT 的等效铅当量厚度约为 1.9mmPb。根据《辐射防护手册》（第三分册）P62“表 3.3 宽束情况下各种材料的近似铅当量厚度”，硫酸钡水泥密度 3.2g/cm³，管电压 150kV 条件下，15mm 钡水泥铅当量为 1mmPb，33mm 钡水泥铅当量为 2mmPb。本项目硫酸钡涂料密度均不小于 3.2g/cm³。通过估算，管电压 150kV 条件下，本项目 20mm 硫酸钡铅当量约为 1.3mmPb。

根据上表可知，本项目 SPECT-CT 机房的使用面积及单边长度、机房屏蔽防护厚度均能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中的相应要求。

11.2.4 个人剂量估算

1、剂量估算公式

按照联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）-2000 年报告附录 A，X-γ射线产生的外照射人均年有效剂量当量计算公式如下：

$$H_d = H \times t \times T \times 10^{-3} \dots\dots\dots \text{（式 11-6）}$$

式中： H_d ——X、γ射线外照射人均有效剂量当量，mSv/a；

H ——关注点处剂量率，μSv/h；

t ——X、γ射线照射时间，h/a；

T ——居留因子，不同场所的居留因子参考 HJ1198-2021 附录 A 选取：

表 11-10 不同场所的居留因子

场所	居留因子（T）		示例
	典型值	范围 ^a	
全居留	1	1	管理人员或职员办公室、治疗计划区、治疗控制区、护士站、咨询台、有人护理的候诊室以及周边建筑物中的驻留区域
部分居留	1/4	1/2~1/5	1/2：相邻的治疗室、与屏蔽室相邻的病人检查室 1/5：走廊、雇员休息室、职员休息室
偶然居留	1/16	1/8~1/4 0	1/8：各治疗室门 1/20：公厕、自动售货区、储藏室、设有座椅的户外区域、无人护理的候诊室、病人滞留区域、屋顶、门岗室 1/40：仅有行人车辆来往的户外区域、无人看管的停车场，车辆自动卸货/卸客区域、楼梯、无人看管的电梯

^a取值依据 NCRP 第 151 号报告

《Structural Shielding Design and Evaluation for Megavoltage X-and Gamma-Ray Radiotherapy Facilities》

2、计算参数

（1）受照时间

根据本项目工作流程可知，本项目辐射工作人员主要考核医学影像区、核素治疗区工作场所核素分装/给药操作位、机房控制位等区域，根据各岗位辐射工作人员实际工作

最大时间进行计算，具体如下：

本项目 ^{99m}Tc 日诊断患者不超过 100 人次，共两台设备诊断（SPECT/SPECT-CT），每台设备诊断患者不超过 50 人次（250d/a，12500 人/a），药物由一般由供药单位分装成单个患者所需针剂后按时送至核医学科分装室内，无需进一步分装；但部分仍需手动分装，分装约 20s/次，患者采取静脉注射给药，单个病人单次注射时间约 0.5min，给药后患者前往注射后候诊间等候 2h 左右再前往相应机房开展扫描，SPECT 扫描用时约 10min/人次，不超过 1/10 病人需要医生进入机房进行现场摆位，摆位时，工作人员距离患者 1m，摆位时间约为 1min/人，扫描结束后患者前往留观室留观约 15min 后离开。

本项目 ^{131}I 药物由供药单位提前送至分装室自动分装柜中，胶囊药品手动打开铅罐，采用镊子夹出玻璃瓶放置在取药口，用时约 0.5min/次，治疗人数最多不超过 10 人/d（100d/a，1000 人/a）。甲测为手动分装，分装给药时间不超过 0.5min，最多不超过 10 人/d（100d/a，1000 人/a）；其余液体 ^{131}I 甲亢治疗为自动分装。甲亢患者服药后短暂留观无异常即可离开，留观时间最长不超过 10min/人次、甲测患者服药后即可离开。

本项目核医学科年最大开展 250 人次 ^{89}Sr 治疗， ^{89}Sr 患者采取静脉注射给药，药物由供药单位提前送至储源间暂存，给药前工作人员前往储源室取出药物，药物接收、取药总用时约 1min/次，给药用时约 1min/人次，患者给药后即可离开。

本项目核医学科 ^{90}Sr 敷贴治疗人数不超过 10 人/d（100d/a，1000 人/a），单次 ^{90}Sr 敷贴治疗操作时间（敷贴器发放、回收）不超过 5min/人次。此外，本项目开展 ^{32}P 敷贴治疗，年最大开展 20 人/d（150d/a，3000 人/a）， ^{32}P 药物由供药单位提前送至分装室分装柜内，治疗前由工作人员进一步制备成敷贴器后使用，单个患者敷贴器采用一疗程一次制备，单次制备用时约 30min，敷贴治疗操作时间（敷贴器发放、回收）不超过 10min/人次。

表 11-11 本项目辐射工作人员受照射时间一览表

场所		每次/每日照射时长	年操作次数 /照射天数	年照射时间 h/a
核 医 学 科	^{99m}Tc 分装	20s/人，17 人/d	250d/a	23.6
	^{99m}Tc 给药	0.5min/人，100 人/d	250d/a	208.3
	^{99m}Tc 扫描	10min/人，100 人/d	250d/a	4166.7（分两组， 每组 2083.35）

	^{99m} Tc 摆位	1min/人, 10%×100 人/d	250d/a	41.7
	¹³¹ I 分装	0.5min/人, 20 人/d	100d/a	16.7
	⁸⁹ Sr 接收、注射	2min/人, 5 人/d	50d/a	8.3
	⁹⁰ Sr 敷贴器发放、回收	5min/人, 10 人/d	100d/a	83.3
	³² P 药物接收、 ³² P 敷贴器制备	30min/人次, 20 人/d	150d/a	1500.0
	³² P 敷贴发放、回收	10min/人次, 20 人/d	150d/a	500.0

表 11-12 本项目核医学工作场所周围公众受照射时间一览表

场所		年照射 时间 h/a	备注
分装、 注射	^{99m} Tc 注射	208.3	按年最大使用 250d, 0.5min/人, 100 人/d 考虑
	⁸⁹ Sr 接收、注射	8.3	按年最大使用 50d, 2min/人, 5 人/d 考虑
	⁹⁰ Sr 敷贴器发放、回收	312.5	按年最大使用 250d, 5min/人, 10 人/d 考虑
	³² P 药物接收、 ³² P 敷贴器制备	1500	按年最大使用 3000 人次/a, 30min/次考虑
	³² P 敷贴发放、回收	500	按年最大使用 3000 人次/a, 10min/次考虑
SPECT/SPECT-CT 机房上方/下方		2000	按年最大使用 250d, 每天使用 8h 考虑
注射后候诊大厅上方/下方		2000	
SPECT/SPECT-CT 留观室上方/下方		2000	
甲亢留观室上方/下方		333.3	按年最大使用 100d, 10min/人, 20 人/d 考虑
敷贴治疗室上方/下方		812.5	按敷贴治疗操作时间确定

(2) 计算参数

本项目受影响人员主要包括辐射工作人员以及周边公众。

①关注点取四周屏蔽体外 30cm 处, 顶部取楼上 1.0m 处, 楼下取吊顶距离地面 1.7m 处等公众可达位;

②SPECT-CT 的 X 射线能量较一般 CT 机的 X 射线能量低, 控制室内的工作人员操作位经观察窗或墙体屏蔽后, 工作人员操作位处的空气比释动能率接近本底值, 其所致的辐射工作人员年附加剂量未纳入上表计算;

③核医学工作场所控制区内禁止无关人员入内, 故不考虑公众在控制区内受照射情况。

(3) 计算结果

本项目辐射工作人员及周边公众个人剂量估算见下表:

表 11-13 辐射工作人员及公众年附加有效剂量估算结果一览表

关注点位			计算参数			计算结果	备注
			H ($\mu\text{Sv/h}$)	t (h/a)	T	H_d (mSv/a)	
放射工作人员	手部	$^{99\text{m}}\text{Tc}$ 药物注射	1.12E-06	208.3	1	2.33E-07	-
		$^{99\text{m}}\text{Tc}$ 分装	3.77E+03	23.6	1	8.90E+01	
		^{89}Sr 药物接收、注射	1.00E+01	8.3	1	8.30E-02	-
		^{90}Sr 敷贴器发放、回收	2.11E+02	312.5	1	6.59E+01	-
		^{32}P 敷贴器接收、制备	6.93E+02	1500	1	1.04E+03	-
		^{32}P 敷贴发放、回收	8.65E+00	500	1	4.33E+00	-
		^{131}I 分装	9.91E+03	16.7	1	1.65E+02	
		合计				8.45E+02	-
	身体	$^{99\text{m}}\text{Tc}$ 药物注射	3.55E-09	208.3	1	7.39E-10	-
		$^{99\text{m}}\text{Tc}$ 分装	1.91E-37	23.6	1	4.51E-39	
		^{89}Sr 药物接收、注射	3.24E-02	8.3	1	2.69E-04	-
		^{90}Sr 敷贴器发放、回收	1.62E+01	312.5	1	5.06E+00	-
		^{32}P 敷贴器接收、制备	2.45E+00	1500	1	3.68E+00	-
		^{32}P 敷贴发放、回收	1.76E+00	500	1	8.80E-01	-
		^{131}I 分装	5.02E-02	16.7	1	8.38E-04	
		SPECT-CT 扫描	1.14E-02	2083.3 5	1	2.38E-02	操作室
		SPECT-CT 摆位	6.05E+00	20.85	1	1.26E-01	-
		SPECT 扫描	1.20E-02	2083.3 5	1	2.50E-02	操作室
		SPECT 摆位	6.05E+00	20.85	1	1.26E-01	-
		注射后候诊大厅北侧	2.91E-04	2000	1	5.82E-04	操作室
		合计				9.92E+00	-
公众	SPECT-CT 机房东侧		9.34E-03	2000	1/5	3.74E-03	走道
	SPECT-CT 机房南侧		8.91E-03	2000	1	1.78E-02	医生办公室、诊室
	SPECT-CT 机房北侧		1.43E-02	2000	1/5	5.72E-03	走道
	SPECT-CT 机房上方		2.38E-04	2000	1	4.76E-04	候诊室、会议室
	SPECT-CT 机房下方		2.38E-04	2000	1	4.76E-04	标本接收、暗室、实验柜台
	注射后候诊大厅东侧		1.91E-03	2000	1	3.82E-03	医生办公室

注射后候诊大厅南侧	3.23E-03	2000	1/4	1.62E-03	走道、碘分装控制室
注射后候诊大厅上方	3.80E-04	2000	1	7.60E-04	内镜室、走道
注射后候诊大厅下方	3.80E-04	2000	1/8	9.50E-05	实验柜台
^{99m} Tc 留观室上方	3.80E-03	2000	1/8	9.50E-04	厕所
^{99m} Tc 留观室下方	3.80E-03	2000	1/8	9.50E-04	厕所
甲亢留观室南侧	1.62E-02	333.3	1/16	3.37E-04	休息室
甲亢留观室上方	7.62E-03	333.3	1/8	3.17E-04	实验柜台
甲亢留观室下方	7.62E-03	333.3	1/16	1.59E-04	排烟机房
敷贴治疗室东侧	8.53E-01	812.5	1/8	8.66E-02	走道
敷贴治疗室南侧	1.57E-01	812.5	1/8	1.59E-02	通道
敷贴治疗室上方	5.12E-02	812.5	1	4.16E-02	内镜室
敷贴治疗室下方	5.12E-02	812.5	1/8	5.20E-03	实验柜台、标本冷库

为控制辐射工作人员日接触核素的时间，本项目辐射工作人员分为 5 组，每组 2 人，最大职业照射的附加剂量为 1.98mSv/a，低于医院剂量管理目标值 5mSv/a 和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对职业人员剂量限值（20mSv/a）的要求。核医学科辐射工作人员手部职业照射的附加剂量最大值为 169mSv/a，为满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对职业人员剂量限值（500mSv/a）的要求。

本项目周边公众可能受到的照射附加剂量最大值为 8.66E-02mSv/a，低于医院剂量管理目标值 0.1mSv/a 和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对公众人员剂量限值（1mSv/a）的要求。

11.2.5 核医学科放射性废物产生及排放情况

1、核医学科放射性废气

根据源项分析可知，本项目核医学科显像诊断区与核素治疗区使用的 ^{99m}Tc、⁸⁹Sr、⁹⁰Sr、³²P 挥发性较小。核医学科放射性废气主要来自 ¹³¹I 的挥发。此外，本项目在使用 SPECT-CT 时，X 射线可使空气电离产生少量有害气体。

本项目核医学科共设置 6 套排风系统。通风图详见图 10-8，各排风管经走道吊顶沿外墙敷设至门诊医技楼屋顶，顶部设置锥形风帽，在分装柜的顶端设置高效活性炭过

滤废气，排风管横穿核医学科去的区域用 5mm 厚的铅板做包裹处理，其他排风管排口前端设置高效活性炭过滤装置。本项目核医学科各工作场所废气经排风系统收集过滤后排放，对周围环境影响很小。

医院应定期检查通风系统活性炭过滤装置的性能，根据实际情况及时更换活性炭，一般 1~2 年更换一次，更换下来的废活性炭作为放射性固体废物进行处理。

2、核医学科放射性废水

本项目放射性废水主要来自核医学 ^{99m}Tc 显像诊断、候诊留观期间排泄和冲洗废水、 ^{131}I 患者住院期间的排泄和冲洗废水，以及控制区工作场所清洁、工作人员应急冲淋等废水。根据前文分析，主要含 ^{99m}Tc 的放射性废水量为 $1.2\text{m}^3/\text{d}$ ， $300\text{m}^3/\text{a}$ ；主要含 ^{131}I 放射性废水平均日产生量约 $0.12\text{m}^3/\text{d}$ ，全年废水量为 $12\text{m}^3/\text{a}$ 。

（1）主要含 ^{99m}Tc 的放射性废水

水停留时间为 1536h，推算出衰变池出口总 β 浓度远小于 10 Bq/L ，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）中的要求。

（2）主要含 ^{131}I 放射性废水

停留时间为 2250h，推算出衰变池出口总 β 、 ^{131}I 浓度远小于 10 Bq/L ，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）中的要求。

上述放射性废水经衰变池处理达标后排入医院污水处理站，最终排入市政管网。1#、2#衰变池均设有沉淀池，沉淀池池底部会沉积少量的沉积物，清理时应按照危废处置要求进行处理。

衰变池均拟设置便利取样口，以便在废水排放前取样监测。建议在衰变池出水口设置自动检测系统，对每次的排水进行总 β 的监测，并保存监测数据。若发现异常，应立即关闭排口，待解除异常、衰变池排口废水达标后方可排放。

3、放射性固体废物

本项目核医学科放射性固体废物主要来自给药时产生的一次性注射器、服药口杯、污染棉签、放射性药品包装、一次性防护用品（口罩、鞋套、手套等）等，废弃的 ^{32}P 敷贴器和退役的 ^{90}Sr 密封放射源、去污时产生的固体废物以及通风系统定期维护时更换的废旧活性炭。

本项目核医学科工作场所设计有放射性废物暂存间，并拟在产生废物的场所内设置铅污物桶，桶内内衬专用放射性废物收集塑料袋，收集的放射性固体废物拟于工作结束/患者出院后转入各产生对应放射性废物暂存间专用衰变箱内存放衰变，衰变箱外张贴警示标志，对于含 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 等核素半衰期短于24h的放射性固体废物拟暂存不少于30天，对于含 ^{131}I 的放射性固体废物拟暂存不少于180d，经检测满足清洁控制水平后作为一般废物分别交由有资质单位处置，清洁解控期间禁止放入新的放射性废物。对于放射性污染被服拟在患者出院后收集至污染被服间内，拟存放至少衰变1倍核素半衰期后再进行洗消和再利用。更换的废旧放射源交由生产厂家进行回收，建设单位在购置之前与放射源生产厂家签订回收协议。定期更换通风系统活性炭，更换下来的废活性炭作为放射性固体废物及时进行处理。

本项目放射性固体废物可得到妥善处置，不会对外环境造成影响。

11.3 事故影响分析

1、可能发生的辐射事故

- (1) 由于管理不善，放射性药物、放射源被盗、丢失。
- (2) 核素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漏，造成台面、地面辐射污染。
- (3) 工作人员未按要求穿戴个人防护用品等，造成额外附加照射剂量。
- (4) 核素诊断患者用药后未经允许离开核医学科，尤其是在用药初期离开候诊室或病房，可能对接近患者的人员造成额外照射。

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

2、事故预防措施

(1) 制定并落实放射性核素管理制度，设专人负责，做好核素的领取、使用登记工作，确保放射性药物的安全。应设置防盗门、防盗窗及报警装置等设施，做好防盗工作。

(2) 制定完善的操作规范，对操作人员定期培训，使之熟练操作，严格按照操作规范操作，配备必要的防护用品，减少药物操作和运输过程中洒漏事故发生。

(3) 加强工作人员自身防护安全意识，定期组织培训，使工作人员明确了解需配备的防护用品及存放位置。

(4) 加强对有药患者的管理，在不影响诊断的情况下，限制其服药量，限制患者出院时的放射性药物携带量，并对出院的有药患者提供与他人接触时的辐射防护措施的书面对指导，使患者明白并自觉做到短期内不到公共场所去活动，并避免与家人近距离密切接触。核医学工作场所设置监控，进出口设置控制门，防止无关人员进入。

(5) 放射性固体废物衰变箱外应标注内含核素种类、封存时间。医院应加强放射性废水和固废排放处理管理，按照本环评要求的衰变时间停留衰变，处理前进行监测，达到解控水平后方可进行进一步处理。

(6) 做好设备保养维护工作，定期对设备开展维护维修。

3、应急方案的启动

(1) 一旦发生辐射事故，即时启动《辐射事故处理应急预案》。发生辐射事故时，当事人应即刻报告辐射事故应急处理小组组长，组长随即通知辐射事故应急处理小组有关成员采取应急相应救助措施。

(2) 发生辐射事故时，应急处理小组各成员应认真履行各项职责，各相关部门应积极协调配合，以便妥善处理所发生的辐射事故。

(3) 各应急救助物资应准备充分、调配及时。

(4) 发生事故后应在 2 小时内报告生态环境部门、卫生行政部门。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条要求：“使用Ⅰ类、Ⅱ类、Ⅲ类放射源，使用Ⅰ类、Ⅱ类射线装置的，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名具有本科学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作”。长沙市中心医院目前设立有放射防护及辐射安全管理委员会，且委员会下设办公室，负责委员会日常管理及事务，可以满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中的要求。本项目开展后，长沙市中心医院的管理人员也能满足配置要求。放（辐）射防护管理委员会具体组成见下表：

表 12-1 放射防护与辐射安全管理小组成员一览表

岗位		人员
委员会	主任	曹理言
	副主任	
	成员	
委员会办公室主任		曹理言

长沙市中心医院设置的放射防护与辐射安全管理机构职责包括：贯彻执行放射防护及辐射安全管理相关的法律、法规、规章，负责制定放射治疗质量控制制度并督促、考核各项放射防护法律法规的实施；负责申报大型放射及辐射设备的许可和准入及设备的监测、维护；负责开展放射工作人员职业培训、健康体检、职业个人防护、个人剂量监测、病人防护等工作；做好放疗场所安全警示标志和放疗设备安全联锁工作；定期提交放射防护及辐射安全管理整改报告、年度评估报告。

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第3号第十六条要求：“辐射安全管理机构成员和辐射工作人员均需参加辐射安全与防护培训并取得培训合格证”。本项目辐射工作人员均为原核医学科辐射工作人员，均已参加辐射安全与防护培训并通过考试。对取得培训合格证的人员，医院应每5年组织一次复训。本项目后续新增辐射工作人员均需在上岗前参加辐射安全与防护培训并通过考试。

12.2 辐射安全管理规章制度

建立、健全和严格执行辐射安全管理的规章制度是防止潜在照射发生的重要措施。为保障射线装置正常运行时周围环境的安全，确保公众、操作人员避免遭受意外照射和潜在照射，长沙市中心医院制定了相关辐射安全管理规章制度，为保证辐射工作人员和周围公众人员的健康，长沙市中心医院必须严格按照国家法律法规执行，并加强对核技术利用项目的日常管理：

（1）根据长沙市中心医院的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是对核技术利用装置的安全防护和维修要落实到个人；在执行各项制度时，要明确管理人员、操作人员、维修人员的岗位职责，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，层层落实。目前医院已制定的制度包括：《放射性事故应急演练预案》、《放射防护安全管理制度》、《设备检修维护制度》、《辐射防护与安全保卫制度》、《放射源与射线装置台账管理制度》、《放射工作人员岗位职责》、《放射工作人员培训制度》、《个人剂量管理制度》、《放射工作人员职业健康管理制度》、《辐射监测计划》、《核医学科放射性同位素管理制度》、《核医学科安全保卫管理制度》、《核医学科工作制度及操作规程》、《放射性废物管理制度》、《核医学科表面污染处理制度》、《长沙市中心医院核医学科辐射事故应急预案》等；

（2）在本项目运行前，各项规章制度、操作规程必须齐全，并张贴上墙；辐射工作场所均必须有电离辐射警示标识，屏蔽门上方还必须要有工作指示灯，同时警示标识的张贴必须规范；

（3）明确操作人员的资质条件要求、操作过程中采取的具体防护措施及步骤，重点是工作前的安全检查工作，工作人员佩戴个人剂量计，避免事故发生；

（4）加强对辐射装置的安全和防护状况的日常检查，发现安全隐患应当立即整改；安全隐患有可能威胁到人员安全或者有可能造成环境污染的，应当立即停止辐射作业，安全隐患消除后，方可恢复正常作业；

（5）为确保放射防护可靠性，维护辐射工作人员和周围公众的权益，履行放射防护职责，避免事故的发生，医院应保持良好的安全文化素养，减少人为因素导致人员意外照射事故的发生，应对本项目的辐射装置的安全和防护状况进行年度评估，并每年向

发证机关提交上一年度的评估报告；

（6）长沙市中心医院应在今后工作中，不断总结经验，根据实际情况，对各项制度加以完善和补充，并确保各项制度的落实。应根据生态环境管理部门对辐射环境管理的要求对相关内容进行补充和修改。

12.3 辐射监测

为了及时掌握项目周围的辐射水平，根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871—2002）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）、《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）的要求，应建立必要的监测计划，包括设备运行期及个人剂量监测计划，要建立监测资料档案。

（1）工作场所和周围环境监测

监测项目：周围剂量当量率、 β 表面污染、放射性废水总 β 、 ^{131}I 活度浓度

监测频次：①周围剂量当量率：自行监测一月/一次，有资质第三方单位一年一次；② β 表面污染：每次工作结束后进行自行监测（出现放射性药物洒落应及时进行监测），有资质第三方单位一年一次；③放射性废水总 β 、 ^{131}I 活度浓度：每年委托监测一次，应急状况随时监测。

监测点位：①周围剂量当量率：核医学科工作场所屏蔽体外 30cm 处、以及人员经常驻留的位置，放射性废物暂存容器外 30cm 处，分装柜外表面 5cm 和 30cm 处，储源箱 5cm 处和 100cm 处等；② β 表面污染：核医学工作场所放射性核素操作台面、设备表面、墙壁和地面等，放射性废物桶和包装袋表面，工作人员的手、皮肤暴露部分及工作服、手套、鞋、帽等。③放射性废水总 β 、 ^{131}I 活度浓度：1#衰变池排放口；2#衰变池排放口。

（2）个人监测

在后续的辐射防护管理工作中，长沙市中心医院还需要对辐射工作人员开展个人剂量监测，监测工作要委托具有相应资质的放射防护技术服务机构承担，常规个人剂量监测的周期应综合考虑工作人员的工作性质、所受剂量的大小、剂量变化程度及剂量计的性能等诸多因素，常规监测周期一般为一个月，最长不得超过三个月，医院需配合委托单位及时收发个人剂量卡。个人剂量监测档案包括辐射工作人员姓名、性别、起始工作

时间、监测年份、职业类别、每周期受照剂量、年有效剂量、多年累积有效剂量等内容。

12.4 辐射工作人员管理

按照《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和防护管理办法》等要求，医院单位还应做好以下工作：

（1）按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，对辐射工作人员进行职业健康监护和个人剂量监测；发现结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。

（2）本项目辐射工作人员均已进行了职业健康检查，检查结果符合辐射工作人员健康标准，可继续参加相应的放射工作；项目运行后医院还应当组织辐射工作人员定期进行职业健康检查，两次检查的时间间隔不应超过 2 年，必要时可增加临时性检查。辐射工作人员脱离放射工作岗位时，医院应当对其进行离岗前的职业健康检查。

（3）放射工作单位对职业健康检查中发现不宜继续从事放射工作的人员，应当及时调离放射工作岗位，并妥善安置；对需要复查和医学随访观察的辐射工作人员，应当及时予以安排。

（4）对参加应急处理或者受到事故照射的辐射工作人员，医院应当及时组织健康检查或者医疗救治，按照国家有关标准进行医学随访观察。

（5）辐射工作人员上岗前应当接受放射防护和有关法律知识的培训，考核合格方可参加相应的工作。医院应当定期组织本单位的辐射工作人员接受放射防护和有关法律知识的培训。医院应当建立并按照规定期限妥善保存培训档案。培训档案应当包括每次培训的课程名称、培训时间、考试或考核成绩等资料。

（6）辐射工作人员进入放射工作场所，应正确佩戴个人剂量计。

（7）医院不得安排怀孕的妇女参与应急处理和有可能造成职业性内照射的工作。哺乳期妇女在哺乳期间应避免接受职业性内照射。

（9）安排专人负责辐射工作人员职业健康监护和个人剂量监测管理，建立并终身保存辐射工作人员职业健康监护档案和个人剂量档案。职业健康监护档案应当包括个人基本信息、职业史、既往病史、职业照射接触史、历次职业健康体检结论等材料；个人剂量档案应当包括个人基本信息、个人剂量监测结果等材料。加强对放射性工作人员个

人剂量档案、个人健康档案的保管，要求终身保存，放射性工作人员调动工作单位时，个人剂量、个人健康档案应随其转给调入单位。医院还应关注工作人员每一次的累积剂量监测结果，对监测结果超过剂量管理限值的原因进行调查和分析，优化实践行为，同时应建立并终生保存个人剂量监测档案，以备辐射工作人员查看和管理部门检查。辐射工作人员有权查阅和复制本人的职业健康监护档案和个人剂量档案。辐射工作人员调换单位的，原用人单位应当向新用人单位或者辐射工作人员本人提供职业健康监护档案和个人剂量档案的复印件并盖章。

12.5 辐射事故应急

为建立健全辐射事故应急机制，及时处置突发辐射事故，提高应急处置能力，最大程度地减少辐射事故及其可能造成的人员伤害和财产损失，医院已制定了《辐射事故应急预案》：

（1）医院根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《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》等法规的有关规定，开展辐射事故预防与应急处置。

（2）医院对其辐射活动中辐射事故的应急准备与响应负首要责任，必须遵照国家和地方政府有关规定，依据所操作的射线装置以及潜在事故的特性和可能后果，考虑制定辐射事故应急计划或应急程序，并按规定报当地政府有关部门审查批准或备案。

（3）发生辐射事故时，医院将立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地环境保护部门和公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

（4）医院将切实执行并落实辐射安全管理规章制度，加强实体保卫，切实有效地防止辐射事故（件）的发生。主要履行以下职责：

- ① 全面负责本单位辐射环境和人员安全的管理；
- ② 负责编制和修订本单位辐射突发环境事件应急预案；
- ③ 加强辐射应急队伍建设，购置必要的辐射应急装备器材；
- ④ 负责本单位辐射工作场所和环境的应急监测；
- ⑤ 负责本单位辐射突发环境事件的紧急处置和信息报告；

- ⑥ 对可能造成超剂量照射的人员送到指定医院进行救治；
- ⑦ 负责本单位辐射突发环境事件恢复重建工作，并承担相应的处置经费；
- ⑧ 积极配合行政主管部门的调查处理和定性定级工作；
- ⑨ 负责组织本单位辐射突发环境事件相关应急知识和应急预案的培训，在环境保护行政主管部门的指导下或自行组织演练。

(5) 各类事故报警和联系方式

一般报告程序为：发现者报告给医院辐射事故应急工作小组成员，由其向市公安局、市生态环境局，并同时向省生态环境厅报告，设备被损应同时向公安机关报告，造成人员受到超剂量照射应同时向卫生部门报告。各部门联系方式如下：

- 1.医院应急电话：0731-85668059、13549686579
- 2.湖南省生态环境厅：12345、0731-85698110
- 3.湖南省卫生健康委：0731-84822223、84822021
- 4.长沙市生态环境局：12345、0731-84119262
- 5.长沙市卫生健康委：0371-88666186
- 6.长沙市公安局：110

12.6 环境保护竣工验收

根据《建设项目环境保护管理条例》，项目竣工后，建设单位自主或委托技术机构开展竣工环保验收工作，长沙市中心医院核医学科改扩建项目竣工环境保护验收要求见表12-2。

表 12-2 项目竣工环境保护验收一览表

序号	验收内容	验收要求	要求
1	环保文件	项目建设的环境影响评价文件、环评批复、有资质单位出具验收监测报告。	齐全
2	环境管理制度、应急措施	成立专门的辐射领导机构，制定相应的规章制度和事故应急预案，具有可操作性，具有相应的操作规程。	有专门的辐射领导机构，制定并落实各项制度，有关制度上墙
3	放射工作人员管理	①本项目辐射工作人员应具备相应的岗位技能；②医院应每季度对工作人员进行个人剂量监测，每2年进行放射人员健康体检，并将资料存档管理；③管理人员和辐射工作人员参加辐射安全知识培训，5年进行一次复训。	人员按要求配备到位，并具备相关的技术能力。
4	防护用品	防护监测设备和防护用品按报告中表 10-5 中要求落实。	GBZ130-2020 GB18871-2002

				GBZ120-2020 HJ1188-2021
5	机房面积及尺寸	SPECT/CT 机房有效面积不小于 30m ² ，且单边长度不小于 4.5m		GB18871-2002 GBZ130-2020
6	辐射屏蔽设计及安全防护措施	①辐射屏蔽设计：按环评报告中表 10-4 的要求落实到位； ②辐射警示标识：辐射工作场所设置电离辐射警告标识及中文说明； ③安全设备及系统：控制区出入口设置门禁，控制区出入口门外张贴电离辐射警告标志；SPECT 机房设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，工作状态指示灯能与机房门有效关联以及急停按钮等；储源间安装防盗门、闭路监视系统、防闯入报警系统等。 ④通风系统：设有通风系统，保持良好的通风； ⑤指引标识：地面设有人员、药物、废物等流向的指引标识； ⑥监测记录档案管理：应有完整的放射性药品存取领用记录、放射性废物处置记录、放射性污染监测记录等。 ⑦防护用品及检测仪器：按环评报告表表 10-5 辐射防护用品及检测仪器”中的要求落实到位。		GBZ130-2020 GB18871-2002 GBZ120-2020 HJ1188-2021
7	放射性三废处理设施	废气	工作场所设有独立的通风系统，可保持工作场所负压，各区域排风管最终引至项目所在楼楼顶排放，排放口前端设置活性炭过滤装置。	GB18871-2002 GBZ130-2020 GBZ120-2020 HJ1188-2021
		废水	设有专用放射性废水衰变池，产生的放射性废水均在衰变池中暂存，经贮存衰变满足 HJ1188-2021 中的要求后排至医院污水处理站做进一步处置，最终排入市政污水管网。	GB18871-2002 GBZ120-2020 HJ1188-2021
		固体废物	核医学科内设有专用废物间，核医学科产生的放射性固体废物收集后，置于专用衰变箱内，经贮存衰变满足 HJ1188-2021 中的要求，且经检测达到清洁解控水平后作为一般医疗废物处置。	GB18871-2002 GBZ120-2020 HJ1188-2021
8	辐射监测	环境监测	①制定环境辐射监测计划，包括自行监测和委托监测，至少每年开展 1 次，有资质单位出具的年度评估报告； ②配备相应的自检设备，防护检查仪器及人员，定时进行自检。 ③辐射检测应建立完整档案。	档案完整
		个人剂量监测	每名辐射工作人员配置个人剂量计，委托有资质的单位监测，监测周期不超过三个月，并建立辐射工作人员个人剂量档案，长期进行信息跟踪、监控。配备一定数量的个人剂量报警仪。	GBZ128-2019
9	电离辐射	剂量限值	①辐射工作人员年有效剂量不超过 5mSv； ②公众成员年有效剂量管理目标值不超过 0.1mSv。	GB18871-2002 HJ1188-2021 及 环评批复
		屏蔽体外剂量	核医学科工作场所屏蔽体外 30cm 处、储源容器外 5cm 和 100cm 处、分装柜等外 5cm	GB18871-2002 GBZ130-2020

		率	和 30cm 处的周围剂量当量率满足标准要求	GBZ120-2020 HJ1188-2021 及 环评批复
--	--	---	------------------------	--------------------------------------

表 13 结论与建议

13.1 结论

1、项目概况

长沙市中心医院为提高医疗服务质量，扩大核医学相关科室的接待产能，优化医疗服务环境，拟对长沙市中心医院门急诊医技楼三楼西侧核医学科进行改造，改造后，本项目核医学科为一个乙级工作场所：①使用 ^{99m}Tc 进行显像诊断：原核医学科设置有两间 SPECT 机房，将其中东侧一间 SPECT 机房改造为 SPECT-CT 机房，并淘汰型号为 ADAC-Forte 的 SPECT 后新增 1 台 SPECT-CT 设备（属于Ⅲ类射线装置）拟安装于 SPECT-CT 机房内；西侧 1 间 SPECT 机房及型号为 GE Discover NM630 的 SPECT 保留；②使用非密封放射性物质 ^{89}Sr 进行骨转移癌疼痛治疗；③使用非密封放射性物质 ^{131}I 开展甲亢治疗和甲测；④使用 ^{32}P 、 ^{90}Sr 开展敷贴治疗；⑤在医院门急诊医技楼西南侧地坪下新建一套衰变池（1#衰变池，收集含 ^{99m}Tc 的放射性废水），门急诊医技楼西北侧地坪下利旧一套衰变池（2#衰变池，收集含 ^{131}I 的放射性废水）。

2、实践正当性分析

本项目的建设对保障健康、拯救生命有着十分重要的作用。项目营运以后，将为病人提供一个优越的诊疗环境，具有明显的社会效益，同时将提高医院档次及服务水平，吸引更多的就诊人员，医院在保障病人健康的同时也为医院创造了更大的经济效益。因此，本项目的实施对受照个人和社会所带来的利益远大于其引起的辐射危害，项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

3、产业政策符合性

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于第一类“鼓励类”中“六、核能 - 4. 核技术应用：同位素、加速器及辐照应用技术开发，辐射防护技术开发与监测设备制造”、“十三、医药 - 4. 高端医疗器械创新发展：新型基因、蛋白和细胞诊断设备，新型医用诊断设备和试剂，高性能医学影像设备，高端放射治疗设备，急危重症生命支持设备，人工智能辅助医疗设备，移动与远程诊疗设备，高端康复辅助器具，高端植入介入产品，手术机器人等高端外科设备及耗材，生物医用材料、增材制造技术开发

与应用”。本项目属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

4、选址及平面布局可行性分析

本项目核医学科为在原有的核医学科基础上进行提质改造，选址位置集中于无人长期居留的建筑物的一侧，不邻接产科、儿科、食堂等部门，临近区域无敏感区域及人群稠密区域，场所拟设置相应的物理隔离和单独的人员、物流通道；设置独立排风口位于楼顶且远离了周边高层建筑。

本项目核医学平面布局便于工作人员及病人的辐射防护工作及就医流程的简化，医生、病人出、入口明显分开，减少交叉污染；本项目的平面布局可以使工作场所的外照射水平和污染发生的概率达到尽可能小；在核医学诊疗工作区域，控制区的入口和出口设置门锁权限控制或单向门等安全措施，限制患者或受检者的随意流动，保证工作场所内的工作人员和公众免受不必要的照射；设计了卫生通过间进行污染检测。本项目核医学科选址及布局均满足《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）和《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中的选址要求，合理可行。

5、环境影响分析结论

本项目核医学科控制区屏蔽体外 30cm 处剂量率低于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，满足《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）与《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）的控制值要求。

本项目辐射工作人员职业照射的附加剂量最大值低于本评价设定的职业人员受照剂量约束值 5mSv/a ，周边公众可能受到的最大照射附加剂量值低于本次评价设定的公众受照剂量约束值 0.1mSv/a 。

6、辐射安全管理

医院成立了放射防护安全管理机构，制定了相关的辐射安全制度、辐射事故应急处理预案、安全操作规程等相应的制度和规程，基本能满足日常工作要求。本项目建成运行后，医院应按报告表中提出的要求增加个人防护用品以满足辐射工作需要。应对所有辐射工作人员进行个人剂量监测、职业健康体检和防护知识培训，并建立相应的档案。

综上所述，本项目建设方案已按照环境保护法规和有关辐射防护要求进行设计，建设过程如能严格按照设计方案进行施工，建筑施工质量能达到要求，并且医院认真贯彻

落实本报告表中提到的环保措施，项目对周围环境产生的辐射影响符合环境保护的要求；该项目的辐射防护安全措施可行；规章制度基本健全；项目对环境的辐射影响是可接受的；从环境保护的角度来看，本环评认为该项目建设是可行的。

13.2 建议和要求

1、医院按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的要求，做好自主管理，制定工作场所和周围环境监测、防护性能监测等相关监测计划以及职业健康体检工作计划，确保周围环境的辐射安全和职工健康。加强对辐射装置的安全和防护状况的日常检查。

2、医院应加强内部管理，明确管理职责，杜绝各类辐射事故的发生。医院应根据实际情况修改完善各项制度，及时修订应急预案，要求具有可操作性，并认真落实，严格按照各项规章制度、操作规程执行。建议新增敷贴治疗操作规程。

3、应配备必要的防护用品，加强对工作人员的辐射防护。医院应加强管理，确保各防护用品能正常使用，并要求辐射工作人员应按照《职业性外照射个人监测规范》的要求正确佩戴剂量计。

4、长沙市中心医院应组织辐射工作人员到有资质的机构进行上岗前、在岗期间和离岗时的职业健康体检，定期开展个人剂量监测，接受辐射防护知识和法规培训，具备相应条件，取得辐射安全培训合格证后，方可从事放射工作，上岗后对辐射工作人员定期开展辐射防护教育。建立辐射工作人员个人剂量档案、职业健康监护档案，并终生保存。辐射工作人员调动工作单位时，个人剂量、健康监护档案应随其转给调入单位。

5、长沙市中心医院应妥善处置本项目核医学科改造过程中产生的放射性废水与放射性固废，尽量减小改造过程中周边公众可能受到的照射剂量。此外，在改造前长沙市中心医院应暂停对核医学科工作场所的使用，在改造前委托有资质的单位对核医学科场所进行环境质量和辐射现状监测。

6、环评取得批复、项目建成且场所达到要求后，及时向相关部门重新申领《辐射安全许可证》。项目投入使用后，医院应按《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》完成环保竣工验收工作。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：		
公 章		
经办人	年	月 日

审批意见：		
公 章		
经办人	年	月 日

附件 1 委托书

委 托 书

核工业二三〇研究所：

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》等有关法律法规的规定，现委托贵所承担“长沙市中心医院核医学科改扩建项目”的辐射环境影响评价工作。

特此委托！



附件 2 现有辐射安全许可证



辐射安全许可证

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称：长沙市中心医院

统一社会信用代码：

地址：长

法定代表人：陈

证书编号：湘

种类和范围：使
射
围

有效期至：20



发证日期：2020年07月29日

放射
本范

中华人民共和国生态环境部监制



辐射安全许可证

(副本)



中华人民共和国生态环境部监制



根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	长沙市中心医院		
统一社会信用代码			
地 址			
法定代表人	0		
辐射活动场所	名 称	场所地址	负责人
	门急诊医技楼五楼手术中心（手术室2、手术室3、手术室10、手术室13、手术室14）	湖南省长沙市雨花区韶山南路161号	曹理言
	门急诊医技楼五楼口腔科CBCT室	湖南省长沙市雨花区韶山南路161号	曹理言
	综合楼六楼心血管介入2号手术室	湖南省长沙市雨花区韶山南路161号	曹理言
	健康管理中心三楼310室	湖南省长沙市雨花区韶山南路161号	曹理言
	门急诊医技楼五楼口腔科牙片室	湖南省长沙市雨花区韶山南路161号	曹理言
证书编号	湘环辐证[00057]		
有效期至	2028年11月22日		
发证机关	湖南省生态环境厅		(盖章)
发证日期	2026年07月29日		



根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	长沙市中心医院		
统一社会信用代码	1		
地 址			
法定代表人	50		
辐射活动场所	名 称	场所地址	负责人
	本部医疗综合楼	湖南省长沙市雨花区韶山南路 161 号	曹理言
	本部发热门诊	湖南省长沙市雨花区韶山南路 161 号	曹理言
	本部核医学科	湖南省长沙市雨花区韶山南路 161 号	曹理言
	本部 ICU	湖南省长沙市雨花区韶山南路 161 号	曹理言
	本部手术室	湖南省长沙市雨花区韶山南路 161 号	曹理言
	本部介入室	湖南省长沙市雨花区韶山南路 161 号	曹理言
	本部放疗科	湖南省长沙市雨花区韶山南路 161 号	曹理言
	门急诊医技楼五楼口腔科 X 光室	湖南省长沙市雨花区韶山南路 161 号	曹理言
	本部门诊	湖南省长沙市雨花区韶山南路 161 号	曹理言
	本部胸科中心	湖南省长沙市雨花区韶山南路 161 号	曹理言
	本部放射科	湖南省长沙市雨花区韶山南路 161 号	曹理言
	本部健康管理中心	湖南省长沙市雨花区韶山南路 161 号	曹理言
证书编号	湘环辐证[00057]		
有效期至	2028 年 11 月 22		
发证机关	湖南省生态环境		(盖章)
发证日期	2026 年 07 月 29		



根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	长沙市中心医院		
统一社会信用代码			
地 址			
法定代表人			
辐射活动场所	名 称	场所地址	负责人
	本部医疗综合楼六楼心血管介入手术室	湖南省长沙市雨花区韶山南路 161 号	曹理言
	本部药学部	湖南省长沙市雨花区韶山南路 161 号	曹理言
	健康管理中心一楼 CT 室	湖南省长沙市雨花区韶山南路 161 号	曹理言
	结核病诊疗中心一楼 DR 室	湖南省长沙市雨花区韶山南路 161 号	曹理言
证书编号	湘环辐证[00057]		
有效期至	2028 年 11 月 22 日		
发证机关	湖南省生态环境厅		(盖章)
发证日期	2026 年 07 月 29 日		



(一) 放射源

证书编号：湘环辐证[00057]

序号	活动种类和范围				总活度(贝可)/ 活度(贝可) × 枚数	使用台账						备注	
	辐射活动场所名称	核素	类别	活动种类		编码	出厂活度 (贝可)	出厂日期	标号	用途	来源	申请单位	监管部门
1	本部放疗 科	Co-60	I类	使用	CA22CO016182	1.29E+13	2022-11-25	C903	远距放射治疗装置	加拿大			
					CA22CO016212	1.28E+13	2022-11-25	C915	远距放射治疗装置	加拿大			
					CA22CO016202	1.28E+13	2022-11-25	C914	远距放射治疗装置	加拿大			
					CA22CO016222	1.28E+13	2022-11-25	C919	远距放射治疗装置	加拿大			
					CA22CO016232	1.32E+13	2022-11-25	D311	远距放射治疗装置	加拿大			
					CA22CO016242	1.32E+13	2022-11-25	D313	远距放射治疗装置	加拿大			



(一) 放射源

证书编号：湘环辐证[00057]

序号	活动种类和范围				使用台账						备注	
	辐射活动场所名称	核素类别	活动种类	总活度(贝可)/ 活度(贝可)× 枚数	编码	出厂活度 (贝可)	出厂日期	标号	用途	来源	申请单位	监管部门
					CA22CO01 6252	1.32E+13	2022-11- 25	D314	远距放 射治疗 装置	加拿大		
					CA22CO01 6262	1.32E+13	2022-11- 25	D315	远距放 射治疗 装置	加拿大		
					CA22CO01 6272	1.32E+13	2022-11- 25	D316	远距放 射治疗 装置	加拿大		
					CA22CO01 6092	1.29E+13	2022-11- 25	C880	远距放 射治疗 装置	加拿大		
					CA22CO01 6102	1.28E+13	2022-11- 25	C881	远距放 射治疗 装置	加拿大		
					CA22CO01 6112	1.3E+13	2022-11- 25	C885	远距放 射治疗 装置	加拿大		
					CA22CO01 6122	1.28E+13	2022-11- 25	C892	远距放 射治疗 装置	加拿大		



(一) 放射源

证书编号：湘环辐证[00057]

序号	活动种类和范围				使用台账						备注		
	辐射活动场所名称	核素	类别	活动种类	总活度(贝可)/ 活度(贝可)× 枚数	编码	出厂活度 (贝可)	出厂日期	标号	用途	来源	申请单位	监管部门
						CA22CO01 6062	1.28E+13	2022-11- 25	C855	装置 远距离放 射治疗 装置	加拿大		
						CA22CO01 6072	1.28E+13	2022-11- 25	C856	装置 远距离放 射治疗 装置	加拿大		
						CA22CO01 6082	1.28E+13	2022-11- 25	C866	装置 远距离放 射治疗 装置	加拿大		
						CA22CO01 6132	1.28E+13	2022-11- 25	C894	装置 远距离放 射治疗 装置	加拿大		
						CA22CO01 6142	1.28E+13	2022-11- 25	C896	装置 远距离放 射治疗 装置	加拿大		
						CA22CO01 6152	1.27E+13	2022-11- 25	C898	装置 远距离放 射治疗 装置	加拿大		
						CA22CO01	1.28E+13	2022-11-	C899	装置 远距离放	加拿大		



(一) 放射源

证书编号: 湘环辐证[00057]

序号	活动种类和范围				使用台账						备注		
	辐射活动 场所名称	核素	类别	活动 种类	总活度(贝可)/ 活度(贝可) × 枚数	编码	出厂活度 (贝可)	出厂日期	标号	用途	来源	申请 单位	监管 部门
						6162		25		射治疗 装置			
						CA22CO01 6172	1.28E+13	2022-11- 25	C901	远距放 射治疗 装置	加拿大		
						CA22CO01 6192	1.28E+13	2022-11- 25	C909	远距放 射治疗 装置	加拿大		

1 号

**中共长沙市中心医院委员会
长 沙 市 中 心 医 院
关于调整医院有关机构及职能的通知**

各支部、科室：

为保证医院各项工作顺利进行，经研究决定，现将医院有关机构调整及职能调整明确如下：

一、院务委员会

主 任：邓 平、陈智毅

副主任：刘鸣江、蔡岳祥、陈胜文、陈益清、黄孟军、赵飞骏

5.监督、指导医用耗材的临床使用与规范化管理;

6.负责对医用耗材的临床使用进行监测,对重点医用耗材进行监控;

7.对医务人员进行有关医用耗材管理法律法规、规章制度和合理使用医用耗材知识教育培训,向患者宣传合理使用医用耗材知识;

8.与医用耗材管理相关的其他重要事项。

医用耗材管理委员会的日常工作主要由设备管理部和医务部分工负责。

三十二、放射防护及辐射安全管理委员会

主 任: 陈智毅

副主任: 刘鸣江、蔡岳祥、陈胜文、黄孟军

成 员: 曹理言、黎小玲、黄 晖、刘 灿、吴红玲、吴传芳
王桂华、吴菊清、蒋路平、王 振、曾 浩、樊天禹
王雨新、杨 泽、赵扬程、毛艳梅、周俊杰、莫佳敏

下设办公室于医务部

办公室主任: 曹理言

职 责:

1.贯彻执行放射防护及辐射安全管理相关的法律、法规、规章,负责制定放射治疗质量控制制度并督促、考核各项放射防护法律法规的实施;

2.负责申报大型放射及辐射设备的许可和准入,负责办理和

效验放射诊疗许可证及设备的监测、维护；

3.及时审核并向卫生行政主管部门申报新建、扩建、改建可能产生职业病危害的建设项目和技术改造；

4.负责开展放射工作人员职业培训、健康体检、职业个人防护、个人剂量监测、病人防护等工作；做好放疗场所安全警示标志和放疗设备安全联锁工作；

5.定期提交放射防护及辐射安全管理整改报告、年度评估报告。

三十三、医院危险品、危险化学品、易制毒化学品管理委员会

主 任：陈智毅

副主任：黄孟军、刘鸣江、蔡岳祥

成 员：周建武、王上元、曹理言、黄 晖、杨 芬、黎小玲
刘 灿、吴传芳、杨东华、毛艳梅

下设办公室于保卫部

办公室主任：周建武

职 责：

1.建立健全危险品、危险化学品、易制毒化学品的安全管理制度和安全操作规程；

2.组织危险品、危险化学品、易制毒化学品安全教育、法制教育和岗位技术培训；

3.制定科室危险品、危险化学品、易制毒化学品安全使用资料，督促员工严格按照规程操作；

麻醉、精神药品管理与使用情况进行检查与分析，并开展麻醉、精神药品处方专项点评工作，及时发现和纠正存在的问题和隐患；

5.医务部负责麻醉、精神药品临床使用方面工作的组织实施、协调与督查，规范临床用药行为，对不合理使用麻醉、精神药品情况进行通报；组织医务人员进行麻醉药品、精神药品管理相关法律、法规、制度及使用原则等知识培训，并对经培训、考核合格后的医师和药师分别授予麻醉药品、第一类精神处方权和调剂权；

6.护理部负责麻醉、精神药品在临床科室的领取、储存、使用管理以及监督检查；

7.信息数据部负责麻醉、精神药品管理的信息化支持；

8.保卫部负责督查麻醉、精神药品的安全保卫措施落实情况与相关安全事故的处理；

9.各临床科室负责本科室的麻醉、精神药品日常管理工作；在临床诊疗工作中，落实使用麻醉、精神药品的管理要求，遵循安全、有效、经济的合理用药原则，合理使用麻醉、精神药品；

10.护士长负责严格按照要求落实本病区麻醉、精神药品的领取、储存与使用执行工作，做好“双人双锁”管理、药品交接班记录、领取与使用登记、余液处理、空安瓿回收等工作，防止药品流弊。

九十六、医院放射性药品使用监督和管理小组

组 长：陈智毅

副组长：蔡岳祥、刘鸣江

成 员：陈艳平、曹理言、徐术根、黎津伶、吴菊清、毛艳梅
杨红忠、王桂华、曾晓媛

下设办公室于核医学科

办公室主任：吴菊清

职 责：

1.核医学科：负责放射性药品的购用，包括采购计划的制定、药品入库前验收、药品质量管理与在库养护，药品临床使用等。详细登记、保管和清点放射性物质和标记放射性药物的接送和分装开锁；建立健全放射性药品的操作规程，确保放射性药物按种类剂量安全用于病人；对放射性药品使用情况进行登记，并详细交接班；按照国家有关规定妥善处理放射性药品使用后的废物；建立科主任负责，专职放射性同位素管理人员制度。如发生放射性 药物丢失与泄露事故，立即向有关部门报告；

2.药学部：负责放射性药品的生产企业、配送企业资质审核，放射性药品的采购入库，收集药品不良反应，以及放射性药品的质量管理督查等工作；

3.医务部：检查放射性药品的登记、使用及保管情况是否符合医院相关规定；检查注药后患者管理是否符合放射防护的相关要求；检查放射性药物淋洗、分装、标记、注射等操作是否符合规范。

附件 4 辐射事故应急预案

辐射事故应急处理预案

为有效处理放射事件，强化放射事件应急处理责任，最大限度地控制事件危害，保障放射工作人员、受检者和公众的健康权益，根据《中华人民共和国职业病防治法(放射性同位素与射线装置安全和防护条例)》《放射诊疗管理规定》的有关规定，制定本预案：

一、辐射事故应急处理小组成员及职责：

组长：院长

组长具体职责：全面负责、监督医院辐射事故应急管理工作。

副组长：业务副院长

副组长具体职责：协助组长做好医院辐射事故应急管理工作。因事件的轻重，决定是否报告生态环境部门、卫健部门和公安部门。

成员：设备管理部、医务部、医院感染管理部、总务部、保卫部、医院办公室、信息数据部等部门负责人。

成员具体职责：负责医院放射防护安全管理日常工作，设备使用登记和维护工作，发生辐射事故时报告管理小组组长、副组长并采取有效的相应的应急处理措施。

应急处理小组负责实施

二、应急处理物资与设备：[redacted]器材，个人防护用品
放置在机房内，发生辐射事故时

三、辐射事故预防措施

1、针对各类放射诊疗设备及放射性核素的使用制定相应的操作规程，必须依据操作规程进行相应的操作。

2、定期检查安全联锁装置，发现故障及时排除。严禁在门机联锁等装置失效情况下违规操作设备。

3、合理设置机房内的急停开关，使机房内的人员从各个方向均能观察到且便于触发。

4、每次人员撤离机房时应清点人数，按程序对机房进行全视觉查看，确认没有无关人员滞留后才运行放射诊疗设备。

5、工作人员进入放射治疗机房和核医学工作场所时携带辐射剂量报警仪，



发现辐射异常情况立即退出机房。

6、放射治疗人员严格把控治疗计划质量，核对治疗剂量，且每星期对加速器稳定性进行自检，避免事故性医疗照射。

7、装载放射性核素玻璃容器的屏蔽铅罐内应有防震层或固定装置，铅罐外应有电离辐射和放射性核素标志；传递装有放射性核素的铅罐时应注意拧紧铅罐或卡紧卡扣，并注意平稳、缓慢运送，轻拿轻放。

8、制定分装和注射的操作规程，并对进行相应操作的护士进行培训，熟练操作过程。在进行放射性核素分装注射时，应在分装台和注射台铺设吸水纸。

9、制定放射性核素出入库制度，每次出入库都应做好登记记录，核医学储源室或储源柜实行双人双锁，并设置监视系统，门口粘贴辐射警示标志。

10、制定放射性核素质量控制制度，按制度对放射性核素的活度进行检测，并做好记录，保证用药量的准确；核实受检者是否怀孕，严格把握对孕妇进行核素检查的适应症，并将风险告知受检者。

11、做好放射诊疗工作场所日常用电、用水的安全管理工作。

四、事件现场应急处置：

1、设备治疗期间，如果发现有人误留机房，操作人员应立即按下急停开关，使加速器停止出束、陀螺刀紧急回源。

2、其它放射诊断设备发生射线装置故障或操作不当等引起的持续性曝光事件时，操作人员应立即切断电源，停止射线产生。

3、工作人员在进行摆位或加时，如果控制台前操作人员误将加近按下急停开关。

人员进行检查
，员一旦发现就

4、在对病人治疗过程中，如果加速器不能自动终止照射或陀螺刀不能自动回源，则按下急停开关、切断加速器电源，停止出束或启动陀螺刀紧急回源程序，并迅速将患者移出机房。

5、在放射性核素传递、分装或注射过程中发生放射性物质撒漏的情况时，工作人员穿戴防污染服和橡胶手套，迅速用吸水纸对撒漏位置进行吸附，吸附完毕后再用毛巾从污染区边缘向中心擦拭，干燥污染区并对污染区进行外照射和表面污染水平检测，根据检测结果决定是否再次进行清理，直至清理干净；去污过

程中产生的放射性固体废物应收集放入固废室。若发生大量放射性物质撒漏的情况，应报告应急处理小组，监督清理工作，并请离现场无关人员；清理完毕后应对现场人员进行表面污染检测，若衣物被污染，应将被污染的衣物放至有放射性标记的塑料袋中，若皮肤或眼睛被污染，应立即进行清洗；清洁过程中产生的放射性固体废物应放入固废室，产生的放射性废水应排至废水衰变池。

6、当发生放射性物质被盗丢失的情况时，启动应急预案，报告应急处理小组；据出入库登记核实被盗放射性核素种类及活度，调取监控录像，排查可疑情况，进行院内搜索；报告监管部门。

7、当发生异常照射事故时，应启动应急预案，报告应急处理小组和监管部门；依据标准估算受检者受到的剂量。特别是孕妇和胎儿，胎儿待积有效剂量可能超过 100mSv 时应尽快对受检者实施阻断放射性药物吸收的措施，并加快放射性药物的代谢排出；总结事故原因，采取纠正措施，并提交事故详细书面报告至监管部门；将异常照射情况告知受检者及其医生。

8、当发生不可预见性的意外灾害（地震、洪水、火灾等）导致放射性污染时，应立即启动应急预案，报告应急处理小组和监管部门，立即组织人员逃生、撤离，并在监管部门的指挥下开展下一步的行动。

9、发生任何辐射事故，及时向应急处理小组报告，协助应急小组调查事件原因（设备故障或做好记录；根据要求报告主管部门。

五、辐射事故

发生辐射事故后，放射工作人员应立即向应急处理小组报告，应急处理小组立即启动本单位应急预案，组织实施应急救援和控制措施，2 小时内向当地生态环境部门报告，人为破坏、设备被盗向当地公安部门报告，人员超剂量照射或受照射人员需医疗诊治的。向当地卫健部门报告。

相关部门联系电话：

应急联系人及电话：曹理言 073185668059（13549686579）

市卫生健康部门：0731-88666175

市生态环境局雨花分局：0731-85880140

省生态环境厅：0731—85698110



公安部门：110

五、应急预案的解除：

放射事件处理完毕后，经解除应急状态，放射防护安全管理小组形成总结报告，对事件原因进行[REDACTED]类似事件的再次发生。



应急管理手册

EMERGENCY MANAGEMENT MANUAL



长沙市中心医院（南华大学附属长沙中心医院）
2023年10月



放射性事故应急演练预案

1. 总则

1.1 编制目的

为提高本单位对突发放射性事故的处理能力,最大程度地预防和减少突发辐射事故的损害,保护环境,保障工作人员和公众的生命财产安全,维护社会稳定,特制定本预案。

1.2 编制依据

根据《中华人民共和国突发事件应对法》《中华人民共和国放射性污染防治法》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射诊疗管理规定》《放射事故管理规定》《国家突发环境事件应急预案》《国家环境保护总局辐射事故应急预案》等法律、法规、规章和行政及规范性文件。

1.3 适用范围

凡单位内发生的放射源丢失、被盗、失控或人员超剂量照射等所致放射事故均适用本应急预案。

1.4 工作原则

放射性事故多数是人为因素造成的责任事故,严格放射防护

管理,做好预防工作,是防止辐射事故发生的关键环节。

1. 健全放射防护管理体制和规章制度,放射源使用和保管

落实到人,纪律要严肃,奖惩要分明。

2. 组织放射防护知识培训,不准无证上岗,严格操作规程。

3. 定期检查放射防护设施,发现问题,及时检修。

2. 组织架构及职责

(一) 人员架构

成立放射性事故应急处理领导小组

组 长:主管院领导

副组长:医务科科长

成 员:医务科、应急管理办公室、器械设备科、宣传科、门诊急诊管理办公室、总务科、放射相关使用科室负责人和护士长

职责：全面负责组织协调辐射事故应急处理工作。

(二) 各部门工作职责

1、医务科：

(1) 制定医院放射性事故应急处理预案；

(1) 按照放射性事故应急处理预案的要求，落实应急处理的各项日常工作；

(3) 组织放射性事故应急人员的培训；

(4) 负责组织技术专家组、现场处置组的相关工作。

2、应急管理办公室：

(1) 负责与行政主管部门、环保、公安、卫生等相关部门的联络、报告应急处理工作；

(2) 负责应急处置时院内多部门协调工作；

(3) 完成应急处理领导小组交办的其它工作。

3、器械设备科：检测器械故障，联系维修事宜。

4、门急诊管理办公室：协助疏散患者、维护门急诊区域秩序

5、保卫科：现场警戒。

6、宣传科：负责舆情的管控。

3. 应急处置程序

(1) 医院职工对发生和可能发生突发事件及其潜在隐患均应在发现情况后立即报告相关部门。报告最迟不得超过2小时；同时，医务科需在24小时内报出《放射性事故报告卡》。

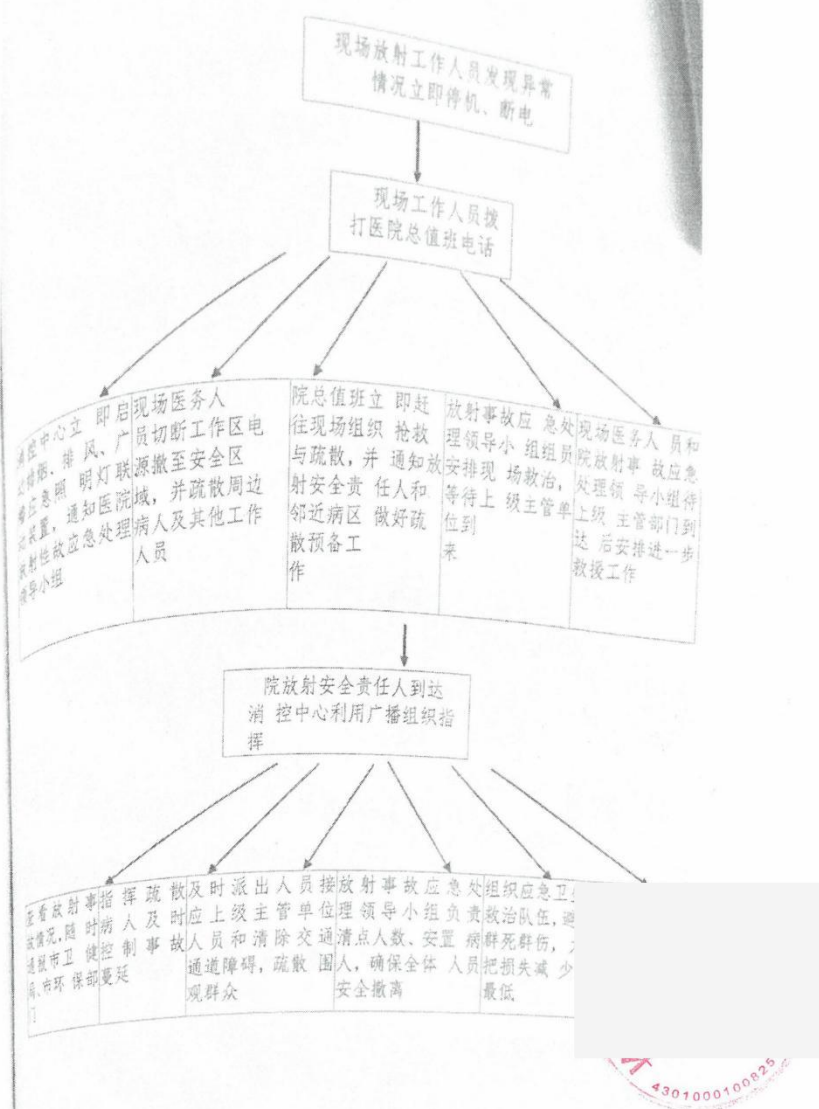
(2) 立即撤离有关工作人员，封锁现场，控制事故源。一切可能扩大污染范围的环节，防止事故扩大和蔓延。放射源要全力追回，对放射源脱出，要将源迅速转移至容器内。

(3) 对可能受放射性核素污染或者损伤的人员，要及时隔离和应急救援措施，在采取有效个人防护措施的情况下，组织人员彻底清除污染并根据需要实施医学检查和医学处理。

(4) 对受照人员要及时估算受照剂量。

(5) 污染现场未达到安全水平之前，不得解除封锁，将事故的后果和影响控制在最低限度。

4. 应急处置流程图



附件 5 放射防护安全管理制度

放射防护安全管理制度

一、法律法规

遵循《中华人民共和国职业病防治法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射诊疗管理规定》及省、市关于放射防护的规定等有关辐射防护法律、法规、接受并配合各级生态环境部门和卫生部门的监督和指导。

二、管理机构

指定辐射防护管理人，明确人员职责，加强监督和管理。

三、相关手续

按照有关法律、法规要求，新建、改建和扩建项目应进行辐射环境影响评价和建设项目职业病危害评价，并领取《辐射安全许可证》及《放射诊疗许可证》。

四、放射工作人员培训计划

1、从事放射工作的人员，上岗前均应参加卫生行政部门组织的辐射防护安全知识和法律法规培训，培训合格方能上岗，并每两年组织复训。

2、从事放射管理的人员同样要接受培训。

3、单位为放射工作人员建立教育培训档案。

五、个人剂量和健康管理

1、从事放射工作的人员在工作期间必须佩带个人剂量计，接受个人剂量监测。单位为放射工作人员建立个人剂量监测档案。

2、组织将从事放射工作的人员进行上岗前职业健康检查，合格后方可从事放射工作。在岗放射工作人员每两年进行一次职业健康检查。单位为放射工作人员建立职业健康监护档案。

六、放射工作场所监测

X射线机房建设、应布局合理，机房面积和高度符合有关规定要求，机房的建筑防护由专业施工单位进行施工，竣工后由具有相应资质单位进行检测，验收合格后方能投入使用。辐射工作场所每年由具有资质的监测单位监测一次，监测结果存档，并上报生态环境部门和卫生部门。

七、年度评估报告

每年进行一次放射装置安全和防护状况评价，每年评估于每年年底前上报地方生态环境部门和卫生行政部门。应包括但不限于以下内容：

射线装置台账辐射安全和防护设施
辐射安全和防护制度及措施的建立
事故和应急措施以及档案管理等方
放射设备放射防护性能检测报告和放射防护工作场所检测报告。

八、放射事故应急

单位应每年组织放射工作人员进行应急培训，并组织应急演练。

发生辐射事故，必须立即启动应急预案，采取防护措施，

控制事故影响，保护事故现场，并在 2 个小时内向生态环境、公安和卫生部门报告。

长：



设备检修维护制度

1、机房的各种标志醒目，各台设备应有规范的操作规程和运行记录。

2、保持机房内干燥整洁，禁止在机房内存放无关物品。

3、保持机器清洁，及时清理污物，每天必须进行一次机器的清洁工作。具体由辐射工作人员负责。

4、每周进行一次安全检查和常规小保养，减少机器故障的发生并及时掌握机器的运行情况。主要为机器清洁、安全装置、运转部件检查保养。具体由辐射工作人员负责。

5、每月进行一次机器的全面检查和调整。内容包括；机房机器的清洁；机械电器部件牢固、运行准确性；平衡悬吊装置的安全；电缆电线的完好；保护地线接触良好；显示数据准确性等。保持机器处于良好的状态，确保机器设备安全、正常运行。具体由科室负责人组织，放射工作人员负责执行。

6、机器设备发生故障时应及时向科室负责人汇报，记录故障现象并立即停止使用。

7、科室负责人接到设备故障报告后安排的技术人员进行检查。常见和简单故障及有能力维修的故障原则上鼓励技术人员自行维修，以节约成本。

8、对科室无法维修的故障及时向放射防护管理领导小组报告，由管理小组联系安排请专业人员或设备生产厂家进行维修。

9、设备维修应及时做维修记录，内容包括；故障经过、现象、检查情况、维修经过和维修后情况。

10、设备重大维修后应委托有资质的放射卫生服务机构进行严格的验收检测，正常后方可正式使用。

11、未经科室负责人许可，严禁私自拆解、改造、维修机器设备。

长沙



辐射防护与安全保卫制度

为贯彻放射诊疗实践的正当化和放射防护最优化原则，落实《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》、《放射诊疗管理规定》、《医疗照射放射防护的基本要求》等法规、标准的要求，保证放射诊疗质量和患者(受检者)的健康权益，制定本制度。

1、在放射诊疗工作场所的入口处和各控制区进出口及其他适当位置，设置电离辐射警告标志，在各机房门口设置有效的工作状态指示灯。

2、在放射诊疗工作场所入口处显眼位置设置“电离辐射危害告知标牌”。

3、放射诊疗工作人员对患者和受检者进行医疗照射时应事先告知辐射对健康的影响。

4、放射工作场所应当配备与检查相适应的工作人员防护用品和受检者个人防护用品。防护用品应符合一定的铅当量要求，并符合国家相应的标准。

5、放射工作人员实施医疗照射时，只要可行，就应对受检者邻近照射野的敏感器官和组织进行屏蔽防护；工作人员在辐射场操作时必须穿戴个人防护用品。

6、医疗照射必须有明确的医疗目的，严格控制受照剂量。严格执行检查资料的登记、保存、提取和借阅制度，不得因资料管理、受检者转诊等原因使受检者接受不必要的重复照射。

7、实施X射线照射操作时，应当逐例进行并禁止非受检者进入操作现场；因患者病情需要其他人员陪检时，应当对陪检者采取防护措施。

8、每次检查实施时工作人员必须检查机房门是否关闭，摄影时要特别注意控制照射条件以及辐射剂量，使有用线束限制在临床实际需要的范围内。

9、辐射安全与防护领导小组应每季一次对科室的防护操作进行检查，科室负责人每月应进行检查。检查结果与科室及个人年终考核评先挂钩。

10、对放射工作人员违规操作行为应及时发出整改通知书，督促科室落实整改。

长沙市中心医院

2025 年 12 月

台账管理制度

一、建立和完善放射性同位素、放射源与射线装置台账管理，对新购进的放射性同位素、放射源和射线装置进行登记。

二、记录设备名称、型号、设备功率、设备编码、使用科室、每年检测情况、大型设备配置证等，做到固定资产的数量准确，帐账清楚，帐帐相符，帐物相符。

三、贮存、领取、使用、归还放射性同位素和放射源时，应当进行登记、检查，做到账物相符。

四、辐射工作人员使用医用射线装置前应仔细检查设备能否正常工作；设备外观是否有损伤。

五、辐射工作人员使用医用射线装置前必须在装置台账上进行登记，包括使用人、使用时间、使用过程装置情况、报修情况等。

六、辐射工作人员应对医用射线装置妥善管理，防止损坏和丢失，保持医用射线装置的清洁。严禁易燃、易蚀及腐蚀性介质等。

七、对医用射线装置应定期检查，发现医用射线装置有损坏时，必须及时标注和报告其所属单位进行处理。

八、医用射线装置只允许专人操作，其余无关人员不得使用；

九、辐射工作人员在使用医用射线装置期间，对医用射线装置的安全使用负完全责任。

十、设备科应为每台射线装置建立

十一、核医学科应建立放射性同位素

长沙市中心医院

2025 年 12 月

附件 6 辐射工作人员管理及辐射监测计划

放射工作人员岗位职责

1、从事放射工作的人员必须严格遵守并执行《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》。

2、从事放射工作的人员必须通过放射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核，持有“放射防护知识培训合格证书”，并且通过职业健康体检后方可上岗。

3、上岗时必须佩带热释光个人剂量计。

4、定期检查放射工作场所的安全防护设施，及时发现问题并解决。周围环境巡查时必须佩带个人剂量报警仪。不得在没有启动安全防护装置的情况下强制进行放射工作，以防止放射照射事故的发生。

5、从事放射工作的人员，要严格按照操作规程和规章制度，杜绝非法操作。

6、建立射线装置台帐。

7、时常保持岗位环境整洁干净。

8、发生放射事故，立即报告放射防护管理领导小组和有关部门，采取有效措施，不得拖延或者隐瞒不报。



2025.12

辐射工作人员培训制度

根据生态环境部门发布的《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》（公告 2019 年第 57 号）和《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（公告 2021 年第 9 号），为了提高本单位从事辐射工作人员的安全防护意识和工作技能，加强辐射安全管理，预防辐射伤害事故，特别制定本制度。

从事Ⅱ类射线装置、放射性同位素使用活动的辐射工作人员应在生态环境部辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）上参加培训，考核合格后方可上岗；根据考核合格者的成绩报告单日期，应及时进行再培训。

仅从事Ⅲ类射线装置使用活动的辐射工作人员无需参加集中考核，由本单位自行组织考核。自行考核结果有效期五年，有效期届满的，应当由本单位组织再培训和考核。

本单位规定辐射工作人员应当具备下列基本条件：

（1）年满 18 周岁，经健康检查，符合辐射工作职业要求。

（2）经职业健康检查，符合辐射工作职业健康要求。

（3）辐射防护和有关法律

（4）遵守辐射防护法规和标准，接受辐射剂量监测和个人

剂量监测管理。

医院内部每年组织一次辐射工作人员技术与安全知识的培训、考核，加强人员技能知识和能力。

医院每年组织相关人员进行辐射事故应急预案的知识培训和演习，加强员工对辐射防护的意识及辐射事故的应对能力。

医院建立并按照规定期限妥善保存培训档案。培训档案应当包括每次培训的培训时间、考试或考核成绩等资料。

长沙市中心医院

2025 年 12 月

个人剂量管理制度

为加强对放射源管理与放射工作人员健康管理，控制放射源的照射，规范放射工作防护管理，保障相关员工健康和环境安全，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》要求，结合我单位实际，特制定本方案。

一、按照《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》《放射工作人员职业健康管理办法》和国家有关标准、规范的要求，安排本单位的放射工作人员接受个人剂量监测，并遵守以下规定：

(1) 外照射个人剂量监测周期一般不应超过 90 天，内照射个人剂量监测周期按照有关标准执行。

(2) 建立并保存个人剂量监测档案。

(3) 允许放射工作人员查阅、复印本人的个人剂量监测档案。

二、个人剂量监测档案主要内容

1、常规监测方法和结果等相关资料。

2、应急或者事故中受到照射的剂量和调查报告等相关资料，放射工作单位应将个人剂量监测结果及时做好记录。

三、放射工作人员进入放射工作场所时，应当遵守以下规定：

1、正确佩戴个人剂量计。

2、操作结束离开非密封放射性物质场所时，按要求进行个人体表、衣物及防护用品的放射性污染监测，发现污染

要及时处理，做好记录并存档。

3、工作人员工作时，应将个人剂量计随身佩戴，禁止将个人剂量计遗弃在机房内，由此造成个人剂量监测计监测结果超标，造成影响和后果的，本人负全责。

四、个人剂量监测工作应当由具备资质的个人剂量监测技术服务机构承担，并按照规定，将报告送达放射工作单位。

十



放射工作人员职业健康管理制

为了保障放射工作人员的健康利益，根据《中华人民共和国职业病防治法》、《放射诊疗管理规定》、《放射工作人员职业健康管理办法》等法律、法规的规定，特制定本制度：

1)放射工作人员上岗前，安排其接受放射防护法规和防护知识培训并取得合格证明，向辖区卫生行政部门办理《放射工作人员证》。以后每2年必须接受放射防护和有关法律培训，并将培训情况及时记录在《放射工作人员证》中。

2)单位安排放射工作人员定期到有资质的医疗单位进行职业健康检查，两次检查的时间间隔不超过2年，必要时可增加临时性检查。

3)单位委托具备相应资质的个人剂量监测技术服务机构对放射工作人员进行个人剂量监测，监测周期为3个月。个人剂量高于剂量限值1/4时，必须查明原因，告知本人并采取相应措施。

4)单位负责为放射工作人员建立职业健康监护档案、个人剂量监测档案和放射防护培训档案，并妥善保存。

5)放射工作人员在职业健康监护、个人剂量监测、防护培训中形成的档案以及《放射工作人员证》由单位统一保管，终身保存。放射工作人员有权查阅、复印本人的档案，单位应当如实、无偿提供，并在复印件上签章。

辐射监测计划

根据国家法律、法规及标准的规定，为了保证放射工作人员以及公众的辐射健康安全，保障放射诊疗业务的顺利开展，特制定如下辐射监测计划：

辐射监测、检查计划一览表

序号	检测类型	检测、检查项目	检测周期	备注
1	设备防护性能及防护安全装置	放射诊疗设备防护性能	1次/年	委托检测
2			根据标准要求及临床需要	单位自检
3		安全联锁装置	1次/年	委托检测
			每天	单位自检
4		报警、警示装置、工作状态灯、闭门装置、监视装置	每天	单位自检
5		监视装置	每天	单位自检
6	工作场所	放射诊疗工作场所外照射辐射水平、核医学场所表面污染水平	1次/年	委托检测
		除核医学外放射诊疗工作场所外照射辐射水平	1次/年	单位自检
		核医学工作场所水平		单位自检
		核医学场所表面污染水平	若发生放射性药物洒落则立即检测	单位自检
7	放射性废物排放、处置	放射性废水排放浓度	按生态环境部门要求进行	委托检测
		放射性固体废物		委托检测、单位自检
8	个人剂量	外照射剂量	1次/3月，4次/年	委托检测

长沙市中心医院
2025 年 12 月

附件 7 核医学科辐射安全管理制度及操作规程

核医学科放射性同位素管理制度

- 1.严格执行国家规定的放射性同位素订购和使用许可证制度。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.放射性同位素与放射免疫分析试剂盒应有专人领取和保管，接收放射性药品时，应与发药者核对药品名称、剂量、数量、来源地和生产厂家并登记，检查发药时间，测量放射性活度是与药标准一致，及时登记，妥善保管，防止丢失或变性。
- 3.使用时，将放射性同位素移入专用铅罐内，盖上铅盖，贴妥标签，注明放射性核素种类、放射性浓度及日期，出厂说明书妥善保管，以备查对。
- 4.放射性同位素发生器按规定步骤与要求安装，质量检测符合要求后方可使用；放射免疫分析试剂盒不符合质控指标者不得使用，以保证检测结果准确可靠。
- 5.标记及注射放射性药物时应严格核对，防止发生差错。应定期质控检查，如需要可随时检测。
- 6.放射性同位素到货后，由专人验收合格后移送至放射性同位素存储室保存，及时登记，并及时通知患者检查或治疗，以减少浪费。
- 7.放射性同位素空容器应固定地点集中存放和按规定退回生产厂家。
- 8.放射性药品严格实行专库、双人双锁管理。实行专人负责、逐口消耗统计。
- 9.废旧放射源须交回生产单位，或送交至有资质的放射性废物集中贮存单位，并妥善保管对方出具的接收证明备查。核医学诊疗产生的放射性固体废物、废液及患者的放射性排出物应当单独收集，与其他废物、废液分开存放，按照国家有关规定处理。



核医学科安全保卫管理制度

一、核医学科应做好安全保卫管理工作，加强防火、防盗、防抢、防人为破坏的“四防”工作。杜绝发生放射性同位素、放射性物品丢失、被盗等安全责任事故，认真落实“谁使用，谁负责”的管理责任制。

二、按保卫消防部门要求配备灭火器具，做好放射源的防火消防安全工作。

三、核医学科的工作场所和贮存条件必须达到国家有关放射安全防护标准；对放射性同位素存储室应有明显的电离辐射警示标志和中文警示说明，并安装防盗门、防盗窗和报警器，应当有满足辐射防护和实体保卫安全要求的放射源暂存库或设备。

四、放射性同位素的存储、领用、消耗和归还等须有专人负责，实行“双人双锁”制度，并建档管理，做到帐目清楚，帐物相符，经常检查，严防丢失。

五、为确保仪器自带辐射屏蔽装置的完好、有效，设备操作、维修期间必须设立相应的指示灯，确保安全，杜绝操作人员及公众被误照射



放射性废物管理制度

1、放射性废物不能以普通废弃物进行处理，而要根据废物性状的性状、体积、所含放射性核素的种类、半衰期、比活动情况相应处理，不使放射性废物对环境造成危害。

2、科室工作人员应具备有关放射性核素的基本知识和射线防护知识。

3、工作人员必须遵守核素操作规程，操作前、后查对。

4、固体放射性废物（包括带放射性核素的试纸、敷料、碎玻璃、废注射器、安瓿瓶等）放置于周围有屏蔽的污物桶内，在污物桶显著位置标上废物类型、核素种类、比活动范围及存放日期，置于衰变间内，所含核素半衰期小于 24 小时的暂存时间超过 30 天，所含核素半衰期大于 24 小时的暂存时间超过 10 倍最长半衰期（含碘-131 核素的暂存超过 180 天），即可作为非放射性废物处理。

5、液体放射性废物（含放射性核素的残液、患者的排泄物、用药后的呕吐物及清洗器械的洗涤液、污染物的洗涤水等）统一排放到衰变池，所含核素半衰期小于 24 小时的放射性废液暂存时间超过 30 天后可直接解控排放；所含核素半衰期大于 24 小时的放射性废液暂存时间超过 10 倍最长半衰期（含碘-131 核素的暂存超过 180 天），监测结果经审管部门认可后，按照 GB18871 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 10 Bq/L、碘-131 的放射性活度浓度不大于 10 Bq/L。

6、气体放射性废物（放射性碘蒸气、放射性气溶胶），经高效过滤后，排入大气，滤膜定期更换，并作为固体放射性废物处理。

7、放射性一次性用品集中铅桶回收并做好登记，绝不准流入社会再度使用。

8、发生放射性污染事故或核素丢失，应立即启动应急预案，封闭现场并及时向科主任报告，并由科主任向有关部门报告。



核医学科工作制度及操作规程

核医学科是进行放射性核素贮存、分装与给药的场所，必须严格遵循活度计测量和质控规程、严格执行内照射及外照射防护要求，采取必要的防护及剂量监测措施，以减少放射工作人员的照射剂量。

一、工作制度

1、工作人员应具备一定的专科理论知识和临床实践技能，并经过相关专业知识和技能培训，取得考核合格证。

2、熟悉各类放射性核素的性质、药品名、作用、用量、操作及辐射防护方式，药剂一般随到随用，如需贮存，应按日期顺序摆放，并登记信息。

3、严格遵照医嘱(预约单)执行各类放射性核素的使用，做好“三查七对”工作。

4、工作人员操作放射性药品时必须佩戴个人剂量计，并按要求穿戴防护服、防护口罩、帽子及一次性橡胶手套和铅手套等。

5、分装药物时，应在通风橱(分装柜)内进行操作，橱(柜)内须保证通风。所有操作器械和放射性药品放于专用托盘中，盘中覆盖吸水纸。尽量避免抽吸时药液外溢。

6、为患者实施放射性核素治疗前必须注意核对患者姓名、性别、年龄、诊断、放射性药物的名称、放射性活度、给药方式、方法等。

7、患者给药前准备是否已执行，如：药物、饮食等。如使用静脉途径给药，还应确认输液是否通畅，确保针头在血管内，位置准确。杜绝发生药液外漏现象。

8、发放放射性口服药品时，应送药到手，看服到口，确认无呕吐、外溢现象方可离开。

9、发放放射性药品后，应立即登记药物名称、生产厂家、发药剂量、给药方式、给药时间执行人并签名。

10、废弃注射器及其他器械应置于放射性废物桶内(铅桶内)，待衰变后按医疗废物处理。药物空瓶或残留药剂集中放置待厂家回收处理。

11、保持工作场所整齐清洁，每天操作完毕后进行场所清污并用紫外线等进行消毒处理。

12、从工作场所离开时，需对人员体表的辐射水平进行检测，检测结果处于正常水平，方可离开。

二、操作规程

1) 在开展放射性操作前，事先应做好周密的计划和充分的准备，预先熟悉所要进行的工作，对不熟悉的操作可预先进行“冷试验”，以尽可能缩短放射性操作时间。事先准备好操作所需的非放射性物品，如：标记药盒、注射器、生理盐水等。

2) 根据需要应穿戴工作服、帽子、手套、铅围裙及防护眼镜等个人防护措施，工作结束后应合理处置放射性废物，并保持场所清洁卫生，标记静脉注射用药物的通风橱(分装柜)内应定期进行灭菌消毒。

3) 尽可能对放射性同位素进行屏蔽，减少工作人员外照射。在准备及分装放射性药物时在通风橱(分装柜)内进行，合理选择有效的材料进行屏蔽隔离。

4) 工作人员应穿铅衣，戴防护眼镜等个人防护用品。操作熟练、迅速。工作结束避免在放射性工作场所的不必要停留，放射性同位素不用时应存放在专用储存容器内。在满足工作需要的前提下，尽可能缩短接触放射源的时间，减少不必要的照射。不要直接接触放射源，常用镊子、长柄钳等取用和分装放射性同位素，尽可能增加与放射性同位素之间的距离。

5) 注意内照射的防护。放射性同位素可能通过口、呼吸道、皮肤伤口进入体内。任何通过手口途径摄入放射性的操作应当禁止。如口吸吸管、对着玻璃吹气，在公共场所使用化妆品、进食饮水、饮冷冻食品等。对于手上的伤口或擦伤处应裹上防水物品。

6) 将可能存在的放射性同位素进行包装和盛装，使放射性泄漏减少到最低，避免向环境扩散。对于液体放射性同位素均须盛装容器中，并置入带吸水纸的托盘中。对于可挥发或升华的放射性核素(如 ^{131}I)，应在通风条件下进行操作，尽量避免放射性污染，一旦发生污染应及时清除，对短半衰期放射性核素污染可采用封存，做好标记(时间、种类)，让其自然衰变。

三、放射性监测与废物处理

对操作放射性同位素工作场所的操作台、地面、水槽等应定期进行表面污染检查。日常核医学操作的主要为短半衰期的放射性物质，对于放射性废物，如：



注射器、安瓿瓶、手套、抹布等可集中存放于专用放射性废物收集容器之中，置于放射性废物储存间衰变，清洁解控后作为一般医疗废物处置。

四、剂量监测

根据工作需要配备适当的辐射监测仪器，定期监测工作场所的辐射水平，操作放射性后，应监测工作场所表面和工作人员体表的放射性污染情况，发现放射性污染应及时妥善处置。



核医学科表面污染处理制度

核医学科放射性工作人员必须严格遵守操作规程，避免发生污染，完成放射性操作后，应用剂量监测仪检测操作人员身体(双手、衣服)、操作台面及地面等工作场所，检查有无放射性污染，如发生污染事故(放射性药品的撒、漏等)应遵守以下原则：

一、应及时封闭被污染的现场和迅速切断污染的来源，防止事故的扩大，并确定污染范围、辐射水平、污染类别等。对受污染的人员采取必要的去污措施，若污染严重须报告上级有关部门和领导。

二、现场去污：对短半衰期放射性核素，如污染地面或台面，先吸干，再用清水仔细洗涤。如仍有较高放射性，应以屏蔽覆盖，表面封固，标明放射性名称、污日期等以等待自然衰变。

三、器具去污染：用清水和洗衣粉交替刷洗，或用超声波洗涤去污染。

四、尽快脱去污染的衣和鞋，并装入污染物品袋，备详细测量。

五、按照核素污染的种类，选择相应的仪器测量，记录测量结果。

六、要遵循先低污染区，后高污染区和先上后下的顺序，优先处理人体孔窍处污染，注意皮肤皱褶处和指甲缝处去污。

七、尽可能用温热的($<40^{\circ}\text{C}$)流动水冲洗去污。要用软毛刷。认真、细致、轻柔地擦洗3-5次。尽量用上好的专用去污剂，适时、慎重地选用络合剂去污。

八、当体表有放射性核素污染时，立即停止工作，尽快离开现场，测量污染程度，尽早清洗去污。洗消时宜用软毛刷、温水或自来水，按先低沾染区后高沾染区顺序洗消。

九、如经反复清洗效果不明显时，可根据放射性核素的化学性质和污染表面的性质，选用有效的去污剂进一步去污。



~1000100~

长沙市中心医院

核医学科辐射事故应急预案

为提高本单位核医学科对突发辐射事故的处理能力，最大程度地预防和减少突发辐射事故的损害，保护环境，保障工作人员和公众的生命财产安全，维护社会稳定，特制定本预案。

一、辐射事故分级

根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级。

1、特别重大辐射事故，是指Ⅰ类、Ⅱ类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致3人以上（含3人）急性死亡。

2、重大辐射事故，是指Ⅰ类、Ⅱ类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致2人以下（含2人）急性死亡或者10人以上（含10人）急性重度放射病、局部器官残疾。

3、较大辐射事故，是指Ⅲ类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致9人以下（含9人）急性重度放射病、局部器官残疾。

4、一般辐射事故，是指Ⅳ类、Ⅴ类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

二、本预案适应范围

凡本科室内发生的放射源丢失、被盗、失控或人员超剂量照射等所致辐射事故均适用本应急预案。

三、辐射事故的预防

辐射事故多数是人为因素造成的责任事故，严格放射防护管理，做好预防工作，是防止辐射事故发生的关键环节。

(一)健全放射防护管理体制和规章制度，放射源使用和保管落实到人，纪律要严肃，奖惩要分明。

(二)组织放射防护知识培训，不准无证上岗，严格操作规程。

(三)定期检查放射防护设施，发现问题，及时检修。

四、组织机构及职能

1、科室辐射事故应急处理领导小组

组长：吴菊清

成员：李赛春、唐宇辉、王玉洁、朱婷、鲁涛、宁庆慧、郭浩、银美凤、林洁

2、应急处理领导小组职责

- (1) 按照辐射事故应急处理预案的要求，落实应急处理的各项日常工作；
- (2) 组织辐射事故应急人员的培训；
- (3) 负责与技术专家组、现场处置组的联络工作；
- (4) 负责与行政主管部门、环保、公安、卫生等相关部门的联络、报告应急处理工作；
- (5) 负责辐射事故应急处理期间的后勤保障工作；
- (6) 完成院应急处理领导小组交办的其它工作；

应急值班电话：15914321078

五、辐射事故的处理

1. 立即撤离有关工作人员，封锁现场，控制事故源，切断一切可能扩大污染范围的环节，防止事故扩大和蔓延。放射源丢失，要全力追回，对放射源脱出，要将源迅速转移至容器内。

2. 对可能受放射性核素污染或者损伤的人员，立即采取暂时隔离和应急救援措施，在采取有效个人防护措施的情况下组织人员彻底清除污染并根据需要实施医学检查和医学处理。

3. 对受照人员要及时估算受照剂量。

4. 污染现场未达到安全水平之前，不得解除封锁，将事故的后果和影响控制在最低限度。

六、辐射事故的报告

一般报告程序为：发生或者发现辐射事故的科室和个人，必须立即向医务科（或总值班）报告。医务科（或总值班）应立即向医院辐射事故应急工作小组成员汇报，由其向市公安局、市生态环境局，并同时向省生态环境厅报告，设备被



损应同时向公安机关报告，造成人员受到超剂量照射应同时向卫生部门报告。各部门联系方式如下：

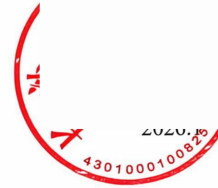
湖南省生态环境厅： 0731-85698110/12345；

长沙市生态环境局： 0731-84119262/12345；

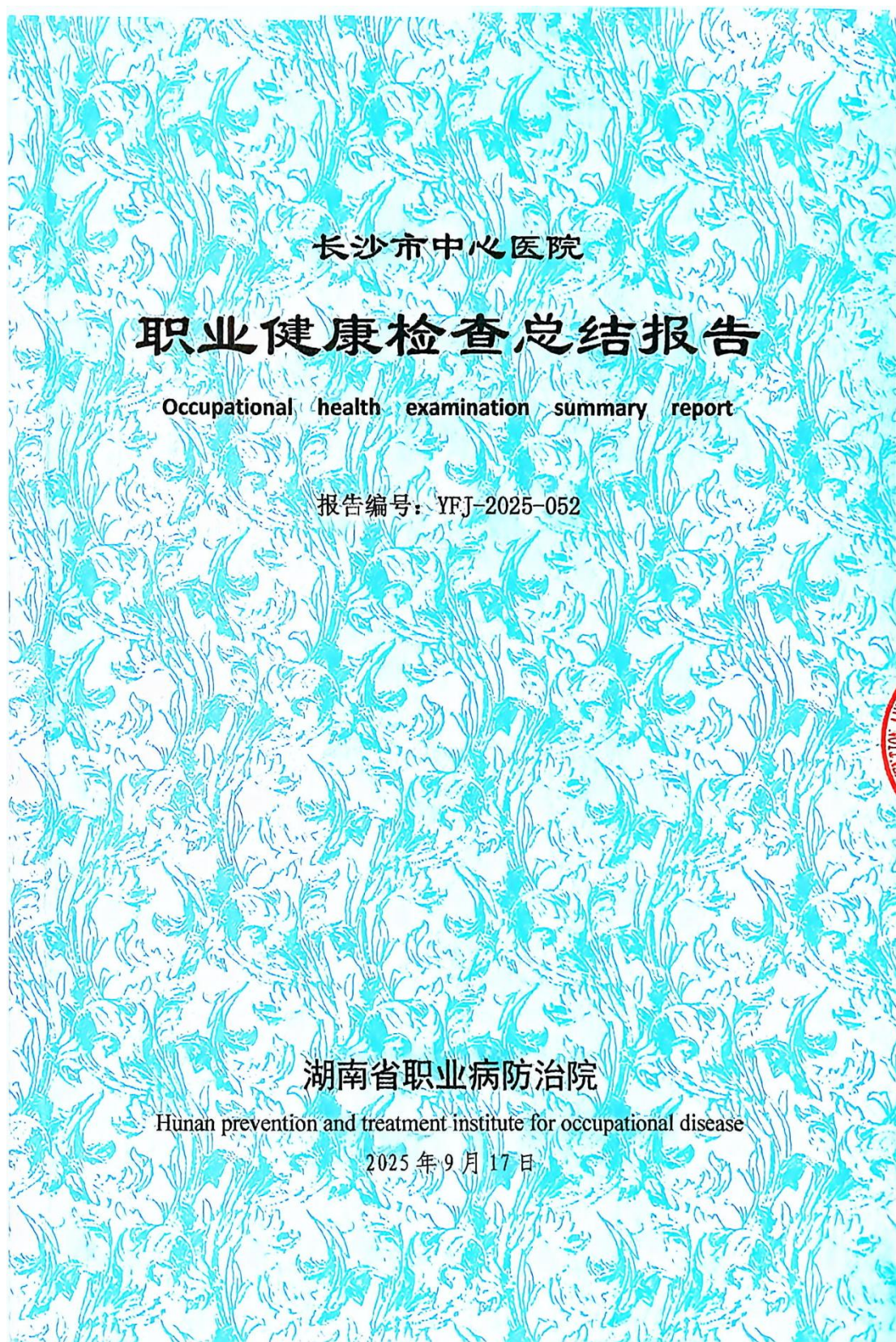
湖南省卫生健康委员会： 0731-8822295；

长沙市卫生健康委员会： 0731-88666186；

长沙市市公安局： 110；



附件 8 职业健康体检报告



禁忌证告知书

长沙市中心医院:

我院于 2025 年 3 月 5 日~2025 年 9 月 5 日对贵单位进行了职业健康检查,共检 178 人(并对 16 名需复查人员进行了复查),其中发现职业禁忌证 1 人,具体见附表。

贵单位应按照《中华人民共和国职业病防治法》的要求,将上述职业禁忌证人员调离其所禁忌的作业,不得安排其从事所禁忌的作业。

特此告知。

湖南省职业病防



放射工作人员职业健康检查总结报告

受检单位: 长沙市中心医院	地址: 长沙市韶山南路 161 号
统一社会信用代码: 124301004449074393	邮编: 410004
联系人: 向容	电话: 18684806577
放射线种类: X 射线	体检类别: 上岗前、在岗期间、离岗时
体检开始日期: 2025 年 3 月 5 日	体检完成日期: 2025 年 9 月 17 日
体检地点: 湖南省职业病防治院	

一、检查主要依据:

1. 《中华人民共和国职业病防治法》(2001.10.27 颁布, 主席令 第 60 号; 2018.12.29 修正, 主席令 第 24 号)
2. 《职业健康检查管理办法》(2015.5.1 实施, 国家卫计委令 第 5 号, 2019.2.28 修订, 国家卫健委令 第 2 号)
3. 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2005.12.1)
4. 《放射工作人员职业健康管理办 法》(卫生部令 第 55 号, 2007.11.1)
5. 《放射工作人员健康要求及监护规范》(GBZ98-2020)
6. 《放射性白内障诊断标准》(GBZ95-2014)
7. 《职业性放射性肿瘤判断规范》(GBZ97-2017)
8. 《职业性放射性甲状腺疾病诊断》(GBZ101-2020)
9. 《职业性放射性皮肤疾病诊断》(GBZ106-2020)
10. 《职业性放射性性腺疾病诊断》(GBZ107-2015)
11. 《职业性放射性疾病诊断总则》(GBZ112-2017)

12. 《放射工作人员职业健康检查外周血淋巴细胞染色体畸变检测与评价》(GBZ/T248-2014)

二、放射工作人员职业健康检查项目:

医学史、职业史调查; 常规检查(内科、外科、皮肤科)、眼科、眼晶体检查、肝胆脾胰肾彩超、常规心电图、血常规、肝功能、肾功能、甲状腺功能、染色体畸变率(%)、微核率、尿常规、胸部后前位 X 射线摄片。

三、检查仪器型号、编号与检定有效期:

检查项目	检查仪器及编号	仪器有效期至
血常规	五分类血细胞分析仪 1000i, 5007-2-082	2026 年 4 月 1 日
肝功能、肾功能、甲状腺功能	全自动生化免疫流水线 LA-60, 2005-2-393	2026 年 4 月 1 日
尿常规	尿液分析仪, 5007-2-079	2026 年 4 月 1 日
肝胆脾胰肾彩超	迈瑞便携式彩超机, 5007-2-094	2026 年 4 月 1 日
常规心电图	日本光电心电图机, 5007-2-056	2026 年 4 月 1 日
染色体畸变率、微核率	染色体显微图像扫描系统, 2005-1-253; 恒温培养箱, 2005-2-136	/
眼晶体	裂隙灯显微镜, 5007-1-095	/
胸部后前位 X 射线摄片	车载 DR, 5007-2-098	2025 年 12 月 19 日

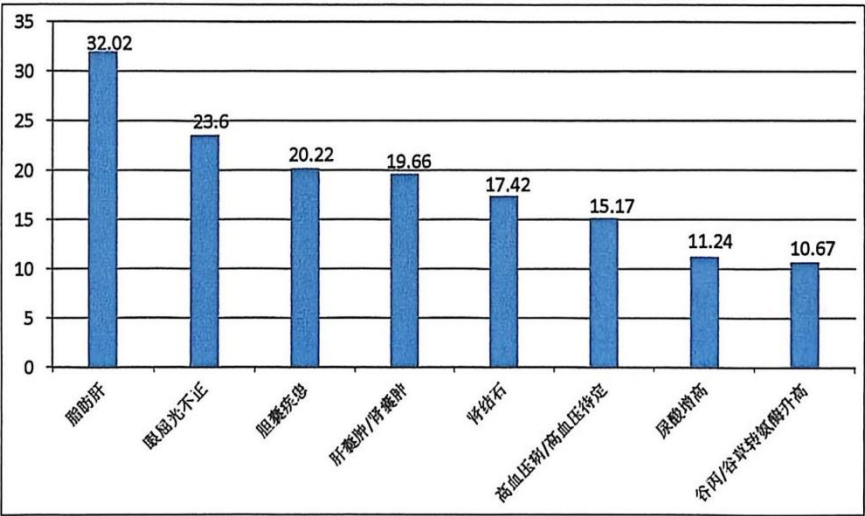
四、体检结果

我院于 2025 年 3 月 5 日至 2025 年 9 月 17 日对长沙市中心医院 178 名(并对 16 名需复查人员进行了复查)放射工作人员进行了职业健康检查。汇总如下:

有害因素	应检人数	实检人数	体检率%	复查人数	疑似职业病人数	职业禁忌证人数
电离辐射	178	178	100.00	11	0	1

其他主要异常结果及检出率

异常结果	检查人数	异常人数	异常检出率(%)
脂肪肝	178	57	32.02
眼屈光不正	178	42	23.60
胆囊疾患(胆囊结石、息肉等)	178	36	20.22
肝囊肿/肾囊肿	178	35	19.66
肾结石	178	31	17.42
高血压病/高血压待定	178	27	15.17
尿酸增高	178	20	11.24
谷丙/谷草转氨酶升高	178	19	10.67



其他主要异常结果检出率(%)

五、结论及建议

本次放射作业上岗前检查人员中，发现外周血淋巴细胞微核率增加1人，建议一个月内复查外周血淋巴细胞微核率；未照胸片(孕期)1人，

建议择期补照胸片。余均可从事放射工作。

在岗期间检查人员中,发现妊娠期(孕 27 周)1 人,建议暂脱离放射工作岗位;双眼屈光不正 2 人,建议一个月内复查矫正视力;白细胞、中性粒细胞减少 1 人,建议一个月内复查血常规,等待复查期间暂时脱离放射工作;外周血淋巴细胞微核率增加 1 人,建议一个月内复查外周血淋巴细胞微核率;未查眼科、眼晶体 1 人,建议一个月内补查眼科、眼晶体;未照胸片 4 人(其中 1 人孕 8 周),建议一个月内补照胸片(孕期人员择期补照胸片)。余未见各类放射性疾病,可继续原放射工作。

离岗时检查人员中,未见各类放射性疾病,可以离岗。

【备注:放射工作适任性意见分类说明】

1、上岗前放射工作适任性意见:

- a) 可从事放射工作;
- b) 在一定限制条件下可从事放射工作;
- c) 不宜从事放射工作。

2、在岗期间放射工作适任性意见

- a) 可继续原放射工作;
- b) 在一定限制条件下可从事放射工作;
- c) 暂时脱离放射工作;
- d) 不宜继续原放射工作。

3、离岗时检查结论

- a) 可以离岗;

b) 转相关医疗机构进一步检查;

注:

附表 1 职业健康检查异常结果一览表

附表 2 职业健康检查结果一览表

以下空白

报告编制人:  审核人:  签发人:  2025 年 9 月 17 日 (职业健康检查专用章)



序号	体检编号/ 身份证号	姓名	工种	性别	年龄 (岁)	工龄 (年)	部门	体检 类型	医学结论及建议	放射工作适任性意见
97	2505120001 / 4324241966 12061624	段传英	保洁	女	58	3	核医 学科	在岗 期间	尿量保持 2-2.5L, 避免尿液浓缩, 减少高草酸食物 (如菠菜、坚果、浓茶)。尿酸高者需低嘌呤饮食 (忌啤酒、海鲜、内脏)。适量运动, 促进微小结晶排出, 定期复查肾脏, 超声, 必要时就医行药物干预。 体检结果: 1. 肝内钙化灶 2. 高血压待定 3. 双眼屈光不正 (未戴眼镜无法矫正) 4. 左心室增大 建议: 1. 一般不做处理, 必要时到肝胆肾内科或肾内科就诊。2. 定期监测血压, 如血压仍高, 到心血管内科或肾内科就诊。3. 一个月内复查矫正视力。4. 建议做心脏彩超进一步明确心脏情况, 并于心脏内科随诊。	一个月内复查矫正视力。 段传英
98	2505290008 / 4302031987 09034010	郭浩	技师	男	38	14	核医 学科	在岗 期间	体检结果: 1. 脂肪肝 2. 高血压待定 3. 左晶体皮质内散在细点混浊 4. 肝内钙化灶 建议: 1. 低脂饮食, 适量运动, 定期复查肝脏 B 超。2. 定期监测血压, 如血压仍高, 到心血管内科或肾内科就诊。3. 定期检查眼底, 必要时眼科咨询或治疗。4. 一般不做处理, 必要时到肝胆肾内科或肾内科就诊。	可继续原放射工作。 郭浩
99	2505220009 / 4301051966 12313046	李赛春	医生	女	58	23	核医 学科	在岗 期间	体检结果: 1. 右眼未达到正常矫正视力, 左眼晶体核少量小片状混浊 2. 肝多发囊肿 3. 左肾囊肿 4. 窦性心动过缓 5. 尿素 (氮) 升高 6. 尿白细胞阳性 建议: 1. 建议到眼科咨询或治疗。2. 建议定期复查肝脏 B 超, 如肝囊肿短期内明显增大, 建议到肝胆外科咨询或治疗。3. 建议定期复查肾脏 B 超, 如肾囊肿短期内明显增大, 建议到泌尿外科咨询或治疗。4. 如无症状, 一般不做处理, 必要时到心血管内科或肾内科就诊。5. 低蛋白饮食, 定期复查血尿素氮, 必要时到内科或肾内科咨询或治疗。6. 复查尿液分析, 如仍异常, 建议到泌尿外科或肾内科咨询或治疗。	可继续原放射工作。 李赛春
100	2505280058 / 4305251990 10190086	林洁	护士	女	34	2	核医 学科	在岗 期间	体检结果: 1. 双眼屈光不正 2. 尿潜血可疑阳性 3. 尿酸减低 建议: 1. 建议到专业机构进行精确验光或矫正。2. 多见于急性肾小球肾炎、尿路结石、急性泌尿系感染及各种溶血性疾病, 也可见于经血污染所致。建议平时多喝水, 非月经期外阴清洁后留中段尿复查尿液分析, 如仍异常, 请到泌尿外科或肾内科咨询或治疗。3. 见于乳糜血, 以及应用肾上腺皮质激素、秋水仙碱、阿司匹林药物后, 建议复查肾功能, 查明原因, 对症治疗。	可继续原放射工作。 林洁
101	2505140035	宁庆慧	技师	女	30	3	核医 学科	在岗	体检结果: 电离辐射作业检查未见明显异常	可继续原放射工作。

序号	体检编号/ 身份证号	姓名	工种	性别	年龄 (岁)	工龄 (年)	部门	体检 类型	医学结论及建议	放射工作适任性意见
	/						学科	在岗 期间	建议: 定期职业性健康检查。	宁庄慈
102	2505210005 / 4301221995 03140369	唐宇辉	医生	女	45	11	核医 学科	在岗 期间	体检结果: 1. 右肾囊肿 2. 轻度脂肪肝 3. 右肝囊肿 4. 左肾结石 5. 双眼未达到正常矫正视力 建议: 1. 建议定期复查肾脏 B 超, 如肾脏肿短期内明显增大, 建议到泌尿外科咨询或诊治。 2. 低脂饮食、适量运动、定期复查肝脏 B 超。 3. 建议定期复查肝脏 B 超, 如肝脏肿短期内明显增大, 建议到肝胆外科咨询或诊治。 4. 建议定期复查肾脏 B 超及尿液分析, 如有异常, 请及时到泌尿外科咨询或诊治。 5. 建议到眼科咨询或诊治。	可继续原放射工作。 唐宇辉
103	2505160023 / 4325221990 08057406	王玉洁	医生	女	35	7	核医 学科	在岗 期间	体检结果: 1. 尿素氮偏低 2. 总蛋白及白蛋白降低 3. 红细胞减少 4. (孕 27 周) 5. 肌酐减低 建议: 1. 建议结合临床, 对症治疗, 定期复查。 2. 总蛋白及白蛋白降低常见于: 肝脏疾病如肝炎、肝硬化以及肝损伤, 营养不良如蛋白质摄入不足或消化吸收不良, 蛋白质丢失过多如肾病综合征, 以及慢性消耗性疾病。 建议定期复查, 必要时内科进一步诊治。 3. 建议复查血液分析, 如仍异常, 请到血液科咨询或诊治。 4. 暂时脱离放射工作。 5. 多见于营养不良、贫血、摄入蛋白量少等, 建议补充营养, 增加蛋白质摄入, 定期复查。	暂时脱离放射工作。 王玉洁
104	2505270027 / 4305231987 08190064	银美凤	护士	女	38	2	核医 学科	在岗 期间	体检结果: 1. 双眼屈光不正 2. 尿潜血可疑阳性 建议: 1. 建议到专业机构进行精确验光或矫正。 2. 多见于急性肾小球肾炎、尿路结石、急性泌尿系感染及各种溶血性疾病, 也可见于经血污染所致, 建议平时多饮水, 非月经期外阴清洁后留中段尿复查尿液分析, 如仍异常, 请到泌尿外科或肾脏内科咨询或诊治。	可继续原放射工作。 银美凤
105	2505240025 / 4305231993 09075901	朱婷	医生	女	32	5	核医 学科	在岗 期间	体检结果: 1. 右肝后叶稍强回声团: 疑血管瘤 2. 左眼晶体核片状混浊 建议: 1. 是一种较为常见的肝脏良性肿瘤, 临床上以海绵状血管瘤最多见, 病人多无明显不适症状, 常在 B 超检查或在腹部手术中发现。 尚无证据说明其有恶变可能, <4cm 者多无症状, 常于体格检查作腹部超声时偶然发现; 4cm 以上者约 40% 伴腹部不适, 肝肿大, 食欲不振、消化不良等症状。 建议定期复查肝脏 B 超, 肝胆外科进一步咨询或诊治。 2. 建议	可继续原放射工作。 朱婷

放射工作人员职业健康检查表



体检编号	2605220021	姓名	鲁涛	手机号	13142127637
工 号		性别	男	年龄	32 岁
职业危害	电离辐射				
工作单位	长沙市中心医院	部门/车间	核医学科		
监护种类	在岗期间	照射种类	2C 核医学		
身份证号	342626199401301611	体检时间	2026-05-22		

职业健康检查结果及处理意见

(一) 目标疾病检查结果及处理意见

1. 放射工作人员职业健康检查结果:
符合放射工作人员健康要求(GBZ98)
2. 放射工作人员处理(适任性)意见:
适任性意见: 可继续原放射工作

(二) 其他检查结果及处理意见

1. 体检结果:
 - (1) 肥胖
 - (2) 右肾结石
 - (3) 脂肪肝
 - (4) 谷丙转氨酶升高

2. 健康建议

(1) 体重超过标准体重 20%, 体重指数 ≥ 28 者为肥胖。原因: 1) 遗传与环境因素。2) 物质代谢与内分泌功能的改变。3) 脂肪细胞数目增多与肥大。4) 神经精神因素。5) 生活与饮食习惯。6) 药物性肥胖。肥胖的危害: 1. 增加心脑血管疾病的危险。2. 影响消化系统的功能。3. 影响内分泌系统的功能。4. 增加癌症发生的危险性。5. 其它: 关节软组织损伤、生殖能力下降、心理障碍。建议低脂、低糖饮食, 控制食量, 多吃蔬菜、水果, 控制饮食, 加大运动量, 在医生指导下降低体重。

(2) 肾结石为泌尿系统常见病, 多发病, 患者大多没有症状, 除非肾结石从肾脏掉落到输尿管造成输尿管的尿液阻塞。常见的症状有腰腹部绞痛、恶心、呕吐、烦躁不安、腹胀、血尿等。如果合并尿路感染, 也可能出现畏寒发热等现象。较小结石可大量饮水, 有可能受大量尿液的推送、冲洗而排出, 尿液增多还有助于感染的控制。结石直径较大或疼痛不能被药物缓解时, 应考虑采取外科治疗措施。建议定期复查肾脏 B 超及尿液分析, 如有异常, 请及时到泌尿外科咨询或诊治。

(3) 脂肪肝指的是以肝细胞脂肪过度贮积和脂肪变性为特征的临床病理综合征。脂肪肝与遗传-环境-代谢应激相关, 最常见的病因是酒精、肥胖、糖尿病等。脂肪肝分为轻度、中度、重度, 可进展为脂肪性肝炎或肝硬化。注意控制体重、合理调整膳食结构、加强运动等生活方式的改善是治疗脂肪肝的重要措施, 如伴发不适症状, 可遵医嘱进行治疗, 并半年左右检查一次腹部超声。

(4) 谷丙转氨酶是测定肝功能的重要指标之一, 谷丙转氨酶升高见于各类肝炎、脂肪肝以及一些药物如抗肿瘤药、抗结核药, 都会引起肝脏功能损害。此外, 大量喝酒、食用某些食物也会引起肝功能短时间损害。您的谷丙转氨酶仅偏高, 临床意义不大, 建议复查观察。

医 生

职业健康检查

主 治 医 生

日期: 2026 年 06 月 02 日

放射工作人员职业健康检查表



体检编号	2605270031	姓名	尹璇	手机号	15211828849
工 号		性别	女	年龄	27 岁
职业危害	电离辐射				
工作单位	长沙市中心医院	部门/车间	核医学科		
监护种类	在岗期间	照射种类	2C 核医学		
身份证号	430482199807120028	体检时间	2026-05-27		

职业健康检查结果及处理意见

- (一) 目标疾病检查结果及处理意见
- 1. 放射工作人员职业健康检查结果：
符合放射工作人员健康要求(GBZ98)
 - 2. 放射工作人员处理(适任性)意见：
适任性意见：可继续原放射工作
- (二) 其他检查结果及处理意见
- 1. 体检结果：
 - (1) 肝内多发稍高回声结节，性质待定：血管瘤？
 - (2) 双赤道少量散在细点混
 - (3) 尿素氮偏低
 - (4) 肌酐减低
 - (5) 尿潜血可疑阳性
 - 2. 健康建议
 - (1) 肝血管瘤是一种较为常见的肝脏良性肿瘤，临床上以海绵状血管瘤最多见，病人多无明显不适症状，常在 B 超检查或在腹部手术中发现。尚无证据说明其有恶变可能。<4cm 者多无症状，常于体格检查作腹部超声时偶然发现 4cm 以上者约 40%伴腹部不适，肝肿大，食欲不振、消化不良等症状。建议进一步检查以明确诊断。
 - (2) 定期复查眼晶体，必要时眼科进一步诊治。
 - (3) 尿素氮是人体蛋白质、氨基酸代谢产物。尿素氮偏低原因有排泄增多、生成减少。可见于肾功能异常、肝脏功能异常，如酒精性肝硬化、肝炎、慢性乙肝患者，日常蛋白质摄入较少、体型偏瘦、孕妇也可出现尿素氮偏低，建议结合临床，对症治疗，定期复查。
 - (4) 多见于营养不良、贫血、摄入蛋白量少等。建议补充营养，增加蛋白质摄入，定期复查。
 - (5) 多见于急性肾小球肾炎、尿路结石、急性泌尿系感染及各种溶血性疾病。建议平时多饮水，留中段尿复查尿液分析，如仍异常，请到泌尿外科或肾脏内科咨询或诊治。

医 生



日 期： 2026 年 06 月 03 日

放射工作人员职业健康检查表



体检编号	2605280001	姓名	吴菊清	手机号	15914321078
工 号		性别	女	年龄	39 岁
职业危害	电离辐射				
工作单位	长沙市中心医院	部门/车间	核医学科		
监护种类	在岗期间	照射种类	2C 核医学		
身份证号	430122198609177165	体检时间	2026-05-28		

职业健康检查结果及处理意见

(一) 目标疾病检查结果及处理意见

- 放射工作人员职业健康检查结果：
符合放射工作人员健康要求(GBZ98)
- 放射工作人员处理(适任性)意见：
适任性意见：可继续原放射工作

(二) 其他检查结果及处理意见

- 体检结果：
 - 双眼未达到正常矫正视力
 - 双赤道较多量细点混，晶状体核少量点状混浊（先天性）
 - 游离肾
- 健康建议：
 - 建议到眼科咨询或诊治。
 - 定期复查眼晶体，必要时眼科进一步诊治。
 - 建议泌尿科随诊。

医

主检
体检专用章
日期：2026年06月03日

附件 9 个人剂量检测结果

湖南省职业病防治院
检测 报 告

项目名称: 外照射个人监测	样品名称: 个人剂量计
委托单位: 长沙市中心医院	统一社会信用代码: 124301004449074393
地 址: 长沙市韶山南路 161 号	邮 编: 410004
联系人: 向 容	电 话: 18684806577
元件名称/状态: LiF(Mg、Cu、P) 圆片状	采/送样方式: 现场佩带
元件发放日期: 2025 年 9 月 29 日	样品数量: 320 个
元件回收日期: 2026 年 2 月 11 日	检测日期: 2026 年 2 月 27 日
检测方法(标准代号): 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)	
检测仪器名称 (型号、检定有效期)	5006-2-177 RE2000 热释光剂量测量装置 有效日期至 2026 年 3 月 9 日, X 射线刻度系数: 4.62×10^{-4} , γ 射线刻度系数: 4.31×10^{-4}

检测结论:

长沙市中心医院 275 名放射工作人员个人剂量当量见检测结果表。其中, 向春云从事放射治疗工作, 个人剂量计测量值为 0.86mSv, 经调查, 曾经佩戴个人剂量计扶持接受放射性检查的受检者。

以下空白。

报告编写人 杨帆 审核人 谭太生 签发人 许志勇



职业性外照射个人检测结果表

编号	姓名	性别	放射 工种	本佩戴期间个人 剂量当量 $H_p(10)$ (mSv)	年度有效剂量 $H_p(10)$ (mSv)
				(2025-10-10 至 2026-1-9)	(2025-1-10 至 2026-1-9)
039	陈昶君	男	诊断放射	0.05	0.20
042	关贤颂	男	介入放射	(铅衣内) 0.05 (铅衣外) 0.05	0.20
043	赵扬程	男	介入放射	(铅衣内) 0.14 (铅衣外) 0.19	0.54
046	李赛春	女	核医学	0.24	0.83
054	柴琴	女	放射治疗	0.05	0.20
055	苏天海	男	介入放射	(铅衣内) 0.05 (铅衣外) 0.05	0.20
056	谭小浪	女	放射治疗	0.05	0.20
057	彭妮	女	放射治疗	0.05	0.20
058	袁锦军	女	放射治疗	0.05	0.20
059	何君	男	放射治疗	0.05	0.20
060	阳帆帆	男	放射治疗	0.05	0.20
061	罗红艳	女	诊断放射	0.10	0.25
064	王勇新	男	诊断放射	0.05	0.20
065	黄文勇	男	介入放射	(铅衣内) 0.13 (铅衣外) 0.17	0.49
067	姚景江	男	诊断放射	0.05	0.20
068	李泽华	男	介入放射	(铅衣内) 0.05 (铅衣外) 0.10	0.20
069	郭浩	男	核医学	0.20	0.75
070	莫佳敏	女	诊断放射	0.05	0.20
072	黄辉	女	诊断放射	0.05	0.20
073	胡俊	男	诊断放射	0.14	0.29
075	欧自洲	男	诊断放射	0.10	0.25

职业性外照射个人检测结果表

编号	姓名	性别	放射工种	本佩戴期间个人 剂量当量 $H_p(10)$ (mSv)	年度有效剂量 $H_p(10)$ (mSv)
				(2025-10-10 至 2026-1-9)	(2025-1-10 至 2026-1-9)
076	常三利	女	介入放射	(铅衣内) 0.05 (铅衣外) 0.05	0.40
077	徐永梅	女	介入放射	(铅衣内) 0.05 (铅衣外) 0.05	0.20
078	高 杨	女	诊断放射	-	0.15
079	方晓龙	男	诊断放射	0.05	0.20
082	凌浩	女	诊断放射	0.05	0.20
083	陈峥嵘	男	诊断放射	0.05	0.20
084	黎琦	男	诊断放射	0.05	0.20
085	张亮	男	诊断放射	0.05	0.25
087	龚垠	女	诊断放射	0.05	0.20
088	姚冀	男	诊断放射	0.05	0.20
090	阎茜	女	诊断放射	0.05	0.15
091	周鹏	男	放射治疗	0.12	0.27
092	赵薇	女	诊断放射	0.05	0.39
094	湛昱帆	男	诊断放射	0.05	0.20
095	代艳	女	诊断放射	0.05	0.20
096	徐光浩	男	诊断放射	0.05	0.20
098	杨舟	女	诊断放射	0.05	0.20
099	毛璇舟	女	诊断放射	0.05	0.27
100	丁贝贝	女	诊断放射	0.10	0.30
101	唐宇辉	女	核医学	0.19	0.66
103	罗为民	男	诊断放射	0.05	0.51
104	汪学徽	男	诊断放射	0.05	0.56
105	王强	男	诊断放射	0.05	0.42
106	许宇霞	男	诊断放射	0.05	0.39

职业性外照射个人检测结果表

编号	姓名	性别	放射 工种	本佩戴期间个人 剂量当量 $H_p(10)$ (mSv) (2025-10-10 至 2026-1-9)	年度有效剂量 $H_p(10)$ (mSv) (2025-1-10 至 2026-1-9)
143	徐 伟	男	介入放射	(铅衣内) 0.21 (铅衣外) 0.31	0.64
145	冯铁桥	男	介入放射	(铅衣内) 0.15 (铅衣外) 0.20	0.60
148	邓江北	男	介入放射	(铅衣内) 0.13 (铅衣外) 0.17	0.95
149	任露	女	诊断放射	0.05	0.15 (9 个月)
150	刘敏	男	诊断放射	0.05	0.20
151	冯聪	男	诊断放射	0.05	0.20
152	蒋路平	男	介入放射	(铅衣外) 0.14	0.20
154	金桥	男	介入放射	(铅衣内) 0.05 (铅衣外) 0.18	0.20
156	黄佳宏	男	放射治疗	0.05	0.20
158	李玲	女	诊断放射	0.05	0.20
159	曾彬	女	介入放射	(铅衣内) 0.05 (铅衣外) 0.14	0.40
164	李琪	男	诊断放射	0.05	0.20
165	唐达斌	男	诊断放射	0.05	0.20
166	向俊	男	诊断放射	0.05	0.20
167	鲁涛	男	核医学	0.32	1.34
170	唐良俊	男	诊断放射	0.05	0.20
171	郑鹏	男	诊断放射	0.05	0.20
172	隆新娥	女	放射治疗	0.05	0.20
173	唐钧剑	男	诊断放射	0.05	0.20
174	刘艳	女	诊断放射	0.17	0.51

职业性外照射个人检测结果表

编号	姓名	性别	放射 工种	本佩带期间个人 剂量当量 $H_p(10)$ (mSv)	年度有效剂量 $H_p(10)$ (mSv)
				(2025-10-10 至 2026-1-9)	(2025-1-10 至 2026-1-9)
175	姜朋	男	诊断放射	0.05	0.20
176	唐俊欣	男	诊断放射	0.10	0.25
177	胡靖	男	诊断放射	0.05	0.20
178	邓积林	女	介入放射	(铅衣内) 0.05	0.20
				(铅衣外) 0.18	
179	蒋艳香	女	诊断放射	0.05	0.20
181	罗一	男	诊断放射	0.05	0.51
183	龙钢	男	介入放射	(铅衣内) 0.15	0.50
				(铅衣外) 0.20	
184	叶国红	男	介入放射	(铅衣内) 0.05	0.38
				(铅衣外) 0.05	
185	邓件良	男	诊断放射	0.05	0.20
186	曾驰	男	诊断放射	0.11	0.26
187	李亮	男	诊断放射	0.05	0.20
188	张少锋	男	诊断放射	0.05	0.28
189	廖雄	男	诊断放射	0.05	0.20
190	陈明辉	男	诊断放射	0.05	0.20
191	蒋亮东	男	诊断放射	0.05	0.20
192	丑克	男	诊断放射	0.05	0.20
193	何志勇	男	诊断放射	0.05	0.20
194	李良军	男	诊断放射	0.05	0.20
195	沈枫	男	诊断放射	0.05	0.20
196	徐诣	男	诊断放射	0.05	0.20
197	李金平	男	诊断放射	0.05	0.20
200	王玉洁	女	核医学	-	0.10 (6 个月)
203	孙铭	女	放射治疗	0.05	0.20

职业性外照射个人检测结果表

编号	姓名	性别	放射 工种	本佩戴期间个人 剂量当量 $H_p(10)$ (mSv)	年度有效剂量 $H_p(10)$ (mSv)
				(2025-10-10 至 2026-1-9)	(2025-1-10 至 2026-1-9)
206	陈早	女	诊断放射	0.05	0.10 (6 个月)
208	李敏	女	介入放射	(铅衣内) 0.05 (铅衣外) 0.13	0.20
210	张劲松	男	其他应用	0.05	0.20
212	陈向	女	诊断放射	0.05	0.20
213	梁程	男	诊断放射	0.05	0.20
232	李成	男	诊断放射	0.05	0.20
240	颜宇翔	男	诊断放射	0.05	0.25
241	杨娟	女	诊断放射	0.05	0.20
242	夏梦莹	女	诊断放射	-	0.15 (9 个月)
243	张 帅	男	介入放射	(铅衣内) 0.15 (铅衣外) 0.19	0.55
244	赵阳	男	放射治疗	0.05	0.20
245	杨相辉	男	放射治疗	0.05	0.20
246	熊娟	女	诊断放射	0.05	0.20
248	朱婷	女	核医学	0.21	0.68
249	廖志中	男	诊断放射	0.05	0.20
253	王新平	男	介入放射	0.14	0.64
254	申月明	男	介入放射	(铅衣外) 0.62	0.48
255	王俊	男	介入放射	(铅衣外) 0.74	0.53
256	刘卓	男	介入放射	0.10	0.52
257	肖博文	男	介入放射	-	0.22 (6 个月)
262	彭红春	男	诊断放射	0.05	0.20
263	蒋其宏	男	诊断放射	0.05	0.20
264	李远红	男	诊断放射	0.05	0.36
265	熊杰鹏	男	诊断放射	0.05	0.20

职业性外照射个人检测结果表

编号	姓 名	性 别	放射 工种	本佩戴期间个人	年度有效剂量
				剂量当量 $H_p(10)$ (mSv) (2025-10-10 至 2026-1-9)	$H_p(10)$ (mSv) (2025-1-10 至 2026-1-9)
295	丁洁	女	诊断放射	0.05	0.20
296	宁庆慧	女	核医学	0.36	1.02
297	陶易斌	男	其他应用	0.05	0.20
298	成文叶	女	诊断放射	0.05	0.20
300	张钰	男	介入放射	(铅衣内) 0.18 (铅衣外) 0.19	0.71
301	张佑生	男	介入放射	(铅衣内) 0.05 (铅衣外) 0.05	0.20
302	杨力	男	诊断放射	0.05	0.31
303	刘竟	女	诊断放射	0.05	0.20
304	夏域豪	女	诊断放射	0.05	0.20
305	王成琛	女	诊断放射	0.05	0.20
306	徐桂兰	男	介入放射	(铅衣内) 0.16 (铅衣外) 0.26	0.56
307	史强	男	诊断放射	0.05	0.32
308	姚环	男	介入放射	(铅衣内) 0.16 (铅衣外) 0.17	0.56
309	吴晋阳	男	介入放射	(铅衣内) 0.17 (铅衣外) 0.18	0.55
311	尤迪	男	诊断放射	0.05	0.20
312	罗鹏	男	诊断放射	0.05	0.20
313	谷云	男	诊断放射	0.05	0.20
314	袁承佳	女	诊断放射	0.05	0.20
315	杨嘉钦	男	介入放射	(铅衣内) 0.05 (铅衣外) 0.05	0.40
317	吴菊清	女	核医学	0.11	0.48

职业性外照射个人检测结果表

编号	姓名	性别	放射 工种	本佩戴期间个人 剂量当量 $H_p(10)$ (mSv) (2025-10-10 至 2026-1-9)	年度有效剂量 $H_p(10)$ (mSv) (2025-1-10 至 2026-1-9)
346	邹姣姣	女	诊断放射	-	0.10 (6 个月)
347	段振岚	男	诊断放射	-	0.26 (6 个月)
348	颜荣艳	女	诊断放射	0.05	0.25
349	唐泽平	男	诊断放射	0.05	0.39
350	罗昕玥	女	诊断放射	0.14	0.39
351	林洁	女	核医学	0.24	0.99
352	张畅	女	放射治疗	-	0.10 (6 个月)
353	冯细梅	女	诊断放射	0.05	0.20
354	黄旭东	男	诊断放射	0.05	0.20
355	银美凤	女	核医学	0.28	1.06
357	彭巧	女	介入放射	(铅衣内) 0.05 (铅衣外) 0.05	0.20
358	解婧怡	女	介入放射	(铅衣内) 0.05 (铅衣外) 0.05	0.38
359	杨云婷	女	介入放射	(铅衣内) 0.05 (铅衣外) 0.05	0.32
360	曾浩	男	诊断放射	0.05	0.47
361	刘青	女	介入放射	(铅衣内) 0.05 (铅衣外) 0.13	0.20
362	吴辉	女	介入放射	0.22	0.53
363	解格	女	介入放射	0.23	0.77
364	肖樱	女	介入放射	(铅衣内) 0.05 (铅衣外) 0.05	0.20
365	谢湘宇	男	诊断放射	0.05	0.26
366	李荣帅	男	诊断放射	0.05	0.27
367	刘昆	男	诊断放射	0.05	0.26

职业性外照射个人检测结果表

编号	姓名	性别	放射工种	本佩戴期间个人 剂量当量 $H_p(10)$ (mSv) (2025-10-10 至 2026-1-9)	年度有效剂量 $H_p(10)$ (mSv) (2025-1-10 至 2026-1-9)
368	王雅丽	女	诊断放射	0.05	0.25
369	汤贝	女	诊断放射	0.05	0.20
370	张睿颖	女	诊断放射	0.05	0.29
371	周圆	女	介入放射	0.19	0.53 (9 个月)
372	冯辉	女	介入放射	0.11	0.59
373	陈柳	女	介入放射	(铅衣内) 0.05 (铅衣外) 0.05	0.20
374	尹璇	女	核医学	0.05	0.34
375	刘玉靖	男	诊断放射	0.05	0.20
376	谢正	女	介入放射	(铅衣内) 0.05 (铅衣外) 0.05	0.15 (9 个月)
378	卜晋辉	男	诊断放射	0.05	0.38
379	李帅	男	诊断放射	0.05	0.25
380	李亮	男	介入放射	(铅衣内) 0.05 (铅衣外) 0.05	0.15 (9 个月)
381	向启中	男	介入放射	(铅衣内) 0.05 (铅衣外) 0.05	0.15 (9 个月)
382	李岳勇	男	介入放射	(铅衣内) 0.15 (铅衣外) 0.16	0.30 (9 个月)
383	范维	男	诊断放射	0.05	0.15 (9 个月)
384	陈子豪	男	介入放射	(铅衣内) 0.15 (铅衣外) 0.27	0.25 (9 个月)
385	黎培	男	介入放射	(铅衣内) 0.21 (铅衣外) 0.24	0.31 (9 个月)
386	施泰龙	男	诊断放射	0.05	0.15 (9 个月)
387	周思艺	女	诊断放射	0.05	0.15 (9 个月)

附件 10：本项目辐射工作人员辐射培训证书

核技术利用辐射安全与防护考核 成绩报告单  鲁涛，男，1994年01月30日生，身份证：342626199401301611，于2026年04月参加核医学辐射安全与防护考核，成绩合格。 编号：FS26HN0300056 有效期：2026年04月14日至2031年04月14日 报告单查询网址：fusha.mee.gov.cn 	核技术利用辐射安全与防护考核 成绩报告单  郭浩，男，1987年09月03日生，身份证：430203198709034010，于2026年05月参加核医学辐射安全与防护考核，成绩合格。 编号：FS26HN0300102 有效期：2026年06月03日至2031年06月03日 报告单查询网址：fusha.mee.gov.cn 
核技术利用辐射安全与防护考核 成绩报告单  林洁，女，1990年10月19日生，身份证：430525199010190086，于2023年12月参加核医学辐射安全与防护考核，成绩合格。 编号：FS23HN0300142 有效期：2023年12月03日至2028年12月03日 报告单查询网址：fusha.mee.gov.cn 	核技术利用辐射安全与防护考核 成绩报告单  宁庆慧，女，1995年03月14日生，身份证：430122199503140369，于2022年01月参加核医学辐射安全与防护考核，成绩合格。 编号：FS22HN0300013 有效期：2022年01月14日至2027年01月14日 报告单查询网址：fusha.mee.gov.cn 
核技术利用辐射安全与防护考核 成绩报告单  王玉洁，女，1990年08月05日生，身份证：432522199008057406，于2022年01月参加核医学辐射安全与防护考核，成绩合格。 编号：FS22HN0300014 有效期：2022年01月14日至2027年01月14日 报告单查询网址：fusha.mee.gov.cn 	核技术利用辐射安全与防护考核 成绩报告单  银美凤，女，1987年08月19日生，身份证：430523198708190064，于2023年11月参加核医学辐射安全与防护考核，成绩合格。 编号：FS23HN0300135 有效期：2023年11月04日至2028年11月04日 报告单查询网址：fusha.mee.gov.cn 
核技术利用辐射安全与防护考核 成绩报告单  朱婷，女，1993年09月07日生，身份证：430523199309075901，于2025年05月参加核医学辐射安全与防护考核，成绩合格。 编号：FS25HN0300017 有效期：2025年05月21日至2030年05月21日 报告单查询网址：fusha.mee.gov.cn 	核技术利用辐射安全与防护考核 成绩报告单  尹璐，女，1998年07月12日生，身份证：430482199807120028，于2024年10月参加核医学辐射安全与防护考核，成绩合格。 编号：FS24HN0300046 有效期：2024年10月11日至2029年10月11日 报告单查询网址：fusha.mee.gov.cn 

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



吴菊清，女，1986年09月17日生，身份证：430122198609177165，于2024年05月参加 核医学 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS24HN0300028

有效期：2024年05月18日 至 2029年05月18日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn



核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



唐宇辉，女，1980年02月14日生，身份证：430521198002140548，于2026年06月参加 核医学 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS26HN0300113

有效期：2026年06月15 至 2031年06月15日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn



核工业二三〇研究所



监测报告

[核环监]2408-004-001

项目名称：长沙市中心医院核医学科改扩建项目辐射环境本底监测

委托单位：长沙市中心医院

监测单位：核工业二三〇研究所



签发日期：2024年10月21日

报告编制：朱敏 审核人：张攸 签发人：曹西红

说 明

1. 报告无本单位检测报告专用章、骑缝章、 章无效。
2. 复制报告未重新加盖本单位检测报告专用章无效。
3. 报告涂改无效。
4. 自送样品的委托检测，其结果仅对来样负责；对不可复现的监测项目，结果仅对监测所代表的时间和空间负责。
5. 对监测报告如有异议，请于收到报告之日起两个月内以书面形式向本机构提出，逾期不予受理。

单位名称：核工业二三〇研究所

地 址：湖南省长沙市雨花区桂花路34号

邮政编码：410007

联系电话：0731-85484684

传 真：0731-85484684

电子邮箱：230hpzx@sina.com

核 工 业 二 三 0 研 究 所

监 测 报 告

[核环监]2408-004-001

项目名称	长沙市中心医院核医学科改扩建项目辐射环境本底监测		
委托单位	长沙市中心医院		
委托单位地址	湖南省长沙市雨花区韶山南路 161 号		
联系人	易阳	联系电话	13332510111
监测项目	环境γ辐射剂量率、α、β放射性表面污染	监测方式	现场监测
监测地点	门急诊医技楼三楼核医学科		
监测环境条件	2024 年 8 月 7 日：天气：晴；环境温度：37℃；相对湿度：62%		
监测依据	1、《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）； 2、《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）； 3、《表面污染测定第一部分：β发射体(E _{βmax} >0.15 MeV)和α发射体》(GB/T 14056.1-2008)。		
监测仪器	仪器名称	X、γ 辐射空气比释动能率仪	α、β表面污染测量仪
	仪器型号	主机：FH40G 探头：FHZ672E-10	LB-124
	制造单位	Thermo	BERTHOLD
	出厂编号	主机：41065 探头：11596	10-10210
	能量响应范围	主机：30keV-4.4MeV； 探头：40keV-4.4MeV	/
	量程	主机：10nSv/h-1Sv/h， 探头：1nSv/h-100μSv/h	α：0-5000cps β：0-50000cps
	检定单位	湖南省电离辐射计量站	湖南省电离辐射计量站
	检定证书编号	hnjln2024036-120	hnjln2024036-117
	检定有效期	2024.3.6~2025.3.5	2024.3.6~2025.3.5
备注	本报告仅对本次监测数据负责。		

核 工 业 二 三 0 研 究 所

监 测 报 告

[核环监]2408-004-001

附表 监测结果				
表 1 本项目工作场所及周边环境γ辐射现状监测结果				
点位 代号	监测点位描述	监测结果（nGy/h）		备注
		测量值	标准差	
γ1	核医学科过道	103.2	3.3	楼房
γ2	核医学科 SPECT 操作室 1	106.8	3.2	楼房
γ3	核医学科 SPECT 操作室 2	104.3	5.9	楼房
γ4	核医学科男卫生间-医护用	140.5	2.5	楼房
γ5	核医学科女卫生间-医护用	140.0	2.8	楼房
γ6	核医学科 SPECT 机房 1	123.0	3.0	楼房
γ7	核医学科 SPECT 机房 2	122.5	2.4	楼房
γ8	病人卫生通过间 1	122.8	2.9	楼房
γ9	病人卫生通过间 2	122.2	2.6	楼房
γ10	病人待检室	122.8	2.2	楼房
γ11	核医学科男卫生间-病人用	157.5	2.7	楼房
γ12	核医学科女卫生间-病人用	158.3	2.5	楼房
γ13	清洗间	121.9	2.4	楼房
γ14	病人休息室 1	141.1	2.2	楼房
γ15	病人休息室 2	139.4	3.2	楼房
γ16	淋洗标记室	106.0	3.2	楼房
γ17	病人走廊 1	104.2	3.2	楼房
γ18	病人走廊 2	137.5	3.5	楼房
γ19	储源室外 30cm 处	103.7	2.8	楼房
γ20	衰变室外 30cm 处	106.3	2.1	楼房
γ21	空调机房外 30cm 处	121.5	2.7	楼房
γ22	卫生通过间外	107.3	3.4	楼房
γ23	库房外 30cm 处	102.9	2.9	楼房

核 工 业 二 三 〇 研 究 所

监 测 报 告

[核环监]2408-004-001

续表 1 本项目工作场所及周边环境γ辐射现状监测结果				
点位 代号	监测点位描述	监测结果（nGy/h）		备注
		测量值	标准差	
γ24	放免实验室外 30cm 处	103.0	3.0	楼房
γ25	多肿瘤标记物检测室外 30cm 处	103.0	3.0	楼房
注：1、本次测量时，仪器探头距地面的参考高度为 1m，仪器读数稳定后，以 10s 为间隔读取 10 个数据；				
2、监测结果 $D\gamma=k1*k2*R\gamma/1.2$ ，检定系数 $k1=1.04$ ，检验源效率因子 $k2=1$ ； $R\gamma$ 为仪器测量读数数值均值；以上监测结果未扣除仪器对宇宙射线的响应值。				
表 2 本项目工作场所及周边α、β放射性表面污染现状监测结果				
点位 代号	监测点位描述	监测结果（Bq/cm ² ）		
		α放射性表面污染	β放射性表面污染	
1#	核医学科入口大厅墙面	<0.006	<0.004	
2#	核医学科过道地面	<0.006	<0.004	
3#	核医学科过道墙面	<0.006	<0.004	
4#	核医学科走廊地面	<0.006	0.104	
5#	核医学科走廊墙面	<0.006	0.005	
6#	核医学科大厅椅子表面	<0.006	0.046	
7#	核医学科大厅桌子表面	<0.006	0.035	
8#	核医学科大厅地面	<0.006	0.039	
9#	核医学科大厅墙面	<0.006	0.021	
10#	核医学科 SPECT 操作室 1 地面	<0.006	<0.004	
11#	核医学科 SPECT 操作室 2 地面	<0.006	<0.004	
12#	核医学科 SPECT 机房 1 地面	<0.006	<0.004	
13#	核医学科 SPECT 机房 1 墙面	<0.006	<0.004	
14#	核医学科 SPECT 机房 2 地面	<0.006	<0.004	
15#	核医学科 SPECT 机房 2 墙面	<0.006	<0.004	
16#	核医学科男卫生间地面-医护用	<0.006	<0.004	

核 工 业 二 三 0 研 究 所

监 测 报 告

[核环监]2408-004-001

续表 2 本项目工作场所及周边α、β放射性表面污染现状监测结果			
点位 代号	监测点位描述	监测结果（Bq/cm ² ）	
		α放射性表面污染	β放射性表面污染
17#	核医学科男卫生间墙面-医护用	<0.006	<0.004
18#	核医学科女卫生间地面-医护用	<0.006	<0.004
19#	核医学科女卫生间墙面-医护用	<0.006	<0.004
20#	病人卫生通过间 1 地面	<0.006	0.055
21#	病人卫生通过间 1 墙面	<0.006	0.055
22#	病人卫生通过间 2 地面	<0.006	0.065
23#	病人卫生通过间 2 墙面	<0.006	<0.004
24#	病人待检室地面	<0.006	0.014
25#	病人待检室墙面	<0.006	<0.004
26#	病人待检室椅子墙面	<0.006	<0.004
27#	核医学科男卫生间地面-病人用	<0.006	0.028
28#	核医学科男卫生间墙面-病人用	<0.006	0.014
29#	核医学科女卫生间地面-病人用	<0.006	0.028
30#	核医学科女卫生间墙面-病人用	<0.006	0.025
31#	清洗间地面	<0.006	<0.004
32#	清洗间墙面	<0.006	<0.004
33#	病人休息室 1 地面	<0.006	0.009
34#	病人休息室 1 墙面	<0.006	0.007
35#	病人休息室 1 病床表面	<0.006	0.062
36#	病人休息室 2 地面	<0.006	0.023
37#	病人休息室 2 墙面	<0.006	0.037
38#	病人休息室 2 病床表面	<0.006	0.074
39#	淋洗标记室地面	<0.006	0.023
40#	淋洗标记室墙面	<0.006	0.005
41#	洗消室分装柜	<0.006	<0.004

核 工 业 二 三 〇 研 究 所

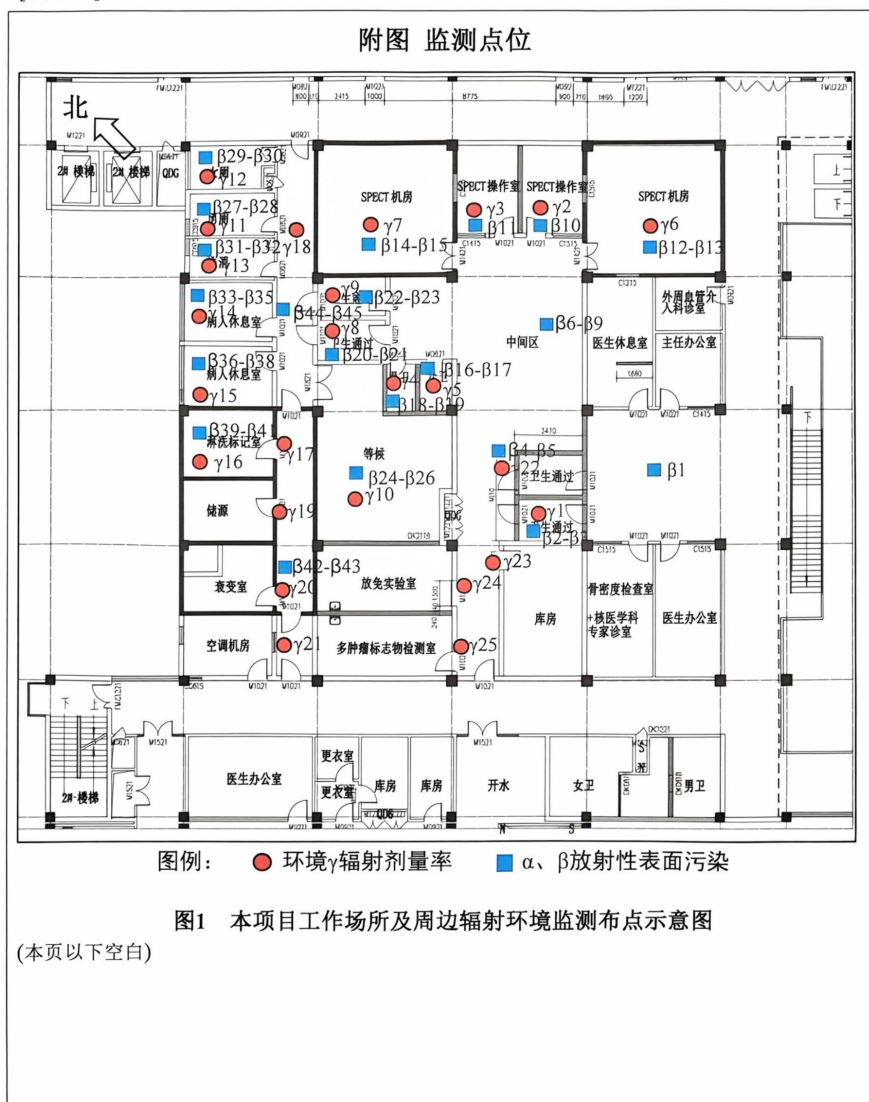
监 测 报 告

[核环监]2408-004-001

续表 2 本项目工作场所及周边α、β放射性表面污染现状监测结果			
点位 代号	监测点位描述	监测结果（Bq/cm ² ）	
		α放射性表面污染	β放射性表面污染
42#	病人走廊 1 地面	<0.006	<0.004
43#	病人走廊 1 墙面	<0.006	<0.004
44#	病人走廊 2 地面	<0.006	0.012
45#	病人走廊 2 墙面	<0.006	<0.004
注：1、以上监测结果已扣除环境本底值； 2、α放射性表面污染探测下限 ND _(α) 为 0.006Bq/cm ² ；β表面污染探测下限 ND _(β) ：0.004Bq/cm ² ， 若监测结果小于探测下限，则记录为<探测下限值。			
(本页以下空白)			

核工业二三〇研究所 监测报告

[核环监]2408-004-001



核工业二三〇研究所



监测报告

[核环监]2408-004-002

项目名称: 长沙市中心医院核医学科改扩建项目辐射环境本底监测

委托单位: 长沙市中心医院

监测单位: 检测专用章

签发日期: 2024年10月21日

报告编制: 朱毅 审核人: 张纹 签发人: 曹西红

说 明

1. 报告无本单位检测报告专用章、骑缝章、章无效。
2. 复制报告未重新加盖本单位检测报告专用章无效。
3. 报告涂改无效。
4. 自送样品的委托检测，其结果仅对来样负责；对不可复现的监测项目，结果仅对监测所代表的时间和空间负责。
5. 对监测报告如有异议，请于收到报告之日起两个月内以书面形式向本机构提出，逾期不予受理。

单位名称：核工业二三〇研究所

地 址：湖南省长沙市雨花区桂花路34号

邮政编码：410007

联系电话：0731-85484684

传 真：0731-85484684

电子邮箱：230hpzx@sina.com

核 工 业 二 三 0 研 究 所

监 测 报 告

[核环监]2408-004-002

项目名称	长沙市中心医院核医学科改扩建项目辐射环境本底监测		
委托单位	长沙市中心医院		
委托单位地址	湖南省长沙市雨花区韶山南路 161 号		
联系人	易阳	联系电话	13332510111
监测项目	环境γ辐射剂量率、α、β放射性表面污染	监测方式	现场监测
监测地点	门急诊医技楼三楼核医学科		
监测环境条件	2024 年 8 月 7 日：天气：晴；环境温度：37℃；相对湿度：62%		
监测依据	1、《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）； 2、《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）； 3、《表面污染测定第一部分：β发射体(E _{βmax} >0.15 MeV)和α发射体》(GB/T 14056.1-2008)。		
监测仪器	仪器名称	X、γ 辐射空气比释动能率仪	α、β表面污染测量仪
	仪器型号	主机：FH40G 探头：FHZ672E-10	LB-124
	制造单位	Thermo	BERTHOLD
	出厂编号	主机：41065 探头：11596	10-10210
	能量响应范围	主机：30keV-4.4MeV； 探头：40keV-4.4MeV	/
	量程	主机：10nSv/h-1Sv/h， 探头：1nSv/h-100μSv/h	α：0-5000cps β：0-50000cps
	检定单位	湖南省电离辐射计量站	湖南省电离辐射计量站
	检定证书编号	hnjln2024036-120	hnjln2024036-117
	检定有效期	2024.3.6~2025.3.5	2024.3.6~2025.3.5
备注	本报告仅对本次监测数据负责。		

第 1 页

核工业二三〇研究所
监测报告

[核环监]2408-004-002

附表 监测结果				
表 1 本项目工作场所及周边环境γ辐射现状监测结果				
点位 代号	监测点位描述	监测结果（nGy/h）		备注
		测量值	标准差	
γ1	三楼核医学科东南侧走廊	108.2	3.5	楼房
γ2	三楼核医学科西南侧走廊	105.2	3.2	楼房
γ3	三楼核医学科西北侧道路	103.0	2.8	道路
γ4	三楼核医学科东北侧走廊	105.1	3.4	楼房
γ5	核医学科入口大厅	102.9	3.5	楼房
γ6	核医学科大厅（中间区）	139.4	2.5	楼房
γ7	核医学科楼上四楼健康管理 中心彩超室	104.9	3.2	楼房
γ8	核医学科楼上四楼健康管理 中心内科	101.2	3.2	楼房
γ9	核医学科楼下二楼门诊抽血 室门口	104.3	2.0	楼房
γ10	核医学科楼下二楼门诊血液 科用房门口	104.2	2.9	楼房
γ11	门急诊医技楼西北侧道路	102.9	2.9	道路
γ12	门急诊医技楼北侧道路	103.1	3.1	道路
γ13	门急诊医技楼西南侧道路	105.7	2.7	道路
γ14	核医学科衰变池顶部	105.7	2.9	道路
注：1、本次测量时，仪器探头距地面的参考高度为 1m，仪器读数稳定后，以 10s 为间隔读取 10 个数据；				
2、监测结果 $D\gamma=k_1\cdot k_2\cdot R\gamma/1.2$ ，检定系数 $k_1=1.04$ ，检验源效率因子 $k_2=1$ ； $R\gamma$ 为仪器测量读数值均值；以上监测结果未扣除仪器对宇宙射线的响应值。				
（本页以下空白）				

核 工 业 二 三 0 研 究 所

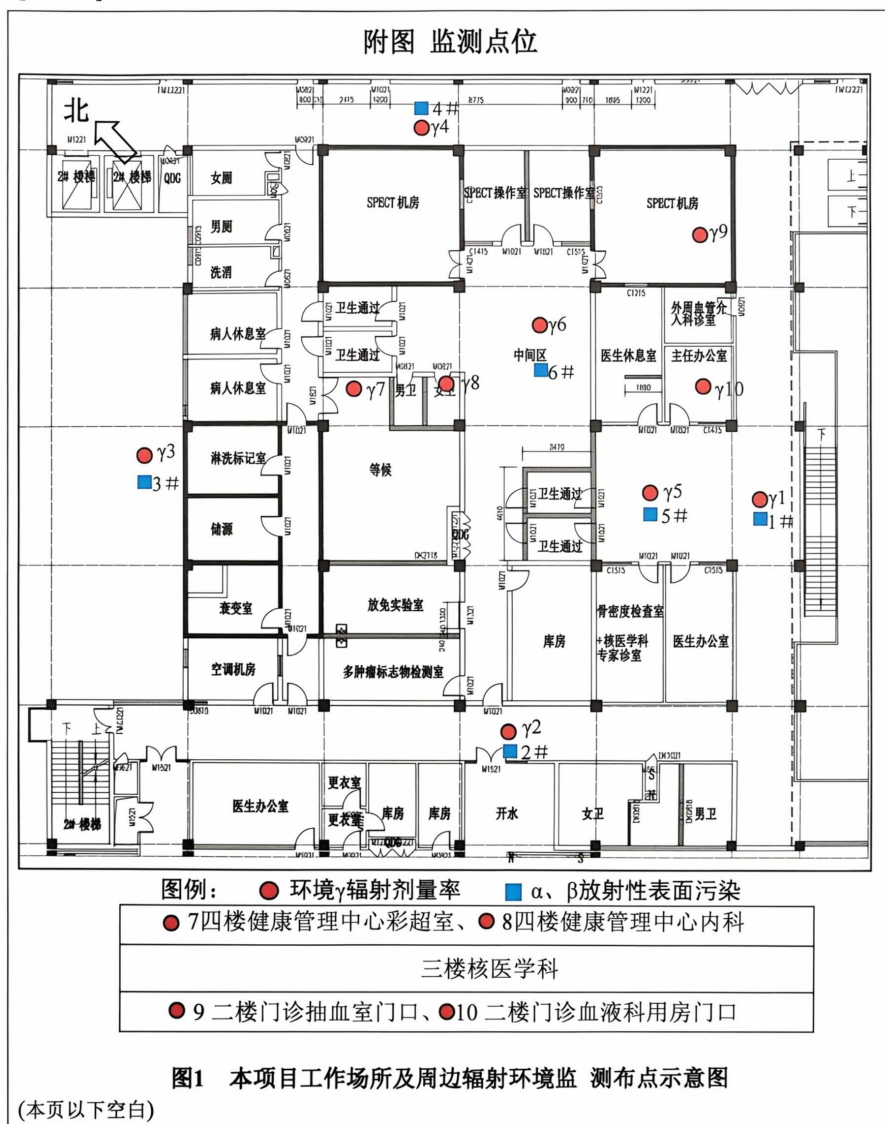
监 测 报 告

[核环监]2408-004-002

表 2 本项目工作场所及周边α、β放射性表面污染现状监测结果			
点位 代号	监测点位描述	监测结果（Bq/cm ² ）	
		α放射性表面污染	β放射性表面污染
1#	三楼核医学科东南侧走廊	<0.006	<0.004
2#	三楼核医学科西南侧走廊	<0.006	<0.004
3#	三楼核医学科西北侧道路	<0.006	<0.004
4#	三楼核医学科东北侧走廊	<0.006	<0.004
5#	核医学科入口大厅	<0.006	0.012
6#	核医学科大厅（中间区）	<0.006	0.039
7#	核医学科衰变池	<0.006	<0.004
注：1、以上监测结果已扣除环境本底值；			
2、α放射性表面污染探测下限 ND _(α) 为 0.006Bq/cm ² ；β表面污染探测下限 ND _(β) ：0.004Bq/cm ² ，若监测结果小于探测下限，则记录为<探测下限值。			
（本页以下空白）			

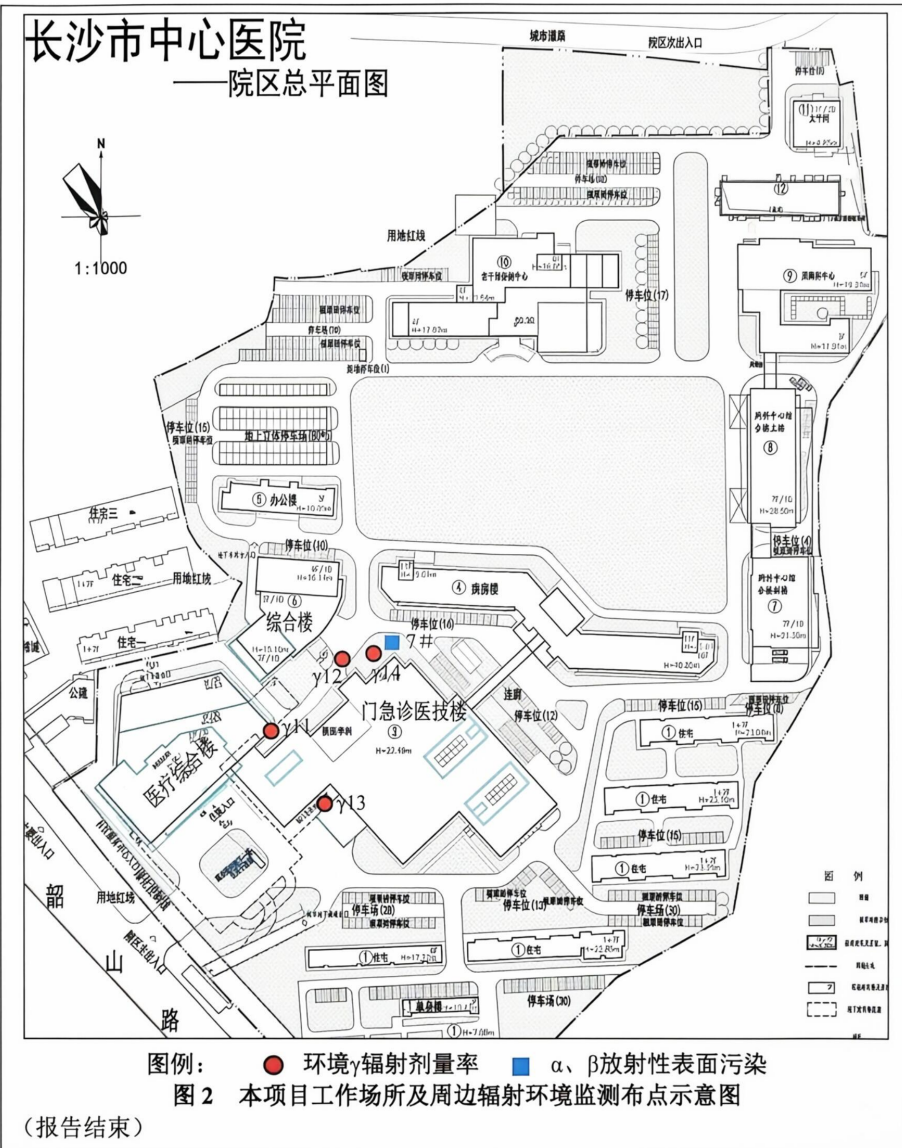
核工业二三〇研究所 监测报告

[核环监]2408-004-002



核工业二三〇研究所 监测报告

[核环监]2408-004-002



附件 12 长沙市中心医院核技术利用改扩建项目建设概况

关于长沙市中心医院核医学科改扩建项目的情况说明

1、项目概况

我单位拟对门急诊医技楼三楼核医学科进行改造。改造后，核医学科为一处乙级非密封放射性工作场所，拟使用 ^{99m}Tc 用于 SPECT、SPECT-CT 显像诊断；使用非密封放射性物质 ^{131}I 、 ^{131}I （胶囊）、 ^{89}Sr 、 ^{32}P 以及密封放射源 ^{90}Sr 开展核素治疗；此外，拟在 SPECT-CT 机房内新增一台 SPECT-CT（属于 III 类射线装置）用于开展 ^{99m}Tc 显像诊断，并在医院门急诊医技楼西北侧地坪下新建 1 套衰变池（1#衰变池，收集含 ^{99m}Tc 的放射性废水），在门急诊医技楼北侧地坪下拆除旧衰变池后再新建 1 套衰变池（2#衰变池，收集含 ^{131}I 的放射性废水）。

人员配置:

改造完成后原核医学科辐射工作人员统一调配至本项目工作场所，不存在辐射工作人员同时从事其他放射性工作。原有辐射工作人员 10 名，均已取得核技术利用辐射安全与防护考核合格成绩报告单，且均在有效期内。所有辐射工作人员均按要求进行了职业健康检查和个人剂量监测，结果无异常。

2、工作负荷

（1）根据医院提供资料， ^{99m}Tc 日诊断患者不超过 100 人次，共两台设备显像诊断（SPECT/SPECT-CT），每台设备诊断患者不超过 50 人次，单个患者检查期间放射性药物 ^{99m}Tc 注射量不超过 25mCi（ $9.25\text{E}+8\text{Bq}$ ），每年工作 250 天。

（2）根据医院提供的资料，甲亢治疗每天最多治疗 20 个病人（甲亢治疗 ^{131}I 液体与 ^{131}I 胶囊各 10 人），年工作 100 天，年最大治疗人数为 2000 人/年，其中：每个病人治疗期间 ^{131}I 服药量最大为 10mCi（ $3.7\text{E}+8\text{Bq}$ ），每个病人治疗期间服用碘[^{131}I]化钠胶囊活度为 10mCi（ $3.7\text{E}+8\text{Bq}$ ）。

甲状腺功能测定每天最多检查 10 个病人，年工作 100 天，年最大诊断人数为 1000 人/年，平均每个人检查期间 ^{131}I 服药量为 $10\mu\text{Ci}$ （ $3.7\text{E}+5\text{Bq}$ ）。

（3）根据医院提供的资料，本项目核素治疗拟采取预约制，每天 5 人次患者，年工作 50 天，即 ^{89}Sr 治疗患者年最大人数为 250 人次。 ^{89}Sr 放射性药物采用静脉输液给药，每人次患者给药量为 $1.48\text{E}+8\text{Bq}$ （4mCi）。

（4）根据医院提供的资料，本项目 ^{32}P 敷贴器拟购买 ^{32}P 溶液，医院根据需

求自主制作 ^{32}P 敷贴片, ^{32}P 敷贴治疗每天最多治疗 20 个病人, 每年工作 150d (治疗 3000 人/年), 平均每个人检查期间用药量最大为 10mCi ($3.70\text{E}+8\text{Bq}$)。

(5) 根据医院提供资料, 本项目 ^{90}Sr 敷贴器为外购商品敷贴器, 拟购 ^{90}Sr 敷贴器活度为 40mCi ($1.48\text{E}+9\text{Bq}$), 可长时间不用更换, ^{90}Sr 敷贴治疗每天最多治疗 10 个病人, 年工作 100 天, 年最大治疗人数为 1000 人/年。

3、屏蔽设计:

工作场所	房间名称	屏蔽设计				
		四周墙体	顶板	地板	门	窗
核医学科	SPECT 机房、SPECT-CT 机房	200mm 混凝土 (原有) + 20mm 硫酸钡涂料 (新增)	200mm 混凝土 (原有) + 2mmPb 铅板 (新增)	200mm 混凝土 (原有) + 2mmPb 铅板 (新增)	4mmPb	4mmPb
	储源室	东、北墙 (新增): 240mm 实心砖 + 2mmPb 硫酸钡板; 西墙: 200mm 实心砖 (原有) + 6mmPb 铅板 (新增); 南墙: 240mm 实心砖 (现有) + 2mmPb 硫酸钡涂料 (新增)	120mm 混凝土 (原有) + 2mmPb 铅板 (新增)	120mm 混凝土 (原有) + 2mmPb 铅板 (新增)	4mmPb	/
	衰变间	东、南、西、北墙 (原有): 200mm 混凝土	200mm 混凝土 (原有)	200mm 混凝土 (原有)	4mmPb	/
	注射室	西、北墙: 240mm 实心砖 (原有) + 2mmPb 铅板 (新增); 南墙: 240mm 实心砖 (原有) + 4mmPb 铅板 (新增)	120mm 混凝土 (原有) + 2mmPb 铅板 (新增)	120mm 混凝土 (原有) + 2mmPb 铅板 (新增)	4mmPb	20mmPb
	分装室	西墙: 200mm 实心砖 (原有) + 4mmPb 铅板 (新增); 东、北墙: 240mm 实心砖 (原有) + 4mmPb 铅板 (新增); 南墙 (新增): 240mm 实心砖 + 2mmPb 硫酸钡板; ^{32}P 分装柜 10mmPb、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 分装柜 40mmPb、药物铅罐 5mmPb、 ^{131}I 自动分装仪柜 50mmPb	120mm 混凝土 (原有) + 2mmPb 铅板 (新增)	120mm 混凝土 (原有) + 2mmPb 铅板 (新增)	4mmPb	/
	服药走廊	/	120mm 混凝土 (原有) + 6mmPb 铅板 (新增)	120mm 混凝土 (原有) + 6mmPb 铅板 (新增)	12mmPb	/
	卫生、污洗间	东墙: 240mm 实心砖 (原有) + 2mmPb 硫酸钡涂料 (新增); 西、南、北墙: 200mm 实心砖 (原有) + 2mmPb 硫酸钡涂料 (新增)	120mm 混凝土 (原有) + 2mmPb 硫酸钡涂料 (新增)	120mm 混凝土 (原有) + 2mmPb 硫酸钡涂料 (新增)	/	/
	注射后候诊大厅	东墙: 200mm 实心砖 (原有) + 4mmPb 铅板 (新增); 南墙 (新增): 200mm 实心砖	120mm 混凝土 (原有) + 4mmPb 铅板	120mm 混凝土 (原有) + 4mmPb 铅板	4mmPb	/

	+2mmPb 铅板; 西墙、北墙: 240mm 实心砖(原有)+2mmPb 铅板(新增)	(新增)	(新增)		
运动负荷室	南墙: 200mm 混凝土(现有) 东墙、西墙、北墙: 240mm 实心砖(现有)+2mm 铅(新增)	120mm 混凝土(现有)+10 硫酸钡涂料(新增)	120mm 混凝土(现有)+10mmPb 硫酸钡涂料(新增)	4mmPb	/
^{99m} Tc 留观室	240mm 实心砖(现有)+2mm 铅(新增)	120mm 混凝土(现有)+10 硫酸钡涂料(新增)	120mm 混凝土(现有)+10mmPb 硫酸钡涂料(新增)	4mmPb	/
甲亢留观	200mm 混凝土(现有)+6mmPb 铅板(新增)	200mm 混凝土(现有)+6mmPb 铅板(新增)	200mm 混凝土(现有)+6mmPb 铅板(新增)	12mmPb	/
甲测室	东、南、西墙(现有): 120mm 实心砖; 北墙: 200mm 混凝土(现有)+20mm 硫酸钡涂料(新增)	120mm 混凝土(现有)	120mm 混凝土(现有)	2mmPb	/
敷贴治疗室	南墙、东墙: 240mm 实心砖(现有)+2mmPb 硫酸钡涂料(新增) 北墙、西墙(新增): 240mm 实心砖+2mmPb 硫酸钡涂料	120mm 混凝土(现有)+2mmPb 硫酸钡涂料(新增)	120mm 混凝土(现有)+2mmPb 硫酸钡涂料(新增)	南门 2mmPb /北门 4mmPb	
卫生通道	东墙(现有): 240mm 实心砖; 南墙(新增): 240mm 实心砖+2mmPb 硫酸钡涂料; 西墙(新增): 200mm 实心砖; 北墙(现有): 240mm 实心砖	120mm 混凝土(现有)	120mm 混凝土(现有)	/	/

注: 以上为在原有核医学科基础上进行改造后的屏蔽防护, 核医学科整体进行装修改造, 有拆除墙体部分、新增墙体部分, 保留的墙体、顶板及地板均仅保留原有墙体、顶板及地板的主屏蔽体, 再根据要求采用硫酸钡涂料或铅板加强防护。

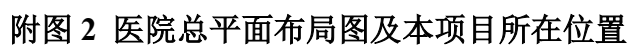
4、年剂量管理目标值

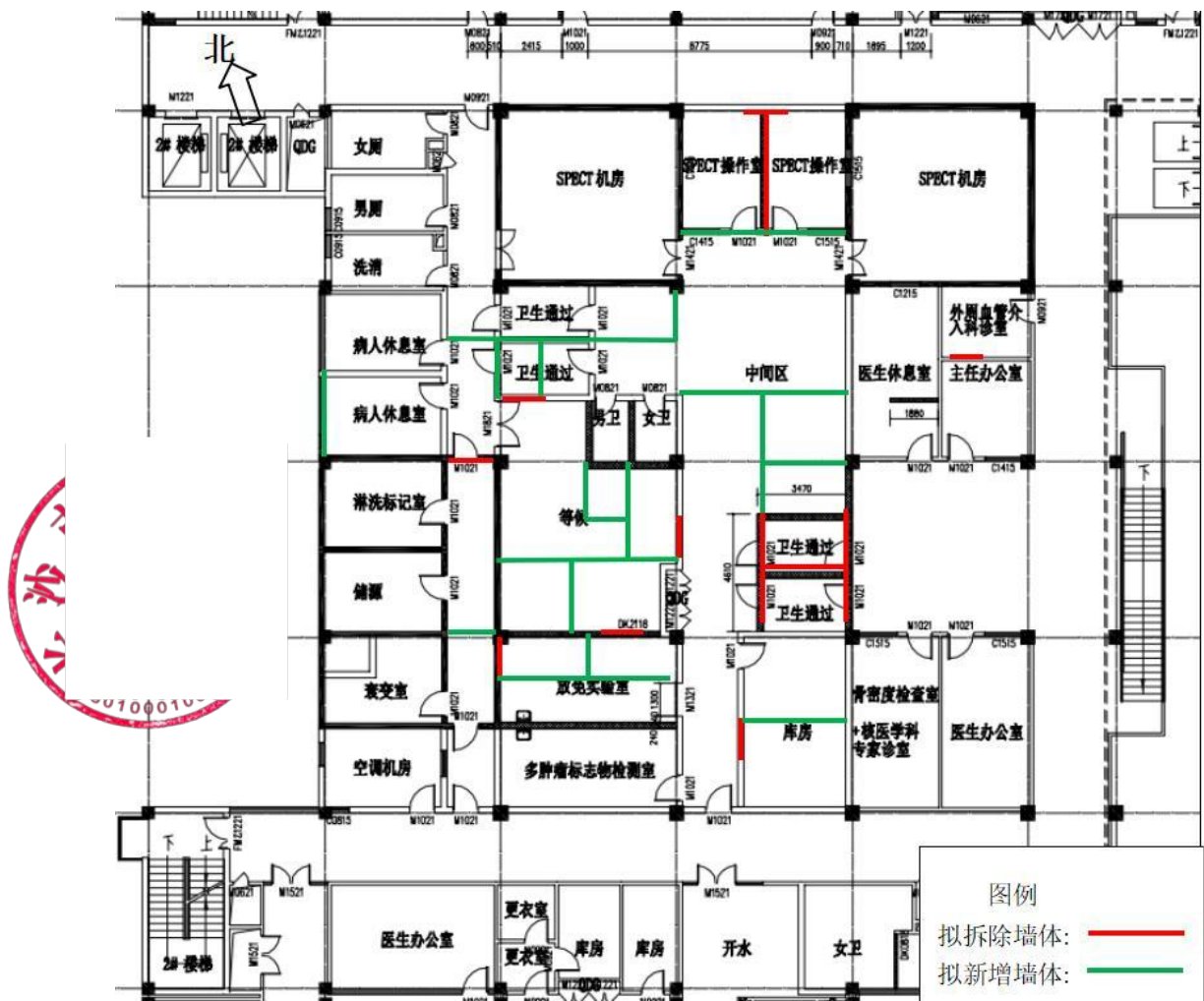
为保障放射工作人员的职业健康及公众的安全, 根据国家相关的标准及我院实际情况, 确定我院放射工作人员年受照剂量管理目标值不大于 5mSv, 公众人员年剂量管理目标值不大于 0.1mSv。



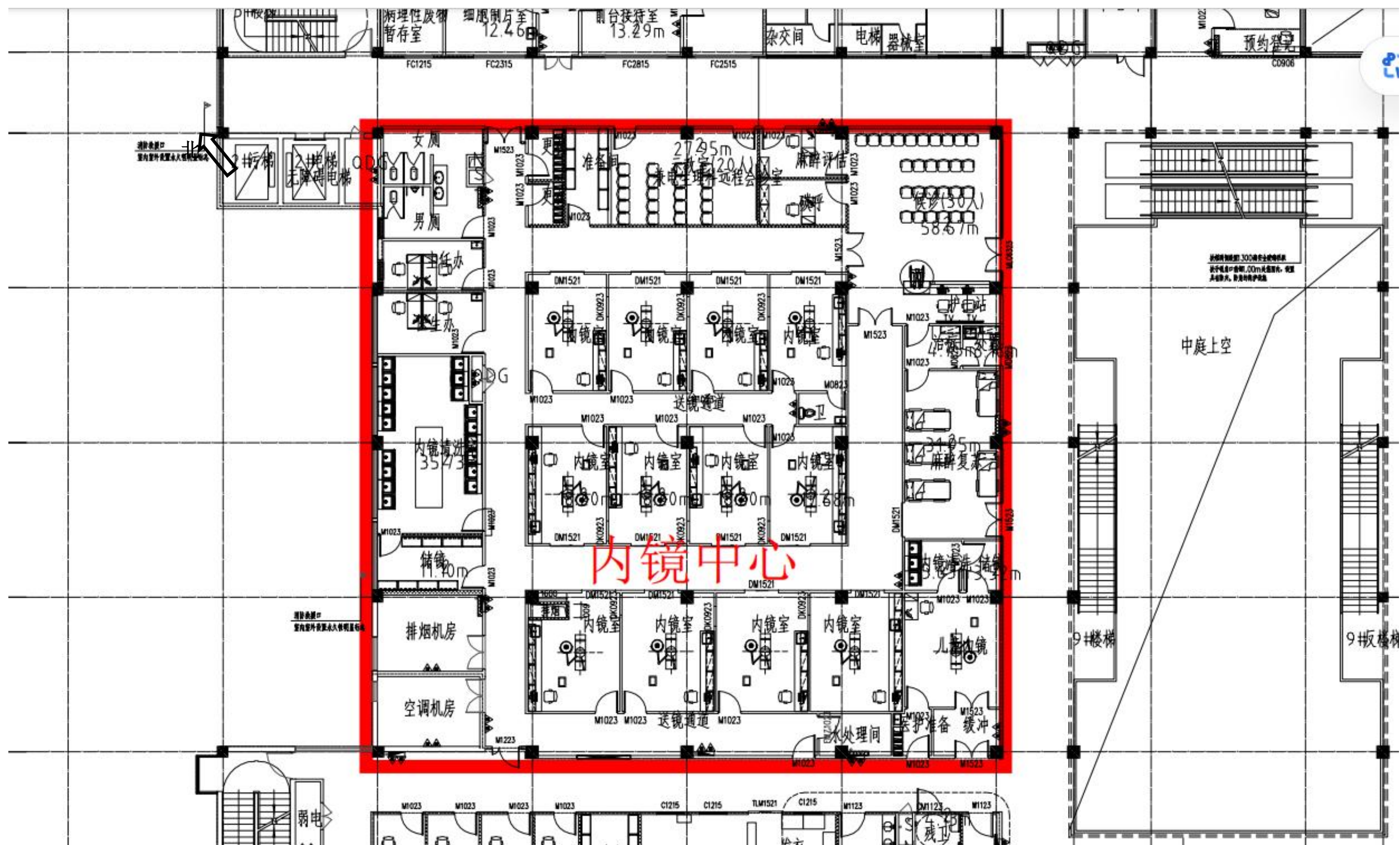


附图 1 长沙市中心医院地理位置图

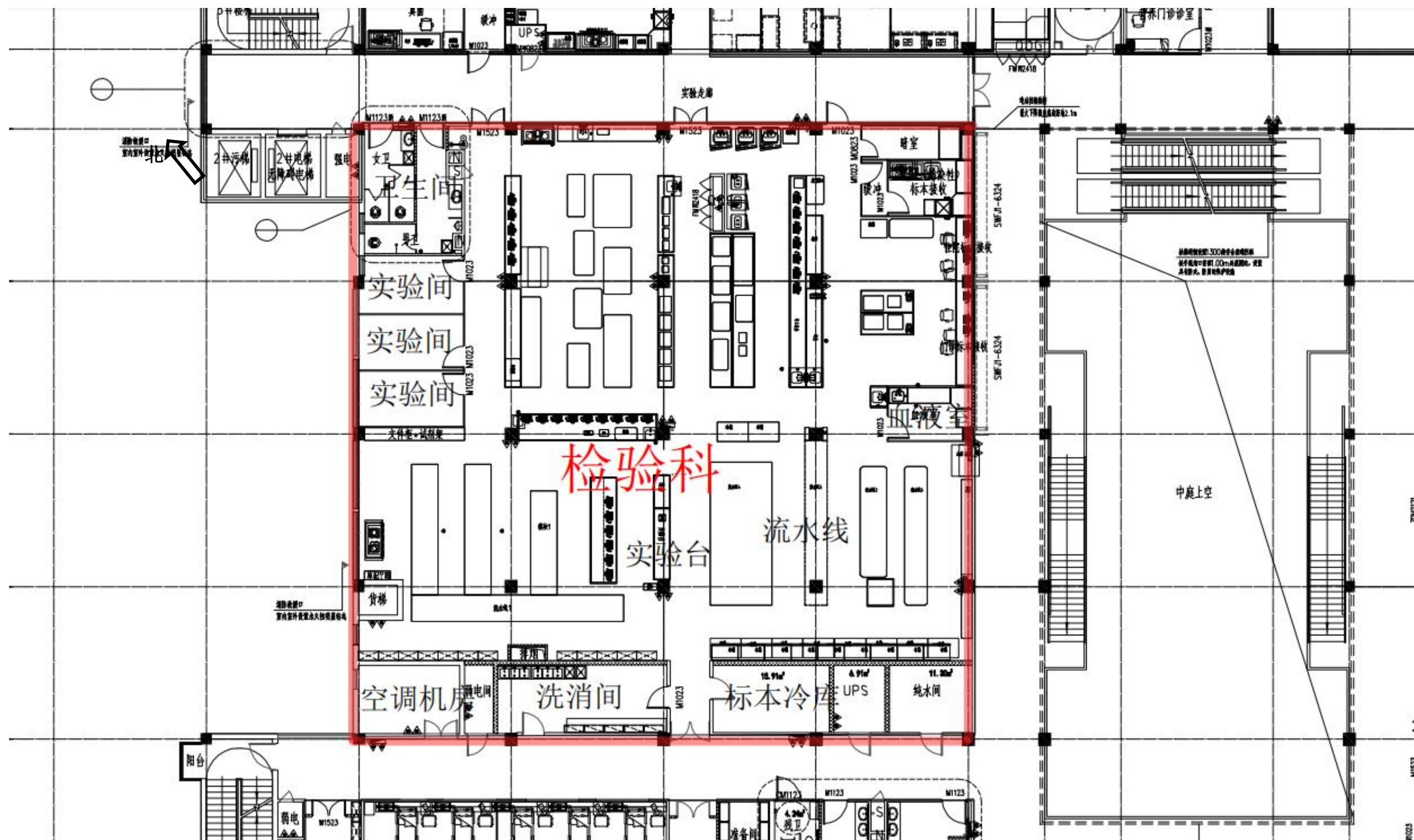




附图 4 本项目核医学科工作场所改造前平面布局图



附图 6 本项目核医学科工作场所楼上（门急诊医技楼四楼内镜中心）平面布局图



附图 7 本项目核医学科工作场所楼下（门急诊医技楼二楼检验科）平面布局图