

编号：LBHJ-2024-DLHP020

核技术利用建设项目
广州医科大学附属第五医院
核医学科迁建暨旧核医学科退役项目
环境影响报告表

（送审版）



广州医科大学附属第五医院（盖章）

2024年7月

环境保护部监制

核技术利用建设项目
广州医科大学附属第五医院
核医学科迁建暨旧核医学科退役项目
环境影响报告表

建设单位名称：广州医科大学附属第五医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：广州市黄埔区港湾路 621 号

邮政编码：510700 联系人：喻明晰

电子邮箱： 联系电话：



打印编号: 1721870315000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	h5d65i		
建设项目名称	广州医科大学附属第五医院核医学科迁建暨旧核医学科退役项目		
建设项目类别	55--172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)	广州医科大学附属第五医院 (广州再生医学与健康广东省实验室附属医院)		
统一社会信用代码	12440100455417101D		
法定代表人 (签章)	曾杨滨		
主要负责人 (签字)	申路		
直接负责的主管人员 (签字)	喻明晰		
二、编制单位情况			
单位名称 (盖章)	广州乐邦环境科技有限公司		
统一社会信用代码	91440101MA5AUCHEX1		
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
徐灿	2015035440352013449914000326	BH001925	徐灿
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
王春波	项目基本情况、评价依据、保护目标与评价标准、环境质量和辐射现状、项目工程分析与源项、辐射安全与防护、环境影响分析、辐射安全管理、结论与建议	BH002019	王春波

编制主持人职业资格证书

本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、环境保护部批准颁发。它表明持证人员通过国家统一组织的考试,取得环境影响评价工程师的职业资格。 This is to certify that the bearer of the Certificate has passed national examination organized by the Chinese government departments and has obtained qualifications for Environmental Impact Assessment Engineer.  Ministry of Human Resources and Social Security The People's Republic of China	 Ministry of Environmental Protection The People's Republic of China 编号: HP00017526 No.
 持证人签名: Signature of the Bearer 管理号: 2015035440352013449914000326 File No.	姓名: 徐灿 Full Name 性别: 男 Sex 出生年月: 1982年01月 Date of Birth 专业类别: Professional Type 批准日期: 2015年05月24日 Approval Date 签发单位盖章: Issued by 签发日期: 2015年05月24日 Issued on 

目 录

表 1	项目基本情况.....	1
表 2	放射源.....	17
表 3	非密封放射性物质.....	17
表 4	射线装置.....	18
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）.....	19
表 6	评价依据.....	21
表 7	保护目标与评价标准.....	23
表 8	环境质量和辐射现状.....	30
表 9	项目工程分析与源项.....	45
表 10	辐射安全与防护.....	65
表 11	环境影响分析.....	89
表 12	辐射安全管理.....	105
表 13	结论与建议.....	113
表 14	审批.....	118
附件 1	营业执照.....	119
附件 2	环境影响评价委托书.....	120
附件 3	建设单位辐射安全许可证.....	121
附件 4	建设单位原有核技术项目审批文件.....	131
附件 5	辐射工作人员清单.....	172
附件 6	现场检测报告.....	174
附件 7	废水检测报告.....	190
附件 8	现有核医学科退役方案.....	193
附件 9	辐射安全管理机构.....	201
附件 10	辐射安全管理制度.....	203
附件 11	应急预案.....	216

表 1 项目基本情况

建设项目名称		广州医科大学附属第五医院核医学科迁建暨旧核医学科退役项目				
建设单位		广州医科大学附属第五医院（广州再生医学与健康广东省实验室附属医院）				
法人代表		曾杨滨	联系人	喻明晰	联系电话	
注册地址		广州市黄埔区港湾路 621 号				
项目地点		广州市黄埔区港湾路 621 号				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资(万元)		1625.8	项目环保投资(万元)	200	投资比例（环保投资/总投资）	12.30%
项目性质		☐ 新建 ☒ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其它			占地面积 (m²)	397.47
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			
	其它	乙级非密封放射性物质工作场所退役				
	1.1 建设单位概况及项目建设概述					
1.1.1 建设单位和评价项目概况						
广州医科大学附属第五医院（广州再生医学与健康广东省实验室附属医院）（以下简称“建设单位”），位于广州市黄埔区港湾路 621 号，始建于 1957 年，前身为广州港湾医院，现为“双一流”建设高校广州医科大学直属附属医院，三级甲等综合公立医院，						

2023 年 1 月, 广州医科大学附属第五医院启动其扩建项目工程(以下简称“扩建工程”), 项目新增床位 500 张, 拆除建筑面积 6294 平方米, 新建建筑总面积 9.99 万平方米。建设单位现有核医学科属于该项目拆除范围内, 详见图 1-1。

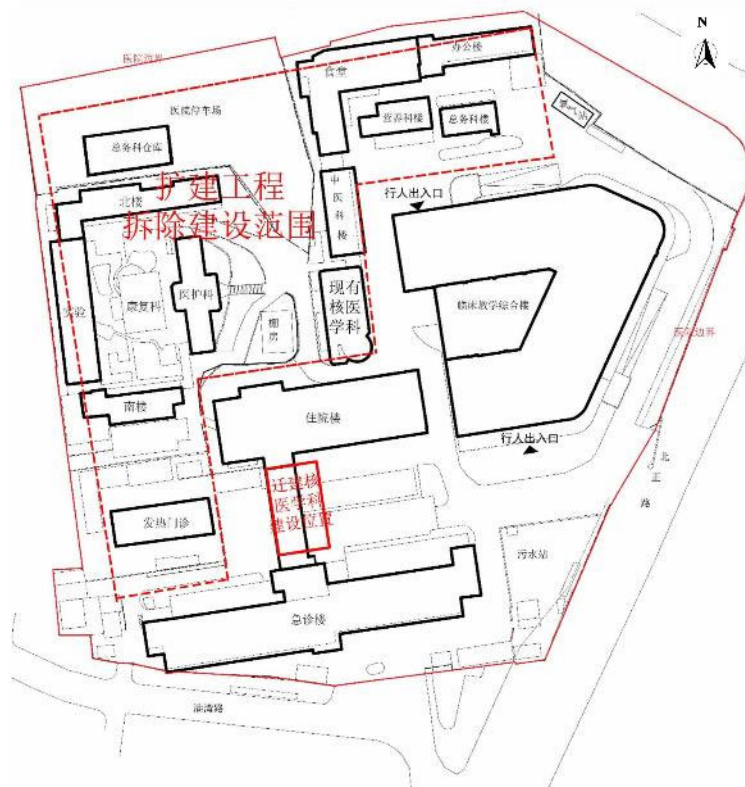


图1-1 广州医科大学附属第五医院扩建项目工程范围示意图

2023 年 4 月，项目取得广州市发展和改革委员会《关于广州医科大学附属第五医院

扩建工程项目建议书的复函》（穗发改投批〔2023〕66号），同意广州医科大学附属第五医院扩建工程项目建设。2024年5月，建设单位递交了《广州医科大学附属第五医院扩建工程可行性研究报告》，并取得《广州市发展和改革委员会关于广州医科大学附属第五医院扩建工程可行性研究报告的复函》，同意《广州医科大学附属第五医院扩建工程可行性研究报告》。

因建设单位现有核医学科属于扩建工程拆迁范围，为了保证扩建工程的顺利推进，且尽可能减少对核医学科活动诊疗影响，建设单位对现有核医学科拆迁工作分步进行：1）迁建核医学工作场所；2）迁建核医学工作场所建设后期对现有核医学科进行退役，退役过程中，逐步将现有核医学科利旧设备搬迁至迁建核医学科；3）现有核医学工作场所退役完成后，对其进行终态验收后，对现有核医学科进行拆迁，保证扩建项目工程顺利推进。

建设单位委托我公司承担核医学科迁建和现有核医学工作场所退役环境影响评价，委托书见附件2。

1.1.2 评价项目规模

（1）迁建核医学工作场所建设

建设单位拟在迁建核医学工作场所中开展 PET/CT 诊断和骨转移治疗，同时新增 SPECT/CT 诊断，甲功测试和甲亢治疗。迁建核医学工作场所内配备 2 台 III 类射线装置，其中 PET/CT 为利旧（配备使用 2 枚 V 类 ^{67}Ge -68 放射源作为校准源），SPECT/CT 为新购。迁建核医学工作场所内射线装置配备情况见表 1-1，非密封放射性物质使用情况见表 1-2，校准源使用情况见表 1-3。

表1-1 迁建核医学工作场所射线装置主要参数

序号	名称	型号	最大管电压	最大管电流	安装位置	来源
1	PET/CT	Discovery MI 型	140kV	600mA	PET/CT 机房	利旧
2	SPECT/CT	待定	≤140kV	≤1000mA	SPECT/CT 机房	新购

表1-2 迁建核医学工作场所内使用的非密封放射性物质

序号	核素名称	单人最大给药量 (Bq)	日患者数 (人)		日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	主要用途
1	^{18}F	3.7E+8	总人数	25	2.81 E+10	2.89E+7	PET/CT 诊断
2	^{68}Ga	3.7 E+8		5	3.48 E+9		
3	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	9.25 E+8	15 人		1.40 E+10	1.40E+7	SPECT/CT 诊断
4	^{131}I	3.7 E+8	10 人		3.7 E+9	3.70E+8	甲亢治疗
		3.7 E+6	10 人		3.7 E+7	3.70E+6	甲功测试
5	^{89}Sr	1.48 E+8	2		2.96 E+8	2.96 E+7	骨转移治疗
6	^{223}Ra	5.0E+6	2		1.00 E+7	1.00 E+8	

日等效最大操作量合计

5.46E+8 (乙级)

说明：PET/CT 日诊断人数最多 25 人，Ga-68 诊断最多 5 人/天，医院通过控制 F-18 诊断人数，确保 Ga-68 和 F-18 诊断人数总计最多为 25 人/天。日等效操作量计算详见表 9。

表1-3 迁建核医学工作场所内使用的校准源

序号	放射源名称	活度(Bq)	数量(枚)	理化性质	放射源类别	用途	使用场所	说明
1	^{68}Ge	5.5×10^7	1	固态	V类	PET/CT 校准源	核医学科	原有利旧
2	^{68}Ge	3.5×10^5	1	固态	V类		核医学科	

迁建核医学工作场所辐射工作场所可为东西两个部分：西侧依次为缓冲间，分装注射室，储源间，废物暂存间，平板运动室（抢救室），SPECT/CT 注射候诊室，PET/CT 注射候诊室和留观室；东侧依次为 SPECT/CT 机房，PET/CT 机房，污洗间，详见图 1-2。核医学科活性区和非活性区严格分开布置。

图1-2 迁建核医学工作场所布局图

(2) 现有核医学科退役

本项目迁建核医学工作场所建成后，现有核医学科可利旧设施搬迁至迁建核医学工作场所，现有核医学科辐射工作场所停止使用并实施退役。目前，建设单位现有核医学科正常运行中。

根据医院退役计划，将旧核医学科场址封存 7 天后，经检测场址内放射性核素活度浓度达到清洁解控水平，满足无限制开放的要求，开放为普通场所后实施拆迁工作。

建设单位现有核医学科为乙级非密封放射性物质工作场所，已许可核素包括 F-18，Ga-68，Sr-89，Ra-223，Sm-153，核医学运行期间实际使用过的核素包括 F-18，Ga-68，Sr-89（Sr-89 仅使用治疗 3 名患者，2024 年 5 月 20 日最后一次使用后停用，使用期间未产生废液）。建设单位现有核医学许可及使用核素情况见表 1-4，射线装置见表 1-5，放射源见表 1-6。

表1-4 建设单位现有核医学科放射性核素许可和使用情况一览表

序号	核素名称	日最大操作量（Bq）	日等效最大操作量（Bq）	年最大用量（Bq）	说明
1	¹⁸ F	3.25E+10	3.25E+07	8.13E+12	使用过
2	⁶⁸ Ga	1.09E+10	1.09E+07	2.73E+12	使用过
3	¹⁵³ Sm	4.11E+09	4.44E+08	2.22E+11	未使用过
4	²²³ Ra	1.00E+07	1.00E+08	5.00E+08	未使用过
5	⁸⁹ Sr	2.96E+08	2.96E+07	1.48E+10	2024 年 5 月已停用

表1-5 建设单位现有核医学科射线装置主要参数

序号	名称	型号	最大管电压	最大管电流	安装位置	来源
1	PET/CT	Discovery MI 型	140kV	600mA	PET/CT 机房	搬迁

表1-6 建设单位现有核医学科内使用的校准源

序号	放射源名称	活度（Bq）	数量（枚）	理化性质	放射源类别	用途	使用场所	说明
1	⁶⁶ Ge	5.5×10 ⁷	1	固态	V类	PET/CT 校准源	核医学科	搬迁
2	⁶⁶ Ge	3.5×10 ⁶	1	固态	V类		核医学科	

核医学科退役范围为：1) 核医学科辐射工作场所：卫生通过间，注射室，废物间，储源室，注射候诊室，卫生间，PET/CT 机房，污洗间，留观室和衰变池；2) 核医学科场所内遗留设备：核医学科内现存的全部物品，包括热室分装柜、工作台、桌椅等；3) 核医学科配套设施：衰变池，排水管道和通风管道。

核医学科的热室分装柜、电脑等物品，达到清洁解控要求，搬运至迁建核医学工作场所继续使用。核医学科现存的排风管道、垃圾桶、马桶等物品，达到清洁解控要求，按普通废物进行处理。

本次退役目标为核医学科工作场所达到无限制开放使用的要求。如果场所内存在一定的放射性污染，可采取相应的去污措施或局部切割封存等处理方法，使其 B 表面污染水平满足清洁解控限值要求，最终达到无限制开放使用的要求。

1.1.3 目的和任务

为加强核技术应用项目的辐射环境管理，防止放射性污染和意外事故的发生，确保其使用过程不对周围环境和工作人员及公众产生不良影响，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》《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》等相关法律法规要求，建设单位需对该项目进行环境影响评价。

根据《国家电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（18871-2002）附录 C 非密封放射性物质工作场所的分级规定，本项目属于乙级非密封放射性物质工作场所；根据《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），本次评价项目新增的 ^{68}Ge 放射源为 V 类放射源；根据关于发布《射线装置分类》的公告（环境保护部 国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年 第 66 号）的分类办法，本次评价项目涉及到的 PET/CT 属 III 类射线装置。

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部令第 16 号 2021 年 1 月 1 日起施行），本项目新建乙级非密封放射性物质工作场所属于“五十五、核与辐射”中“172、核技术利用建设项目”，应编制环境影响评价报告表；本项目退役现有乙级非密封放射性物质工作场所属于“五十五、核与辐射”中“173、核技术利用项目退役—乙级非密封放射性物质工作场所”，应编制环境影响评价报告表。

为此，建设单位委托广州乐邦环境科技有限公司对该项目开展环境影响评价工作（委托书见附件 2）。广州乐邦环境科技有限公司接受委托后，通过现场勘察、收集资料并结合现场监测等工作的基础上，结合本项目的特点，按照国家有关技术规范要求，编制了该项目环境影响报告表。

本环境影响评价报告的任务如下：

- ①对新建乙级非密封放射性物质工作场所施工期和运行期的环境影响进行评价分析；
- ②对核医学科退役方案，退役过程中和退役后对所在位置和周边进行环境影响进行评价分析；
- ③进行辐射环境质量现状监测，以掌握场所及周围的环境质量现状水平，并对项目进行环境影响预测评价；
- ④提出污染防治措施，使辐射影响降低到“可合理达到的尽可能低水平”。
- ⑤满足国家和地方环境保护部门对建设项目环境管理规定的要求，为项目的环境管理提供科学依据。

1.2 项目周边环境概述

建设单位位于广州市黄埔区港湾路 621 号，建设单位现状平面图见图 1-1，详细位置见图 1-3。



图1-3 建设单位位置图

1.2.1 迁建核医学工作场所周边环境

评价项目迁建核医学工作场所周边 50m 环境如图 1-4 所示。评价项目迁建核医学工作场所投入运营后，建设单位扩建工程已进入施工期，所以以扩建工程拆建设范围（即扩建工程工地）进行描述周边环境。迁建核医学工作场所西侧 17.5m 处，北侧 32.0m 处为为扩建工程拆减范围边界；东侧 37.1m 处为临床教学综合楼；南侧 34.6m 处为建设单位边界，边界外为港湾路。评价项目迁建核医学工作场所 50m 范围内大部分位于建设单位内部，小部分为医院外公共道路。

评价项目迁建核医学工作场所周边 200m 环境如图 1-5 所示，200m 范围内主要有港湾北市场，大沙地远洋小区，居民商业混合区，颐康园托老所及其他居民区。根据项目人员现场勘查，评价项目迁建核医学工作场所 200m 范围内无中小学和幼儿园。

评价项目建核医学科四至图见图 1-6，北侧紧邻医院内部通道，2.85m 处为住院大厅，5.85m 处为住院楼影像科及其他科室；东侧紧邻操作室和室外通道；南侧紧邻核医学科内部（核医学科入口门紧邻通道和打印室，距离办公室为 2.3m/2.5m，缓冲间紧邻办公室和打印室），1.8m 处为急诊楼影像科，6.7m 处为急诊楼急诊科；西侧紧邻室外医院内部道

评价项目迁建核医学工作场所衰变池位于核医学科东北侧,与核医学科紧邻,详细位置如图 1-6 所示,其与迁建核医学工作场所可视为一个整体,评价项目 50m 范围和 200m 范围已将迁建核医学工作场所衰变池考虑在其中,所以不再对其单独进行叙述。

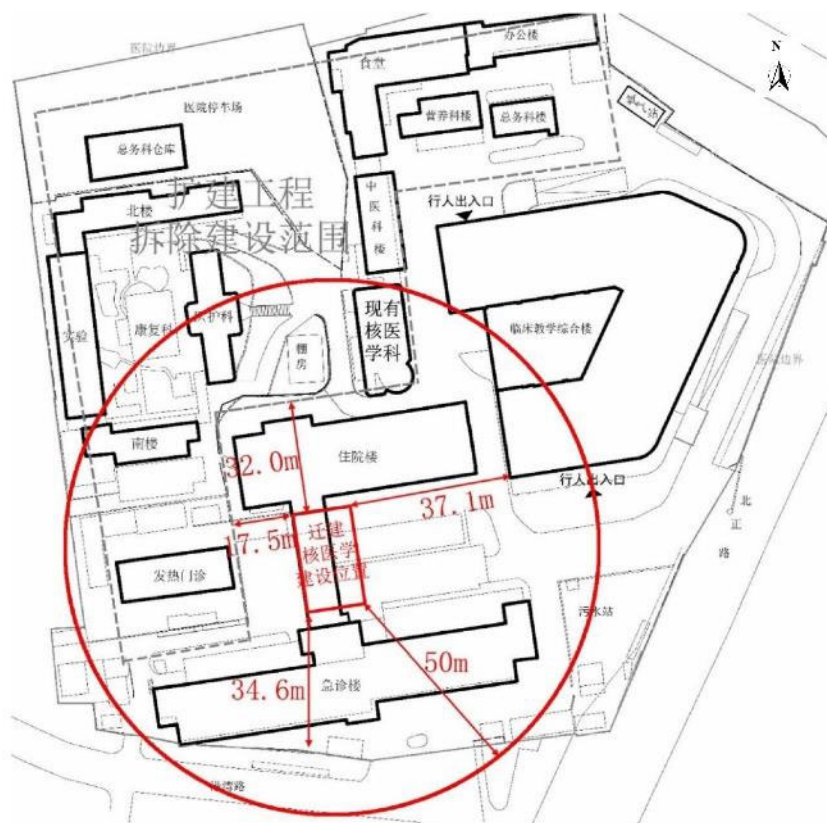


图1-4 迁建核医学工作场所拟建位置周边环境关系图(50m)

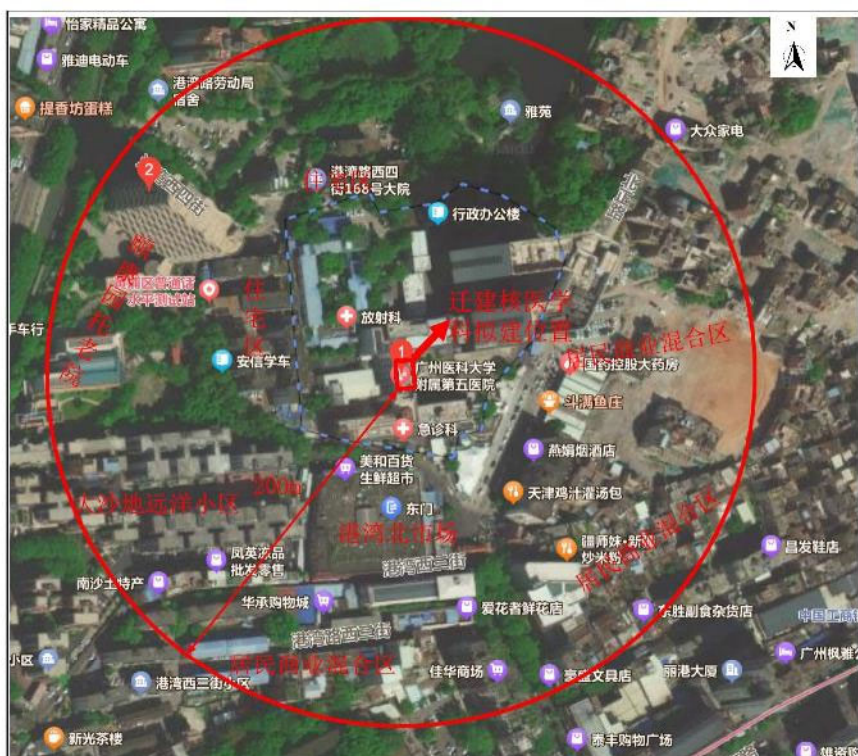


图1-5 迁建核医学工作场所拟建位置周边环境关系图(200m)

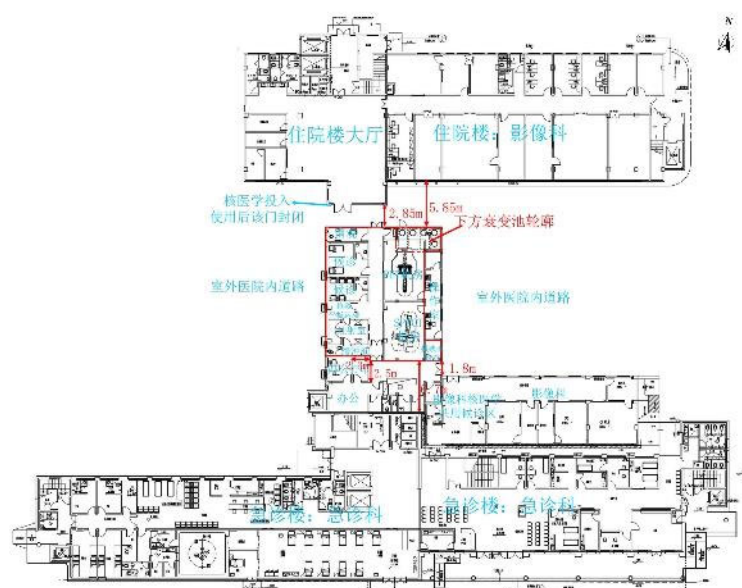


图1-6 迁建核医学工作场所拟建位置四至

1.2.2 退役核医学科周边环境

评价项目退役核医学科及衰变池位置如图 1-7 所示, 其 50m 范围均位于建设单位内部。

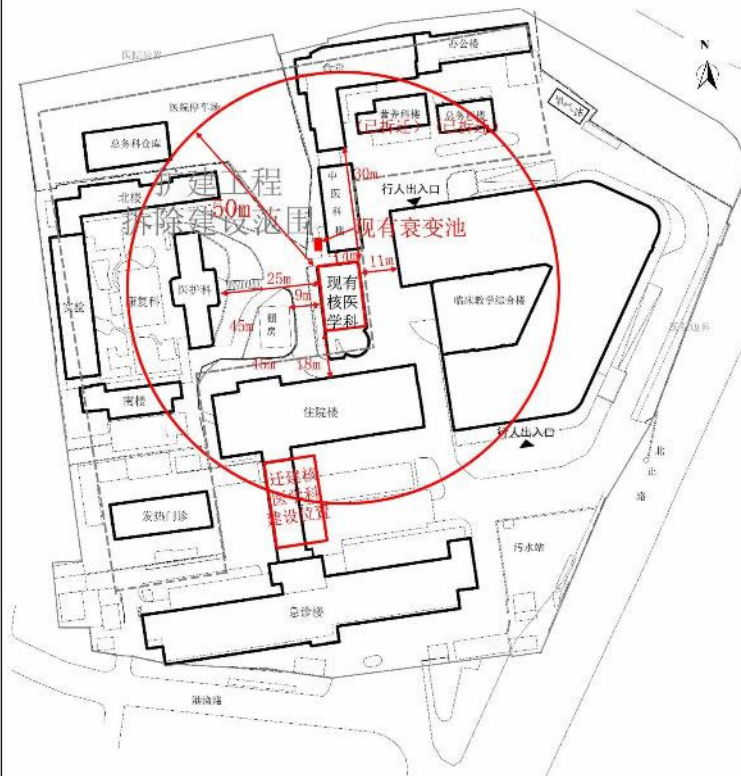


图1-7 现有核医学科位置周边环境关系图 (50m)

拟退役核医学科辐射工作场如图 1-7 现有核医学科红框所示位置，其北侧 4m 处为中医科楼，30m 处为食堂（已停用）；东侧 11m 处为临床教学综合楼；南侧 18m 处为住院楼；西侧 25m 处为医护楼和康复科。退役项目楼上和南侧紧邻核医学科办公区，北侧，西侧和东侧紧邻医院内道路，无地下层。现有核医学科衰变池位于其北侧 4m 处，中医科楼西侧 3m 处。

1.3 项目周边保护目标及选址情况

评价项目拟迁建核医学工作场所位于住院楼和急诊楼中间独立区域一层，迁建核医学工作场所投入使用后，住院楼南侧通道封死，该处为住院楼后方，

迁建核医学工作场所衰变池位于核医学科东北侧地下，与核医学科紧邻，详细位置见图 1-6 所示，衰变池上方设置有独立房间，与核医学科紧邻，保证管道尽可能短，位置设置合理。

第12页

建核医学工作场所选址合理。

本项目为乙级非密封放射性物质工作场所退役，建设乙级非密封放射性物质工作场所，使用 III 类射线装置和 V 类放射源，根据《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》(HJ 10.1-2016) 对核技术利用建设项目环境影响报告书的评价范围的规定“乙级非密封放射性物质工作场所项目的评价范围取半径 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”，确定本评价项目评价范围为 50m。

因评价项目存在阶段性，建设单位首先会对现有核医学科乙级非密封放射性物质工作场所进行退役，并搬迁利旧设备至迁建核医学工作场所，之后核医学科才会投入运营。所以本项目保护目标选取按照时间顺序，退役阶段选取现有核医学科周边 50m 范围内环境为保护目标，迁建核医学工作场所选取该核医学科周边 50m 范围内环境为保护目标。

现有核医学科退役阶段环境保护目标有：中玉科楼，食堂（已停用，现有核医学科退役阶段将拆迁），临床教学综合楼，住院楼，医护楼和康复科及核医学科内办公区及室外院内公共道路。

迁建核医学工作场所周边环境保护目标有：住院楼，急诊楼，临床教学综合楼，扩建工程施工区，室外院内公共道路，医院外港湾路。

1.4 建设单位已有核技术应用项目许可情况

建设单位现持有广东省生态环境厅核发的辐射安全许可证（详见附件 3），证书编号为粤环编证[04432]，许可种类和范围为使用 V 类放射源；使用 II 类、III 类射线装置；使用乙级非密封放射性物质工作场所。建设单位已许可项目见表 1-7、表 1-8 和表 1-9

表1-7 建设单位许可放射源情况					
序号	核素	许可活度×数量	类别	环评	验收
1	Ge-68	2.5E+6Bq×1 枚	V 类	粤环审 [2022]196 号	2023 年自
2	Ge-68	5.5E+7Bq×1 枚	V 类		主验收

表1-8 建设单位非密封放射性物质工作场所许可情况						
序号	核素名称	日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	环评	验收
1	¹⁸ F	3.25E+10	3.25E+07	8.13E+12		2023 年
2	⁶⁸ Ga	1.09E+10	1.09E+07	2.73E+12		自主

3	¹⁵³ Sm	4.11E+09	4.44E+08	2.22E+11	粤环审 [2022]196 号	验收	
4	²²³ Ra	1.00E+07	1.00E+08	5.00E+08			
5	⁸⁹ Sr	2.96E+08	2.96E+07	1.48E+10			
表1-9 建设单位射线装置许可情况							
序号	装置名称	型号	类别	台数	位置	环评批复	验收
1	PET/CT	GE Discovery MI 型	III	1	核医学科	粤环审 [2022]196 号	2023 年自主 验收
2	床边机	锐珂 DR XR-1	III	1	病区	穗环核管 [2016]91 号	粤环审 [2017]10 号
3	方舱 CT 机	NeuVizACE SP	III	1	发热门诊	备案号: 202144011200000004	
4	DR 机	华润万东 新东方 1000	III	1	大沙街社区卫生 服务中心	备案: 穗环核备[2016]83 号	
5	牙片机	普兰梅卡 ProMaX	III	1	大沙街社区卫生 服务中心	备案号: 202244011200000161	
6	DR 机	西门子 Ysio Max	III	1	旧门诊楼 1 楼	备案号: 201944011200001035	
7	DR 机	飞利浦 Digital Diagnost	III	1	旧门诊楼 1 楼	备案号: 202344011200000082	
8	DR 机	西门子 Multix Fusion MaX	III	1	旧门诊楼 4 楼		
9	CT 机	东软 NeuViz Extra	III	1	旧门诊楼 4 楼		
10	乳腺机	吉特 IMAGE 3D	III	1	旧门诊楼 4 楼	备案号: 202344011200000382	
11	移动 DR 机	锐珂 DRX- Revolution	III	1	旧住院楼 1 楼	备案号: 201944011200001035	
12	CT 机	佳能 Aquilion ONE TSX 301C	III	1	旧住院楼 1 楼	粤环审 [2015]430 号 粤环审 [2016]338 号	
13	DSA	飞利浦 Allura Xper FD20	II	1	旧住院楼 1 楼		
14	胃肠机	岛津 SONIALVISION	III	1	旧住院楼 1 楼	穗环核备[2016]83 号	
15	CT	GE Optima CT660	III	1	旧住院楼 1 楼	穗环核管 [2016]91 号	粤环审 [2017]10 号
16	DR 机	GE Discovery XR656	III	1	旧住院楼 1 楼	穗环核备[2016]83 号	
17	DSA	东软 NeuAngio	II	1	旧住院楼 6 楼	粤环审 [2022]196 号	2023 年自主 验收
18	DSA	飞利浦 Azurion 7 M20	II	1	旧住院楼 6 楼		
19	泌尿外科 X 射线机	深圳惠康 HK.URO T-I	III	1	临床综合教学 楼 5 楼	备案号: 202144011200000192	

20	DSA机	飞利浦 UNIQ FD20	II	1	临床综合教学 楼5楼	粤环审 [2018]246号	2019年1月 自主验收
21	C臂机	GE OEC One	III	1	临床综合教学 楼5楼	备案号： 201844011200001283	
22	C臂机	GE OEC9900 Elite	III	1	临床综合教学 楼5楼		
23	C臂机	GE OEC9900 Elite	III	1	临床综合教学 楼5楼		
24	牙片机	Planmeca ProX	III	1	临床综合教学 楼4楼		
25	口腔CT机	Sirona ORTHOPHOS XG 3D	III	1	临床综合教学 楼4楼		
26	医用电子直 线加速器	瓦里安 Trilogy	II	1	临床教学综合 楼负三层	粤环审 [2018]28号	2019年1月 自主验收
27	模拟定位机	飞利浦 Brillian ce CT Big Bore	III	1	临床教学综合 楼负三层		
28	行李包检查 装置	北京华创永信 HC5030	III	1	医院南门		
已不在辐射安全许可证设备							
1	床边机	万东 IM-32	III	1	医学影像科	穗环核管 [2012]49号	穗环核验 [2013]9号
2	移动C臂机	上海杰瑞 JXG3000	III	1	手术中心	穗环核管 [2012]49号	穗环核验 [2013]9号
3	DR机	飞利浦 Digital Diagnost	III	1		穗环核管 [2012]49号	穗环核验 [2013]9号
4	CT机	东芝 Aquilion TSX 101A	III	1	医学影像科	穗环核管 [2012]49号	穗环核验 [2013]9号
5	体检车	北京大恒 DHXC-1	III	1	体检中心	穗环核管 [2012]49号	穗环核验 [2013]9号
6	DR机	深圳蓝韵晶睿 DR2200UF	III	1	医学影像科	穗环核管 [2014]125号	穗环核验 [2015]7号
7	普通X射线 机	西门子 URPSKOP Access	III	1	医学影像科	穗环核管 [2014]125号	穗环核验 [2015]7号

建设单位现有技术项目环评和竣工环境保护验收手续见附件4。

建设单位开展核技术项目以来，积极配合各级环保部门的监督和指导，辐射防护设施运行、维护、检测工作良好，在辐射安全和防护制度的建立、落实以及档案管理等方面运行良好。

（1）已建立辐射安全管理制度和辐射事故应急预案等。建设单位在辐射实践中不断总结和完善辐射安全管理，进一步细化辐射安全管理制度，并严格按

照规章制度执行。建设单位未出现过辐射安全事故。评价项目建成后，建设单位将继续沿用现有辐射安全管理机构。

（2）为加强对辐射安全和防护的管理工作，建设单位成立了辐射防护管理委员会，明确辐射防护责任，并加强对射线装置的监督和管理，同时建设单位积极落实原有核技术利用项目的环保手续，规范申报、使用流程。建设单位现有的辐射安全和防护的管理工作可以满足相关标准要求，评价项目建设后将继续沿用原有制度体系。

（3）建设单位建立统一的档案管理制度，公司辐射安全和个人剂量、健康档案都由专人管理，得到批准方可查阅和借出。建设单位现有辐射工作人员 87 人，均已参加培训（辐射工作人员清单见附件 5）。所有辐射工作人员均配备有个人剂量计，对建设单位近四个季度个人剂量情况进行统计分析知，辐射工作年有效剂量均小于 5mSv。

（4）建设单位现有 3 台辐射探测仪和 1 台表面沾污仪，其中 1 台辐射探测仪和 1 台表面沾污仪核医学科专用，1 台辐射探测仪为放疗科专用，另外 1 台辐射探测仪为其他科室共用，可满足要求。另外核医学科内还配备 1 台表面沾污检测仪，用于核医学科表面污染检测。

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	⁶⁸ Ge	5.5E+7×1 枚	V 类	使用	PET/CT 校准源	迁建核医学工作 场所 PET/CT 机房	迁建核医学 储源间	现有编码为 US23GE000475 放射源 转移至迁建核医学工作场所使用
2	⁶⁸ Ge	3.5 E+6×1 枚	V 类	使用	PET/CT 校准源	迁建核医学工作 场所 PET/CT 机房	迁建核医学 储源间	现有编码为 US23GE000465 放射源 转移至迁建核医学工作场所使用

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)	年最大操作量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式 与地点
1	¹⁸ F	液态，低毒，半 衰期 109.8min	使用	2.81 E+10	2.89E+7	7.03E+12	PET/CT 诊断	很简单操作	迁建核医学 工作场所	外购，暂存 于分装注射 室热室内
2	⁶⁸ Ga	液态，低毒，半 衰期 68.3min	使用	3.48 E+9		8.70E+11	PET/CT 诊断	很简单操作		
3	^{99m} Tc	液态，低毒，半 衰期 6.02h	使用	1.40 E+10	1.40E+7	3.51E+12	SPECT/CT 诊断	很简单操作		外购，暂存 于分装注射 室分装柜内
4	¹³¹ I	液态，中毒，半 衰期 8.02d	使用	3.7 E+9	3.70E+8	9.25E+11	甲亢治疗	简单操作		
			使用	3.7 E+7	3.70E+6	9.25E+09	甲功测试	简单操作		
5	⁸⁹ Sr	液态，中毒，半 衰期 50.53d	使用	2.96 E+8	2.96 E+7	1.48E+10	骨转移治疗	简单操作		
6	²²³ Ra	液态，极毒，半 衰期 11.44d	使用	1.00 E+7	1.00 E+8	5.00E+08	骨转移治疗	简单操作		

注：1.日等效最大操作和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；2. PET/CT 日诊断人数最多 25 人，Ga-68 诊断最多 5 人/天，医院通过控制 F-18 诊断人数，确保 Ga-68 和 F-18 诊断人数总计最多为 25 人/天。

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)	额度电流 (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	PET/CT	III 类	1	Discovery MI	140kV	600mA	PET/CT 显像诊断	迁建核医学工作场所 PET/CT 机房	原有设备利旧搬迁至迁建核医学工作场所
2	SPECT/CT	III 类	1	待定	≤140kV	≤1000mA	SPECT/CT 显像诊断	迁建核医学工作场所 SPECT/CT 机房	新购

(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 (μA)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度	贮存方式	数量	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

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
迁建核医学工作场所部分								
旧放射源	固态	^{68}Ge	—	—	—	—	—	由放射源供应单位回收或 送交广东省城市放射性废 物库贮存
放射性固体废物 （一次性注射 器、棉签、杯子 等沾染放 射性核素的固体 废物）	固态	^{18}F 、 ^{68}Ga 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{131}I 、 ^{89}Sr 、 ^{223}Ra	—	—	—	除 ^{223}Ra 外应满足，经监测辐射剂量率满 足所处环境本底水平， β 表面污染小于 0.8 Bq/cm^2 。 ^{223}Ra 除满足上述要求外，还应满 足 α 发射体应小于 $0.4 \text{ Bq}/\text{cm}^2$ 。	收集暂存于废物 暂存间内	储存衰变，监测达到清洁 解控水平后，按一般医疗 废物处理
放射性固体废物 （活性炭）			—	—	—	经监测辐射剂量率满足所处环境本底 水平， β 表面污染小于 $0.8 \text{ Bq}/\text{cm}^2$ ， α 表面污染小于 $0.4 \text{ Bq}/\text{cm}^2$ 。	收集暂存于废物 暂存间内	储存衰变，监测达到清洁 解控水平后，按一般医疗 废物处理
放射性废水	液态	^{18}F 、 ^{68}Ga 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$	—	—	—	^{18}F 、 ^{68}Ga 、 $^{99\text{m}}\text{Tc} < 1 \text{ Bq}$	衰变池暂存	经衰变池衰变至符合排放 要求后排入医院污水处理 站
放射性废气	气态	^{18}F 、 ^{68}Ga 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{131}I 、 ^{89}Sr 、 ^{223}Ra	—	—	—	—	—	经活性炭吸附过滤后通过 排气口排放

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
核医学科退役部分								
放射性固体废物	固态	^{18}F 、 ^{68}Ga 、	—	—	—	—	暂存在现有核医学 内部至清洁解控	
放射性固体废物 (注射器三支)	固态	^{89}Sr	—	—	—	—	目前暂存于现有核 医学科, 迁建核医 学工作场所建成后 转移至迁建核医学 工作场所暂存	储存衰变, 监测达到清洁 解控水平后, 按一般医疗 废物处理
放射性废水	液态	^{18}F 、 ^{68}Ga	—	—	—	总 β 放射性 $<10\text{Bq/L}$	暂存于衰变池	经衰变池衰变至符合排放 要求后排入医院污水处理 站
放射性废气	气态	^{18}F 、 ^{68}Ga	—	—	—	—	—	经活性炭吸附过滤后通过 排气口排放

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/m^3 ; 年排放总量用 kg 。

2.含有放射性的废弃物要注明,其排放浓度、年排放总量分别用比活度 (Bq/L 或 Bq/kg ,或 Bq/m^3) 和活度 (Bq)。

表 6 评价依据

法规文件	(1) 《中华人民共和国环境保护法》(2015 年 1 月 1 日施行) (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2003 年 9 月 1 日起施行, 2018 年 12 月 29 日第二次修订) (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》(2003 年 10 月 1 日施行) (4) 《建设项目环境保护管理条例》(2017 年 7 月根据国务院第 682 号令修订, 2017 年 10 月 1 日施行) (5) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(根据 2021 年 1 月 8 日部令第 20 号《关于废止、修改部分生态环境规章和规范性文件的决定》第四次修正) (6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2019 年 03 月 02 日根据《国务院关于修改部分行政法规的决定》第二次修正) (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 18 号 2011 年 5 月 1 日施行) (8) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(环境保护部 国环规环评[2017]4 号, 2017 年 11 月 20 日施行) (9) 《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021 年版)》(生态环境部令 第 16 号 2021 年 1 月 1 日施行) (10) 《关于发布射线装置分类的公告》(环境保护部 国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号) (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) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》(生态环境部公告 2019 年第 57 号, 2020 年 1 月 1 日施行) (13) 《关于发布<放射性废物分类>的公告》, 原环境保护部、工业和信息化部、国家国防科技工业局公告, 公告 2017 年第 65 号。 (14) 《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)
------	---

	(15) 《关于核医学标准相关条款咨询的复函》(辐射函〔2023〕20号)
技术标准	(1) 《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》(HJ 10.1-2016, 2016年4月1日实施) (2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002, 2003-4-1日实施) (3) 《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021, 2021-11-01实施) (4) 《操作非密封源的辐射防护规定》(GB11930-2002, 2011-09-01实施) (5) 《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020, 2021-05-01实施) (6) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130—2020, 2020-10-01实施) (7) 《核安全导则核技术利用设施退役》(HAD401/14-2021) (8) 《医疗、工业、农业、研究和教学中产生的放射性废物管理》(HAD 401/16-2023) (9) 《可免于辐射防护监管的物料中放射性核素活度浓度》(GB27742-2011, 2012-12-1日实施) (10) 《拟开放场址土壤中剩余放射性可接受水平规定(暂行)》(HJ53-2000, 2000-12-1日实施) (11) 《放射性废物管理规定》(GB14500-2002, 2003-04-01实施) (12) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021, 2021-05-01实施) (13) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021, 2021-05-01实施) (14) 《电离辐射监测质量保证通用要求》(GB8999-2021, 2021-8-1日实施) (15) 《表面污染测定第1部分第一部分β发射体($E_{\beta\max}\geq 0.15\text{MeV}$)和$\alpha$发射体》(GB/T14056.1-2008)(2009-04-01实施) (16) 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》(HJ1326-2023, 2024年2月1日实施)
其他	《中国环境天然放射性水平》(原子能出版社 1995年) 建设单位提供的项目有关设计资料

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目为乙级非密封放射性物质工作场所退役，建设乙级非密封放射性物质工作场所，使用 III 类射线装置和 V 类放射源。参照《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》(HJ 10.1-2016) 对核技术利用建设项目环境影响评价范围的规定“乙级非密封放射性物质工作场所项目的评价范围取半径 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”，确定本评价项目评价范围为 50m。

迁建核医学 50m 范围周边环境见图 1-4，现有核医学科退役项目周边环境 50m 范围见图 1-7。

7.2 保护目标

本项目分为两个阶段，第一阶段为现有核医学科退役阶段，第二阶段为迁建核医学工作场所投入运营阶段。结合本评价项目的评价范围，分别确定本项目保护目标为核医学科退役场所周边周围（50m 范围内）环境和迁建核医学工作场所辐射工作场所周围（50m 范围内）环境中活动的辐射工作人员和公众（包括非辐射工作人员）。评价项目主要保护目标见 0。

表7-1 评价范围内保护目标关系

序号		关注点性质	与评价项目关系	影响人口	剂量约束值
现有核医学科退役	1	中医科楼	北侧 4m	50-100 人（公众，全居留）	0.008 mSv
	2	食堂（拆迁工地）	北侧 30m	5 人（公众，全居留）	
	3	临床教学综合楼	东侧 11m	200 人-300 人（公众，全居留）	
	4	住院楼	南侧 18m	50-100 人（公众，全居留）	
	5	医护楼和康复科	西侧 25m	20 人（公众，全居留）	
	6	核医学科办公区	楼上和北侧紧邻	15 人（公众，全居留）	
	7	医院内通道	东西侧紧邻	人数不定（公众，偶然居留）	
	8	核医学科内部		6 人（辐射工作人员，全居留）	0.417 mSv

迁建核医学工作场所	1	扩建工程施工区		西侧 17.5m 北侧 32.0m	30 人（公众，全居留）	0.1mSv /a
	2	临床教学综合楼		东侧 37.1m	200 人-300 人（公众，全居留）	
	3	港湾路		南侧 34.6m	人数不定（公众，偶然居留）	
	4	住院楼	大厅	北侧 2.85m	5 人（公众，偶然居留）	
			影像科和其他	北侧 5.85m	50-100 人（公众，全居留）	
	5	急诊楼	影像科	北侧 1.8m	20 人（公众，全居留）	
	6		其他	北侧 6.7m	50-100 人（公众，全居留）	
	7	核医学科通道，打印		南侧紧邻	2 人（公众，部分居留）	
		核医学科办公室		缓冲间南侧紧邻，入口 西侧 2.3m	1 人（公众，全居留）	
		核医学科办公室		南侧 2.5m	10 人（公众，全居留）	
	8	医院内通道		北侧紧邻 西侧紧邻 东侧紧邻	人数不定（公众，偶然居留）	5mSv/a
	9	检验科标准制备实验室，走廊		楼上紧邻	2 人（公众，偶然居留）	
	10	核医学科内部			2 人（辐射工作人员，全居留）	

7.3 评价标准

7.3.1 剂量限值 and 约束值

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 4.3.2.1 款，应对个人受到的正常照射加以限制，以保证除该标准 6.2.2 规定的特殊情况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量和有关器官或组织的总周围辐射剂量率不超过附录 B（标准的附录 B）中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。

根据其附录 B 第 B1.1.1.1 款：工作人员的职业照射水平不超过“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”；根据第 B1.2.1 款：实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过“年有效剂量，1mSv”的限值。

《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）第 4.4.2.1 款一般情况下，职业照

射的剂量约束值不超过 5mSv/a；第 4.4.2.2 款公众照射的剂量约束值不超过 0.1mSv/a。

本评价项目迁建核医学工作场所取其辐射工作人员的四分之一作为剂量约束值，取公众限值的十分之一作为剂量约束值：即辐射工作人员的职业年照射剂量约束值不超过 5mSv，公众的年照射剂量约束值不超过 0.1mSv。

本项目退役部分预计 1 个月内完成，所以按照时间取 $5/12 \text{ mSv} = 0.417\text{mSv}$ 作为本项目退役工作人员剂量约束值，取 $0.1/12\text{mSv} = 0.008\text{mSv}$ 作为本项目退役过程中周围公众受照剂量约束值。

7.3.2 辐射工作场所分级

① 根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 C 对非密封放射性物质工作场所的分类见表 7-2：

表7-2 非密封源工作场所的分级

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

注：日等效最大操作量 = （实际日操作量 × 核素毒性组别修正因子）/ 操作方式修正因子

② 根据《核医学放射防护要求》（GBZ120—2020）对临床核医学工作场所的放射防护要求，临床核医学工作场所的分类见表 7-3。

表7-3 临床核医学工作场所具体分类

分类	操作最大量放射性核素的加权活度，MBq
I	$> 50\,000$
II	$50 \sim 50\,000$
III	< 50

*注：权活度 = （计划的日操作最大活度 × 核素的 性权重因子）/ 操作性 修正因子

以上三类核医学工作场所室内表面及装备结构的基本放射防护要求见表 7-4。

表7-4 核医学工作场所的室内表面及装备结构要求

场所分类	结构屏蔽	地面	表面	分装柜	通风	管道	盥洗与去污
I	需要	与墙壁接缝无缝隙	易清洗	需要	特殊的强制通风	特殊的管道 ^a	洗手盆 ^b 和去污设备
II	需要	与墙壁接缝无缝隙	易清洗	需要	良好通风	普通管道	洗手盆 ^b 和去污设备
III	不需要	易清洗	易清洗	不必须	自然通风	普通管道	洗手盆 ^b

7.3.3 周围剂量当量率控制水平

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

6.1.7 固体放射性废物收集桶、曝露于地面致使人员可以接近的放射性废液收集罐体和管道应增加相应屏蔽措施，以保证其外表面 30 cm 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)

1) 控制区内工作人员经常性停留的场所(人员居留因子 $21/2$)，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) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)

6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：b) CT 机机房外的周围剂量当量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

(4) 根据《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)和《关于核医学标准相关条款咨询的复函》(辐射函〔2023〕20 号)和《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)，本项目周围剂量当量率限值取值如下：

①除射线装置机房外核医学科工作场所内：除走廊外其余位置均取墙体外周围剂量当量率限值为 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ，走廊区域墙体和屏蔽门外 30cm 取周围剂量当量率限值为 $10 \mu\text{Sv/h}$ ；

②射线装置机房(含 PET/CT 机房和 SPECT/CT 机房)机房外 30cm 周围剂量当量率均取 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ；

③热室，分装柜，注射窗外表面 30cm 处人员操作位的周围剂量当量率小于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ ；热室，分装柜非正对人员操作位表面的周围剂量当量率小于 25 $\mu\text{Sv/h}$ ；

④固废存放垃圾桶，衰变池排水管，衰变池外 30 cm 处的周围剂量当量率小于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ 。

7.3.4 非密封放射性物质工作表面沾污控制

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 6.2.3 款：工作人员体表、内衣、工作服、以及工作场所的设备和地面等表面放射性污染的控制应遵循附录 B（标准的附录 B）B2 所规定的限制要求。

根据其第 B2.1 款对工作场所的表面污染控制水平的相关规定，确定本评价项目核医学科正常运行时，辐射工作场所的放射性表面污染控制水平见表 7-5。

表7-5 工作场所的放射性表面污染控制水平 单位：Bq/cm²

表面类型		α 放射性物质（Bq/cm ² ）		β 放射性物质（Bq/cm ² ）
		极毒性	其他	
工作台、设备、墙壁、地面	控制区 ¹⁾	4	4×10	4×10
	监督区	4×10 ⁻¹	4	4
工作服、手套、工作鞋	控制区	4×10 ⁻¹	4×10 ⁻¹	4
	监督区			
手、皮肤、内衣、工作袜		4×10 ⁻²	4×10 ⁻²	4×10 ⁻¹

¹⁾ 该区内的高污染子区除外

本项目使用核素 Ra-223 会产生 α 放射性物质，其他仅为 β 放射性物质，Ra-223 毒性组别属于极毒组，所以按照 α 放射性物质极毒组进行控制。 β 表面污染均按照 β 放射性物质限值进行控制。

7.3.4 清洁解控水平

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）B2.2 工作场所的某些设备与用品，经去污使其污染水平降低到表 7-5 中所列设备类的控制水平的五分之一以下时，经主管部门确认同意后，可当作普通物品使用。

根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）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 0.08 Bq/cm²、 β 表面污染小于 0.8 Bq/cm² 的，可对废物清洁解控并作为医疗废物处理。

所以本项目清洁解控水平取经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， α 表面污染小于 0.08 Bq/cm²、 β 表面污染小于 0.8 Bq/cm²。

7.3.5 放射性三废

(1) 放射性废水

评价项目核医学迁建项目核素治疗患者，进入核医学科前，会要求其上厕所，避免其服药后再留观室上厕所。所以本项目核医学科废水仅包括核素 ¹⁸F、⁶⁸Ga、^{99m}Tc；根据退役项目运行情况，退役废水仅包括 ¹⁸F、⁶⁸Ga。

① 《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）

7.3.3.1 对于槽式衰变池贮存方式：

a) 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；

② 《电离辐射与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

第 8.6.2 款规定，不得将放射性废液排入普通下水道，除非经审管部门确认是满足下列条件的低放废液，方可直接排入流量大于 10 倍排放流量的普通下水道，并应对每次排放作好记录：

a) 每月排放的总活度不超过 10ALI_{min}（ALI_{min} 是相应于职业照射的食入和吸入 ALI 值中的较小者，其具体数值可按 B1.3.4 和 B1.3.5 条的规定获得）；

b) 每一次排放的活度不超过 1ALI_{min}，并且每次排放后用不少于 3 倍排放量的水进行冲洗。

由相应的单位摄入量的待积有效剂量的值得到放射性核素 j 的年摄入量限值：

$$ALI = I_{j,L} = DL/e_j$$

式中：DL——相应的有效剂量的年剂量限值，取 20mSv；

e_j ——放射性核素 j 的年摄入量限值所致的待积有效剂量的相应值，取食入和吸入中的最大值（ e_j 最大时，ALI_{min} 最小）。

由此，推出评价项目核素排放活度浓度要求见表 7-6。

表7-6 衰变池排出的含放射性核素废水的排放要求

核素	$e(g)_{1\mu m}$ (Sv/Bq)	$e(g)_{5\mu m}$ (Sv/Bq)	$e(g)$ (Sv/Bq)	ALI _{min} (Bq)	次排放活度限 值 (Bq)	月排放限值 (Bq)
¹⁸ F	6.0E-11	9.3E-11	4.9E-11	2.15E+08	2.15E+08	2.15E+09
⁶⁸ Ga	5.1E-11	8.1E-11	1.0E-10	2.00E+08	2.00E+08	2.00E+09
^{99m} Tc	1.9E-11	2.9E-11	2.2E-11	6.90E+08	6.90E+08	6.90E+09

（2）放射性固废

根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）要求：

7.2.3.1 固体放射性废物暂存时间满足下列要求的，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， α 表面污染小于 0.08Bq/cm^2 、 β 表面污染小于 0.8Bq/cm^2 的，可对废物清洁解控并作为医疗废物处理：

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

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

c) 含碘-131 核素的放射性固体废物暂存超过 180 天。

（3）放射性废气

7.4.1 产生气态放射性废物的核医学场所应设置独立的通风系统，合理组织工作场所的气流，对排出工作场所的气体进行过滤净化，避免污染工作场所和环境。

7.4.2 应定期检查通风系统过滤净化器的有效性，及时更换失效的过滤器，更换周期不能超过厂家推荐的使用时间。更换下来的过滤器按放射性固体废物进行收集、处理。

评价项目取下活性炭按照放射性固体废物进行暂存达清洁解控水平后，按照普通医疗废物进行处理。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置 评价项目位于广州市黄埔区港湾路 621 号，建设单位拟迁建核医学工作场所现状如图 8-1 所示，现有核医学科现状如图 8-2 所示。	
	
迁建核医学工作场所拟建设位置（左住院楼右急诊楼）	迁建核医学工作场所拟建位置
	
迁建核医学工作场所拟建位置	迁建核医学工作场所拟建位置南侧
	
迁建核医学工作场所楼上	迁建核医学工作场所西侧



建设单位入口（急诊楼）



临床教学楼



中医科楼（待拆迁）



总务科楼（拆迁中）办公楼

图8-1 迁建核医学工作场所周边现状



现有核医学科外部



核医学科辐射工作场所



注射台



注射后候诊室



PET/CT 机房



留观室

图8-2 现有核医学科现状

8.2 迁建核医学工作场所现场调查

8.2.1 环境现状评价对象、监测因子

为调查本次评价项目的及周围环境辐射水平现状，对拟建区域及周围环境进行环境 γ 辐射剂量率水平监测。现场监测情况见表 8-1 所示。

表8-1 现场监测情况一览表

检测因子		环境 γ 辐射剂量率		
检测仪器	仪器名称	辐射剂量率检测仪（6150AD-5/h+b/H）		
	仪器编号	171412(主机)+176695（探头）		
	检定单位	广东省辐射剂量计量检定站		
	证书编号	GRD(1)20230390（检定日期：2023 年 08 月 1 日有效期至：2024 年 7 月 31 日）		
	测量范围	1nSv/h~99.9 μ Sv/h		
	能量范围	38keV~7MeV		
	校准因子	根据检定证书选定为 0.9		
检测方法		HJ1157-2021《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》		
现场检测时间		2024 年 05 月 06 日		
检测时环境状况		天气：晴	温度：31℃	相对湿度：71%

8.2.2 监测点位

为了了解评价项目拟建场址现有状态下的辐射环境背景水平，对拟迁建核医学工作场所位置进行监测。现场监测参照 HJ1157-2021《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》和《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）中布点规则，根据评价项目现有空间布局进行点位布设，在拟迁建核医学工作场所现状各房间中央，周边房间中央和室外环境选取具有代表性点位进行监测。布点图见图 8-3，图 8-4 和图 8-5。

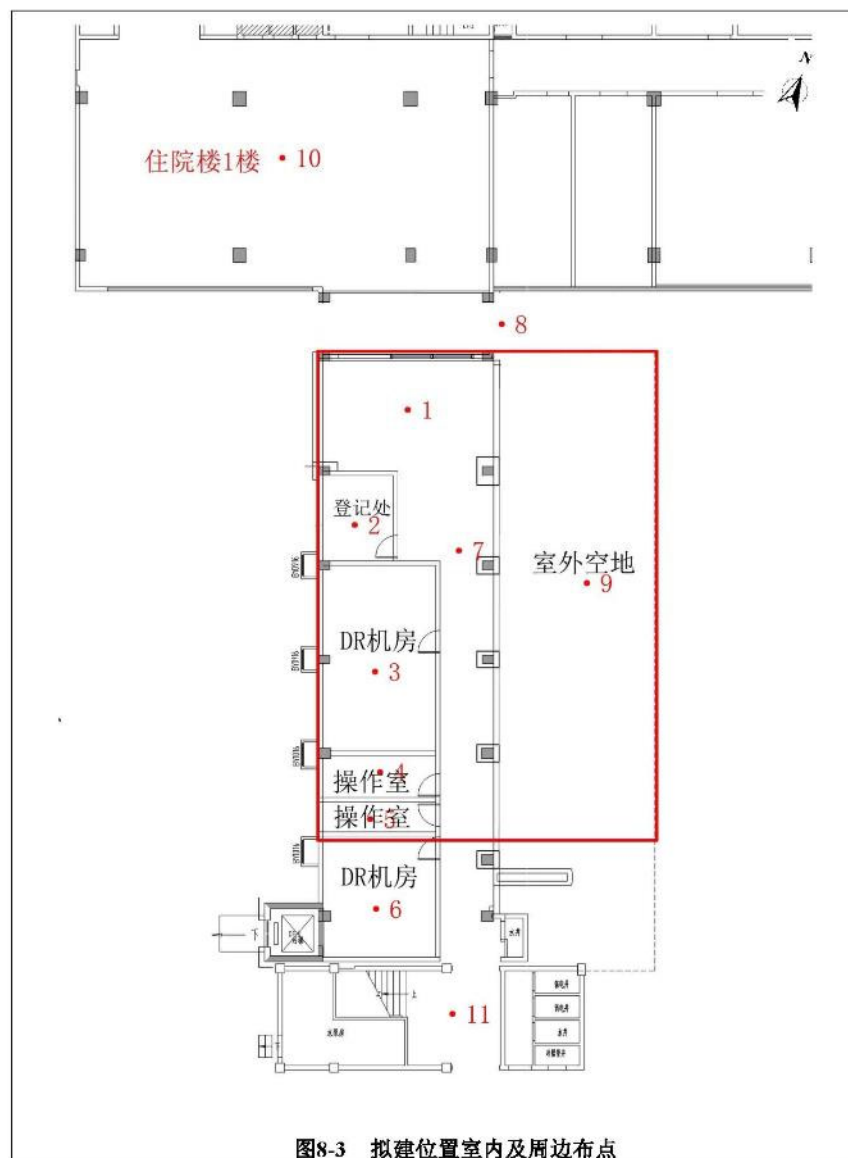


图8-3 拟建位置室内及周边布点

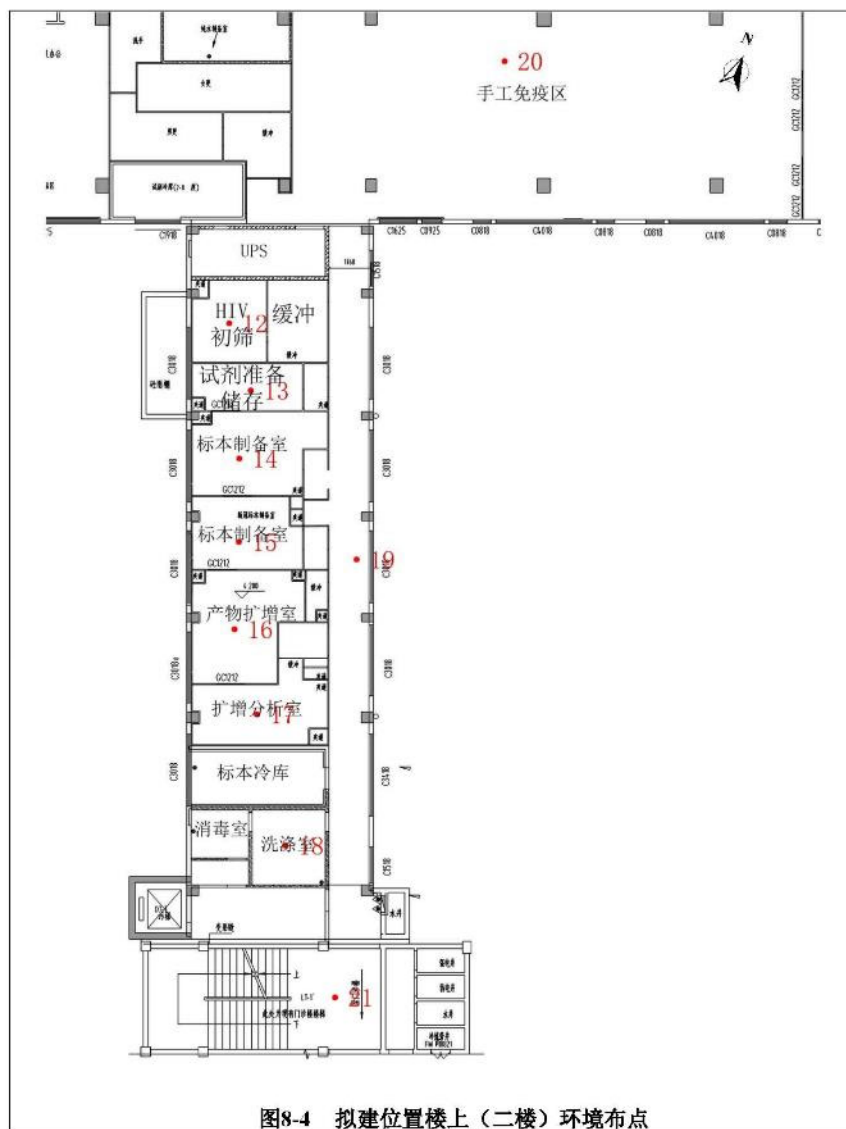




图8-5 拟建位置周边环境布点图

8.2.3 监测方案

(1) 测量项目概述

建设地点：广州市黄埔区港湾路 621 号；

测量位置：拟迁建核医学工作场所位置及周边环境；

测量目的：获得环境 γ 辐射天然本底和人为活动所引起环境 γ 辐射水平变化的资料；

规模和范围：以评价项目为中心，周边环境内具有代表性点位；

辐射源类型：陆地 γ 辐射；

监测因子：环境辐射 γ 剂量率；

监测机构：广州乐邦环境科技有限公司；

(2) 测量要求

测量频次：1 次。

使用仪器：X- γ 辐射剂量率仪（6150AD-5/h+b/H）。

测量方法：即时测量。

测量程序：a) 开机预热；

b) 手持仪器，保持仪器探头中心距离地面（基础面）为 1m；

c) 仪器读数稳定后，通常以约 10 s 时间间隔读取 1 个数据，共计读取 10 个数据，记录在测量原始记录表中。

(3) 数据处理

按照公式 8-1 进行数据处理：

$$\dot{D}_\gamma = k_1 \times k_2 \times R_\gamma - k_3 \times \dot{D}_c \quad (8-1)$$

其中， $\dot{D}_\gamma$ ——测点处环境 γ 辐射空气吸收剂量率值，Gy/h；

k_1 ——仪器检定/校准因子，0.9；

k_2 ——仪器检验源效率因子，1；

R_γ ——仪器测量读数均值，仪器读数为周围剂量当量，根据 HJ1157 中给出的空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照 JJG 393，使用 ^{137}Cs 作为校准参考辐射源时，换算系数分别取 1.20 Sv/Gy 进行转换；

k_3 ——建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，本项目中均按照道路取 1，室内楼房取 0.8；

$\dot{D}_c$ ——测点处宇宙射线响应值，检测仪器宇宙射线响应值为 27nGy/h。

8.2.4 质量保证

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）和《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999-2021）中有关辐射环境监测质量保证一般程序和监测机构的质量体系文件（包括质量手册、程序文件、作业指导书）实行全过程质量控制，保证此次监测结果科学、有效。辐射环境监测质量保证主要内容有：

①监测机构通过了计量认证；

②监测前制定了详细的监测方案及实施细则；

③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；

④监测工作在气候条件良好的条件下开展；

⑤监测所用仪器已通过计量部门校准、检定合格，且在校准、检定有效使用期内使用。监测仪器与所测对象在频率、量程、响应时间等方面相符合，以保证获得准确的测量结果。测量实行全过程质量控制，严格按照《质量手册》和《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定执行；

⑥监测人员均参加过相关的电离辐射监测培训，均持证上岗；

⑦每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常；

⑧现场监测严格按照规定的监测点位、方法、记录内容等进行，按照科学方法处理异常数据和监测数据；

⑨建立完整的文件资料。仪器校准说明书、监测方案、监测布点图、测量原始数据、统计处理程序等全部保留，以备复查；

⑩监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、审核，签发。

8.2.5 监测结果

现场监测结果见表 8-2，监测报告见附件 6。

表8-2 迁建核医学工作场所拟建位置及周边环境 γ 辐射剂量率监测结果

测点 编号	测量位置	检测结果 (nGy/h)		备注
		测量值	标准差	
1	拟建设位置通道中央	116	1	楼房室内
2	拟建设位置登记处中央	110	1	
3	拟建设位置 DR 机房中央	116	2	
4	拟建设位置操作室中央	111	1	
5	拟建设位置操作室中央	110	2	
6	拟建设位置 DR 机房中央	116	2	
7	拟建设位置走廊中央	138	2	
8	住院楼南侧通道中央	153	1	室外道路
9	室外空地（拟建位置中央）	120	1	
10	住院楼一楼大厅中央	148	1	楼房室内
11	急诊楼一楼楼梯间中央	152	2	
12	拟建设位置楼上 HIV 初筛室中央	155	1	
13	拟建设位置楼上试剂准备储存室中央	148	2	
14	拟建设位置楼上标本制备室中央	153	1	
15	拟建设位置楼上标本制备室中央	142	2	
16	拟建设位置楼上产物扩增室中央	148	1	

17	拟建设位置楼上扩增分析室中央	183	1	
18	拟建设位置楼上洗涤室中央	167	2	
19	拟建设位置楼上检验科走廊中央	153	1	
20	住院楼二楼手工免疫区中央	140	1	
21	急诊楼二楼梯间中央	153	1	
22	急诊楼一楼大厅中央	140	1	
23	临床综合楼一楼大厅中央	119	1	
24	临床综合楼一楼缴费处中央	123	1	
25	住院楼急诊楼道路中央	131	2	室外道路
26	院内道路中央（现有核医学与临床综合楼处道路）	136	1	
27	办公楼前已拆迁位置中央	132	3	
28	拟建核医学科北侧道路中央	111	2	
29	急诊楼北侧道路中央	111	2	
30	康复科花园中央	150	2	
31	停车场中央	155	1	
32	医院大门外港湾路中央	120	1	

注：1、检测时仪器中心垂直向下，距离地面约 1m 高，每个测量点测量 10 个读数,以上数据均已扣除仪器对宇宙射线的响应值 27nGy/h；

2、所有检测值均进行了空气比释动能率和周围剂量当量的换算，换算系数采用 ^{137}Cs 作为检定参考辐射源的换算系数 1.20Sv/Gy；

3、仪器校准因子：0.90；

4、检测数据已根据 HJ1157-2021 中 5.5 进行修正。建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，换算系数分别取如下数值：楼房室内：0.8，室外道路：1；

5、拟建位置无地下层。

8.3 现有核医学科现状调查

8.3.1 环境现状评价对象

评价项目现有核医学科目前仍未停科，正在运行中，为了确定核医学科停科后对环境影响，引起周边环境 γ 辐射水平变化，本项目对现有核医学科当天运行完后，对核医学科内部辐射水平进行调查，以确定核医学科停科时环境情况。

现场监测情况见表 8-3 所示。

表8-3 现场监测情况一览表

检测因子①		环境 γ 辐射剂量率
检测仪器	仪器名称	辐射剂量率检测仪（6150AD-5/h+b/H）
	仪器编号	171412(主机)+176695（探头）
	检定单位	广东省辐射剂量计量检定站
	证书编号	GRD(1)20230390（检定日期：2023 年 08 月 1 日有效期至：2024 年 7 月 31 日）
	测量范围	1nSv/h~99.9 μ Sv/h

	能量范围	38keV~7MeV		
	校准因子	根据检定证书选定为 0.9		
检测方法		HJ1157-2021《环境γ辐射剂量率测量技术规范》		
现场检测时间		2024 年 05 月 06 日		
检测时环境状况		天气：晴	温度：31℃	相对湿度：71%
检测因子②		α β 表面沾污		
检测仪器②	仪器名称	α、β 表面污染测量仪（BH3206）		
	仪器编号	004		
	检定单位	深圳市计量质量检测研究院		
	证书编号	JL2201170051（2022 年 06 月 06 日有效期 1 年，检测时处于有效期）		
	测量范围	1CPS-1E+7CPS		
	检测方法	GB/T14056.1-2008《表面污染测定第 1 部分：β 发射体（E _{βmax} >0.15MeV）和 α 发射体》		
现场检测时间		2023 年 3 月 23 日		
检测时环境状况		天气：阴	温度：23℃	相对湿度：68%
另外，为了确定核医学科衰变池运行情况，调查了建设单位现有核医学科衰变池运行情况，2024 年 4 月 25 日核医学科三级衰变池中的第一级衰变池首次装满封存，我公司检测人员于 2024 年 5 月 6 日，对已封存的第一级衰变池废水进行采样送检。				
8.3.2γ 辐射监测点位				
为了了解评价项目退役建场址退役时辐射环境水平，对建设单位现有核医学科当天工作结束后，周边环境 γ 辐射剂量率和表面沾污水平进行检测，现场辐射剂量率监测参照《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）中布点规则，对核医学科大厅和辐射工作场所中央进行检测，布点图见图 8-6。表面沾污检测参照《表面污染测定第 1 部分：β 发射体（E _{β max} >0.15MeV）和 α 发射体》（GB/T14056.1-2008），对核医学科内可能存在污染的环境进行检测，布点图见图 8-7。				

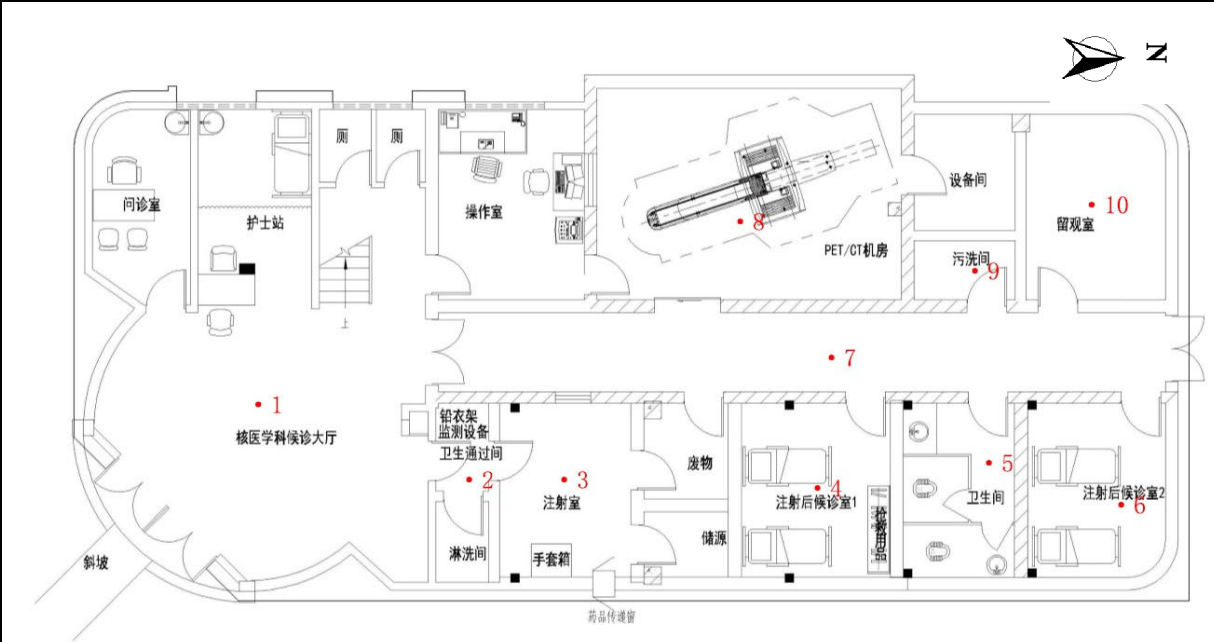


图8-6 现有核医学科内部检测布点图

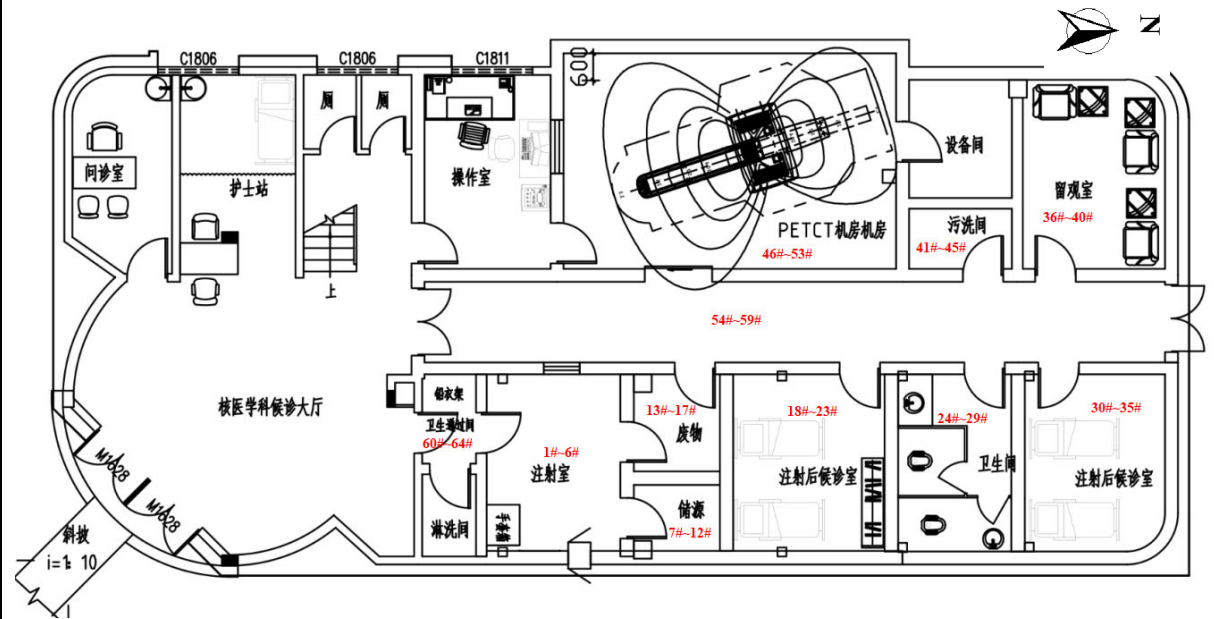


图8-7 现有核医学科内部表面沾污检测检测布点图

8.3.3 γ 辐射检测结果

现有核医学科 γ 辐射现场监测结果见表 8-4，表面沾污检测结果见表 8-5，监测报告见附件 6。

表8-4 现有核医学科内部环境 γ 辐射剂量率监测结果

测点 编号	测量位置	检测结果 (nGy/h)		备注
		测量值	标准差	

1	核医学科大厅中央	163	2	楼房室内
2	卫生通过间中央	168	2	
3	注射分装室中央	197	2	
4	注射后候诊室中央	191	1	
5	卫生间中央	188	2	
6	注射后候诊室中央	179	1	
7	核医学科走廊中央	169	2	
8	PETCT/CT 机房中央	163	1	
9	污洗间中央	183	1	
10	留观室中央	191	1	

注：1、检测时，核医学科已完成当天诊疗工作，并完成清理；2、检测时仪器中心垂直向下，距离地面约 1m 高，每个测量点测量 10 个读数,以上数据均已扣除仪器对宇宙射线的响应值 27nGy/h；3、所有检测值均进行了空气比释动能率和周围剂量当量的换算，换算系数采用 ¹³⁷Cs 作为检定参考辐射源的换算系数 1.20Sv/Gy；4、仪器校准因子：0.90；5、检测数据已根据 HJ1157-2021 中 5.5 进行修正。建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，换算系数分别取如下数值：楼房室内：0.8。

表8-5 现有核医学科表面沾污监测结果

测点 编号	测量位置		α 表面污染水平检测 结果 (Bq/cm ²)	β 表面污染水平检测 结果 (Bq/cm ²)
1#	注射室	地面	未检出	未检出
2#		墙面	未检出	未检出
3#		门表面	未检出	未检出
4#		门把手表面	未检出	未检出
5#		通风柜表面	未检出	未检出
6#		注射窗表面	未检出	未检出
7#	储源室	储存箱表面	未检出	未检出
8#		铅盒表面	未检出	未检出
9#		地面	未检出	未检出
10#		墙面	未检出	未检出
11#		门表面	未检出	未检出
12#		门把手表面	未检出	未检出
13#	废物间	铅桶表面	未检出	未检出
14#		地面	未检出	未检出
15#		墙面	未检出	未检出
16#		门表面	未检出	未检出
17#		门把手表面	未检出	未检出
18#	注射后候诊室 1	床表面	未检出	未检出
19#		铅桶表面	未检出	未检出
20#		地面	未检出	未检出
21#		墙面	未检出	未检出
22#		门表面	未检出	未检出
23#		门把手表面	未检出	未检出

24#	卫生间	洗手台表面	未检出	未检出
25#		便池表面	未检出	未检出
26#		地面	未检出	未检出
27#		墙面	未检出	未检出
28#		门表面	未检出	未检出
29#		门把手表面	未检出	未检出
30#	注射后候诊室 2	床表面	未检出	未检出
31#		铅桶表面	未检出	未检出
32#		地面	未检出	未检出
33#		墙面	未检出	未检出
34#		门表面	未检出	未检出
35#		门把手表面	未检出	未检出
36#	留观室	椅表面	未检出	未检出
37#		地面	未检出	未检出
38#		墙面	未检出	未检出
39#		门表面	未检出	未检出
40#		门把手表面	未检出	未检出
41#	污洗间	洗手台表面	未检出	未检出
42#		地面	未检出	未检出
43#		墙面	未检出	未检出
44#		门表面	未检出	未检出
45#		门把手表面	未检出	未检出
46#	PET/CT 机房	诊断床表面	未检出	未检出
47#		操作室床椅表面	未检出	未检出
48#		操作室桌面	未检出	未检出
49#		设备表面	未检出	未检出
50#		地面	未检出	未检出
51#		墙面	未检出	未检出
52#		门表面	未检出	未检出
53#		门把手表面	未检出	未检出
54#	患者走廊	地面	未检出	未检出
55#		墙面	未检出	未检出
56#		入口门表面	未检出	未检出
57#		入口门把手表面	未检出	未检出
58#		出口门表面	未检出	未检出
59#		出口门把手表面	未检出	未检出
60#	卫生通过间	淋浴器表面	未检出	未检出
61#		地面	未检出	未检出
62#		墙面	未检出	未检出
63#		门表面	未检出	未检出
64#		门把手表面	未检出	未检出

注：1、 α 表面污染水平检出限值 0.02Bq/cm²； β 表面污染水平检出限值 0.07Bq/cm²；2、本报告检测结果为检测仪器实测值扣除本底值再进行刻度因子校正后的数值。

8.3.4 现有核医学科衰变池废水监测

已封存的第一级衰变池废水检测结果见表 8-6，检测报告见附件 7。

表8-6 现有核医学科第一级衰变池检测结果

检测样品	总 α 放射性	总 β 放射性
衰变池废水	未检出	3.96Bq/L

注：总 α 放射性检出限值 0.043Bq/L，总 β 放射性检出限值 0.015Bq/L。

8.4 监测结果评价

8.4.1 参考水平

根据《中国环境天然放射性水平》（原子能出版社 1995 年）对广州地区环境天然贯穿辐射水平调查研究结果：室内剂量率调查水平为 104.6-264.1nGy/h，室外道路剂量率调查水平为 52.5-165.7nGy/h，由此可见，本项目周边 γ 辐射剂量率不大于《中国环境天然放射性水平》中广州地区室内和室外 γ 辐射剂量率调查水平。

建设单位现有核医学科运行前，根据现有核医学科环境影响评价报告，室内检测点，检测结果为 132-168nGy/h，室外检测点，检测结果为 136-146nGy/h。

8.4.2 迁建核医学工作场所监测结果评价分析

现场检测共布设了 32 个点位，根据检测结果，室内环境 γ 辐射天然本底检测结果为 110nGy/h~183nGy/h，室外环境 γ 辐射天然本底检测结果为 111 nGy/h~155nGy/h。

本次检测结果与《中国环境天然放射性水平》和现有核医学科运行前进行对比可知，项目周边 γ 辐射剂量率与《中国环境天然放射性水平》中广州市室内和道路 γ 辐射剂量率调查水平相当，现有核医学科运行前周边环境调查水平相当。

8.4.4 退役核医学科监测结果评价分析

现有核医学科内部环境 γ 辐射剂量率共设 10 个点位，均位于室内， γ 辐射天然本底检测结果为 163nGy/h~197nGy/h。表面沾污检测结果均为未检出，核医学已暂存废水总 α 放射性未检出，总 β 放射性为 3.96Bq/L。

本次检测结果与《中国环境天然放射性水平》和现有核医学科运行前进行对比可知，退役项目核医学科内 γ 辐射剂量率高于有核医学科运行前周边环境调查水平，但与《中国环境天然放射性水平》中广州市室内 γ 辐射剂量率调查水平相当。由此可知，

现有核医学工作场所在正常运行条件下,在采取规范的操作和得当的污染防治措施后,场所内的辐射(包括污染)水平可控制在合理水平,对环境的影响不明显。

核医学科衰变池内废水小于《医疗机构水污染物排放标准》(GB 18466-2005)中对医疗废水总 α 放射性小于1Bq/L,总 β 放射性小于10Bq/L的要求,由此可知,建设单位现有核医学科衰变池暂存一定时间后,可直接进行排放。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 迁建核医学工作场所

本次评价项目涉及到的非密封放射性物质有 ^{18}F ， ^{68}Ga ， $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ， ^{131}I ， ^{89}Sr 、 ^{223}Ra 六种核素，射线装置 PET/CT 和 SPECT/CT，以及 ^{68}Ge 密封源。

建设单位本次项目所有药物均为和药物供应商订购，药物供应商根据当天诊断（治疗）需求，将药物分装好后，配送至建设额单位，并暂存于分装柜内，其中 F-18，Ga-68 和 I-131 暂存于热室分装柜，其他药物暂存于分装柜内（专门用于存放 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ， ^{89}Sr 、 ^{223}Ra ），所有药物当天使用完毕，如当天预约人员未至核医学科进行诊断（治疗），则暂存药物至储源间内，第二日供应商送药时，将药物进行回收，药物配送流程及产污环境如图 9-1。

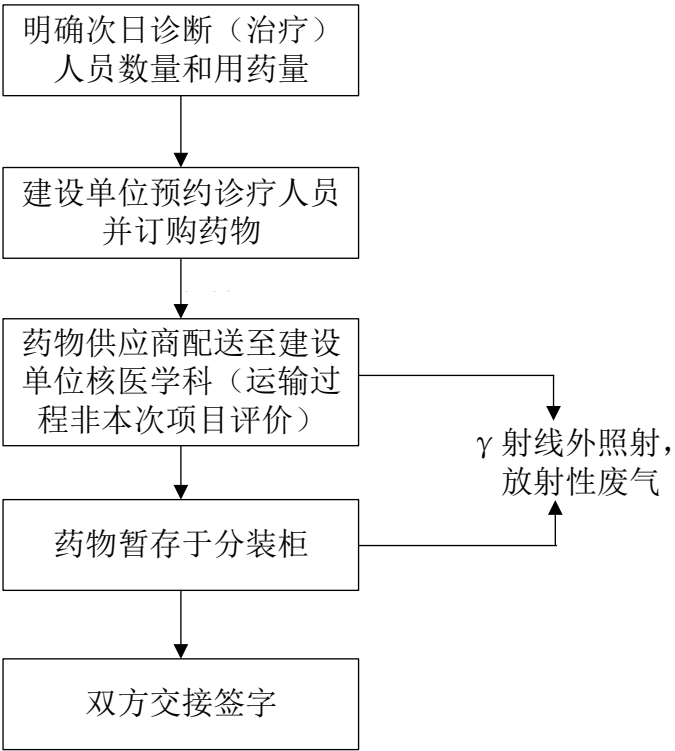


图9-1 药物配送工作流程及产污环节

9.1.1 PET/CT 项目（核素 ^{18}F ， ^{68}Ga 以及 ^{68}Ge 密封源）工作原理

1.工作原理

PET（正电子发射断层扫描）的工作原理是通过正电子核素或其标记的示踪剂，示踪人体内特定生物物质的生物活动，采用多层、环形排列于发射体周围的探头，

由体外探测正电子示踪剂湮灭辐射所产生的光子，然后将获得的信息，通过计算机处理，以解剖影像的形式及其相应的生理参数，显示靶器官或病变组织的状况，藉此诊断疾病，又称为代谢显像，是目前唯一可以在活体分子水平完成生物学显示的影像技术。

PET 扫描系统主要由扫描仪、显像、电子橱、操作工作站、分析工作站和影像硬拷贝等组成。PET 扫描仪的外形为一个柱状的支架，扫描视野位于支架的中央，由探测器、射线屏蔽装置等组成。

近年来，为减少诊断时间、获得更清晰的图像和更多有价值的影像信息，发展了融合应用高档多排 CT 技术进行精确定位的 PET/CT，使两种成像技术优势互补，使用同一个检查床和同一个图像处理工作站，PET 图像提供功能和代谢等分子信息，CT 提供精细的解剖和病理信息，通过融合技术，一次诊断即可获得疾病的病理生理变化和形态学改变，明显提高诊断的准确性。

使用 ^{68}Ge 校准源是一种测量校准。由于 γ 光子穿透人体时因为光电吸收或康普顿散射等效应而被衰减，影响 PET 图像的质量。为了让重组的断面影像更加接近原始真实的情形，采用可收放式 ^{68}Ge 校准源作为穿透放射源进行穿透式扫描及空白扫描，利用截断式衰变校正法进行衰减校正。 ^{68}Ge 校准源一般由源芯、外管、套管和磁性手柄组成。源芯是放射源的核心部分，要求具有稳定的化学形式和合适的物理状态。国内大多采用化学吸附工艺制备源芯材料，其组成有以陶瓷微球为源芯或者以硅胶为源芯。

2.工作流程和产污环节

PET/CT 诊断工作流程及产污环节见图 9-2，质控工作流程及产污环节见图 9-3。

订药：本项目拟开展的 PET/CT 诊断项目用的正电子放射性核素 ^{18}F 、 ^{68}Ga 为外购核素，工作人员根据临床诊断所需药量、病人预约情况，提前一天向放射性核素供应单位订购，药物每日送药 2 次（上午下午各一次），在约定的时间由药物供应单位以货包的形式运送至核医学科，每天第一批最多配送 20 名 ^{18}F 检查人员药量，第二批最多配送 5 名 ^{18}F 或 ^{68}Ga 检查人员药量。

建设单位核医学科安排专人接收放射性核素，药物货包通过缓冲间送入注射分

装室，在经确认无误，并完成相关交接、登记手续后，放入热室分装柜暂存。

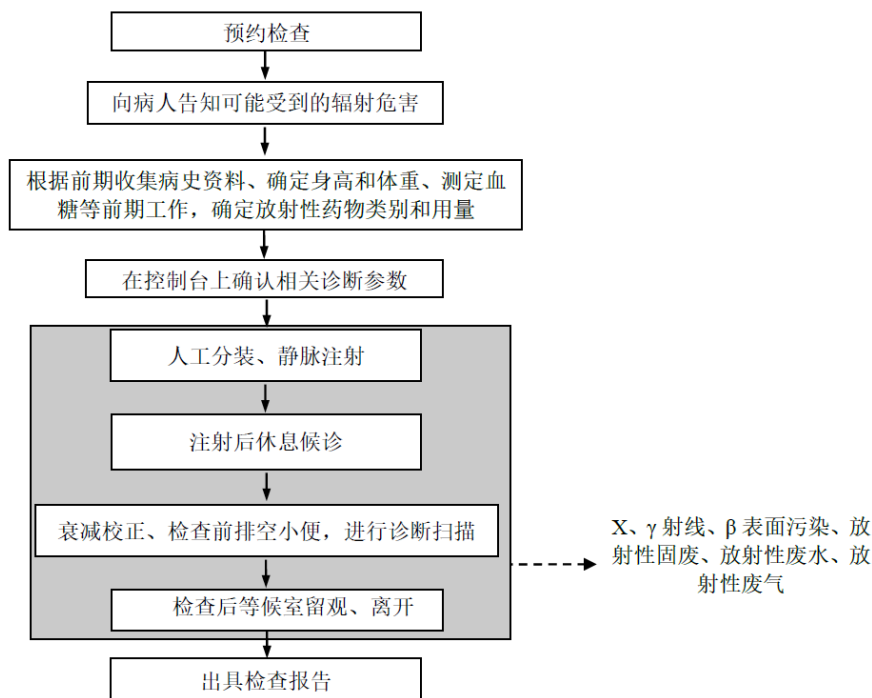


图9-2 PET/CT 诊断工作流程及产污环节

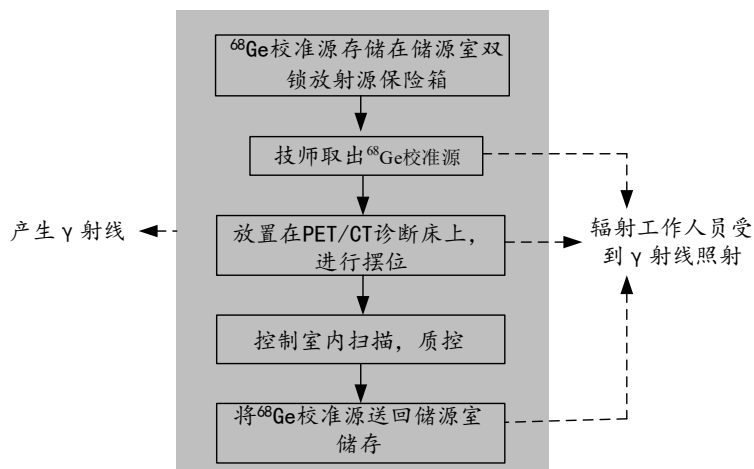


图9-3 PET/CT 质控工作流程及产污环节

分装注射：检查人员在核医学科护士站注射留置针，注射完成后进入核医学科内部，并至注射窗。护士核对药物用量后，护士在热室内将分装好的药物装在15mmPb注射器屏蔽套的注射器内，护士取出药物并连接病人留置针，为病人注射药物，正常情况下，人员无需分装，直接注射即可，特殊情况下，如注射活度变更等，需要护士在分装柜手动进行分装。

诊断：注射后的病人进入相应注射后候诊室静躺休息（一般注射药物后候诊时

间为 45~60min)，待药物充分代谢后，医护人员通过语音呼叫，指导病人进入相应机房。一般情况下，医护人员语音提示摆位，必要时进入机房指导（每次 1min 内，1/10 病人需要近身摆位），随后离开机房进入控制室，隔室操作对患者进行 PET/CT 扫描诊断，每次扫描时间约 15min。扫描完成后，病人离开机房，根据医生指导在留观室留观，一般留观时间约 10min，确认无碍后由核医学科北侧出口离开。

PET 质控校准：每周五 PET 诊断工作结束后进行质控，由工作人员将其中 1 枚 ^{68}Ge 校准源从储源室的双锁放射源保险箱取出放到 PET/CT 诊断床上，在控制室设定扫描程序进行扫描，扫描结果都通过后结束质控，将 ^{68}Ge 校准源送回储源室的双锁放射源保险箱中存放。

特殊情况：根据诊断需求，不超过 1/10 的患者需要床边注射。护士在分装柜中将药物装入注射器防护套筒，并将整个注射器放入转移罐中，使用转移罐转移至需要注射位置，时间不超过 1min，同时在 PET 移动注射车防护下进行注射。

9.1.2 SPECT/CT 项目（核素 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ）工作原理

1. 工作原理

SPECT（单光子发射型计算机断层显像），是一种利用放射性核素的检查方法。SPECT/CT 的全称是单光子发射计算机断层扫描仪），其使用 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 进行诊断的基本原理是：受检者注射 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 药物， $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 在特定的器官或组织发射出能量 140keV 的光子（ γ 射线），穿过组织器官后到达 SPECT 探测器。SPECT 使用低能准直器对 γ 射线进行准直，通过闪烁体将 γ 射线能力转换为光信号，再通过光电倍增管将光信号转化为电信号并进行放大，得到的测量值代表在该投影线上的放射性大小，再利用计算机从投影求解断层图形。其主要的功能特点是：除了显示脏器形态结构外，更重要的是可观察到脏器血流灌注、功能和代谢的变化。临床主要应用于骨骼显像、心脏灌注断层显像等。

SPECT/CT 主要由三部分组成，即探头、旋转运动机架、计算机及其辅助设备。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。

2. 工作流程和产污环节

预约诊断：患者在门诊经过诊断后，医生临床诊断确定患者所需药物的使用量，并告知患者可能受到的辐射。

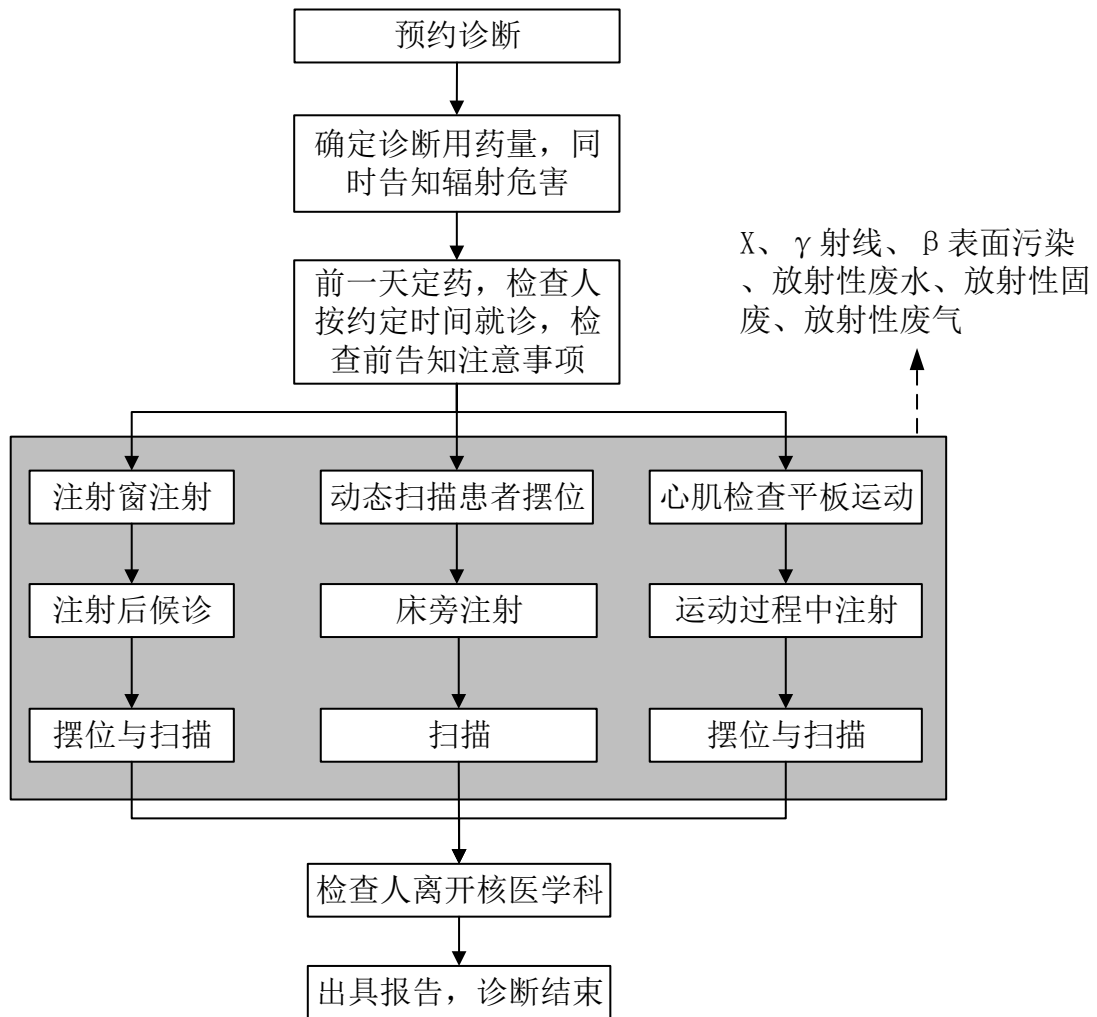


图9-4 SPECT/CT 诊断工作流程及产污环节

订药：工作人员根据临床诊断所需药物的使用量、预约检查的人数，提前一天向供药单位订购放射性药物，供药单位在约定的时间送药品，经确认无误完成相关交接、登记手续后，将药物暂存于分装柜中。本项目 ^{99m}Tc 药物为外购单支成品药物的形式送达，核医学科内无需人工分装，只需对药物进行 10% 抽检，在分装柜内进行质控。特殊情况下，如注射活度变更，需要护士在分装柜手动进行分装。建设单位每日诊断 ^{99m}Tc 为 15 人，每日送药一次。

注射：医护人员根据不同患者的实际情况，采取静态扫描或动态扫描的方式对患者进行诊断。静态扫描：由医护取出放射性药物在注射窗口铅注射屏下为病人注射（注射时间 30S 内）。动态扫描：患者进入工作场所候诊，等待叫号后进入

SPECT/CT 机房，由护士对其进行注射（注射时间 30S 内），注射器安装铅防护套。对于平板运动心肌检查，由护士手持设置有铅防护套在检查人员运动过程中进行^{99m}Tc 注射（注射时间 30S 内）。

诊断：静态显像患者注射放射性药物后根据工作人员指导，在 SPECT/CT 候诊室内休息一段时间后扫描，动态显像患者注射放射性药物后直接在机房进行扫描，平板运动心肌检查患者同样在注射完药物后，进入机房进行扫描。患者进入 SPECT/CT 机房后，医生进行语音提示摆位，必要时进入机房指导患者摆位后（1min 内，1/10 诊断人员需要摆位），离开 SPECT/CT 机房进入控制室，隔室操作 SPECT/CT 对患者实施扫描诊断（诊断时间约 15min）。诊断结束后，一般不需要留观，患者从出口处离开核医学科工作场所。

特殊情况：根据诊断需求，不超过 1/10 的患者需要床边注射及平板运动注射。护士在分装柜中将药物装入注射器防护套筒，并将整个注射器放入转移罐中，使用转移罐转移至需要注射位置，时间不超过 1min，同时在 PET 移动注射车防护下进行注射，注射完成后进行扫描。

9.1.3 甲亢治疗和甲测

1.工作原理

碘是甲状腺合成甲状腺激素的原料之一，放射性的 ¹³¹I 被摄取并参与甲状腺激素的合成。

在进行甲状腺功能测定时，患者会口服或注射少量的 ¹³¹I。由于甲状腺对碘的亲性和性，¹³¹I 会集中在甲状腺组织中，通过仪器测定 ¹³¹I 的发射出射线的计数，确定甲状腺对 ¹³¹I 的吸收情况，由此确定甲亢治疗过程中 ¹³¹I 的摄入量。

在甲亢治疗过程中，患者口服一剂量的 ¹³¹I，¹³¹I 在体内会被甲状腺摄取，并在甲状腺组织中积聚。¹³¹I 衰变产生 β 射线穿透的距离虽然较短，但能量足以破坏甲状腺细胞。通过这种局部放射性损伤，可以有效减少甲状腺组织的数量和功能，从而降低甲状腺激素的产生和释放，达到治疗甲亢的目的。

2.工作流程

门诊诊断：患者在门诊经过诊断后，医生临床诊断确定患者所需药物的使用量，并告知患者可能受到的辐射。

定药：建设单位甲亢治疗和甲功测定均采用预约制，患者会在服药前一日进至核医学科进行预约，医院根据服药患者人数和每人服药量，外购药物，药物直接由供药单位分装好运送至医院，核医学科内无需人工分装，供药单位在约定的时间送药品，经确认无误完成相关交接、登记手续后，将药物暂存于热室分装柜中。建设单位甲亢治疗服药和甲测服药均在当天下午放射诊断完成后进行，药物一般随第二个批次的诊断药物一同送达医院。

服药前准备：患者在指定时间至核医学科候诊区，并在护士站告知服药事项，告知完成后，要求患者在服药前上洗手间后进入核医学科。

指导服药：患者至核医学科内部，护士将药物通过注射窗传递至患者进行服药，正常情况下，不需要人员进行分装，特殊情况下，如注射活度变更，需要护士在分装柜手动进行分装。

服药后：甲亢患者服药后，一般不需要留观可直接离开核医学科，特殊情况需要留观，进入留观室留观半小时左右离开核医学科。甲功测定患者服药后从核医学西北侧楼梯通道离开核医学科，2h、4h 和 24h 后返回核医学科的甲测室进行检查。

工作流程和产污环节见图 9-5。

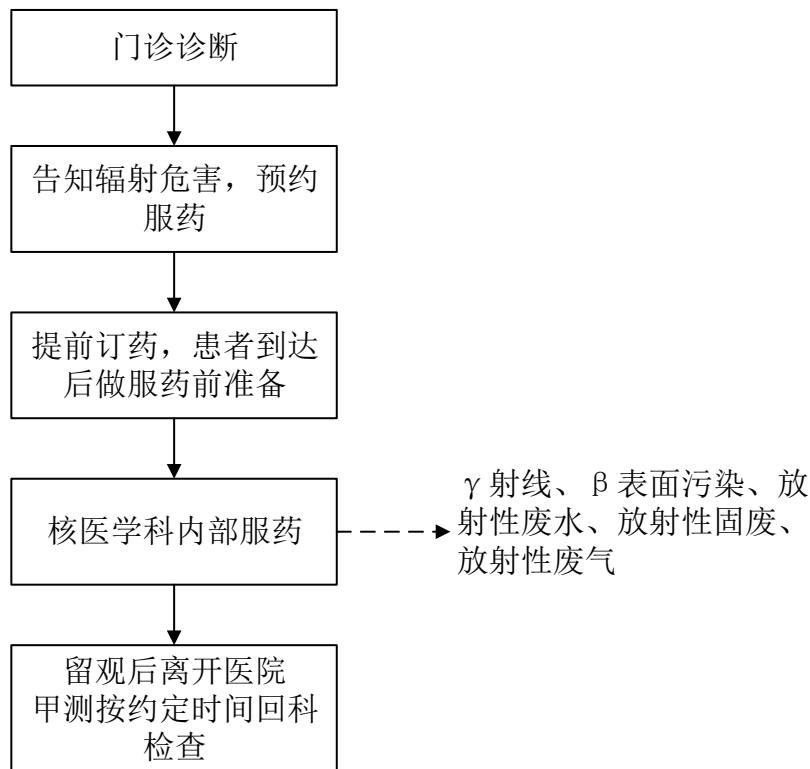


图9-5 甲亢治疗和甲测工作流程及产污环节

9.1.4 骨转移治疗

1.工作原理

评价项目骨转移治疗使用的两种核素是 Sr-89 和 Ra-223。它们通过不同的放射性机制和代谢途径，有效地靶向和治疗骨转移病灶，缓解患者的疼痛，减少病灶大小。

核素 Sr-89 是一种亲骨性放射性核素，发射平均能量为 1.463MeV 的 β 射线，半衰期为 50.53 天，利用机体内能高度选择性地聚集在病变组织中的化合物作为载体，将放射性核素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。辐射剂量主要集中在病灶内，因 β 射线穿透能力弱，所以远处的正常健康细胞则得到较低的、不致损伤的剂量。

Ra-223 物理半衰期为 11.44 天，能发射 α 射线、 β 射线和 γ 射线。其中 α 射线占 95.3%（能量范围 5-7.5MeV）， α 粒子在组织中的射程仅为 43 微米。Ra-223 与羟基磷灰石在病灶处形成复合物以加快一些部位骨质更新，其在内照射时具有极强的细胞毒性，对肿瘤细胞具有较强的杀灭作用，而其短射程对正常组织影响较小。

2.工作流程

门诊诊断：患者在门诊经过诊断后，医生临床诊断确定患者所需药物的使用量，并告知患者可能受到的辐射。

订药：本项目 ^{89}Sr 、 ^{223}Ra 均为外购药物，为单支成品药物，无需分装，可直接注射。建设单位一周仅开展 1 天骨转移治疗，一般为周五下午。工作人员根据患者临床诊断所需药物的使用量、预约检查的人数，提前一天向供药单位订购放射性药物，供药单位在约定的时间送药品，建设单位核医学科安排专人接收放射性核素，药物货包通过注射室东侧的传药窗进入注射室，在经确认无误，并完成相关交接、登记手续后，放入热室分装柜中进行储存。

注射前准备：骨转移治疗患者在治疗前进入问诊室，医生告知患者注射前后注意事项，并要求患者在注射前上洗手间，避免在留观期间上洗手间产生废水。

注射药物：开展 $^{89}\text{Sr}^{223}\text{Ra}$ 治疗时，患者进入核医学科在注射窗处注射（提前注射留置针），正常情况下，药物均为单支成品药物，无需分装；特殊情况下，如注射活度变更，需要护士在分装柜手动进行分装。使用时由医护人员在注射室观察窗的

屏蔽下连接留置针为病人注射（不超过 30S）。

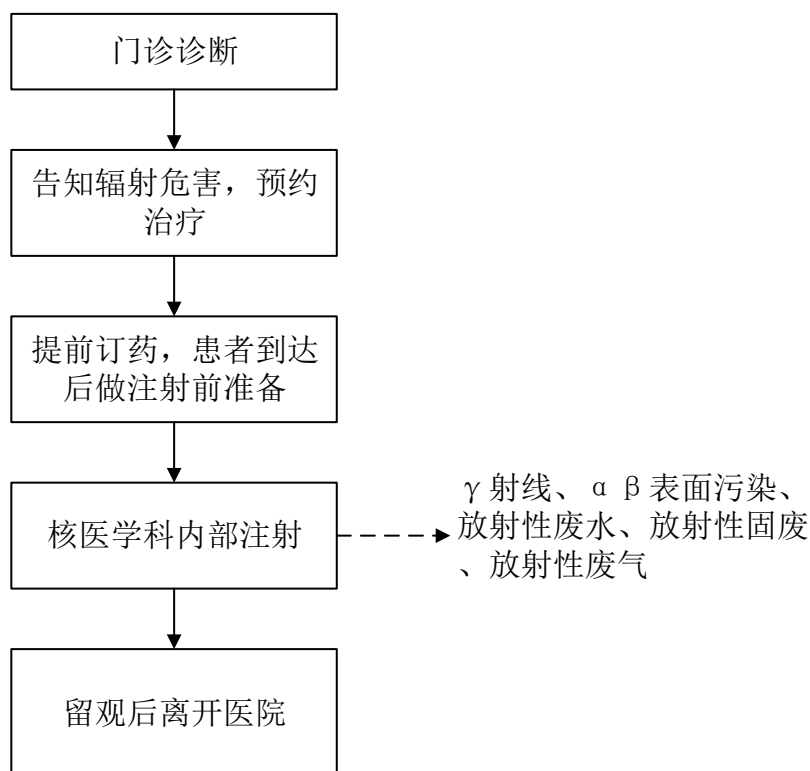


图9-6 骨转移治疗工作流程及产污环节

留观和出院：患者在注射室接受药物注射后，根据医生指导在留观室观察（留观时间小于 30min），如无异常情况，核医学科工作人员通过对讲向患者告知离院后注意事项后，患者离开核医学科。

9.1.5 门诊规划和核素用量

（1）门诊规划

本项目开展核医学科诊断和治疗项目：①PET/CT 诊断，使用核素 F-18，Ga-68；②SPECT/CT 诊断，使用核素 Tc-99m；③甲亢治疗和甲功测定，使用核素 I-131；④骨转移治疗，使用核素 Sr-89 和 Ra-223，各核素开诊时间见表 9-1

表9-1 核医学科各核素门诊使用情况规划

诊断项目		开诊时间	最大病人量	送药时间
PET/CT 诊断	F-18	周一到周五全天	每天不超过 25 人，Ga-68 诊断人数为 0-5 人，F-18 人数为 0-25 人。	早上，中午
	Ga-68	周一到周五下午		中午
SPECT/CT 诊断		周一到周五全天	每天不超过 15 人。	早上，中午
甲亢治疗	I-131	每天下午，如周五开展骨转移治疗，则不甲亢治	不超过 10 人，按序服药后开始诊断	治疗项目仅下午核素诊断完毕后开展，送药时间为中午第二批
甲功诊断			不超过 10 人，按序服药	

		疗和甲测	后开始诊断	次，同一天仅开展骨转移或甲亢治疗的一种	
骨转移治疗	Sr-89	周五下午	不超过 2 人		
	Ra-223		不超过 2 人		

(2) 核素用量

①F-18 和 Ga-68

建设单位每天 F-18 和 Ga-68 会分 2 个批次送药，因核素半衰期较短，送药量需要考虑核素衰变。药物每次提前 0.5 小时送达核医学科，上午仅做 F-18 诊断，下午根据情况，先进行 Ga-68 诊断，再开展 F-18 诊断。

根据放射性核素的衰变规律，即公式 $N=N_0 \cdot (1/2)^{t/T}$ ，进行药物所需初始活度核算，本项目每日最大药物所需初始活度核算结果见。

表9-2 本项目每日最大药物所需初始活度核算结果一览表

时段	核素	病人序号	衰变时间 (min)	所需操作量 (Bq)	送达初始量 (Bq)
第一批	¹⁸ F	1	30	3.70E+08	4.47E+08
		2	45	3.70E+08	4.92E+08
		...			
		20	315	3.70E+08	2.70E+09
		合计			2.54E+10
第二批	¹⁸ F	1	30	3.70E+08	4.47E+08
		2	45	3.70E+08	4.92E+08
		...			
		5	90	3.70E+08	6.53E+8
		合计			2.73E+09
	⁶⁸ Ga	1	30	3.70E+08	5.02E+08
		2	45	3.70E+08	5.84E+08
		...			
		5	90	3.70E+08	9.22E+9
		合计			3.48E+9

根据计算结果可知，第二批次送药过程中，因 ⁶⁸G 的半衰期较短，所以诊断同样人数时，⁶⁸Ga 送药量更大，所在在核算日等效操作量过程中，下午诊断取 ⁶⁸Ga 用药量进行核算。

②其他核素

其他核素用药量核算见表 9-3

表9-3 核医学科迁建项目其他核素用量核算

序号	核素名称	单人最大给药量 (Bq)	日患者数 (人)	日最大操作量 (Bq)	年工作天数 (天)	年最大用量 (Bq)
1	^{18}F	上午 $2.54\text{E}+10$, 下午 $2.73\text{E}+9$		$2.81\text{E}+10$	250	$7.03\text{E}+12$
2	^{68}Ga	/		$3.48\text{E}+9$	250	$8.70\text{E}+11$
3	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	$9.25\text{E}+8$	15	$1.40\text{E}+10$	250	$3.51\text{E}+12$
4	^{131}I	甲亢 $3.7\text{E}+8$	10	$3.7\text{E}+9$	250	$9.25\text{E}+11$
		甲测 $3.7\text{E}+6$	10	$3.7\text{E}+7$	250	$9.25\text{E}+09$
5	^{89}Sr	$1.48\text{E}+8$	2	$2.96\text{E}+8$	50	$1.48\text{E}+10$
6	^{223}Ra	$5.0\text{E}+6$	2	$1.00\text{E}+7$	50	$5.00\text{E}+08$

9.1.6 日等效操作量和工作场所分类

(1) 日等效操作量核算

评价项目迁建核医学工作场所日等效操作量核算见表 9-4。

表9-4 评价项目迁建核医学工作场所日等效操作量核算

核素名称	毒性分组	毒性组别修正因子	操作方式	操作修正因子	日实际最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	合计 (Bq)
^{18}F	低毒	0.01	很简单的操作	10	$2.54\text{E}+10$	$2.54\text{E}+07$	$5.46\text{E}+8$
^{68}Ga	低毒	0.01	很简单的操作	10	$3.48\text{E}+9$	$3.48\text{E}+07$	
$^{99\text{m}}\text{Tc}$	低毒	0.01	很简单的操作	10	$1.40\text{E}+10$	$1.40\text{E}+07$	
^{131}I 甲亢	中毒	0.1	简单操作	1	$3.7\text{E}+09$	$3.70\text{E}+08$	
^{131}I 甲测	中毒	0.1	简单操作	1	$3.7\text{E}+07$	$3.70\text{E}+06$	
^{89}Sr	中毒	0.1	简单操作	1	$2.96\text{E}+08$	$2.96\text{E}+07$	
^{223}Ra	极毒	10	简单操作	1	$1.00\text{E}+07$	$1.00\text{E}+08$	

说明：建设单位每天下午开展 PET/CT 诊断可能使用 2 种核素，根据 9.1.5 (2) 核算，全部使用 Ga-68 时，核素用量较大，因两种核素操作因子，毒性组别因子相同，所以日等效操作量核算过程中，下午 PET/CT 诊断使用 Ga-68 用量核算。

本项目日等效操作量为 $5.46\text{E}+8\text{Bq}$ ，介于 $2.00\text{E}+07\sim 4.00\text{E}+09\text{Bq}$ 之间，因此，本项目核医学科工作场所属于乙级非密封放射性物质工作场所。

(2) 工作场所分类

根据《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020) 对临床核医学工作场所具体分类办法，日操作最大量放射性核素的加权活度等于计划的日操作最大活度与该核素毒性权重因子的积再除以操作性质修正因子所得的商。

本项目核医学工作场所为一个乙级非密封放射性物质工作场所，按照各核素日操作最大活度以及各核素毒性权重因子、操作性修正因子核算加权活度，以确定核医学科工作场所分级。评价项目加权核素活度见表 9-5。

表9-5 评价项目各核素加权活度核算

核素	毒性权重因子	操作性修正因子	日最大操作活度 (MBq)	加权活度 (MBq)	总加权活度 (MBq)
^{18}F	1	1	2.54E+4	2.54E+4	4.47E+05
^{68}Ga	1	1	3.48E+3	3.48E+3	
$^{99\text{m}}\text{Tc}$	1	1	1.40E+4	1.40E+4	
^{131}I 甲亢	100	1	3.70E+3	3.70E+5	
^{131}I 甲测	100	1	3.70E+1	3.70E+3	
^{89}Sr	100	1	2.96E+2	2.96E+4	
^{223}Ra	100	1	1.00E+1	1.00E+3	

根据《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)，评价项目各核素加权活度为>50000MBq，属于 I 类工作场所，I 类核医学工作场所的相关管理要求见表 9-6

表9-6 核医学工作场所的室内表面及装备结构要求

场所分类	结构屏蔽	地面	表面	分装柜	通风	管道	盥洗与去污
I	需要	与墙壁接缝无缝隙	易清洗	需要	特殊的强制通风	特殊的管道 ^a	洗手盆 ^b 和去污设备

a 下水道宜短，大水流管道应有标记以便维修检测；b 洗手盆应为感应式或脚踏式等手部非接触开关控制。

9.1.7 工作负荷

建设单位核医学科现有辐射工作人员 6 人，均已参加辐射安全与防护培训并取得合格证，评价项目投入运营后，辐射工作人员将保持不变，继续从事核医学科辐射工作，建设单位核医学科现有辐射工作人员培训情况见表 9-7，核医学各项目工序涉及辐射工作人员配置情况见表 9-8。

表9-7 核医学科现有辐射工作人员一览表

姓名	职位/职务	辐射安全培训合格证	培训时间
赵荣	医生	FS20GD0300194	2020. 12. 15
杨巧	护士	FS22GD0300219	2022. 12. 30
乔治	技师	FS22GD0300218	2022. 12. 30
龚章勇	技师	FS22GD0300213	2022. 12. 28
李心歆	医生	FS22GD0300214	2022. 12. 28
段玉姣	医生	FS22GD0300076	2022. 06. 09

表9-8 核医学各项工作情况汇总

工作场所	岗位	工作内容	操作时间	配置岗位	人员数量
注射室	分装	^{18}F , ^{68}Ga , $^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{131}I , ^{89}Sr , ^{223}Ra 分装（正常情况下无需分装）	60s/次	护士	1 人
	注射指导服药	^{18}F , ^{68}Ga , $^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{131}I , ^{89}Sr , ^{223}Ra 注射/指导服药	30s/次		
	床边注射药物转移	^{18}F , ^{68}Ga , $^{99\text{m}}\text{Tc}$	1min/次		
PET/CT 机房	摆位	指导、协助患者摆位	60s/次	技师	2 人
PET/CT 控制室	扫描	PET/CT 设备操作	15min/次	技师	
SPECT/CT 机房	摆位	指导、协助患者摆位	60s/次	技师	
SPECT/CT 控制室	扫描	SPECT/CT 设备操作	15min/次	技师	
甲测	检查	摄碘率检查	10min/次	医师	1 人
办公室	诊断	对患者诊断，做出用药计划	/	医师	2 人

9.2 核医学科退役

建设单位现有核医学科工作流程与迁建核医学工作场所PET/CT诊断工作流程及骨转移治疗工作流程相同，不再进行叙述。

9.2.1 退役范围

（1）核医学科辐射工作场所：卫生通过间，注射室，废物间，储源室，注射候诊室，卫生间，PET/CT 机房，污洗间，留观室和衰变池；

（2）核医学科场所内设备：核医学科内现存的全部物品，包括热室分装柜、工作台、桌椅等；

（3）核医学科配套设施：衰变池，排水管道和通风管道。

9.2.2 现有核医学科退役原则和目标

根据本项目核医学科运行阶段的相关情况和特点，为安全实施该工作场所退役工作，医院制定的退役总体原则如下：

- （1）退役场所达到无限制开放使用要求；
- （2）退役场所内的放射性废水全部妥善处理，避免对人员造成危害；
- （3）退役过程中产生的放射性废物尽可能做到最小化、减量化、无害化；

(4) 退役场所内现存的物品再利用严格执行相关的控制标准；

(5) 对参与退役的工作人员尽可能做到辐射防护最优化。

医院制定的退役目标如下：

(1) 核医学科工作场所达到无限制开放使用的要求。如果场所内存在一定的放射性污染，可采取相应的去污措施或局部切割封存等处理方法，使其 β 表面污染水平满足清洁解控限值要求，最终达到无限制开放使用的要求。

(2) 核医学科现存的热室分装柜、电脑、PET/CT等物品，达到清洁解控要求，搬运至扩建场所继续使用，核医学科现存的排风管道、垃圾桶、马桶等物品，达到清洁解控要求，按普通废物进行处理。

9.2.3 退役工作流程

核医学科退役工作流程如下：

(1) 目前已终止核医学科骨转移治疗接诊；

(2) 根据核医学科迁建项目工期安排，核医学迁建工程竣工前一周，对拟退役核医学科物品进行清点：①确认所有放射性药物均已使用完毕，若放射性药物没有使用完，将委托药物供应商对放射性药物进行回收处理；②再次确认拟搬迁物品、报废物品；

(3) 关闭电路总闸，关闭水管总闸，确保断水断电。在全部人员离开核医学科工作场所后，将进入和离开核医学科场所的大门全部上锁，封存一周

(4) 检测：封存完成后，对核医学科工作场所及物品进行辐射水平及表污检测；

(5) 去污：对存在污染的场所及物品进行去污处理，去污后对其表面剂量率水平和表面污染水平进行检测，明显降低并满足清洁解控水平后方可进行搬迁。

(6) 搬迁过程中的防护。本次搬迁不涉及放射性核素及射线装置，仅需对部分物品继续搬迁。需要搬迁的物品均需在去污并检测满足要求后方可进行。

(7) 终态监测和验收：对退役场所开展终态监测及退役验收、达到无限制开放使用要求。全部验收完成后申请部分注销辐射安全许可证。

退役过程中，主要影响为 γ 射线， β 表面沾污，放射性固废。

9.2.3 去污流程

系统和设备拆除前应进行必要的局部或整体去污，去除或降低内外表面附着的

放射性污染。构筑物拆毁前应对放射性污染表面进行剥离去污，去除构筑物表面的放射性污染。

1. 简易物品去污

对于光滑表面、简易结构、可轻易挪动的，退役人员优先对物品表面进行表面污染巡测，使用标记笔将污染区域标记出来，对标记区域进行去污，经测量达到清洁解控标准后，可作普通物品处理。

2. 复杂物品拆解、去污

对于复杂结构、存在污染的物品，需先对物品进行拆解，分解为多个细小部件。再对部件进行表面污染检测并按污染水平进行分类，低于清洁解控标准的物品，可进行解控处置。对于存在污染的部件，进行去污处理，经测量达标后解控。

具体去污方法如下：

①去污人员应穿着必要的防护用品：穿戴铅衣等防护用具，并佩戴个人剂量计。

②去污材料：棉纱、洗涤剂、盐酸、铲、锯、砂纸、塑料布、胶带等，少用酒精类易挥发易燃材料和强氧化剂硝酸等材料。

③去污过程遵循，先去除污染小的，防止污染面扩大；用去除沾污少的棉纱，擦拭污染高的部位，尽可能减少废物量，完成一部分去污后，再去除另一部分，防止交叉污染。

④先对污染很少的设备进行去污，去污后立即装入包装箱。

⑤在整个设备搬迁完毕和废物处理完毕，将对地面和墙面进行全面检查。对污染处采取擦拭去污或局部铲除并铲除物作放射性废物处理

⑥工作结束，应对个人进行表面污染检测，确认无污染后方可离开现场，防止人员污染。

9.2.4 条件保障

（1）由退役工作小组安排专人对退役工作全过程进行辐射安全监督，贯彻“安全第一、预防为主”的原则，保障劳动者在劳动过程中的安全。

（2）在实施退役前，组织对参与退役的工作人员进行安全培训，告知其场所辐射水平、退役方案、应急方案、防尘和降噪措施等。对于进入退役场所的工作人员，要求佩戴个人剂量计，必要时穿戴一次性防护服、帽子、口罩、手套、鞋套等

个人防护用品，方可进场开展相关工作。每天工作完成后需对退役工作人员体表进行放射性污染监测，并对穿戴的一次性用品进行妥善处理。

(3) 退役期间应根据退役辐射风险配置相应的防止破坏和人员擅入的安全保卫设施，限定特定人员接近放射性物质或设施。

9.2.5 退役工作负荷

核医学科退役涉及的工作内容主要为检测和去污，不涉及房屋的拆除等工作。医院拟集中五天开展场所退役的相关工作，按每日 8h 工作时间，则本次退役的工作负荷为 40h，均由核医学科现有辐射工作人员完成。场所达到清洁解控水平，场所内的达到清洁解控水平的物品搬运均在核医学科人员确认检测完成后，指导工人完成。

9.3 污染源项

9.3.1 迁建核医学工作场所

(1) 正常工况

本项目拟使用非密封放射性核素的有关参数见表 9-9。

表9-9 非密封放射性核素的有关参数

序号	核素名称	半衰期	衰变模式	毒性分组	射线和能量 (MeV)	周围剂量当量率常数 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{MBq}\cdot\text{h})$)
1	^{18}F	109.8min	β^+ , EC	低毒	γ : 0.511	0.143 (裸源)、 0.092 (患者体内)
2	^{68}Ga	68.3min	β^+ , EC	低毒	γ : 0.511	0.134 (裸源)、 0.086 (患者体内)
3	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	6.02h	IT	低毒	γ : 0.141	0.0303 (裸源)、 0.0207 (患者体内)
4	^{131}I	8.02d	β^-	中毒	γ : 0.365 β : 0.606	0.0595 (裸源)
5	^{89}Sr	50.53d	β^-	中毒	β : 0.5846	—
6	^{223}Ra	11.44d	α	极毒	α : 5.8713 β : 0.4270 γ : 0.0117, 0.0838, 0.2695	—

注：表中相关信息来源于《核医学放射防护要求》(GBZ 120-2020) 附录 H 表 H.1 及附录 L 表 L.1。

评价项目射线装置配置情况见表 9-10。

表9-10 射线装置参数						
序号	名称	型号	最大管电压	最大管电流	安装位置	来源
1	PET/CT	Discovery MI 型	140kV	600mA	PET/CT 机房	利旧
2	SPECT/CT	待定	≤140kV	≤1000mA	SPECT/CT 机房	新购

本项目 PET/CT 拟配置 2 枚 ⁶⁸Ge 校准源，拟配备的 ⁶⁸Ge 校准源见表 9-11。

表9-11 校准源配备情况							
序号	放射源名称	活度（Bq）	数量（枚）	理化性质	源类别	用途	半衰期
1	⁶⁸ Ge	5.5×10 ⁷	1	固态	V类	PET-CT 校准源	288d
2	⁶⁸ Ge	3.5×10 ⁶	1	固态	V类	PET-CT 校准源	288d

由上文迁建核医学工作流程分析可知，射线外照射将伴随核素在核医学诊疗项目整个开展过程中。受诊患者注射放射性药物后，本身短时间内也成为一个“辐射体”，随着患者的移动，将对周围环境造成辐射影响，排泄物也成为放射性污染物。在诊疗过程产生的固体废物也可能受放射性污染而成为放射性固体废物。核医学项目主要污染因素和辐射影响如下：

①γ 射线贯穿辐射

本项目使用的 ¹⁸F、⁶⁸Ga、^{99m}Tc 和 ¹³¹I 在发生衰变时会伴随产生 γ 射线，和 ²²³Ra 也会发出少量的 γ 射线，在进行药物交接、分装、注射（服药）等操作时，在周围停留的操作人员和患者可能受到核素释放出的 γ 射线外照射影响。

患者注射/口服放射性药物后，本身短时间内是一个辐射体（源），对周围的环境可能造成外照射影响。

②X 射线

PET/CT 和 SPECT/CT 高电压加载 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生 X 射线，X 射线在开机时产生，关机时消失。X 射线防护所要考虑的是 X 射线的直射、散射和泄漏辐射。

③β 射线和韧致辐射

骨转移治疗使用的核素 ⁸⁹Sr 发出纯 β 射线，²²³Ra 也会发出及少量的 β 射线，β 射线穿透力很弱，在组织内穿透距离很短，不会对环境产生明显影响，辐射影响主要考虑

β 射线在与物质作用产生的韧致辐射。

④ α 射线

骨转移治疗使用的核 ^{223}Ra 对环境产生污染的因子主要为 α 射线， α 射线穿透力很弱，在组织内穿透距离很短，不会对环境产生明显影响。

⑤放射性固体废物

核医学科的固体废物主要是放射性药物操作使用过程中沾染放射性药物的固体废物，包括一次性注射器、棉签、滤纸、手套、口服杯、药瓶等，核医学科废气处理系统定期更换的废活性炭也应作为放射性固体废物管理，这些放射性固体废物按污染水平及暂存时间进行分类收集。建设单位的废旧放射源，报废后也属于放射性固体废物，建设单位将根据实际情况，返回厂家或交与广东省城市放射性废物库回收。

⑥放射性废液

本项目核医学科甲亢治疗和骨转移治疗患者在进行服药/注射前均提前上洗手间，一般情况不会产生放射性废液。特殊情况下，产生的极少数废液排入衰变池。

评价项目所产生的废水主要为核素显像诊断过程中，患者注射放射性药物后产生的排泄物及冲洗水等含有放射性核素的废水，核医学科工作人员完成放射性药物操作后清洗去污的废水，核医学科工作场所清洗及应急洗消产生的可能含放射性物质的废水。

⑦放射性废气

放射性废气将设置专用排风管道汇集后经活性炭过滤处理，高于屋顶排放。

(2) 事故工况

①由于管理不善，公众误入核医学科内部。

②放射性药物或放射源被盗、丢失。

③在转移过程中由于操作人员违反操作规程或误操作引起的意外泄漏，造成台面、地面放射性污染，严重时可能造成辐射工作人员衣服或身体污染。

④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。

9.3.2 现有核医学科退役

(1) 正常工况

退役项目污染源主要来源于核医学科现有核素使用的残留，根据建设单位提供

资料，其核医学科开科至今使用过的核素见表 9-12。

表9-12 退役核医学科使用过的密封放射性核素的有关参数

序号	核素名称	半衰期	衰变模式	毒性分组	射线和能量 (MeV)	周围剂量当量率常数 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{MBq}\cdot\text{h})$)	最后一次使用时间
1	^{18}F	109.8min	β^+ , EC	低毒	γ : 0.511	0.143 (裸源)、 0.092 (患者体内)	核医学科 停科前
2	^{68}Ga	68.3min	β^+ , EC	低毒	γ : 0.511	0.134 (裸源)、 0.086 (患者体内)	
3	^{89}Sr	50.53d	β^-	中毒	β : 0.5846	—	2024.5

本项目主要考虑遗留 ^{18}F 、 ^{68}Ga 衰变和 ^{89}Sr 产生的 γ 射线和 β 射线。重点考虑放射性三废的处理。

现有项目 ^{89}Sr 骨转移治疗患者，根据原计划进行治疗前进行上厕所，在核医学科内留观期间，不上厕所，如特殊情况，将单独暂存，不排入衰变池。现有项目核医学科运行至今，未产生含 ^{89}Sr 废液。

①停科当天未使用完的放射性核素

旧核医学科根据病人预约情况预订药物，在配送当天使用完，不储存核素。核医学科退役时，如最后一天诊断有剩余未使用完的非密封放射性核素，次日由厂家回收。

②核医学科内的残留

核医学科运行期间，对场所内产生的放射性污染残留，可能会对人员产生外照射，根据建设单位使用核素情况，主要为 γ 外照射。

③放射性固废

最后一批产生的放射性固体废物按照旧核医学科正常运行时的处理方式暂存在废物间，另外在去污过程中会产生放射性固废同样暂存在废物间至清洁解控水平。

④放射性废水

旧核医学科停用后，核医学科产生的放射性废水已排入衰变池暂存衰变，另外，衰变池中的底泥将为放射性固废，在衰变池暂存至清洁解控水平后，按照一般固废进行处理。

⑤放射性废气

旧核医学科停用后，不会再产生放射性废气，主要废气为核医学场所内尚未完全排出的放射性废气，核医学场所设置独立的专用排风管道。废气处理过程中吸附活性

炭因同样属于放射性固废，暂存于废物间至清洁解控水平。

(2) 事故工况

射源项或污染物未正确处理，有放射性污染残留的设施或场所未去污直接开放，造成环境的污染和公众的辐射照射。

表 10 辐射安全与防护

10.1 迁建核医学工作场所辐射安全与防护		
10.1.1 迁建核医学工作场所防护		
根据建设单位提供的防护工程设计方案，迁建核医学工作场所辐射工作场所均考虑了邻室及周围场所的人员防护与安全，墙体、顶棚、门和窗均进行了辐射防护设计。详见表 10-1。		
表10-1 迁建核医学工作场所辐射屏蔽情况		
房间	墙体	设计方案
分装注射室	墙体	180mm 实心砖+10mmPb 防护涂料
	顶棚	120mm 混凝土（原有楼板）+8mmPb 铅板
	屏蔽门	10mmPb
	分装柜 1（热室）	50mmPb
	分装柜 2	20mmPb
	注射窗 1	40mmPb
	注射窗 2	30mmPb
SPECT/CT 候诊室，储源间，废物暂存间，平板运动室（抢救室），污洗间	墙体	180mm 实心砖+6mmPb 防护涂料
	屏蔽门	6mmPb
	顶棚	120mm 混凝土（原有楼板）+4mmPb 铅板
PET 候诊室	墙体	180mm 实心砖+10mmPb 防护涂料
	屏蔽门	10mmPb
	顶棚	120mm 混凝土（原有楼板）+8mmPb 铅板
留观室	墙体	180mm 实心砖+8mmPb 防护涂料
	屏蔽门	6mmPb
	顶棚	120mm 混凝土（原有楼板）+4mmPb 铅板
SPECT/CT 机房	墙体	180mm 实心砖+6mmPb 防护涂料
	屏蔽门，观察窗	6mmPb
	顶棚	120mm 混凝土（原有楼板）+4mmPb 铅板
PET/CT 机房	墙体	180mm 实心砖+8mmPb 防护涂料
	屏蔽门，观察窗	8mmPb
	顶棚	120mm 混凝土（原有楼板）+6mmPb 铅板
缓冲间	墙体	180mm 实心砖+4mmPb 防护涂料
	门	4mmPb
	顶棚	120mm 混凝土（原有楼板）+2mmPb 铅板
走廊	入口门（2 个）	6mmPb
	出口门	6mmPb
	顶棚	120mm 混凝土（原有楼板）+4mmPb 铅板
甲测	独立房间，无需单独防护	



用一条就诊通道，整体流向为由南侧入口进入，向北侧向流动，诊断结束后由北侧出口离开核医学科；

②甲功测定患者服药后，约定时间至甲测室完成诊疗后由原路返回，不进入高活性区域；

③衰变池位于迁建核医学工作场所东北侧，核医学科下方，建设有独立房间，且保证衰变池管道尽可能短。

根据《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）中对于核医学科的平面布局要求，对本项目设计情况进行对照分析，具体情况见表 10-2。

表10-2 本项目平面设计情况与标准对照情况

标准要求	本项目情况
《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）	
5.2.1 核医学工作场所应合理布局，住院治疗场所和门诊诊断场所应相对分开布置；同一工作场所内应根据诊疗流程合理设计各功能区域的布局，控制区应相对集中，高活室集中在一端，防止交叉污染。尽量减小放射性药物、放射性废物的存放范围，限制给药后患者的活动空间。	（1）本项目核医学科未设置住院治疗场所；本项目核医学科按照诊疗流程设计相应功能用房的布局，使得患者就诊路径比较合理。控制区集中设置，高活室集中在一端，防止交叉污染。 （2）放射性药物仅储存在分装注射室热室和分装柜内，放射性废物仅储存在废物间，不会存放在核医学科其它场所内，拟设置注射后候诊室作为专门给药后休息场所，可以限制给药后患者的活动空间。 （3）核医学科工作场所布局较为合理。
5.2.2 核医学工作场所应设立相对独立的工作人员、患者、放射性药物和放射性废物路径。工作人员通道和患者通道分开，减少给药后患者对其他人员的照射。注射放射性药物后患者与注射放射性药物前患者不交叉，人员与放射性药物通道不交叉，放射性药物和放射性废物运送通道应尽可能短捷。	根据项目人员路径分析：（1）本项目核医学科设置的PET/CT操作工作人员通道，分装注射（医护）人员通道、患者通道。（2）工作人员通道和患者通道分开，减少给药后患者对其他人员的照射。（3）设置的路径可确保注射放射性药物后患者与注射放射性药物前患者不交叉。（4）放射源药物为每天早晨诊断前，中午诊断前送入核医学科，在时间上避免与其他通道交叉。（5）放射性废物运送通道为每天核医学科结束工作后进行运送，从时间上避免交叉。
5.2.3 核医学工作场所宜采取合适的措施，控制无关人员随意进入控制区和给药后患者的随意流动，避免工作人员和公众受到不必要的照射。控制区的出入口应设立卫生缓冲区，为工作人员和患者提供必要的可更换衣物、防护用品。	（1）本项目核医学科控制区的入口设置有门锁限制系统、出口拟设置单向门，控制无关人员随意进入控制区和给药后患者的随意流动，避免工作人员和公众受到不必要的照射。（2）建设单位拟在患者入口设立卫生缓冲区，可满足要求。由于空间限制，出口位置不设置缓冲间，就诊人员完成诊疗后直接离开核医学科；（3）评价项目注射室前设置有缓冲间，缓冲间内设置

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。	有洗手间，为分装和注射工作人员提供必要的可更换衣物、防护用品、冲洗设施和表面污染监测设备。（4）控制区内设有给药后患者的专用卫生间。
《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）	
5.1.1 在医疗机构内部区域选择核医学场址，应充分考虑周围场所的安全，不应邻接产科、儿科、食堂等部门，这些部门选址时也应避开核医学场所。尽可能做到相对独立布置或集中设置，宜有单独出、入口，出口不宜设置在门诊大厅、收费处等人群稠密区域。	（1）本项目迁建核医学工作场所选址在结合医院扩建工程的基础上，充分考虑了周边环境的安全，避开产科、儿科、食堂等部门。 （2）迁建项目设置有单独出入口，其出入口分别为急诊楼后方和住院楼后方，不在门诊大厅、收费处等人群稠密区域。该区域相对独立，一般不会有人员穿过。
5.1.3e) 诊断工作场所和治疗工作场所都需要设置清洁用品储存场所、员工休息室、护士站、更衣室、卫生间、去污淋浴间、抢救室或抢救功能区等辅助用房。	（1）本项目核医学科一层辐射工作场所控制区内拟设置洗污间用于储存核医学科专用清洁用品； （2）办公区设置有护士站，办公室； （3）医护通道设置有更衣室和厕所，用于更衣和去污淋浴； （4）迁建核医学工作场所设置有抢救室（与平板运动室共用）。
5.1.5 核医学工作场所的布局应有助于开展工作，避免无关人员通过。治疗区域和诊断区域应相对分开布置。根据使用放射性药物的种类、形态、特性和活度，确定核医学治疗区（病房）的位置及其放射防护要求，给药室应靠近病房，尽量减少放射性药物和给药后患者或受检者通过非放射性区域。	（1）本项目迁建核医学工作场所按照由高活性区向低活性区过渡设置，用房按照核医学诊疗的流程依次设置，核医学科进出口设置的单向门均设置有电子遥控开关，无关人员无法进入。 （2）项目未设置治疗区； （3）本项目核医学科显像诊断，甲亢治疗和骨转移治疗在时间上分开。 （4）迁建核医学工作场所均为门诊，无住院区。
5.1.6 通过设计合适的时间空间交通模式来控制辐射源（放射性药物、放射性废物、给药后患者或受检者）的活动，给药后患者或受检者与注射放射性药物前患者或受检者不交叉，给药后患者或受检者与工作人员不交叉，人员与放射性药物通道不交叉。合理设置放射性物质运输通道，便于放射性药物、放射性废物的运送和处理；便于放射性污染的清理、清洗等工作的开展。	根据项目人员路径分析：（1）本项目核医学科设置的操作工作人员通道，分装注射（医护）人员通道、患者通道；（2）人员和放射性药物为同一通道，根据建设单位放射性药物配送情况，建设单位在时间上避免出现人员和放射性药物交叉；（3）拟设置的路径使得注射放射性药物后患者与注射放射性药物前患者不交叉，人员与放射性药物通道不交叉。（4）放射性药物和放射性废物运送通道已尽可能短捷，便于放射性污染的清理、清洗等工作的开展。
5.1.7 应通过工作场所平面布局的设计和屏蔽手段，避免附近的辐射源（核医学周边场所内的辐射装置、给药后患者或受检者）对诊断区设备成像、功能检测的影响。	本项目核医学科辐射工作场所各屏蔽体均设计有辐射屏蔽措施，注射室、注射后候诊室、卫生间、储源室和留观室等均未与 SPECT/CT、PET/CT 机房相邻，避免了对设备成像和功能检测的影响。
根据以上分析，核医学科工作场所布局遵循活性区和非活性区分开、人员路线独	

立的原则，相关配套功能房间齐全，能够保证工作程序沿相关功能房间单向展开，能够满足医务人员及病人都具有独立的出入口和流动路线，能够有效防止交叉污染，避免公众、工作人员受到不必要的外照射，布局基本满足《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）关于布局的要求，布局基本合理。

10.1.3 人流和物流路线规划分析

本项目核医学科工作场所规划了医护人员、患者、放射性药物和放射性废物的路线，有利于避免和减少放射性物质的污染和对相关人员的辐射影响。迁建核医学工作场所项目路径规划见图 10-2。

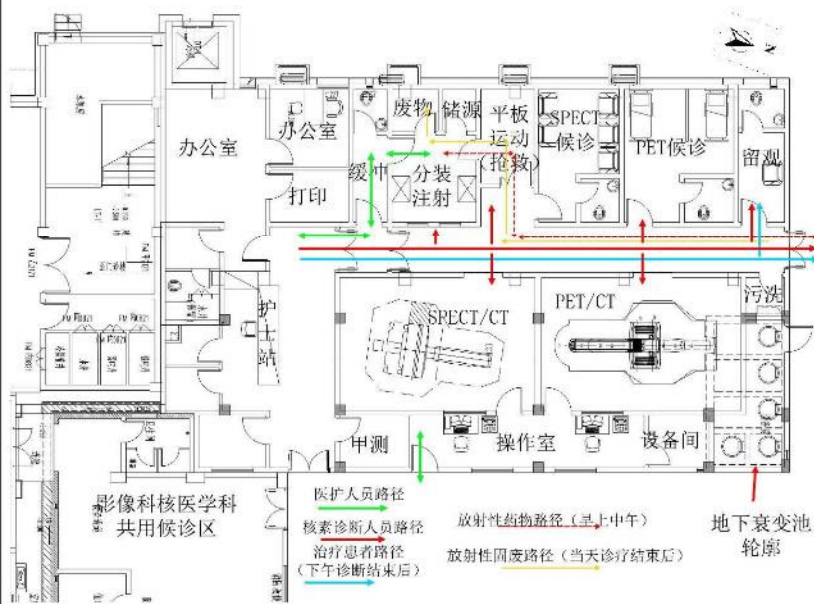


图10-2 迁建核医学工作场所路径规划

(1) 药物运输路线

药物运送采取在时间上和人员通道时间错开，选择在早上和中午未上班时间运送药物至核医学科内部，由专用路线进入核医学科指定位置，经专人接收。

(2) 医护路线

本项目医护人员分为 PET/CT、SPECT/CT 机房控制室医护人员和分装、注射医护

人员通道，以下对不同工作人员路径进行分析：

①PET/CT, SPECT/CT 机房控制室医护人员：从核医学科东侧室外通道直接进入操作室。

②分装、注射人员：从核医学科南侧进入卫生通过间，再进入注射室，在工作结束后，表面污染检测后，如存在污染则在淋洗间进行清洁去污后，再次进行检测，确认无污染后，离开核医学科控制区。

建设单位拟在进入注射室前的控制区入口设置卫生通过间和淋洗间，卫生间设置有铅衣架，并设置柜子存放表面污染监测设备、去污洗消和衣物，且干净衣物和受污染衣物分开存放，当工作人员进入控制区前，在卫生通过间穿好铅衣，再进入控制区。当返回清洁区时，必须清洁完毕、表面污染检测完后离开。

（3）检查人员/治疗人员路径

本项目核医学科在核医学科楼一层南侧设置入口，入口处设置护士站，检查人员在护士站打留置针后，在护士指引下进入核医学科控制区，出口设置在核医学科北侧专用通道，迁建项目投入使用后，住院楼门将封闭，保证该处无人员聚集，避免了患者进入其他诊疗区与人员的交叉污染。

根据表 9 核素使用情况分析，上午主要开展核素诊断，交替为 PET 诊断和 SPECT 诊断人员进行注射。建设单位仅在下午核素诊断完成后开展甲亢治疗，摄碘率检查服药和骨转移治疗，且骨转移治疗仅在周五下午开展，如周五下午骨转移治疗，则当天不再开展甲亢治疗和摄碘率检查服药，以此实现诊断和治疗的患者分时段管理。

（4）污物路径

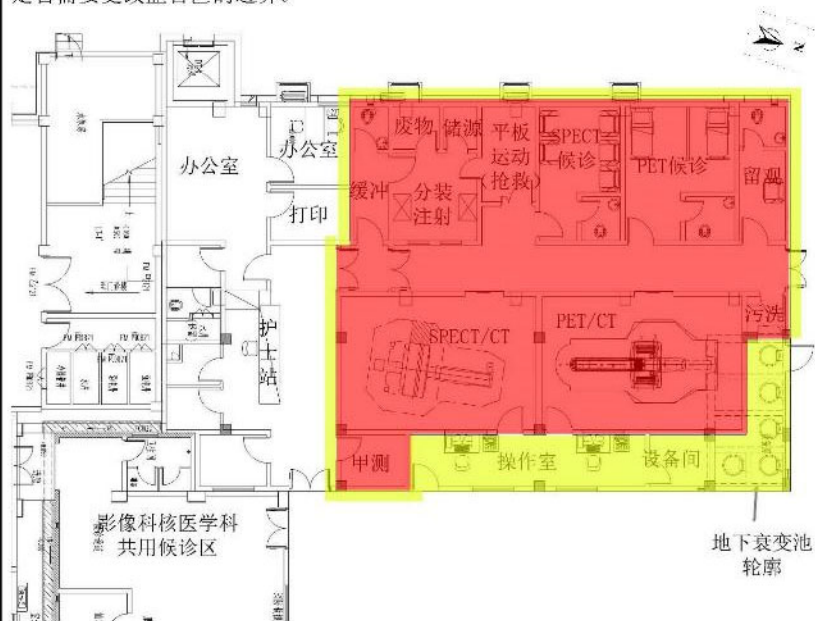
本项目放射性废物和患者为同一通道，但只在所有患者检查完并离开核医学科后，才做放射性废物处理和暂存，患者和放射性废物的通过能够在时间上控制分开；本项目核医学科产生的废物就近存放在废物室内，封存达到标准要求的时间后，经监测达标后，作为一般医疗废物进行处置。

综上所述，本项目核医学科的人员、物流路径规划满足《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）关于人员路径的要求。

10.1.4 辐射工作场所分区

控制区划分原则：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。在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志，并给出相应的辐射水平和污染水平指示。运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可证）和实体屏蔽（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区，放射性操作区应与非放射性工作区隔开。

监督区划分原则：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区域。在监督区入口处的合适位置张贴辐射危险警示标记；并定期检查工作状况，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。



同时根据《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)“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 GB 18871 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。”，《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）“4.3.3 核医学工作场所的监督区主要包括回旋加速器和显像设备控制室、卫生通过间以及与控制区相连的其他场所或区域。4.3.4 控制区的入口应设置规范的电离辐射警告标志及标明控制区的标志，监督区入口处应设置标明监督区的标志。”

根据上述原则，建设单位拟将分装注射室、废物室、储源室、注射后候诊室、留观室、污洗间、PET/CT 机房，SPECT/CT 机房，卫生通过间，甲测室划定为控制区；将操作室、衰变池房间内及控制区外 30cm 处等区域划分为监督区，监督区入口设置标明监督区的标志，并定期检查其辐射剂量率水平。

本项目核医学科分区划分图见图 10-3。

10.1.5 工作场所内表面及装备结构要求

根据表 9 分析，本项目核医学科辐射工作场所为 I 类核医学工作场所，根据《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）对临床核医学工作场所具体分类办法，I 类、II 类核医学工作场所的防护设计要求见表 9-6。

根据本项目设计方案，核医学科内辐射工作场所表面和装备结构设计情况与标准对照见表 10-3。

表10-3 核医学科辐射工作场所表面和装备结构设计情况与标准对照表

序号	要求	建设单位拟采取的措施	评价
1	结构屏蔽：需要	本项目整个核医学科辐射工作场所拟设置专门的屏蔽设施，详见表 10-1。	符合
2	地面：与墙壁接缝无缝隙	本项目整个核医学科辐射工作场所拟采用 PVC 材料的光滑塑胶地板，与墙面的连接处采用圆弧形踢脚线，保证连接处无缝隙。	符合
3	表面：易清洗	地面采用塑胶地板，工作台面表面采用不锈钢材料。	符合
4	分装柜：需要	本项目核医学科内注射室内设置有分装柜。	符合

5	室内通风：特殊的强制通风	本项目核医学科内注射室设置有热室分装柜和分装柜，均设置独立通风装置与活性炭过滤装置，排风立管高于本建筑屋脊	符合
6	管道：特殊的管道	本项目核医学科辐射工作场所各排水管道为具有辐射屏蔽效果的特殊管道，屏蔽厚度为 4mmPb。	符合
7	盥洗和去污设备：需要	拟在控制区内设置污洗间，放置专用拖把、抹布等清洗去污设备。	符合

建设单位核医学科内放射性核素操作设备的表面、工作台台面均为不锈钢结构，可保证平整光滑。室内地面采用 PVC 材料的光滑塑胶地板，与墙面的连接处采用圆弧形踢脚线，保证连接处无缝隙，易于清洗、去污，可满足《核医学辐射防护与安全》（HJ1188-2021）对于核医学地面和台面的要求。

10.1.6 辐射防护用品和设施

本项目配置辐射防护设施及用品情况见表 10-4。

表10-4 本项目新增及利旧防护用品一览表

序号	种类名称	数量	铅当量 (mmPb)	来源
1	铅防护衣、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、 铅防护眼镜、铅防护单	4 套	0.5mmPb	利旧
		4 套	0.5mmPb	新增
2	校准源储存铅罐	2 个	50mmPb	利旧
3	双锁放射源保险箱	1 个	/	利旧
4	FDG 分装防护装置（F-18 手动分装）	1 个	20mmPb	利旧
5	钨合金注射器防护套（F-18 用）	3 个	15mmPb	利旧
6	铅玻璃注射器防护套（骨转移治疗用）	3 个	3mmPb	利旧
7	^{99m} Tc 注射器防护套	2 个	3mmPb	新增
8	注射器携带箱(手提式铅箱)	1 个	20mmPb	利旧
9	注射器携带箱(手提式铅箱)	1 个	10mmPb	新增
10	注射防护车	1 个	20mmPb	新增
11	铅屏风	4 个	10mmPb	利旧
		3 个	5mmPb	新增
14	脚踏式放射性废物桶	6 个	30mmPb	利旧
		3 个	5mmPb	新增
15	放射性废物储存箱(大容量)	1 个	30mmPb	利旧
16	尖锐物收集铅箱	1 个	10mmPb	利旧

根据表 10-4，本项目个人防护用品数量和防护可以满足医院拟开展核技术利用项目运行的要求。除此以外，通过制度规范辐射工作人员的操作，包括放射性核素的管理、使用，放射性污染物的处理和患者的活动限制等。

10.1.7 其他防护措施

(1) 标识

为了限制患者或受检者的随意流动，核医学科辐射工作场所出入和入口均为单向门，迁建项目投入运营后，迁建核医学工作场所将在地面张贴路线标识，并在门上加装单向门禁。入口门为单向入口，控制权在护士站；出门口为单向出口，内部设置开门按钮。医护人员通道均将门禁，仅授权人员可打开。

另外，评价项目投入运营后，建设单位将在出入口门张贴电离辐射标识。

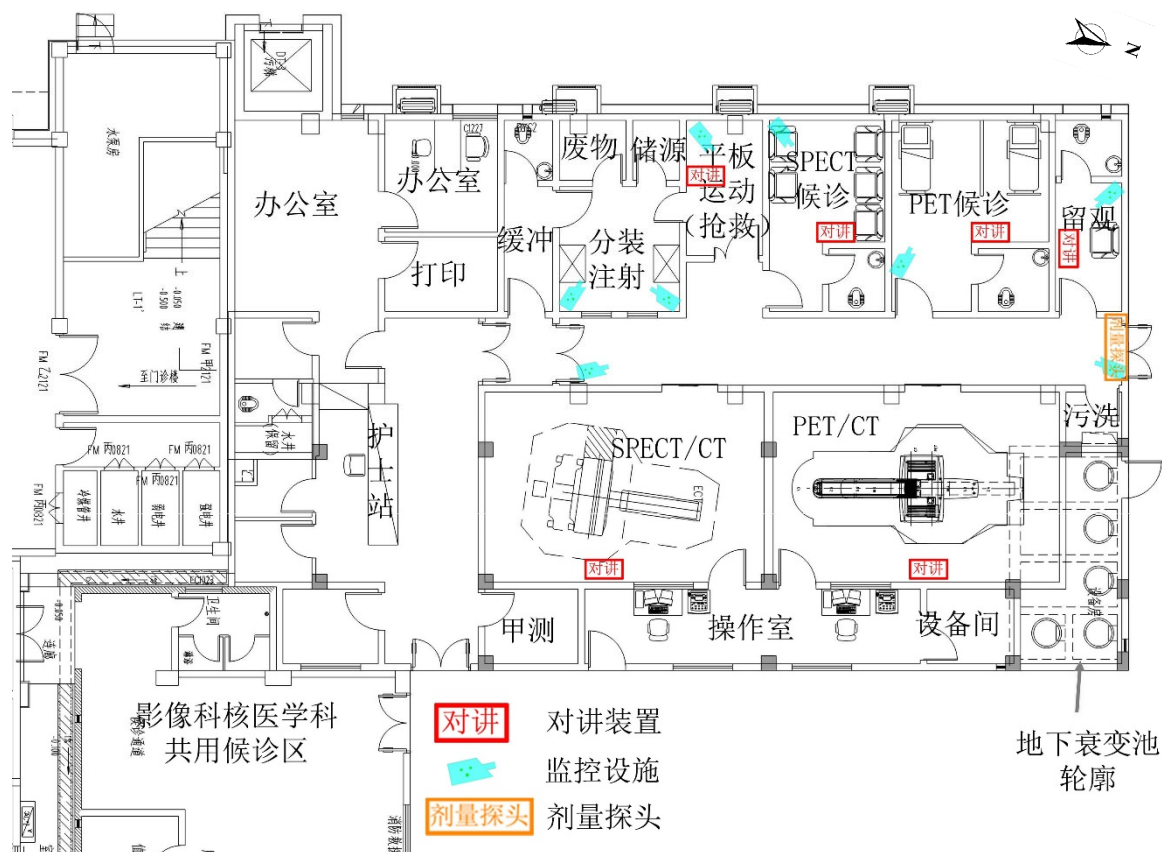


图10-4 监控、对讲和剂量探头布局

(2) 监控、对讲和剂量探头

建设单位现已配备 X-γ 剂量率仪和表面污染探测器，为核医学科专用，建设单位拟将检测设备放置于卫生通过间，供医护人员日常检测使用。迁建核医学工作场所项目拟在核医学门诊场所出口设置剂量率在线报警装置，详见图 10-4。

辐射工作人员每天诊疗工作结束后，对室内工作台、分装柜、注射台等进行全面的辐射水平测量并进行记录，确保工作场所表面沾污满足标准要求。辐射工作人员离开辐射工作区之前使用放射性表面污染监测检测身体及衣物的放射性表面污染水平，确认放射性污染低于标准要求后才能离开，避免将可能的放射性污染带出辐

射工作区外。

建设单位拟在核医学科内设置视频监控和对讲装置，以满足其日常工作中，进行核素诊断和治疗时，可通过摄像头和对讲装置完成工作流程，人员无需进入辐射工作场所。拟设置视频监控和对讲装置情况见图 10-4。

10.1.8 PET/CT,SPECT/CT 机房分析

评价项目拟建设一间 PET/CT 机房，一间 SPECT/CT 机房，从对 X 射线屏蔽的角度考虑，相当于机房内安装 1 台放射诊断的 X 线 CT 机，属于 III 类射线装置，因此以《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）对射线机房的辐射屏蔽设计方案及防护设施进行技术分析，分析结果见表 10-5 和表 10-6。

表10-5 迁建核医学工作场所 X 射线机房防护设计与标准对比分析

项目		设计方案	GBZ130-2020 要求	
SPECT/ CT 机房	四侧墙体	180mm 实心砖+6mmPb 防护涂料	CT 机房屏蔽 铅当量不低于 2.5mmPb	满足
	顶棚	120mm 混凝土+4mmPb 铅板		满足
	屏蔽门，观察窗	6mmPb		满足
PET/CT 机房	四侧墙体	180mm 实心砖+8mmPb 防护涂料		满足
	顶棚	120mm 混凝土+6mmPb 铅板		满足
	屏蔽门，观察窗	8mmPb		满足

注：1.混凝土密度 2.35g/cm³，铅板密度不低于 11.35g/cm³，实心砖密度 1.65 g/cm³

表10-6 迁建核医学工作场所 X 射线机房设计参数与标准对照

项目	GBZ130-2020 对机房的要求	实际情况
机房设置和布局	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。	根据 PET/CT 机房和 SPECT/CT 中 CT 部分的工作原理，其有用线束方向下方有屏蔽铅块，不会直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。
	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。	本项目 PET/CT 机房和 SPECT/CT 机房四面墙体、天棚以及观察窗、进出口的建设均采取了辐射屏蔽。
	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。	本项目 PET/CT 机房和 SPECT/CT 机房均为独立机房
机房空间	最小有效使用面积为 30m ² ，机房内最小单边长度 4.5m；	PET/CT 机房：最小有用使用面积：7.6m×4.72m=35.87m ² ；最小单边长度：4.72m； SPECT/CT 机房最小有用使用面积：7.2m×4.72m=33.98m ² ；最小单边长

		度：4.72m；
监控	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。	本项目 PET/CT 机房和 SPECT/CT 机房拟设置有观察窗
机房通风	机房应设置动力排风装置，并能保持良好的通风。	本项目 PET/CT 机房和 SPECT/CT 机房拟设计排气装置，保证通风状况良好。
标志警示灯	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。	本项目 PET/CT 机房和 SPECT/CT 机房拟按照相关规定设置电离辐射警告标志，相关警示文字和醒目的工作状态指示灯。
屏蔽门	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。电动推拉门宜设置防夹装置。	本项目 PET/CT 机房和 SPECT/CT 机房均设置有 1 个平开机房门和 1 个推拉式机房门，平开机房门有自动闭门装置，推拉式门通过管理保证曝光时该门关闭，机房门和工作状态指示灯关联。电动门设置有感应装置，可以防夹。

通过以上对照分析，本评价项目的 PET/CT 机房和 SPECT/CT 机房均有足够的使用空间，其四面墙体、顶棚以及观察窗、机房进出口的建设均采取了辐射屏蔽，充分考虑邻室（含楼上）及周围场所的人员防护与安全。各面墙体的防护厚度均大于标准中规定的屏蔽厚度，并配备了恰当的辐射防护措施。从 X 射线放射诊断场所的安全防护方面考虑，PET/CT 机房和 SPECT/CT 机房的防护设施的技术要求满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中的相关防护设施的技术要求。

10.1.9 总结分析

根据《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）中对于核医学科的辐射安全与防护措施要求，对本项目设计情况进行对照分析，具体情况见表 10-7。

表10-7 本项目迁建核医学工作场所辐射安全与防护措施与标准对照情况

标准	标准要求	本项目情况	符合性分析
HJ1188-2021	6.2.1 核医学工作场所的放射性核素操作设备的表面、工作台台面等平整光滑，室内地面与墙壁衔接处应无接缝，易于清洗、去污。	热室分装柜，分装柜和注射器的表面、工作台台面等拟采用不锈钢表面的一体产品，保证操作面平整光滑；室内地面铺设防渗塑胶地板、在墙面施工至	符合

		离地至少50cm，能够保证地面与墙壁衔接处无接缝，易于清洗、去污。	
	6.2.2 操作放射性药物场所级别达到乙级应在手套箱中进行，丙级可在通风橱内进行。应为从事放射性药物操作的工作人员配备必要的防护用品。放射性药物给药器应有适当的屏蔽，给药后患者候诊室内、核素治疗病房的床位旁应设有铅屏风等屏蔽体，以减少对其他患者和医护人员的照射。	本项目场所级别为乙级，拟配置一个热室分装柜和分装柜，均为手套箱用于操作放射性核素。拟为药物操作人员配备铅衣、铅眼镜等防护用品，并拟配备注射器防护套、注射防护车等。注射后候诊室和留观室拟设置有足够屏蔽厚度的铅屏风，以减少对其他患者和医护人员的照射。	符合
	6.2.3 操作放射性药物的控制区出口应配有表面污染监测仪器，从控制区离开的人员和物品均应进行表面污染监测，如表面污染水平超出控制标准，应采取相应的去污措施。	建设单位拟在卫生通过间设置洗涤去污设施和表面污染检测仪器，从控制区离开的人员和物品可以利用监测仪器进行表面污染监测，如表面污染水平超出控制标准，使用去污设施进行去污。	符合
	6.2.4 放射性物质应贮存在专门场所的贮存容器或保险箱内，定期进行辐射水平监测，无关人员不应入内。贮存的放射性物质应建立台账，及时登记，确保账物相符。	本项目核医学科拟设置储源室，并在储源室防护罐和双锁放射源保护箱用于储存放射源，防护门设置了门锁和警告标志、警示语句，无关人员不会进入储源室。 建设单位制定监测计划，计划每月进行一次辐射水平监测。 建设单位拟安排专人管理，建立放射性物质台账，及时登记，确保账物相符。	符合
	6.2.5 应为核医学工作场所内部放射性物质运送配备有足够屏蔽的贮存、转运等容器，容器表面应张贴电离辐射标志，容器在运送时应有适当的固定措施。	本项目核医学科拟配备钨小瓶防护罐、 β 、 γ 射线防护罐和分装专用防护铅罐用于场所内部放射性药物贮存（当天未用完药物储存），Tc-99m转运工作（平板运动室注射），拟在各容器表面张贴规范的电离辐射标志，在转运时采取药箱盛装等固定措施，防止药物翻倒和跌落。	符合
	6.2.9 扫描机房外门框上方应设置工作状态指示灯。	PET/CT机房和SPECT机房门框上方拟设置工作状态指示灯，灯箱处设置警示语句“射线有害，灯亮勿入”。	符合
GBZ120-2020	5.2.8 给药后患者或受检者候诊室、扫描室应配备监视设施或观察窗和对讲装置。	控制室和注射后候诊室之间拟设置视频监控系统和对讲装置；控制室和扫描机房之间设置观察窗和对讲装置。	符合
	5.2.9 应为放射性物质内部运输配备有足够屏蔽的储存、转运等容器。容	本项目核医学科拟配备钨小瓶防护罐、 β 、 γ 射线防护罐和分装专用防护铅	符合

器表面应设置电离辐射标志。	罐用于场所内部放射性药物贮存（当天未用完药物储存），Tc-99m转运工作（平板运动室注射），拟在各容器表面张贴规范的电离辐射标志，在转运时采取药箱盛装等固定措施，防止药物翻倒和跌落。	
5.2.10扫描室外防护门上方应设置工作状态指示灯。	PET/CT机房和SPECT/CT机房门框上方拟设置工作状态指示灯，灯箱处设置警示语句“射线有害，灯亮勿入”。	符合
6.2.1 操作放射性药物应有专门场所，如临床诊疗需要在非专门场所给药时则需采取适当的防护措施。放射性药物使用前应适当屏蔽。	本项目核医学科放射性药物设置有专门场所。建设单位配备了注射器防护套，给药时使用防护套进行防护。药物分装和注射前存放在分装柜和热室分装柜中。	符合
6.2.2 装有放射性药物的给药注射器，应有适当屏蔽。	本项目核医学科拟配备注射器屏蔽套。	符合
6.2.3 操作放射性药物时，应根据实际情况，熟练操作技能、缩短工作时间并正确使用个人防护用品。	本项目核医学科拟配备具有专业技术职业资格的辐射工作人员。	符合
6.2.5 控制区内不应进食、饮水、吸烟、化妆，也不应进行无关工作及存放无关物品。	建设单位已制定《核医学科辐射安全防护管理制度》，禁止在控制区内进食、饮水、吸烟、化妆，以及进行无关工作及存放无关物品。	符合
6.2.6 操作放射性核素的工作人员，在离开放射性工作场所前应洗手和进行表面污染检测，如其污染水平超过表2规定值，应采取相应去污措施。	本项目核医学科在注射室前设置卫生通过间和淋洗间，操作放射性核素的工作人员在离开放射性工作场所前将洗手和进行表面污染检测，如其污染水平超过GBZ120表2规定值，将采取相应去污措施。	符合
6.2.7 从控制区取出物品应进行表面污染检测，以杜绝超过表2规定的表面污染控制水平的物品被带出控制区。	建设单位已制定《核医学科辐射安全防护管理制度》，当从控制区取出物品应进行表面污染检测，取出的物品应不超过GBZ120表2规定值。	符合
6.2.9 放射性物质的贮存容器或保险箱应有适当屏蔽。放射性物质的放置应合理有序、易于取放，每次取放的放射性物质应只限于需用的部分。	建设单位配备双锁放射源保险箱，用于暂存 ⁶⁸ Ge校准源，存放在储源室内。放射性药物将装在铅罐中存在储源室的保险箱内，储源室和注射室相邻，易于存取。放射性药物暂存于分装柜中，分装柜屏蔽可满足要求。	符合
6.2.10 放射性物质贮存室应定期进行放射防护监测，无关人员不应入内。	医院已制定辐射监测计划，定期对辐射工作场所进行防护监测，且储源室位于限制区内，无关人员不会进入。	符合

6.2.11 贮存和运输放射性物质时应使用专门容器，取放容器中内容物时，不应污染容器。容器在运输时应有适当的固定措施。	贮存放射性药物时将使用专门的容器，且严格操作措施，不会污染容器。放射性药物运输由药物厂家负责运输至本项目核医学科内。	符合
6.2.12 贮存的放射性物质应及时登记建档，登记内容包括生产单位、到货日期、核素种类、理化性质、活度和容器表面放射性污染擦拭试验结果等。	建设单位已制定《放射性药品的采购、登记、使用、核对、保管及注销制度》，登记内容将包含生产单位、到货日期、核素种类、理化性质、活度和容器表面放射性污染擦拭试验结果等。	符合
6.2.13 所有放射性物质不再使用时，应立即送回原地安全储存。	本项目核医学科采用预约检查制，根据预约情况送药。如当天有人员未到达，放射性药物将在热室/分装柜中储存，当达到清洁解控水平后，作为普通医疗废物处理。	符合
6.2.14 当发生放射性物质溢出、散漏事故时，应根据单位制定的放射事故处置应急预案，参照使用 6.1.2 和附录 K 所列用品，及时控制、消除放射性污染；当人员皮肤、伤口被污染时，应迅速去污并给予医学处理。	建设单位已制定了辐射事故应急预案，当发生放射性药物溢出、散漏事故时，将启用应急预案，穿戴防护用品及时控制、消除放射性污染；当人员皮肤、伤口被污染时，将迅速去污，并送至本院相关科室给予医学处理。	符合
6.2.15 核医学放射工作人员应按 GBZ128 的要求进行外照射个人监测，同时对于近距离操作放射性药物的工作人员，宜进行手部剂量和眼晶状体剂量监测，保证眼晶状体连续 5 年期间，年平均当量剂量不超过 20mSv，任何 1 年中的当量剂量不超过 50 mSv。	建设单位委托广东省职业病防治院对本项目核医学科辐射工作人员进行个人剂量监测，迁建项目投入使用后，将继续进行个人剂量监测。	符合

根据上述对照分析结果可知，本项目核医学工作场所采取的辐射安全与防护措施基本符合《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）及的《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）相关要求。

10.2 退役核医学科辐射安全与防护

10.2.1 妥善处理辐射源

（1）非密封放射性物质

建设单位目前已进入退役准备阶段，目前已停用所有骨转移治疗项目，仅开展 PETCT/CT 诊断。核医学科正式退役开始前，需要检查放射性核素是否全部使用完。旧核医学科根据病人预约情况预订药物，在配送当天使用完，不储存核素，如

有剩余未使用完的非密封放射性核素由厂家回收，不会转移至迁建核医学工作场所。

（2）射线装置 PETCT/CT

根据建设单位规划，确认 PETCT/CT 设备达到清洁解控水平后，交由生产厂家人员对设备进行拆卸，并安装于迁建核医学工作场所中。设备拆装前，建设单位应检测确认 PETCT/CT 达到清洁解控水平，核对拆装人员资质，设备拆解过程中，持续检测表面沾污，如发现污染，应立即离职拆除，放置到清洁解控水平后再进行拆除或进行去污。

（3）放射源

待迁建核医学工作场所建设完成后，建设单位将转移放射源至迁建核医学工作场所，转移过程中，会连同铅箱保险柜一起转移。转移过程中，会根据时间安排，选在节假日人少的时间段进行转移。

10.2.2 辐射工作场所封存

核医学科进入退役阶段，对核医学科场所进行封存一周，封存期间钥匙由专人保管，非特殊情况，人员不得进入。封存完成后，对核医学科进行全面检测，并根据退役计划，进行去污。

10.2.3 退役过程中辐射防护措施

（1）由退役工作小组安排专人对退役工作全过程进行辐射安全监督，贯彻“安全第一、预防为主”的原则，保障劳动者在劳动过程中的安全。

（2）在实施退役前，组织对参与退役的工作人员进行安全培训，告知其场所辐射水平、退役方案、应急方案、防尘和降噪措施等。对于进入退役场所的工作人员，要求佩戴个人剂量计，必要时穿戴一次性防护服、帽子、口罩、手套、鞋套等个人防护用品，方可进场开展相关工作。每天工作完成后需对退役工作人员体表进行辐射监测，并对穿戴的一次性用品进行妥善处理。

（3）退役期间应根据退役辐射风险配置相应的防止破坏和人员擅入的安全保卫设施，限定特定人员接近放射性物质或设施。

10.2.4 全过程监测计划

医院对退役的全过程制定了相应的辐射监测计划，监测对象包括拟退役场所、物

品及退役工作人员。具体监测计划如下：

（1）在退役准备阶段，对拟退役场所及周边环境现状进行辐射监测，监测因子包括 γ 辐射剂量率及 β 表面污染；

（2）在退役实施阶段，对拟退役核医学科各类物品、设施及拟进行拆解的相关物品（如地下放射性排水管、分装柜的排风管道、活性炭过滤装置和活性炭滤芯等的 γ 剂量率、管道及装置内外的表面污染）进行全面辐射监测。根据场所停用时间及核素的半衰期估算，被拆解的物品内表面也应满足清洁解控要求。但由于现阶段无法进行检测，仍存在一定的不确定性，故而保守起见，如上述物品拆解后检测不能满足清洁解控要求，则采取去污措施进行处理，对处理后的放射性废物再次监测直至满足清洁解控要求。

（3）对于退役工作人员，由退役工作小组统一安排下发TLD个人剂量计，规定进入退役场所必须按要求佩戴个人剂量计，穿戴一次性防护服、帽子、口罩、手套、鞋套等个人防护用品。每天工作结束后，对退役工作人员体表进行 β 表面污染监测。如监测存在污染，则应将相应的一次性防护服或塑胶手套作为放射性固体废物进行暂存衰变处理。此外，退役工作完成后，统一收集个人剂量计并送有资质单位进行检测。

（4）退役验收阶段，委托有资质单位对场所进行退役验收监测(终态监测)，确保场所满足清洁解控要求。以上各阶段的辐射监测工作均应做好监测记录，并建立监测档案妥善保存。

10.3 三废治理

10.3.1 迁建核医学工作场所

（1）放射性废气

本项目核医学科设置排风系统和新风系统，每套排风系统设有独立风机、管线设有止回阀，不存在回流现象，可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，保证场所内的通风良好。评价项目通风管道布局图如图 10-5。

评价项目通风管道分为三个部分：①办公区和射线装置操作室排风为一根管道，该管道不涉放射性核素；②核医学科工作场所注射分装室，废物间，储源室，候诊室，

留观室，PET/CT 机房，SPECT/CT 机房，污洗间和衰变池房间共用一根管道，设计排风量为 $4700\text{m}^3/\text{h}$ ，全压 550Pa ；③分装柜和热室分装柜共用一根管道，分装柜和热室分装柜顶壁设置有活性炭过滤，设计排风量为 $1649\text{m}^3/\text{h}$ ，全压 500Pa ，每个分装柜通风速率不小于 0.5m/s 。所有通风管道口均设置有逆止阀，防止通风倒流。②和③排风共用一根主管道，汇入主管道前独立。

核医学科涉放的排风系统在核医学科天台排出前先经过活性炭过滤吸附装置过滤，建设单位拟定期更换活性炭过滤吸附装置，废旧的活性炭过滤吸附装置作为放射性固体废物暂存在核医学科废物室内。②③管道由核医学科西侧墙体引出并连接至屋顶，屋顶平面图如图 10-6 和图 10-7 所示，排风口位置向下做有防水弯并设置防雨百叶，防止雨水倒灌。核医学科涉放射排风口所在屋面高度为 22.5m ，排风口高于屋面 2.5m 处排放。

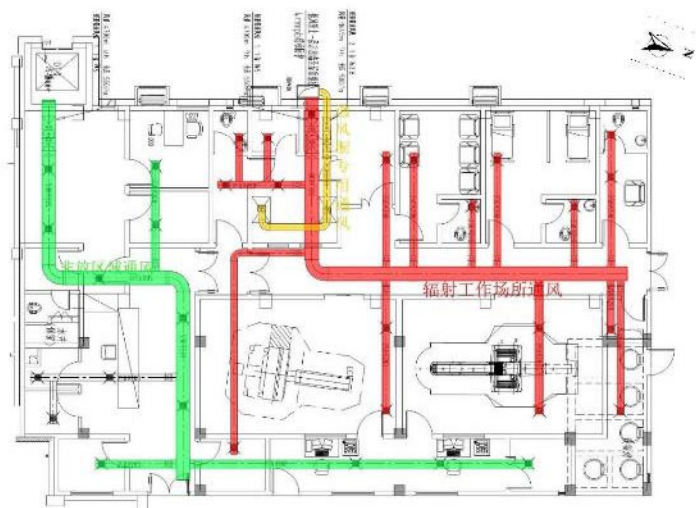


图10-5 通风管道布置图

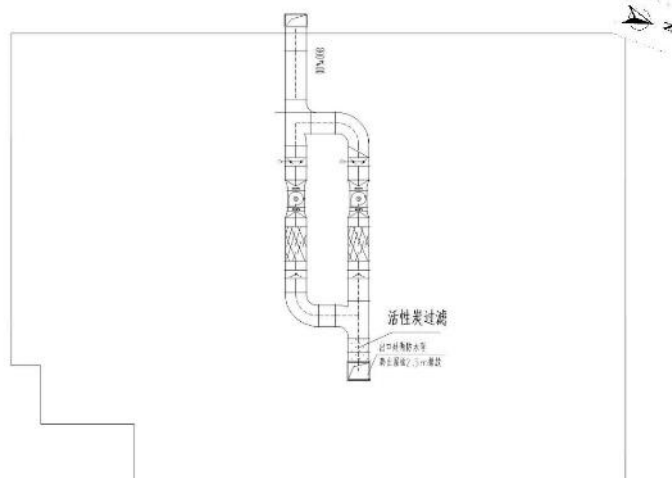


图10-6 通风管道屋顶布局图（平面）

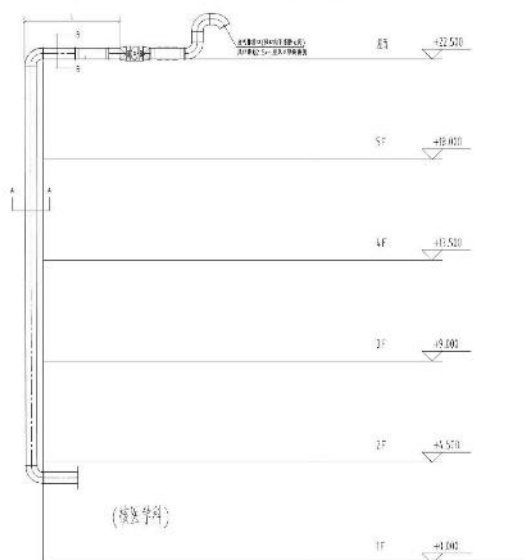


图10-7 通风管道屋顶布局图（剖面）

评价项目通风管道采用 2mmPb 进行辐射防护屏蔽，施工大样图见图 10-8。根据表 11 计算，通风管道辐射屏蔽可满足要求。

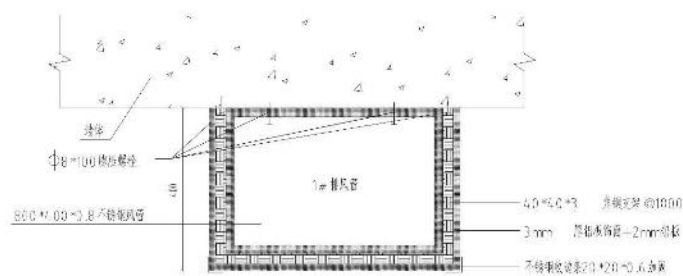


图10-8 通风管道辐射屏蔽施工大样图

综上所述，本项目迁建核医学工作场所放射性废气处理方案满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）关于气态放射性废物管理的要求。

（2）放射性废水

核医学科迁建项目衰变池建设于核医学科东北角，核医学科下方，为避免人员误入，设置了单独的房间，详细位置如图 10-1 所示。建设单位已经衰变池房间划定为监督区，详见图 10-3 所示。

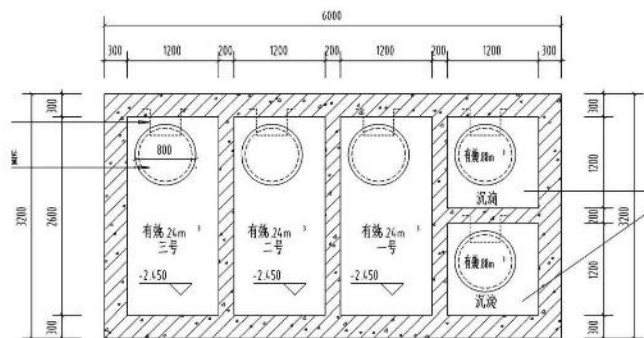


图10-9 衰变池平面设计图

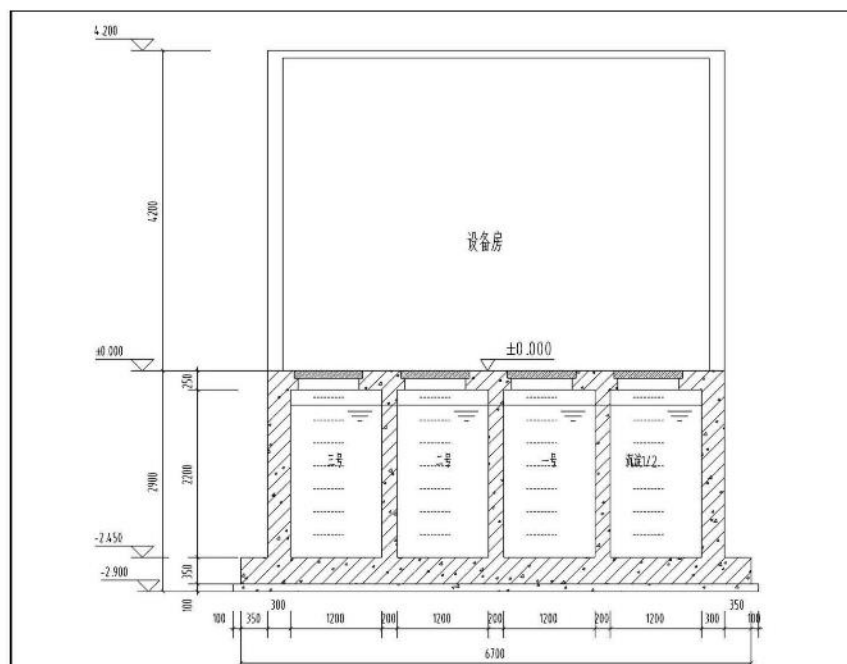


图10-10 衰变池剖面设计图

①衰变池设计

本项目衰变池设计有 2 格沉渣池、3 格并联式衰变池，其中 2 格沉渣池有效容积分别为 2.88m^3 （一用一备），3 格并联式衰变池有效容积分别为 6.24m^3 （总容积为 $6.24\text{m}^3 \times 3$ ）。该衰变池拟设置防渗措施，防渗措施为在池壁靠内一侧设置二层防水砂浆防水层，抗渗等级为 P6。评价项目衰变池设计见图 10-9 和图 10-10。

本项目 3 个衰变池并联设计，交替贮存、衰变和排放废液，工作流程如下：两个沉渣池一用一备，且沉渣池定期清理，当沉淀池水位达到高出时，抽水泵自动打开向衰变池抽水，到达低液位时抽水泵停止运行；首次运行时 1 号电磁阀打开向 1 号衰变池抽水，其余电磁阀关闭，1 号衰变池水位至高液位时 1 号电磁阀关闭，同时 2 号电磁阀打开向 2 号衰变池抽水，2 号衰变池水位至高液位时 2 号电磁阀关闭，同时 3 号电磁阀打开向 3 号衰变池抽水，当 3 号衰变池至高液位时排出 1 号池废水先排向医院污水处理站，之后同其他废水混合处理后再排向市政管网，并重新开始向 1 号池抽水，

如此循环进行。

②衰变池容积核算

根据《综合医院建筑设计规范》GB 51039-2014，门诊患者按每人产生废液 10L 进行计算。对于甲亢（含甲测）和骨转移治疗项目患者，进入核医学科前，会告知注意事项，并提前安排洗手间，且大部分核素治疗患者，可不留观，直接离开核医学科。所以评价项目仅考虑核素诊断废水，具体如下：

1) 建设单位一天核素诊断人数为 40 人，则产生废水量 400L 每天；

2) 对于洗消废水，按照 0.1L/（m²·次），迁建核医学工作场所辐射工作场所需要清理面积为 191 m²，则日洗消用水为 19.1L；

3) 辐射工作人员去污清洗用水按 15L/（人班）考虑，每天 2 班，每班 2 人，则每日去污清洗共产生废水 60 L/d。

所以核医学科日产生废水量为 479.1L，一格衰变池装满需要 13 天，建设单位仅工作日接诊，则装满一格衰变池至少需要经理 4 天的非工作日，则装满一格衰变池最少需要 17 个自然日。而衰变池从储存满到排放至少要经历 2 个衰变池储存的自然日，即 34 个自然日，可满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）对槽式衰变池贮存方式：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的要求。

现对衰变池各核素的排放浓度进行核算，因建设单位下午就诊根据情况，可能接诊 5 人 F-18 诊断，也可能接诊 5 人 Ga-68 诊断，所以均以半衰期较长的 F-18 进行计算。为了保守估算，假定核素诊断的 F-18 和 Tc-99m 全部排放至衰变池。计算结果见表 10-8。

表10-8 衰变池废水排放情况

核素名称	半衰期(h)	一天衰变池核素最大排入量(Bq)	注满单格时间(天)	注满一池核素活度(Bq)	衰变时间(d)	衰变后一次排放活度(Bq)
¹⁸ F	1.83	9.25E+9	13	1.20E+11	34	<1
^{99m} Tc	6.02	1.389E+10	13	1.80E+11	34	<1

由预测结果可知，核医学科废水中各放射性核素一次排放活度小于 1Bq，月排放次数不会超过两次，各核素排放活度仍小于 1Bq，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中单次排放的活度 1ALImin 和单月排放活度 10ALImin

的排放要求。

建设单位将对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。

(3) 放射性固废

核医学科的固体废物主要是放射性药物操作使用过程中沾染放射性药物的固体废物，包括一次性注射器、棉签、滤纸、手套等，核医学科废气处理系统定期更换的活性炭吸附装置也应作为放射性固体废物管理，这些放射性固体废物按污染水平及暂存时间进行分类收集。

核医学科的工作场所设置废物室，废物室紧挨注射室，废物移动路径较短，方便废物收集和暂存。废物室设有动力排风系统，采取了适当屏蔽措施，防护门设置门锁，以防止丢失；防护门上设置电离辐射警告标志，并根据消防要求设置防火措施。废物室内不存放易燃、易爆、腐蚀性物品。

建设单位核医学科拟在控制区每个房间放置一个脚踏式放射性废物桶，在废物间内配备废物箱，建设单位会定期将放射性废物转存至废物箱中，每种放射性废物收储满 20kg 后，封包进行记录污染核素，进行暂存。建设单位配备专用的尖锐物收集铅箱，对于尖锐物品将单独暂存。存放在废物箱中的塑料废物袋表面注明所含核素的名称、废物的类别、入库日期等信息，并做好登记。

对于含 F-18，Ga-68，Tc-99m 三种核素的放射性废物一起暂存时间至少 30 天，对于含 I-131 核素的放射性废物暂存时间至少 180 天，对于 Sr-89，Ra-223 核的放射性废物一起暂存时间至少 505 天后，经监测辐射剂量率达到所处环境本底水平， α 表面污染小于 $0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$ 、 β 表面污染小于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ 的，可对废物清洁解控并作为医疗废物处理。

^{68}Ge 校准源属于密封放射源，放射源报废后拟由放射源供应单位回收或送交至广东省城市放射性废物库贮存；核医学工作场所废气排放口更换下来的废活性炭吸附装置按放射性按固体废物处理，按照不少于 505 天进行暂存。

综上所述，本项目固体放射性固体废物收集和贮存措施满足《核医学辐射防护与安要求》（HJ1188-2021）的相关要求。

10.3.2 退役核医学科

(1) 放射性固废

最后一批产生的放射性固体废物按照旧核医学科正常运行时的处理方式暂存在废物间，并做好相关信息的登记。

核医学科封存后，对放射性废物进行检测，如达到清洁解控水平，按照一般医疗废物进行处置，对于无法达到清洁解控水平的放射性固废，在退役最后阶段，专人将放射性废物搬迁至迁建核医学工作场所废物暂存间继续暂存。

对于去污过程中产生的固废，全部运送至建设单位扩建核医学科进行暂存达到清洁解控水平后，按照一般废物进行处理。

(3) 放射性废水

旧核医学科停用后，核医学科产生的放射性废水已排入衰变池暂存衰变，废水活度浓度满足排放要求后才排放至医院污水处理站。废水排尽后，池中底泥仍需进行暂存衰变，待终态监测所含核素达到豁免活度浓度后才对衰变池进行改造。

(4) 放射性废气

旧核医学科停用后，不会再产生放射性废气，主要废气为核医学场所内尚未完全排出的放射性废气，核医学场所设置独立的专用排风管道，排风口设置于所在建筑屋顶。核医学科专用的排风管道需在场所封闭后，终态监测满足清洁解控水平后才能拆除。废气处理过程中吸附活性炭，按照放射性固废管理，在迁建核医学工作场所内进行暂存。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段环境影响分析

本迁建项目建设阶段主要有声环境、空气环境、水环境和固体废物对环境的影响。

11.1.1 声环境影响分析

该评价项目施工期的噪声主要来自场地局部土建施工、相关设施的安装调试等几个阶段中，但该评价项目的建设工程仅在局部进行，施工期短暂，影响范围小，随施工结束而消除，因此，施工在合理安排施工时间，中午休息时段和夜间禁止施工后，对周围的影响不大。

11.1.2 环境空气影响分析

在整个施工期，扬尘来自于材料运输、装卸、砌墙和涂料批荡等施工活动，由于扬尘源多且分散，属无组织排放。受施工方式、设备、气候等因素制约，产生的随机性和波动性大，但土建工程结束后即可恢复。

11.1.3 水环境影响分析

本工程施工污水主要来自施工人员的生活污水和少量施工废水，其中施工废水主要包括砂石料加工水，施工期生活污水为施工人员的生活污水。施工废水含泥沙和悬浮物，直接排出会阻塞排水沟和对附近水体造成污染，施工场所内积水若不及时排出，可能孳生蚊虫，传播疾病，本项目施工期较短，工人不在施工现场居住，施工期间产生的少量施工废水排入医院的总排放口，最终排入市政管网。

11.1.4 固体废物影响分析

施工期间固体废物主要为施工人员的生活垃圾和建筑垃圾，施工产生的弃土弃渣、建筑垃圾若不妥善处置不仅污染环境而且破坏景观。

施工期的生活垃圾和建筑垃圾应分别堆放，并委托环卫部门妥善处理，及时清运或定期运至环卫部门指定的地点安全处理处置，可以使工程建设产生的垃圾处于可控制状态。

综上所述，本工程在施工期的环境影响是短暂的、可逆的，随着施工期的结束而消失。施工单位应严格按照有关规定采取上述措施进行污染防治，并加强监管，

使本项目施工对周围环境的影响降低到最小。

11.2 迁建核医学工作场所运行阶段环境影响分析

11.2.1 射线装置产生的 X 射线

根据第十章分析可知，本项目拟建的 PET/CT 和 SPECT/CT 均为专用机房，射线机房的使用面积、辐射屏蔽厚度及相关防护措施均符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中对 CT 机房的防护设施的技术要求。由于《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）是以保证机房外的人员可能受照剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的要求为目的而进一步推算规定射线机房的屏蔽厚度要求，所以通过以上分析可知本项目的 PET/CT 和 SPECT/CT 检查室符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中对 CT 机房的防护设施的技术要求，则可进一步得知本次评价的拥有专用机房的 PET/CT 和 SPECT/CT 在正常运行阶段，PET/CT 和 SPECT/CT 装置产生的 X 射线对机房外环境的影响可满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的相关要求。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）可知，当 CT 机房面积满足标准要求时，防护厚度 2.5mmPb 当量的墙体、防护门、观察窗，机房外关注点的附加剂量率将低于 2.5μSv/h 控制值。对于 140kV 的 CT，120mm 混凝土约为 1.2mmPb，由此可计算出 PET/CT 机房防护厚度最小为 7.2mmPb，SPECT/CT 机房防护厚度最小为 5.2mmPb。《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）给出屏蔽厚度计算公式如下：

$$B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha x} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\gamma}} \quad (\text{公式 11-1})$$

根据 11-1 计算出 CT 在 140kV 时，2.5mmPb 防护时衰减因子 B 值为 B(2.5mmPb) = 3.9E-4，而 B(5.2mmPb) = 1.25E-6，B(7.2mmPb) = 2.16E-8，所以 SPECT/CT 机房周围剂量当量率：

$$(2.5/3.9E-4) \times 1.25E-6 < 0.008 \mu\text{Sv/h}$$

同理计算出 PET/CT 机房周围剂量当量率：

$$(2.5/3.9E-4) \times 2.16E-8 < 0.001 \mu\text{Sv/h}$$

因此 PET/CT 因 CT 扫描 X 射线出束对环境的贡献将低于环境背景水平，因 CT 扫描对环境影响的贡献基本可忽略不计。

11.2.2 核素影响分析

(1) 计算公式

根据《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)，关注点处经屏蔽后的瞬时剂量率按照公式 11-2 和公式 11-3 计算。

$$H_r = A \cdot K R^{-2} \cdot 10^{-(X/TVL)} \quad (\text{公式 11-2})$$

式中：H_r——γ 辐射剂量率，μSv/h；

A——放射性药物的活度，MBq；

K_γ——周围剂量当量率常数，μSv·m²/(h·MBq)，见表 9-9；

R——距放射源的距离，m；

X——屏蔽层的厚度，mm；

TVL——半值层，mm。

$$H_{r1} = H_{r0} \times 2^{-t/T} \quad (\text{公式 11-3})$$

式中：H_{r0}——衰变前核素的量；

H_{r1}——衰变后核素的量；

t——经历衰变的时间(min)；

T——核素的半衰期(min)。

(2) 计算参数

因注射分装场所和患者走廊涉及使用 F-18、Ga-68、Tc-99m、I-131、Sr-89，Ra-223 等 6 种核素，而 F-18 周围剂量当量率常数和单个患者使用量又最大，所以上述这些辐射工作场所的辐射屏蔽计算过程中主要考虑 F-18，对于 SPECT/CT 注射候诊室，平板运动室和 SPECT/CT 仅考虑 Tc-99m 的影响。为了保守估算，除 F-18 考虑因时间衰减外，Tc-99m 不考虑时间衰减。对各防护设施使用核素情况进行说明见表 11-1。

表11-1 各辐射防护设施中放射性核素使用情况核素情况

房间	核素	状态	衰变时间
分装柜 1	F-18 放置分装柜内 (20 人量)	裸源	0min
分装柜 2	Tc-99m 放置分装柜内 (15 人量)	裸源	0min
分装注射室	F-18 (1 人)	裸源	0min
平板运动室	Tc-99m (1 人)	裸源	0min
SPECT/CT 注射候诊室	Tc-99m (5 人)	人体内	0min
PET/CT 注射候诊室	F-18 (2 人)	人体内	0min

留观室	F-18 (1 人)	人体内	60min
PET/CT 机房	F-18 (1 人)	人体内	45min
SPECT/CT 机房	Tc-99m (1 人)	人体内	0min
走廊	F-18 (1 人)	裸源	0min
注射器转移箱, 注射车	Tc-99m (1 人) F-18 (1 人)	裸源	0min

《核医学放射防护要求》表 I.1 中给出了常用核素屏蔽材料十分之一值层厚度 (TVL) 见表 11-2。

表11-2 常用核素屏蔽材料十分之一值层厚度 (TVL) (单位 mm)

核素	铅 (11.3 t/m ³)	砖 (1.65t/m)	混凝土 (2.35 t/m ³)
¹⁸ F	16.6	263	176
^{99m} Tc	1	160	110
¹³¹ I	11	240	170

(3) 计算结果

根据公式计算结果见表 11-3。

表11-3 核医学工作场所屏蔽设施外周围剂量当量率计算结果

序号	关注点	源强 (MBq)	屏蔽厚度	距离 (m)	预测结果 (μSv/h)	
1-1	分装注射室	PET/CT 分装柜外 30cm	25400	50mmPb+20mmPb 防护罐	0.5	0.882
1-2		SPET/CT 分装柜外 30cm	14000	20mmPb	0.5	<0.001
1-3		墙体外	370	180mm 实心砖 +10mmPb 防护涂料	1.1	1.453
1-4		屏蔽门外	370	10mmPb	2.5	1.361
1-5		顶棚上方	370	120mm 混凝土 +8mmPb 铅板	3.5	0.191
2-1	平板运动室	室外墙体外	925	180mm 实心砖 +6mmPb 防护涂料	1.5	<0.001
2-2		墙外外	925	180mm 实心砖 +6mmPb 防护涂料	1.5	<0.001
2-3		门外	925	6mmPb	3.3	<0.001
2-4		顶棚上方	925	120mm 混凝土 +4mmPb 铅板	3.5	<0.001
3-1	SPET/CT 候诊室	室外墙体外	925*5	180mm 实心砖 +6mmPb 防护涂料	1.5	<0.001
3-2		墙外外	925*5	180mm 实心砖 +6mmPb 防护涂料	0.9	<0.001
3-3		门外	925*5	6mmPb	3.5	<0.001
3-4		顶棚上方	925*5	120mm 混凝土 +4mmPb 铅板	3.5	<0.001
4-1	PET/CT 候	室外墙体外	370	180mm 实现砖 +10mmPb 防护涂料	1.5	0.782
			370		3.3	0.161
4-2	候	墙外外	370	180mm 实现砖	1.2	1.221
			370		4.1	0.104

	诊室			+10mmPb 防护涂料			
4-3		门外	370	10mmPb	4.6	0.402	0.693
			370		5.4	0.291	
4-4		顶棚上方	370*2	120mm 混凝土 +8mmPb 铅板	3.5	0.381	
5-1	留 观 室	室外墙体外	253	180mm 实现砖 +8mmPb 防护涂料	1.3	0.940	
5-2		墙外	253	180mm 实现砖 +8mmPb 防护涂料	1.5	0.932	
5-3		门外	253	6mmPb	2.4	1.760	
5-4		顶棚上方	253	120mm 混凝土 +4mmPb 铅板	3.5	0.227	
6-1	SP EC T/C T 机 房	操作室墙外	925	180mm 实现砖 +6mmPb 防护涂料	2.7	<0.001	
6-2		观察窗	925	6mmPb	2.8	<0.001	
6-3		医护门	925	6mmPb	4.1	<0.001	
6-4		患者门	925	6mmPb	3.7	<0.001	
6-5		墙体外	925	180mm 实现砖 +6mmPb 防护涂料	3.4	<0.001	
6-6		顶棚上方	925	120mm 混凝土 +6mmPb 铅板	3.5	<0.001	
7-1	PE T/C T 机 房	操作室墙体	279	180mm 实现砖 +8mmPb 防护涂料	3.0	0.194	
7-2		观察窗	279	8mmPb	3.0	0.939	
7-3		医护门	279	8mmPb	3.8	0.585	
7-4		患者门	279	8mmPb	3.1	0.879	
7-5		墙体外	279	180mm 实现砖 +8mmPb 防护涂料	3.1	0.182	
7-6		顶棚上方	279	120mm 混凝土 +6mmPb 铅板	3.5	0.189	
8-1	走 廊	注射位（F-18）	370	40mmPb+15mm 注射器套筒	0.5	0.103	
8-2		注射位（Tc-99m）	925	30mmPb	0.5	<0.001	
8-3		缓冲区门内	370	6mmPb+15mm 注射器套筒	2.7	0.394	
8-4		缓冲区门外	370	12mmPb+15mm 注射器套筒	3.6	0.096	
8-5		顶棚上方	370	120mm 混凝土 +4mmPb 铅板+15mm 注射器套筒	3.5	0.025	
9	甲测室		3.7	无单独屏蔽，机房外最小距离为0.9m		0.272	
10	排水管道外 F-18		370*2%	4mmPb 防护涂料	0.6	1.687	
11	排气管道外 F-18		370*0.1%	2mmPb	0.5	0.160	
12	排气管道外 I-131		370*0.1%	2mmPb	0.5	0.058	
13	注射防护车（F-18）		370	20mmPb+15mm 注射器套筒	0.5	1.649	
14	注射器携带箱(手提式铅箱)		370	20mmPb+15mm 注射器套筒	0.5	1.649	

15	注射防护车 (Tc-99m)	925	20mmPb	0.5	<0.001
16	注射器携带箱(手提式铅箱)	925	10mmPb	0.5	<0.001

注：1. 排水管道分析时，根据《AAPM Task Group 108: PET and PET/CT Shielding Requirements.》，注射正电子药物患者上厕所排出总药量 20%考虑，人体尿量在 300ml-500ml，一次冲水量按照 5L 计算，稀释量大于 10 倍。所以对管道计算过程中，源项取 $20\% \times 10\% = 2\%$ ；2. 废气的排放时，根据中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学《放射诊疗建设项目》 ^{131}I 治疗时，空气中的 ^{131}I 为治疗施用量的 0.1%，F-18 偏保守每份药物分装时，在排风管某处废气沉积物为 ^{18}F 为单次施用量的 0.1%。

由上表估算结果可知，本项目各关注点剂量率最大值为 $1.760\mu\text{Sv/h}$ （留观室门外 30cm），所有关注点剂量率均小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，能够满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）要求的“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 $10\mu\text{Sv/h}$ ”。

本项目对分装柜、注射窗分别进行预测，分装柜外表面 30cm 处的周围剂量当量率为 $0.882\mu\text{Sv/h}$ ，注射窗外表面 30cm 处的周围剂量当量率为 $0.103\mu\text{Sv/h}$ ，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）要求的“放射性药物分装柜、通风柜、注射窗等设备外表面 30cm 处人员操作位的周围剂量当量率小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，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 $25\mu\text{Sv/h}$ ”。

对排水管道和排气管道外分别进行预测，排水管道外表面 30cm 处的周围剂量当量率为 $1.687\mu\text{Sv/h}$ ，排气管道外表面 30cm 处的周围剂量当量率为 $0.160\mu\text{Sv/h}$ ，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）要求的“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 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。”

11.2.3 ^{89}Sr 和 ^{223}Ra 韧致辐射剂量率预测分析

本项目核医学科拟使用 ^{89}Sr 和 ^{223}Ra 放射性核素开展转移性骨肿瘤的放射性核素治疗，在核医学科接受放射性药物治疗的病人，在用药正常后就离开。除给药期间病人辐射对周围环境有短暂影响外，通常不会产生排泄物等废水和固体废物，病人呼出气可能含有的少量放射性物质。

β 粒子穿过周围物质时产生韧致辐射（本质为 X 射线），其穿透能力比 β 粒子强得多，所以对使用 ^{89}Sr 、 ^{223}Ra 放射性核素时的韧致辐射进行核算。因 Sr-89 产生的

β 射线能量为 0.5846，大于 ^{223}Ra 的 β 射线能量，所以选取 Sr-89 进行分析。

根据《辐射安全手册》（潘自强），在估算外照射剂量时，必须考虑外韧致辐射。外韧致辐射平均能量为计算公式为：

$$\text{总韧致辐射剂量率: } H = \frac{6AE_{\beta}^2}{d^2} (Z + I) \mu_{en} \quad (\text{公式 11-4})$$

式中，Z 为吸收体原子序数，Z 越大，会导致能力越高，剂量率越大，所以保守取铅的原子序数 82；

E_{β} 为 β 粒子的最大能量，本项目 Se-89 的最大 β 射线能量 584.6keV；

A 为核素活度浓度，MBq, 取 148MBq；

d 为与辐射源的距离，cm，取 100cm；

I 为内韧致辐射贡献的修正因子，按照《辐射安全手册》取 4；

μ_{en} 为韧致辐射质能吸收系数，根据《辐射防护导论》P132 “韧致辐射具有连续能谱。在实际屏蔽计算时，可以假定韧致辐射的平均能量 E_b 是入射 β 粒子的最大能量的 1/3，即 0.195MeV，查阅《辐射安全手册》知，在 0.2MeV 下，铅的 μ_{en}/ρ 为 0.587 (cm^2/g)，铅的密度按照 $11.3\text{g}/\text{cm}^3$ 计算出 μ_{en} 为 6.6/cm；

H 辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ 。

由此可根据公式 11-4 计算出 1m，无任何屏蔽时，剂量率 $1.72\text{E}+7 \mu\text{Sv/h}$ 。

现对辐射屏蔽情况进行计算，根据《辐射安全手册》，辐射屏蔽因子可根据线减弱系数进行计算：

$$B = e^{-\mu x} \quad (\text{公式 11-6})$$

《辐射安全手册》给出铅在 0.2MeV 下 μ/ρ 为 0.9985 (cm^2/g)，所以其 μ 为 11.3/cm。本项目 ^{89}Sr 注射用注射器防护套为 3mmPb，此时 B 为 $1.89\text{E}-15$ ，所以注射时，由于 Sr-89 韧致辐射对注射窗外 0.5m 处 5 周围剂量当量率贡献值将小于 $0.001 \mu\text{Sv/h}$ ，可以忽略不计。患者留观时，对留观室屏蔽最薄弱处防护门进行计算，屏蔽厚度为 6mmPb，此时 B 为 $3.59\text{E}-30$ 。在不考虑距离衰变的情况下，由于 Sr-89 韧致辐射对门外周围剂量当量率贡献值将小于 $0.001 \mu\text{Sv/h}$ ，可以忽略不计。

11.2.4 衰变池上方辐射屏蔽情况

评价项目衰变池位于核医学科下方，且设置有独立的房间，非授权人员无法进

入到衰变池所在房间，现对衰变池外表面上方 1m 处周围剂量当量率进行估算。

根据《AAPM Task Group 108: PET and PET/CT Shielding Requirements.》，注射正电子药物患者，上厕所排出总药量 20%考虑，每名患者最大注射量为 $3.7\text{E}+08\text{Bq}$ ，代谢量为 $7.4\text{E}+7\text{Bq}$ 。

F-18 的半衰期为 109.8min，24 小时后，核素量变为 8343Bq，根据 F-18 裸源周围剂量当量率常数为 $0.143\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{MBq}\cdot\text{h})$ ，计算出裸源 1m 处剂量率为 $0.001\mu\text{Sv/h}$ ，基本可忽略不计，所以对于排入衰变池超过 24 小时的 F-18 不予以考虑，仅考虑 24 小时内的排放量。又因 F-18 衰变时间大于 Ga-68，周围剂量当量率常数大于 Ga-68，所以同样量的 Ga-89 同样时间衰变后 1m 处周围剂量当量率将小于 $0.001\mu\text{Sv/h}$ 。所以计算衰变池过程中，仅考虑 1 天检查人员排入衰变池的量，即 $74\text{MBq}\times 25\text{人}=1850\text{MBq}$ 。

对于 Tc-99m，其在人体内的排出量会小于 F-18，所以也保守取总药量 20%排入衰变池，即 185MBq，根据 F-18 计算方法，计算出 Tc-99m 存放 72h（3 天）后，核素量变为 0.046MBq，裸源周围剂量当量率变为 $0.001\mu\text{Sv/h}$ ，所以排入衰变池超过 3 天的 Tc-99m 不予以考虑，仅考虑 3 天衰变中排入 Tc-99m 的量，总活度为 $185\times 15\times 3\text{MBq}=8325\text{MBq}$ 。

考虑到衰变和周围剂量当量率贡献，仅计算在用的一个小衰变池上方周围剂量当量率，根据《辐射防护导论》可知，任何一个辐射源，都可以分割成许多个小块辐射源，以致每一小块源都能被看成是一个点源。考虑到项目的实际情况，使用长方体源进行计算。

计算位置取位于小衰变池上方 0.3m 正中心位置，以该点为坐标原点建立三维坐标系（单位 m），则计算公式为：

$$H = \iiint \frac{A\eta B}{x^2 + y^2 + z^2} dx dy dz$$

根据衰变池的设计方案，在 x 轴上积分范围为 $(-0.6, 0.6)$ ，y 的积分范围为 $(-1.3, 1.3)$ ，z 的积分范围为 $(-2.2, -0.25)$ ，由此计算出积分值为 4.40。衰变池上方顶盖厚度为 160mm 混凝土，衰变池计算结果见表 11-4。

表11-4 距衰变池上方 30cm 处周围剂量当量率计算结果

位置	核素名称	A MBq	H $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/$ (MBq·h)	屏蔽 厚度 mm	十值 层 mm	积分 结果	计算结果 ($\mu\text{Sv/h}$)	
							结果	合计
上方 30cm	^{18}F	1850	0.143	160	176	4.40	1.685	2.142
	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	8325	0.0303	160	110	4.40	0.457	

根据以上计算结果，衰变池上方 30cm 处周围剂量当量率为 $2.142 \mu\text{Sv/h}$ ，小于《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021) 第 6.1.7 要求的“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 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”。以上计算结果计算过程中，未考虑因排放时间不同而导致核素逐渐衰减，计算结果偏保守。另外，评价项目衰变池设置了单独的房间，建设单位将其划入监督区，正常情况人员，只有授权人员可以进入，所以对周围环境影响可控。

11.2.5 辐射工作人员及公众剂量估算

(1) 工作人员受照剂量估算

① 护士（分装，注射，服药指导）

按照核医学全年最大诊断人数进行计算，最大人数组合为：25 人 PET/CT 诊断，15 人 SPECT/CT 诊断，10 人甲亢治疗。正常情况下，护士无需对药物进行分装，为了保守估算，取手动分装情况。对于甲测，其在无屏蔽下 1m 处周围剂量当量率为 $0.272 \mu\text{Sv/h}$ ，在核医学科内部操作时，均有屏蔽，所以不考虑甲测给药过程，甲亢均按照 F-18 操作进行保守取值。而对于 Sr-89 和 Ra-226 的注射过程，根据计算结果，注射窗外周围剂量当量率小于 $0.001 \mu\text{Sv/h}$ ，可忽略不计。

护士进行工作时，需要考虑特殊情况，其中 F-18 约有 1/20 的病人需要床边注射，每次转移时间为 1min，注射时间仍为 30s；Tc-99m 需要平板运动注射和床边注射的数量约为患者数的 1/10，每次转移时间为 1min，注射时间仍为 30s。

所以护士年受照剂量见表 11-5。

表11-5 护士年有效剂量计算

工作类型	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	时间	居留 因子	年有效剂量 (mSv)	
F-18 分装	0.882	60s×25 人×250d	1	0.092	0.179
F-18 注射	0.130	30s×25 人×250d×0.9	1	0.006	
F-18 转移+床边 注射	1.649	90s×25 人×250d×0.1	1	0.026	
Tc-99m 分装	<0.001	60s×15 人×250d	1	<0.001	

Tc-99m 注射	<0.001	30s×15 人×250d×0.9	1	<0.001
Tc-99m 平板运动注射（注射，及药物转移）	<0.001	90s×15 人×250d×0.1	1	<0.001
甲亢 I-131 分装	0.882	60s×10 人×250d	1	0.037
甲亢 I-131 服药	0.882	30s×10 人×250d	1	0.018

②技师（摆位，扫描）

PET/CT 和 SPECT 诊断过程中，约有 1/10 的诊断人员需要进行摆位，则 PET/CT 年摆位人数为 625 人，SPECT/CT 年摆位人数 375 人。对 F-18 注射后人员外 1m 处周围剂量当量率核算结果为 28.2 μ Sv/h（衰减时间 30min，周围剂量当量率常数取病人体内情况），对于 Tc-99m 1m 处周围剂量当量率核算结果 19.1 μ Sv/h。每次摆位时间为 1min。所以技师年有效剂量见表 11-6。

表11-6 护士年有效剂量计算

工作类型	周围剂量当量率 (μ Sv/h)	时间	居留 因子	年有效剂量 (mSv)	
F-18 摆位	28.2	1min×625 人	1	0.293	1.879
F-18 扫描	0.939（观察窗）	15min×6250 人	1	1.467	
Tc-99m 摆位	19.1	1min×375 人	1	0.119	
Tc-99m 扫描	<0.001	15min×3750 人	1	<0.001	

评价项目配备 2 名技师承担摆位和扫描工作，则人员年有效剂量为 0.940mSv。

③甲测医生

甲测治疗人员按照最大量每天 10 人计算，每人需要检查 3 次，每次检查 10 分钟，每人检查累计时间为 30min，则年检查时间为 30/60h×10 人×250d=1250h。

甲测检查医生位于患者 1m 处，居留因子取 1，则年有效剂量为：

$$0.272 \mu \text{ Sv/h} \times 1250\text{h} = 340 \mu \text{ Sv} = 0.33\text{mSv}$$

理论计算得出辐射工作人员在相应的屏蔽设施防护后，评价项目辐射工作人员可能受到照射的年有效剂量不会超过 0.940mSv/a。小于评价项目设定的年有效剂量约束值，即辐射工作人员的职业年照射剂量约束值为不超过 5mSv。

（2）公众受照剂量估算

由核医学科布局可知，工作场所外公众可到达区域为核医学科楼上以及核医学科墙外。计算公众年有效剂量时，根据前文对核医学科工作场所辐射的预测结果，每个区域均取公众可到达的功能用房墙外、楼上辐射剂量率最大值作为代表进行计算，计算过程中考虑距离衰变，计算结果见

表 11-9 公众年有效剂量估算结果

关注点		辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	距离 (m)	年受照时 间 (h)	居留 因子	年有效剂量 (mSv/a)
扩建工程施工区		0.943	17.5	2000	1	0.006
临床教学综合楼		0.943	37.1	2000	1	0.001
港湾路		0.943	34.6	2000	1	0.002
住院楼	大厅	0.943	2.85	2000	1/16	0.015
	其他	0.943	5.85	2000	1	0.055
急诊楼	影像科	0.096	1.80	2000	1	0.059
	其他	0.096	6.70	2000	1	0.004
核医学科通道		0.096	/	2000	1/16	0.012
核医学科办公室		0.096	2.3	2000	1	0.036
医院内通道		1.104	/	2000	1/32	0.059
检验科标准制备实 验室，走廊		0.381	/	2000	1/16	0.047

根据以上计算结果，公众年有效剂量最大值为 0.059mSv，小于评价项目设定的公众年有效剂量约束值，即公众年有效剂量约束值为不超过 0.1mSv。

11.3 退役阶段环境影响分析

11.3.1 退役目标和解控水平的确定

现有核医学科退役的最终目标是，通过检测、分析，并根据检测结果进行必要的去污，使旧核医学科辐射工作场所达到无限制开放或使用的水平。退役的阶段目标是现有核医学科辐射工作场的设施去除其表面的 β 污染，将继续使用的设施搬迁至新核医学科，其余不再使用的设施、用品经去污后达到《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的辐射工作场所清洁解控水平后，达到最终退役目标。

① γ 辐射剂量率

退役阶段现有核医学科辐射工作场所进行 γ 辐射剂量率检测，确认其 γ 辐射剂量率水平尽可能低，尽量达到辐射环境本底水平。

②放射性表面污染

根据表 9 确定本次核医学科退役项目污染因子包括 β 表面沾污，根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的相关规定确定本项目对工作场所和设施的去污控制水平。首先通过 β 表面污染检测，确认是否存在放射性表面

污染，若存在污染则进行去污操作。

对于该评价项目原辐射工作场所中的设施，经检测达到 40 Bq/cm^2 的五十分之一即 0.8 Bq/cm^2 并经主管部门确认同意后，可当作普通物品处理。如果工作场所的墙壁、地面以及其中的设备、经采取适当的去污措施后，仍超过 4 Bq/cm^2 时，则需视为固定污染。

核医学科曾使用核素均为短半衰期核素，所以去污后仍属于固定污染的不再使用的设备或工作场所，会采用自然衰变的方式使其放射性污染降至解控水平。

11.3.2 退役方案分析

核医学科运行至今，仅使用过 F-18，Ga-68 和 Sr-89 三种核素。主要以 F-18 诊断为主。

对于 Sr-89，目前以停止使用，上次使用时间为 2024 年 5 月 20 日，后续将不再进行使用。

对于 F-18 和 Ga-68，核医学科退役前还会正常接诊。最后接诊如满负荷运行，接诊 30 名 F-18 诊断和 10 名 Ga-68 诊断，共计 40 名人员，共计使用核素 $4.34\text{E}+10\text{Bq}$ ，根据建设单位计划，停科后，核医学科会封闭 7 天。为了保守估算，全部按照 F-18 进行计算，即使最后一次开展放射诊断当天的所有的核素均存留在核医学科内部，封存 7 天后，核素活度也小于 1Bq 。

建设单位现有核医学科开科至今，仅有 3 例患者使用 Sr-89，注射药物后再留观室留观期间，未产生放射性废液，且诊疗工作结束当天，建设单位自行对场所表面沾污检测结果小于清洁解控水平。目前，建设单位内存在 Sr-89 污染的为骨转移治疗过程中使用的针头和针管（各三个），建设单位已对 Sr-89 产生的放射性固体废物做单独储存，退役阶段，将转移至迁建核医学工作场所继续进行暂存。

根据建设单位规划，目前已停止骨转移治疗接诊，仅保留正电子核素接诊工作。所以污染核素主要考虑 F-18 和 Ga-68。根据以上分析，即使场所发生 F-18 和 Ga-68 污染，封存 7 天后，可保证核医学科工作场所满足清洁解控要求。

11.3.3 终态监测，退役总结，验收及场址开放

拟退役的场所在封闭期满后，需要进行终态监测，确认工作场所的辐射水平符合《电离防护防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中 B2.2 中“工作场所中某

些设备与用品，经去污使其污染水平降低至表 B11 中所列设备类的控制水平的五十分之一以下”的要求，场址可开放为普通工作场所使用。对此，建设单位将在旧核医学科辐射工作场所最终开放前，落实以下辐射监测方案和核查工作：

①对旧核医学科辐射工作场所进行 γ 辐射剂量率检测，确保其 γ 辐射剂量率水平尽可能低，尽量接近辐射环境本底水平。

②对旧核医学科辐射工作场所进行 β 表面污染监测，确认其低于《电离防护防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中 B2.2 中“工作场所中某些设备与用品，经去污使其污染水平降低至表 B11 中所列工作服、手套、工作鞋的控制水平的五十分之一以下”的要求，即低于 0.08Bq/cm^2 。

③检查工作场所是否暂存有相关放射性固体废物，如果存在，核实其产生日期、污染核素种类等信息，分析其放射性活度浓度低于相应的清洁解控水平后按普通医疗固体废物处理的可行性，如放射性固体废物无法进行清洁解控，将继续送往扩建医学科废物间暂存；

④检查衰变池中的污染物情况，核实其产生日期及其相关信息，分析其停留时间并委托相关监测机构对池内废水进行采样分析，确认满足排放要求后才能排空废水，废水排空后，还应对内部底泥进行检测，如底泥不能满足清洁解控水平，还应按照固体废物进行存放。

退役活动完成后，建设单位应编制退役总结报告，并按照《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ1326-1326）编制验收监测报告，组织召开验收会，验收应确认：

- （1）确认批复的退役活动全部完成，且未对环境和公众产生不利影响；
- （2）核查终态监测结果，确认满足相关标准要求，达到退役终态验收标准；
- （3）核查放射性废物处理、贮存和移交记录，确认具有可追溯性；

（4）确认退役文件档案资料齐全，包括退役总结报告、辐射环境终态监测文件、其他退役相关的技术文件和记录以及批复文件等。

在取得竣工环境保护验收意见后，递交至生态环境主管部门审核后，方可进行开放。

11.3.4 退役阶段人员有效剂量

根据表 8 对运行期放射诊疗项目结束后当天的现场监测结果可看出，在采取规范的操作和得当的污染防治措施后，场所内的辐射（包括污染）水平可控制在合理水平，基本与环境背景水平相当。

通过退役前实施场所封闭一周的措施，可进一步保证场所内周围剂量当量率达到本底水平，对辐射工作人员和周边公众年有效剂量贡献基本可忽略不计。

11.4 事故期间的风险分析

本项目可能发生的事故工况均为管理事故：

（1）核医学科迁建

- ①由于管理不善，公众误入核医学科内部。
- ②放射性药物或放射源被盗、丢失。
- ③在转移过程中由于操作人员违反操作规程或误操作引起的意外泄漏，造成台面、地面放射性污染，严重时可能造成辐射工作人员衣服或身体污染。
- ④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。

（2）现有核医学科退役项目

射源项或污染物未正确处理，有放射性污染残留的设施或场所未去污直接开放，造成环境的污染和公众的辐射照射。

11.4.1 事故预防措施

- （1）定期开展安全装置与设施检查，制定并落实操作规范，工作人员定期培训。
- （2）做好设备保养维护工作，定期对设备开展维护维修。
- （3）制定并落实核医学科辐射防护制度，设专人负责，做好药物交接、放射源的领取、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。
- （4）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，并按要求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。
- （5）加强对有药患者的管理，在不影响诊断的情况下，合理安排其服药量，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。

(6) 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，按照满足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。

(7) 严格按照制度对核医学科废水进行暂存衰变，废水暂存到时间后，再进行排放；

(8) 退役阶段严格按照退役计划实施退役，核医学科锁闭期间，钥匙由专人管理，并在出入口处张贴告知。

11.4.3 事故应急措施

(1) 对于管理事故，一旦发生人员误入，应急时发现并劝阻离开辐射工作场所。

(2) 一旦发生放射源或核素药物丢失或被盗，事故发生者应立即报告医院辐射事故应急指挥领导小组，保护现场。领导小组立即启动本单位辐射事故应急预案，疏散现场无关人员，设置警戒区及警示标志；向当地生态环境主管部门、公安部门、卫生主管部门报告，在 2 小时内填写《辐射事故初始报告单》；协助公安、生态环境和卫生主管部门对丢失显像剂（或放射源）进行侦查和追缴，力争在最短时间内将放射性物品找回。

(3) 配备去污清洁用品，发生核素泄漏应控制人员进入。选择合理的去污方法，防止交叉污染。去污时佩戴有效的个人防护用品。一般核素药物为液态，若发生撒漏，可用滤纸擦拭清除，擦拭后的滤纸作为放射性固体废物。然后用温水仔细清洗。

发生放射性物质泄漏时，医院核医学科应采取的应急处置措施如下：

①防止再漏，将剩余溶液转移到别的安全容器中，迅速用干的脱脂棉或其他吸水材料将洒出的放射性溶液吸干，控制污染的扩散。若少量放射性物质洒漏，应迅速用吸附衬垫吸干溅洒的液体，以防止污染扩散。用药棉或纸巾擦抹时，应注意从污染区的边沿向中心擦抹，直到擦干污染区。用表面污染监测仪测量污染区，如果 β 表面污染控制区大于 $40\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，监督区大于 $4\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，表明该污染区未达到控制标准，这时应用酒精浸湿药棉或纸巾擦拭，直到该污染区 β 表面污染小于控制值为止。若大量放射性物质洒漏，医院应立即封锁相关场所，并向上级有关部门报告，等待专业人员前来处理。事故处理结束后，使用表面污染检测仪对洒漏放射性液态的区域进行表面污染监测，符合国家相关标准后，结束应急状态。事后及时总结经验，

形成纸质报告并存档。

②做好警示标识，及时隔离现场并限制人员进入，立即报告医院及核医学科的辐射安全相关负责人，同时要求未受到污染的辐射工作人员及患者等立即离开。辐射工作人员可锁上核医学科各出入口的大门以防无关人员误入。

③对于受表面沾染的辐射工作人员，不要随意走动或触摸其他物品，可自行对表面污染作简单去污处理，并将可能受污染的工作服等脱下另行放置，如果怀疑摄入过量放射性物质时，要及时进行医学观察，用药物促排、治疗或做其他处理。去污过程中若有不幸受伤，应立即洗净并进行外科处理，防止放射性物质由伤口进入体内。

④联络当地生态环境主管部门及卫生、公安等相关部门报告事故情况，并接受生态环境主管部门的辐射安全专业人员对该辐射事故应急处置工作的监管和指导。

（4）事故处理后应收集资料，及时总结报告。医院对于辐射事故进行记录：包括事故发生的时间和地点，所有涉及的事故责任人和受害者名单；对任何可能受到照射的人员所做的辐射剂量估算结果；所做的任何医学检查及结果；采取的任何纠正措施；事故的可能原因；为防止类似事件再次发生所采取的措施。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年第四次修正）的相关规定，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。

建设单位已开展核技术项目工作多年，为做好医院辐射防护管理工作，已成立了成立辐射安全和防护管理委员会（见附件 9）并制定了一套完整的辐射安全管理制度，以确保放射诊疗工作的正常进行。委员会人员组成如下：

主 任：秦大江

委 员：张帆、周瑛、王江、欧阳石、杨沈雷、邓茂发、申路、关玉宝、赵年章、石兴源、徐桂彬、陈为坚、卢才义、曲红光、张斌、杨孔宾、田应海、黄美兴、孙妍、赵荣。

辐射安全和防护管理委员会下设办公室，日常工作由设备科负责，办公室主任由申路兼任，秘书由陈怡欢担任。

辐射安全防护和环境保护机构职责为：

1.负责制定辐射安全管理相关制度，指导和监督医院加强辐射安全与防护工作的管理，并组织实施。

2.组织实施医院辐射工作人员的辐射安全与防护培训、职业健康检查及个人剂量检测工作，建立个人健康监护档案。

3.将辐射防护纳入医疗质量检查的内容，定期组织对辐射工作场所和设备进行辐射防护检测、监测和检查。

4.定期对辐射安全与防护工作进行督查，检查本院辐射工作人员的技术操作情况，管理制度落实情况，指导做好辐射工作场所管理和人员防护，杜绝辐射安全事故的发生。

5.制定辐射事故应急处理预案，并定期（每年一次）组织辐射事故应急演练。

6.对本单位的开展的核技术利用项目的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

医院的辐射安全与环境管理机构的设置可以满足相关标准要求。另外，针对本次退役项目，医院拟成立退役工作小组，设置情况如下：

组长：秦大江

组员：申路、喻明晰、赵荣、关志威、欧哲、杨沈雷

在退役工作小组的管理下，执行退役过程中污染场地的去污、放射性废物的整备处理的人员，确保建设单位现有核医学科退役工作有序进行。

12.2 辐射安全管理规章制度

根据《关于修改<放射性同位素与射线装置安全许可管理办法>的决定》（环境保护部 2008 第 3 号令），使用放射性同位素、射线装置的单位应有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等；有完善的辐射事故应急措施。

建设单位已开展放射诊疗工作多年，已制定一整套完整的辐射安全管理制度，包括《辐射事故应急预案》、《辐射防护和安全保卫制度》、《设备检修维护制度》、《辐射工作人员培训制度》、《辐射监测制度》、《辐射工作人员岗位职责》、《台账管理制度》，另外各科室也针对各设备制定了设备操作规程，根据各科室开展放射诊疗工作内容制定了相关管理制度。

另外，建设单位核医学科项目还制定了《放射性药品的采购、登记、使用、核对、保管及注销制度》、《核医学科辐射安全防护管理制度》、《核医学科放射性废物管理制度》、《放射性药物操作规程》、《放射源管理制度》（附件 10）。

建设单位已经制定了健全的制度，明确了建设单位开展核技术利用项目的管理组织及其相关职责，按要求配置并合理使用辐射防护用品，辐射工作人员严格执行辐射安全培训和个人剂量监测的制度等。

12.3 辐射工作人员的培训

根据环境保护部第 18 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（2011 年）第三章——人员安全和防护，使用射线装置的单位Ⅴ类放射源，Ⅲ类射线装置和乙级非密封放射性物质工作场所的单位，应当按照环境保护部审定的辐射安全培训和考试大纲，对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及

辐射防护负责人进行辐射安全培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。根据《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》（生态环境部公告 2019 年第 57 号）自 2020 年 1 月 1 日起，新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过生态环境部培训平台报名并参加考核。

建设单位现有辐射工作人员 87 人，包括核医学科 6 人，均已参加培训（见附件 5）。评价项目不新增辐射工作人员，现有辐射工作人员培训到期前，建设单位应组织人员参加复训，保证所有辐射工作人员均持证上岗。

12.4 其他辐射安全措施

①建设单位会严格按照退役进行实时现有核医学科退役，做好放射线废物管理；

②建设单位将对本单位的辐射安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

12.5 辐射监测

（1）环保措施竣工环境保护验收

评价项目竣工 3 个月内，建设单位应当按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号）和《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范核技术利用》（HJ1326-2023）的规定，对配套建设的环境保护设施进行验收。建设单位应当如实查验、监测、记建设项目环境保护设施的建设和调试情况，编制验收监测报告。

建设单位不具备编制验收监测报告能力的，可以委托有能力的技术机构编制，建设单位对受委托的技术机构编制的验收监测报告结论负责。建设单位在验收过程中，应当如实查验、监测、记载建设项目环保设施的建设和调试情况，不得弄虚作假。

除按照国家规定需要保密的情形外，建设单位应当依法向社会公开验收报告。

本次建设项目经验收合格，方可投入生产或使用；未经验收或者验收不合格

的，不得投入生产或使用。

对本项目进行验收时，可依据下列文件进行：

①关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告，环境保护部文件 国环规环评（2017）4 号；

②中华人民共和国国务院令第 682 号，国务院关于修改《建设项目环境保护管理条例》的决定（2017 年 10 月 1 日起施行）；

③本项目环评报告及批复文件。

④《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ1326-2023）

本项目应对现有核医学科进行终态验收，对迁建核医学工作场所进行竣工环境保护验收。验收工作程序主要包括验收自查、验收监测工作和后续工作，其中验收监测工作可分为验收监测、验收监测报告编制两个阶段；后续工作包括提出验收意见、编制“其他需要说明的事项”、形成验收报告、公开相关信息并建立档案四个阶段。

①验收自查

a.环保手续履行情况：环境影响报告表及其审批部门审批情况，国家与地方生态环境部门对项目的督查、整改要求和其他相关要求的落实情况，建设过程中的重大变动及相应手续履行情况，辐射安全许可证持证情况进行自查；

b.项目情况：对照环境影响报告表及其审批部门审批决定等文件，自查项目建设性质、规模、地点，主要生产工艺、辐射源项、项目主体工程、辅助工程规模等情况；

c.辐射安全与防护设施建设情况：建设情况；逐项自查环境影响报告表及其审批部门审批决定中的辐射安全与防护设施建成情况；逐项自查环境影响报告表及其审批部门审批决定中的辐射安全与防护措施的落实情况，包括管线穿越屏蔽墙体情况、人员活动区域的屏蔽补偿情况、安全联锁、警示标志、辐射分区、信号指示、视频监控等安全与防护状况，辐射监测执行情况；逐项自查法规制度执行情况，包括人员培训考核、个人剂量管理、辐射监测、台账管理等。

d.通过全面自查，发现环境保护审批手续不全的、发生重大变动且未重新报批环境影响报告表或环境影响报告表未经批准的、未按照环境影响报告书（表）

及其审批部门审批决定要求建成辐射安全与防护设施、落实辐射安全与防护措施，应办理相关手续或整改完成后再继续开展验收工作；对于监管部门在审批辐射安全许可证或监督检查时提出的整改意见，要说明整改落实情况。

②验收监测

a.验收监测方案编制：建设单位根据验收自查结果，明确实际建设情况和辐射安全与防护设施/措施落实情况，在此基础上确定验收工作范围、验收评价标准，明确监测期间工况记录方法，明确验收监测点位、监测因子、监测方法、频次等。验收单位制定验收监测质量保证和质量控制工作方案。

b.工况要求：验收监测应当在确保主体工程工况稳定、辐射安全与防护设施建成并运行正常的情况下进行，并如实记录监测时的实际工况以及关键参数：源库内放射源数量，源活度，生产日期，现场探伤记录设备管电压，管电流，源的活度，生产日期以及分区情况。

c.验收执行标准

见表 7 中限值。

d.验收监测

验收过程中，除了需要对辐射防护措施，安防措施及辐射安全管理进行核查外，还需要进行验收监测。检测时，检测条件应符合下述要求：

1) 退役项目终态验收

- a) 对退役核医学科工作场所剂量率进行检测；
- b) 对退役核医学科工作场所表面沾污进行检测；
- c) 核查验收过程中废水监测记录，固废清洁解控监测记录。

2) 迁建核医学科工作场所

- a) 核医学科投入使用后，对核医学科进行周围剂量当量率进行检测；
- b) 对场所表面沾污进行检测；
- c) 第一次进行废水排放前，对废水总 α 总 β 进行检测。

检测详细见表 12-1。

表 12-1 建设单位验收检测情况

项目		检测布点
退役过	剂量率	退役核医学科工作场所内

程	表面沾污检测	1) 场所; 2) 清洁解控物品
	废水	总 β
	固废	清洁解控检测
终态监测	剂量率	退役核医学科工作场所内
	表面沾污检测	退役核医学科工作场所内
迁建核医学工作场所	周围剂量当量率	四周屏蔽墙外 30cm 处、操作位、防护门门缝处、楼上和评价项目 50m 范围内的保护目标
	表面污染水平	工作场所 (工作台、设备、墙壁、地面), 工作操作周围环境, 以及操作人员的工作服、手套、工作鞋等

e.验收监测实施: 验收监测应由具有相应检验检测能力的机构开展, 按照验收监测方案开展现场监测, 做好现场监测的质量控制与质量保证工作, 并对涉及的其他辐射安全防护设施/措施建设、落实及运行情况进行现场检查。

f.验收监测报告编制: 完成验收监测与检查后, 建设单位应组织编制验收监测报告, 对监测数据和检查结果进行分析、评价并得出结论。结论应明确辐射安全与防护设施运行效果, 项目对辐射工作人员、公众和周边环境的辐射影响情况等。

③后续工作

验收监测报告编制完成后, 进入后续验收工作程序, 提出验收意见, 编制“其他需要说明的事项”, 形成验收报告。验收报告包括验收监测报告、验收意见和“其他需要说明的事项”三项内容。验收意见包括工程建设基本情况、工程变动情况、辐射安全与防护设施/措施落实情况、工程建设对环境的影响、验收结论和后续要求。验收报告应通过全国建设项目竣工环境保护验收信息系统平台向社会公开, 并形成验收档案。

(2) 日常自行监测

建设单位核医学科已配备相应的辐射监测设备: Medcom INSPECTOR 型手持数字式表面污染监测仪 2 台, NT6101-D 便携式 X- γ 巡测仪 1 台, RAD60 便携式数字化个人辐射剂量监测仪 9 台, 可满足核医学科日常检测使用。建设单位在退役过程中和迁建核医学工作场所投入使用后, 应进行日常检测, 具体如下:

①退役过程中的自行监测

表 12-2 建设单位退役过程中检测情况

项目	检测布点
----	------

退役过程	剂量率	退役核医学科工作场所内
	表面沾污检测	1) 场所; 2) 清洁解控物品和设施
	废水	总 β (委托有资质第三方)
	固废	清洁解控检测

建设单位退役自行监测过程中, 应留存监测记录, 限值见表 7。

②迁建项目自行监测

表 12-2 核医学科迁建项目自行检测情况

项目	检测布点
周围剂量当量率	四周屏蔽墙外 30cm 处、操作位、防护门门缝处、楼上和评价项目 50m 范围内的保护目标
表面污染水平	工作场所 (工作台、设备、墙壁、地面), 工作操作周围环境, 以及操作人员的工作服、手套、工作鞋等

日常检测限制见表 7。

(3) 年度常规监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环境保护部第 18 号令 2011 年) 的相关规定, 使用放射性同位素与射线装置的单位应当按照国家环境监测规范, 对相关场所进行辐射监测, 并对监测数据的真实性、可靠性负责; 不具备自行监测能力的, 可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认定的环境监测机构进行监测。

建设单位将严格执行辐射监测计划, 定期委托有相关资质的第三方辐射监测机构对其辐射工作场所进行监测, 监测指标同验收监测。其中对于本评价项目辐射工作场所的监测, 同时建设单位每年应至少委托第三方进行一次废水总 α 总 β 监测。

年度监测数据将作为本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况年度评估报告的一部分, 每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

(4) 辐射工作人员个人剂量监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环境保护部第 18 号令)、《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019) 要求, 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位, 应当按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准, 对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测; 发现个人剂量监测结果异常的, 应当立即核实和调查, 并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。建设

单位已为现有辐射工作人员配置 TLD 个人剂量计和辐射剂量报警仪上岗，TLD 个人剂量计拟每季度送检，并建立个人剂量档案，终身保存，根据建设单位近 4 个季度个人剂量分析结果可知，辐射工作人员年有效剂量最大值为 1.29mSv，低于辐射工作人员的年平均有效剂量限值 5mSv。

建设单位已对核医学科所有辐射工作人员进行个人剂量检测(均佩戴内外个人剂量计)，根据近一年检测结果，所有辐射工作人员年有效剂量均小于 5mSv，评价项目退役和迁建项目投入运行后，将持续为核医学科工作人员进行个人剂量监测。

12.6 辐射事故应急

为有效处理可能产生的辐射事故，强化辐射事故应急处理责任，最大限度地控制事故危害，建设单位已经制定了辐射事故应急预案（见附件 11），评价项目将继续沿用现有辐射事故应急预案。

建设单位针对该项目已成立了辐射事件应急处理机构，明确各相关责任人及其职责，明确相关应急程序及应急部门的联系电话。

辐射事件应急处理领导小组将承担应急救援工作，其主要职责是定期对辐射工作场所、设备和人员的辐射防护情况进行自查和监测，发现事故隐患时及时上报单位领导并落实整改；事故发生后立即组织相关部门和人员进行辐射事故应急处理；负责向生态环境行政主管部门及时报告事故情况；负责制定辐射事故应急处理具体方案并组织实施；当辐射事故中出现人员受照情况时，估算受照人员的受照剂量；负责迅速安置受照人员就医，组织控制区内人员的撤离工作，并及时控制事故影响，防止事故的扩大蔓延等工作。

表 13 结论与建议

(1) 项目概况 广州医科大学附属第五医院位于广州市黄埔区港湾路 621 号，为配合其医院新大楼扩建项目，拟对现有核医学科进行退役迁建至住院楼与急诊楼中间一层。详细详细如下： 现有核医学科退役项目为对乙级非密封放射性物质工作场所进行退役。 迁建核医学工作场所项目为建设乙级非密封放射性物质工作场所：①使用 F-18 和 Ga-68 开展 PET/CT 诊断，并利用现有 PET/CT（140kV，600mA，属 III 类射线装置）和其配套 2 枚 Ge-68 校准源（属 V 类放射源）；②新增使用 Tc-99m 开展 SPECT/CT 诊断，配套增加一台 SPECT/CT（140kV，1000mA，属 III 类射线装置）；③使用 I-131 开展甲亢治疗和甲状腺功能测定；④使用 Sr-89，Ra-223 开展骨转移治疗、 (2) 产业结构 本项目系核技术应用项目在医疗领域内的运用，根据国家发展和改革委员会《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于三十七、卫生健康 医疗服务设施建设，为鼓励类项目。本项目运行过程中，通过实体屏蔽，保证项目所致的周围辐射工作人员和公众的年剂量符合本次评价所确定的剂量约束值要求。 (3) 实践正当性 按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”要求，对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害时，该实践才是正当性的。 现有核医学科退役可有效避免放射性核素对周边环境产生影响，应用放射性核素和治疗是一种重要的医疗手段，对工作人员和公众的外照射引起的年有效剂量低于根据最优化原则设置的项目剂量约束值，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”要求。 (4) 选址

评价项目退役和迁建核医学工作场所周边 50m 范围内大部分位于医院，迁建核医学工作场所项目小部分位于公共道路，200m 范围内无学校和幼儿园，项目选址合理。

（5）区域环境质量现状

①迁建核医学工作场所

报告表对评价项目拟迁建核医学工作场所位置及周边环境开展了现场调查，现场检测共布设了 32 个点位，根据检测结果，室内环境 γ 辐射天然本底检测结果为 110nGy/h~183nGy/h，室外环境 γ 辐射天然本底检测结果为 111 nGy/h~155nGy/h。本次检测结果与《中国环境天然放射性水平》和现有核医学科运行前进行对比可知，项目周边 γ 辐射剂量率与《中国环境天然放射性水平》中广州市室内和道路 γ 辐射剂量率调查水平相当，现有核医学科运行前周边环境调查水平相当。

②现有核医学科退役

报告表对现有核医学科当天工作结束后，内部环境 γ 辐射剂量率进行检测，共设 10 个点位，均位于室内， γ 辐射天然本底检测结果为 163nGy/h~197nGy/h。检测结果与《中国环境天然放射性水平》和现有核医学科运行前进行对比可知，退役项目核医学科内 γ 辐射剂量率高于有核医学科运行前周边环境调查水平，但与《中国环境天然放射性水平》中广州市室内 γ 辐射剂量率调查水平相当。由此可知，现有核医学工作场所在正常运行条件下，在采取规范的操作和得当的污染防治措施后，场所内的辐射（包括污染）水平可控制在合理水平，对环境的影响不明显。

报告表还对表面沾污和已暂存废水放射性进行检测，表面沾污检测结果均为未检出，核医学已暂存废水总 α 放射性未检出，总 β 放射性为 3.96Bq/L。核医学科衰变池内废水小于《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）中对医疗废水总 α 放射性小于 1Bq/L，总 β 放射性小于 10Bq/L 的要求，由此可知，建设单位现有核医学科衰变池暂存一定时间后，排放对环境影响可控。

（6）环境影响分析结论

①施工期

本项目施工工程量一般，施工时间短，但随着施工结束后影响即可消除。

②运营期

现有核医学科退役：核医学科搬迁完成后，对旧核医学科实施封闭，封闭期满后旧核医学科场址及其衰变池需要经终态验收监测和生态环境部门确认同意后，进行拆除，最终开放为普通工作场所。

迁建核医学工作场所：本项目核医学科各屏蔽防护墙及防护门的屏蔽防护设计，室内表面及装备结构设计均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）等相关标准要求，PET/CT、SPECT/CT 机房的屏蔽防护设计方案能达到《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）等标准的要求。

本项目迁建核医学工作场所各关注点剂量率最大值为 $1.760\mu\text{Sv/h}$ ，各关注点剂量率均小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，能够满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）要求的“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 $10\mu\text{Sv/h}$ ”。

本项目分装柜外表面 30cm 处的周围剂量当量率为 $0.882\mu\text{Sv/h}$ ，注射窗外表面 30cm 处的周围剂量当量率为 $0.103\mu\text{Sv/h}$ ，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）要求的“放射性药物分装柜、通风柜、注射窗等设备外表面 30cm 处人员操作位的周围剂量当量率小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，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 $25\mu\text{Sv/h}$ ”。

排水管道外表面 30cm 处的周围剂量当量率为 $1.687\mu\text{Sv/h}$ ，排气管道外表面 30cm 处的周围剂量当量率为 $0.160\mu\text{Sv/h}$ ，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）要求的“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 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。”

通过对辐射工作人员和公众的受照剂量分析，辐射工作人员和公众的受照剂量均低于根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）而设定的本项目的约束值：工作人员的年平均有效剂量不超过 5mSv ，公众的年有效剂量不超过 0.1mSv 。

本项目迁建核医学工作场所设置排风系统，根据报告表分析可知本项目迁建核医

学工作场所放射性废气处理方案满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）关于气态放射性废物管理的要求。

本项目核医学科废水暂存 34 个自然日后排放，可满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）对槽式衰变池贮存方式：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的要求。通过计算分析可知，核医学科废水中各放射性核素一次排放活度小于 1Bq，月排放次数不会超过两次，各核素排放活度仍小于 1Bq，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中单次排放的活度 1ALImin 和单月排放活度 10ALImin 的排放要求。

根据项目对产生的放射性固废分析可知，本项目设置了危废暂存间，放射性固废暂存后按照普通医疗废物进行处理，本项目固体废物放射性固体废物收集和贮存措施满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）的相关要求。

（7）辐射安全管理

建设单位确定了专门的辐射安全与环境保护管理机构的架构，并明确相关部门的分工职能；制定了相应的操作规程、辐射工作人员培训计划、辐射监测方案和辐射事故应急预案等辐射安全管理制度。辐射工作人员将按照要求参加辐射安全培训，并取得合格证；辐射工作人员将按要求佩戴个人剂量计上岗，个人剂量计每季度送检。

综上所述，评价项目在完善本次评价对该项目提出的各项要求及措施后，项目正常运行时，对周围环境的影响能符合辐射环境保护的要求，从环境保护和辐射防护角度论证，评价项目是可行的。

13.2.承诺和建议

根据对评价项目的设计方案、建设单位拟采取的各项环境保护和辐射防护措施的分析，本报告对其提出以下需要落实或进一步完善的意见：

（1）按照退役方案进行核医学科工作场所退役，退役过程中应留存放射性废物处理、贮存和移交记录，确认具有可追溯性。退役文件档案资料应保存齐全，包括退役总结报告、辐射环境终态监测文件、其他退役相关的技术文件和记录等。退役场所经终态监测达到清洁解控水平，建设单位应组织编制退役总结报告，并进行竣工环境保护验收后，才可开放为普通场所，进行下一步拆迁工作；

（2）根据项目建设情况，迁建核医学工作场所运行前向广东省生态环境厅申请领

取辐射安全许可证变更，按照辐射安全许可证登记许可内容开展相应的核技术利用项目；项目建成后，按要求及时组织竣工环境保护验收工作，验收通过后方可正式投入使用。

附件 1 营业执照

					
事业单位法人证书					
统一社会信用代码		12440100455417101D			
名称	广州医科大学附属第五医院（广州再生医学与健康广东省实验附属医院）				
法定代表人	曾杨滨				
宗旨和业务范围	承担中西医各科医疗保健服务。 （涉及资质许可项目须持有效资质证书开展）				
经费来源	财政核补				
开办资金	¥59404万元				
举办单位	广州医科大学				
住所	广州市黄埔区港湾路621号				
有效期限	自 2021年05月28日 至 2026年05月27日				
登记机关					
登记机关			12440100455417101D		
国家事业单位登记管理局监制					

附件 2 环境影响评价委托书

环境影响评价委托书

广州乐邦环保科技有限公司：

为了配合广州医科大学附属第五医院扩建工程项目建设，我院拟对现有核医学工作场所进行迁建，同时对现有核医学工作场所进行退役。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》等的有关规定，现委托贵单位承接核技术利用项目环境影响评价工作，并按相关规定编制环境影响报告表，完成后提交我院，并报送有关环境行政主管部门，办理环境保护审批手续。

特此委托。



附件 3 建设单位辐射安全许可证



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：广州医科大学附属第五医院

统一社会信用代码：12440100455417101D

地址：广东省广州市黄埔区港湾路621号

法定代表人：周新科

证书编号：粤环辐证[04432]

种类和范围：使用Ⅴ类放射源；使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所（具体范围详见副本）。

有效期至：2027年12月28日



发证机关：
发证日期：2024年01月26日

中华人民共和国生态环境部监制



2024-02-01 16:04:54 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	广州医科大学附属第五医院			
统一社会信用代码	12440100455417101D			
地 址	广东省广州市黄埔区港湾路 621 号			
法定代表人	姓 名	周新科	联系方式	
辐射活动场所	名 称	场所地址		负责人
	核医学科 一 楼	广东省广州市黄埔区港湾路 621 号 核医学楼		赵荣
	PET/CT 机房	广东省广州市黄埔区港湾路 621 号 核医学楼		赵荣
	新大楼 4 楼牙片室、 CBCT 室	广东省广州市黄埔区港湾路 621 号 临床综合教学楼 4 楼		毛学理
	新大楼负 三层直加 治疗室、 CT 定位 室	广东省广州市黄埔区港湾路 621 号 临床综合教学楼负三层		石兴源
	病区	广东省广州市黄埔区港湾路 621 号 旧住院楼 1 楼、6 楼/发热门诊 1 楼外/旧门诊楼 1 楼、4 楼		关玉宝
	旧门诊楼 1 楼	广东省广州市黄埔区港湾路 621 号 旧住院楼 1 楼、6 楼/发热门诊 1 楼外/旧门诊楼 1 楼、4 楼		关玉宝
	旧门诊楼 4 楼	广东省广州市黄埔区港湾路 621 号 旧住院楼 1 楼、6 楼/发热门诊 1 楼外/旧门诊楼 1 楼、4 楼		关玉宝
	旧住院楼 6 楼心脏 中心	广东省广州市黄埔区港湾路 621 号 旧住院楼 1 楼、6 楼/发热门诊 1 楼外/旧门诊楼 1 楼、4 楼		关玉宝
	证书编号	粤环辐证[04432]		
有效期至	2027 年 12 月 28 日			
发证机关	广东省生态环境厅			(盖章)
发证日期	2024 年 01 月 26 日			



2024-02-01 16:04:54

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	广州医科大学附属第五医院			
统一社会信用代码	12440100455417101D			
地 址	广东省广州市黄埔区港湾路 621 号			
法定代表人	姓 名	周新科	联系方式	
辐射活动场所	名 称	场所地址		负责人
	旧住院楼 1 楼	广东省广州市黄埔区港湾路 621 号旧住院楼 1 楼、6 楼/发热门诊楼 1 楼外/旧门诊楼 1 楼、4 楼		关玉宝
	发热门诊楼 1 楼外	广东省广州市黄埔区港湾路 621 号旧住院楼 1 楼、6 楼/发热门诊楼 1 楼外/旧门诊楼 1 楼、4 楼		关玉宝
	医院南门	广东省广州市黄埔区港湾路 621 号南门		邓茂发
	临床综合教学楼 5 楼手术室	广东省广州市黄埔区港湾路 621 号临床综合教学楼 5 楼手术室		赵年章
	黄埔区丰乐北路 226 号 2 楼	广东省广州市黄埔区黄埔区丰乐北路 226 号 1 楼、2 楼		黄美兴
	黄埔区丰乐北路 226 号 1 楼	广东省广州市黄埔区黄埔区丰乐北路 226 号 1 楼、2 楼		黄美兴
	证书编号	粤环辐证[04432]		
有效期至	2027 年 12 月 28 日			
发证机关	广东省生态环境厅			(盖章)
发证日期	2024 年 01 月 26 日			



2024-02-01 16:04:54

(一) 放射源

证书编号: 粤环辐证[04432]

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
1	PET/CT 机房	Ge- 68	V类	使用	3.5E+6*1	US23GE00 0475	3.5E+6	2023-03- 01	2346-83	刻度/校 准源	美国		
2		Ge- 68	V类	使用	5.5E+7*1	US23GE00 0465	5.5E+7	2023-03- 01	2365-83- 1	刻度/校 准源	美国		



2024-02-01 16:04:54

(二) 非密封放射性物质

证书编号: 粤环辐证[04432]

序号	辐射活动 场所名称	场所等级	核素	物理状态	活动种类和范围				备注		
					活动种类	用途	日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	申请 单位	监管 部门
1	核医学科 一楼	乙级	F-18	液态	使用	放射性药物诊断	3.25E+10	3.25E+7	8.13E+12		
2			Ga-68	液态	使用	放射性药物诊断	1.09E+10	1.09E+7	2.73E+12		
3			Sm-153	液态	使用	放射性药物治疗	4.11E+9	4.44E+8	2.22E+11		
4			Ra-223	液态	使用	放射性药物治疗	1E+7	1.00E+8	5.00E+8		
5			Sr-89	液态	使用	放射性药物治疗	2.96E+8	2.96E+7	1.48E+10		



2024-02-01 16:04:54

(三) 射线装置

证书编号：粤环辐证[04432]

序号	辐射活动场所名称	活动种类和范围			使用台账				备注			
		装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
1	PET/CT 机房	医用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置	III 类	使用	1	PET/CT	Discovery MI 型	CLW202200020PT	管电压 140 kV 管电流 600 mA	美国 GE		
2	病区	医用诊断 X 射线装置	III 类	使用	1	床边机	锐珂 DRXR-1 型	800330	管电压 150 kV 管电流 400 mA	锐珂		
3	发热门诊 1 楼 1 楼外	医用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置	III 类	使用	1	方舱 CT	NavViz ACE SP 型	N32ALY200014	管电压 140 kV 管电流 320 mA	沈阳东软		
4	黄埔区丰乐北路 226 号 1 楼	医用诊断 X 射线装置	III 类	使用	1	DR 机	新东方 1000 型	09902Y16-262-3-1	管电压 150 kV 管电流 630 mA	华润万东		
5	黄埔区丰乐北路	口腔(牙科) X 射线	III 类	使用	1	数字化全景 X 射线机	ProMax 型	RPX243862	管电压 90 kV 管电流	普兰梅卡		



2024-02-01 16:04:54

证书编号：粤环辐证[04432]

(三) 射线装置

序号	辐射活动场所名称	活动种类和范围			使用台账				备注			
		装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
	226号2楼	装置							16 mA			
6	旧门诊楼1楼	医用诊断X射线装置	III类	使用	1	DR机	Ysio Max型	40058	管电压 150 kV 管电流 1000 mA	西门子		
7		医用诊断X射线装置	III类	使用	1	DR机	Digital Diagnost型	0802083	管电压 150 kV 管电流 800 mA	飞利浦		
8	旧门诊楼4楼	医用诊断X射线装置	III类	使用	2	DR机	Multix Fusion Max	40458	管电压 150 kV 管电流 1000 mA	西门子		
						乳腺X线摄影系统	IMAGE 3D	1628032304	管电压 35 kV 管电流 150 mA	意大利GIOTTO		
9	旧住院楼1楼	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	III类	使用	1	CT机	NeoViz Extra	N126E220037	管电压 140 kV 管电流 667 mA	东软		
10		医用诊断X射线装置	III类	使用	1	移动DR	DRX-Revolutio	800613	管电压 150 kV 管电流	锐珂		

6/12



1024-02-01 16:04:54

证书编号：粤环辐证[04432]

(三) 射线装置

序号	活动种类和范围				使用台账			备注	
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(备注)
		医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	III类	使用	1	CT机	Aquilion ONE TSX-301C 型	6EB1952154	管电压 135 kV 管电流 900 mA
11		医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	III类	使用	1	CT机	Aquilion ONE TSX-301C 型	6EB1952154	管电压 135 kV 管电流 900 mA
12		血管造影用X射线装置	II类	使用	1	DSA	Allura Xper FD20 型	002479	管电压 125 kV 管电流 1250 mA
13		医用诊断X射线装置	III类	使用	1	数字胃肠机	SONIAL VISION G4 型	MP0001E6C 003	管电压 150 kV 管电流 800 mA
14		医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	III类	使用	1	CT	Optima CT660	74255YC1	管电压 140 kV 管电流 515 mA
15		医用诊断X射线装置	III类	使用	1	DR机	Discovery XR656 型	08240716048 2	管电压 150 kV 管电流 800 mA
16	旧住院楼	血管造影用X射线装置	II类	使用	1	DSA机	NeoAngio N30CH22000		管电压 125

7/12



2024-02-01 16:04:54

证书编号: 粤环辐证[04432]

(三) 射线装置

活动种类和范围						使用台账			备注			
序号	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
	6 楼心脏中心	X 射线装置					30C 型	1	kV 管电流 1000 mA			
17		血管造影用 X 射线装置	II 类	使用	1	DSA	Azurion 7 M20 型	704102	管电压 125 kV 管电流 1000 mA	飞利浦		
18		医用诊断 X 射线装置	III 类	使用	1	数字泌尿 X 射线机	HK URO T-1 型	6400	管电压 150 kV 管电流 630 mA	深圳惠康		
19		医用诊断 X 射线装置	III 类	使用	1	移动式 C 臂 X 射线机	OEC One 型	BB6SS19000 45HL	管电压 110 kV 管电流 20 mA	GE		
20	临床综合教学楼 5 楼手术室	血管造影用 X 射线装置	II 类	使用	1	医用血管造影 X 射线系统 (DSA)	UNIQ FD20	(21)1849	管电压 125 kV 管电流 1000 mA	飞利浦		
21		医用诊断 X 射线装置	III 类	使用	1	移动式 C 形臂 X 射线机	OEC9900 Elite	E9XXZXZ500 10	管电压 120 kV 管电流 75 mA	美国 GE		
22		医用诊断 X 射线装置	III 类	使用	1	C 形臂	OEC9900 Elite	E2-7500-MH	管电压 120 kV 管电流 150 mA	GE		



2024-02-01 16:04:54

证书编号: 粤环辐证[04432]

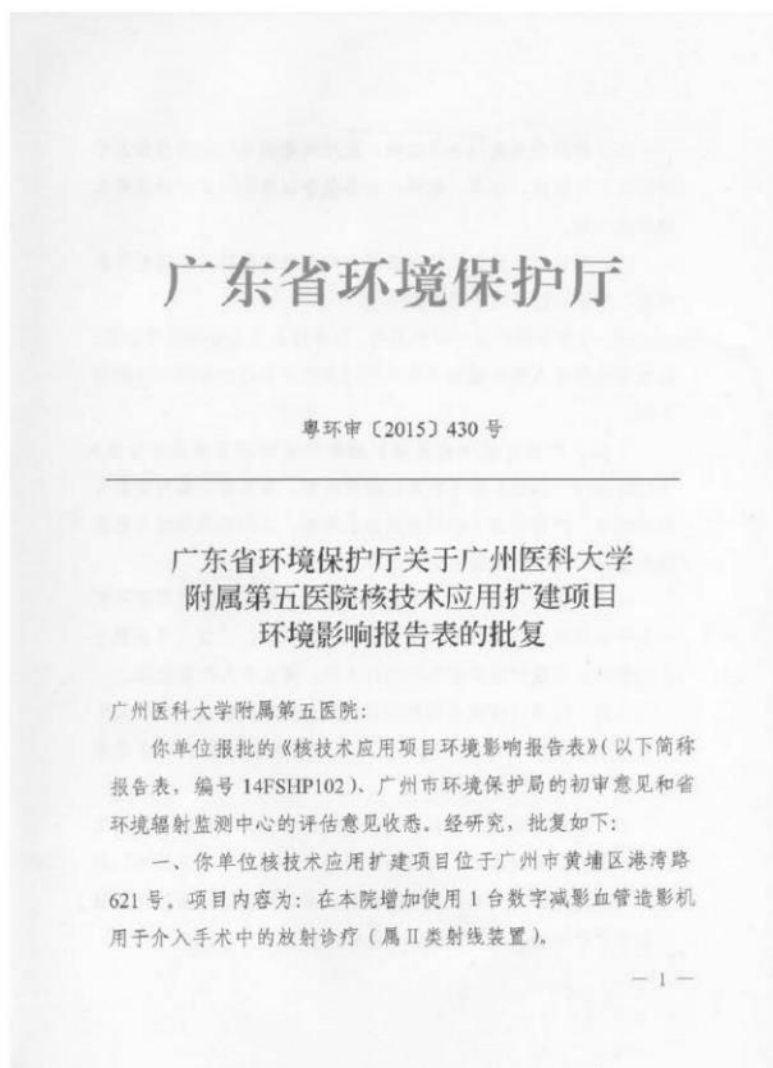
(三) 射线装置

序号		辐射活动场所名称		活动种类和范围		使用台账				备注		
		装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
23	新大楼4楼牙片室、CBCT室	医用诊断X射线装置	III类	使用	1	牙片机	ProX	IPX009359	管电压 70 kV 管电流 7 mA	Planmeca		
24		医用诊断X射线装置	III类	使用	1	口腔CT	ORTHOP HOS XG 3D型	651149	管电压 90 kV 管电流 16 mA	德国 Sirona		
25	新大楼负三层直加治疗室、CT定位室	粒子能量小于100兆电子伏的医用加速器	II类	使用	1	电子直线加速器	Trilogy	6427	粒子能量 10 MeV	美国瓦里安		
26		医用诊断X射线装置	III类	使用	1	X射线计算机断层扫描设备	Brilliance CT Big Bore	76148	管电压 140 kV 管电流 500 mA	飞利浦		
27	医院南门	X射线行李包检查装置	III类	使用	1	X光安检机	HC5030	-	管电压 160 kV 管电流 1.2 mA	北京华创永信		

附件 4 建设单位原有核技术项目审批文件

第一部分 环评和验收

(1) 粤环审[2015]430 号, 粤环审[2016]338 号 (表 1-7 序号 13)



二、根据报告表的评价结论，我厅同意你单位按照报告表中
所列项目的性质、地点、规模、设备型号以及环境保护措施要求
建设该工程。

三、项目应认真落实报告表提出的各项污染防治和辐射防护
措施，并重点做好以下工作：

（一）健全辐射安全管理机构，完善辐射安全各项管理制度。
辐射安全管理人员和辐射工作人员定期接受辐射安全培训并持证
上岗。

（二）严格按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》
（GB18871-2002）等标准要求建设机房，落实各项辐射安全与
防护措施，严格辐射工作场所的分区管理，工作场所须设立电离
辐射警示标志，配备辐射防护用品。

（三）落实监测计划，配备辐射监测仪器，定期对周围环境
和工作场所进行环境辐射监测并建立监测档案。工作人员佩戴个
人剂量计，剂量计监测每季度进行1次，建立个人剂量档案。

（四）你单位核技术利用项目的剂量管理目标值：工作人员
剂量控制值低于5毫希沃特/年，公众剂量控制值低于0.25毫希
沃特/年。

四、项目建设应严格执行配套建设的环境保护设施与主体工
程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制
度。项目建成后，你单位应申领辐射安全许可，并按规定的程
序向我厅申请项目竣工环境保护验收。

— 2 —

五、项目的日常环境保护监督管理工作由广州市环境保护局负责。



— 3 —

广东省环境保护厅

粤环审〔2016〕338号

广东省环境保护厅关于广州医科大学附属第五医院 核技术应用项目竣工环境保护验收意见的函

广州医科大学附属第五医院：

你医院核技术应用项目竣工环境保护验收申请及有关材料收悉。我厅对该项目进行了竣工环境保护验收现场检查，并将该项目环境保护执行情况在广东省环境保护厅公众网（<http://www.gdep.gov.cn>）进行了公示。公示期间未收到群众的投诉和反对意见。经研究，现提出验收意见如下：

一、广州医科大学附属第五医院核技术应用项目位于广州市

— 1 —

黄埔区港湾路 621 号。本次核技术应用项目内容为：在本院增加使用 1 台数字减影血管造影系统（DSA）用于介入手术中的放射诊疗，属 II 类射线装置。

二、广东省环境辐射监测中心编制的《建设项目竣工环境保护验收监测报告表》（粤环辐验监字[2016]第 B038 号）表明：

广州医科大学附属第五医院射线装置机房周围的辐射剂量率监测结果满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）的要求；辐射工作人员的受照剂量和公众的年估算受照剂量监测结果满足《电离辐射防护与辐射源防护基本标准》（GB18871-2002）的要求。

三、该项目执行了环境影响评价制度和环境保护“三同时”制度，申领了辐射安全许可证，设置了辐射安全管理机构，制定了辐射防护和环境保护规章制度，建立了辐射事故应急预案，基本落实了各项防护措施和辐射安全措施，竣工环境保护验收合格。

四、项目投入运行后应做好以下工作：

（一）进一步完善辐射安全管理机构，强化安全意识；及时组织辐射工作人员参加辐射安全工作人员培训，做到持证上岗；进一步加强工作人员个人剂量管理，每 3 个月监测 1 次并建立剂量档案；

（二）完善并严格执行辐射安全管理制度和辐射应急预案；

— 2 —

每年1月31日前向我厅报送上一年度的安全与防护年度评估报告。

五、该项目日常的环境保护监管工作由广州市环保局负责。



(2) 穗环核管[2016]91 号, 粤环审[2017]10 号 (表 1-7 序号 2, 15)

广州市环境保护局

穗环核管〔2016〕91 号

广州市环境保护局关于广州医科大学附属 第五医院核技术利用项目环境 影响登记表的批复

广州医科大学附属第五医院:

你单位报送的《核技术利用建设项目环境影响登记表》(编号: 16FSHP025, 以下简称《登记表》)等相关资料收悉。经研究, 批复如下:

一、你单位本次申请的核技术利用项目位于黄埔区港湾路 621 号, 项目内容为在住院楼一层 CT 室拟购 1 台 Optima CT660 型 CT 机及 1 台床边机(型号未定, 根据需要在门诊楼病房和住院楼中使用), 以上 2 台均属使用 III 类射线装置项目。

二、根据《登记表》的评价结论, 我局同意你单位按照《登记表》中所列项目的性质、地点、规模及环境保护措施要求建设该工程。

三、本项目建设应严格执行环境保护“三同时”制度, 防治污染的设施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用, 落实《登记表》中有关污染防治事项及以下辐射安全与防护管理

措施:

(一) 指定辐射管理人员, 并定期接受辐射安全培训, 未取得省环保部门颁发的辐射工作培训合格证的人员, 不得上岗;

(二) 辐射操作人员须配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和佩带个人剂量计, 定期检测个人剂量;

(三) 在辐射工作场所设立电离辐射警示标志和工作警示灯。

四、项目建成后, 请按规定向我局申请项目的辐射安全许可证和竣工环境保护验收, 经验收合格后, 该建设项目方可投入使用。



公开方式: 主动公开

抄送: 局执法监察支队、黄埔区环境保护局。

— 2 —

广州市环境保护局

穗环核验〔2017〕10号

广州市环境保护局关于广州医科大学附属 第五医院核技术利用项目环保 竣工验收的批复

广州医科大学附属第五医院：

你单位核技术利用项目环保竣工验收申请及有关资料收悉。
经审查，批复如下：

一、本次申请验收的项目位于黄埔区港湾路 621 号，项目内容为在住院部 1 楼使用 1 台 GE Optima CT660 型 CT 机，在病区使用 1 台 DRXR-1 型床边机，以上 2 台均属使用Ⅲ类射线装置项目。该项目已基本落实环评及批复意见提出的环保措施。根据广州市环境监测中心站《建设项目竣工环境保护验收（放射性）监测表》〔（穗）环监检 2016 第 YS51567110101 号〕，你单位核技术利用项目的 x-γ 辐射剂量率对工作人员和公众所受年附加剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），符合环保竣工验收条件，我局同意你单位核技术利用项目环保竣工验收。

二、你单位须继续做好以下工作

(一) 完善并严格执行辐射安全管理制度和辐射事故应急预案，委托环保部门有辐射环境监测资质的监测机构每年对辐射环境污染进行监测。

(二) 对射线装置使用的安全与防护状况进行年度评估，每年1月31日前向我局和黄埔区环保局报送上一年度的安全与防护年度评估报告。

(三) 严格操作人员佩戴剂量计管理，定时做好个人所受剂量检测和职业体检，确保辐射环境安全。



公开方式：主动公开

抄送：局执法监察支队，黄埔区环保局。

— 2 —

(3) 粤环审[2018]28 号及 2019 年 1 月自主验收

广东省环境保护厅

粤环审〔2018〕28 号

广东省环境保护厅关于广州医科大学附属第五医院 核技术利用扩建项目环境影响报告表的批复

广州医科大学附属第五医院:

你单位报批的《核技术利用建设项目环境影响报告表》(以下简称报告表,编号 16FSHP102)等材料收悉。经研究,批复如下:

一、你单位核技术利用扩建项目位于广州市黄浦区港湾路 621 号。本项目的内容为:在医院临床教学综合楼负三层东北部建设机房,新增使用 1 台电子直线加速器(电子线最大能量为 22 兆电子伏特,X 射线最大能量为 10 兆伏,属 II 类射线装置)以及 1 台 CT 模拟定位机(属 III 类射线装置)用于放射治疗以及相关

— 1 —

定位诊断。

二、广东省环境辐射监测中心组织专家对报告表进行了技术评审，出具的评估意见认为，报告表有关该项目建设可能造成的环境影响分析、预测和评价内容，以及提出的辐射安全防护措施合理可行，环境影响评价结论总体可信。你单位应按照报告表内容组织实施。

三、本项目在建设和运行中应严格落实报告表提出的各项辐射安全和防护措施，确保辐射工作人员年有效剂量约束值低于5毫希沃特/年，公众年有效剂量约束值低于0.1毫希沃特/年。

四、本项目建设应严格执行配套建设的环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度。项目建成后，你单位应按规定程序重新申领辐射安全许可证。

五、项目的环境保护日常监督管理工作由广州市环境保护局负责。



抄送：广州市环境保护局，省环境辐射监测中心，广东智环创新环境科技有限公司。

广东省环境保护厅办公室

2018年1月31日印发

— 2 —

广州医科大学附属第五医院 II、III类射线装置 扩建项目竣工环境保护验收意见

2019年1月11日，广州医科大学附属第五医院根据《广医五院 II、III类射线装置扩建项目环境影响报告表》（16FSHP102）和《广东省环境保护厅关于广州医科大学附属第五医院核技术利用扩建项目环境影响报告表的批复》（粤环审[2018]28号），并对照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，严格按照国家有关法律法规、建设项目竣工环境保护验收技术规范/指南等要求，组织验收工作组对项目现场进行勘察，经讨论形成意见如下：

一、工程建设基本情况

项目位于广州市黄埔区港湾路621号，本次验收的核技术利用项目包括：1台Trilogy型10MV电子直线加速器（II类射线装置）和1台Brilliance CT Big Bor型CT模拟定位机（III类射线装置，额定管电压/管电流：140kV/500mA），该项目位于临床教学综合楼负三层东北部。

2018年1月，经广东省生态环境厅（原广东省环境保护厅）审批通过，取得《广东省环境保护厅关于广州医科大学附属第五医院核技术利用扩建项目环境影响报告表的批复》（粤环审[2018]28号）。2018年2月进行该项目机房的建设装修、防护工程建设及放疗设备安装，2018年10月底放疗设备安装调试完成，达到运行条件。

2019年1月，项目向广东省生态环境厅提出重新申领辐射安全许可证的申请。

二、环境保护执行情况

项目执行了环评制度和环保“三同时”制度，设置了辐射安全管理机构，正在办理重新申领辐射安全许可证事宜，制定了辐射安全防护和环境保护规章制度，建立了辐射事故应急预案，落实了各项辐射安全防护措施。

三、辐射环境监测结果

项目周围辐射环境监测结果满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）。

辐射工作人员年有效剂量和公众年估算有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），同时满足环评报告表批复的年有效剂量约束值要求。

四、验收结论

项目落实了环境影响报告表及其批复要求，符合环境保护验收条件，验收组同意通过环境保护竣工验收。

验收组：

张惠 冯明 冯思源
黄恒瀚 万时公 蔡嘉麟 阮孔才
裴瑶

广州医科大学附属第五医院
2019年1月11日

(4) 粤环审[2018]246 号及 2019 年 1 月自主验收

广东省环境保护厅

粤环审〔2018〕246 号

广东省环境保护厅关于广州医科大学附属第五医院 核技术利用扩建项目环境影响报告表的批复

广州医科大学附属第五医院:

你单位报批的《核技术利用建设项目环境影响报告表》(以下简称报告表,编号 18DLFSHP005)等材料收悉。经研究,批复如下:

一、你单位核技术利用扩建项目位于广州市黄埔区港湾路 621 号。本项目内容为:在临床教学综合楼 5 层预留位置建设 1 间介入手术室,新增安装使用 1 台数字减影血管造影装置(属 II 类射线装置)用于介入手术中的放射诊疗。

— 1 —

二、广东省环境辐射监测中心组织专家对报告表进行了技术评审，出具的评估意见认为，报告表有关该项目建设可能造成的环境影响分析、预测和评价内容，以及提出的辐射安全防护措施合理可行，环境影响评价结论总体可信。你单位应按照报告表内容组织实施。

三、本项目在建设和运行中应严格落实报告表提出的各项辐射安全和防护措施，确保辐射工作人员年有效剂量约束值低于5毫希沃特/年，公众年有效剂量约束值低于0.25毫希沃特/年。

四、本项目建设应严格执行配套建设的环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度。项目建成后，你单位应按规定程序重新申领辐射安全许可证。

五、项目的环境保护日常监督管理工作由广州市环境保护局负责。



抄送：广州市环境保护局，省环境辐射监测中心，广东智环创新环境技术有限公司。

广东省环境保护厅办公室

2018年8月24日印发

— 2 —

广州医科大学附属第五医院扩建使用 1 台 DSA 项目 竣工环境保护验收意见

2019 年 1 月 11 日, 广州医科大学附属第五医院根据《广州医科大学附属第五医院扩建使用 1 台 DSA 项目环境影响报告表》(18DLFSHP005) 和《广东省环境保护厅关于广州医科大学附属第五医院核技术利用扩建项目环境影响报告表的批复》(粤环审[2018]246 号), 并对照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》, 严格按照国家有关法律法规、建设项目竣工环境保护验收技术规范/指南等要求, 组织验收工作组对项目现场进行勘察, 经讨论形成意见如下:

一、工程建设基本情况

项目位于广州市黄埔区港湾路 621 号, 本次验收的核技术利用项目为 1 台 UNIQ FD20 型 DSA (II 类射线装置, 额定管电压/管电流: 125kV/1000mA), 项目位于临床教学综合楼 5 层 1 号手术室。2018 年 8 月, 经广东省生态环境厅(原广东省环境保护厅)审批通过, 取得《广东省环境保护厅关于广州医科大学附属第五医院核技术利用扩建项目环境影响报告表的批复》(粤环审[2018]246 号)。

2018 年 9 月进行项目机房的建设装修、防护工程建设及 DSA 设备安装, 2018 年 11 月中旬, DSA 设备安装调试完成, 达到运行条件。2019 年 1 月, 项目向广东省生态环境厅提出重新申领辐射安全许可证的申请。

二、环境保护执行情况

项目执行了环评制度和环保“三同时”制度，设置了辐射安全管理机构，正在办理重新申领辐射安全许可证事宜，制定了辐射安全防护和环境保护规章制度，建立了辐射事故应急预案，落实了各项辐射安全防护措施。

三、辐射环境监测结果

项目周围辐射环境监测结果满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）。

辐射工作人员年有效剂量和公众年估算年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），同时满足环评报告表批复的年剂量约束值要求。

四、验收结论

项目落实了环境影响报告表及其批复要求，符合环境保护验收条件，验收组同意通过环境保护竣工验收。

验收组：

张惠 吴明 邓义
黄恒瀚 王时 蔡嘉麟 耿凡松
张璇

广州医科大学附属第五医院
2019 年 1 月 11 日

(5) 粤环审[2022]196 号及 2023 年自主验收

编号: 2022-4093 (核)

广东省生态环境厅

粤环审〔2022〕196 号

广东省生态环境厅关于广州医科大学附属 第五医院核技术利用改扩建项目 环境影响报告表的批复

广州医科大学附属第五医院:

你单位报批的《核技术利用改扩建项目环境影响报告表》(以下简称报告表, 编号为 21DLFSHP040) 等材料收悉。经研究, 批复如下:

一、你单位核技术利用改扩建项目位于广州市黄埔区港湾路 621 号广州医科大学附属第五医院内。项目主要内容为:

将医院中部位置原放射科改建为核医学科, 在核医学科一层

— 1 —

设置核医学乙级非密封放射性物质工作场所。建设 1 间 PET/CT 机房及相关配套功能用房,在 PET/CT 机房内新增安装使用 1 台 PET/CT (属 III 类射线装置),使用放射性核素氟-18 和镓-68 开展正电子显像诊断,配套使用 2 枚锞-68 放射源(均属 V 类放射源)用于 PET/CT 校准。使用放射性核素锇-89、镭-223 和钷-153 用于骨肿瘤的治疗。

将医院住院楼六层手术室改建为心脏中心,建设 3 间介入手术室,在各手术室内分别新增安装使用 1 台数字减影血管造影装置(最大管电压均为 125 千伏,最大管电流均为 1000 毫安,均属 II 类射线装置)用于介入手术中的放射诊疗。

二、广东省环境辐射监测中心组织专家对报告表进行了技术评审,出具的评估意见认为,报告表有关该项目建设可能造成的环境影响分析、预测和评价内容,以及提出的辐射安全防护措施合理可行,环境影响评价结论总体可信。你单位应按照报告表内容组织实施。

三、项目在建设和运行中应严格落实报告表提出的各项辐射安全防护措施以及安全责任,确保辐射工作人员有效剂量约束值低于 5 毫希沃特/年,公众有效剂量约束值低于 0.1 毫希沃特/年。

四、项目建设应严格执行配套建设的环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度。项目建成后,你单位按规定程序重新申请辐射安全许可证。

五、项目的环境保护日常监督管理工作由广州市生态环境局

— 2 —

负责。



— 3 —

广州医科大学附属第五医院

核技术利用改扩建项目竣工环境保护验收意见

根据《关于发布〈建设项目竣工环境保护验收暂行办法〉的公告》(国环环评[2017]4号)等有关法律法规,以及项目环境影响评价文件及其批复要求,2023年4月27日广州医科大学附属第五医院对本单位核技术利用项目进行验收,验收组成员由环评单位、验收监测机构、设计施工单位等单位的代表和技术专家组成,名单附后。验收组听取项目的汇报,观看了现场,经讨论形成意见如下:

一、工程建设基本情况

本批次验收内容:

1.在医院核医学科楼首层建设1间PET/CT室及其配套功能用房,并在PET/CT机房内安装使用1台PET/CT(最大管电压140kV、管电流600mA,属Ⅲ类射线装置);使用放射性核素 ^{18}F 、 ^{68}Ga 开展PET项目显像扫描检查并配置2枚 ^{68}Ge 校准源;使用放射性核素 ^{89}Sr 、 ^{223}Ra 、 ^{153}Sm 开展转移性恶性肿瘤的放射性核素治疗;配套建设一个衰变池,衰变池采用自动化并联式设计,衰变池包含3格池,每格池有效容积为 7m^3 ,三格总容积为 21m^3 。

2.在医院住院楼6层心脏中心建设2间手术室(1号手术室和2号手术室),在1号手术室内安装使用1台飞利浦Azurion 7 M20型DSA,在2号手术室内安装使用沈阳东软NeuAngio 30C型1台DSA,两台DSA最大管电压125kV、最大管电流1000mA,属Ⅱ类射线装置,用于放射诊断。

二、工程变动情况

医院除核医学科工作场所专用排风管道的排风口位置从核医学科楼向北侧移动5m外,其余建设内容与环评报告一致。

三、环境保护设施建设情况

该项目落实了环评文件及其批复要求的辐射安全与防护设施、措施。

四、辐射环境监测结果

1.核医学工作场所表面污染水平满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求,实体屏蔽外30cm处周围剂量当量率监测结果满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)的要求。

2.DSA及PET/CT射线装置机房均满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)的要求。

3.经分析,辐射工作人员和公众受照剂量满足GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》年有效剂量限值的要求,也满足广东省生态环境厅对本项目辐射工作人员和公众的年有效剂量约束值的要求;辐射工作人员低于5mSv/a,公众低于0.1mSv/a。

五、验收结论

项目环境保护手续齐全,落实了环评文件及其批复的要求,符合项目竣工环境保护验收条件,验收组同意该项目通过竣工环境保护验收。

验收工作组:

申晓 2023 年 4 月 27 日
陈永强 陈永强 陈永强 陈永强
陈永强 陈永强 陈永强 陈永强

2023 年 4 月 27 日

第二部分 备案

(1) 穗环核备[2016]83号(表1-7序号4, 14, 16)

核技术利用建设项目环境影响登记表

2016年11月28日

核技术利用单位(盖章)		广州医科大学附属第五医院	
单位地址		广州市黄埔区港湾路621号	
设置地点(具体到楼层)		1、广州市黄埔区港湾路621号住院楼1楼、医学影像科2楼、门诊楼3楼 (拟安装1台DR、1台数字胃肠机、1台乳腺X线机、1台口腔CT) 2、广州市黄埔区丰乐北路226号101(大沙街社区卫生服务中心)1楼 (拟安装1台DR)	
法定代表人	周新科	身份证号码	440105196508115412
管理部门	设备科	负责人	何明光
联系人	陈怡欢	联系电话	
项目性质	☐ 新建 ☒ 改建 ☒ 扩建 ☐ 其它		
应用 类型	放射源	☐ 销售 ☐ 使用	☐ IV类 ☐ V类
	射线装置	☐ 生产 ☐ 销售 ☒ 使用	☒ III类
	台数(或枚数)	5台	

备注：1、本表按实际内容填写，不涉及的可缺项；2、本表应使用A4纸，不得手写。

备案号：穗环核备[2016]83号

(2) 备案号 201844011200001283 (表 1-7 序号 21-25)

建设项目环境影响登记表

填报日期：2018-07-18

项目名称	广州医科大学附属第五医院扩建射线装置应用项目		
建设地点	广东省广州市黄埔区港湾路621号临床教学综合楼	占地面积(m²)	280
建设单位	广州医科大学附属第五医院	法定代表人或者主要负责人	周新科
联系人	陈怡欢	联系电话	
项目投资(万元)	650	环保投资(万元)	58
拟投入生产运营日期	2018-08-18		
建设性质	扩建		
备案依据	该项目属于《建设项目环境影响评价分类管理名录》中应当填报环境影响登记表的建设项目，属于第191 核技术利用建设项目（不含在已许可场所增加不超出已许可活动种类和不高干已许可范围等级的核素或射线装置）项中销售I类、II类、III类、IV类、V类放射源的；使用IV类、V类放射源的；医疗机构使用植入治疗用放射性粒子源的；销售非密封放射性物质的；销售II类射线装置的；生产、销售、使用III类射线装置的。		
建设内容及规模	一、建设内容 医院临床教学综合楼新增射线装置应用。 二、建设规模 本次新增射线装置使用规模 1. 普兰梅卡ProX型牙片机，最大管电压70kV，最大管电流7mA，使用位置4楼口腔科门诊牙片机机房； 2. Sirona ORTHOPHOS XG 3D型口腔CT，最大管电压90kV，最大管电流16mA，使用位置4楼口腔科门诊口腔CT机房，旧门诊楼迁入； 3. OEC9900 Elite型移动式C臂机，最大管电压120 kV，最大管电流75mA，使用位置5楼手术室4间辐射防护手术间移动使用。		

主要环境影响	辐射环境影响	采取的环保措施及排放去向	环保措施：防污染措施1.机房防护设计：射线装置设置单独的机房，机房满足使用设备的空间要求。机房内布局合理，避免有用线束直接照射门、窗和管线接口位置。2.警示标识：辐射工作场所设置工作指示灯和电离辐射标志并有中文说明，注明工作时严禁人员进入。3.通风装置：射线装置机房设置动力排风装置，并保持良好的通风。4.照射剂量控制：各机房均已配备防护用品，为受检病人的非检查部位提供遮挡，尽量减少受照剂量。5.防护用品和监测仪器：本次项目医院已配备个人剂量计9个、铅衣9件、铅围裙9条、铅围脖9个、铅防护眼镜5副、铅帽5顶。二、安全管理措施1.有专职管理人员负责辐射安全管理。2.有操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、监测方案等规章制度。3.有辐射事故应急措施。4.有个人剂量档案。5.9人参加辐射安全和防护知识培训。
承诺： 广州医科大学附属第五医院周新科承诺所填写各项内容真实、准确、完整，建设项目符合《建设项目环境影响登记表备案管理办法》的规定。如存在弄虚作假、隐瞒欺骗等情况及由此导致的一切后果由广州医科大学附属第五医院周新科承担全部责任。 法定代表人或主要负责人签字： 			
备案回执 该项目环境影响登记表已经完成备案，备案号：201844011200001283。			

(3) 备案号 201944011200001035 (表 1-7 序号 6,7,11,12)

建设项目环境影响登记表

填报日期: 2019-04-02

项目名称	广州医科大学附属第五医院扩建射线装置应用项目		
建设地点	广东省广州市黄埔区港湾路621号	占地面积(m²)	188
建设单位	广州医科大学附属第五医院	法定代表人或者主要负责人	周新科
联系人	陈怡欢	联系电话	
项目投资(万元)	4000	环保投资(万元)	52
拟投入生产运营日期	2019-08-01		
建设性质	扩建		
备案依据	该项目属于《建设项目环境影响评价分类管理名录》中应当填报环境影响登记表的建设项目,属于第191 核技术利用建设项目(不含在已许可场所增加不超过已许可活动种类和不超过已许可范围等级的核素或射线装置)项中销售Ⅰ类、Ⅱ类、Ⅲ类、Ⅳ类、Ⅴ类放射源的;使用Ⅳ类、Ⅴ类放射源的;医疗机构使用植入治疗用放射性粒子源的;销售非密封放射性物质的;销售Ⅱ类射线装置的;生产、销售、使用Ⅲ类射线装置的。		
建设内容及规模	一、建设内容 在医院内新增使用Ⅲ类射线装置应用。 二、建设规模 本次新增射线装置使用规模 1. 西门子Ysio Max 型DR机,最大管电压150kV,最大管电流1000mA,使用位置在旧门诊楼1楼; 2. 飞利浦DigitalDiagnost型DR机,最大管电压150kV,最大管电流800mA,使用位置在旧门诊楼1楼; 3. 锐柯DRX-Revolution型移动DR,最大管电压150kV,最大管电流400mA,使用位置在各病房移动使用; 4. 佳能Aquilion ONE TSX-301C型CT机,最大管电压135kV,最大管电流900mA,使用位置在旧门诊楼1楼;		

主要环境影响	辐射环境影响	采取的环保措施及排放去向	环保措施： 环保措施：一、污染防治措施 1、机房防护设计：射线装置设有单独的机房，机房满足使用设备的空间要求，机房内布局合理，避免有用线束直接照射门、窗和管线口位置。 2、警示标识：辐射工作场所设置工作指示灯和电离辐射标志并有中文说明。 3、通风装置：射线装置机房设置动力排风装置，并保持良好的通风。 4、照射剂量控制：各机房均已配备防护用品，为受检病人的非检查部位提供遮挡，尽量减少受照剂量。 5、防护用品：本次项目医院已配备铅衣7件、铅围脖7个、铅防护眼镜7副、铅帽7顶、铅方巾3个。 二、安全管理措施 1、有专门的管理机构负责辐射安全管理。 2、有操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、监测方案等规章制度。 3、有辐射事故应急措施。 4、工作人员配有个人剂量计，并按规定定期检测。 5、工作人员均参加辐射安全和防护知识培训。
承诺：广州医科大学附属第五医院周新科承诺所填写各项内容真实、准确、完整，建设项目符合《建设项目环境影响登记表备案管理办法》的规定。如存在弄虚作假、隐瞒欺骗等情况及由此导致的一切后果由广州医科大学附属第五医院周新科承担全部责任。 法定代表人或主要负责人签字：_____			
备案回执 该项目环境影响登记表已经完成备案，备案号：201944011200001035。			

(4) 备案号 202144011200000004 (表 1-7 序号 3)

建设项目环境影响登记表

填报日期: 2021-01-04

项目名称	广州医科大学附属第五医院扩建射线装置应用项目 (方舱CT)		
建设地点	广东省广州市黄埔区港湾路621号	占地面积(m²)	46.45
建设单位	广州医科大学附属第五医院	法定代表人或者主要负责人	周新科
联系人	陈怡欢	联系电话	
项目投资(万元)	400	环保投资(万元)	10
拟投入生产运营日期	2021-01-15		
建设性质	扩建		
备案依据	该项目属于《建设项目环境影响评价分类管理名录》中应当填报环境影响登记表的建设项目,属于第172 核技术利用建设项目中销售I类、II类、III类、IV类、V类放射源的;使用IV类、V类放射源的;医疗机构使用植入治疗用放射性粒子源的;销售非密封放射性物质的;销售II类射线装置的;生产、销售、使用III类射线装置的。		
建设内容及规模	一、建设内容 在医院内新增使用III类射线装置应用。 二、建设规模 本次新增射线装置使用规模: 1. 东软NeuViz ACE SP型方舱CT, 最大管电压140kV, 最大管电流320mA, 使用位置在发热门诊楼1楼外。		

主要环境影响	辐射环境影响	采取的环保措施及排放去向	环保措施：防治措施 1、机设 一、污染防治：射线装置满足 房单独的机房，机房要求。机 有使用设备的合理，避免有用 房内布局合理，避免有用 线束直接照射门、窗和管 线口位置。2、警示标识作 ：辐射工作场所设置工作并 指示灯和电离辐射标志并 ：指示中文说明。3、通风装置 ：射线装置机房设置动力 ：排风装置，并保持良好的 通风。4、照射量控制 ：机房均已配备防护用品 ，为受检病人的非检查部 位提供遮挡，尽量减少受 照射量。5、防护用品：本次 项目医院已配备铅衣2件、 铅围脖2个、铅帽2个。二 、安全管理措施1、有专门 的管理机构负责辐射安全 的管理。2、有操作规程、岗 位职责、辐射防护和安全 保卫制度、监测方案等规 章制度。3、有辐射事故 应急措施。4、工作人员 配个人剂量仪，并按规 定定期检测。5、操作人 员均参加辐射安全和防 护知识培训。
承诺： 广州医科大学附属第五医院周新科承诺所填写各项内容真实、准确、完整，建设 项目符合《建设项目环境影响登记表备案管理办法》的规定。如存在弄虚作假、隐瞒欺 瞒等情况及由此导致的一切后果由广州医科大学附属第五医院周新科承担全部责任。 法定代表人或主要负责人签字： 			
备案回执 该项目环境影响登记表已经完成备案，备案号：202144011200000004。			

(5) 备案号 202144011200000192 (表 1-7 序号 19)

建设项目环境影响登记表

填报日期: 2021-09-06

项目名称	广州医科大学附属第五医院扩建射线装置应用项目		
建设地点	广东省广州市黄埔区港湾路621号新大楼5楼	占地面积(m²)	30
建设单位	广州医科大学附属第五医院	法定代表人或者主要负责人	周新科
联系人	陈怡欢	联系电话	
项目投资(万元)	280	环保投资(万元)	10
拟投入生产运营日期	2021-09-09		
建设性质	扩建		
备案依据	该项目属于《建设项目环境影响评价分类管理名录》中应当填报环境影响登记表的建设项目,属于第172 核技术利用建设项目中销售I类、II类、III类、IV类、V类放射源的;使用IV类、V类放射源的;医疗机构使用植入治疗用放射性粒子源的;销售非密封放射性物质的;销售II类射线装置的;生产、销售、使用III类射线装置的。		
建设内容及规模	一、建设内容 在医院内新增使用III类射线装置应用。 二、建设规模 本次新增射线装置使用规模为一台慧康HK-UR0T-I型数字泌尿X射线机,最大管电压 150 kV,最大管电流630 mA,使用位置在新大楼5楼手术室6室。		

主要环境影响	辐射环境影响	采取的环保措施及排放去向	环保措施： 一、污染防治措施1、机房防护设计：射线装置机房设置单独的机房，机房满足使用内布合理，避免有用束口位置。2、警示标识：在工作场所设置工作指示灯和电离辐射标志并有中文说明。3、通风装置：机房设置动力排风装置，并保持良好的通风。4、照射剂量控制：各机房均配备防护用品，为接受病人的非检查部位提供遮挡，尽量减少受照剂量。5、防护用品：本次项目医院已配备铅衣5件、铅围裙5个、铅防护眼5个、铅帽5顶。二、安全管理措施1、有专门的管理机构负责辐射安全管理。2、有操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、监测方案等规章制度。3、有辐射事故应急措施。4、工作人员配备个人剂量计，并按规定定期检测。5、工作人员均参加辐射安全和防护知识培训。
承诺：广州医科大学第五医院周新科承诺所填写各项内容真实、准确、完整，建设项目符合《建设项目环境影响登记表备案管理办法》的规定。如存在弄虚作假、隐瞒欺骗等情况及由此导致的一切后果由广州医科大学第五医院周新科承担全部责任。 法定代表人或主要负责人签字：(10/2021)			
备案回执 该项目环境影响登记表已经完成备案，备案号：202144011200000192。			

(6) 备案号：202244011200000161

建设项目环境影响登记表

填报日期：2022-09-07

项目名称	广州医科大学附属第五医院扩建射线装置应用项目		
建设地点	广东省广州市黄埔区黄埔区丰乐北路226号二楼	占地面积(m²)	42.1
建设单位	广州医科大学附属第五医院	法定代表人或者主要负责人	周新科
联系人	陈怡欢	联系电话	
项目投资(万元)	10	环保投资(万元)	4.5
拟投入生产运营日期	2022-09-30		
建设性质	扩建		
备案依据	该项目属于《建设项目环境影响评价分类管理名录》中应当填报环境影响登记表的建设项目，属于第172 核技术利用建设项目中销售I类、II类、III类、IV类、V类放射源的；使用IV类、V类放射源的；医疗机构使用植入治疗用放射性粒子源的；销售非密封放射性物质；销售II类射线装置的；生产、销售、使用III类射线装置的。		
建设内容及规模	一、建设内容：在医院内新增使用III类射线装置应用。 二、建设规模：本次新增射线装置使用规模为一台普兰姆卡ProMax型数字化全景X射线机，最大管电压 90 kV，最大管电流16mA，使用位置在黄埔区丰乐北路226号社区中心二楼。		

主要环境影响	辐射环境影响	采取的环境措施及排放去向	环保措施： 一、污染防治措施：1. 机房设置好防辐射铅门，并满足机房内束口位置合理，避免有用射线。2. 警示标志：辐射工作场所设置中文说明。3. 通风装置：机房采用排风，保持良好通风。4. 防护用品：各工作人员均配备防护用品，如铅衣、铅围裙、铅眼镜等。5. 剂量监测：定期对工作人员进行剂量监测。6. 应急预案：制定辐射事故应急预案，并定期进行演练。7. 培训：定期对工作人员进行辐射安全培训。 二、排放去向：本项目产生的辐射环境影响已通过上述措施得到有效控制，不会对周围环境产生不良影响。
承诺：广州医科大学附属第五医院周新科承诺所填写各项内容真实、准确、完整，建设项目符合《建设项目环境影响评价分类管理名录》的规定。如存在弄虚作假、隐瞒欺骗等情况及由此导致的一切后果由广州医科大学附属第五医院周新科承担全部责任。			法定代表人或主要负责人签字：[Signature]
备案回执			该项目环境影响评价登记表已经完成备案，备案号：202244011200000161。

(7) 备案号 202344011200000082 (表 1-7 序号 8-9)

建设项目环境影响登记表

填报日期: 2023-05-21

项目名称	广州医科大学附属第五医院新建射线装置应用项目		
建设地点	广东省广州市黄埔区港湾路621号旧门诊楼4楼	占地面积(m²)	72
建设单位	广州医科大学附属第五医院	法定代表人或者主要负责人	周新和
联系人	孙怡欢	联系电话	
项目投资(万元)	1000	环保投资(万元)	25
拟投入生产运营日期	2023-05-29		
建设性质	扩建		
备案依据	该项目属于《建设项目环境影响评价分类管理名录》中应当填报环境影响登记表的建设项目，属二、第三类172 射线技术利用建设项目中销售Ⅰ类、Ⅱ类、Ⅲ类、Ⅳ类、Ⅴ类放射源的；使用Ⅳ类、Ⅴ类放射源的；医疗机构使用植入治疗用放射性粒子源的；销售非密封放射性物质的；销售Ⅱ类射线装置等的；生产、销售、使用Ⅲ类射线装置的。		
建设内容及规模	一、建设内容 医院旧门诊楼4楼增加射线装置应用。 二、建设规模 本次新增射线装置使用规模:1. 苏阳东联NeuViz Extra型CT机, 最大管电压140kV, 最大管电流667mA, 使用位置旧门诊楼4楼健康管理中心CT机房; 2. 上海西门子 Multix Fusion Max 翔龙 Max型DR, 最大管电压150kV, 最大管电流1000mA, 使用位置旧门诊楼4楼健康管理中心DR机房。		

主要环境影响	辐射环境影响	采取的环保措施及排放去向	环保措施: 一、污染防治措施 1、机房防护设计:射线装置使用单独的机房,机房要有使用屏蔽设备合理,避免有用射线位置。2、警示标志:辐射工作场所设置工作警示灯和电离辐射标志并设置中文说明,注明工作场所禁止人员进入。3、通风装置:射线装置,并保持良好的通风。4、照射剂量控制:各机头均已配备防护用品,为受检病人非检查部位提供遮挡,尽量减少受照剂量。5、防护用品:本项目医院已配备个人剂量计4个,铅衣6件,铅围脖6个,铅帽6顶,便携式X、Y剂量仪1台。二、安全管理:1、有专职管理人员负责辐射安全管理。2、有操作规范、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、监测与安全防护制度。3、有辐射事故应急措施。4、个人剂量测定,个人剂量档案。5、4名操作人员均参加辐射安全和防护知识培训。
承诺:广州医科大学第五医院周新科承诺所填写各项内容真实、准确、完整,建设项目符合《建设项目环境影响评价备案管理办法》的规定。如存在弄虚作假、隐瞒欺骗等情况及由此导致的一切后果由广州医科大学第五医院周新科承担全部责任。 法定代表人或主要负责人签字: 周新科			
备案回执 该项目环境影响评价已经完成备案,备案号:2023440112000000082。			

(8) 备案号 202344011200000382 (表 1-7 序号 10)

建设项目环境影响登记表

填报日期：2023-11-24

项目名称	广州医科大学附属第五医院改建射线装置应用项目		
建设地点	广东省广州市黄埔区港湾路621号	占地面积(m²)	14.9
建设单位	广州医科大学附属第五医院	法定代表人或者主要负责人	周新科
联系人	陈怡欢	联系电话	
项目投资(万元)	10	环保投资(万元)	5.5
拟投入生产运营日期	2023-12-28		
建设性质	改建		
备案依据	该项目属于《建设项目环境影响评价分类管理名录》中应当填报环境影响登记表的建设项目，属于第172 核技术利用建设项目项中销售Ⅰ类、Ⅱ类、Ⅲ类、Ⅳ类、Ⅴ类放射源的；使用Ⅳ类、Ⅴ类放射源的；医疗机构使用植入治疗用放射性粒子源的；销售非密封放射性物质的；销售Ⅱ类射线装置的；生产、销售、使用Ⅲ类射线装置的。		
建设内容及规模	一、建设内容 医院急诊楼4楼增加射线装置应用。 二、建设规模 本次新增射线装置使用规模：1. 意大利 GIOTTO IMAGE 3D型数字化乳腺摄影系统机，最大管电压35kV，最大管电流150mA，使用位置急诊楼4楼乳腺机房。		

主要环境影响	辐射环境影响	环保措施： 一、污染防治措施：1.机房防护设计：射线装置机房单独设置，机房面积满足设备使用要求。机房内布局合理，避免有用管线直接穿过机房。机房墙体厚度：20cm实心砖墙 20mm厚硫酸钡防护涂料；新建墙体屏蔽厚度：50mm厚方钢龙骨 硅钙板 3mmPb铅板；天花板屏蔽厚度：12cm钢筋混凝土 1mmPb铅板；地面屏蔽厚度：12cm钢筋混凝土 20mm厚硫酸钡防护涂料；防护门屏蔽厚度：3mmPb；观察窗屏蔽厚度：3mmPb。2.警示标识：防护工作场所张贴警示语和警示标志（“射线有害，请勿进入”），机房防护门设置门剂量计及门灯报警装置。3.通风装置：机房顶部开设1个通风口，安装吸顶式动力排风装置，排风管道接入控制室侧墙，保持良好医院排风系统，保持良好通风。4.照射量控制：各机房均配备防护用品，为患者提供防护用品，为患者提供防护用品，为患者提供防护用品。5.防护用品：本次项目配备个人剂量计2个、铅衣2件、铅围裙2个、铅帽2顶。二、安全管理措施：1.有专人负责辐射安全管理。2.有操作规程和岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、监测方案等规章制度。3.有辐射事故应急措施。4.个人剂量检测、个人剂量档案。5.2名操作人员均参加辐射安全和防护知识培训。
承诺：广州医科大学附属第五医院周新科承诺所填写各项内容真实、准确、完整，建设项目符合《建设项目环境影响登记表备案管理办法》的规定。如存在弄虚作假、隐瞒欺骗等情况及由此导致的一切后果由广州医科大学附属第五医院周新科承担全部责任。 法定代表人或主要负责人签字： 		

备案回执

该项目环境影响登记表已经完成备案，备案号：202344011200000382。

(9) 备案号 202344011200000319 (表 1-7 序号 28)

建设项目环境影响登记表

填报日期：2023-09-19

项目名称	广州医科大学附属第五医院使用射线装置项目		
建设地点	广东省广州市黄埔区港前路621号	占地面积(m²)	1,2384
建设单位	广州医科大学附属第五医院	法定代表人或者主要负责人	周新科
联系人	陈怡欢	联系电话	
项目投资(万元)	9	环保投资(万元)	0.5
拟投入生产运营日期	2023-09-20		
建设性质	新建		
备案依据	该项目属于《建设项目环境影响评价分类管理名录》中应当填报环境影响登记表的建设项目，属于第172 核技术利用建设项目中销售Ⅰ类、Ⅱ类、Ⅲ类、Ⅳ类、Ⅴ类放射源的；使用Ⅳ类、Ⅴ类放射源的；医疗机构使用输入治疗用放射性粒子源的；销售非密封放射性物质的；销售Ⅱ类射线装置的；生产、销售、使用Ⅲ类射线装置的。		
建设内容及规模	一、建设内容 医院新增射线装置应用。二、建设规模 本次新增射线装置使用规模：北京华创永信HC5830型X光安检机，最大管电压160kV，最大管电流1.2mA，使用位置医院南门。		
主要环境影响	辐射环境影响	采取的环境措施及排放去向	环保措施： 一、污染防治措施 1、警示标识：设备本身有电离辐射警示标志，工作人员过量会提醒进院人员务在此处多停留。2、单次检查剂量≤0.95μGy，机柜四周设置准直器用铅板屏蔽，出入口端均装有铅门帘，有效地防止了X射线的伤害。3、设备前后各有2个急停开关，能够有效的处理突发情况。二、安全管理措施 1、有管理人员负责辐射安全法规管理。2、医院有操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、监测方案和事故应急措施。3、有辐射工作人员的管理。

承诺：广州医科大学附属第五医院周新科承诺所填写各项内容真实、准确、完整，建设项目符合《建设项目环境影响登记表备案管理办法》的规定。如存在弄虚作假、隐瞒欺瞒等情况及由此导致的一切后果由广州医科大学附属第五医院周新科承担全部责任。 法定代表人或主要负责人签字： 
备案回执 该项目环境影响登记表已经完成备案，备案号：202344011200000319。

附件 5 辐射工作人员清单

辐射工作人员参加辐射安全与防护培训考核情况表

序号	科室	姓名	培训情况	辐射安全与防护培训有效期	培训证号
1	骨科	钟伟斌	合格	2020.11.23-2025.11.23	FS20600102346
2	肿瘤科	梁微	合格	2021.08.04-2026.08.04	FS21600102079
3	肿瘤科	邓子豪	合格	2024.6.16至2029.6.16	FS24600101532
4	肾内科	严秋红	合格	2021.08.15-2026.08.15	FS21600102385
5	肾内科	程全伟	合格	2021.8.26-2026.8.26	FS21600102512
6	肾内科	王瑞鑫	合格	2020.12.31-2025.12.31	FS20600102944
7	放疗科	刘凯	合格	2022.09.16-2027.09.16	FS22600200353
8	放疗科	袁玲	合格	2022.09.16-2027.09.16	FS22600200352
9	放疗科	徐瑞泽	合格	2022.09.16-2027.09.16	FS22600200355
10	放疗科	张红利	合格	2022.08.23-2027.08.23	FS22600200323
11	放疗科	石兴源	合格	2023.9.2-2028.9.2	FS23600200798
12	放疗科	陈玲	合格	2023.9.2-2028.9.2	FS23600200803
13	放疗科	梁豪	合格	2023.8.15-2028.8.15	FS23600200665
14	放疗科	王鑫	合格	2020.12.07-2025.12.07	FS20600200347
15	放疗科	张晓琳	合格	2021.08.10-2026.08.10	FS21600200351
16	放疗科	张敏	合格	2021.08.10-2026.08.10	FS21600200348
17	放疗科	翁海云	合格	2021.10.16-2026.10.16	FS21600200485
18	放疗科	梁刚	合格	2023.08.15-2028.08.15	FS23600200661
19	放疗科	张术	合格	2021.11.11-2026.11.11	FS21600200618
20	放疗科	王豪华	合格	2023.04.08-2028.04.08	FS23600200294
21	心内科	张敏华	合格	2020.12.31-2025.12.31	FS20600102944
22	老年科	邓大昕	合格	2020.11.30-2025.11.30	FS20600102461
23	心内科	王江津	合格	2022.06.10-2027.06.10	FS22600100417
24	口腔科	侯惠	合格	2020.12.15-2025.12.15	FS20600102681
25	口腔科	艾诗曼	合格	2023.04.08-2028.04.08	FS23600100939
26	口腔科	罗加胜	合格	2023.08.31-2028.08.31	FS23600102966
27	核医学科	彭康	合格	2020.12.15-2025.12.15	FS20600200194
28	核医学科	黄重勇	合格	2022.12.28-2027.12.28	FS22600300213
29	核医学科	乔丹	合格	2022.12.30-2027.12.30	FS22600300218
30	核医学科	李心欣	合格	2022.12.28-2027.12.28	FS22600300214
31	核医学科	杨巧	合格	2022.12.30-2027.12.30	FS22600300219
32	核医学科	段玉蛟	合格	2022.08.09-2027.08.09	FS22600300076
33	消化内科	黄建伟	合格	2021.8.4-2026.8.4	FS21600102104
34	消化内科	曹远景	合格	2021.8.5-2026.8.5	FS21600102138
35	消化内科	梁菲	合格	2021.08.04-2026.08.04	FS21600102077
36	消化内科	曲红芳	合格	2021.10.01-2026.10.01	FS21600102077
37	消化内科	陈建群	合格	2021.08.04-2026.08.04	FS21600102898
38	泌尿外科	李天	合格	2021.08.27-2026.08.27	FS21600102571
39	泌尿外科	梁雁斌	合格	2021.10.23-2026.10.23	FS21600103021
40	医学影像科	张静慧	合格	2020.12.31-2025.12.31	FS20600102867
41	医学影像科	袁旭芳	合格	2020.12.28-2025.12.28	FS20600102866
42	医学影像科	杨和平	合格	2021.05.06-2026.05.06	FS21600101369
43	医学影像科	杨盛然	合格	2021.03.23-2026.03.23	FS21600100577
44	医学影像科	王彦军	合格	2023.07.10-2028.07.10	FS23600102068
45	医学影像科	覃亚露	合格	2023.07.10-2028.07.10	FS23600102099
46	医学影像科	徐怡欣	合格	2021.08.02-2026.08.02	FS21600102056
47	医学影像科	彭楠	合格	2023.02.26-2028.02.26	FS23600100310
48	医学影像科	彭新雄	合格	2023.07.14-2028.07.14	FS23600102181
49	医学影像科	罗锦文	合格	2020.12.07-2025.12.07	FS20600102518

50	医学影像科	刘杰	合格	2023.07.10-2025.07.10	FS23G0102183
51	医学影像科	刘艳红	合格	2021.11.12-2026.11.12	FS21G0103265
52	医学影像科	南慧霞	合格	2022.04.09-2027.04.09	FS22G0100357
53	医学影像科	林丽蓉	合格	2023.02.25-2028.02.25	FS23G0100306
54	医学影像科	林过行	合格	2023.02.25-2028.02.25	FS23G0100314
55	医学影像科	蔡捷	合格	2020.12.28-2025.12.28	FS20G0102848
56	医学影像科	胡自雄	合格	2021.08.04-2026.08.04	FS21G0102070
57	医学影像科	胡婉芳	合格	2021.01.22-2026.01.22	FS21G0100291
58	医学影像科	何上青	合格	2021.11.19-2026.11.19	FS21G0103272
59	医学影像科	苏鹏	合格	2024.01.25-2029.01.25	FS24G0100360
60	医学影像科	方晓萍	合格	2021.08.04-2026.08.04	FS21G0102075
61	医学影像科	杜国新	合格	2023.4.18-2028.4.18	FS23G0101140
62	医学影像科	陈旭东	合格	2023.05.06-2028.05.06	FS23G0101339
63	医学影像科	陈望昕	合格	2022.05.09-2027.05.09	FS22G0100404
64	医学影像科	胡平芳	合格	2022.05.16-2027.05.16	FS22G0100492
65	医学影像科	朱光斌	合格	2022.12.30-2027.12.30	FS22G0102150
66	医学影像科	吴长宇	合格	2020.12.21-2025.12.21	FS20G0102750
67	医学影像科	杨理德	合格	2022.05.10-2027.05.10	FS22G0100412
68	医学影像科	陈金植	合格	2022.05.19-2027.05.19	FS22G0100543
69	医学影像科	刘凤翔	合格	2021.8.5-2026.8.5	FS21G0102118
70	医学影像科	谢东亮	合格	2023.03.05-2028.03.05	FS23G0100478
71	医学影像科	刘洛文	合格	2023.03.05-2028.03.05	FS23G0100479
72	医学影像科	蔡信	合格	2023.02.20-2028.02.20	FS23G0100215
73	医学影像科	刘美玲	合格	2021.8.25-2026.8.25	FS21G0102188
74	医学影像科	温菲华	合格	2020.12.29-2025.12.29	FS20G0102873
75	医学影像科	吴文强	合格	2020.12.25-2025.12.25	FS20G0102814
76	医学影像科	吕冉冉	合格	2020.12.31-2025.12.31	FS20G0102908
77	医学影像科	黎志杰	合格	2021.07.30-2026.07.30	FS21G0102017
78	医学影像科	张佳敏	合格	2021.08.15-2026.08.15	FS21G0102361
79	医学影像科	林丁燕	合格	2020.12.07-2025.12.07	FS20G0102530
80	医学影像科	蔡明珠	合格	2023.11.10-2028.11.10	FS23G0104214
81	医学影像科	刘付裕玲	合格	2021.8.17-2026.8.17	FS21G0102409
82	医学影像科	余惠霞	合格	2023.07.14-2028.07.14	FS23G0102148
83	医学影像科	温霞娟	合格	2023.07.14-2028.07.14	FS23G0102150
84	医学影像科	邓志坚	合格	2023.01.08-2028.01.08	FS23G0100012
85	医学影像科	吴雄志	合格	2023.03.13-2028.03.13	FS23G0100269
86	手术部	宗银东	合格	2021.10.16-2026.10.16	FS21G0102962
87	骨科	郑波	合格	2021.10.30-2026.10.30	FS21G0104021

附件 6 现场检测报告



广州乐邦环境科技有限公司

检 测 报 告

报告编号: LBDL20240506001



项目名称:	广州医科大学附属第五医院核医学科迁建项目暨 旧核医学科退役项目环境γ辐射剂量率检测
检测类别:	委托检测
委托单位:	广州医科大学附属第五医院
报告日期:	2024年7月9日

说 明

- 1、报告无本单位报告专用章及骑缝章无效。
- 2、报告无检测人、复核人、签发人的签名无效。
- 3、报告涂改或部分复印无效。
- 4、自送样品的委托检测，其检测结果仅对来样负责。对不可复现的检测项目，结果仅对采样所代表的时间和空间负责。
- 5、对检测结果有异议，可在收到报告之日起一个月内向我公司提出书面复检申请，逾期不予受理。

本机构通讯资料:

单位名称: 广州乐邦环境科技有限公司

地 址: 广州市番禺区新造镇和平路1号19号仓101

电 话: 020-36298507

邮 编: 511436

广州乐邦环境科技有限公司

检 测 报 告

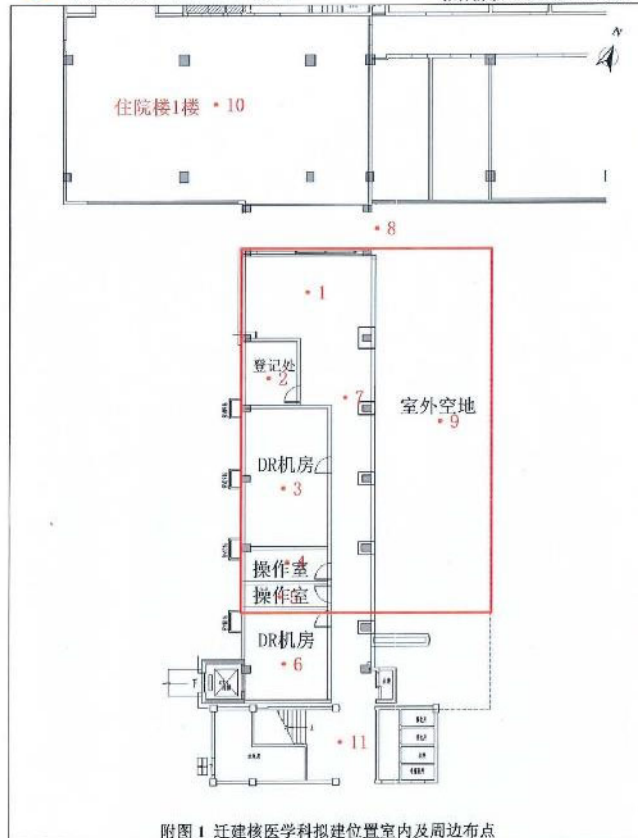
项目概况: 建设单位: 广州医科大学附属第五医院 项目地址: 广州市黄埔区港湾路 621 号 检测项目: γ 辐射剂量率 检测对象: 拟迁建核医学科位置及周边环境
检测方法和评价依据: 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)
检测仪器: 仪器名称: X- γ 辐射剂量率仪 仪器型号: 6150AD 仪器编号: 171412 (主机) +176695 (探头) 生产厂家: AUTOMESS 探头量程: 1nSv/h~99.9 μ Sv/h 能量范围: 38keV~7MeV 检定单位: 广东省辐射剂量计量检定站 证书编号: GRD (1) 20230390 检定日期: 2023 年 08 月 01 日 有效期: 1 年

检测时环境状况	天气: 晴	温度: 31℃	相对湿度: 71%
检测概况	检测人员	王春波、吴雅婷	
	检测日期	2024 年 05 月 06 日	
检 测 结 果: 广州医科大学附属第五医院核医学科迁建项目拟建设位置及周边环境 γ 辐射剂量率检测结果如下 (详细结果见附表): 室内环境 γ 辐射剂量率检测结果为 110nGy/h~183nGy/h, 室外环境 γ 辐射剂量率检测结果为 111 nGy/h~155nGy/h。 广州医科大学附属第五医院现有核医学科在当天诊疗结束, 完成清理后, 其核医学科大厅及核医学科内部 γ 辐射剂量率检测结果如下 (详细结果见附表): 室内环境 γ 辐射剂量率检测结果为 163nGy/h~197nGy/h。 所有检测结果均已扣除宇宙射线。			
报告签署:			
编制人	张	日期	2024.7.9
复核人	徐	日期	2024.7.9
签发人	吴	日期	2024.7.9
检测单位印章: 广州乐邦环境科技有限公司(检验检测专用章)			

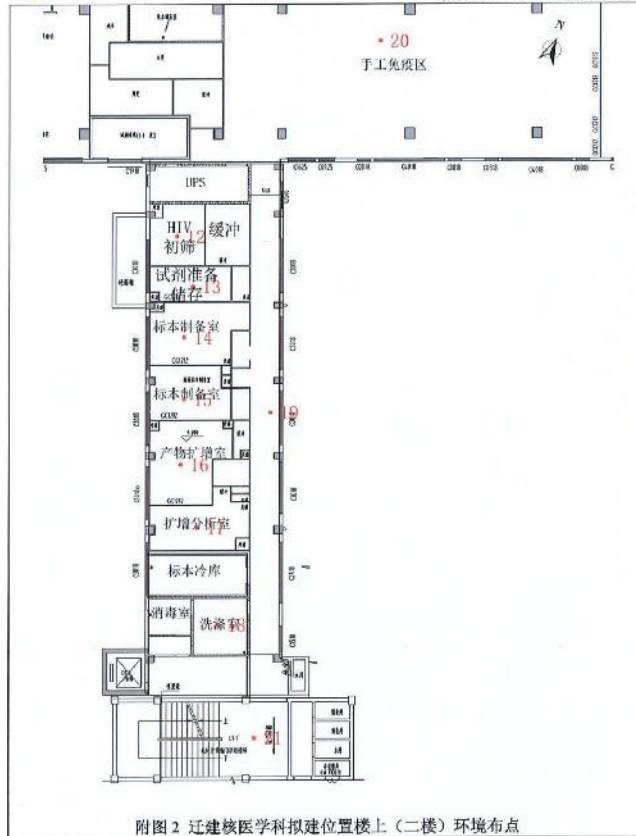
附表1 迁建核医学科拟建位置及周边环境检测结果

测点 编号	测量位置	检测结果 (nGy/h)		备注
		测量值	标准差	
1	拟建设位置通道中央	116	1	楼房室内
2	拟建设位置登记处中央	110	1	
3	拟建设位置 DR 机房中央	116	2	
4	拟建设位置操作室中央	111	1	
5	拟建设位置操作室中央	110	2	
6	拟建设位置 DR 机房中央	116	2	
7	拟建设位置走廊中央	138	2	
8	住院楼南侧通道中央	153	1	室外道路
9	室外空地 (拟建位置中央)	120	1	
10	住院楼一楼大厅中央	148	1	
11	急诊楼一楼楼梯间中央	152	2	楼房室内
12	拟建设位置楼上 HIV 初筛室中央	155	1	
13	拟建设位置楼上试剂准备室中央	148	2	
14	拟建设位置楼上标本制备室中央	153	1	
15	拟建设位置楼上标本制备室中央	142	2	
16	拟建设位置楼上产物扩增室中央	148	1	
17	拟建设位置楼上扩增分析室中央	183	1	
18	拟建设位置楼上洗塔室中央	167	2	
19	拟建设位置楼上检验科走廊中央	153	1	
20	住院楼二楼手工免疫区中央	140	1	
21	急诊楼二楼楼梯间中央	153	1	
22	急诊楼一楼大厅中央	140	1	
23	临床综合楼一楼大厅中央	119	1	室外道路
24	临床综合楼一楼缴费处中央	123	1	
25	住院楼急诊楼道路中央	131	2	
26	院内道路中央 (现有核医学与临床综合楼处道路)	136	1	
27	办公楼前已拆迁位置中央	132	3	
28	拟建核医学科北侧道路中央	111	2	
29	急诊楼北侧道路中央	111	2	
30	康复科花园中央	150	2	
31	停车场中央	155	1	
32	医院大门外港南路中央	120	1	

注: 1、检测时仪器中心垂直向下, 距离地面约 1m 高, 每个测量点测量 10 个读数, 以上数据均已扣除仪器对宇宙射线的响应值 27nGy/h;
2、所有检测值均进行了空气比释动能率和周围剂量当量的换算, 换算系数采用 ^{137}Cs 作为检定参考辐射源的换算系数 1.20Sv/Gy;
3、仪器校准因子: 0.90;
4、检测数据已根据 HJ1157-2021 中 5.5 进行修正, 建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子, 换算系数分别取如下数值: 楼房室内: 0.8, 室外道路: 1;
5、拟建位置无地下层。



附图1 迁建核医学科拟建位置室内及周边布点

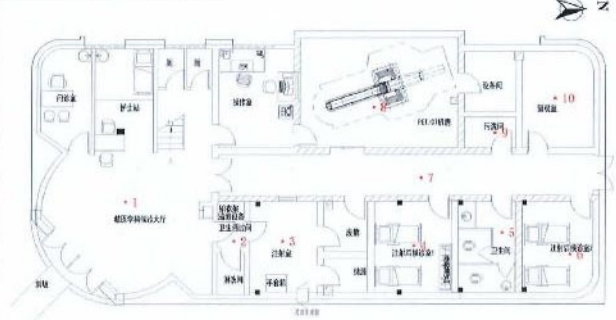




附表 2 现有核医学科内部环境检测结果

测点 编号	测量位置	检测结果 (nGy/h)		备注
		测量值	标准差	
1	核医学科大厅中央	163	2	楼房室内
2	卫生通过间中央	168	2	
3	注射分装室中央	197	2	
4	注射后候诊室中央	191	1	
5	卫生间中央	188	2	
6	注射后候诊室中央	179	1	
7	核医学科走廊中央	169	2	
8	PETCT/CT 机房中央	163	1	
9	污洗间中央	183	1	
10	留观室中央	191	1	

注: 1、检测时,核医学科已完成当天诊疗工作,并完成清理;
2、检测时仪器中心垂直向下,距离地面约 1m 高,每个测量点测量 10 个读数,以上数据均已扣除仪器对宇宙射线的响应值 27nGy/h;
3、所有检测值均进行了空气比释动能率和周围剂量当量的换算,换算系数采用 ¹³⁷Cs 作为检定参考辐射源的换算系数 1.20Sv/Gy;
4、仪器校准因子: 0.90;
5、检测数据已根据 HJ1157-2021 中 5.5 进行修正,建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子,换算系数分别取如下数值: 楼房室内: 0.8。



附图 4 现有核医学科内部检测布点图

报告结束



广州乐邦环境科技有限公司

检测 报 告

报告编号: LBHJ-2023-015-DL23008

项目名称: 广州医科大学附属第五医院核医学科场所表面污染检测

检测类别: 委托检测

委托单位: 广州医科大学附属第五医院

广州乐邦环境科技有限公司

2023年3月30日

第 1 页 共 8 页

广州乐邦环境科技有限公司
检 测 报 告

项目概况: 受广州医科大学附属第五医院委托,我对广州医科大学附属第五医院核医学科场所进行表面污染水平检测,检测地点为广州医科大学附属第五医院核医学工作场所。
检测方法: 《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/T14056.1-2008
检测仪器: α、β表面污染仪(BH3206) 仪器编号: 04 生产厂家: 中核 测量范围: 1×10²~1 CPS 检定单位: 深圳市计量质量检测研究院 证书编号: JL2201170051 检定日期: 2022年06月06日 有效期: 1年



测量时环境状况	天气: 阴	温度: 23℃	相对湿度: 68%
检测概况	检测人员:	叶惠超、吴雅婷	
	检测日期:	2023 年 03 月 23 日	
检测结果: 测量结果见附页。 该医院核医学科工作场所表面污染水平检测结果满足 GB 18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》的要求。			
报告签署:			
编制人:	吴雅婷	日期:	2023.3.30
复核人:	叶惠超	日期:	2023.3.30
签发人:	吴雅婷	日期:	2023.3.30
检测单位印章: 广州乐邦环境科技有限公司 (检验检测专用章)			

附表1 核医学工作场所表面污染水平检测结果				
测点编号	测量位置		α表面污染水平检测结果 (Bq/cm ²)	β表面污染水平检测结果 (Bq/cm ²)
1#	注射室	地面	未检出	未检出
2#		墙面	未检出	未检出
3#		门表面	未检出	未检出
4#		门把手表面	未检出	未检出
5#		通风柜表面	未检出	未检出
6#		注射窗表面	未检出	未检出
7#	储源室	储存箱表面	未检出	未检出
8#		铅盒表面	未检出	未检出
9#		地面	未检出	未检出
10#		墙面	未检出	未检出
11#		门表面	未检出	未检出
12#		门把手表面	未检出	未检出
13#	废物间	铅桶表面	未检出	未检出
14#		地面	未检出	未检出
15#		墙面	未检出	未检出
16#		门表面	未检出	未检出
17#		门把手表面	未检出	未检出
18#	注射后候诊室 I	床表面	未检出	未检出
19#		铅桶表面	未检出	未检出
20#		地面	未检出	未检出
21#		墙面	未检出	未检出
22#		门表面	未检出	未检出
23#		门把手表面	未检出	未检出
24#	卫生间	洗手台表面	未检出	未检出



25#		便池表面	未检出	未检出
26#		地面	未检出	未检出
27#		墙面	未检出	未检出
28#		门表面	未检出	未检出
29#		门把手表面	未检出	未检出
30#	注射后候诊室 2	床表面	未检出	未检出
31#		铅桶表面	未检出	未检出
32#		地面	未检出	未检出
33#		墙面	未检出	未检出
34#		门表面	未检出	未检出
35#		门把手表面	未检出	未检出
36#	留观室	椅表面	未检出	未检出
37#		地面	未检出	未检出
38#		墙面	未检出	未检出
39#		门表面	未检出	未检出
40#		门把手表面	未检出	未检出
41#	污洗间	洗手台表面	未检出	未检出
42#		地面	未检出	未检出
43#		墙面	未检出	未检出
44#		门表面	未检出	未检出
45#		门把手表面	未检出	未检出
46#	PET/CT 机房	诊断床表面	未检出	未检出
47#		操作室床椅表面	未检出	未检出
48#		操作室桌面	未检出	未检出
49#		设备表面	未检出	未检出
50#		地面	未检出	未检出
51#		墙面	未检出	未检出
52#		门表面	未检出	未检出

53#		门把手表面	未检出	未检出
54#	患者走廊	地面	未检出	未检出
55#		墙面	未检出	未检出
56#		入口门表面	未检出	未检出
57#		入口门把手表面	未检出	未检出
58#		出口门表面	未检出	未检出
59#		出口门把手表面	未检出	未检出
60#	卫生通过间	淋浴器表面	未检出	未检出
61#		地面	未检出	未检出
62#		墙面	未检出	未检出
63#		门表面	未检出	未检出
64#		门把手表面	未检出	未检出

备注：
1、α表面污染水平检出限值 0.02Bq/cm²；β表面污染水平检出限值 0.07Bq/cm²。
2、本报告检测结果为检测仪器实测值扣除本底值再进行刻度因子校正后的数值。
3、具体检测位置见附图。

报告结束

第 8 页 共 8 页

附件 7 废水检测报告



中广测



中国认可
国家互认
校准
11531116
CNAS L1346

检测报告

报告编号：GHDL2400223a

委托单位：广州医科大学附属第五医院

联络信息：广州市黄埔区港湾路621号

检测类型：☒送检 ☐抽样

收样日期：2024/5/6

批准：

签发日期：2024/5/14

广东省科学院测试分析研究所（中国广州分析测试中心）





微信公众号

第 1 页 共 3 页

声明

- 1) 广东省科学院测试分析研究所（中国广州分析测试中心），简称：中广测。
- 2) 报告未加盖中广测检验检测报告专用章无效，无相关责任人签字无效。
- 3) 未经中广测书面批准不得部分复制报告，全部复制报告而未重新加盖中广测检验检测报告专用章或公章的无效。
- 4) 报告涂改增删无效。
- 5) 对委托检验检测，报告结果仅对收到的样品负责。
- 6) 未经中广测书面同意，委托方或任何第三方不得使用本报告或检测结果进行不当宣传。
- 7) 对报告的异议应于报告签发之日起15日内向中广测提出，逾期将视为承认本报告。

地址： 广东省广州市先烈中路100号大院34号楼，510070

咨询电话： (020)37656880

传真： (020)87685550

投诉电话： (020)87686086、87656074

电子邮箱： ywc@fenxi.com.cn

网址： <http://www.fenxi.com.cn>



中国认可
国际互认
检测
TESTING
CNAS L1260

检测报告

委托单位： 广州医科大学附属第五医院

样品名称： 广州医科大学附属第五医院核医学科衰变池废水

样品批号： ——

样品性状： 液体

样品数量： 2.5L

样品其他信息： ——

以上样品及信息由委托方提供及确认，中广测不承担证实所提供信息的准确性、适当性和（或）完整性责任。

报告编号： GHDL2400223a

检测日期： 2024/5/6 至 2024/5/14

检测结果

序号	检测项目	检测结果	计量单位	检测方法
1	总α放射性	未检出	Bq/L	水质 总α放射性的测定 厚源法 HJ 898-2017
2	总β放射性	3.96	Bq/L	水质 总β放射性的测定 厚源法 HJ 899-2017
备注	总α放射性检出限为0.043Bq/L，总β放射性检出限为0.015Bq/L。			
以下空白				

附件 8 现有核医学科退役方案

核医学科辐射工作场所退役工作方案

一、设施概况

为配合医院扩建工程建设，拟对核医学科辐射工作场所进行退役。

医院核医学科为乙级非密封放射性物质工作场所，主要开展项目为 PET/CT 诊断和骨转移治疗，已许可射线装置，放射源和核素情况见表 1，表 2 和表 3。

表 1 核医学科内现有射线装置

序号	名称	型号	最大管电压	最大管电流	安装位置	去向
1	PET/CT	Discovery MI 型	140kV	600mA	PET/CT 机房	搬迁至扩建核医学科

表 1 核医学科内现有放射源

序号	放射源名称	活度 (Bq)	数量 (枚)	理化性质	放射源类别	用途	去向
1	⁶⁸ Ge	5.5×10 ⁷	1	固态	V 类	PET/CT 校准源	搬迁至扩建核医学科
2	⁶⁸ Ge	3.5×10 ⁶	1	固态	V 类		

表 3 核医学科放射性核素许可和使用情况一览表

序号	核素名称	日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	说明
1	¹⁸ F	3.25E+10	3.25E+07	8.13E+12	使用过
2	⁶⁸ Ga	1.09E+10	1.09E+07	2.73E+12	使用过
3	¹⁵³ Sm	4.11E+09	4.44E+08	2.22E+11	未使用
4	²²³ Ra	1.00E+07	1.00E+08	5.00E+08	未使用
5	⁸⁹ Sr	2.96E+08	2.96E+07	1.48E+10	使用过

二、退役目标及范围

退役目标：场所内残留射性达到无限制开放水平，退役产生的各类废物得到安全处理和处置，退役过程中产生的气、液态流出物达标排放，达到清洁解控水平后，对建筑物实施拆迁。

退役范围：（1）核医学科辐射工作场所：卫生通过间，注射室，废物间，储源室，注射候诊室，卫生间，PET/CT 机房，污洗间，留观室和衰变池；（2）核医学科场所内遗留设备：核医学科内现存的全部物品，包括热室分装柜、工作台、桌椅等；（3）核医学科配套设施：衰变池，排水管道和通风管道。

三、依据文件

3.1 依据的主要法律文件：

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日施行）
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2003 年 9 月 1 日起施行，2018 年 12 月 29 日第二次修订）
- (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 10 月 1 日施行）
- (4) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年 7 月根据国务院第 682 号令修订，2017 年 10 月 1 日施行）
- (5) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（根据 2021 年 1 月 8 日部令第 20 号《关于废止、修改部分生态环境规章和规范性文件的决定》第四次修正）
- (6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2019 年 03 月 02 日根据《国务院关于修改部分行政法规的决定》第二次修正)
- (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 18 号 2011 年 5 月 1 日施行)
- (8) 《关于发布射线装置分类的公告》（环境保护部 国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号）
- (9) 《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）
- (10) 《关于发布<放射性废物分类>的公告》，原环境保护部、工业和信息化部、国家国防科技工业局公告，公告 2017 年第 65 号。

3.2 依据的主要技术标准：

- (1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002，2003-4-1 日实施）
- (2) 《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021，2021-11-01 实施）
- (3) 《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020，2021-05-01 实施）
- (4) 《操作非密封源的辐射防护规定》（GB11930-2002，2011-09-01 实施）
- (5) 《核安全导则核技术利用设施退役》（HAD401/14-2021）；
- (6) 《可免于辐射防护监管的物料中放射性核素活度浓度》（GB27742-2011，2012-12-1 日实施）
- (7) 《拟开放场址土壤中剩余放射性可接受水平规定（暂行）》（HJ53-2000，2000-12-1

日实施)

- (8)《放射性废物管理规定》(GB14500-2002, 2003-04-01 实施)
- (9)《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021, 2021-05-01 实施)
- (10)《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021, 2021-05-01 实施)
- (11)《电离辐射监测质量保证通用要求》(GB8999-2021, 2021-8-1 日实施)
- (12)《表面污染测定第 1 部分第一部分 β 发射体 ($E_{\beta\max}\geq 0.15\text{MeV}$) 和 α 发射体》(GB/T14056.1-2008)(2009-04-01 实施)

主要标准限值:

(1) 人员剂量约束值

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)第 4.3.2.1 款:应对个人受到的正常照射加以限制,以保证除该标准 6.2.2 规定的特殊情况外,由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录 B(标准的附录 B)中规定的相应剂量限值。并且不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。根据其附录 B 第 B1.1.1 款:工作人员的照射水平和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:工作人员——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)不超过 20mSv; 公众——一年有效剂量不超过 1mSv。

对于一项实践中的特定的源,辐射工作人员一般取其剂量限值的四分之一作为剂量约束值:即辐射工作人员的年照射剂量约束值不大于 5mSv; 公众一般取其剂量限值的十分之一作为剂量约束值:公众的年照射剂量约束值不大于 0.1mSv。

本项目核医学科工作场所退役,退役工作实施时间较短,本项目退役计划一个内完成,所以取 $5/12 \text{ mSv} = 0.417\text{mSv}$ 作为本项目退役工作人员剂量约束值,取 $0.1/12\text{mSv}=0.008\text{mSv}$ 作为本项目退役过程中周围公众受照剂量约束值。

(2) 清洁解控水平

本项目核医学科仅使用过 β 核素,所以表面污染仅考虑 β 。

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002):工作人员体表、内衣、工作服、以及工作场所的设备和地面等表面放射性污染的控制应遵循附录 B(标准的附录 B) B2 所规定的限制要求。

根据其第 B2.1 款对工作场所的表面污染控制水平的相关规定辐射工作场所的放射性表面污染控制水平如表 4 所列：

表 4 工作场所的放射性表面污染控制水平 单位：Bq/cm²

表 面 类 型		β 放射性物质
工作台、设备、墙壁、地面	控制区 1)	4×10
	监督区	4
工作服、手套、工作鞋	控制区 监督区	4
手 皮肤、内衣、工作袜		4×10 ⁻¹

1) 该区内的污染子区除外。

再根据 B2.2 工作场所的某些设备与用品，经去污使其污染水平降低到上表中所列设备类的控制水平的五十分之一（即 0.08Bq/cm²）以下时，经主管部门确认同意后，可当作普通物品使用。因此，本项目取清洁解控水平为 0.08 Bq/cm²。

（3）放射性废水排放的活度浓度限值

医院的放射性废水（含放射性核素的清洗废水和病员的粪便水）先经衰变池存放 10 个半衰期以上，再进入医院废水处理站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。医院衰变池排放口废水执行《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005) 预处理标准，即总 β 放射性<10Bq/L。

四、工作流程和工作计划

（1）目前，已停止核医学科骨转移治疗接诊；

（2）根据核医学科迁建项目工期安排，核医学迁建工程竣工前一周，对物品进行清点：①确认所有放射性药物均已使用完毕，若放射性药物没有使用完，将委托药物供应商对放射性药物进行回收处理；②再次确认拟搬迁物品、报废物品；

（3）关闭电路总闸，关闭水管总闸，确保断水断电。在全部人员离开核医学科工作场所后，将进入和离开核医学科场所的大门全部上锁，封存一周

（4）检测：封存完成后，对核医学科工作场所及物品进行辐射水平及表污检测；

（5）去污：对存在污染的场所及物品进行去污处理，去污后对其表面剂量率水平和表面污染水平进行检测，明显降低并满足清洁解控水平后方可进行搬迁。

（6）搬迁过程中的防护。本次搬迁不涉及放射性核素及射线装置，仅需对部分物

品继续搬迁。需要搬迁的物品均需在去污并检测满足要求后方可进行。

(7) 终态监测和验收：对退役场所开展终态监测及退役验收、达到无限制开放使用要求。全部验收完成后申请注销辐射安全许可证。

五、去污工作流程

系统和设备拆除前应进行必要的局部或整体去污，去除或降低内外表面附着的放射性污染。构筑物拆毁前应对放射性污染表面进行剥离去污，去除构筑物表面的放射性污染。

1. 简易物品去污

对于光滑表面、简易结构、可轻易挪动的，退役人员优先对物品表面进行表面污染巡测，使用标记笔将污染区域标记出来，对标记区域进行去污，经测量达到清洁解控标准后，可作普通物品处理。

2. 复杂物品拆解、去污

对于复杂结构、存在污染的物品，需先对物品进行拆解，分解为多个细小部件。再对部件进行表面污染检测并按污染水平进行分类，低于清洁解控标准的物品，可进行解控处置。对于存在污染的部件，进行去污处理，经测量达标后解控。

具体去污方法如下：

①去污人员应穿着必要的防护用品：穿戴铅衣等防护用具，并佩戴个人剂量计。

②去污材料：棉纱、洗涤剂、盐酸、铲、锯、砂纸、塑料布、胶带等，少用酒精类易挥发易燃材料和强氧化剂硝酸等材料。

③去污过程遵循，先去除污染小的，防止污染面扩大；用去除沾污少的棉纱，擦拭污染高的部位，尽可能减少废物量，完成一部分去污后，再去除另一部分，防止交叉污染。

④先对污染很少的设备进行去污，去污后立即装入包装箱。

⑤在整个设备搬迁完毕和废物处理完毕，将对地面和墙面进行全面检查。对污染处采取擦拭去污或局部铲除并铲除物作放射性废物处理

⑥工作结束，应对个人进行表面污染检测，确认无污染后方可离开现场，防止人员污染。

六、放射性废物管理和处置

(1) 放射性核素的处理

检查放射性核素是否全部使用完。一般情况下，旧核医学科根据病人预约情况预订药物，在配送当天使用完，不储存核素，如有剩余未使用完的非密封放射性核素由厂家回收。

（2）放射性固废

最后一批产生的放射性固体废物按照旧核医学科正常运行时的处理方式暂存在废物间，并做好相关信息的登记。

核医学科封存后，对放射性废物进行检测，如达到清洁解控水平，按照一般医疗废物进行处置，对于无法达到清洁解控水平的放射性固废，在退役最后阶段，专人将放射性废物搬迁至迁建核医学科废物暂存间继续储存。

对于去污过程中产生的固废，全部运送至建设单位扩建核医学科进行暂存达到清洁解控水平后，按照一般废物进行处理。

（3）放射性废水

旧核医学科停用后，核医学科产生的放射性废水已排入衰变池暂存衰变，废水活度浓度满足排放要求后才排放至污水处理站。废水排尽后，池中底泥仍需进行暂存衰变，待终态监测所含核素达到豁免活度浓度后才对衰变池进行改造。

（4）放射性废气

旧核医学科停用后，不会再产生放射性废气，主要废气为核医学场所内尚未完全排出的放射性废气，核医学场所设置独立的专用排风管道，排风口设置于所在建筑屋顶。核医学科专用的排风管道需在场所封闭后，终态监测满足清洁解控水平后才能拆除。

废气处理过程中吸附活性炭，按照放射性固废管理，在迁建核医学科内进行暂存。

七、条件保障

（1）退役工作小组

为在本项目退役过程中，做好辐射防护措施和减轻污染，本项目成立退役工作辐射安全领导小组，在领导小组的管理下，由退役实施单位负责指派退役过程中污染场地的去污、放射性废物的整备处理的人员，并配备专职人员负责管理本项目的环境保护和辐射防护等方面的工作。退役工作辐射安全领导小组成员如下：

组长：秦大江

组员：申路、喻明晰、赵荣、关志威、欧哲、杨沈雷

退役过程中应遵守以下安全管理制度：

(1) 贯彻“安全第一、预防为主”的原则，在退役过程中，严格执行国家相关规定和标准，建立、健全辐射安全制度，对岗位操作人员进行辐射安全教育，防止操作过程中的各种事故，减少职业危害。

(2) 操作人员严格遵守操作规程，上岗前穿好工作服，戴好工作帽和防尘口罩，佩戴个人剂量计。

(3) 在退役过程中，注意力集中，避免发生碰撞、伤人事故。在整个项目实施过程中注意防火和用电安全，禁止在施工现场动火、吸烟等。

(2) 退役过程中拟采取的辐射防护措施

退役时，全体搬运人员穿戴个人防护用具（工作服、一次性帽子、口罩、鞋套、手套等），佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，一旦发现异常，立即停止搬运，直至问题解除。设施或物品搬运过程中，指定人员认真记录工作人员的个人累计剂量情况。对各类设施进行拆除时，工作人员佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，同时使用表面污染检测仪和 X- γ 辐射剂量率仪进行实时检测，发现异常立即停止拆除。

八、辐射防护与监测

医院对退役的全过程制定了相应的辐射监测计划，监测对象包括拟退役场所、物品及退役工作人员。具体监测计划如下：

(1) 在退役准备阶段，对拟退役场所及周边环境现状进行辐射监测，监测因子包括 γ 辐射剂量率及 β 表面污染。如监测存在污染，则采取相应手段进行去污处理，去污后开展监测直至满足清洁解控要求。

(2) 在退役实施阶段，对拟退役核医学科各类物品、设施及拟进行拆解的相关物品（如地下放射性排水管、分装柜的排风管道、活性炭过滤装置和活性炭滤芯等的 γ 剂量率、管道及装置内外的表面污染）进行全面辐射监测。根据场所停用时间及核素的半衰期估算，被拆解的物品内表面也应满足清洁解控要求。但由于现阶段无法进行检测，仍存在一定的不确定性，故而保守起见，如上述物品拆解后检测不能满足清洁解控要求，则采取去污措施进行处理，对处理后的放射性废物再次监测直至满足清洁解控要求。

(3) 对于退役工作人员，规定进入退役场所必须按要求佩戴个人剂量计，穿戴一

次性防护服、帽子、口罩、手套、鞋套等个人防护用品。每天工作结束后，对退役工作人员体表进行 β 表面污染监测。如监测存在污染，则应将相应的一次性防护服或塑胶手套作为放射性固体废物进行暂存衰变处理。此外，退役工作完成后，统一收集个人剂量计并送有资质单位进行检测。

(4) 在退役验收阶段，委托有资质单位对场所进行退役验收监测(终态监测)，确保场所满足清洁解控要求。

以上各阶段的辐射监测工作均应做好监测记录，并建立监测档案妥善保存。

九、退役经费及来源

退役经费由医院独立承担。

十、终态监测

在本项目完成退役工作完成后 60 日内，申请退役项目终态验收，并提交退役项目辐射环境终态监测报告。

十一、进度计划

在退役环境影响评价后，开展退役工作。经辐射防护与监测后，确保满足相关标准要求后，集中五天开展场所退役的相关工作，主要是拆除报废并清运工作。在完成退役后的 60 日内，申请退役项目终态验收，并提交退役项目辐射环境终态监测报告。在退役完成后 30 日内，编制退役总结报告。

十二、退役辐射事故应急预案

(1) 在退役过程中，一旦发生辐射事故，立即撤离事故现场，并有专人封锁事故现场，防止无关人员进入。若发生的是 PET/CT 的 X 射线照射，需第一时间切断 PET/CT 设备电源，防止事故进一步扩大。同时，立即向退役工作小组汇报。

(2) 对受到非密封放射性核素污染的人员，需立即进行去污，如需要就医应立即安排就医；对 X 射线误照射的人员，进行受照剂量估算，如需要就医应立即安排就医。

(3) 总结经验，吸取教训，杜绝辐射事故的发生。



附件 9 辐射安全管理机构

辐射安全与环境保护管理机构

为进一步加强我院辐射安全管理工作，根据《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》等的规定，我院成立辐射安全和防护管理委员会。委员会人员组成如下：

主 任：秦大江

委 员：张帆、周瑛、王江、欧阳石、杨沈雷、邓茂发、申路、关玉宝、赵年章、石兴源、徐桂彬、陈为坚、卢才义、曲红光、张斌、杨孔宾、田应海、黄美兴、孙妍、赵荣。

辐射安全和防护管理委员会下设办公室，日常工作由设备科负责，办公室主任由申路兼任，秘书由喻明晰担任。

二、辐射安全防护和环境保护机构职责

- 1.负责制定辐射安全管理相关制度，指导和监督医院加强辐射安全与防护工作的管理，并组织实施。
- 2.组织实施医院辐射工作人员的辐射安全与防护培训、职业健康检查及个人剂量检测工作，建立个人健康监护档案。
- 3.将辐射防护纳入医疗质量检查的内容，定期组织对辐射工作场所和设备进行辐射防护检测、监测和检查。
- 4.定期对辐射安全与防护工作进行督查，检查本院辐射工作人员的技术操作情况，管理制度落实情况，指导做好辐射工作场所管理和人员防护，杜绝辐射安全事故的发生。
- 5.制定辐射事故应急处理预案，并定期(每年一次)组织辐射事故应急演练。
- 6.对本单位的开展的核技术利用项目的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

三、医务科负责辐射安全措施的管理，负责办理相关证件

- 1、放射仪器机房的建筑防护工程改造前期报建手续（设计、评估、申报等）、施工和防护设施验收；
- 2、根据放射诊疗科室的需求，按照放射仪器的辐射量设计机房并通过有关部门的验收，验收后将合格的机房交付科室使用；

- 3、根据每年的检测结果，对放射仪器机房的建筑辐射防护进行维护；
- 4、负责办理《辐射安全许可证》、《放射诊疗许可证》和《放射性药品使用证》。

四、设备科负责放射仪器的检测和放射防护用品的购置

1、每年机房的辐射防护及仪器的检测，如发现机房辐射防护存在问题，再移交总务处处理；

- 2、放射防护用品的购置；
- 3、放射性同位素与射线装置台账管理；
- 4、放射源收贮、送贮及台账管理；
- 5、大型放射设备配置证的办理。

五、放射诊疗部门工作职责

- 1、负责本科岗位职责、规范操作制度、质量控制制度的制定和落实；
- 2、负责本科放射工作人员和病人放射防护措施的落实；
- 3、核医学科做好放射源及放射性药物的管理；
- 4、落实病人检查治疗知情同意；
- 5、及时报告科室人员变动情况和每年人员培训计划。

广州医科大学附属第五医院

2024 年 4 月

附件 10 辐射安全管理制度

辐射防护和安全保卫制度

医院所使用的射线装置、非密封放射性物质和放射源主要用作医学检查、诊疗，在辐射安全、防护范围内使用。

一、辐射工作场所均采取辐射安全措施：

1、工作场所设置电离辐射警告标志，并有“当心电离辐射”的中文注释，不得随意拆除；

2、所有安全防护门外划有辐射安全警戒线，严禁无关人员进入；

3、安全连锁报警装置、信号灯等；

二、储存场所采取的辐射安全措施：

1、独立使用和存放，确保防盗、防火、防潮、防爆和防泄漏；

2、储存场所必须有双锁，钥匙指定辐射工作人员保管；

三、辐射工作人员每周对辐射工作场所进行清扫整理，做到无杂物、无积灰，地面整洁干净；检查随身携带的钥匙有无遗失，储源室保险柜、防盗门有无损坏。

四、工作场所必须配备监控、语音对讲系统；配备有效的灭火器，房间内安装烟雾报警仪等消防设施。

五、加强夜间和节假日巡逻，确保辐射工作场所能满足防盗、防火、防潮、防爆和防泄漏的管理目标。

广州医科大学附属第五医院

设备检修维护制度

1、根据生态环境主管部和卫生部的相关规定，设备科每年定期委托有资质的检测机构对放射性同位素与射线装置的设备性能及防护进行检测。如设备性能达不到要求，应停机整改，待重新检测合格方能投入使用；如因工作场所防护泄漏，通知总务处维修，并做好辐射警示，检测合格后才能投入临床使用。检测报告应由设备科备案保存。

2、在日常使用中，设备科对全院射线装置进行定期维护保养，发现安全隐患的，应当立即进行整改。如设备性能故障，由设备部通知设备厂家对机器进行维修，检测合格后才能投入临床使用。

3、放射性同位素应当单独存放，不得与易燃、易爆、腐蚀性物品等一起存放，并指定专人负责保管。(建议指定人员姓名，联系电话)。

4、放射性同位素和射线装置需要终止的，必须对放射性同位素和放射性废物进行清理登记，作出妥善处理，不得留有安全隐患。

5、对需停止使用的放射源，按照废旧放射源返回协议规定，将废旧放射源交回生产单位或者返回原出口方。确实无法交回生产单位或者返回原出口方的，送交有相应资质的放射性废物集中贮存单位贮存。

广州医科大学附属第五医院

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),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。

一、自 2020 年 1 月 1 日起,新从事辐射活动的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(考核合格后,成绩有效期为 5 年);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,由核技术利用单位自行组织考核。

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,符合辐射工作人员职业健康要求。
- (3) 辐射防护和有关法律知识的培训考核合格。
- (4) 遵守辐射防护法规和规章制度,接受职业健康监护和个人剂量监测管理。

二、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。

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

四、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。

广州医科大学附属第五医院

辐射监测制度

一、工作人员个人剂量监测制度

1、所有辐射工作人员必须佩戴个人剂量计上岗，接受剂量监测，个人剂量计均由职业卫生检测机构统一发放并定期检测。个人剂量监测档案长期保存。

2、个人剂量计佩戴部位:剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置，一般佩戴在左胸前。在有铅围裙等防护用品时，戴在铅围裙里面。当受照剂量可能相当大时（如介入放射学操作），则还需在铅围裙外面衣领上另外佩戴一个剂量计。

3、监测周期:1-3 个月。每年按季度分四期监测。

4、个人剂量计经职业卫生检测机构检测,如发现检测结果超标,应及时查明原因，并对超标者进行体格检查，了解健康情况，及时做出妥善处理。

二、常规监测

配置辐射剂量率监测仪、放射性表面沾污检测仪，用于辐射工作场所的日常辐射水平自行检测。每次进行非密封放射性物质操作后，相关辐射工作人员必须对工作台、设备、墙壁、地面以及操作人员的工作服、手套、工作鞋等进行放射性污染检测，确认无放射性污染后方可离开辐射工作场所。如果发现有放射性污染，应采取相应的去污措施，防治放射性污染外环境，并将每次监测结果记录存档备查。

三、场所年度监测制度

定期委托有相关资质的第三方辐射监测机构对医院的所有辐射工作场所进行监测。年度监测数据将作为本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况年度评估报告的一部分，定期上报环保行政主管部门。

如发现有检测结果超标情况，应及时检修仪器或改进场所防护设施。

广州医科大学附属第五医院

辐射工作人员岗位职责

一、认真贯彻执行《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》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关规定；严格遵循《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》及其他相关标准。主动接受并积极配合生态环境、公安、卫生等主管部门的监督管理。

二、掌握辐射工作场所必备的监测仪器、操作规程、辐射防护措施和辐射事故应急措施；了解辐射工作场所防护用品摆放位置。

三、了解辐射设备的性能、规格、特点和各部件的使用及注意事项，熟悉机器的使用限度及其使用规格，严格遵守操作规则，正确熟练地操作，以保证机器使用安全，防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全。

四、每天实施科主任领导下的常规诊断、重点疑难病例综合读片制。建立疑难及误诊病例分析、记录及读片；完善诊断与手术、病理诊断或出院诊断对照资料与统计；有接诊登记、照片资料存档保管；机器设备专人负责与维修。

五、参与辐射工作的辐射工作人员，按时接受个人剂量监测和放射防护知识培训。

广州医科大学附属第五医院

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台账。

十一、核医学科应建立放射性同位素药物和放射源台账。

广州医科大学附属第五医院

放射性药品的采购、登记、使用、核对、保管及注销制度

- 1.放射性药品的采购应由专人负责，负责人根据核医学科检查和治疗病人预约情况，向有放射性药品生产和销售许可证的机构订购放射性药品。
- 2.接收放射性药品时，应认真核对放射性药品名称、出厂日期、批号、放射性浓度、总体积、总强度、容器号、溶液的酸碱度以及物理性状等，注意存放放射性药品容器有否破损、渗漏。每次收到、取用放射性药品，均应在专用登记本上进行登记，并由经手人签字。
- 3.所有放射性物质的操作，不论剂量大小，一律均需在铺有吸水纸和防透水垫的台面进行，以便于去污和防止污染扩散；凡有可能污染台面的用具不宜直接放在台面上。凡活性较高，易挥发的放射性物质的操作，必须在层流、通风柜中进行。
- 4.操作放射性药品时，要精神高度集中，加强责任心，杜绝差错事故，严格执行核对制度：
 - a.核对帐本：核对核素种类、核对比放射性、核对日期、核对总量。
 - b.核对计算：核对衰变经过天数、核对衰变百分数、核对计算活度。
 - c.核对需取核素：未开瓶前要核对瓶号，已开瓶者要核对标签，核对铅罐标签，核对取样器刻度。
 - d.给药时：（包括示踪量和治疗量）核对病人姓名、性别、年龄、核对放射性药品品种、核对给药剂量、核对申请单上检查治疗项目。
- 5.放射性药品的贮存，未分装前在储源室内密封保存，贮存放射性药品容器应贴好标签。
- 6.发现放射性药品丢失时，应立即追查去向，并向医院保卫部和市环保局报告。
- 7.如因患者病情危重无法检查或因患者临时拒绝检查或治疗等原因引起的所购放射性药品没有使用，应将放射性药品进行注销处理，在登记表上注明原因，放置在储源室暂存，满足清洁解控要求后作为普通医疗废物处理。

广州医科大学附属第五医院

核医学科辐射安全防护管理制度

- 1.核医学科的工作场所严格划分为三区（控制区，监督区，非限制区）。
- 2.控制区禁止一切与工作无关的滞留。控制区必须设置醒目的电离辐射标识。控制区入口处应当设置备有个人防护用品的贮存柜、监测仪器和污染衣物收集桶等。
- 3.监督区通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。一般情况下，尽量减少在该区的停留。
- 4.非限制区，核医学科室除去控制区和监督区以外的区域，包括办公室、工作人员休息室等。
- 5.不得在控制区和监督区内进食、饮水、吸烟或存放任何食物。
- 6.建立严格的放射性药物接受使用登记制度，其存取由专人负责。
- 7.所有放射源的操作应在注射室内进行。
- 8.每一项放射性操作应预先计划好，根据不同的放射性特性采取相应的操作程序和防护措施。
- 9.操作放射性核素时要求思想集中，责任心强，严格执行和核对制度，避免差错，杜绝事故（发生差错必须登记，并在科内检查，以便大家教训）。
- 10.在操作放射性物质时，应戴口罩、帽子、手套、铅围裙和铅眼镜等防护用品，在铅屏蔽后操作。在操作放射性物质的所有时间内，必须佩带个人计量仪。操作放射性液体时，一律均需在铺有吸水纸和防透水垫的台面进行，以便于去污和防止污染扩散。
- 11.使用长柄镊从铅罐中取出和装入含有放射性药物容器或注射器，不得用手直接接触容器或注射器内有放射性药液部分，减少对手的辐射剂量和污染机会。分装好的放射性药品应放在铅储存箱内或铅防护套内。
- 12.保持工作场所的清洁，工作结束后，常规对放射性工作区进行污染检测并及时去除污染，工作人员应清洗双手及可能污染的部位。
- 13.放射源不用时应立即拿开，始终使带有放射性的注射器、废物、校正源等保存在合适的屏蔽容器内。
- 15.放射性操作过程中产生的污染物，要根据不同的放射性种类存放指定处，并标明污染程度、类别和时间。
- 16.放射性污物的处理：放射性污物严格按照放射性种类、状态及强度等不同分别处理。各类放射性废物的处理严格按照放射性废物管理制度执行。
- 17.所有从核医学科内部拿出的物品需要进行表面污染检测，不满足 GBZ120 标准表 2 要求的不能带出。

广州医科大学附属第五医院

核医学科放射性废物管理制度

放射性药品在使用过程中除注意公众防护外，还应注意工作人员本身的防护，尽量减少对工作人员的辐射剂量，防止污染环境。

- 1.核医学科放射性废物有专（或兼）职废物管理人员负责废物的收集、分类、存放和处理。
- 2.废物管理人员应熟悉废物管理原则和掌握剂量监测技术，应建立放射性废物收集、贮存、排放管理台账，做好记录并存档备案。
- 3.放射性废物贮存室的显著位置应设电离辐射标志。采取有效的防火、防丢失、防射线泄漏等措施。
- 4.密封放射源的废弃和处理，必须履行登记手续，并存档备查。
- 5.废物管理人员作业时必须使用个人防护用具和防护设施，防止超剂量照射。

一、固体放射性废物

- 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。放射性废物应按长半衰期和短半衰期分开存放，废物桶内应放置专用塑料袋直接收纳废物。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。
- 2.放射性废物袋或废物包、废物桶及其它存放废物的容器必须在显著位置，应标有废物类型、核素种类、比活度范围和存放日期的说明。
- 3.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。
- 4.废物暂存间内不得存放易燃、易爆、腐蚀性物品。
- 5.同时污染有病原体的固体放射性废物，必须先消毒、灭菌，然后按固体放射性废物处理。
- 6.核医学实践中产生的短寿命固体放射性废物，应尽量利用贮存衰变的方法进行处理，待放射性核素活度浓度满足解控水平后，实施解控（如：所含核素半衰期小于 24 小时的放射性固体废物暂存时间超过 30 天；所含核素半衰期大于 24 小时的放射性固体废物暂存时间超过核素最长半衰期的 10 倍），可作非放射性废物处理。不能解控的放射性废物，应送交有资质的放射性废物收贮或处置机构进行处理。
- 7.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。

二、液体放射性废物

- 1.液体放射性废物必须使用专用厕所、放射性废水专用处理系统，分隔衰变污水池轮流存放和排放废水。盛放放射性废液的容器表面应张贴电离辐射标志。
- 2.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。
- 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。

三、气态放射性废物处理制度

- 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。
- 2.应定期检查通风系统过滤净化器的有效性，及时更换失效的过滤器，更换周期不能超过厂家推荐的使用时间。更换下来的过滤器按固体放射性废物进行收集、处理。

广州医科大学附属第五医院

放射性药物操作规程

- 1.药物注射人员必须具有放射性药物使用培训资质的医务人员。
- 2.使用放射性药物时，必须了解该药物的特性（射线类型、能量、半衰期）及强度防护措施，废物处理要求，预防发生意外事故。
- 3.操作室内保持通风通畅整洁，物品放置稳定安全。操作者尽量利用时间、距离、屏蔽防护措施进行操作。
- 4.放射性核素应在手套箱中操作。
- 5.使用放射性药物前对患者进行充分的检查、治疗指导和健康教育，取得患者和家属的配合。
- 6.操作前应做好个人卫生防护：穿戴帽子、口罩、手套、工作服、铅眼镜、防护围脖、和防护围裙等防护用品；皮肤暴露部位有伤口时应包扎处理；正确佩带个人计量仪。
- 7.操作前备齐所需的非放射性物品，以免中途备物造成污染。严格按照无菌操作程序，具备熟练的操作技术，思想要集中，操作要细心，防止药液洒落。
- 8.操作应在铺有吸水纸和防透水垫的台面进行，以便于去污和防止污染扩散；凡有可能污染台面的用具不直接放在台面上。
- 9.操作完毕及时清除放射性污染物品，使用过的污染物、医用器材等按核素半衰期长短分类放在专用容器中置于衰变室内，并作好识别标记。疑有放射性污染的用品也应放置于衰变室。
- 10.工作人员操作后离开工作室前应洗手，对皮肤、衣物和台面作表面污染监测，如其污染水平超过相应的导出限值应采取去污措施，记录监测结果和处理措施。
- 11.防护用品放置在指定存放柜内，不得穿着个人防护用品进入非放射性场所。
- 12.严禁在放射性工作室内抽烟、饮水、进食，禁止放置与工作无关的物品；严禁直接呼吸放射性溶液蒸汽，盛有放射性溶液的容器必须加盖，防止蒸发形成放射性气溶胶。
- 13、操作放射性药品，如有小量洒落在容器外污染地面桌面时，应及时采取局部去污措施，避免污染扩散，污染情况应报告负责人。如有严重污染事故发生，务必保持镇静，除采取紧急措施防止污染扩散外，应报告有关领导和监督小组，提出处理事故的办法，划出污染区，受污染人员应立即进行污染检查。
- 14、放射性工作室和操作人员的手由专人定期或随机进行表面污染监测，记录监测情况。

广州医科大学附属第五医院

放射源管理制度

1. 放射源管理必须按“放射性核素领用登记使用、核对、保管及注销制度”来严格执行。
2. 放射源按使用用途分别由相应岗位工作人员负责其安全，不得损毁、随意废弃和丢失。
3. 放射源未经允许不得分装、稀释、配制和挪作他用。
4. 放射源残留或放射性废弃物处理按“放射性废物处理制度”进行。
5. 有放射性污染时按“放射性意外污染应急处理制度”进行。
6. 工作人员岗位变动时要将相关放射源管理情况和记录进行交接。

广州医科大学附属第五医院

2022 年 4 月

安全管理制度

- 1.工作人员应妥善保管科室大门及房门钥匙，防止丢失；一旦不慎遗失，应及时报告，并作紧急处理。
- 2.工作人员下班前必须检查仪器、水、电、气及关窗锁门。全科（室）人员应熟知总电源开关位置。灭火器置于醒目地点，工作人员应熟练掌握灭火机的使用方法。
- 3.非工作需要，在科室内不得使用电炉。
- 4.室内无人时，工作人员应随手关门。高活性区（室），闲人不得入内。
- 5.放射性同位素应有专人负责妥善保管，并有防盗设施。
- 6.未经科室同意，非本科工作人员不得在科室留宿。
- 7.提高警惕，发现非本科（室）就诊人员应及时查问。发生重大事故应及时向领导汇报。
- 8.专人负责安全管理，应定期检查，发现问题及时改进。

广州医科大学附属第五医院

附件 11 应急预案

辐射事故应急预案

为了避免避免辐射事故，在发生辐射事故后能作出快速反应、减少危害程度、保护辐射工作人员和公众人员的身心健康，根据《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》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规的要求，特制定本应急预案。

一、辐射事故应急处理机构与职责

（一）医院成立辐射事故应急处理领导小组，指挥、组织和开展辐射事故的应急处理救援工作。

组 长：余冬冬

副组长：张 帆、申 路、欧阳石

成 员：关玉宝、石兴源、赵 荣、赵年章、黄美兴、毛学理、孙妍、杨沈雷、邓茂发、关志威、喻明晰、朱海珊、陈 荣、刘芳芳

应急处理小组办公室设在医务科，电话：020-82982374。

放射事故应急处理小组

放射事故应急处理小组	联系电话	职务
余冬冬（组 长）		主管院长
张 帆（副组长）		医务科科长
申 路（副组长）		设备科科长
欧阳石（副组长）		预防保健科科长

放射事故应急处理上报单位

单位名称	联系电话	备注
环保热线	12345	
广州市卫生健康委医政处	020-81081186	
公安部门应急电话	110	

（二）应急领导小组职责

- 1、负责编制和修订辐射事故应急预案；
- 2、建立辐射应急队伍，购置必要的辐射应急装备器材；
- 3、负责辐射事故的紧急处置和信息报告；
- 4、积极配合行政主管部门的调查处理和定性定级工作；

5、负责组织辐射事故相关应急知识和应急预案的培训，在生态环境主管部门的指导下或自行组织演练。

（三）小组职责分工

组长：全面负责小组管理和辐射事故现场指挥工作。

副组长：具体负责小组工作，收集有关工作信息，各科室之间的协调，辐射事故应急处理期间的后勤保障工作。

成员：

1、设备科定期组织对放射诊疗场所、设备和人员进行辐射防护情况进行自查和监测，发现事故隐患及时上报组长或副组长，并落实整改措施；

2、发生辐射事故时，各个科室根据应急指挥命令，协同开展应急处置工作，事故发生后立即组织有关部门和人员进行放射性事故应急处理；

3、护理部根据事故情况，配合进行人员急救、护理等工作；

4、应急领导小组组长及副组长负责放射性事故应急处理具体方案的研究确定和组织实施工作；

5、辐射事故中人员受到误照射时，放射科、医务科要通过个人剂量计或其它工具、方法迅速估算受照人员的受照剂量；

6、医教科负责安排相关人员参加辐射安全防护和应急培训，配合领导小组定期组织辐射事故应急演练。

二、应急和救助装备、物资准备

1、医院医务科及后勤保障部门负责后勤保障工作；医务科协调调配应急所需物资。

2、医院医务科及后勤保障部门应做好应急物资、器材及防护用品准备工作，保管好所需救援设施及器材。

三、辐射事故分级

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，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。

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。

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。

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。

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。

四、辐射性事故预防措施和应急处理程序

(一) 辐射事故预防措施

- 1、健全辐射安全防护的各项管理制度，设备控制室悬挂或放置操作规程；
- 2、加强辐射工作人员的设备操作规程和辐射防护应急培训，持证上岗；
- 3、定期检查、保养/维护设备，是处于正常工作状态，发生故障时及时进行维修；
- 4、加装急停开关或设备电源总开关。

(二) 辐射事故应急处理程序

1、辐射事故或意外事件发生后，发生或者发现辐射事故的科室和个人应立即切断一切可能扩大辐射危害及污染范围的环节，撤离有关工作人员，封锁保护现场；

2、发生辐射事故或意外事件的科室必须立即向医院总值班（电话待定）报告，总值班人员接报后第一时间报告辐射事故应急处理领导小组组长，应急处理领导小组召集专业人员进行处理；

3、应急处理领导小组组长接到报告，确定需要启动辐射事故应急预案的，须按辐射事故报告程序上报生态环境主管部门、卫生健康主管部门和公安部门。

4、应急处理领导小组根据具体情况迅速响应事故处理方案:各类突发放射事件的应急处理方案程序如下：

- (1) 密封性放射源卡源的应急处理程序；
- (2) 非密封放射性物质意外污染的应急处理程序；
- (3) 发生放射性同位素或放射源丢失、被盗的应急处理程序；
- (4) 人员误照或误用放射性药物的应急处理程序；
- (5) 实际照射剂量或用药剂量偏离处方剂量的应急处理程序；
- (6) 设备故障意外受照的应急处理程序；

5、事故处理必须在单位负责人的领导下，在有经验的工作人员和卫生防护人员的参与下进行，事故区未取得防护检测人员的允许不得进入。

6、事故科室负责填写好《辐射事故报告卡》在二十四小时内报告医院预防保健科。

7、事故处理以后，应急处理领导小组必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生原因，从中吸取经验教训，采取措施防止类似事故重复发生。凡严重或重大的事故，应向上级主管部门报告。

8、不按规定程序和时限报告或者阻挠、干扰有关科室执行职责的，对有关责任科室和责任人员追究行政责任；对特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故，医院协助省级人民政府卫生行政部门、生态环境主管部门和公安机关调查，追究责任科室和责任人的治安或刑事责任。

9、应急程序的终止

当发生辐射事故的射线装置得到控制、被盗物品追缴完成或辐射工作场所得到修复后，经生态环境主管部门监测安全合格、公安部门确认后，报请上级行政主管部门批准，应急程序方可终止。

五、辐射事故的报告、调查和善后处理

（一）辐射事故的报告

发生辐射事故时，事故单位应当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》，向当地生态环境主管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。若发生辐射事故，应急处理领导小组须在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向生态环境主管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向卫生健康主管部门报告。

（二）辐射事故的调查

辐射事故发生后，由辐射事故应急处理小组负责调查工作，要遵循实事求是的原则对事故的发生的时间、地点、起因、过程和人员伤害情况进行细致的调查分析，并认真作好调查记录，记录要妥善保管。同时，协助生态环境主管部门、卫生健康主管部门、公安部门进行事故调查、处理等各方面的相关事宜。

（三）辐射事故的善后处理

- 1、当辐射事故应急处理结束，宣布应急程序终止；
- 2、收集、整理应急处理过程中的相关资料，保存好误照人员的检查资料，做好医学跟踪观察；
- 3、请专业维修人员检查维修设备，确认正常后方可继续使用；
- 4、总结经验教训，防止类似事故再次发生。

六、应急培训和演练

每年至少组织 1 次辐射事故应急预案的培训，培训的主要内容:法律法规、辐射防护、应急处理和应急响应程序等。针对射线装置的特点，还应包括熟悉各个急停按钮/电源总开关所在位置，提高急停操作熟练度。

每年至少组织 1 次辐射事故应急演练,做好应急演练的前期宣传、演练记录等工作。演练结束后，及时进行总结，以评估和验证辐射事故应急预案的可行性和有效性，提高辐射事故应急处理能力，并通过演练逐步完善应急预案，及时修订应急管理办法和响应程序。

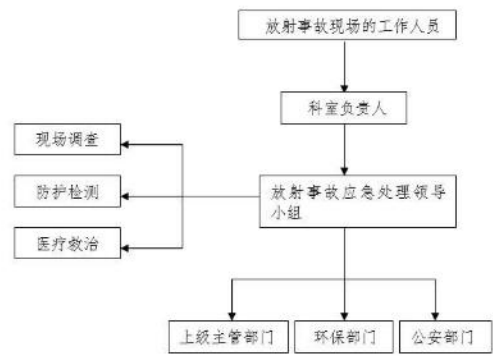
七、应急预案管理

本预案应根据本单位项目开展情况及时修订、发布实施。

应急预案附件:1.非密封放射性物质意外污染的应急处理程序；

- 2.发生放射性同位素丢失、被盗的应急处理程序；
- 3.人员误照或误用放射性药物的应急处理程序；
- 4.实际照射剂量或用药剂量偏离处方剂量的应急处理程序；
- 5.设备故障意外受照的应急处理程序；
- 6.辐射事故初始报告表。

辐射事故应急流程见下图：



广州医科大学附属第五医院

非密封放射性物质意外污染的应急处理程序

非密封放射性物质因操作意外等发生放射性药品污染，应立即采取以下措施：

一、当事人员立即报告科室负责人。

二、在场工作人员做好个人防护，迅速按污染物的种类进行现场处理，标记污染范围，用铅屏风封闭现场，避免无关人员进入现场。

三、受污染的人员应该按照放射性污染皮肤的方法清洗，在科室应急洗浴室，以温肥皂水清洗污染部位，切忌酒精擦洗，以免促进放射性物质吸收，如有皮肤破损应用无菌生理盐水清洗。

四、经过清洗处理后，安排受照人员就医，以免造成二次污染。

五、污染物区域的处理，应根据污染物物理性状选择不同的处理方法：

1、固体污染物应该采用湿式清洗方法，以湿的毛巾或纱布从污染区域外侧向内部擦拭，并将产生的污染物放入铅垃圾桶中，受污染的人员对受污染的部位进行清洗后，将受污染的衣物一同放入铅垃圾桶进行衰变处理。

2、液体污染物应该以干式方法清洗，方法如同湿式清洗法。

3、气体污染物主要是开启手套箱，将受污染的空气从手套箱中排出。

六、污染区域清洗后，用放射性污染仪进行检测，如仍超标，则用适量的铅板将污染区域屏蔽，并做标记提醒，待衰变到10个半衰期后再解除屏蔽。

七、科室负责人作出污染的初步评价，用表面污染测定仪等进行监测，依据污染物的量，污染时间，污染物与工作人员的距离等因素迅速估算受照人员的照射剂量，及时按程序上报。

八、召开辐射事故应急领导小组会议，现场调查事故原因，对意外照射人员实施救治，并按规定上报生态环境主管部门、卫生主管部门和公安部门，配合相关工作。

发生放射性同位素丢失、被盗的应急处理程序

工作人员一旦发现放射性同位素丢失、被盗，应按照以下程序进行处理：

一、立即报告所在科室负责人以及医院管理部门。同时上报生态环境主管部门：

12345 公安部门：110

二、科室负责人奔赴现场核实情况并报告保卫科，由科室专业人员穿戴铅衣、铅裙、铅目镜等防护用品，在医院范围内进行初步搜寻查找。

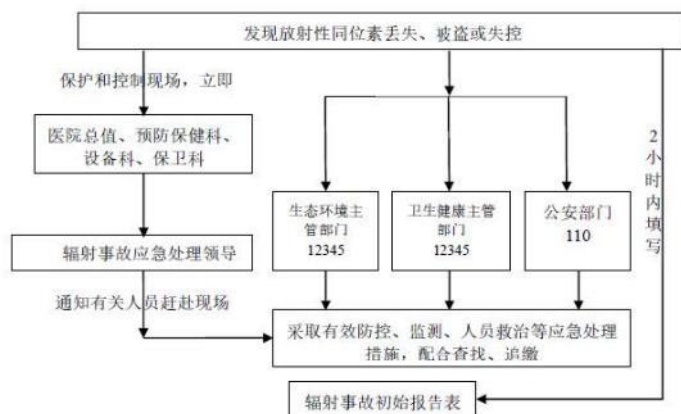
三、保卫科组织查看监控视频。

四、根据现场搜寻和保卫科监控视频的查找结果，初步判断放射性同位素丢失、被盗是否人为偷盗。

五、科室负责人核实发生放射性同位素丢失、被盗情况后及时按程序上报。

六、召开放射事故应急领导小组会议，现场调查事故原因，对意外照射人员实施救治，并按规定上报生态环境主管部门、卫生主管部门和公安部门，配合相关工作。

工作人员一旦发现放射性同位素丢失、被盗或失控，应按照以下程序进行处理：



人员误照或误用放射性药物的应急处理程序

发生人员误照或误用放射性药物时，应按照以下程序进行处理：

一、当事人员应立即终止检查或治疗，向科室负责人报告。

二、科室负责人立即组织处理，进行初步评价，迅速估算误照人员或误用人员的照射剂量，及时按程序上报。

三、召开辐射事故应急领导小组会议，现场调查事故原因，对意外照射人员实施救治，并按规定上报生态环境主管部门、卫生主管部门和公安部门，配合相关工作。

设备故障意外受照的的应急处理程序

诊疗过程中，设备突发故障，应按照以下程序进行处理：

一、操作人员立即关停设备，迅速撤离病人，以保证病人安全为首要任务。

二、报告设备科，必要时联系设备厂家工程师，以便及时排除障碍。

三、科室负责人组织进行初步评估，迅速估算受照人员的照射剂量，及时按程序上报相关部门。

四、召开放射事故应急领导小组会议，现场调查事故原因，对意外照射人员实施救治，

并按规定上报生态环境主管部门、卫生主管部门和公安部门，配合相关工作。