

核技术利用建设项目
南方医科大学珠江医院核技术利用改扩建
项目环境影响报告表

(送审稿)

南方医科大学珠江医院（盖章）

2023 年 5 月

环境保护部监制

核技术利用建设项目 南方医科大学珠江医院核技术利用改扩建 项目环境影响报告表



建设单位名称: 南方医科大学珠江医院

建设单位法人代表 (签名或签章): 真泚

通讯地址: 广州市海珠区工业大道中 253 号

邮政编码: 510280 联系人: 张璐

电子邮箱: 1-----@.com 联系电话: 1-----16

编制单位和编制人员情况表

项目编号	sfs4q2		
建设项目名称	南方医科大学珠江医院核技术利用改扩建项目		
建设项目类别	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)	南方医科大学珠江医院		
统一社会信用代码	124400007256275054		
法定代表人 (签章)	郭洪波		
主要负责人 (签字)	崔筱平		
直接负责的主管人员 (签字)	张璐		
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	91440101MA5AUCEHX1		
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
叶惠超	放射源、非密封放射性物质、射线装置、废弃物 (重点是放射性废弃物)、环境质量和辐射现状、辐射安全与防护、辐射安全管理、附件及附图	BH001923	叶惠超
徐灿	项目基本情况、评价依据、保护目标与评价标准、项目工程分析与源项、环境影响分析、结论与建议	BH001925	徐灿

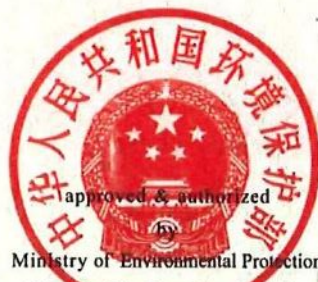
环评项目负责人职业资格证书

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: HP 00017526
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	26
表 3	非密封放射性物质	26
表 4	射线装置	27
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	28
表 6	评价依据	29
表 7	保护目标与评价标准	31
表 8	环境质量和辐射现状	44
表 9	项目工程分析与源项	57
表 10	辐射安全与防护	81
表 11	环境影响分析	114
表 12	辐射安全管理	150
表 13	结论与建议	156
表 14	审 批	161
附件 1	建设单位持有的辐射安全许可证	162
附件 2	医院原环保手续文件	166
附件 3	医院原有辐射工作人员辐射安全与防护培训情况	173
附件 4	建设单位制定的相关辐射安全和防护管理制度	179
附件 5	评价项目工作场所现场检测报告	201
附件 6	原核医学工作场所年度防护检测报告	222
附件 7	衰变池水中总 α 、 β 放射性检测报告	227
附件 8	委托书	229
附件 9	放射性固体废物处理台账	230
附件 10	放射性药物使用登记记录	231
附图 1	建设单位总平面布置及评价项目位置图	232
附图 2	项目工作场所在楼层及上下层平面布局图	233
附图 3	项目规划及平面布局设计图	236
附图 4	项目新建配套衰变池设计方案图	238

表 1 项目基本情况

建设项目名称		南方医科大学珠江医院核技术利用改扩建项目				
建设单位		南方医科大学珠江医院				
法人代表	郭洪波	联系人	张璐	联系电话	13922211116	
注册地址		广州市海珠区工业大道中 253 号				
项目地点		广州市海珠区工业大道中 253 号住院楼负一层原核医学科内				
立项审批部门			批准文号			
建设项目总投资(万元)	2460	项目环保投资(万元)	150	投资比例（环保投资、总投资）	6.10%	
项目性质		☐ 新建 ☒ 改建 ☒ 扩建 ☒ 退役			占地面积（m ² ）	/
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I类 ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类			
		☐ 使用	☐ I类（医疗使用） ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类			
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物			
		☐ 销售	/			
		☒ 使用	☒ 乙 ☐ 丙			
	射线装置	☐ 生产	☐ II类 ☐ III类			
		☐ 销售	☐ II类 ☐ III类			
		☐ 使用	☒ II类 ☐ III类			
	其它					

1.1 建设单位概况

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

1.2 项目的目的和任务由来

医院现有一个乙级非密封放射性物质工作场所，位于住院楼负一层，分为核医学科及影像中心两个区域（核医学科区域、影像中心区域），核医学科区域位于住院楼负一层左侧医疗区的中间位置，其西侧为放疗中心，东侧为核医学科影像中心，场所已许可的项目包括 SPECT 诊断、PET-CT 诊断和核素治疗。医院于 2008 年率先建立核医学科防护病房，病例来源于华南乃至全国甲状腺外科中心甲状腺癌术后患者，病源多且广，预约 ¹³¹I 治疗住院病人已超过半年，但床位数不能满足社会需要，且病房设计过时、设施陈旧、环境差。医院为了改善核医学科病房环境，规范核素治疗管理，保障医务人员、公众及环境安全，增强患者就医体验，提高患者满意度，因此医院计划将现核医学科场所进行重新优化设计改造。拟将住院楼负一层的现有核医学科区域进行改造，核医学影像中心不进行改造；将核医学科区域场所北侧部分区域达到

清洁解控水平后退役为无限制开放区域改建成核素治疗前普通住院病房（供治疗前患者住院使用），南侧部分区域达到清洁解控水平后改造为核素治疗病房，开展核素治疗、敷贴治疗等项目。

同时，为保证广大患者享受到高质量、便捷的医疗服务，并且缩短诊疗时间、降低诊疗费用，同时满足医院整体技术水平与医学重点学科发展同步，有效缩小地区间、行业间的医疗服务差距，医院拟将住院部 2 层介入治疗中心的 C 臂机机房改建为 1 间数字减影血管造影装置（DSA）机房，并在机房内新增使用 1 台数字减影血管造影装置（简称“DSA”，最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA，属Ⅱ类射线装置），用于介入手术中的放射显像。

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（环境保护部令第 3 号，2017 年修正），项目申请许可证前，应组织编制或者填报环境影响评价文件，并依照国家规定程序报生态环境主管部门审批。

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 非密封源工作场所的分级规定，本评价项目的非密封放射性物质工作场所为乙级/丙级；对照《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），DSA 属于血管造影用 X 射线装置的分类范围，为Ⅱ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 部令 第 16 号）可知，该评价项目应该编制环境影响报告表。

受南方医科大学珠江医院委托，广州乐邦环境科技有限公司承担本项目的环境影响评价工作。在接受委托后，评价单位组织相关技术人员进行了资料收集、现场踏勘等工作，并结合项目特点，按照《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》（HJ10.1-2016）中环境影响报告表的内容和格式，编制了本项目的环境影响报告表。

1.3 项目建设概述

本次项目分为核医学科改造项目及 DSA 机房改造项目。

1、核医学科改造项目（含原有衰变池改造）：

建设单位现有一个乙级非密封放射性物质工作场所，位于住院楼负一层，分为核医学科区域（位于住院楼负一楼中部位置）及影像中心（位于住院楼负一楼东侧）两个区域，配套有 3 套衰变池，1 套为影像中心配套使用衰变池，位于负二楼停车场处；

另外 2 套为核医学科区域使用衰变池，1 套为 76m³ 的三级串联衰变池，1 套为 99m³ 的三级并联衰变池，位于住院楼外西侧。

①场所改造

现拟将住院楼负一层的核医学科区域进行改造，核医学影像中心不进行改造；本次拟将该场所北侧部分区域（注射室、待检室、ECT 机房及其操作室）达到清洁解控水平后退役为无限制开放区域改建成核素治疗前普通住病房（供治疗前患者住院使用）；南侧部分区域（PET/CT 机房及其操作室、贵宾室、心脏负荷实验室、标记室、治疗室、废物存放室、洗涤室、储存室、留观室 1、留观室 2）达到清洁解控水平后改造为核素治疗场所，使用 ¹³¹I、¹⁷⁷Lu、²²³Ra、⁸⁹Sr 开展核素治疗，使用 ³²P 开展敷贴治疗，共使用 5 种放射性核素；场所改造后作为 1 个独立的“乙级非密封放射性工作场所”运行。

本次改造后，负一层核医学科场所保留影像中心区域及其使用的 ^{99m}Tc（1.11E+8Bq）、⁶⁸Ga、¹⁸F（2.36E+7Bq）、⁶⁴Cu 共 4 种核素继续开展工作，不再使用 ^{99m}Tc（2.96E+8Bq）、²⁰¹Tl、¹⁸F（3.7E+7Bq）、¹⁵³Sm、¹²⁵I 等 5 种核素。

新场所（核素治疗场所）使用 ¹³¹I、¹⁷⁷Lu、²²³Ra、⁸⁹Sr、³²P 共 5 种放射性核素，放射性药物均为外购。

②衰变池改造

本次拟将核医学科区域配套使用的 2 套衰变池进行改造，将原有的 1 套 76m³ 的三级串联衰变池打通改造为 1 个 76m³ 的衰变池，并入 99m³ 的三级并联衰变池，形成 1 套新的四级并联衰变池，容积：175m³，包含 4 格池，容积分别为 76m³、33m³、33m³、33m³ 用于处理本次改造后核素治疗场所控制区内病房所产生的排泄物类放射性废水。

同时，医院拟于住院楼负二层停车场现有影像中心配套衰变池旁，新增建设 1 套 3 级衰变池，容量约为 120m³，用于对改造后核素治疗场所控制区内病房洗手池、地漏等患者产生的清洁用放射性水进行储存衰变。

核素治疗场所使用放射性核素规模、原场所退役核素规模情况如下：

表 1.3-1 本次核素治疗场所使用核素规模

序号	核素名称	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	工作场所等级	使用场所	用途	药物来源
1	¹³¹ I 甲癌	2.52×10 ¹⁰	2.52×10 ⁹	乙级	住院楼负一层 核素治疗场所	甲癌治疗	外购
2	¹³¹ I 甲亢	1.85×10 ⁹	1.85×10 ⁸			甲亢治疗	
3	¹³¹ I 甲测	2.96×10 ⁶	2.96×10 ⁵			甲测	
4	³² P	2.96×10 ⁸	2.96×10 ⁷			敷贴治疗	

5	^{89}Sr	2.96×10^8	2.96×10^7			骨转移治疗	
6	^{177}Lu	7.40×10^9	7.40×10^8			治疗	
7	^{223}Ra	3.70×10^7	3.70×10^7			骨转移治疗	

表 1.3-2 核医学科原使用核素本次部分退役情况

序号	核素名称	日等效最大操作量 (Bq)	工作场所等级	使用场所	备注
1	^{99}Tc	2.96×10^8	乙级	住院楼负一层 核医学科场所	不再使用
2	^{131}I	2.47×10^9			
3	^{89}Sr	4.44×10^7			
4	^{201}Tl	7.1×10^7			
5	^{32}P	2.96×10^8			
6	^{18}F	3.7×10^7			
7	^{153}Sm	7.4×10^7			
8	^{125}I	2.07×10^8			
9	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	1.11E+08			保留
10	^{68}Ga	3.7E+05			
11	^{18}F	2.36E+07			
12	^{64}Cu	3.7E+05			

2、DSA 机房改造项目

医院拟将住院部 2 层介入治疗中心的 C 臂机机房改建为 1 间数字减影血管造影装置 (DSA) 机房, 并在该机房内新增使用 1 台 DSA 装置, 用于介入手术中的放射显像。

原 C 臂机机房安装使用 1 台型号为 GE OEC9900 移动式 C 臂机, 该设备于 2014 年经原广东省环境保护厅审批 (批文号为粤环审[2014]69 号) 后建成, 并于 2014 年通过竣工环境保护验收 (批文号为粤环审[2014]369 号)。现对其进行改建, 原有射线装置现已拆除并报废。

项目建设内容和规模见表 1.3-3。

表 1.3-3 本项目建设内容和规模一览表

名称	型号	球管配置	数量	拟安装位置	类别	主要参数	备注
DSA	未定	单管头	1 台	住院部大楼 2 层介入治疗中心 C 臂机机房	II 类	最大管电压 125kV 最大管电流 1000mA	新购使用

1.4 原项目回顾

1、原核医学科规模情况

医院现有住院楼负一楼核医学科一个乙级非密封放射性物质工作场所, 场所内包含 2 个工作区域, 分别为核医学科区域, 影像中心区域;

①核医学科区域: 核医学科区域位于住院楼负一楼中部位置, 该区域于 2009 年取

得环评批复：粤环审[2009]34 号，于 2011 年取得验收意见，文号：粤环审[2011]479 号。该区域许可使用 ^{99m}Tc ($2.96\text{E}+8\text{Bq}$)、 ^{131}I 、 ^{89}Sr 、 ^{201}Tl 、 ^{32}P 、 ^{18}F ($3.7\text{E}+7\text{Bq}$)、 ^{153}Sm 、 ^{125}I 共 8 种放射性核素。1 台 PET/CT (已报废多年)，1 台 SPECT (已搬迁至影像中心使用) 开展相关工作；

②**影像中心区域**：2020 年，医院于负一楼东侧位置新增设影像中心区域，环评批复文号：粤环审[2020]98 号，该区域于 2021 年 7 月完成自主验收，该区域内使用 ^{99m}Tc ($1.11\text{E}+8\text{Bq}$)、 ^{68}Ga 、 ^{18}F ($2.36\text{E}+7\text{Bq}$)、 ^{64}Cu 共 4 种放射性核素，使用 1 台 PET/CT，1 台 SPECT (由核医学科区域搬迁至此使用)，1 台 SPECT/CT 开展相关工作。

表 1.4-1 原核医学科场所使用核素规模及其环保手续情况

序号	工作场所名称	场所等级	核素	日等效最大操作量 (贝可)	年最大用量 (贝可)	活动种类	环评情况	验收情况	本次改造后情况
1	住院部负一层核医学科	乙级	^{99m}Tc	2.96E+08	9.25E+12	使用	粤环审[2009]34 号	粤环审[2011]479 号	不再使用
2			^{131}I	2.47E+09	7.4E+12	使用			
3			^{89}Sr	4.44E+07	2.22E+10	使用			
4			^{201}Tl	7.1E+07	1.85E+10	使用			
5			^{32}P	2.96E+08	5.55E+10	使用			
6			^{18}F	3.7E+07	7.4E+11	使用			
7			^{153}Sm	7.4E+07	3.7E+10	使用			
8			^{125}I	2.07E+08	1.48E+11	使用			
9			^{99m}Tc	1.11E+08	3.33E+13	使用	粤环审[2020]98 号	已通过自主验收	保留，影像中心使用
10			^{68}Ga	3.7E+05	1.11E+11	使用			
11			^{18}F	2.36E+07	7.09E+12	使用			
12			^{64}Cu	3.7E+05	1.11E+11	使用			

表 1.4-2 原核医学科场所使用设备

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	工作场所
1	GE Discovery MI PET/CT 机	III	1	Discovery MI	140	800	影像中心 PET-CT 机房
1	GE NM/CT 860 Advance SPECT/CT 机	III	1	NM/CT 860 Advance	140	800	影像中心 SPECT-CT 机房 1
1	SPECT	/	1	GE Discovery NM630	/	/	影像中心 SPECT-CT 机房 2

2、放射性废物处置情况：

（1）放射性废水

医院住院楼负一楼核医学科场所现有 3 个衰变池，其中核医学科区域使用 2 套衰变池（1 套 76m³ 的 3 级衰变池，1 套 99m³ 的 3 级衰变池）处理该区域产生的放射性废水，影像中心使用 1 套衰变池（容量 27m³）处理影像中心日常工作中患者产生的放射性废水。

（2）放射性废气

医院住院楼负一楼核医学科场所现有 2 套独立的排风系统，负一楼中部的核医学科区域使用一套独立的排风系统用于处理该区域产生放射性废气；影像中心处使用一套独立的排风系统，用于处理该区域产生的放射性废气。废气排放口均位于住院楼天面。

（3）放射性固体废弃物：

医院住院楼负一楼核医学科场所 2 个区域（核医学科区域， 影像中心）内均有自己独立的废物暂存间，日常运行过程中，各区域产生的放射性固体废弃物各自收集后存储于各自场所内的废物暂存间内进行衰变，待达衰变时间后，对包装袋外表面进行检测，达到清洁解控水平后作为普通医疗废物处理。

3、原场所人员个人剂量情况回顾：

根据医院提供的辐射工作人员监测报告情况：核医学科所有辐射工作人员连续 4 个季度累积受照剂量约为 0.02~1.23mSv，均不超过职业年照射剂量约束值 5mSv。

表 1.4-3 核医学科辐射工作人员连续 4 季度个人剂量统计

	2021.7-9	2021.10-12	22.1-3	22.4-6	汇总（mSv）
最大值（mSv）	1.42	0.64	0.7	0.7	1.23
最小值（mSv）	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02

1.5 项目依托关系

①核医学科场所改造项目：

本次项目场所改造后，为独立的乙级非密封放射性物质工作场所，场所使用 ¹³¹I、⁸⁹Sr、³²P、¹⁷⁷Lu、²²³Ra 共 5 种放射性核素。

②DSA 机房改造项目：

住院部 2 层介入治疗中心原 C 臂机机房安装使用 1 台型号为 GE OEC9900 移动式 C 臂机。

(1) 场所依托：①核医学科场所依托：本项目利用住院部负一楼现有核医学科场所进行改扩建，拟将原场所南侧的工作区域拆除改建为核素病房、敷贴室等工作场所，拆除场所内各房间墙体、门窗、天花等，保留场所四周外墙、顶棚、地面墙，对内部房间进行重新规划建设，场所改造后仍为乙级非密封放射性物质工作场所。

拟将场所北侧工作区域退役开放后改建为普通病房（供治疗前患者住院使用），对现有场所北侧房间进行拆除，保留场所四周外墙、顶棚、地面墙体，对内部房间进行重新规划建设。

②DSA 机房依托：本项目拟拆除原 C 臂机机房东侧（通道西侧）、控制室东侧和南侧墙体，往东侧扩大机房的面积，新砌隔断墙体，其余墙体均保留，构成 DSA 机房及配套的控制室。

(2) 放射性废气处理设施依托：①核医学科场所依托：本项目建设拟拆除场所原有通风管道，根据新场所布局重新敷设通风管道，不利用场所原有通风柜、排风管道、排气筒等气态处理设施。不存在依托关系。

②DSA 机房依托：本项目拟拆除机房原有的排风装置，重新设置动力通风装置，不存在依托关系。

(3) 放射性固体废弃物依托：①核医学科场所依托：本项目建设前，建设单位将清除所有原存留的放射性固体废弃物，新场所拟建设配套新的暂存区域进行废弃物暂存。不存在依托关系。

②DSA 机房依托：本次新旧项目均不产生放射性固体废弃物，不存在依托关系。

(4) 放射性废液处理设施依托：①核医学科场所依托：核医学科场所原使用 2 套衰变池（1 套 76m³ 的 3 级衰变池，1 套 99m³ 的 3 级衰变池）处理该场所产生的放射性废液；本项目拟将原有的 1 套 76m³ 的 3 级衰变池改造打通成 1 个 76m³ 衰变池与 99m³ 的 3 级衰变池形成并联的 175m³ 四级衰变池处理核素治疗场所内患者产生的排泄物类放射性废水；

同时，拟在负二层新建 1 个 120m³ 的三级衰变池，用于对洗手池、地漏等患者产生的清洁用放射性水进行储存衰变；项目建成后，新衰变池与原有池一同运行使用，处理核素治疗场所产生的不同活度的放射性废液。

核医学科场所改造后该场所仍属于“乙级非密封放射性工作场所”。

②DSA 机房依托：本次新旧项目均不产生放射性废液，不存在依托关系。

1.5 项目周边环境概述

1.5.1 项目周边环境情况

南方医科大学珠江医院位于广州市海珠区工业大道中 253 号，医院北面为翠城西街，西面为工业大道中，南面为南泰路，东面为翠华路。

本次拟改造项目均位于医院住院大楼，住院大楼北侧约 32m 处为翠城西街，西侧为工业大道，西南侧为谊侨楼，南侧为医院室外公共区域及停车场，约 50 米处为南泰路，东侧为医院门诊楼。

①**核医学场所改造**：本次改造的核医学科场所位于住院部负一楼中部位置，本次拟改建为核素治疗场所的南侧部分现状为吸入室、心脏负荷实验室、PET/CT 机房及其操作机房、标记室、治疗室、废物存放室、储源室、留观室，拟退役开放后改为普通病房的北侧部分现状为注射室、待检室、值班室、ECT 机房及其操作室等区域。

拟改造场所北面、西面为走廊，南面为负一层停车场（停车位），东面为空调机房、楼梯间、核医学科候诊区、医生办公室等；楼上对应位置为一楼大堂、室外公共区域、住院登记处；楼下对应位置为冷冻机房、停车场、核医学影像中心衰变池。

②**DSA 机房改造**：拟建 DSA 机房东侧为消防前室、通道，南侧为通道、候诊区，西侧为中控室、药梯、电子柜室（设备间）、清洁室，北侧为控制室、通道，正上方为作业治疗室、康复工程室、走廊、诊室、接待站、候诊区，正下方为走廊、空调机房、休息等候区。

地理位置详见图 1.5-1。项目所在位置及四至情况图详见图 1.5-2，现有核医学科工作场所所在位置及四至情况图 1.5-4，负二楼现状平面布置图详见图 1.5-5，一楼现状平面布置图详见图 1.5-6，场所建设完成后负一楼平面布置图及其周边情况 1.5-7，场所建设完成后平面布置图及其周边情况详见图 1.5-8。DSA 机房外部环境关系示意图详见图 1.5-3。本项目 DSA 机房建设前现状平面布置图详见图 1.5-9，本项目 DSA 机房四至环境关系示意图详见图 1.5-10。本项目 DSA 机房正上方（住院部 3 楼）平面布局图图 1.5-11。

1.5.2 项目选址合理性

（1）核医学科场所选址合理性分析

表 1.5-1 项目选址情况与 HJ 1188-2021 及 GBZ120-2020 选址要求对比情况表

《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）中“5.1 选址”的要求及《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）5.1.1 要求	本项目选址情况	符合性
核医学工作场所宜建在医疗机构内单独的建筑物内，或集中于无人长期居留的建筑物的一端或底层，设置相应的物理隔离和单独的人员、物流通道。	本项目设置于住院楼负一层，为原有的场所位置，周边为停车场区域及核医学科其余区域，已尽可能集中建设，负二层为冷冻机房、停车场等；项目场所有明确的墙体、门禁系统隔离，能够明确区分放射性场所及非放射性工作场所区域。 本项目拟建的场所不毗邻产科、儿科、食堂等部门及人员密集区。	符合
核医学工作场所不宜毗邻产科、儿科、食堂等部门及人员密集区，并应与非放射性工作场所有明确的分界隔离。		符合
在医疗机构内部区域选址核医学场址，应充分考虑周围场所的安全，不应邻接产科。食堂等部门，这些部门选址时也应避开核医学场所。		符合
核医学工作场所排风口的位置尽可能远离周边高层建筑。		符合

综上所述，本项目选址符合《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）中“5.1 选址”的要求，同时满足，《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）5.1.1 要求，故从辐射防护角度考虑，项目选址利用原有辐射工作场所进行改建，未新占非放射性工作场所，该场所原环保手续齐全，选址合理，该场所不毗邻产科、儿科、食堂等部门及人员密集区。现仍能满足现有标准要求。

（2）DSA 机房选址合理性分析

本项目拟建的 DSA 机房位于医院住院部大楼 2 层，机房周边 50m 评价范围内的环境保护目标主要为住院部、谊桥楼东侧和便利超市西侧部分区域、院内及院外西北侧部分道路、广州市五中附属初级中学南侧部分区域（操场），以上场所内人员主要为本项目辐射工作人员、医院内部活动的医患人员及其他公众人员，还有学校部分师生。机房四周相邻区域避开产科、儿科等敏感科室。辐射工作场所将采取满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求的屏蔽措施和安全防护措施，本项目建成后运行过程产生的电离辐射对周围环境与公众的辐射影响满足标准要求，因此，本项目的选址合理。



图 1.5-1 医院地理位置图及项目所在位置图

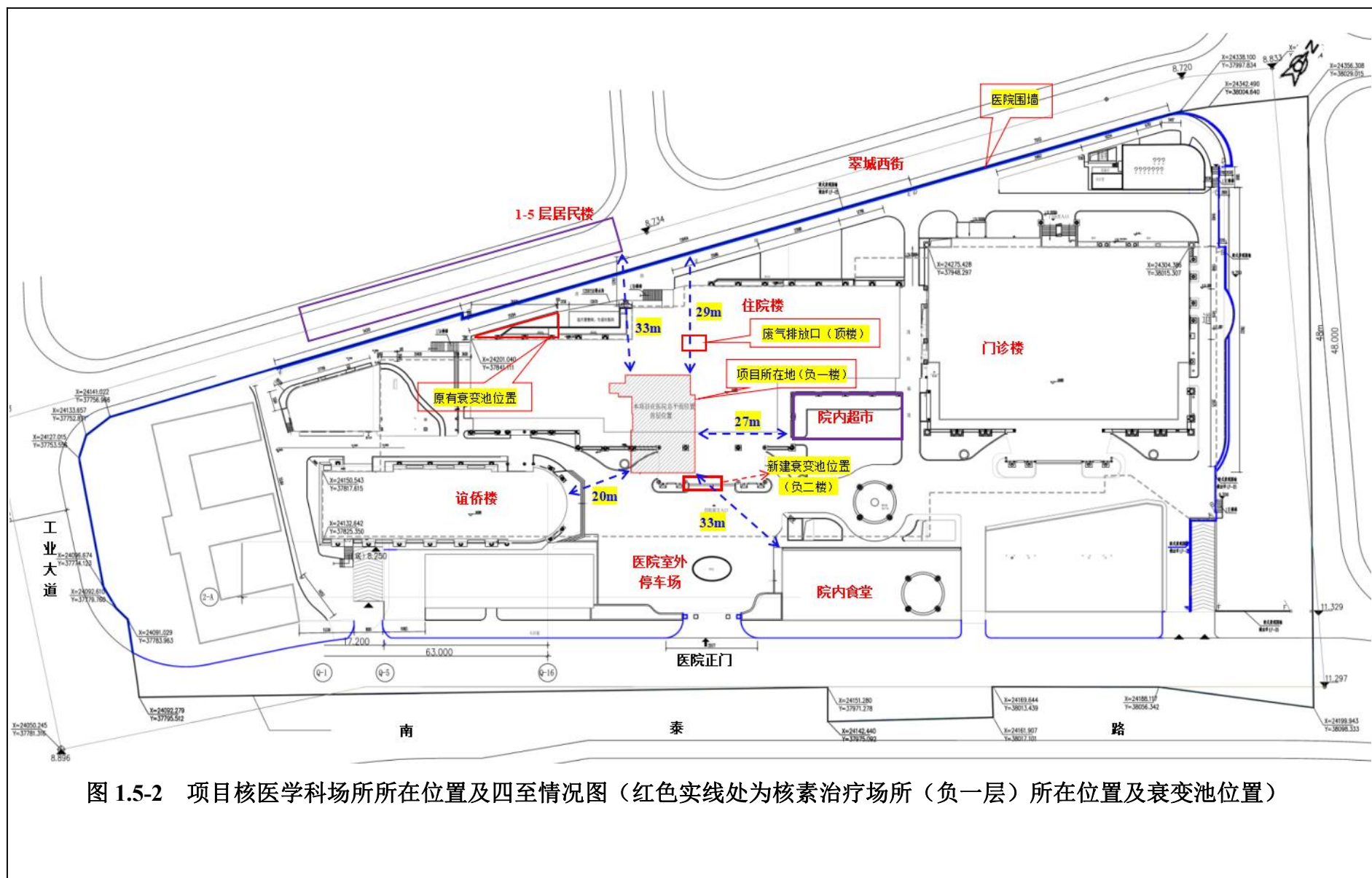
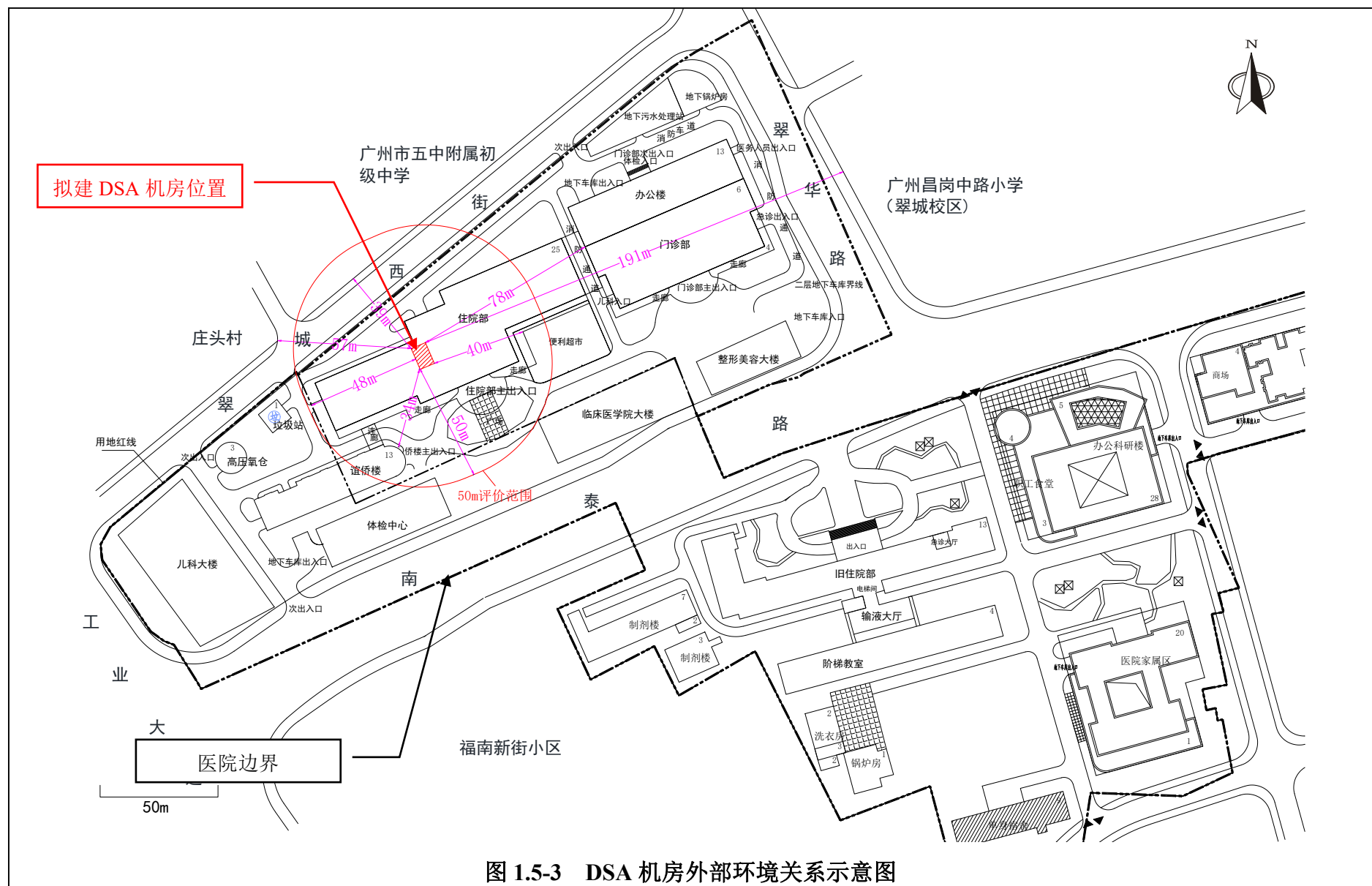


图 1.5-2 项目核医学科场所所在位置及四至情况图 (红色实线处为核素治疗场所 (负一层) 所在位置及衰变池位置)



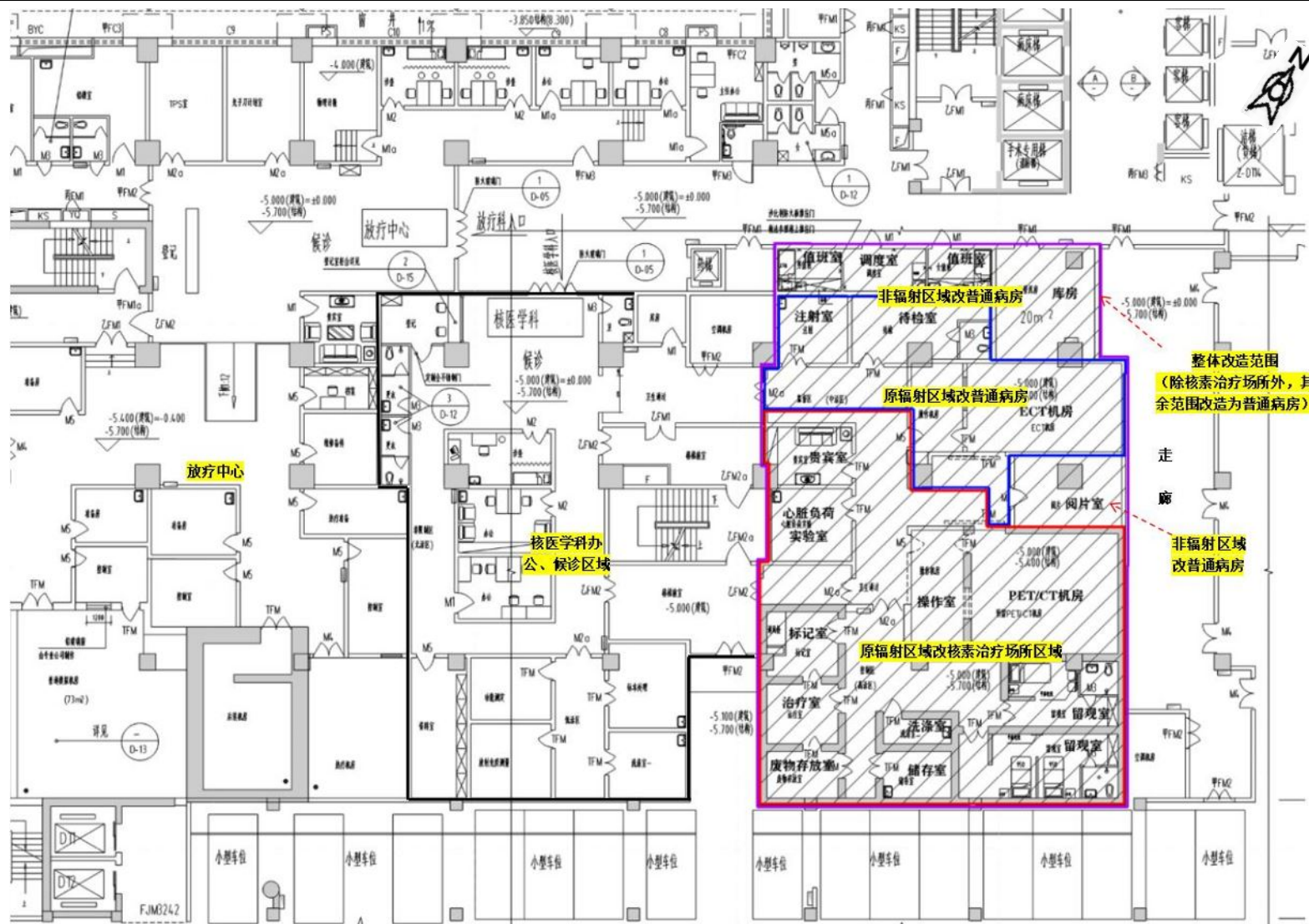


图 1.5-4 现有核医学科工作场所（负一层）现在情况及拟建场所所在位置及四至情况图

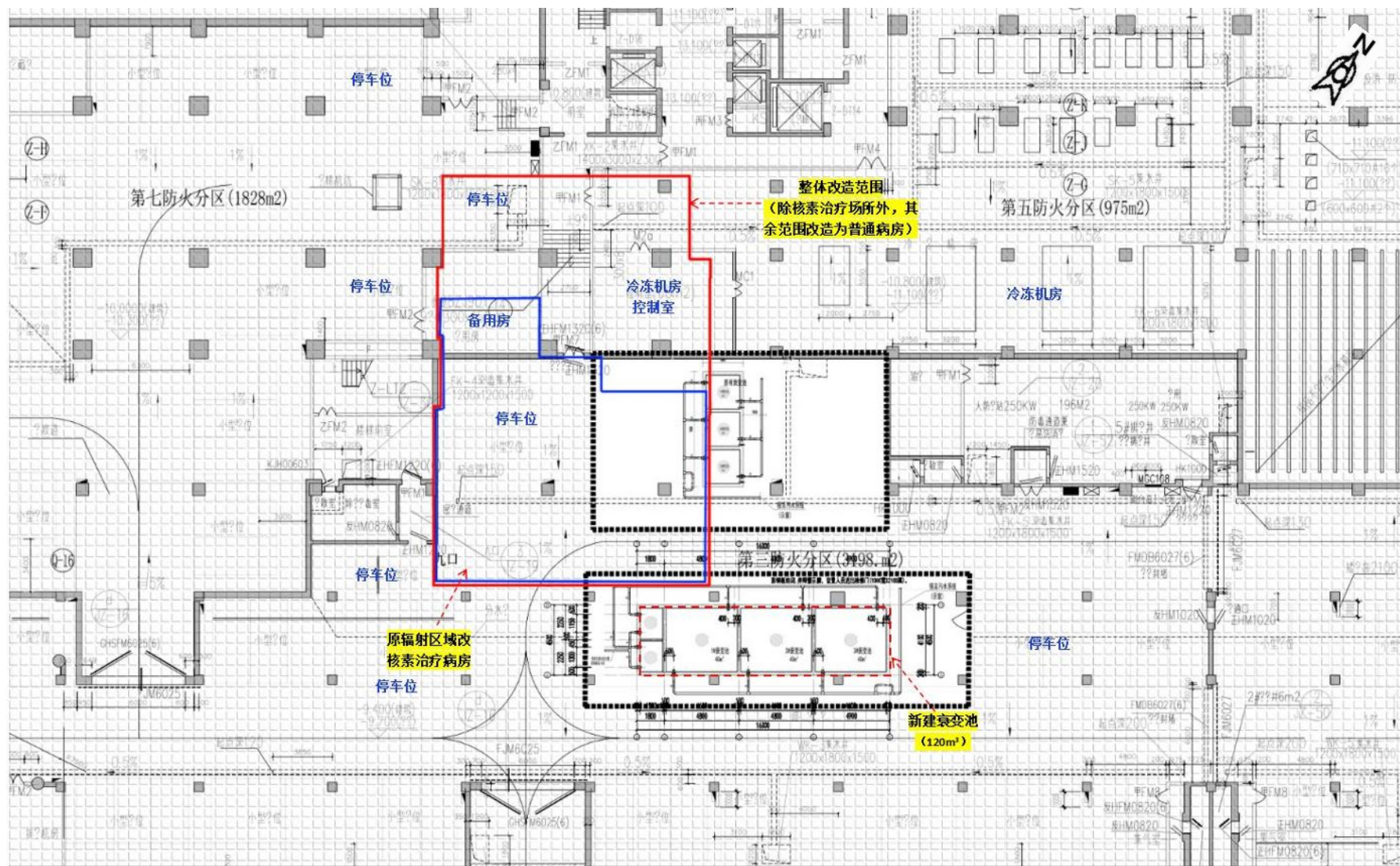


图 1.5-5 负二楼现状平面布置图(红色实线内为本次拟建场所位置)

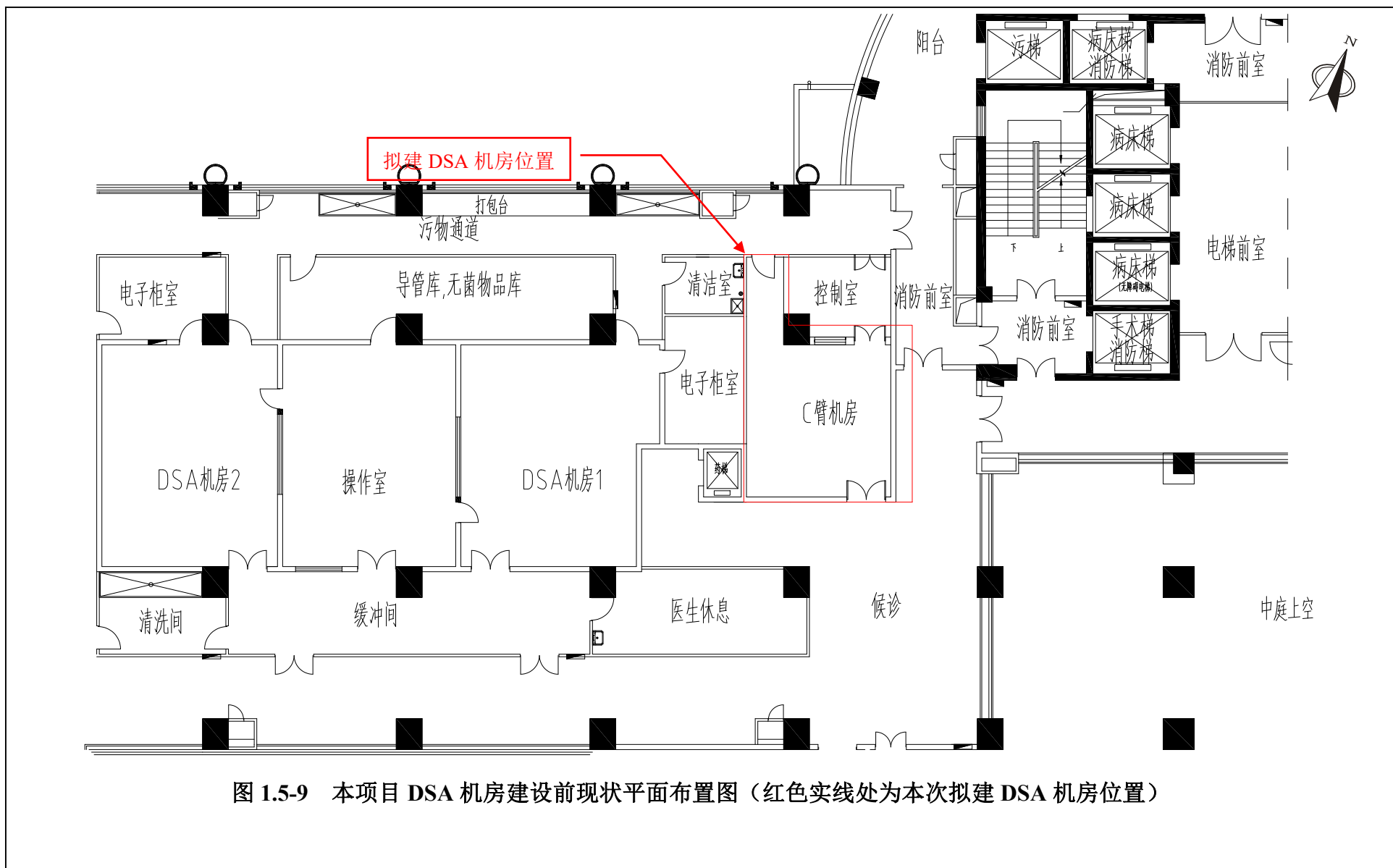
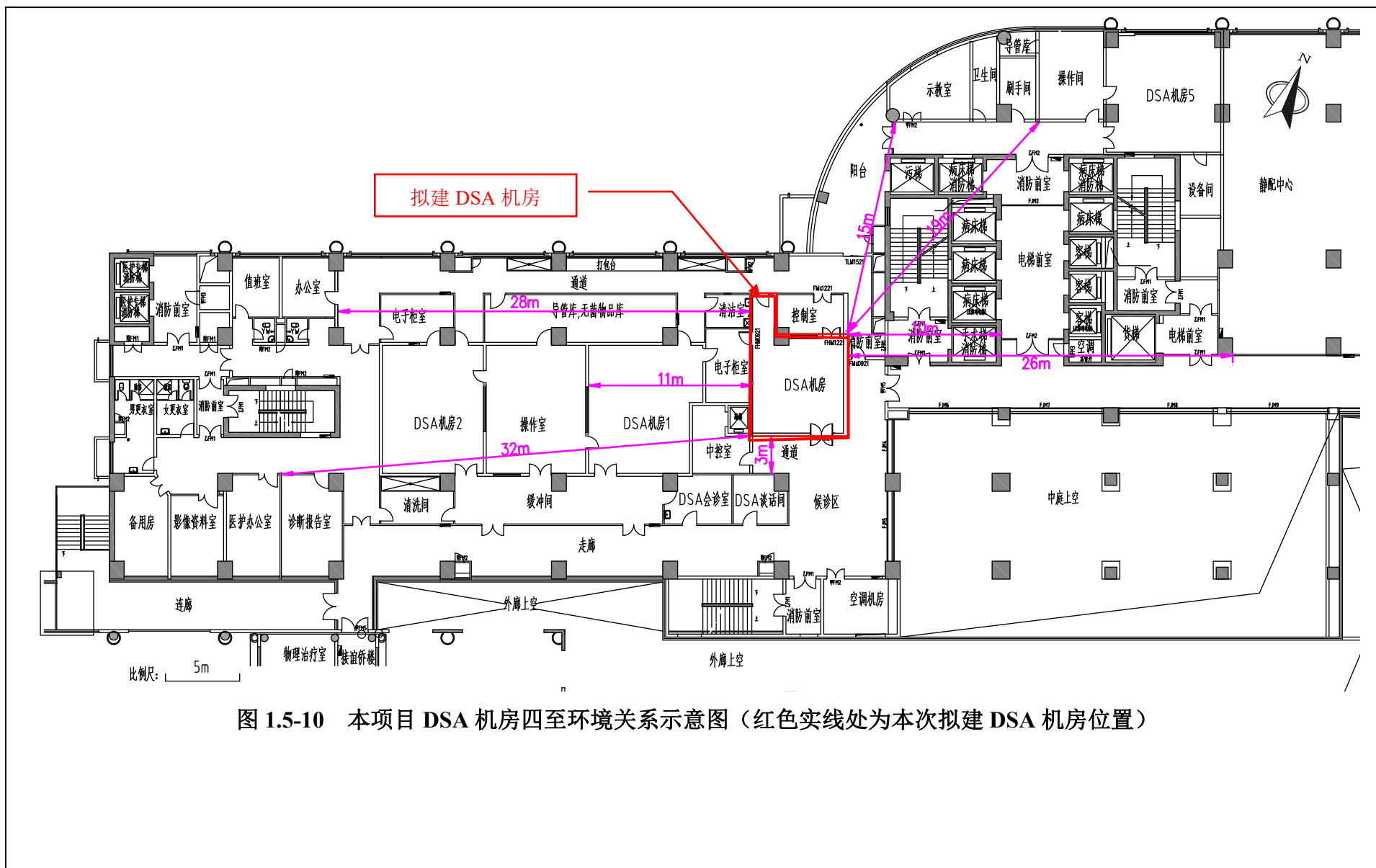
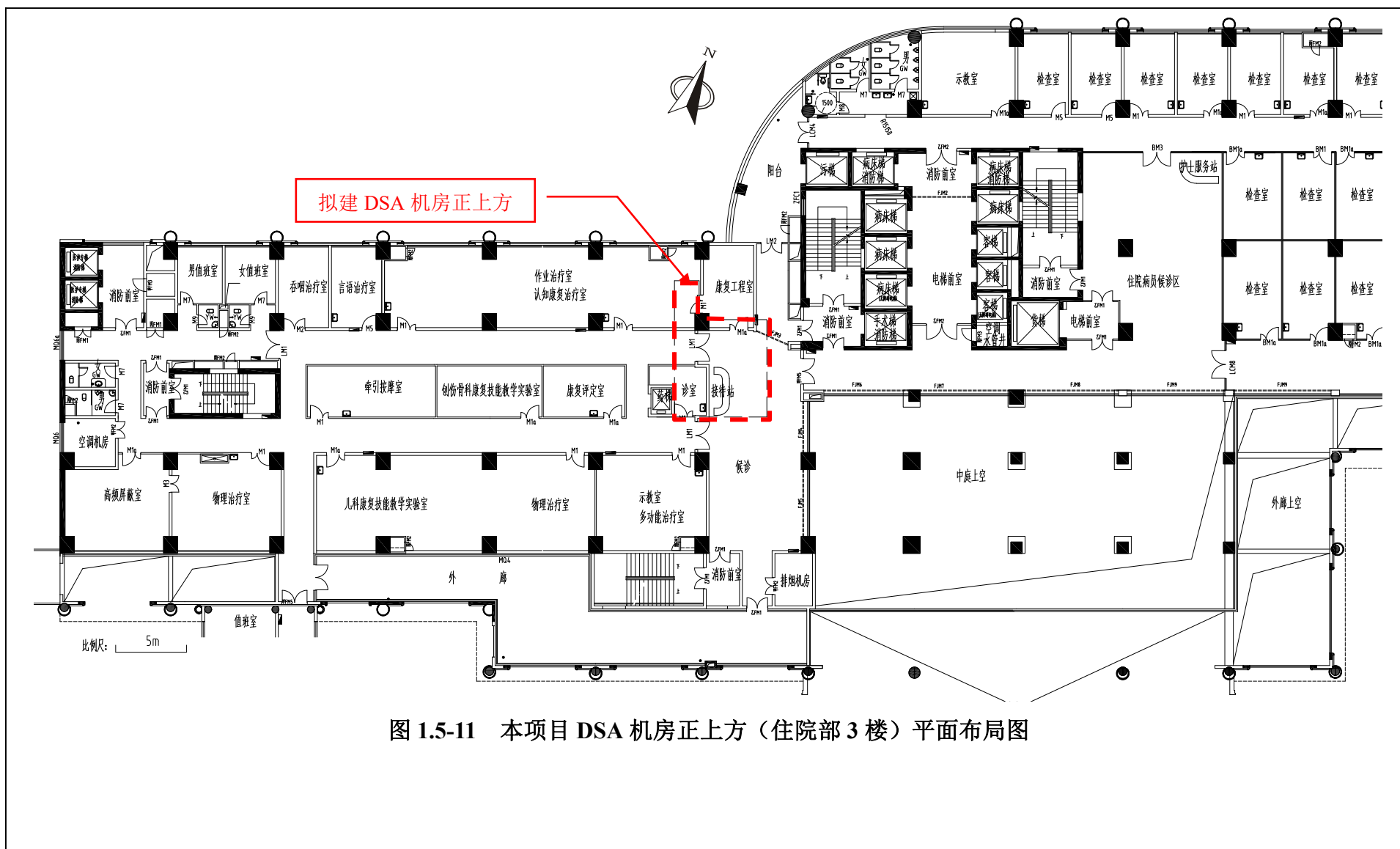


图 1.5-9 本项目 DSA 机房建设前现状平面布置图（红色实线处为本次拟建 DSA 机房位置）





1.6 建设单位原核技术利用项目许可情况

南方医科大学珠江医院持有辐射安全许可证，证书编号为粤环辐证[02738]，种类和范围为“使用III类放射源；使用II、III类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所”，最新发证日期为2023年1月20日，有效期至2025年7月23日（详见附件1）。

医院在《辐射安全许可证》登记使用39台射线装置，其中II类射线装置6台（医用电子直线加速器2台、DSA4台），III类射线装置33台（SPECT/CT、PET/CT、CT、DR、胃肠机、C臂机、口腔X射线机等）；核医学科2处乙级非密封性工作场所，使用⁹⁹Tc、¹³¹I、⁸⁹Sr、²⁰¹Tl、³²P、¹⁸F、¹⁵³Sm、¹²⁵I、⁶⁸Ga、⁶⁴Cu共十种放射性核素。

南方医科大学珠江医院现有核技术利用项目环保手续落实统计情况详见表1.6-1、表1.6-2，表1.6-3。

表 1.6-1 医院现有射线装置清单及环保手续落实情况

序号	装置名称	类别	数量	活动种类	环评情况	验收情况	辐射安全许可情况
1	中国东软 NeuViz Extra CT	III	1 台	使用	备案号：202244010500000107		已许可， 粤环辐证 [02738]
2	医科达 Synerg platform 电子直线加速器	II	1 台	使用	粤环审 [2009]34 号	粤环审 [2011]479 号	
3	医科达 Intinity 电子直线加速器	II	1 台	使用	粤环审 [2009]34 号	已通过自主验收	已许可， 粤环辐证 [02738]
4	新东方 1000NA DR	III	1 台	使用	备案号：202244010500000114		
5	西门子 Artis zee III ceiling DSA 机	II	1 台	使用	粤环审 [2020]248 号	已通过自主验收	
6	西门子 Ysio Max DR 机	III	1 台	使用	备案号：202044010500000213		
7	西门子 XR/DDR 机	III	1 台	使用	粤环审 [2009]34 号	粤环审 [2011]479 号	
8	西门子 R200 胃肠机	III	1 台	使用	粤环审 [2009]34 号	粤环审 [2011]479 号	
9	西门子 Luminos dRF MAX 胃肠机	III	2 台	使用	备案号：202044010500000212 备案号：201944010500005268		
10	西门子 Artis zee Floor DSA 机	II	1 台	使用	粤环审 [2014]69 号	粤环审 [2014]369 号	
11	西门子 Artis DTA DSA 机	II	1 台	使用	粤环审 [2009]34 号	粤环审 [2011]479 号	
12	上海联影 uMammo 890i 乳腺机	III	1 台	使用	备案号：202244010500000078		
13	摩洛哥豪洛捷 Horizon-A 骨密度仪	III	1 台	使用	备案号：202244010500000109		

14	飞利浦 ict Elite FHD CT 机	III	1 台	使用	备案号：202044010500000216		
15	飞利浦 MX 16 silice CT 机	III	1 台	使用	粤环审 [2014]69 号	粤环审 [2014]369 号	
16	飞利浦 INCISIVE CT 机	III	1 台	使用	备案号：202044010500000215		
17	飞利浦 Brilliance iCT CT 机	III	1 台	使用	粤环审 [2009]34 号	粤环审 [2011]479 号	
18	飞利浦 BRILLIANCE CT 机	III	1 台	使用	粤环审 [2009]34 号	粤环审 [2011]479 号	
19	岛津 SONIALVISION G4 DR 机	III	1 台	使用	备案号：202044010500000214		
20	岛津 MUX-200D 移动 DR 机	III	2 台	使用	备案号：201944010500005404 备案号：201944010500005267		
21	北京朗视 HiRes3DCBCT	III	1 台	使用	备案号：202244010500000108		
22	Ziehm Vision FD Vario 3D 移动式 C 臂机	III	1 台	使用	备案号：201944010500005265		
23	Ziehm 8000 移动式 C 臂机	III	1 台	使用	穗环核管 [2016]74 号	穗环核验 [2017]43 号	
24	TECHNIX TCA6S 移动式 C 臂机	III	1 台	使用	粤环审 [2014]69 号	粤环审 [2014]369 号	
25	Nuclery on SIMULIX-HQ 模拟定位机	III	1 台	使用	粤环审 [2009]34 号	粤环审 [2011]479 号	
26	Neurologien Corporation NL3000 CT 机	III	1 台	使用	粤环审 [2014]69 号	粤环审 [2014]369 号	
27	GE OEC9900 移动式 C 臂机	III	1 台	报废	粤环审 [2014]69 号	粤环审 [2014]369 号	已许可， 粤环辐证 [02738]
28	GE NM/CT 860 Advance SPECT/CT 机	III	1 台	使用	粤环审 [2020]98 号	已通过自主验收	
29	GE Innova IGS 630 DSA 机	II	1 台	使用	粤环审 [2018]225 号	已通过自主验收	
30	GE Innova IGS 530 DSA 机	II	1 台	使用	粤环审 [2009]34 号	粤环审 [2011]479 号	
31	DR GE Discovery XR656 DR 机	III	1 台	使用	穗环核管 [2016]74 号	穗环核验 [2017]43 号	
32	GE Discovery MI PET/CT 机	III	1 台	使用	粤环审 [2020]98 号	已通过自主验收	
33	GE Discovery CT590 RT 模拟定位机	III	1 台	使用	备案号：201844010500000494		
34	DR GE Definium 6000	III	2 台	使用	粤环审 [2014]69 号	粤环审 [2014]369 号	
	DR GE Definium 6000	III	1 台	使用	穗环核管 [2016]74 号	穗环核验 [2017]43 号	
35	Carestream HealKADAX 9000C 口腔 CT 机	III	1 台	使用	粤环审 [2009]34 号	粤环审 [2011]479 号	
36	Carestream CS2200 口腔 X 线机	III	1 台	使用	粤环审 [2009]34 号	粤环审 [2011]479 号	

表 1.6-2 医院现有放射源清单及环保手续落实情况

序号	核素	类别	总活度（贝可）/活度（贝可）×枚数	活动种类	环评情况	验收情况	辐射安全许可情况
1	¹⁹² Ir	III	3.7E+11/3.7E+11×1	使用	粤环审 [2014]69 号	粤环审 [2014]369 号	已许可，粤 环辐证 [02738]
2	⁶⁸ Ge	V	3.5E+7/3.5E+7×1	使用	备案号：202044010500000657		
3	⁶⁸ Ge	V	5.5E+7/5.5E+7×1	使用			

表 1.6-3 医院现有非密封放射性物质清单及环保手续落实情况

序号	名称	日等效操作量	级别	使用场所	环评批复文号	竣工验收意见文号
1	⁹⁹ Tc	2.96×10 ⁸	乙级	住院部负一楼核医学科场所	粤环审【2009】 29 号	粤环审【2011】 479 号
2	¹³¹ I	2.47×10 ⁹				
3	⁸⁹ Sr	4.44×10 ⁷				
4	²⁰¹ Tl	7.1×10 ⁷				
5	³² P	2.96×10 ⁸				
6	¹⁸ F	3.7×10 ⁷				
7	¹⁵³ Sm	7.4×10 ⁷			粤环审 [2020]98 号	2021 年 7 月完成 自主验收
8	¹²⁵ I	2.07×10 ⁸				
9	¹⁸ F	2.36×10 ⁷				
10	⁶⁸ Ga	3.70×10 ⁵				
11	⁶⁴ Cu	3.70×10 ⁵				
12	^{99m} Tc	1.11×10 ⁸				

1.7 建设单位原核技术利用项目管理情况

南方医科大学珠江医院遵守《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》等相关放射性法律、法规，配合各级环保部门监督和指导，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，医院至今未发生辐射事故。

（1）辐射安全与环境保护管理机构

医院已成立了辐射防护安全和环境保护管理机构，明确辐射防护责任，能够满足原有核技术利用项目运行过程中辐射防护管理和监督的需要。

（2）辐射安全管理相关规章制度

本项目为扩建项目，建设单位在原有核技术利用项目运行中已根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中相应要求，建立了相应的辐射安全管理制度，《南方医科大学珠江医院关于调整辐射安全管理委员会的通知》、《南方医科大学珠江医院关于印发放射防护管理规定的通知》、《南方医科大学珠江医院关于引发放医院放

射性药品管理规定的通知》、《辐射安全管理制度》、《辐射防护制度》、《辐射培训制度》、《核医学科放射性药品暂存管理制度》、《核医学科各级人员岗位责任制》、《核医学科仪器设备管理、使用制度》、《核医学科环境辐射监测制度》、《DSA 操作规程》、《射线装置使用和台账管理制度》、《辐射监测方案》及《事故应急预案》等规章制度，辐射管理制度已较完备，满足现有从事辐射工作管理要求。

（3）辐射工作人员培训情况

医院现有 292 名辐射工作人员，已有 229 名辐射工作人员取得辐射安全与防护培训证书。对于未参加培训并考核的工作人员，医院按计划安排仅从事Ⅲ类射线装置的工作人员进行医院内部的考核，其余的辐射工作人员安排在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台参加培训，报名参与集中考核，考核合格后上岗。

原核医学科工作人员均已取得培训合格证书，能够确保项目建成后项目辐射工作人员均能持证上岗，本项目人员均在医院原有人员内进行调配。DSA 项目辐射工作人员，拟从原有的辐射工作人员中调配 8 名负责本项目工作，调配给本项目的辐射工作人员可不再从事其它辐射类工作，不存在兼岗情况。人员培训情况详见附件 3。

（4）开展辐射监测工作的情况

①个人剂量监测：医院原有核技术利用项目辐射工作人员已配置有个人剂量计，并按时进行个人剂量检测，建档保存。根据医院提供的辐射工作人员监测报告情况，医院已按照不同科室分别进行个人剂量计的管理，根据医院提供的辐射工作人员监测报告情况：核医学科所有辐射工作人员连续 4 个季度累积受照剂量约为 0.02~1.23mSv，均不超过职业年照射剂量约束值 5mSv。

表 1.7-1 核医学科辐射工作人员连续 4 季度个人剂量统计

	2021.7-9	2021.10-12	22.1-3	22.4-6	汇总（mSv）
最大值（mSv）	1.42	0.64	0.7	0.7	1.23
最小值（mSv）	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02

②工作场所和周围环境辐射水平监测：根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部令第 18 号）的要求，医院已每年委托有资质单位对在用的射线装置工作场所和周围环境进行 1 次辐射水平监测，监测报告存档。根据医院提供的年度场所检测报告可知，工作场所内辐射水平均能满足相应标准要求，辐射防护效果较好，年度场所检测报告详见附件 6。

（5）台账管理情况

医院原核医学科对其使用放射性药物实行了台账管理，对放射性药物的使用严格进行了登记记录，确保药物的使用有迹可循，原核医学科最近一个月的放射性药物使用登记记录详见附件 10。

（6）三废处理情况

放射性废水：原核医学科放射性废水主要为注射药物后的诊疗患者产生、以及日常对工作场所的清洗用水。原核医学科建有配套衰变池，核医学科内产生的放射性废水统一经单独的废水收集管道排至衰变池内，排入衰变池的液态污染物经衰变池衰变直至符合排放要求后排放至医院污水处理中心，最后外排至市政管网。通过收集原核医学科的衰变池废水检测结果可知，原核医学科衰变池废水排放时的总活度能够满足相应标准要求，详见附件 7。

放射性废气：原核医学科工作场所内设有通风换气系统，保证工作场所内的通风良好。分装柜设有独立的排气系统，并设置放射性过滤装置，排风管道引至大楼天面排放。

放射性固体废物：原核医学科工作场所日常产生的放射性废物主要为核素注射器等放射性固体废物，建设单位将其集中收集在铅垃圾桶内，暂存至其放射性比活度低于相应清洁解控水平后作为一般医疗固体废物处理。建设单位对暂存时放射性固体废弃物的存入量、衰变后的剂量率以及清理量及时进行记录，设置有便于管理的台账制度，详见附件 9。

（7）年度评估报告

建设单位已按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的要求，每年对本单位射线装置安全和防护状况进行评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交年度评估报告。

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
——	——	——	——	——	——	——	——	——

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

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大操作量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式 与地点
1	¹³¹ I (甲癌)	液态	使用	2.52×10 ¹⁰	2.52×10 ⁹	5.79×10 ¹²	甲癌治疗	简单的操作	住院楼负一层核素治疗场所	屏蔽在铅外壳的容器中暂存于分装柜
2	¹³¹ I (甲亢)	液态	使用	1.85×10 ⁹	1.85×10 ⁸	4.26×10 ¹¹	甲亢治疗	简单的操作		
3	¹³¹ I (甲测)	液态	使用	2.96×10 ⁶	2.96×10 ⁵	6.81×10 ⁸	甲测	简单的操作		
4	³² P	液态	使用	2.96×10 ⁸	2.96×10 ⁷	6.81×10 ¹⁰	敷贴治疗	简单的操作		
5	⁸⁹ Sr	液态	使用	2.96×10 ⁸	2.96×10 ⁷	6.81×10 ¹⁰	骨转移癌治疗	简单的操作		
6	¹⁷⁷ Lu	液态	使用	7.40×10 ⁹	7.40×10 ⁸	7.10×10 ¹¹	核素治疗	简单的操作		
7	²²³ Ra	液态	使用	3.70×10 ⁷	3.70×10 ⁷	3.55×10 ⁹	骨转移癌治疗	简单的操作		

注：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）

表 4 射线装置

（一）加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

（二）X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	DSA	II类	1 台	待定	125	1000	介入手术中的影像诊断	住院部2层介入治疗中心拟建 DSA 机房	新增使用

（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
含有放射性核素的排泄物和冲洗废水等	液态	^{131}I 、 ^{177}Lu	/	/	/	总 $\alpha < 1\text{Bq/L}$ 总 $\beta < 10\text{Bq/L}$	衰变池	经衰变池衰变至符合排放要求后排出
短半衰期放射性固体废物（沾有放射性核素的注射器、手套、擦拭废纸、废活性炭等）	固态	^{131}I 、 ^{177}Lu 、 ^{223}Ra 、 ^{89}Sr	/	/	/	α 表面污染 $< 0.08\text{Bq/cm}^2$ 、 β 表面污染 $< 0.8\text{Bq/m}^2$	存于专用放射性废物铅桶中	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；含碘-131核素的放射性固体废物暂存超过180天；满足暂存天数后，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， α 表面污染小于 0.08Bq/cm^2 、 β 表面污染小于 0.8Bq/m^2 的，可对废物清洁解控并作为医疗废物处理。
长半衰期放射性固体废物	固态	^{32}P 敷贴源等		0.1kg	1.2kg	/	收集至长半衰期专用废物桶中衰变	收集一定量后，送有资质的单位处理。
废气	气态	^{131}I 、 ^{177}Lu 、 ^{223}Ra 、 ^{32}P 、 ^{89}Sr	/	/	/	/	——	经排气口高效过滤排放

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) (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018 年 12 月 29 日第二次修正) (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》(2003 年 10 月 1 日) (4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2005 年 9 月 14 日中华人民共和国国务院令 第 449 号公布, 根据 2014 年 7 月 29 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》第一次修订, 根据 2019 年 3 月 2 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》第二次修订) (5) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2006 年, 国家环境保护总局令 第 31 号, 2008 年 12 月 6 日经环境保护部令 第 3 号修改, 2017 年 12 月 20 日经环境保护部令 第 47 号修改, 2019 年 8 月 22 日经生态环境部令 第 7 号修改。2021 年 1 月 4 日经生态环境部令 第 20 号修改。) (6) 《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) (7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021 年版)》(生态环境部 部令 第 16 号) (8) 《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》(国令 第 682 号) (9) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》(环发[2006]145 号) (10) 《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) (11) 《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 日起施行; (12) 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》(生态环境部公告 2021 年第 9 号), 自 2021 年 3 月 15 日起施行; (13) 《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), 自 2017 年 12 月 5 日起施行;
------	--

技术标准	(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016) (2) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1—2016) (3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871—2002) (4) 《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020) (5) 《操作非密封源的辐射防护规定》(GB11930-2010) (6) 《医疗机构污水排放标准》(GB 18466-2005) (7) 《水污染物排放限值》(DB4426-2001)，广东省地方标准 (8) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128—2019) (9) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157—2021) (10) 《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021) (11) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021) (12) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)
其他	(1) 《中国环境天然放射性水平》(原子能出版社 2015 年 7 月第 1 版) (2) 建设单位环境影响评价委托书、设计图纸及设计方案等资料。

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本次 DSA 项目是在固定有实体边界的机房内使用II类射线装置，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》(HJ10.1-2016)对核技术利用建设项目环境影响报告书项目评价范围的相关规定，确定以装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 范围作为本项目的评价范围，包括上下层相邻区域。具体评价范围详见图 7.1-1。

本项目核医学场所改造项目是在固定的有实体边界的非密封放射性物质工作场所内使用放射性核素，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报告书的评价范围和保护目标的相关规定，以非密封放射性物质工作场所（实体屏蔽物）的边界外 50m 的范围作为本项目的评价范围。具体评价范围详见图 7.1-2 中的红色虚线范围。

从下图可看出本项目的评价范围，评价范围内除西北面小部分位于翠城西街、东南面小部分位于医院正门外人行横道，其余面基本位于医院内部范围。

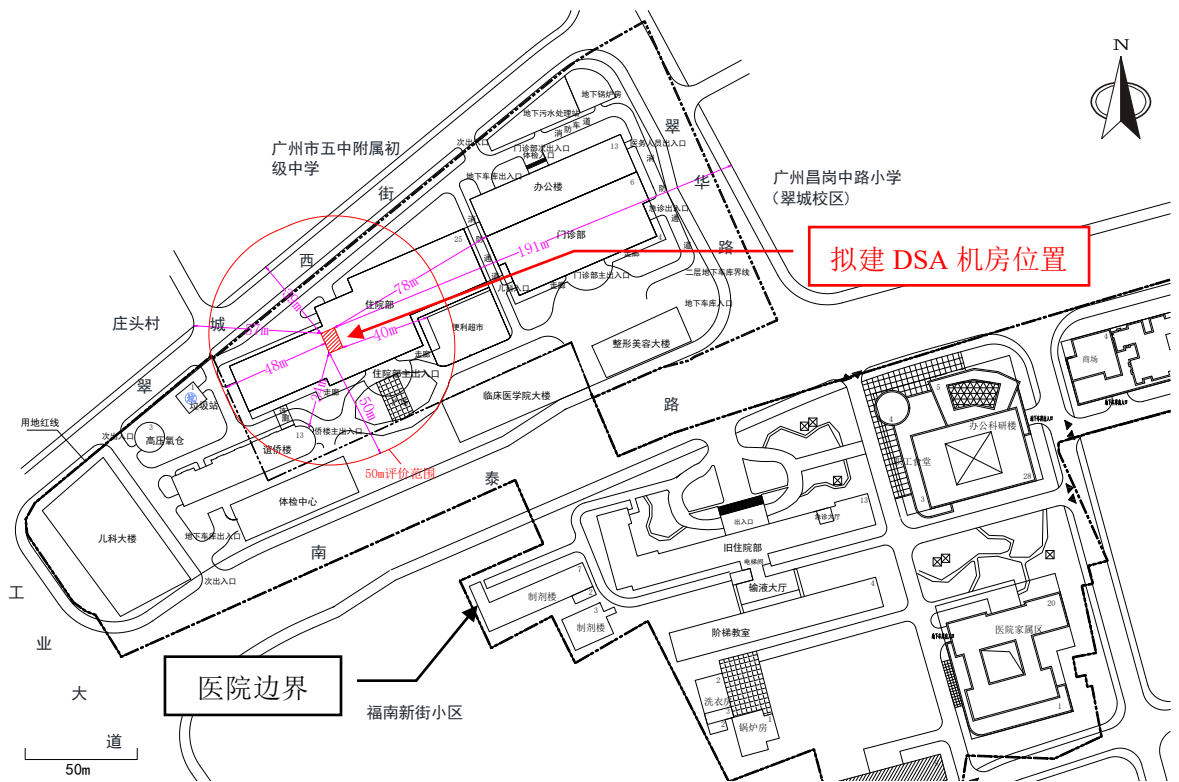


图 7.1-1 本次 DSA 项目评价范围示意图

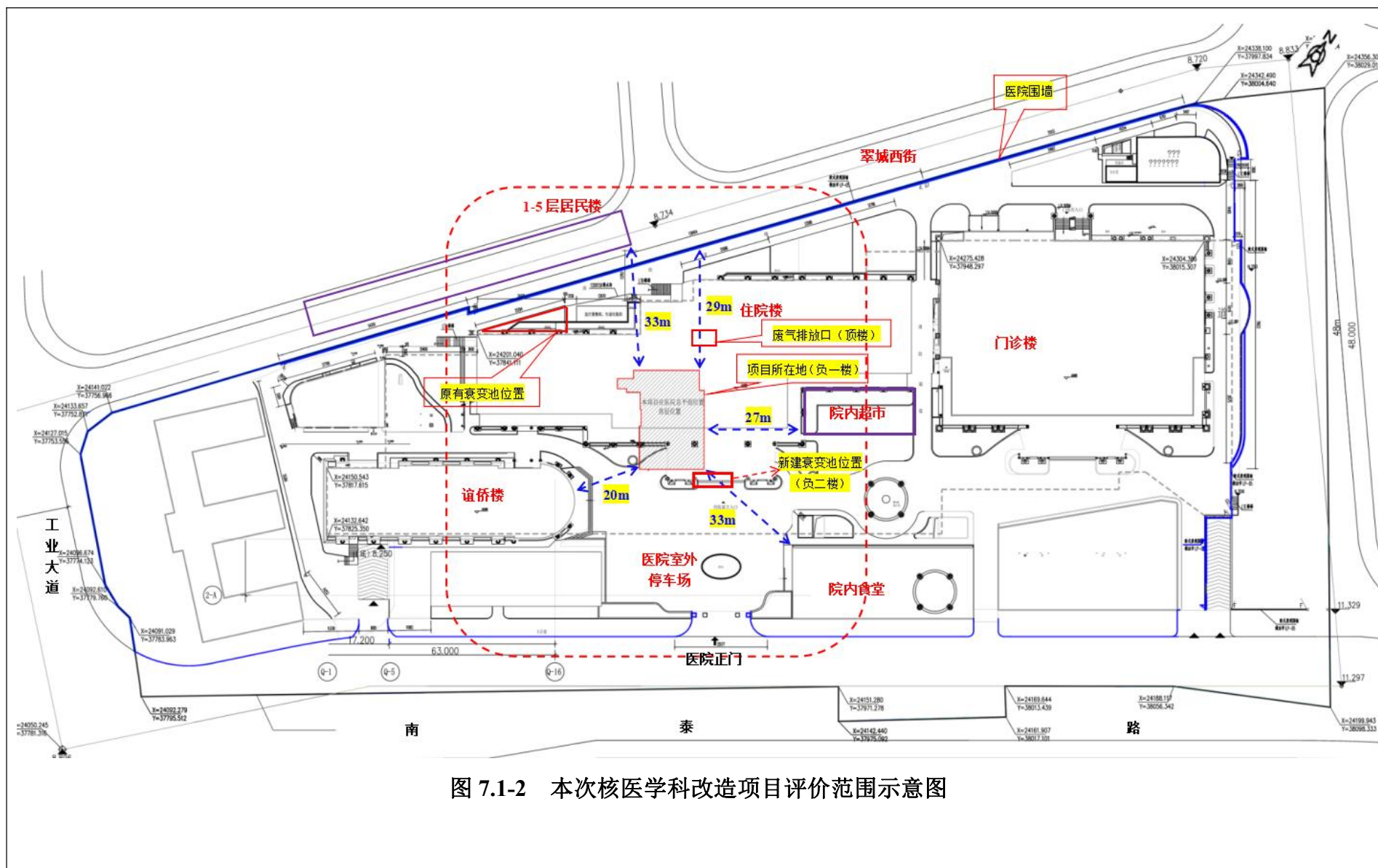


图 7.1-2 本次核医学科改造项目评价范围示意图

7.2 保护目标

根据评价范围，结合周边环境情况，确定本项目的保护目标是项目周围环境 50m 范围内活动的辐射工作人员和公众（非辐射工作人员），项目工作场所室内、室外环境保护目标现状情况见图 7.2-1、图 7.2-2。本项目主要考虑的保护目标见表 7.2-1。

表 7.2-1 评价范围内保护目标

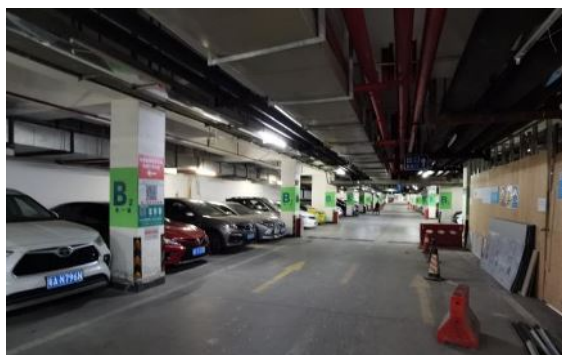
序号	保护目标	与评价项目相对位置	影响人群（人数）
本项目核素治疗场所			
1	拟建分装给药室、废物室、储源室等	工作场所内西面	辐射工作人员（约 4 人）
2	拟建普通病房区域	工作场所北侧紧邻	公众（约 9 人）
3	走廊	工作场所东侧紧邻	公众（偶然居留）
4	核医学科办公及候诊区域	工作场所西侧紧邻	公众（约 20 人）
5	负一楼停车场	工作场所南侧紧邻	公众（偶然居留）
6	住院楼 1 楼大堂、室外公共区域、医学影像中心诊断科登记处	工作场所楼上	公众（约 10 人）
7	负二楼停车场	工作场所楼下	公众（偶然居留）
8	1-5 层居民楼内人员	工作场所西北面约 33~50m 内	居民（约 30 人）
9	院内超市	工作场所东北面约 27~50m 内	公众（约 30 人）
10	院内食堂人员	工作场所东南面约 33~50m 内	公众（约 30 人）
11	谊侨楼	工作场所南面约 20~50m 内	公众（约 30 人）
12	翠城西街	工作场所西北面约 29~50m 内	公众（偶然居留）
13	院内室内外公众场所	工作场所四周 50 米内	公众（偶然居留）
DSA 机房			
1	DSA 机房内	机房内	辐射工作人员（约 8 人）
2	控制室、通道	机房北侧紧邻	公众（约 2 人）
3	消防前室、通道、静配中心	机房东侧紧邻~50m 内	公众（约 10 人）
4	通道、候诊区、DSA 谈话间、DSA 会诊室	机房南侧紧邻~50m 内	公众（约 5 人）
5	中控室、电子柜室、清洁室、DSA 机房 1、2 的操作室、医护办公室	机房西侧紧邻~50m 内	公众（约 5 人）
6	示教室、DSA 机房 5 的操作室	机房东北侧 15~50m 内	公众（约 10 人）
7	办公室	机房西北侧约 28~50m 内	公众（约 10 人）
8	作业治疗室、康复工程室、走廊、诊室、接待站、候诊区	机房楼上	公众（约 5 人）
9	空调机房、休息等待区、走廊	机房楼下	公众（约 5 人）
10	院内超市	机房东南侧约 40~50m 内	公众（约 30 人）
11	谊侨楼	机房西南侧约 34~50m 内	公众（约 30 人）
12	广州市五中附属初级中学	机房北面约 39~50m 内	公众（偶然居留）
注：辐射工作人员剂量约束值 $\leq 5\text{mSv/a}$ ；核医学科项目公众剂量约束值 $\leq 0.1\text{mSv/a}$ 。			



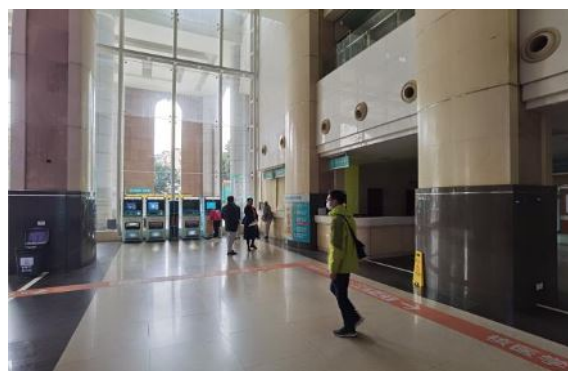
东侧走廊



核医学科办公及候诊区域



负一楼停车场



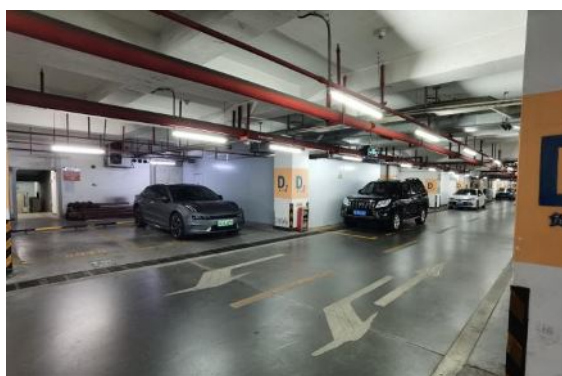
住院楼 1 楼大堂



1 楼医学影像中心诊断科登记处



1 楼室外公共场所（场所对应上一层位置）



负二楼停车场



西北面 1-5 号居民楼（约 34~50 米）



院内超市



东南面食堂（约 33~50 米）



谊侨楼



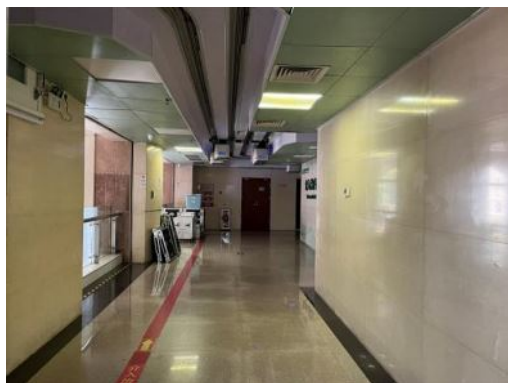
翠城西街



院内室内公众场所



院内室外公众场所



拟建 DSA 机房东侧通道



拟建 DSA 机房南侧通道

	
拟建 DSA 机房西侧清洁间	拟建 DSA 机房西侧中控室
	
拟建 DSA 机房北侧控制室	拟建 DSA 机房正上方（候诊区）
	/
拟建 DSA 机房正下方（休息等待区）	/

图 7.2-1 项目工作场所室内、室外环境敏感目标现状情况

7.3 评价标准

一、人员照射剂量控制水平

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

B1 剂量限值：

B1.1 职业照射

B1.1.1 剂量限值

B1.1.1.1 应对任何工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv；

b) 任何一年中的有效剂量，50mSv；

B1.2 公众照射

B1.2.1 剂量限值

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a) 年有效剂量，1mSv；

b) 特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv；

根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中 4.4.1 剂量限值的要求：

4.4.2.1 一般情况下，职业照射的剂量约束值不超过 5mSv/a；

4.4.2.2 公众照射的剂量约束值不超过 0.1mSv/a。

本项目剂量约束限值：按防护与安全的最优化要求，结合本项目实际情况，取 5mSv/a 作为职业工作人员的年有效剂量约束值，即不超过 5mSv；取 0.1mSv/a 作为公众照射年有效剂量约束值，即不超过 0.1mSv；

二、工作场所的防护水平要求

根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）要求

6.1 屏蔽要求

6.1.1 核医学场所屏蔽层设计应适当保守，按照可能使用的最大放射性活度、最长时间和最短距离进行计算。

6.1.2 设计核医学 工作场所墙壁 I 地板及顶面的屏蔽层时，除应考虑室内的辐射源外，还要考虑相邻区域存在的辐射源影响以及散射辐射带来的照射。

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 30 cm 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 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

6.1.8 放射性物质贮存在专门场所内，并应有适当屏蔽。

根据《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）要求。

5.3.1 核医学工作场所控制区的用房，应根据使用的核素种类、能量和最大使用量，给予足够的屏蔽防护。在核医学控制区外人员可达处，距屏蔽体外表面 0.3m 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，控制区内屏蔽体外表面 0.3m 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 $25\mu\text{Sv/h}$ ，宜不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；核医学工作场所的分装柜或生物安全柜，应采取一定的屏蔽防护，以保证柜体外表面 5cm 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 $25\mu\text{Sv/h}$ ；同时在该场所及周围的公众和放射工作人员应满足个人剂量限值要求。

5.3.2 应根据使用核素的特点、操作方式以及潜在照射的可能性和严重程度，做好工作场所监测，包括场所周围剂量当量率水平、表面污染水平或空气中放射性核素浓度等内容。开展核医学工作的医疗机构应定期对放射性药物操作后剂量率水平和表面污染水平进行自主监测，每年应委托有相应资质的技术服务机构进行检测。

核医学工作场所的放射性表面污染控制水平见表 7.3-1。

表 7.3-1 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) 该区内的高污染区除外		

本项目辐射工作场所的防护水平执行 HJ1188-2021 中的相关要求,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 30 cm 处的周围剂量当量率应小于 2.5μSv/h,如屏蔽墙外的房间为人员偶尔居留的设备间等区域,其周围剂量当量率应小于 10 μ Sv/h。放射性药物合成和分装的箱体、通风柜、注射窗等设备应设有屏蔽结构,以保证设备外表面 30cm 处人员操作位的周围剂量当量率小于 2.5μSv/h,放射性药物合成和分装箱体非正对人员操作位表面的周围剂量当量率小于 25μSv/h。

三、《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)

6.1 X 射线设备机房布局

6.1.5 除床旁摄影设备、便携式 X 射线设备和车载式诊断 X 射线设备外,对新建、改建和扩建项目和技术改造、技术引进项目的 X 射线设备机房,其最小有效使用面积、最小单边长度应符合表 2 的规定。

表 2 X 射线设备机房(照射室)使用面积、单边长度的要求

设备类型	机房内最小有效使用面积 m ²	机房内最小单边长度 m
单管头 X 射线设备	20	3.5

6.2 X 射线设备机房屏蔽

6.2.1 不同类型 X 射线设备(不含床旁摄影设备和便携式 X 射线设备)机房的屏蔽防护应不小于表 3 要求。

表 3 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向铅当量 mmPb	非有用线束方向铅当量 mmPb
C 形臂 X 射线设备机房	2	2

6.2.3 机房的门和窗关闭时应满足表 3 的要求。

6.2.4 距 X 射线设备表面 100cm 处的周围剂量当量率不大于 2.5 μ Sv/h 时且 X 射线设备表面与机房墙体距离不小于 100cm 时,机房可不作专门屏蔽防护。

6.3 X 射线设备机房屏蔽体外剂量水平

6.3.1 机房的辐射屏蔽防护,应满足下列要求:

a) 具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$;

c) 具有短时、高剂量率曝光的摄影程序（如 DR、CR、屏片摄影）机房外的周围剂量当量率应不大于 $25 \mu\text{Sv/h}$ ，当超过时应进行机房外人员的年有效剂量评估，应不大于 0.25mSv ;

6.5 X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求

6.5.3 除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.25mmPb ；介入防护手套铅当量应不小于 0.025mmPb ；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5mmPb ；移动铅防护屏风铅当量应不小于 2mmPb 。

6.5.4 应为儿童的 X 射线检查配备保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不低于 0.5mmPb 。

四、放射性废水排放标准

（1）水污染物排放标准

① 广东省地方标准《水污染物排放限值》(DB4426-2001)要求，第一类污染物最高允许排放浓度——总 α 浓度： 1.0Bq/L ；总 β 浓度： 10Bq/L ；

② 《医疗机构污水排放标准》（GB18466-2005）要求，综合医疗机构水污染物预处理标准：总 β 不大于 10Bq/L 。

由于该评价项目产生的放射性废水最终排入市政管网，因此执行根据《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）4.1.2 规定的综合医疗机构和其他医疗机构水污染物排放限值：总 β 不大于 10Bq/L 。

（2）含放射性核素废水排放要求

根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）要求：

7.3.3.1 对于槽式衰变池贮存方式：

b) 所含核素半衰期大于 24 小时的放射性废液暂存时间超过 10 倍最长半衰期(含碘-131 核素的暂存超过 180 天)，监测结果经审管部门认可后，按照 GB 18871 中 8.6.2 规定方式进行排放。放射性废液总排放口总 α 不大于 1Bq/L 、总 β 不大于 10Bq/L 、碘-131 的放射性活度浓度不大于 10Bq/L 。

本项目核素治疗场所使用的衰变池（含 ^{131}I ）应暂存超过 180 天，碘-131 的放射性活度浓度不大于 10Bq/L 。

四、放射性废气排放要求

根据《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）5.2.3 的要求，核医学工作场所的通风按上表 7.3.5 要求，通风系统独立设置，应保持核医学工作场所好的通风条件，合理设置工作场所的气流组织，遵循自非放射区向监督区再向控制区的流向设计，保持含放射性核素场所负压以防止放射性气体交叉污染，保证工作场所的空气质量。合成和操作放射性药物所用的通风橱应有专用的排风装置，风速应不小于 0.5m/s。排气口应高于本建筑物屋顶并安装专用过滤装置，排出空气浓度应达到环境主管部门的要求。

根据《电离辐射与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）B1.3.4 给出的计算公式，结合标准附表 B3、B7 给出的职业公众人员和公众吸入单位摄入量所致的待积有效剂量的值 e_j ，可计算得出职业工作人员或者公众吸入放射性核素 j 的年摄入量限值（ Bq ）。计算公式同公式 7.3-1；

正常人呼吸量为 $1.2m^3/h$ ，根据职业工作人员的年工作时间 T （单位 h ）可计算得到职业工作人员的年工作时间内吸入空气的量 X （单位 m^3 ）。将职业工作人员吸入放射性核素 j 的年摄入量限值 $I_{j,L}$ 除以职业工作人员的年工作时间内吸入空气的量 X ，可以导出工作场所内放射废气中核素的浓度限值（DAC 值），同理公众按照一年 365 天，一天 24 小时考虑 T ，可计算得公众 DAC 值。

表 7.3-8 核素导出浓度限值

核素名称	工作场所		公众（排风口或环境敏感点）	
	浓度限值 Bq/m^3	吸入总活度 Bq	浓度限值 Bq/m^3	吸入总活度 Bq
^{131}I	4.12×10^2	9.09×10^5	1.30×10^1	1.35×10^5
计算过程说明：计算时职业照射剂量限值取 $10mSv/a$ （内、外照射各占 50%），公众取 $1mSv/a$ ；职业工作人员年工作 2208h（年工作 230d、每天工作 8h），呼吸量为 $1.2m^3/h$ ，取 F、M、S 三种状态下不同气溶胶粒径 $e(g)1\mu m$ 、 $e(g)5\mu m$ 中的最小值；公众取年龄大于 17 岁 F、M、S 三种状态下的最大值。				

根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）要求：

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。

五、医用放射性废物的放射防护管理要求

根据《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）要求。

8.8 每袋废物的表面剂量率应不超过 0.1mSv/h，质量不超过 20kg。

8.11 废物包装体外表面的污染控制水平： $\beta < 0.4\text{Bq/cm}^2$ 。

《放射性废物分类》的公告（环境保护部工业和信息化部国家国防科技工业局公告 2017 年第 65 号，2018 年 1 月 1 日施行）本项目涉及的放射性核素（除校正源），极短寿命放射性废物，通过储存衰变，放射性核素活度浓度即可达到解控水平，实施解控。

根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）要求：

7.2.3 固体放射性废物处理

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

a)所含核素半衰期小于 24 小时的放射性固体废物暂存时间超过 30 天；

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

c)含碘-131 核素的放射性固体废物暂存超过 180 天。

7.2.3.2 不能解控的放射性固体废物应该按照放射性废物处理的相关规定予以收集、整备，并送交有资质的单位处理。放射性废物包装体外的表面剂量率应不超过 0.1mSv/h ，表面污染水平对 β 和 γ 发射体以及低毒性 α 发射体应小于 4Bq/cm^2 、其他 α 发射体应小于 0.4Bq/cm^2 。

本项目使用的非密封放射性物质半衰期均较短，可以将放射性废物收集暂存，待衰变后，委托有资质单位进行辐射水平监测，如果符合清洁解控水平，经审管部门确认或批准后，再按医疗废物的管理要求委托有资质的公司收运进行无害化处理。

参考《核医学工作场所辐射防护与安全要求》表 C 核医学放射性废物清洁解控水平推荐值：

表 7.3-9 核医学放射性废物清洁解控水平推荐值

解控水平（Bq/g）	放射性核素
1×10^4	^{14}C
1×10^3	^{32}P 、 ^{51}Cr 、 ^{89}Sr 、 ^{90}Y 、 ^{125}I 、 ^{133}Xe
1×10^2	^{15}O 、 ^{64}Sr 、 ^{90}Mo 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{124}I 、 ^{131}I 、 ^{153}Sm 、 ^{201}Tl 、 ^{208}Pb
1×10^1	^{18}F 、 ^{60}Co

六、核医学科工作场所退役部分清洁解控水平要求

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GBZ18871-2002 标准 B2.2 要求“工

作场所中的某些设备与用品，经去污使其污染水平降低到表 B11 中所列设备类的控制水平的五十分之一以下时，经审管部门或审管部门授权的部门确认同意后，可当作普通物品使用”。

表 B11 工作场所的放射性表面污染控制水平

单位：Bq/cm³

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

本项目拆除改建场所控制区内工作台、设备、墙壁、地面等工作场所的β表面放射性污染解控水平为 0.8Bq/cm²；工作人员衣服、鞋、手套解控水平为 0.08Bq/cm²、监督区的β表面放射性污染解控水平为 0.08Bq/cm²。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理位置和场所位置

本次改建的核医学科场所位于住院部负一楼中部位置，本次拟改建为核素治疗场所的南侧部分现状为吸入室、心脏负荷实验室、PET/CT 机房及其操作机房、标记室、治疗室、废物存放室、储源室、留观室，拟退役开放后改建为普通病房的北侧部分现状为注射室、待检室、值班室、ECT 机房及其操作室等区域；拟改建为 DSA 机房的场所现状为 C 臂机房，位于住院楼 2 楼介入治疗中心。

项目区域环境现状照片见图 8.1-1，项目工作区域室外环境敏感目标现状照片图 7.2-1。

	
拟改建为核素治疗场所的位置现状 1	拟改建为核素治疗场所的位置现状 2
	
拟退役开放并改建为普通病房的位置现状	拟建 DSA 机房内现状

图 8.1-1 项目拟建场所及机房环境现状图

8.2 辐射环境现状

8.2.1 辐射环境现状检测

为了解本项目建设区域的环境辐射水平现状，对项目工作场所及周边进行了辐射环境现状检测，检测报告见附件 5。

(1) 检测因子

①核素治疗病房改造项目：

本项目在原场所内进行改扩建；根据建设单位提供的资料显示，建设单位在日常运行过程中辐射环境监测工作做得较好，定期对场所进行相关检测（剂量率检测、表面污染检测、衰变池放射性废水检测），因此，本次引用原有项目的以上各项常规检测数据，在此基础上，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）及《辐射环境检测技术规范》（HJ61-2021）的要求，补充了评价范围内相关重点位的 γ 辐射空气吸收剂量率监测。

②DSA 机房改造项目：

γ 辐射空气吸收剂量率

(2) 检测依据的方法

《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）

(3) 检测条件

①核素治疗病房改造项目：

检测单位：广州乐邦环境科技有点公司，时间：2022 年 12 月 6 日；温度：19℃，湿度：51%；2023 年 5 月 6 日；温度：19℃，湿度：51%。

②DSA 机房改造项目：

检测单位：广东合诚建安检测有限公司，时间：2023 年 02 月 28 日；温度：23.4℃，湿度：46.8%；

(4) 检测仪器

检测单位：广州乐邦环境科技有点公司

型号名称：X- γ 辐射剂量率仪（6150AD6/H+6150AD-b/H）

仪器编号：171412(主机)+176695（探头） 生产厂家：AUTOMESS

测量范围：1nSv/h~99.9 μ Sv/h 能量响应：38keV~7MeV

检定单位：广东省辐射剂量计量检定站 证书编号：GRD(1)20220324

检定日期：2022 年 08 月 16 日 有效期：1 年

检测单位：广东合诚建安检测有限公司

型号名称：X- γ 辐射剂量率仪（6150AD6/H+6150AD-b/H）

仪器编号：171520+176673 生产厂家：AUTOMESS

测量范围：0.01 μ Sv/h~10mSv/h（主机）；1nSv/h~99.9 μ Sv/h（探头）

能量响应：20keV~7MeV 的 X、 γ 射线

检定单位：上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心

证书编号：2023H21-20-4402228002

检定有效期：2023 年 02 月 08 日~2024 年 02 月 07 日

（5）检测点位

①核素治疗病房改造项目：

检测点位主要分布在拟建场所周围及其楼上对应位置，以及评价范围内各主要建筑物。本次检测在工作场所及 周围（室内）布设 34 个检测点，拟建场所外（室外）布设 15 个检测点，共 49 个检测点。详细测量布点见图 8.2-1~图 8.2-4。

②DSA 机房改造项目：

结合本次 DSA 机房所在楼层的各功能场所人员数量、居留时间以及周围关注区域情况，现状监测主要在拟建机房内、周围相邻位置及评价范围内关注区域进行监测布点，以对项目拟建场所和周围环境辐射水平进行了解。本次共布点 32 个。详细布点详见图 8.2-5~图 8.2-6。

（6）检测质量保证措施

检测单位：广州乐邦环境科技有限公司

监测前制定监测方案，合理布设监测点位，选择监测点位时充分考虑使监测结果具有代表性，以保证监测结果的科学性和可比性；

监测所用仪器经国家法定计量检定部门检定合格，每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常；

定期参加上级技术部门及相关单位组织的仪器比对；通过仪器的期间核查或绘制质量控制图等质控手段保证仪器设备的正常运行；

监测实行全过程的质量控制，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实行，监测人员经考核合格并持有合格证书上岗；

⑤监测报告严格按相关技术规范编制，数据处理及汇总经相关人员校核、监测报告经质量负责人审核，最后由授权签字人签发。

检测单位：广东合诚建安检测有限公司

①结合现场实际情况及监测点的可到达性，在项目拟建场址内、评价范围内和边界处布设监测点位，充分考虑监测点位的代表性和可重复性，以保证监测结果的科学性和可比性。

②监测仪器每年定期经有资质的计量部门校准后方可使用。

③每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。

④本次 γ 辐射空气吸收剂量率监测委托广东合诚建安检测有限公司开展，监测实行全过程的质量控制，严格按照公司《质量手册》、《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定执行，监测人员经考核合格并持有合格证书上岗。

⑤监测报告严格实行三级审核制度，经校核、审核，最后由授权签字人批准。

(7) 检测结果

本次核素治疗病房改造项目项目辐射环境现状检测结果详见表 8.2-1，DSA 机房改造项目辐射环境现状检测结果详见表 8.2-2，检测报告见附件 5。

表 8.2-1 核素治疗病房改造项目辐射环境现状水平检测结果

测点编号	测量位置		地面介质	环境 γ 辐射剂量率(nGy/h)	标准差	备注
1#	住院楼负一层核医学学科场所内	控制区内走廊 1	地板胶	144	1	室内
2#		注射室		145	2	
3#		待检室		187	3	
4#		ECT 操作室		166	3	
5#		ECT 机房		159	2	
6#		阅片室		159	1	
7#		控制区内走廊 2		156	3	
8#		贵宾室		158	1	
9#		心脏负荷实验室		151	1	
10#		卫生通过间		160	1	
11#		PET/CT 操作间		160	1	
12#		PET/CT 机房		161	1	
13#		控制区内走廊 3		161	2	
14#		标记室		159	2	
15#		治疗室		152	2	
16#		废物存放室		154	1	
17#		储存室		155	1	
18#		洗涤室		157	2	
19#		控制区内走廊 4		157	1	
20#		留观室 1		154	2	
21#		留观室 2		153	2	
22#		场所外西侧卫生通过间		132	1	

23#	核医学科办公场所		130	1	
24#	场所外西侧楼梯前室	瓷砖	236	2	
25#	场所外南面通道		140	1	
26#	场所外南面负一层停车场 1	水泥	148	1	
27#	场所外南面负一层停车场 2		110	2	
28#	场所外东面走廊 1		132	2	
29#	场所外东面走廊 2		135	2	
30#	1 楼医学影像诊断科登记处	瓷砖	137	1	
31#	1 楼大堂		134	2	
32#	1 楼外廊		133	1	室外
33#	负二层备用房		141	1	
34#	负二层拟建衰变池位置		138	2	室内
35#	负二层停车场		131	3	
36#	谊侨楼（场所西南面约 20m 处）		118	1	
37#	医院室外停车场		120	2	
38#	院内食堂（场所东面约 33m 处）		121	1	
39#	院内超市（场所东北面约 27m 处）		124	2	
40#	住院楼西北面院内道路		102	1	
41#	原有衰变池西面道路		101	1	
42#	1-5 层居民楼（场所西北面约 33m 处）	水泥	121	1	
43#	广州市五中附属初级中学（场所西北面约 55m 处）		122	1	
44#	广州市昌岗中路小学（场所东北面约 190m 处）		121	1	室外
45#	广州市五中附属初级中学东北侧边界外（近教学楼）（场所北面约 72m 处）		123	1	
46#	广州市五中附属初级中学东北侧边界外（近教学楼）（场所北面约 113m 处）		122	2	
47#	广州市五中附属初级中学北门校门口（场所西北面约 185m 处）		123	1	
48#	广州市昌岗中路小学西南门校门口（场所东北面约 195m 处）		124	1	
49#	广州市昌岗中路小学西南侧（场所东北面约 200m 处）		123	1	

注：本次检测时原有场所内无放射性核素存在，未开展工作。

注：1、以上数据均已扣除仪器对宇宙射线的响应值 26nGy/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，换算系数采用使用 ^{137}Cs 时作为检定参考辐射源的换算系数 1.20Sv/Gy

3、仪器校准因子：1.29。

4、根据 HJ1157-2021 中 5.5 规定，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：0.8，原野、道路：1，平房：0.9。

表 8.2-2 DSA 项目监测结果一览表

监测点 编号	测量	监测结果（nGy/h）		备注
		平均值	标准差	
1#	拟建 DSA 机房内	107	3	室内（楼房）
2#	拟建 DSA 机房东侧通道	108	3	
3#	拟建 DSA 机房南侧通道	115	2	
4#	拟建 DSA 机房西侧电子柜室	115	2	

5#	拟建 DSA 机房西侧清洁室	115	2	
6#	拟建 DSA 机房北侧控制室	120	3	
7#	拟建 DSA 机房正上方	119	3	
8#	拟建 DSA 机房正下方	139	3	
9#	拟建 DSA 机房南侧候诊区	123	3	
10#	拟建 DSA 机房南侧 DSA 谈话间	111	3	
11#	拟建 DSA 机房西侧操作室	110	3	
12#	拟建 DSA 机房西南侧走廊	109	3	
13#	拟建 DSA 机房西侧医护办公室	114	2	
14#	拟建 DSA 机房西北侧办公室	115	3	
15#	拟建 DSA 机房东侧电梯前室	111	3	
16#	拟建 DSA 机房东侧示教室	111	3	
17#	拟建 DSA 机房东侧操作间	109	2	
18#	拟建 DSA 机房东侧静配中心	113	3	
19#	住院部南侧主出入口	108	2	室外道路 (水泥地)
20#	住院部东南侧便利超市	111	2	室内(平房)
21#	临床医学院大楼北侧墙外 1m 处	106	2	室外道路 (水泥地)
22#	住院部南侧广场中央	105	3	
23#	谊桥楼东侧主出入口	113	3	
24#	体检中心东侧墙外 1m 处	99	3	
25#	住院部西南侧通道	106	3	
26#	住院部西侧通道	105	3	
27#	住院部北侧道路偏西	111	3	
28#	住院部北侧道路偏东	74	3	
29#	广州市五中附属初级中学东南侧边界外 1m 处偏东	151	3	
30#	广州市五中附属初级中学东南侧边界外 1m 处中部	114	3	
31#	广州市五中附属初级中学东南侧边界外 1m 处偏西	126	3	
32#	庄头村东侧边界外 1m 处	112	3	

注：1、测量时探头垂直距离地面 1m；

2、每个监测点测量 10 个数据取平均值，以上监测结果均已扣除宇宙射线的响应值；

3、环境 γ 辐射空气吸收剂量率=校准因子 $C_f \times$ （仪器检验源效率因子 $E_f \times$ 读数平均值 $\dot{X}$ -屏蔽因子 $\mu_c \times$ 测量点仪器对宇宙射线响应值 $\dot{X}'_c$ ），校准因子为 1.02，效率因子取 1，屏蔽因子楼房取值为 0.8、平房取值为 0.9、原野和道路取值为 1，仪器使用 ^{137}Cs 进行校准，空气比释动能和周围剂量当量的换算系数为 1.20Sv/Gy。本项目监测仪器对宇宙射线的响应值为 35nGy/h（监测地点：广东省河源市万绿湖湖面）。

4、在本项目现状监测期间，DSA 机房 1、2、5 放射设备未运行。

8.2.2 辐射环境现状评价

①核素治疗病房改造项目：

由表 8.2-1 的检测结果显示，本项目相邻现有核医学工作场所及现有场所未开展工作时，本项目拟建场所及周边室外环境 γ 辐射剂量率检测结果为 101nGy/h~133nGy/h，室内环境 γ 辐射剂量率检测结果为 110nGy/h~166nGy/h。根据《中

国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015 年 7 月第 1 版）可知，广州市室外道路 γ 辐射剂量率为 52.5~165.7nGy/h，室内 γ 辐射剂量率为 104.6~264.1nGy/h，可见该项目拟建区域的环境质量与本底水平相当。

根据建设单位提供的资料，现核医学科工作场所内北侧及中部的 PET/CT 机房、ECT 机房、注射室、待检室等已因设备报废/搬迁停止使用。目前正常开展工作的位置主要为场所南侧的、吸入室、心脏负荷实验室、标记室（分源室）、治疗室、废物存放室、储源室、留观室等区域，为了解该区域辐射环境质量现状情况，本次引用该场所年度检测情况对其场所现状环境影响情况进行说明。

根据广州南方医大医疗设备综合检测有限责任公司出具的南方医科大学珠江医院核医学工作场所（治疗病区）防护检测报告，医院核医学科场所在正常开展诊疗时，场所内周围剂量当量率水平为 0.18~0.28 μ Sv/h，最高周围剂量当量率检测点位于场所东南侧外新风机房。由此可见，该场所检测结果符合 GBZ120-2020《核医学放射防护要求》中工作场所监督区不大于的 2.5 μ Sv/h 要求。核医学工作场所表面污染水平未测出/低于本底值 0.20Bq/cm²，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GBZ18871-2002）中规定的工作场所控制区域 β 表面污染小于 40Bq/cm² 的要求。

注：检测时工况为：¹³¹I 核素，活度：7400MBq。

根据建设单位提供的资料显示，现核医学科工作场所衰变池处于正常运行状态，本次引用该衰变池最近一次（2022 年 7 月 15 日~2022 年 7 月 22 日）的检测数据说明该场所衰变池现状情况；根据深圳市瑞达检测技术有限公司出具的南方医科大学珠江医院水中总 α 、 β 放射性检测报告显示，医院住院楼外西侧衰变池①号池检测结果总 α <0.016Bq/L，总 β <1.0Bq/L。

②DSA 机房改造项目：

由表 8.2-2 的监测结果可知，本次 DSA 机房改造项目机房及周围环境扣除仪器对宇宙射线响应值后的道路 γ 辐射剂量率为 108~112nGy/h，扣除仪器对宇宙射线响应值后的室内 γ 辐射剂量率为 107~139nGy/h。根据《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社 2015 年 7 月第 1 版），广州市扣除仪器对宇宙射线响应值后的道路 γ 辐射剂量率为 52.5~165.7nGy/h，扣除仪器对宇宙射线响应值后的室内 γ 辐射剂量率为 104.6~264.1nGy/h。可见，本次 DSA 机房拟建场址各监测点位 γ 辐射剂量率未见异常，处于当地天然辐射水平范围内。

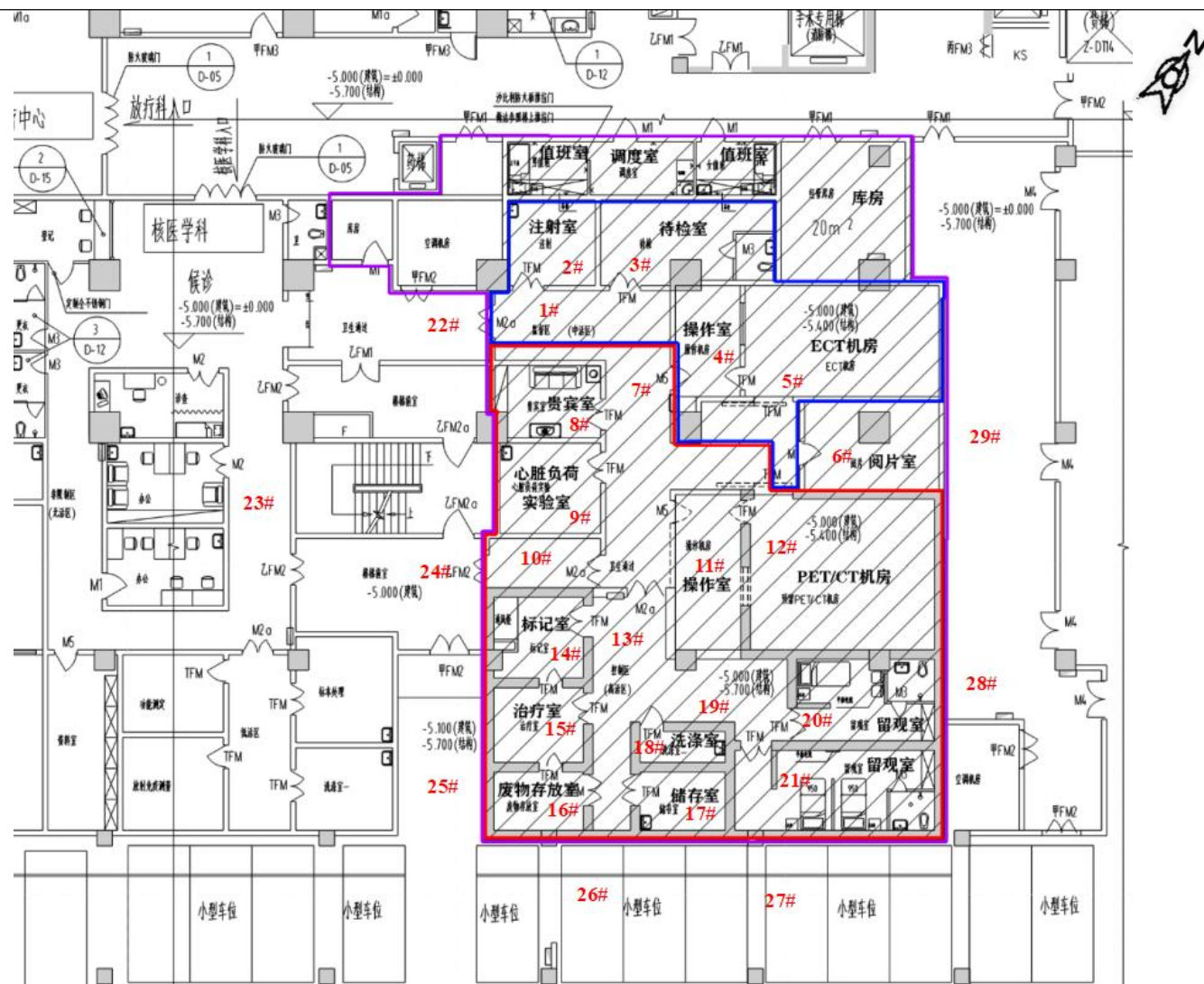


图 8.2-1 拟改造场所室内现场辐射剂量率测量检测布点图

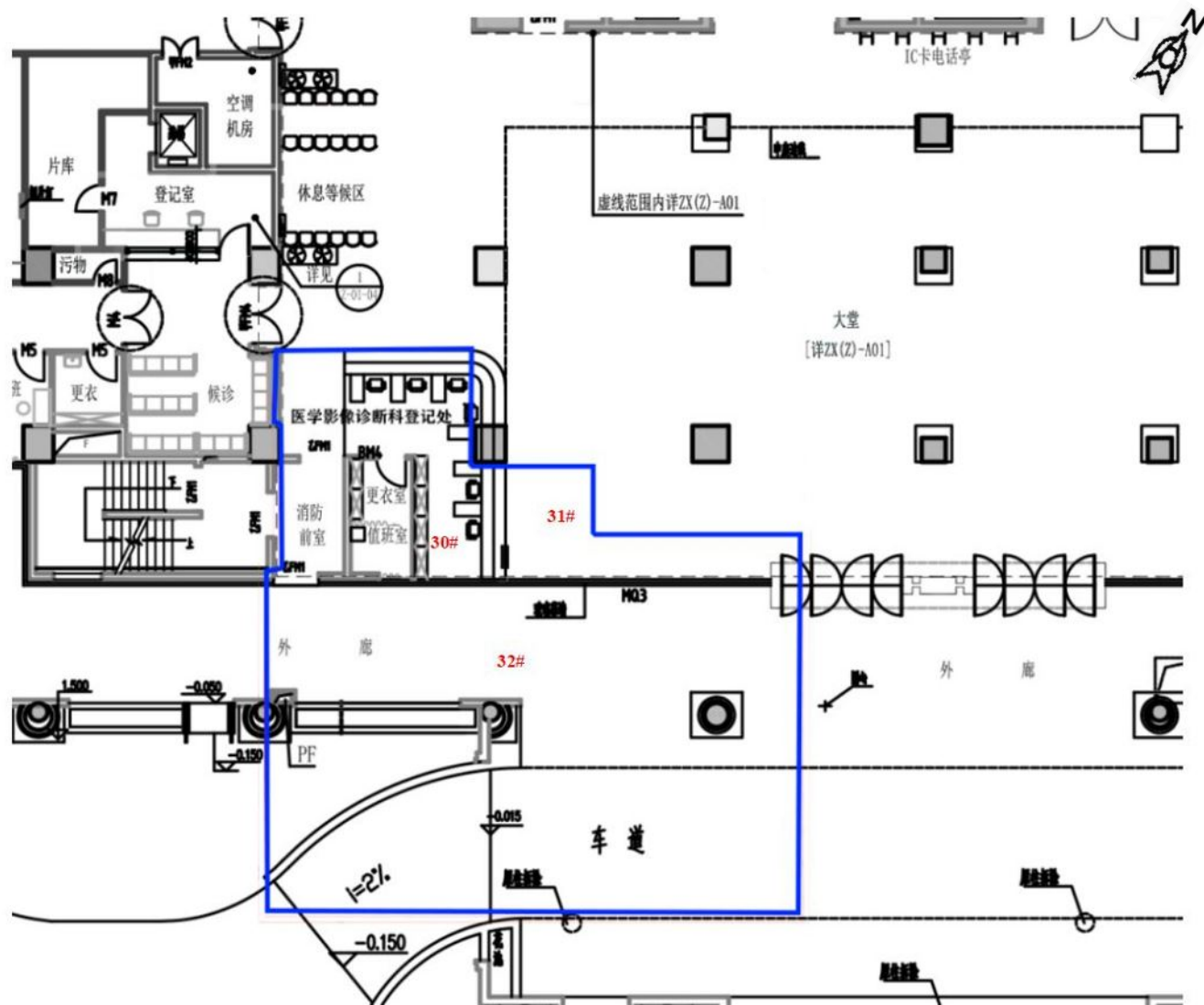


图 8.2-2 拟改造场所上一层现场辐射剂量率测量检测布点图

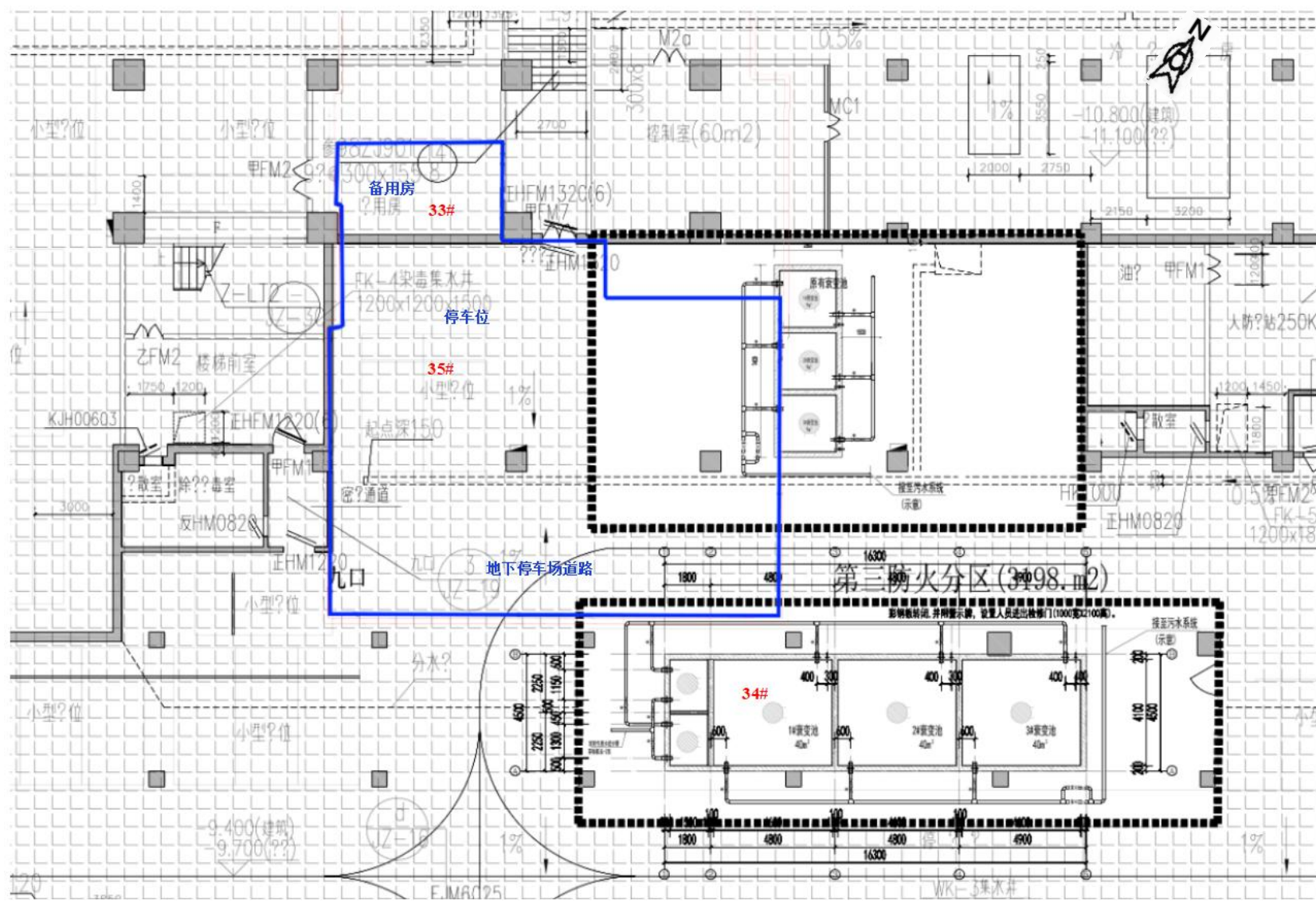


图 8.2-3 拟改造场所下一层现场辐射剂量率测量检测布点图

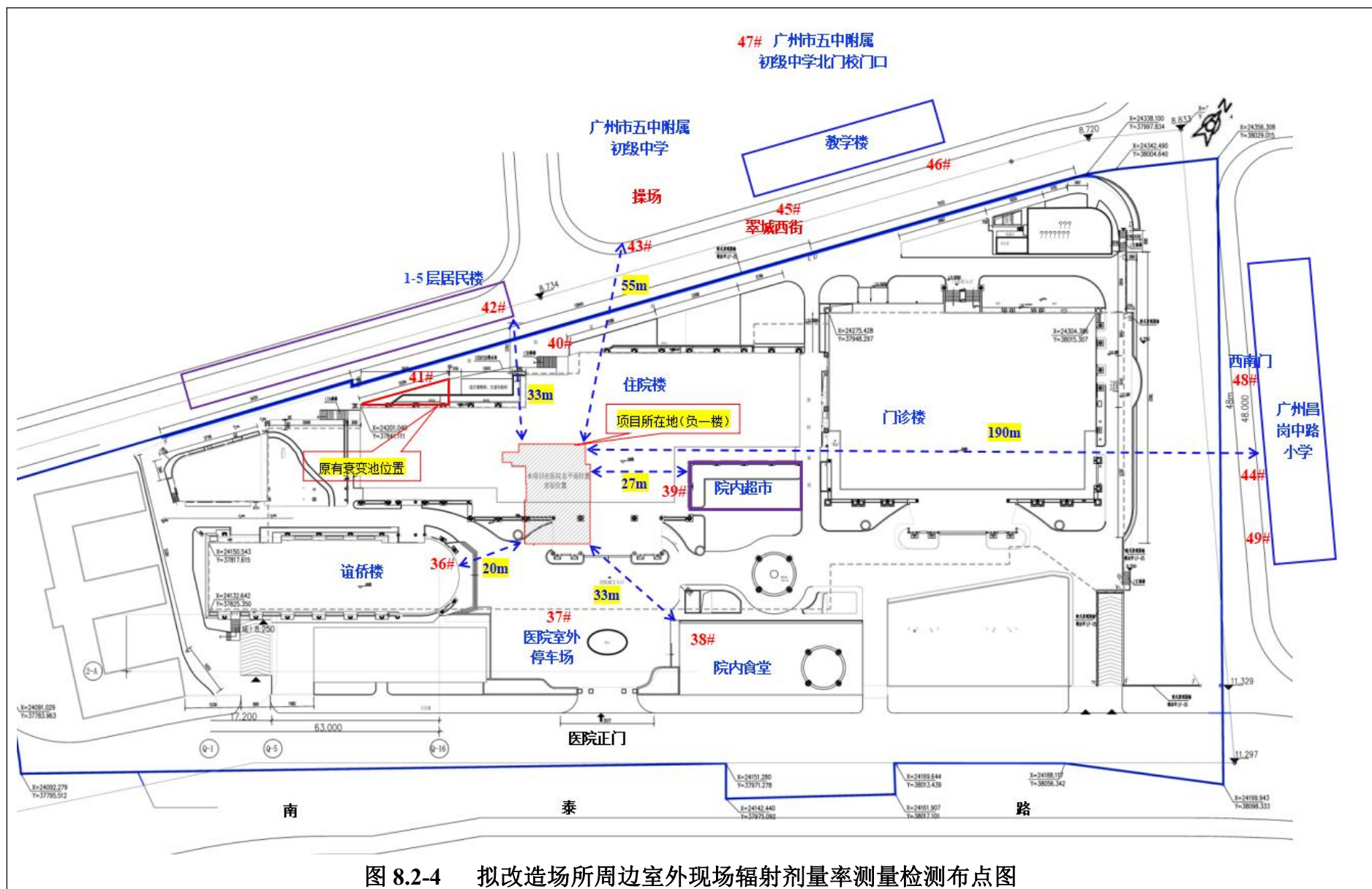


表 9 项目工程分析与源项

9.1 场所改建为核素治疗场所项目

本项目场所建成后，使用 ^{131}I 、 ^{177}Lu 、 ^{32}P 、 ^{89}Sr 、 ^{223}Ra 五种放射性核素；核素治疗区域共设置 7 间核素专用病房，共 8 张床位（其中病房 1 主要用于 ^{177}Lu 患者的治疗，若没有 ^{177}Lu 患者开展治疗，则将其用于 ^{131}I 患者的治疗）。拟使用 ^{131}I 、 ^{177}Lu 两种放射性核素在该场所开展放射性核素住院治疗。根据医院规划开展 ^{177}Lu 核素治疗的患者，其住院时间按使用 ^{131}I 核素治疗的患者住院时间进行管理；因此，场所内每名患者住院时间约为 3-4 天，场所最大可接收 8 名患者同时住院。在敷贴室内使用 ^{32}P 开展敷贴治疗，在甲测室内使用 ^{131}I 开展吸碘率测定，在注射给药室内使用 ^{131}I （甲亢治疗）、 ^{89}Sr 、 ^{223}Ra 三种放射性核素，拟在病房 1 内进行 ^{177}Lu 的注射治疗。

9.1.1 工作原理

^{131}I 甲癌治疗项目：放射性核素 ^{131}I 可以高度选择性地聚集在分化型甲状腺癌及转移灶， ^{131}I 衰变时发射出射程很短的 β 射线和能量跃迁时发出的 γ 射线，能在在局部产生足够的电离辐射生物学效应，达到抑制或破坏病变组织的目的，而邻近的正常组织吸收剂量很低，从而达到治疗目的。

^{131}I 甲亢治疗项目（含吸碘率测定项目）：甲状腺细胞对碘化物具有特殊的亲和力，服用药物后 ^{131}I 能够被甲状腺高度选择性吸收，甲亢病人的甲状腺中功能亢进的病变组织比一般的甲状腺组织的摄碘率更高。医院拟使用的碘[^{131}I]化钠口服液（简称 ^{131}I ），用于甲状腺机能亢进（甲亢）的治疗。 ^{131}I 属中毒组核素，在甲状腺内有效半衰期约为 3.5~4.5d，有较长的停留时间； ^{131}I 衰变时发射的 β 射线射程平均约 1mm，几乎全部为甲状腺组织吸收；使用适当剂量的 ^{131}I ，其辐射生物效应使功能亢进的甲状腺细胞受破坏，甲状腺缩小、甲状腺激素的合成减少而达到治疗的目的。

^{177}Lu 治疗项目：属于专门用于所谓的肽受体放射性核素治疗。此外，药物分子还包含一个转运部分（一种蛋白质分子），可以识别位于癌细胞表面并与之结合的靶向受体。放射性成分附着在这种蛋白质载体上，从而可以将放射性核素靶向递送至恶性细胞。 ^{177}Lu 是一种比较理想的治疗用金属核素，半衰期为 6.65 天，衰变产生三种能量的 β 粒子，在组织中的平均射程为 670 μm ，其 β 粒子能量相对较低，在对病灶产生辐射作用时对骨髓抑制较轻，特别适合用于小体积肿瘤及转移灶（<3mm）治疗且不会对周围正常组织造成较大损伤；另外其发射的低能 γ 射线可用于显像及放射治疗效果的评价。

^{177}Lu 标记的放射性药物可以分为三类： ^{177}Lu 标记的多肽、 ^{177}Lu 标记的单克隆抗体和 ^{177}Lu 标记小分子化合物。目前有一种 ^{177}Lu 标记的多肽已获批上市，用于胃肠胰腺神经内分泌肿瘤患者的治疗。

敷贴项目：放射性同位素敷贴治疗将放射性同位素 ^{32}P 制成具有一定形状和大小的敷贴器，紧贴于皮肤，角膜等疾病处，使疾病得到缓解或根治的一种治疗方法。采用放射性核素敷贴治疗的疾病有局限性神经皮炎，慢性湿疹和牛皮癣，毛细血管瘤，门腔膜或眼膜结膜病变等疾病。每名患者最大使用 ^{32}P 药物活度： $3.70 \times 10^7 \text{Bq}$ （1mCi）。

骨转移治疗项目：本项目骨转移癌治疗的核素包括 ^{89}Sr 、 ^{223}Ra ，骨转移癌治疗的工作原理为，转移性骨肿瘤病灶部位由于骨组织受到破坏，成骨细胞的修复作用极其活跃，能浓聚大量的趋骨性放射性药物，放射性核素发射 α 或 β 射线，引起肿瘤组织内毛细血管扩张、水肿、细胞结构不清等，进一步使肿瘤细胞核消失或坏死，起到肿瘤治疗目的。

^{223}Ra 是一种靶向 α 辐射源，可发射短程高能 α 粒子，对相邻的健康组织和骨髓的毒性作用相对较小。

每名患者最大使用 ^{89}Sr 药物活度： $1.48 \times 10^8 \text{Bq}$ ；每名患者最大使用 ^{223}Ra 药物活度： $3.70 \times 10^7 \text{Bq}$ 。

9.1.2 工作流程及产污环节图

本项目核素治疗区域共设置 7 间核素专用病房，共 8 张床位，最大可接收 8 名患者同时住院。普通病房区域设置有 6 间普通病房，共 9 张床位，可供治疗前患者住院前观察、检查等使用。

（1）甲癌治疗

诊断：医院对患者进行诊断，对需要住院治疗的患者先安排至普通病房区域入住，开展相关检查，确保患者身体状况及病情适合开展相关核素诊疗。

订药：工作人员根据临床诊断所需药物的使用量、预约检查的人数，提前一天向供药单位订购放射性药物，供药单位在用药当天送达药品，经确认无误完成相关交接、登记手续后，将甲癌的药物暂存于核素治疗场所分装室的自动给药机内。

指导服药：接受 ^{131}I 诊疗的患者进入服药室，医护人员通过电脑控制系统操作碘自动分装仪自动分装药物并注入一次性杯子，隔室通过监控及对讲系统语音指导患者在服药室服药。

服药后治疗/诊断：甲癌患者在服药室内服药后，在医护人员语音指导下进入对应

的隔离病房住院治疗，甲癌患者一般住院 3~4 天。

出院：建设单位拟在核素治疗病房区出口门禁内一侧，设置辐射剂量率监测仪，住院病人住院时间到期经医生同意后，通过监测体内放射性活度确认满足低于 400MBq 要求（辐射剂量率监测仪监测患者体表 1m 处的周围剂量当量率低于 25uSv/h 即可满足体内放射性活度低于 400MBq）后，方可离开核素治疗区出院。

甲癌住院病人离开核素治疗区出口后，向东南侧的出口离开负一楼工作区域。

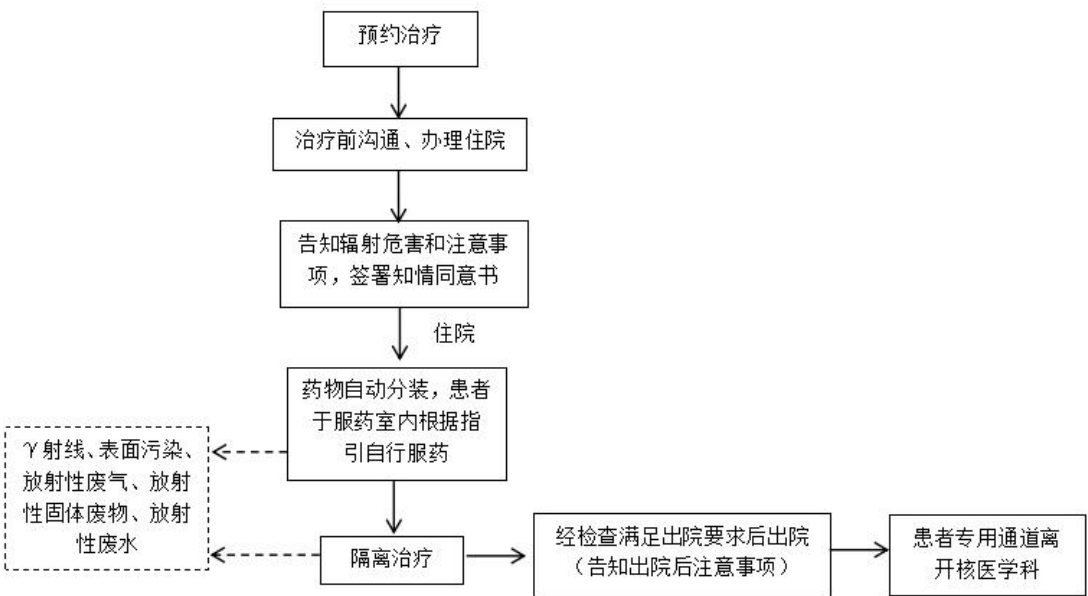


图 9.1-1 甲癌治疗工作流程及产污环节

(2) 甲亢治疗工作流程及产污环节图

治疗甲亢患者 ^{131}I 的口服量平均约为 $1.85 \times 10^8 \text{Bq}$ ，最大用量一般不超过 $3.70 \times 10^8 \text{Bq}$ ，药物由医院提前一天向供应商进行订购，订购药物由供应商统一配送，暂存在分装注射室的 ^{131}I 分装柜内；根据不同患者的用药量不同，医护人员通过电脑控制系统操作碘自动分装仪自动分装药物并注入一次性杯子，隔室通过监控及对讲系统语音指导患者在服药室服药（药物服用后，口服杯丢至指定废物桶内收集），服药后一般无异常可立即离院。

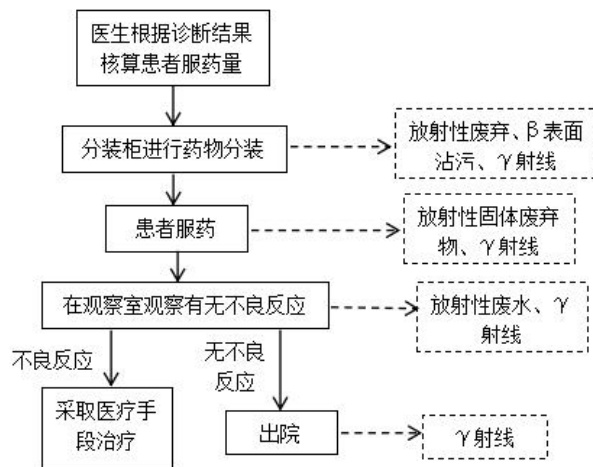


图 9.1-2 甲亢治疗工作流程及产污环节

(3) 甲状腺功能测定流程

碘是甲状腺合成甲状腺激素的原料之一，放射性的 ^{131}I 也能被摄取并参与甲状腺激素的合成，其被摄取的速度与甲状腺功能密切相关。将 ^{131}I 引入受检者体内，利用体外探测仪器测定甲状腺部位放射性计数的变化，可以了解 ^{131}I 被甲状腺摄取的情况，从而判断甲状腺的功能。具体流程如下：

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

②医院根据需要进行甲状腺功能测定的人数向供药方定药。

③甲状腺功能测定用的 ^{131}I 量较少，供货方将甲状腺功能测定用的所有 ^{131}I 药物放于铅屏蔽容器内送至医院核医学科储源室。核医学科工作人员核对药物信息后，确认无误后方可接收药物。

④自动分装柜根据病人的核素用量分装药物后，由辐射工作人员取出送至甲测室给病人服用，分别于 3 小时 24 小时后回来进入甲功室测摄碘率。每次检查 30s。

(4) ^{177}Lu 治疗流程

诊断：医院对患者进行诊断，对需要住院治疗的患者先安排至普通病房区域入住，开展相关检查，确保患者身体状况及病情适合开展相关核素诊疗。

订药：工作人员根据临床诊断所需药物的使用量，提前一天向供药单位订购放射性药物，供药单位在用药当天送达药品，经确认无误完成相关交接、登记手续后，将药物暂存于核素治疗场所的储源柜内。

治疗流程：在核医学科隔离病房进行 Lu-177 标记的放射性药物住院治疗，给药剂

量为 150mCi/人-200mCi/人。将放射性药物用生理盐水稀释到 10-15ml。用带铅屏蔽套的 30mL 注射器将所需剂量的放射性药物抽出，经活度计确认注射前放射性活度并记录。医务人员将药物带至病房 1 内为患者进行注射，患者注射前已埋置留置针，注射时只需将注射器通过三通阀与输液泵连接，设置 30 分钟内完成输液。注射完毕后，向注射器内注入少量生理盐水冲洗完毕后，卸下注射器测量残余放射性并记录（注射器上的少量放射性废液体量较小，一般与耗材一起以放射性固体废物进行处理）。患者一般住院 3~4 天。

注射时若患者无特殊不适情况发生，医务人员于患者 1m 以外观察恶化一般情况，后续住院过程中可进行远程通话，非必要一般不进入病房。若患者出现特殊不适情况，医生应穿着铅衣进入观察并指导处理。

出院：建设单位拟在核素治疗病房区出口门禁内一侧，设置辐射剂量率监测仪，住院病人住院时间到期经医生同意后，通过辐射剂量率监测仪监测患者体表 1m 处的周围剂量当量率低于 25 μ Sv/h 后，方可离开核素治疗区出院。病人离开核素治疗区出口后，向东南侧的出口离开负一楼工作区域。

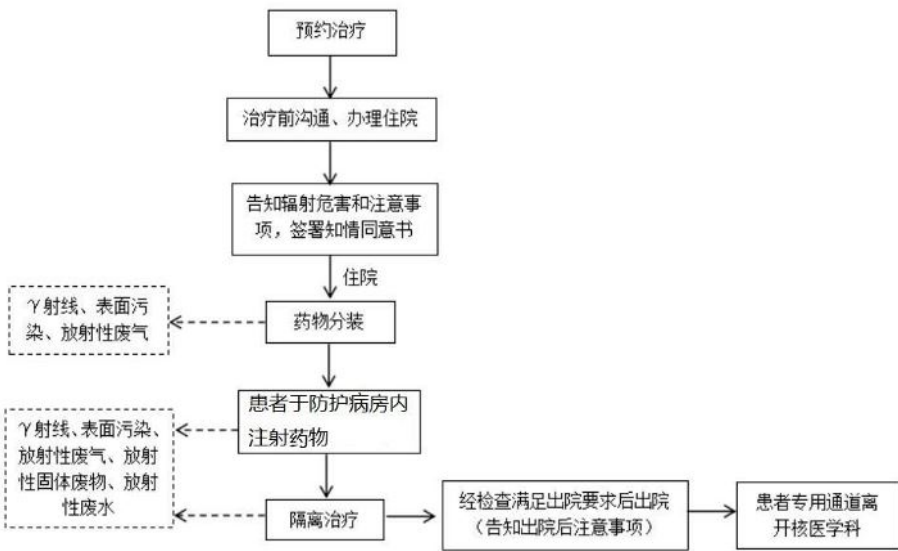


图 9.1-3 ^{177}Lu 治疗工作流程及产污环节

(5) 敷贴项目流程

敷贴器制作：敷贴器一般为临时配备，敷贴器在场所内敷贴制作通风橱进行制作，取厚薄与密度均匀的高级滤纸，剪成与病变大小一致的形状，将所需放射性强度的 ^{32}P 溶液用适量蒸馏水或生理盐水稀释混匀，均匀涂在滤纸上，用红外线灯烤干或晾干，塑料薄膜袋中密封备用。

治疗方法：先对病变部位做清洁处理，然后将制备好的敷贴器按病损形状对齐贴紧并用医用胶布固定。因敷贴器需根据病变形状专门制备，宜采用一疗程一次治疗法。敷贴一定时间达到预计的照射剂量后去除敷贴器并进行回收处理。

敷贴器按照医院自行制作的模式申报，辐射工作人员在场所内进行敷贴器制作，治疗室临近甲癌给药室，敷贴器经工作人员在通风橱进行制作完成后带至治疗室内使用。

医护人员对 ^{32}P 敷贴器数量、活度、使用情况进行登记，敷贴器用后由医护人员清点，交核医学科回收处理，并做记录，实施敷贴治疗时严禁将敷贴源带出治疗室。

表 9.1-1 敷贴治疗流程及产污流程

核素	流程	气体废弃物及处置	液体废物及处置	固体废物及处置
^{32}P	辐射工作人员于敷贴制作室内自制 ^{32}P 敷贴片，然后带至治疗室为患者敷贴治疗，治疗结束后患者离开核医学科，使用后的敷贴片存入放射性废物桶。	废气排放口活性炭吸附，排至楼顶排放	^{32}P 为敷贴治疗，患者不产生放射性废液。	分类放置于放射性废物存储室，达到清洁解控水平后作一般医疗废物处理。 制作敷贴片产生的少量放射性废液和使用过的敷贴片收集存放于废物存储室暂存衰变

(6) 骨转移治疗工作流程

骨转移治疗病人所使用的药物，经过医生确诊，医生根据病情制定治疗方案，并由医院提前一天根据病人预约数量进行订购，药物由供应商分装好后送往本项目工作场所，暂存于储源室内。待病人到后，取出相应的药物给病人进行注射，注射完成后病人即可离院。

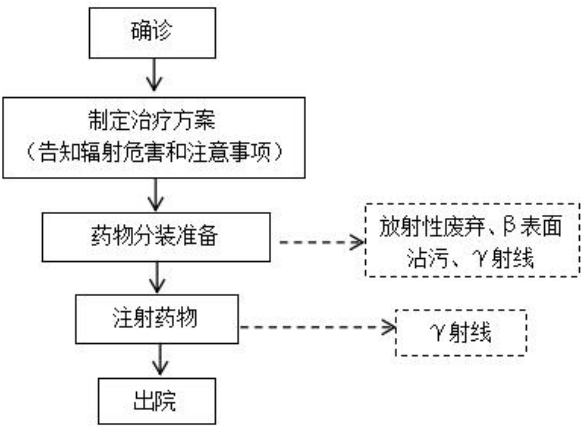


图 9.1-4 骨转移治疗工作流程及产污环节

9.1.3 源项分析

本项目建成后所使用的放射性核素及拟退役的放射性核素情况如下：

表 9.1-2 本项目工作场所建成后使用非密封放射性核素的相关属性

核素名称	状态	半衰期	毒性级别	衰变方式	光子能量 (MeV)	周围剂量当量率常数 (裸源) $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{MBq} \cdot \text{h}$
^{131}I	液态	8.02d	中毒	β^-	0.284, 0.365, 0.637	0.0595
^{32}P	液态	14.29d	中毒	β^-	/	/
^{89}Sr	液态	50.53d	中毒	β^-	/	$*1.32 \times 10^{-18}$
^{177}Lu	液态	6.73d	中毒	β^-	0.2084	$*3.16 \times 10^{-21}$
^{223}Ra	液态	11.44d	极毒	α	0.0117, 0.0838, 0.2695	$*1.32 \times 10^{-17}$

注：①衰变方式栏中 EC 表示轨道电子俘获。

②数据来源源于《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）表 H.1

③*空气比释动能率常数（单位： $\text{Gy} \cdot \text{m}^2/\text{Bq} \cdot \text{s}$ ）来源于《辐射安全手册》（潘自强 主编）。

表 9.1-3 本项目原使用非密封放射性核素退役部分的相关属性

核素名称	状态	半衰期	毒性级别	衰变方式	光子能量 (MeV)	周围剂量当量率常数 (裸源) $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{MBq} \cdot \text{h}$
$^{99\text{m}}\text{Tc}$	液态	6.02h	中毒	同质异能跃迁	0.140	0.0303
^{18}F	液态	109.8min	低毒	β^- , EC	0.511	0.143
^{153}Sm	液态	46.5h	中毒	β^-	0.042, 0.047, 0.103	0.072
^{125}I	液态	59.4d	中毒	EC	0.027, 0.028, 0.031, 0.036	0.0165
^{201}Tl	液态	73.912h	极毒	EC	/	/

注：①衰变方式栏中 EC 表示轨道电子俘获。

9.1.4 人员配置及工作负荷

(1) 人员配置

根据建设单位提供的资料可知，本项目场所改建完成后，拟安排在场所内工作的辐射工作人员暂定为 7 人，均为原有辐射工作人员，医院初步计划为本项目工作场所的人员配置情况详见表 9.1-4。

表 9.1-4 项目人员配置表

工作场所	人数	工作内容
核素治疗场所	7 人（现有人员） 3 名医生、2 名护士、2 名技师	评片、药物注射、指导服药

注：以上辐射工作人员均为核医学科原有辐射工作人员，均持有辐射培训合格证书

(2) 工作负荷

本项目核素治疗场所建成后，场所内设置有 7 间核素治疗病房（设置 8 张床位），使用 ^{131}I 、 ^{177}Lu 开展核素治疗，满负荷运行时最多入住 8 名患者，每周预计接纳 2 批患者入住，患者入住天数约为 3~4 天， ^{131}I 甲癌患者每人最大用量约为 $7.40 \times 10^9 \text{Bq}$ （200mCi）， ^{177}Lu 治疗患者每人最大用量约为 $7.40 \times 10^9 \text{Bq}$ （200mCi），场所内病房 1 一般用于 ^{177}Lu 患者治疗使用，未开展 ^{177}Lu 治疗时可为 ^{131}I 患者治疗使用。

场所还设置了 1 间敷贴治疗室，一间吸碘率室，使用 ^{32}P 开展敷贴治疗， ^{32}P 治疗患者每人最大用量约为 $3.70 \times 10^7 \text{Bq}$ （1mCi）；使用 ^{131}I 开展吸碘率测定每人最大用量约为 $3.70 \times 10^5 \text{Bq}$ （10 μCi ）， ^{131}I 甲亢患者每人最大用量约为 $3.70 \times 10^8 \text{Bq}$ （10mCi）；使用 ^{89}Sr 、 ^{223}Ra 开展骨转移治疗， ^{89}Sr 治疗患者每人最大用量约为 $1.48 \times 10^8 \text{Bq}$ （4mCi）， ^{223}Ra 治疗患者每人最大用量约为 $3.70 \times 10^7 \text{Bq}$ （1mCi）。

核素治疗场所内使用药物根据实际预约人数提前进行订购，药物每天只订购一批次，由于本项目使用核素的半衰期较长，因此，药物的订购量不考虑运输过程中的衰减，本项目场所建成后药物使用情况如下。

表 9.1-5 核素治疗场所放射性药物的使用情况

拟使用的核素	一名患者的最大使用量 (Bq)	一天最大病人数量 (人)	一天的实际最大使用量 (Bq)	一天的实际最大订购/需求量 (Bq)	一年诊断的病人数量 (人)	一年的实际最大注射量 (Bq)	一年的最大订购量 (Bq)	药物来源
^{131}I 甲癌	7.40×10^9	4	$*2.52 \times 10^{10}$	$*2.52 \times 10^{10}$	920	5.79×10^{12}	5.79×10^{12}	外购
^{131}I 甲亢	3.70×10^8	5	1.85×10^9	1.85×10^9	1150	4.26×10^{11}	4.26×10^{11}	
^{131}I 甲测	3.70×10^5	8	2.96×10^6	2.96×10^6	1840	6.81×10^8	6.81×10^8	
^{32}P	3.70×10^7	8	2.96×10^8	2.96×10^8	1840	6.81×10^{10}	6.81×10^{10}	
^{89}Sr	1.48×10^8	2	2.96×10^8	2.96×10^8	460	6.81×10^{10}	6.81×10^{10}	
^{177}Lu	7.40×10^9	1	7.40×10^9	7.40×10^9	96	7.10×10^{11}	7.10×10^{11}	
^{223}Ra	3.70×10^7	1	3.70×10^7	3.70×10^7	96	3.55×10^9	3.55×10^9	

注*：根据医院提供的资料，甲癌患者药物最大使用量为 $7.40 \times 10^9 \text{Bq}$ （200mCi），根据不同患者的实际情况会给予不同的药物量，可能出现 80mCi、100mCi、150mCi、200mCi 等给药量情况，使用最大药量进行给药情况较少，医院平均给药量约为 170mCi；因此，医院拟对甲癌治疗的一天总使用量进行控制，若每人按平均服药量 $5.55 \times 10^9 \text{Bq}$ （170mCi）开展工作时，最大可接收 4 人，若每人按最大使用量 $7.40 \times 10^9 \text{Bq}$ （200mCi），最大接收 3 人，超过场所每天最大使用量 2.52×10^{10} 的患者安排至下一批次给药住院。

9.1.5 工作场所的分级、分类

(1) 分级

根据建设单位提供的资料显示，建设单位原有 1 个乙级非密封放射性物质工作场

所，该场所含 2 个区域（核医学科区域、影像中心）。

本项目在原有核医学科区域内进行改扩建，本次该区域场所南侧改造后，有独立的药物分装室，且重新铺设排风管道、排水管道，利用并改造原有衰变池并新建 1 个新建衰变池用于处理场所放射性废水；场所建设完成后有相对独立、明确的监督区和控制区划分，工艺流程（生产制备放射性药物）连续完整，设置有独立的防护措施，独立的放射性废气处理设施（独立通风管道）、独立的放射性废液处理方式、独立的放射性固体废物处理流程；因此，该场所改建完成后属于独立的 1 个非密封放射性物质工作场所。

综上，本项目建设完成后，医院将有 2 个非密封放射性物质工作场所。

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 C 非密封源工作场所的分级规定、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中附录 A 核医学常用放射性核素的毒性与操作放射修正因子以及《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）对常用的放射性药品使用场所等日等效操作量核算中操作因子选取的通知中对操作因子的选取规定，同时参考《辐射防护手册》（第三分册）5.3.2 工作场所分级的操作类型具体方式，确定该项目辐射工作场所日等效操作量核算如下：

表 9.1-6 场所日等效最大操作量计算

核素名称	日实际最大操作量 (Bq)	毒性组别修正因子	操作方式修正因子	日等效最大操作量 (Bq)
^{131}I 甲癌	2.52×10^{10}	中毒：0.1	简单的操作：1	2.52×10^9
^{131}I 甲亢	1.85×10^9	中毒：0.1	简单的操作：1	1.85×10^8
^{131}I 甲测	2.96×10^6	中毒：0.1	简单的操作：1	2.96×10^5
^{32}P	2.96×10^8	中毒：0.1	简单的操作：1	2.96×10^7
^{89}Sr	2.96×10^8	中毒：0.1	简单的操作：1	2.96×10^7
^{177}Lu	7.40×10^9	中毒：0.1	简单的操作：1	7.40×10^8
^{223}Ra	3.70×10^7	极毒：10	简单的操作：1	3.70×10^8
总计				3.87×10^9

根据表 9.1-6 可知，项目投入运行后，该场所的日等效最大操作量约为 $3.87 \times 10^9 \text{Bq}$ ，在 $2.0 \times 10^7 \sim 4.0 \times 10^9 \text{Bq}$ 之间，因此该工作场所改造完成后属于乙级非密封放射性物质工作场所。

(2) 分类

参照《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）对核医学工作场所具体分类办法，

该项目使用的放射性核素的日实际操作最大活度以及各核素毒性权重因子,操作性质修正因子及加权活度见表 9.1-7。

表 9.1-7 场所放射性核素加权活度计算参数

核素名称	日实际最大操作量 (Bq)	毒性权重因子	操作性质修正因子	加权活度 (MBq)
¹³¹ I 甲癌	2.52×10^{10}	100	1	2.52×10^6
¹³¹ I 甲亢	1.85×10^9	100	1	1.85×10^5
¹³¹ I 甲测	2.96×10^6	100	1	2.96×10^2
³² P	2.96×10^8	100	1	2.96×10^4
⁸⁹ Sr	2.96×10^8	100	1	2.96×10^4
¹⁷⁷ Lu	7.40×10^9	100	1	7.40×10^5
²²³ Ra	3.70×10^7	100	1	3.70×10^3
总计				3.50×10^6

根据表 9.1-7 可知,辐射工作场所操作放射性核素的加权活度为 $3.95 \times 10^6 \text{MBq}$,大于 50000MBq ,属于 I 类核医学工作场所,工作场所的室内装修及装备结构要求见下表 9.1-8。工作场所的地面、墙面需采用易清洁不易渗透的 PVC 材料,地板和墙壁接缝采用无缝隙设计,工作台表面需采用易清洗的不锈钢材料。

表 9.1-8 放核医学工作场所的室内表面及装备结构要求

场所 分类	地面	表面	通风橱	室内通风	管道	清洗及去污 设备
I	地板与墙壁接缝无缝隙	易清洗	需要	应设抽风机	特殊要求*	需要
注: *下水道宜短,大水流管道应有标记以便维修检测						

9.1.6 放射性药物的管理

建设单位配备了专职人员负责放射性药物的管理并建立健全放射性物质的保管、领用、注销登记和定期检查制度。要求设置专门的台账(如交收账、库存帐、消耗账),加强对放射性药物的管理,严防丢失。放置放射性物质的保险橱和容器,容易开启和关闭,容器外有明显的标签(注明元素名称、理化状态、射线类型、活度水平、存放起止时间、存放负责人等),保险橱外有电离辐射标志。放射性药物要设有专门可靠的防火防盗等安全设施的贮存场所,且不得将放射性药物与易燃易爆及其他危险物品放在一起,未用完的放射性药物放入储源室。

(1) 带放射性药物病人的监督管理

为了加强对带放射性药物诊疗人员的监督管理工作,医院已设计好各类人员的行走路线,并在相应场所的地面、墙上粘贴路线指示箭头和指示提示语,用于告知患者及诊

疗人员具体的行进路线，避免其给药后随意走动；场所内设置监控及语音呼叫，通知其按指定标识指引前往指定位置，利用对讲系统，与患者进行沟通，避免患者与其他人员接触；除此之外，建设单位拟通过设置小册子用于病人候诊时给病人阅读，告知其检查注意事项及告知检查完成后病人离开路线，防止其对公众造成不必要照射，核素治疗场所患者在服用放射性治疗药物前对其进行服药指导，熟悉服药注意事项后通过监控及对讲系统指引其服药。

同时，为防止无关公众进入控制区，医院将控制区出入口设置单向门禁系统，保证了控制区内患者的单向流动，实现“入口患者只入不出、出口患者只出不入”，病房防护门等设置门禁系统，控制人员流动，避免无关人员进入控制区。

（2）工作人员的管理

操作放射性药物时工作人员必须正确穿戴好所需的各项有效的个人防护用具，放射工作场所内严禁进食、饮水、吸烟和存放食物等。个人防护用具应经常清洗，污染的工作服必须在专设的有放射性操作条件的洗衣池内洗涤。

（3）路径规划

为了加强辐射安全管理，结合项目的工作流程及工作场所布局设计，医院拟规划出工作场所患者、相关工作人员、药物运送、放射性固体废弃物的流动路线。

（1）核素治疗工作人员路径：通过场所西北侧的医务人员入口进入场所→通过卫生通过间→进入分装给药室，指导患者服药→工作完成后通过淋浴间→卫生通过间→离开。（患者服药时间一般为住院时进行，住院期间不再进行服药工作）

（2）核素治疗患者行进路径：从由场所西南侧的入口进入场所→通过走廊进入服药注射间→在服药窗按医生指导进行服药→服用药物后通过走廊进入各自住院病房→住院达到要求后由医生打开病房门→患者前往北面出口处进行辐射监测→符合出院要求后离开场所→离开场所直行穿过门后向东南面沿走廊离开负一层工作区域。（患者一般入院治疗 2-3 天出院）

（3）清洁人员路径：清洁人员在患者出院后，固定时间点从场所西南侧的入口进入场所控制区→进入清洁间取清洁工具，对各空置场所进行清洁，并对各病房被服进行更换，将各病房放射性固体废弃物进行收集存放至污物间→工作完成后在出口处进行出院辐射监测→无污染情况下离开场所。（清洁人员一般在无住院患者的情况下开展清洁工作）

4、敷贴治疗/甲测工作人员路径：从西北侧新建医梯进入负一层→通过卫生通过间进入分装给药室→在通风橱进行敷贴器的制作/自动分装柜进甲测药物分装→进入敷贴室/甲测室为患者进行治疗/测定→治疗完成后原路返回分装给药室→淋浴及卫生通过间离开。（敷贴治疗与核素治疗患者入院时间错峰，不在甲癌患者入院服药时间开展工作）

5、敷贴治疗/甲测患者路径：从场所西南侧的入口进入场所控制区→进入甲测室/敷贴室进行治疗/测定→治疗/测定完成后原路离开负一层。（敷贴治疗与核素治疗患者入院时间错峰，不在核素治疗患者入院服药时间开展敷贴治疗/测定工作）。

6：药物运输路径：通过场所西北侧的医务人员入口进入场所→通过卫生通过间→淋浴间→进入分装给药室→将药物放置自动分装柜/通风橱→原路返回离开核素治疗场所。（药物一般按预约量及预约时间进行配送，药物配送早于患者入院时间，因此，与患者及其余公众有错峰）。

核素治疗场所人流、物流图详见：图 9.1-5。

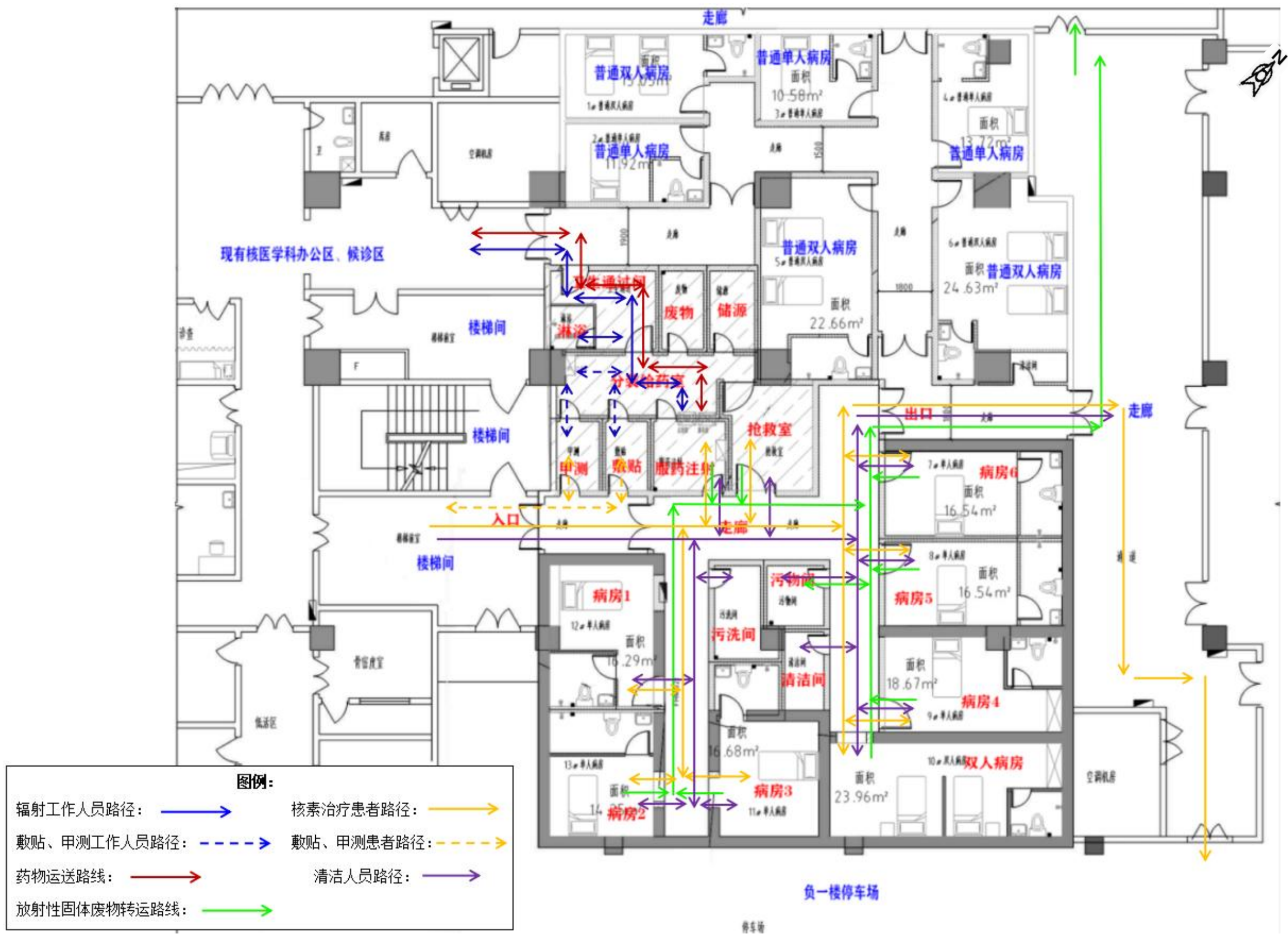


图 9.1-5 核素治疗场所人流、物流路径图

9.1.7 污染源项描述

①正常工况

放射性药物的分装、注射、敷贴等操作过程中，操作人员将受到放射性药物发射的射线的外照射。

注射或服用了放射性核素的患者，本身短时间内便是一个辐射体（源），对周围的环境可能造成外照射影响。

放射诊疗过程中将产生放射性废液和受污染的固体废物、气载污染物。

②事故工况

放射性液体洒漏，使工作环境受到污染，工作人员受到外照射；

操作人员身体受放射性物质表面沾污，可能发生的内照射；

保管不善，放射性物品被盗，流失到社会，对局部环境产生污染，并可能使部分公众受到照射。

9.1.8 原有场所工艺不足及改进情况分析

本次拟将该场所进行改造，改造完成后主要作为核素治疗场所，并对场所内的通风、排水、防护等进行相应的升级改造，使新场所的布局及流程更加合理化。本次项目改造完成后能够进一步满足群众的就医需求，提升医院整体的医疗服务水平，扩展医院医疗服务项目。

9.2 场所部分退役工程分析

本项目拟将原核医学科区域工作场所北侧部分的注射室、待检室、ECT 机房及其操作室等区域退役开放后改为普通病房。该区域场所内原使用使用 ^{99m}Tc 、 ^{131}I 、 ^{89}Sr 、 ^{201}Tl 、 ^{32}P 、 ^{18}F 、 ^{153}Sm 、 ^{125}I ，本次改造后，该场所内不再使用 ^{99m}Tc 、 ^{201}Tl 、 ^{18}F 、 ^{153}Sm 、 ^{125}I 等核素。

原场所使用的放射性核素均为外购，建设单位根据实际诊断需要，每天向供应单位订购第二天使用的药量，并由供应商负责运输至场所内分装柜/储源桶中暂存，建设单位未在场所内存放大量非密封放射性核素。

场所内注射室、待检室、ECT 机房及其操作室原为辐射工作场所内功能房间，因此，该部分在开放并改建为普通病房前，应对其进行退役环境监测，待其达到清洁解控水平后，方可开放进行改建工作。

根据调查，以上场所，在院内核医学科影像中心场所投入使用后，已停止使用，

目前该场所北侧部分已停止开展核素显像工作，场所南侧部分现仍在开展部分治疗项目工作。

9.2.1 退役前的污染源项分析

拟退役场所原产生的主要污染源项为： γ 射线、 β 表面污染、放射性三废。

放射性废液：该场所主要放射性废液为①注射放射性药物后，患者在场所内候诊时产生的排泄物，②清洗场所、容器、工作台面产生的清洁废水，以上放射性废液集中统一排放至该场所专用的衰变池内，经衰变满足要求后，排入医院污水处理设施内统一进行处理排放。

放射性废气：主要为药物分装过程中产生的放射性废气，药物分装在分装柜中进行，分装柜有独立排风管道，场所内排风管道为独立布设，排放口位于6号楼天面。

放射性固体废弃物：主要为放射性药物的注射器、沾有放射性药物的棉棒、一次性口服杯、一次性手套及患者候诊时产生的带放射性的垃圾等，以上放射性固体废弃物经收集后，放置于专用的污物桶中，经衰变满足清洁解控水平后按普通医疗废物进行处理。

9.2.2 退役改造方案

建设单位根据目前场所现状，拟定了下列工作安排：

表 9.2-1 工作安排表

阶段划分	工作安排	备注
准备阶段	源项调查，确定退役方案	/
	开展项目相关的环境影响评价工作	/
实施阶段	按照环评结论以及评审要求完善实施方案	/
	委托有资质机构对退役前场所进行检测，确定需要去污对象	1 天内完成
	开展去污操作	
	放射性废物处置	
	进行场所拆除改建 (按建设情况拆除相应房间、无污染设备)	
验收阶段	场所拆除后，对拆除后场所进行检测	/
	到环保主管部门办理辐射安全许可证部分终止手续	/

1、退役准备阶段：

场所源项调查，确定场所需退役内容，规划整理需退役设施及物品，确定退役方案，封存放射性废物；进行现状监测，办理退役场所的环境影响评价工作。

2、源项调查

对本项目核医学科已开展了源项清查，并编制核医学科部分退役改造方案。

(1) 场所内原使用核素情况： ^{99m}Tc 、 ^{131}I 、 ^{89}Sr 、 ^{201}Tl 、 ^{32}P 、 ^{18}F 、 ^{153}Sm 、 ^{125}I 共 8 种放射性核素。

(2) 场所及内部设备情况：本次退役改建为普通病房部分场所包括：注射室、待检室、ECT 机房及其操作室。

(3) 场所内放射性三废情况：

放射性废气：场所 ECT 机房内设备已搬迁停用、注射室及待检室已停用，该区域未再产生放射性废气，退役过程中不涉及核素使用，不会产生放射性废气。

放射性废液：该处退役房间均已停用，未再产生放射性废水。退役过程中去污采用擦拭去污，无放射性废水产生。故退役过程中不涉及放射性废水处理。

放射性固体废弃物：原场所主要为放射性药物的注射器、沾有放射性药物的棉棒、一次性口服杯、一次性手套及患者候诊时产生的带放射性的垃圾等，该处退役房间均已停用，场所内暂未见放射性固体废弃物。

3、退役改造实施阶段：

(1) 退役前场所监测

核医学科在停止所有核素使用后、退役工作开始前，委托有资质单位对核医学科涉及放射性物质的工作场所墙壁、地面及场所内设备等进行监测，并进行记录，根据解控标准，确定需进行表面去污的场所/设备。

清洁解控水平要求：房间内外区域 γ 剂量率趋于本底；控制区场所内部地面、墙面设备表面总 β 活度 $\leq 0.08\text{Bq/cm}^2$ 。

表 9.2-2 核医学科场所退役实施前检测内容一览表

位置	场所名称	房间内设备名称	监测内容	解控标准
核医学科区域北侧部分位置	ECT 控制室	墙体、通风管道、桌凳等	γ 剂量率，房间内部墙壁、地面 β 表面污染	房间内外区域 γ 剂量率趋于本底；对有污染的放射性固体废弃物进行收集，并进行去污处理，总 β 活度 $\leq 0.08\text{Bq/cm}^2$ 达到清洁解控水平后作为普通废物处理。墙面、地面总 β 活度 $\leq 0.08\text{Bq/cm}^2$
	ECT 机房	门、观察窗、桌凳等		
	注射室	各面墙体、门、通风管道、桌凳等		
	待检室	分装柜、通风管道、床/桌凳等		

（2）表面去污

退役过程需对核医学科高于解控标准的放射性物质的工作场所墙壁、地面及场所内设备等进行表面去污。

根据上表开展退役实施前监测，并对监测结果进行分析，表面污染水平高于解控标准的场所/设备需进行去污处理，并对去污后的表面污染水平进行记录，低于解控标准的场所/设备可直接解控，具体去污方式方法如下：

去污方式：优先采用物理擦拭去污，对于无法采用擦拭去污或擦拭后仍无法满足解控要求的场所、设备，可进一步采取刮、磨、削等措施。

去污顺序：按照先室内污染设备、管道和物项，后建筑物表面；先高污染区，后低污染区；先屋顶、墙壁，后地面的顺序进行去污。

去污方法：

①非固定污染：用棉纱沾取去污剂擦拭，每次擦拭测量污染是否去除，如未彻底去除，则重复擦拭污染点，直至达到清洁解控水平以下。擦洗后的棉纱作为放射性废物收集处置，防止二次污染；

②固定污染：主要采用机械方法去除。对于表面抹灰土层的墙面，采用刮、铲除表面层的污染去污；对于混凝土、瓷砖等，利用粗琢机和其他表面去污工具对建筑物表面进行粗琢、钻凿、打磨、铲除、剥离、清扫等方法；对于设备、井盖等无法去污的物项则直接包装后送贮。为防止尘土飞扬造成二次污染，采取专用尘土抑制剂喷雾抑尘，严格控制二次污染。

去污废物处置：去污过程中产生的废抹布、拖布、手套以及在可能需采用刮、磨、削等去污操作过程中产生的废材料、废剥离物等均作为放射性固废委托广东省环境辐射监测中心处理。

去污注意事项：去污时注意人流、物流方向，严格现场管理。去污工作人员须佩戴个人剂量计，佩戴口罩、手套，穿着工作服和工作鞋，尽量避免产生扬尘。对于通风柜、管道等需要拆卸切割的操作过程，工作人员应做好辐射防护，切割、拆卸后的部件监测前放置于铺设的塑料膜上，防止造成二次污染。去污后产生的污染废物现场装桶，进行桶体去污并对桶体表面和1m处的表面污染、辐射剂量率进行监测，监测结果满足相关标准后，委托有处理资质单位收贮。

（3）放射性三废处理

放射性废气：

医院核医学科设置有 1 套通风装置，放射性废气由排风管道引至楼顶的排气口排放。目前该区域已停用，不会有放射性废气产生。

考虑到本项目在清洁去污时，使用部分有机溶剂，为防止挥发的有机溶剂对人员造成影响，因此，在人员清洁去污的时候，会打开门窗和通风系统，始终确保房间内有良好的通风条件，防止污染物浓度的累积。

放射性废水：

项目该区域没有放射性废水产生。退役过程去污采用擦拭去污，无放射性废水产生。故退役过程中不涉及放射性废水处理。

放射性固废：

原场所主要为放射性药物的注射器、沾有放射性药物的棉棒、一次性口服杯、一次性手套及患者候诊时产生的带放射性的垃圾等，该处退役房间均已停用，场所内暂未见放射性固体废弃物。

4、退役改造后阶段

对场所拆除后，需对场所及其拆除物开展监测，确保场所及其拆除物无污染，最后进行辐射安全许可证部分终止手续办理。

9.2.3 退役过程中的污染产物

核医学工作场所退役过程中，主要的污染物产污环节为退役实施阶段，产生的主要污染因子为 γ 射线、 β 表面污染、放射性废液、放射性固体废弃物。

① γ 射线、 β 表面污染：残留放射性核素产生的相应污染。

②放射性废液：该场所衰变池内残余的少量放射性废水

③放射性废气：退役部分场所已停用，退役实施过程中，不会产生放射性废气。

④放射性固体废弃物：北侧场所现已停用，原有的场所产生的放射性固体废弃物已储存够足够时间并经检测合格后按普通医疗废物进行处理，主要包括手套、棉签、滤纸、注射器、口服杯等。

9.2 衰变池改造工程分析

本次拟将原有 1 套 76m³ 的三级串联衰变池打通，使其形成 1 个 76m³ 衰变池，并入至原有的 99m³ 三级并联衰变池，形成 1 套 4 级衰变池，用于处理改造完成后核素治疗场所控制区内病房所产生的排泄物类放射性废水。

该区域场所内许可使用 ^{99m}Tc、¹³¹I、⁸⁹Sr、²⁰¹Tl、³²P、¹⁸F、¹⁵³Sm、¹²⁵I 共 8 种放

射性核素。其根据建设单位提供的资料可知，原核医学工作场所使用 ^{99m}Tc 、 ^{131}I 、 ^{32}P 、 ^{89}Sr 、 ^{18}F 等 5 种放射性核素进行诊断治疗。其中使用 ^{89}Sr 、 ^{32}P 的患者不会在场所内产生含放射性排泄物， ^{99m}Tc 、 ^{18}F 核素在 2021 年负一层影像中心区域投入使用后，核医学科区域内就已不再使用该 2 种核素。

因此，原核医学工作场所使用的核素中，患者在检查过程中产生的放射性排泄物主要包含 ^{131}I 核素。

9.2.1 衰变池改造前的污染源项分析

主要污染源项为： γ 射线、 β 表面污染、含 ^{131}I 放射性废液。

放射性废液：该场所主要放射性废液为含 ^{131}I 放射性废液，经衰变池收集，衰变满足要求后，排入医院污水处理设施内统一进行处理排放。

9.2.2 衰变池改造方案

建设单位根据衰变池情况，拟定了下列工作安排：

表 9.2-3 工作安排表

阶段划分	工作安排	备注
准备阶段	衰变池源项调查	确定衰变池内放射性废液所含核素情况
	确定衰变池改造日期	/
	封闭衰变池	/
实施阶段	委托有资质机构取衰变池内放射性废液进行检测	/
	放射性废液检测合格进行排放	/
	衰变池内废液排放后委托有资质机构对池内进行检测	/
	若池内底泥有污染，对底泥进行收集存放，待达到清洁解控水平后进行处理	/
	衰变池内达到清洁解控水平后无污染方可进行改造	/

1、衰变池改造准备阶段：

衰变池源项调查，确定衰变池改造日期，提前封闭衰变池。

2、源项调查

对本项目衰变池开展了源项清查。场所内原使用核素情况： ^{99m}Tc 、 ^{131}I 、 ^{89}Sr 、 ^{201}Tl 、 ^{32}P 、 ^{18}F 、 ^{153}Sm 、 ^{125}I 共 8 种放射性核素。现排入衰变池的放射性废液所含核素为 ^{131}I 核素。

3、衰变池改造实施阶段：

（1）改造前衰变池监测

衰变池内放射性废液暂存一定时间后委托有资质机构取样进行检测，根据检测结

果，放射性废液满足排放标准要求后再排入医院污水处理中心按普通医疗废水处理。

残余放射性废液排空后，委托有资质机构对衰变池内进行相应检测，若发现池内有污染底泥/其余放射性沉渣，工作人员需穿戴防护用品后对其进行收集存放在指定铅桶内，待其衰变达到清洁解控后按普通放射性废物进行处理。

衰变池内检测结果达到清洁解控水平后，无污染方可进行改造。

9.3 DSA 项目工程分析

9.3.1 设备组成

数字减影血管造影系统（DSA）是计算机与常规血管造影相结合的一种检查方法，是集电视技术、影像增强、数字电子学、计算机技术、图像处理技术多种科技手段于一体的系统。DSA 射线装置主要由 X 射线发生系统、C 型支架、接收器、图像显示器、导管床、操作台等系统组成。X 射线发生系统位于接收器正对方向；操作台集合控制系统和设备状态显示等功能，位于控制室内；机房内控制装置一般为脚闸控制，通过设备电缆引出、位于地面。设备有用线束主要方向垂直向上，有用线束不会直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。其整体外观图如图 9-1 所示。

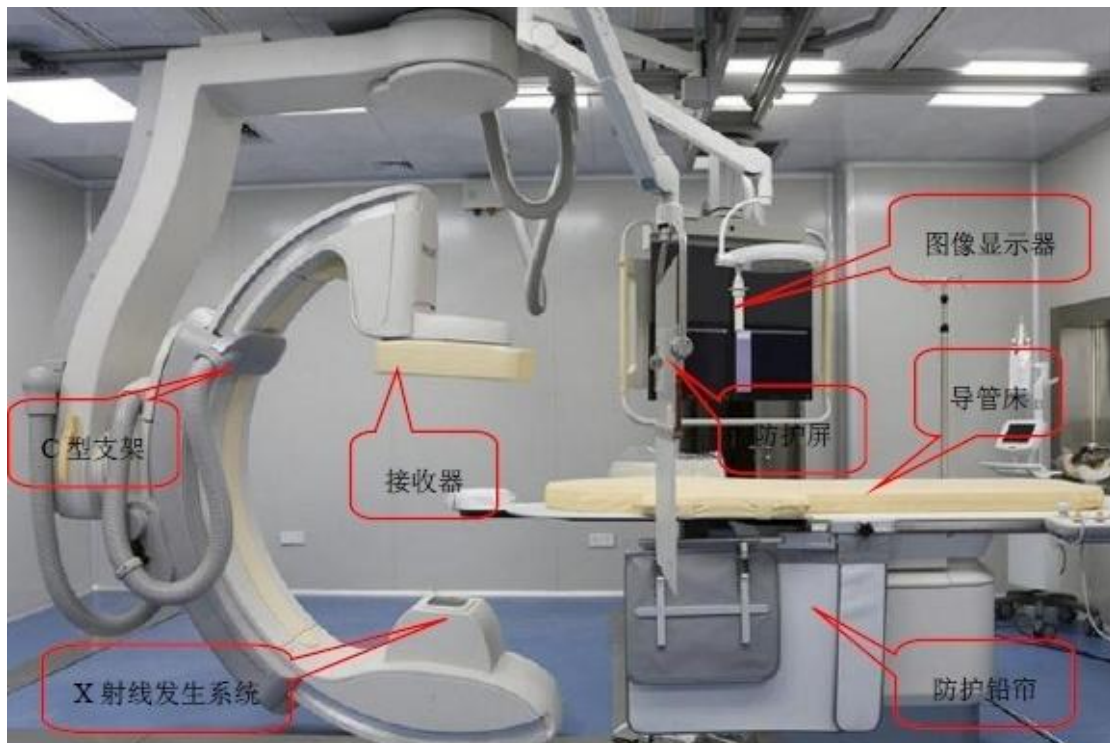


图 9.3-1 DSA 射线装置整体外观示意图

9.3.2 工作原理

产生 X 射线的装置主要由 X 射线管和高压电源组成，X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中，当灯丝通电加热时，电

子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。典型 X 射线管结构详见图 9.3-2。

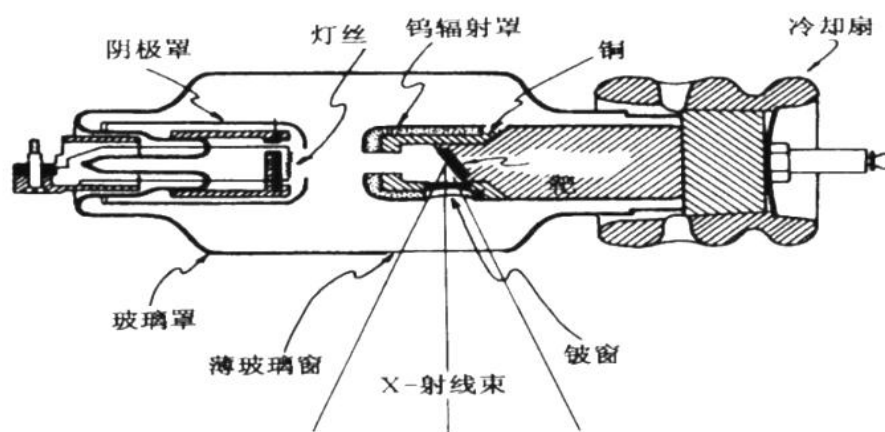


图 9.3-2 典型 X 射线管结构图

虽然不同用途的 X 射线机因手术目的的不同有较大的差别，但其基本结构都是由产生 X 射线的 X 射线管、供给 X 射线管灯丝电压及管电压的高压发生器、控制 X 射线的“量”和“质”及曝光时间的控制装置，以及为满足手术需要而装配的各种机械装置和辅助装置组成。

9.3.3 操作流程及产污环节

术前准备：医生及患者佩戴相关防护用品。开机，检测相关设备状态，按照病人的个体情况、治疗部位的特性制定检查模式、X 线发生模式、采集频率、采集视野等。

诊断时，患者仰卧并进行无菌消毒，局部麻醉后，经皮穿刺静脉，送入引导钢丝及扩张管与外鞘，退出钢丝及扩张管将外鞘保留于静脉内，经鞘插入导管，推送导管，在 X 线透视下将导管送达静脉，顺序取血测定静、动脉，并留 X 线片记录，探查结束，撤出导管，穿刺部位止血包扎。

DSA 在进行曝光时分为两种情况：

第一种情况，操作人员采取隔室操作的方式（即操作医师在控制室内对患者进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗和操作台观察机房内患者情况，并通过对讲系统与患者交流。

第二种情况，医生需进行手术治疗时，为更清楚的了解患者情况时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时操作医师位于铅屏风后身着铅服在曝光室内对患者进行直

接的手术操作。

产污环节分析：DSA 的 X 射线诊断机曝光时，主要污染因子为 X 射线。注入的造影剂不含放射性，同时射线装置采用先进的数字成像技术，不会产生废显影液、废定影液和废胶片。介入手术操作流程及产污环节如图 9-3 所示。

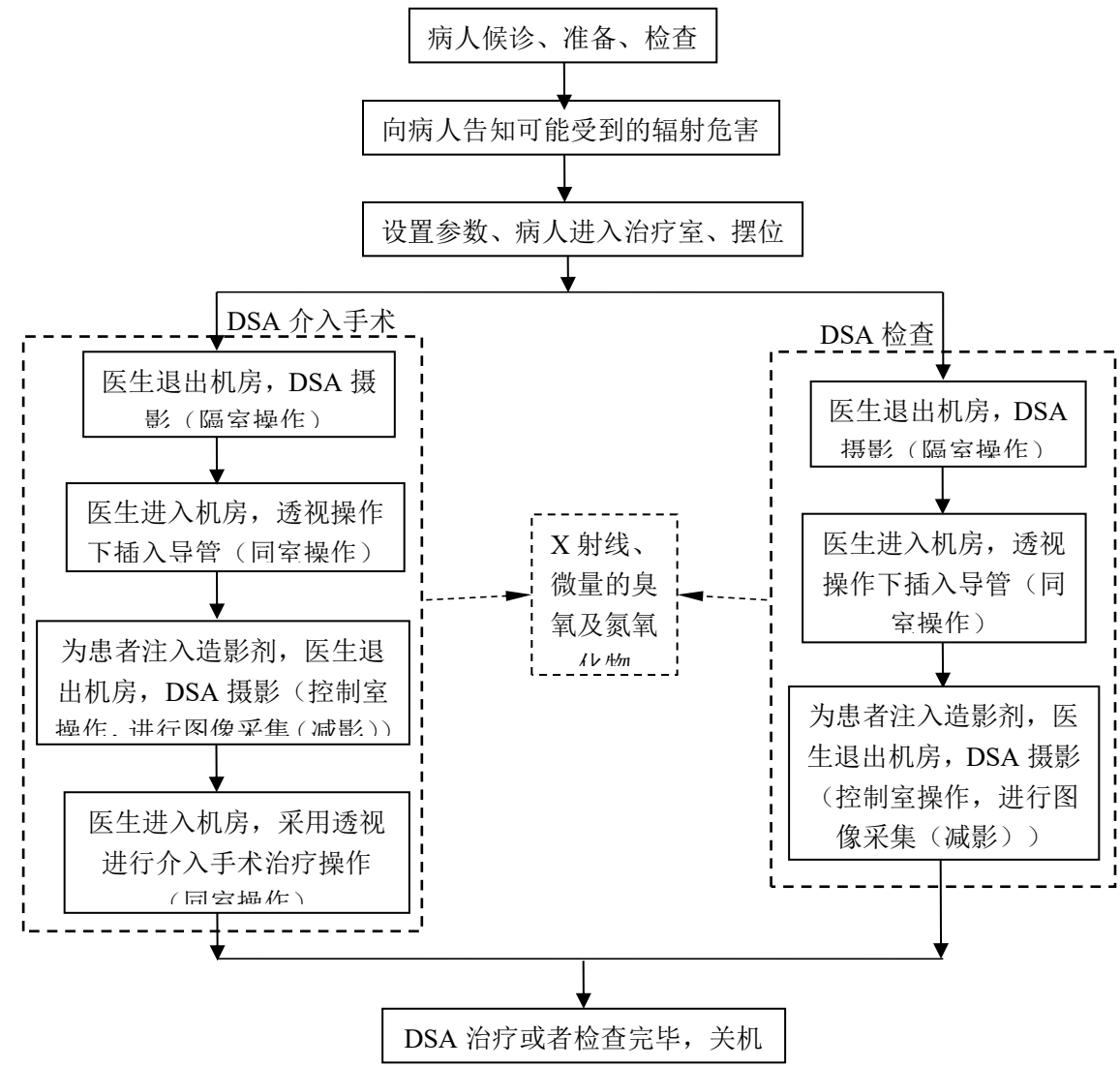


图 9.3-3 DSA 操作流程及产污环节示意图

9.3.4 人员配置及工作负荷

医院拟使用 DSA 开展外周血管介入、心血管介入、神经介入和非血管介入等介入手术工作。本次评价项目投入使用后，预计 DSA 平均年开展手术量为 600 台。本项目考虑医院拟开展不同手术类型的 DSA 最长出束时间，摄影工作状态下，平均每台手术 DSA 最长出束时间为 1min；透视工作状态下，平均每台手术 DSA 最长出束时间为 20min。

医院储备介入治疗科的辐射工作人员较多，根据《放射诊疗管理规定》，医院拟从原有辐射工作人员中调配 4 名医师、2 名护士和 2 名放射影像技师，共 8 名辐射工作人员参与本项目 DSA 介入手术工作。本项目建成投入使用后，调配的工作人员不再从事其他辐射类工作，对于本项目属新增人员，不存在兼岗。项目运行期间，通过个人剂量监测对人员受照剂量进行检测，一旦出现剂量检测值偏大，及时对人员工作量进行调整，控制人员年受照剂量。

本项目单名医生年最大手术台数不超过 200 台，同室时间为透视模式总时间；单名护士年最大手术台数预计为 600 台，在手术过程中护士承担记录手术情况、传递医疗器械及辅助医生手术的工作，既有同室操作又有隔室操作，同室时间按透视模式总时间的 1/3 考虑；单名技师年最大手术台数预计为 600 台，只需负责隔室操作设备。本项目拟设置的劳动定员及年受照时间见表 9.3-1。

表9.3-1 本项目拟设置的劳动定员及工作制度计划表

工作场所	岗位	人员数量及来源	出束模式	操作方式	平均每台手术曝光时间 (min)	单人最大手术台数 (台)	年受照时间 (h)	工作制度
DSA 机房	医生	调配 4 人	摄影	隔室	1	200	3.3	8h/d、5d/week
			透视	同室	20		66.7	
	护士	调配 2 人	摄影	隔室	1	600	10	
			透视	隔室	2/3×20		133.3	
				同室	1/3×20		66.7	
	技师	调配 2 人	摄影	隔室	1	600	10	
			透视	隔室	20		200	

9.3.5 污染源项描述

X射线装置在辐射场中产生的射线通常分为两类：一类为有用线束，是直接由X射线管出射口发出，经限束装置准直能使受检部位成像的辐射线束；另一类为非有用线束，包括有用线束照射到受检者身体或诊断床等其他物体时产生的散射线和球管源组件防护套泄漏发出的漏射线。

本项目DSA型号未定，参考《辐射防护手册》（第三分册）估算设备距靶1m处辐射剂量率（详见表11）。DSA主要技术参数见下表。

表9.3-2 DSA主要技术参数一览表

设备名称	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	滤过材料及厚度	距靶 1m 处辐射剂量率 (μGy/h)	泄漏率
DSA	未定	125	1000	2.5mmAl	摄影模式: 1.62×10^8 透视模式: 4.05×10^6	0.1%

有用线束能量相对较高，剂量较大，而散射线和漏射线的辐射剂量相对较小。X射线装置在使用过程中产生的主要辐射影响及影响途径如下：

1、正常工况

（1）采取隔室操作，并且在设备安全和防护硬件及措施到位的正常情况下，射线装置机房外的工作人员及公众基本上不会受到 X 射线的照射。

（2）进行介入手术时，机房内进行手术操作的医生和医护人员会受到一定程度的 X 射线外照射。

本项目 DSA 运行时诊断结果在显示屏上观察或采用数字技术打印，不使用胶片摄影，不会产生废显（定）影液、废胶片等感光废物材料。X 射线装置运行时，机房内会有微量臭氧、氮氧化物等有害气体产生。

2、事故工况

（1）DSA 安装调试阶段，可能由于设备参数设置不当、误操作、设备尚未具备正常运行的条件，或者人员未进行恰当的防护造成在场辐射工作人员受到过量照射。

（2）DSA 投入运行后，由于 DSA 设备故障、操作不当、辐射工作人员没有穿戴防护用品等情况下，医生在同室操作时可能受到超剂量的 X 射线照射。

（3）闭门装置出现故障，在屏蔽门没有关闭的情况下出束，或射线装置工作时无关人员打开屏蔽门并误入，对门外人员及误入人员造成误照射。

（4）机房内无关人员未全部撤出机房，控制室人员操作失误启动射线装置，造成人员误照射。

（5）检查或维修状态下，设备维修人员违反操作规程或误操作，造成人员误照射。

表 10 辐射安全与防护

10.1 核素治疗项目辐射防护分区及防护设计方案分析

10.1.1. 辐射防护分区分析

(1) 项目场所分区依据和原则

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防护工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，在辐射工作场所内划出控制区和监督区，在项目运营期间采取分区管理措施。

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求：

控制区：在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散，以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。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：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。

根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中 4.3 的要求：

4.3.1 应按照 GB18871 的要求将核医学工作场所划分出控制区和监督区，并进行相应的管理。

4.3.2 核医学工作场所的控制区主要包括回旋加速器机房、放射性药物合成和分装室、放射性药物贮存室、给药室、给药后候诊室、扫描室、核素治疗病房、给药后患者的专用卫生间、放射性废物暂存库、衰变池等区域。

4.3.3 核医学工作场所的监督区主要包括回旋加速器和显像设备控制室、卫生通过间以及与控制区相连的其他场所或区域。

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。

(2) 项目场所区域划分情况

根据《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）等相关标准对控制区和监督区的定义，结合项

目辐射防护情况，为了便于辐射防护管理和职业照射的控制，将辐射工作场所分为控制区和监督区进行管理，以机房屏蔽墙、观察窗和防护门等屏蔽体为界。各场所分区情况如下：

控制区：将区域内废物间、储源室、分装给药室、甲测室、敷贴室、服药注射室、抢救室、场所内走廊、7间核素治疗病房及其配套卫生间、衰变池（红色区域）划定为控制区；

监督区：将该场所相邻的卫生通过间、淋浴间、普通病房区相邻的走廊及普通双人病房、出口处走廊、场所相邻的墙外 30cm 处、衰变池四周及其上方划分为监督区（黄色区域）。详见图 10.1-2

控制区边界均涉及了辐射防护实体屏蔽，控制区严格限制了进出，只有项目诊疗患者及项目辐射工作人员才可进入。因此能够有效限制除项目诊疗患者及项目辐射工作人员以外的人员进入。监督区设置为控制区四周相邻范围，不采取专门的防护手段，但要定期检查其辐射剂量。

本项目辐射工作场所的分区管理详见图 10.1-1、图 10.1-2。

10.1.2 项目场所辐射屏蔽设计

本次评价的项目的工作场所设计考虑了邻室（含楼上、下）及周围场所的人员防护与安全，墙体、顶棚、门和窗均采取了辐射屏蔽设计。工作场所辐射屏蔽参数详见表 10.1-1。

表 10.1-1 核素治疗场所辐射屏蔽参数

房间名称	设计情况	
自动分装柜	50mmPb	
分装给药室	墙体	200mm 实心砖墙+5mmPb 防护涂料
	顶棚	120mm 混凝土+9mmPb 铅板
	地面	120mm 混凝土+5mmPb 防护涂料
	防护门、窗	5mmPb
废物室、储源室	墙体	200mm 实心砖墙+5mmPb 防护涂料
	顶棚	120mm 混凝土+9mmPb 铅板
	地面	120mm 混凝土+5mmPb 防护涂料
	防护门	5mmPb
甲测、敷贴室、服药注射室	北面墙体	200mm 实心砖墙+5mmPb 防护涂料
	其余面墙体	200mm 实心砖墙
	顶棚	120mm 混凝土+9mmPb 铅板
	地面	120mm 混凝土+5mmPb 防护涂料
	防护门	5mmPb
抢救室	南、东面墙体	200mm 实心砖墙+18mmPb 防护涂料
	其余面墙体	200mm 实心砖墙+14mmPb 防护涂料
	顶棚	120mm 混凝土+9mmPb 铅板
	地面	120mm 混凝土+5mmPb 防护涂料
	防护门	防护门：10mmPb
病房 1	西面墙体	370mm 混凝土墙+16mmPb 防护涂料
	北、东面墙体	370mm 混凝土墙+7mmPb 防护涂料
	南面墙体	200mm 实心砖墙+8mmPb 防护涂料
	顶棚	120mm 混凝土+9mmPb 铅板
	地面	120mm 混凝土+5mmPb 防护涂料
	防护门	防护门：10mmPb
病房 2	西、南面墙体	370mm 混凝土墙+16mmPb 防护涂料
	东面墙体	370mm 混凝土墙+7mmPb 防护涂料
	北面墙体	200mm 实心砖墙+8mmPb 防护涂料

	顶棚	120mm 混凝土+9mmPb 铅板
	地面	120mm 混凝土+5mmPb 防护涂料
	防护门	防护门：10mmPb
病房 3	南面墙体	370mm 混凝土墙+16mmPb 防护涂料
	其余面墙体	370mm 混凝土墙+7mmPb 防护涂料
	顶棚	120mm 混凝土+9mmPb 铅板
	地面	120mm 混凝土+5mmPb 防护涂料
	防护门	防护门：10mmPb
双人病房	南、东面墙体	370mm 混凝土墙+16mmPb 防护涂料
	其余面墙体	370mm 混凝土墙+7mmPb 防护涂料
	顶棚	120mm 混凝土+10mmPb 铅板
	地面	120mm 混凝土+5mmPb 防护涂料
	防护门	防护门：10mmPb
病房 4	东面墙体	370mm 混凝土墙+16mmPb 防护涂料
	西面墙体	200mm 实心砖墙+8mmPb 防护涂料
	其余面墙体	370mm 混凝土墙+7mmPb 防护涂料
	顶棚	120mm 混凝土+9mmPb 铅板
	地面	120mm 混凝土+5mmPb 防护涂料
	防护门	防护门：10mmPb
病房 5	东面墙体	370mm 混凝土墙+16mmPb 防护涂料
	南面墙体	370mm 混凝土墙+7mmPb 防护涂料
	西、北面墙体	200mm 实心砖墙+8mmPb 防护涂料
	顶棚	120mm 混凝土+9mmPb 铅板
	地面	120mm 混凝土+5mmPb 防护涂料
	防护门	防护门：10mmPb
病房 6	东、北面墙体	370mm 混凝土墙+16mmPb 防护涂料
	西、南面墙体	200mm 实心砖墙+8mmPb 防护涂料
	顶棚	200mm 混凝土+12mmPb 铅板
	地面	120mm 混凝土+8mmPb 防护涂料
	防护门	防护门：10mmPb
走廊	北面墙体	200mm 实心砖墙+18mmPb 防护涂料
	顶棚	200mm 混凝土+12mmPb 铅板
	地面	120mm 混凝土+8mmPb 防护涂料
	防护门、传递窗	防护门：10mmPb

污洗间、污物间、清洁间	墙体	200mm 实心砖墙+8mmPb 防护涂料
	顶棚	200mm 混凝土+12mmPb 铅板
	地面	120mm 混凝土+8mmPb 防护涂料
	防护门	防护门：10mmPb
注：场所内使用的实心砖均为混凝土砖，混凝土密度 $\geq 2.35\text{T/m}^3$ ，防护涂料为硫酸钡密度 $\geq 30\text{kg/m}^2$		

核素治疗场所的墙体防护中各墙面做法如下图：

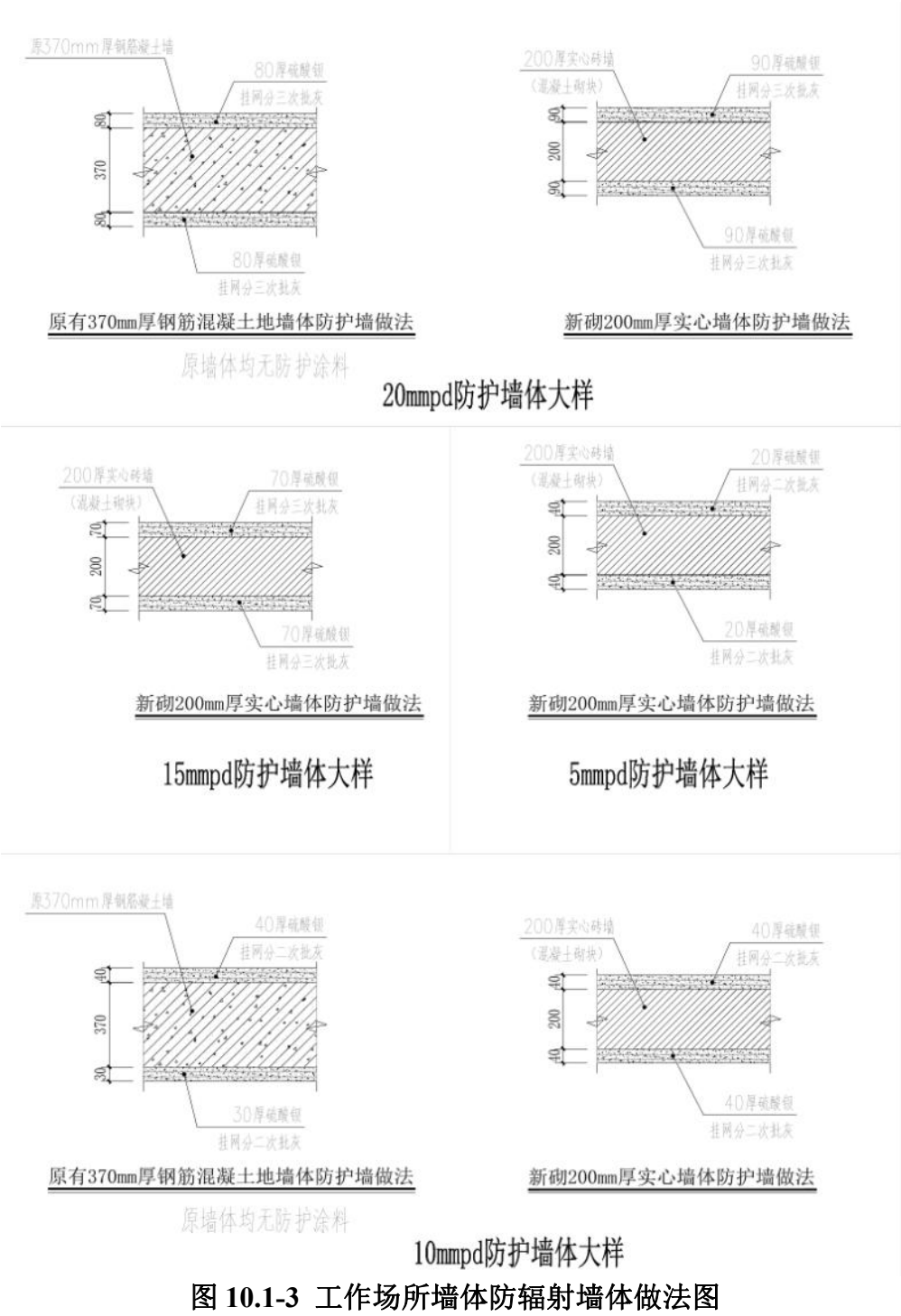


图 10.1-3 工作场所墙体防辐射墙体做法图

10.1.3 项目其他辐射安全措施

(1) 个人辐射防护辅助设施、工作区域其他防护辅助设施

建设单位拟利用场所原有防护用品为本项目辐射工作人员配备相应的个人防护，包括铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜以及铅橡胶手套等（详见表 10.1-2）。在辐射工作中应做好个人的辐射防护，以达到辐射防护的目的。

表 10.1-2 拟配备的相应个人防护用品清单

场所	名称	数量（件）	铅当量	备注
核素治疗场所	铅衣	6	0.5mmPb	原有
	铅围脖	6	0.5mmPb	
	铅围脖	6	0.5mmPb	

建设单位拟配备表面污染监测仪等辐射防护仪器及设备，详细清单见表10.1-3。

表 10.1-3 拟配备的辐射防护设施和辐射监测设备

场所名称	装置名称	数量	设备型号/防护用品铅当量
核素治疗场所	剂量巡测仪	1	RJ32-2106P
	活度计	1	CRC-PC
	表面污染监测仪	1	RJ32-2108
	分装柜	1	/
	自动分装仪	1	/
	气密型服碘防护窗	1	/
	放射性废物桶	8	5mmPb
	区域辐射监测系统	1	/
	铅屏风	2	10mmPb

通过以上分析可知，本次项目拟配备的个人防护用品数量和防护铅当量均满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021) 相关要求，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。

(2) 辐射安全防护措施

a 核素治疗场所内设有核素治疗区域、敷贴室、甲测室，场所区域出入口设置有门禁系统，通过门禁系统管控患者活动范围。

b 核素治疗场所设置了独立的通风系统，分装柜设置有 1 条独立的排风管道，排风效率大于 0.5m/s，场所内各病房设置 1 条主排风管道收集各病房产生的放射性废气，场所内其余功能房间设置 1 排风管道，气流由低活度流向高活度，场所设置

的排风管道汇集至场所西北面的通风井处，统一向上走至住院楼天面排放口，高于建筑物屋脊，高于周边建筑，排放口处设置活性炭过滤装置及防潮、防堵、防雨设施，放射性废气经活性炭过滤装置过滤后排放。核素治疗区域内设置的自动分装柜接入通风系统，分装柜顶部同样也配备有过滤装置，排风过滤采用活性炭吸附装置，由建设单位安排维护人员按照过滤器厂家要求标准每三个月进行一次检测，若不达标则进行更换。

c 核素治疗区域内各治疗病房均设专用卫生间，厕所内张贴患者冲厕所和洗手的提示，医院拟通过宣教及温度控制等，进一步减少患者的放射性废液产生，场所配套建设 2 个衰变池（1 个原有衰变池、1 个新建衰变池）处理治疗场所产生的放射性废水。

d 给药室内设置自动给药机，供应商将药物配送至分装给药室后直接装入给药机，通过自动给药系统装配药物，工作人员在给药室内通过监控设施指导服药区内的患者服药，通过监控系统工作人员能够全方位清楚的观察给药、服药全过程。

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

f 病房场区设置专用的污洗间、清洁间，配备专用的保洁用品。

g 放射性固体废弃物：场所内各房间均设置有铅垃圾桶，用于收集患者住院期间产生的垃圾，病房区域内设置有污物间，用于暂存各房间产生的放射性固体废弃物。

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

10.1.4 本项目与标准的相符性分析

核素治疗场所设置情况与《核医学放射防护要求》(GBZ 120-2020)及《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)要求的对比情况

表10.1-4 本项目拟建场所与HJ1188-2021、GBZ 120-2020标准要求的符合性分析

项目场所设计情况		与标准的符合性分析
辐射工作分区	项目根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)等相关标准对控制区和监督区的定义,结合项目辐射防护情况,为了便于辐射防护管理和职业照射的控制,对场所进行分区管理,详细分区情况详见报告内10.1.1以及图10.1-1、图10.1-2。 建设单位拟在场所控制区、监督区入口处设置区域标志。	本评价项目场所分区设计符合HJ1188-2021中4.3.1~4.3.4及GBZ120-2020中5.1.4、5.2.6的相关要求。
选址	本项目场所为原场所改造,建设位置位于住院楼负一层中部原核医学科工作场所,楼上为大厅、住院登记处、室外公共区域,北面、东面为走廊,西面为楼梯间及核医学科办公区及候诊区,南面为负一层地下停车场等。 医院另一个乙级非密封放射性物质工作场所(核医学影像中心)也设置于住院楼负一层,本次场所属于集中设置,场址不邻接医院产科、儿科、食堂等部门,远离人群稠密区域,出口外为负一层停车场,远离人员稠密区域满足要求。 项目排放口位于住院楼大楼天面高于建筑物屋脊,排放口所在大楼高于周边楼层,满足要求。	本评价项目选址符合HJ1188-2021中5.1.1~5.1.3及GBZ120-2020中5.1.1的相关要求。
布局	本项目场所为原场所改造,建设位置位于住院楼负一层中部原核医学科工作场所,改造完成后仍为一个独立的场所设置。 场所设置的功能用房有:卫生通过间(含淋浴)、分装给药室、废物间、储源间、甲测室、敷贴室、注射服药区、抢救室、污物间、清洁间、污洗间、6间单人病房及1间双人病房(含独立卫生间),服药区与甲测、敷贴区域有防护门分离,且靠近治疗病房,场所内出口处拟设置相应的辐射监测设备,患者在出院前进行检测,符合出院标准后方可出院。控制区外设置有核医学科办公区域(含值班室等)。 场所控制区内各房间墙面、顶棚、地面、门、窗均拟做辐射防护屏蔽。控制区出入口	场所布局符合HJ1188-2021中5.2.1~5.2.3及GBZ120-2020中5.1.2、5.1.3、5.1.5、5.1.6的相关要求。

	均设置有门禁装置，6间单人病房及1间双人病房（含独立卫生间，双人病房配备铅屏风），避免患者随意流动，场所内配备有抢救间。分装给药室入口处设置了卫生通过间，并设置有淋浴室，拟配备监测设备，便于监测。 场所设置了工作人员路径，放射性药物运送路径，病人路径，放射性废物转运路径、清洁人员路径等；病人服药时间统一安排，清洁人员于无开展病人治疗时进入场所进行清洁，错峰开展工作，确保人员不存在交叉，场所内设置有放射性废物储存间，集中出来放射性固体废弃物，在无治疗病人时定时对其进行清理运送。 场所控制区均有辐射屏蔽措施、门禁措施，能够保证除工作人员外，无关人员无法进入。	
工作场所的辐射安全与防护	本项目场所辐射防护已按最大放射性活度、最长时间和最短距离进行设计。设计时充分考虑了四周相邻区域环境及上下层情况，采取保守设计。场所内设置有通风橱、分装柜，场所辐射屏蔽措施详见表10.1-1。 根据表11中的预测可知，以上场所防护墙体外30cm处的剂量率均能满足$2.5\mu\text{Sv/h}$，分装柜、服药窗等设备外表面30cm处人员操作位的周围剂量当量率均能满足小于$2.5\mu\text{Sv/h}$的相关要求。 场所内设置有单独的污物间，且房间设置了适当的屏蔽。场所内使用的放射性废物收集桶均采用铅废物桶，有相应的屏蔽。	场所的辐射安全与防护符合HJ1188-2021中5.3.1、6.1.1、6.1.2、6.1.5~6.1.8及GBZ120-2020中5.1.7、6.2.9的相关要求
场所安全措施要求	场所内配备有自动分装柜，工作人员拟通过远程指导病人服药；场所内设置有6间单人病房及1间双人病房（含独立卫生间，双人病房配备铅屏风），均做好辐射防护屏蔽措施，配套有独立卫生间，减少人员流动，避免人员交叉污染。场所控制区出入口均设置有门禁装置，场所内出口处拟设置相应的辐射监测设备，患者在出院前进行检测，符合出院标准后方可出院。分装给药室出入口处设置了卫生通过间，并设置有淋浴间，拟配备辐射监测设备，便于监测。 本次敷贴治疗项目工作人员于分装给药室通风橱内进行敷贴器制作，于敷贴室内开展敷贴治疗，治疗时按治疗情况对病人的正常组织采取个人防护用品穿戴等防护措施，治疗室内治疗可防止敷贴源被带离治疗场所。治疗完毕后，工作人员将敷贴器带回制作室内存放。 场所内配备有储源防护保险箱、放射性废物桶等，并拟在表面张贴电离辐射标志。	场所的安全措施符合HJ1188-2021中6.2.1~6.2.5、6.2.7及GBZ120-2020中5.2.1、5.2.2、5.2.4、5.2.6、5.2.9、6.2.6、6.2.12的相关要求。

	建设单位拟建设放射性物质登记台账，记录药物生产、使用量及药物流向情况；拟为辐射工作人员配备有相应辐射防护用品（0.5mmPb），场所配备有表面沾污仪、剂量巡测仪等，可定期对贮存容器或保险箱进行辐射水平监测。人员离开药物制备场所时需进行表污监测，确保无污染带出场所。	
密闭和通风要求	场所内治疗病房门有封闭措施，房间内无窗。场所设置有独立的通风管道，通风橱、分装柜各设置有1条独立的排风管道，排风效率大于0.5m/s，场所内各病房设置1条主排风管道收集各病房产生的放射性废气，场所内其余功能房间设置1排风管道，气流由低活度流向高活度，且设置止回阀，确保不会造成放射性气体交叉污染。管道汇集至西北面处，接入核医学主排放管道。 核医学科专用的排放口位于住院楼楼天面位置，排放口高于建筑物屋脊，高于周边建筑，排放口处设置活性炭过滤装置及防潮、防堵、防雨设施，放射性废气经活性炭过滤装置过滤后排放，活性炭过滤装置按照过滤器厂家要求标准每三个月进行一次检测，若不达标则进行更换。	场所密闭和通风要求符合HJ1188-2021中6.3.1、6.3.4及GBZ120-2020中5.2.3的相关要求。
个人防护用品、辅助用品及去污用品配备	本项目为辐射工作人员配备有相应辐射防护用品（0.5mmPb），配备有表面沾污仪、剂量巡测仪。 本项目配备有自动分装柜、通风橱、铅屏风、配备有注射器防护套、放射性废物桶等。	场所个人防护用品、辅助用品及去污用品配备符合GBZ120-2020中6.1.1、6.1.2的相关要求。
综上所述可知，本项目场所按相关标准要求进行了设计，辐射防护措施符合《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）及《核医学放射防护要求》(GBZ 120-2020)的相关要求。		

10.1.5 三废的治理

(1) 放射性废液处理

1、放射性废液收集

本项目场所拟开展核素治疗、敷贴治疗、甲测；产生的需要外排的液态污染物为服药后患者的排泄物、清洗废液等。污染物中主要含有放射性核素 ^{131}I 、 ^{177}Lu 。

该场所内的核素治疗病房均设计了独立的专用厕所及独立的排水管道，重新敷设废水接入管道，利用本次改造完成后的 4 级衰变池（容量约 175m^3 ）处理改造完成后核素治疗场所控制区内病房所产生的排泄物类放射性废水；并新增建设 1 个 3 级衰变池，容量约为 120m^3 ，用于对改造后核素治疗场所控制区内病房洗手池、地漏等患者产生的清洁用放射性水进行储存衰变。

场所改造后，北面用药前的住院病房（普通病房）所产生的普通污物不进入衰变池。该场所放射性废水管道走向图详见图 10.1-4。

2、放射性废液贮存

本次拟将原有的 1 套 76m^3 三级串联衰变池进行改造，打通后成为一个 76m^3 衰变池接入原有 99m^3 三级并联衰变池，行程一个四级并联衰变池，容量为 175m^3 。

衰变池采用 4 级并联式的设计方式，由 4 个小池并联组成，1 个有效容积约为 76m^3 的小池，3 个有效容积均约为 33m^3 的小池，总有效容积约为 175m^3 。通过电磁阀控制各个小池的进水和排水，实现当废水排入一个小池时，另外所有小池是封闭的。即首先向第一个池排入废水，当池内水位到达设计的有效水位时，第一个池的注水电磁阀关闭，而开启第二个池的注水电磁阀，以此类推，4 个池循环注水。通过这种方式，在一个小池注满封闭开始，直到这个池要排空，共历时注满另外 2 个池的时间，从而保证放射性废水能够在衰变池中充分的停留衰变。

新建 1 套衰变池，采用 3 级并联式的设计方式，由 3 个小池（每个衰变池 40m^3 ）并联组成，总有效容积约为 120m^3 。

新建衰变池拟在前端设置 2 个沉淀池（一备一用），拟在衰变池上方设置检修便于检修，拟在排放处设置一个采样检测口便于日常检测采样。衰变池设置于负二楼现有核医学影像中心配套衰变池旁，四周为停车场，衰变池建设完成后拟在四周建设彩钢隔档，并装门上锁，确保无关人员无法进入衰变池区域。

衰变池内的沉渣池内设置有自动搅匀排污泵；沉渣池内的搅匀泵作用为搅匀打碎

前期排入的粪便等物质，使放射性废水更易排入衰变池，防止排水管道堵塞。

建设单位拟将场所内患者产生的排泄物类放射性废水，利用改造的 4 级衰变池（175m³）进行储存衰变；拟利用新建的 3 级衰变池（120m³）用于对洗手池、地漏等患者产生的清洁用放射性水进行储存衰变。

3、放射性废液排放

本项目场所使用的 2 套衰变池，均设置为各小池循环注水的方式，延长放射性废水在衰变池中停留的时间。确保排放时废水的放射性活度浓度不大于 10Bq/L。废水排放分析详见 11.2-6。

4、衰变池合理性分析

（1）衰变池选址合理性分析

改造衰变池位置不变，只将原衰变池打通后做个一个池接入原有衰变池行程 4 级衰变池使用，新建衰变池设置于负二楼现有核医学影像中心配套衰变池旁，四周为停车场，衰变池上方为本项目核素治疗病房区域，下方为土层，远离办公、公众聚集场所，衰变池建设完成后拟在衰变池外四周建设隔档，并装门上锁，确保无关人员无法进入衰变池区域。新建衰变池位置详见图 10.1-4。

（2）衰变池防护安全合理性分析

衰变池六面用钢筋混凝土浇筑，四周均做了防水、防渗漏设计，拟在衰变池前端设置 2 个沉渣池（一备一用），在衰变池上方设置检修、采样井，便于检修采样检测，井盖采用 6mmPb 防护井盖。衰变池四周为停车场，衰变池建设完成后拟在四周建设隔档，并装门上锁，确保无关人员无法进入衰变池区域。新建衰变池布设平面图及剖面图详见图 10.1-4、图 10.1-6、图 10.1-7。

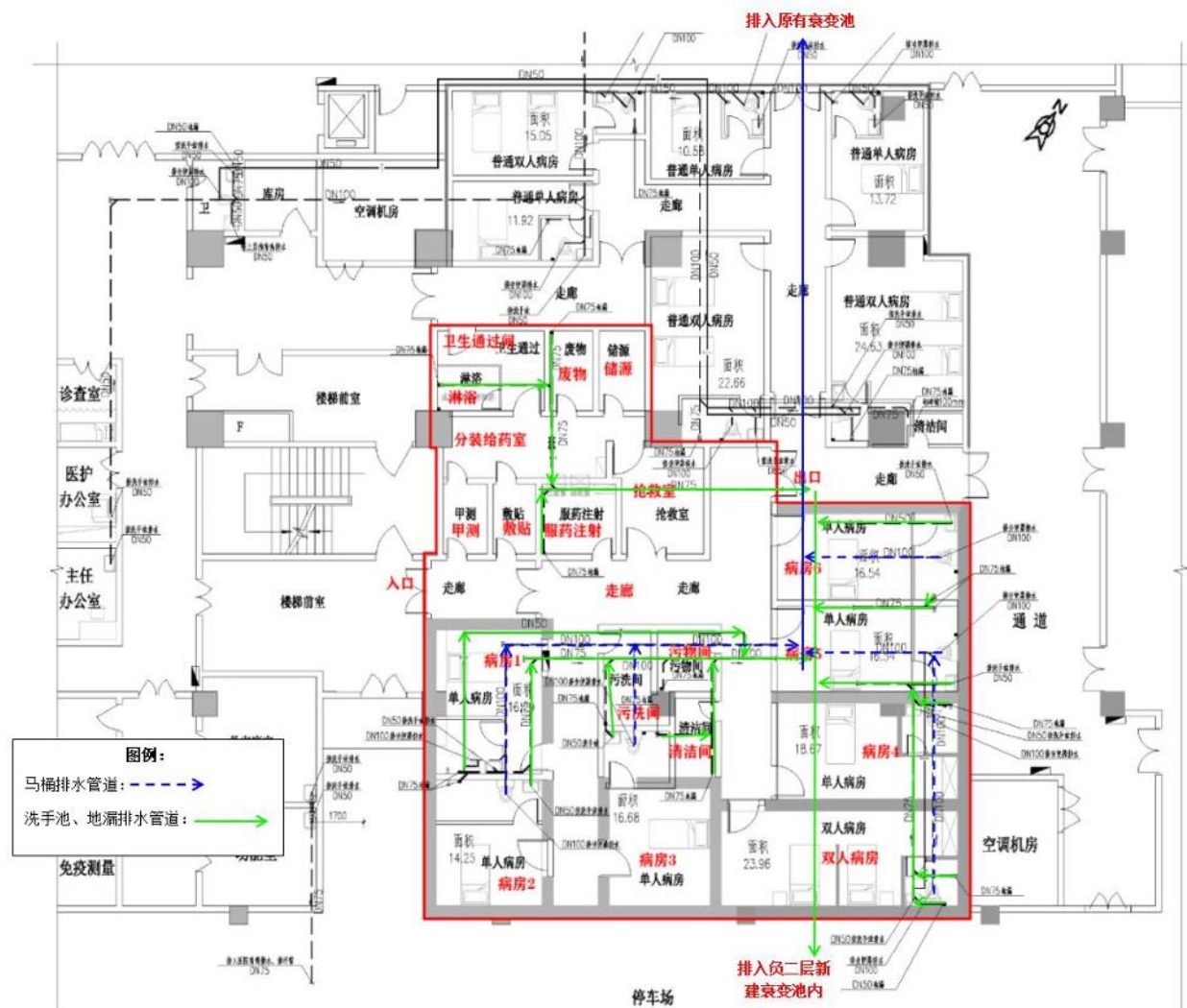


图 10.1-5 核素治疗场所内放射性废水流向图（放射性废水管道为埋地敷设）

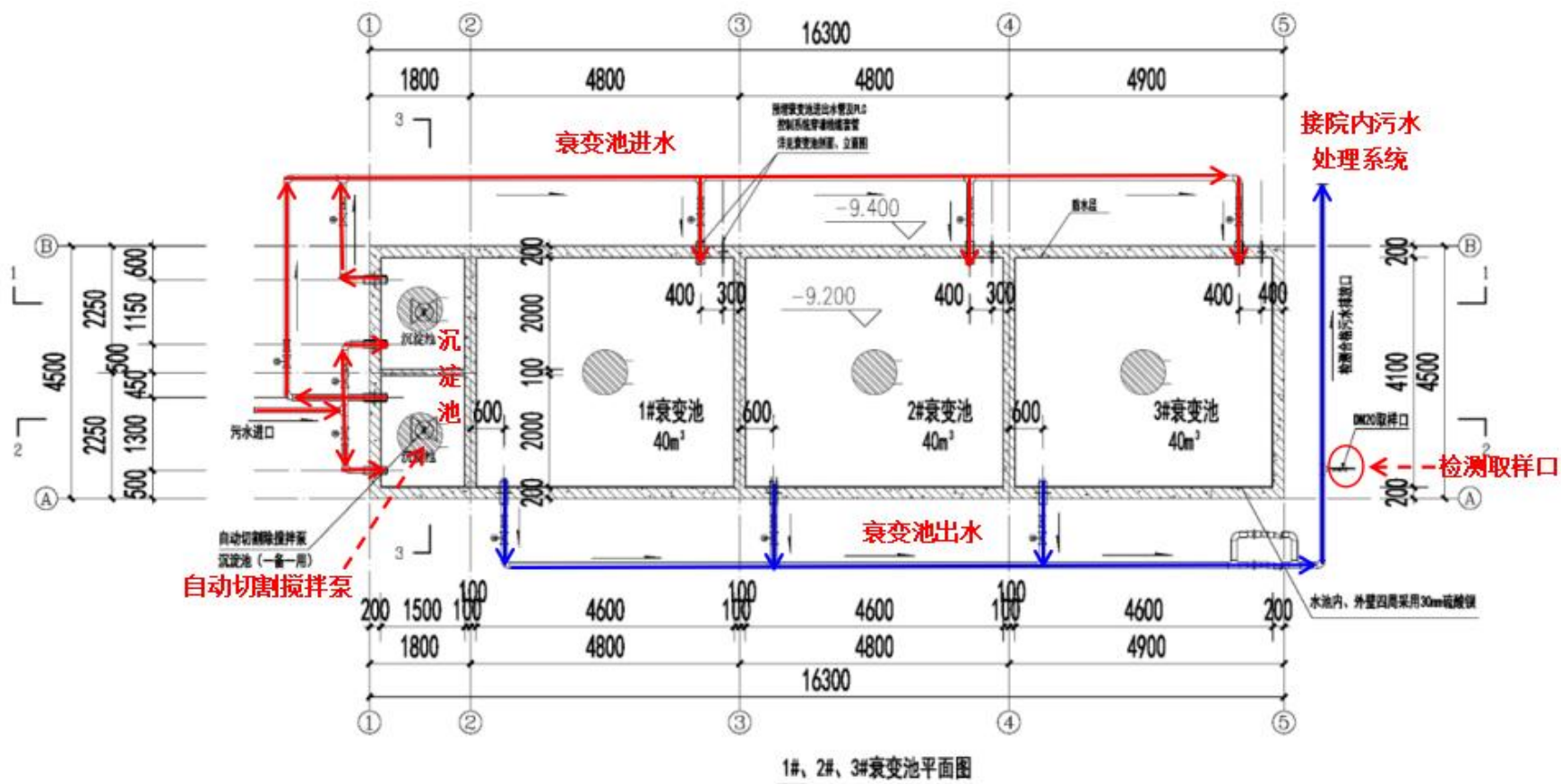


图 10.1-6 核素治疗场所新建衰变池平面图

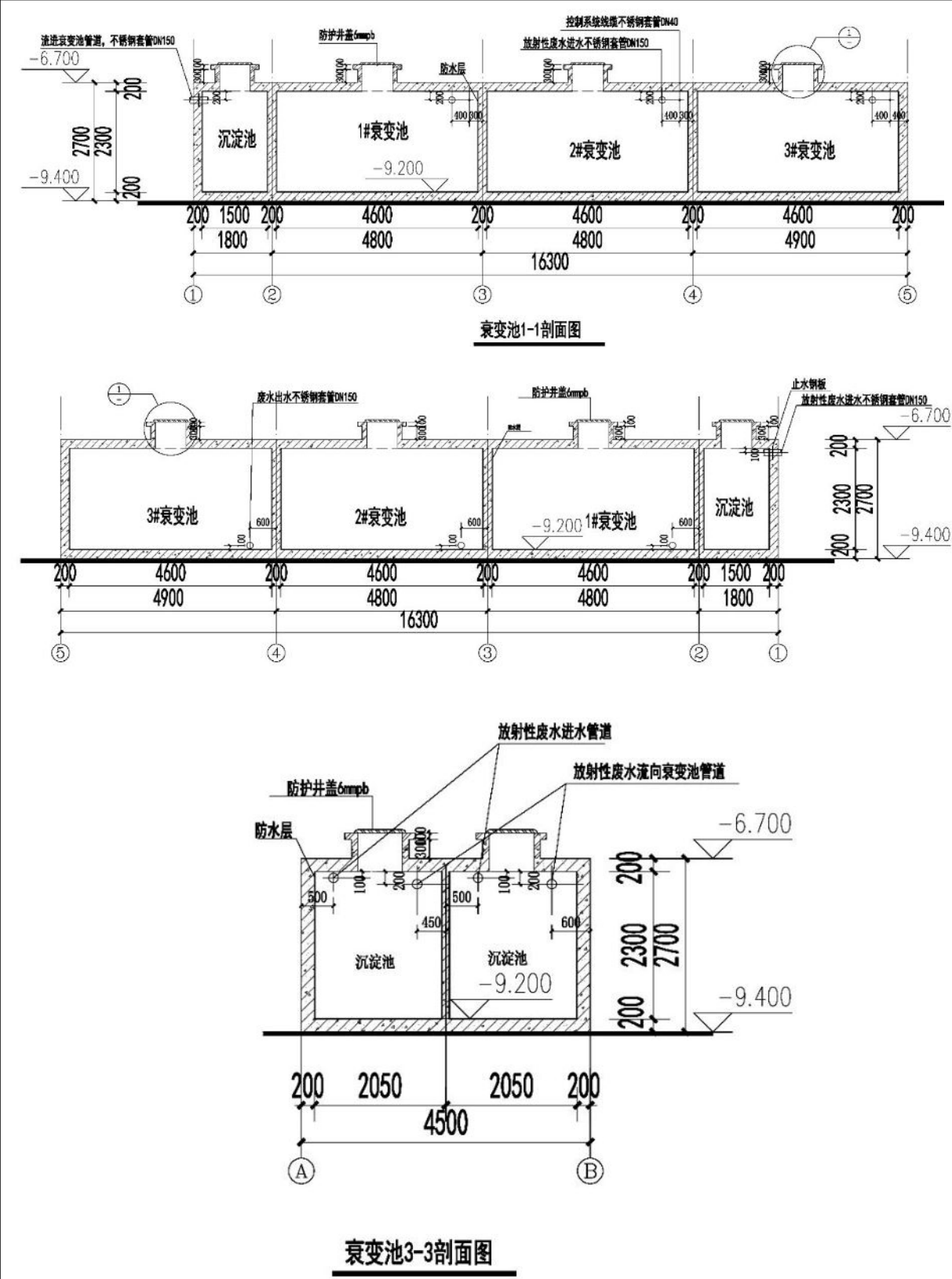


图 10.1-7 核素治疗场所新建衰变池剖面图

(2) 气态放射性废物的管理

场所内设置3条主排风管道，1条用于收集7间住院病房及其卫生间产生的放射性废气（高活度），1条为分装给药室中分装柜、通风橱的专用管道，1条用于收集分装给药室、卫生通过间、废物间、储源室、甲测室、敷贴室、注射服药室、抢救室、走廊的放射性废气。通风管均设置有止回阀，确保不会造成放射性气体交叉污染。

放射性废气统一汇集至西北面电梯旁的通风井处，管道垂直向上到达住院楼天面的排放口进行排放，高于本建筑物屋脊。

场所配备的分装柜顶设置有过滤装置，排放口处设置有活性炭吸附装置。通风设计图详见图10.1-8。

气态放射性废物排放口

项目气态放射性废物排放口设置于住院楼大楼，排放口所在大楼高于周边建筑物。排放口位置详见图1.5-2。

排放口设置了活性炭吸附装置，日常维护由建设单位安排维护人员按照过滤器厂家要求标准每三个月进行一次检测，若不达标则进行更换。

综上所述，本项目所有场所的放射性废气均通过专用放射性排风管道引至大楼屋脊外排，符合《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）及《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中的相关要求。

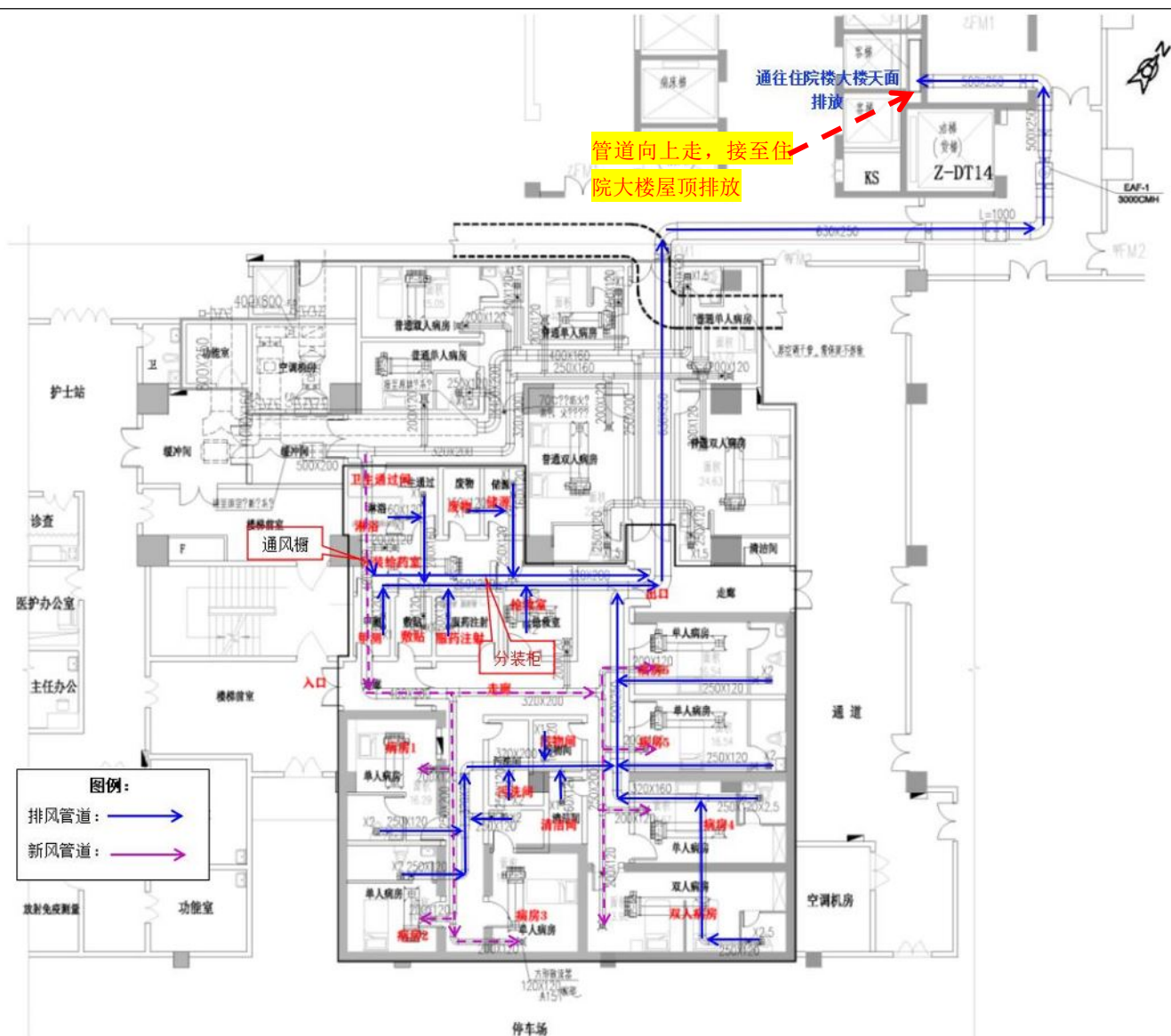


图10.1-8 核素治疗工作场所通风管道设计图

(3) 放射性固体废物

①固体放射性废物收集

本项目所有场所内均配备有放置不同半衰期放射性固体废弃物的专用废弃物铅桶，桶内放置有专用塑料袋直接收纳废物。

场所中包含的注射器和碎玻璃器皿等含尖刺及棱角的放射性废物，先装入硬纸盒或其他包装材料中，然后再装入塑料袋内。

场所内核素操作区域产生的放射性固体废弃物每日工作结束后进行收集转运，放置于操作区域内的废物间内进行贮存。

场所内各治疗病房产生的放射性固体废弃物于每次患者出院后统一进行收集转送至治疗区域内设置的污物间中进行贮存。

②固体放射性废物贮存

场所产生的放射性固体废物主要有使用后的注射器、口服杯、一次性手套、吸水纸、口罩、吊瓶、针头、空药瓶、放射性污染的物品等；

场所内核素操作区域产生的注射器、口服杯、一次性手套、吸水纸、口罩、吊瓶、针头、空药瓶等放射性污染物品每日工作结束后进行收集转运，放置于操作区域内的废物间内进行贮存。

场所内各治疗病房产生的放射性生活垃圾，每次患者出院后清洁人员统一收集各房间内废物铅桶中的放射性固体废弃物转入塑料袋中，外贴日期、核素、所含核素名称标签，转入场所的污物间内。拟设置放射性废物登记管理台账。

③固体放射性废物处理

根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中 7.2.3.1 中要求，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 $0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$ 、 β 表面污染小于 $0.8\text{Bq}/\text{m}^2$ 的，可对废物清洁解控并作为医疗废物处理：

根据上文，表 9.3-1 中各放射性核素的半衰期可知，本项目使用放射性核素半衰期均大于 24 小时，其中 ^{89}Sr 的半衰期最长，为 50.53d， ^{32}P 及 ^{223}Ra 半衰期较为接近， ^{131}I 及 ^{177}Lu 半衰期较为接近。

根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）要求，建设单位拟将含 ^{89}Sr 的放射性固体废物单独进行收集贮存，存放时间为超过该核素最长半衰期的 10 倍。

拟将含 ^{32}P 及 ^{223}Ra 的放射性固体废物统一收集贮存，贮存时间为半衰期较长的 ^{32}P 半衰期的 10 倍。

^{131}I 及 ^{177}Lu 半衰期较为接近，且均为病房内治疗使用核素，其产生的放射性固体废物经统一收集后暂存超过 180 天。

以上含放射性核素的固体废物贮存超过规定时间后，经检测后， α 表面污染小于 $0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$ 、 β 表面污染小于 $0.8\text{Bq}/\text{m}^2$ 的废弃物可清洁解控作为普通医疗废物处理。

10.1.6 部分场所退役及拆除过程中拟采取的辐射防护

1、在场所退役前，医院委托有资质的单位对核医学科场所进行了源项调查和现状监测。场所内各检测结果均满足清洁解控水平，方可对场所进行拆除改建；

2、场所退役过程中，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，直至问题解决。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-y 辐射剂量率仪进行实时检测，发现异常立即停止工作。

由于场所使用时间较长，管道内可能仍有存在残存污染物，在拆除等过程中仍有产生污染微尘的可能性；因此，对于通风柜、管道等需要拆卸切割的操作过程，工作人员应做好防护，切割、拆卸后的部件监测前放置于铺设的塑料膜上，防止有污染微尘存在，对环境造成污染。

3、场所拆除完毕后，应委托有资质的单位对场所进行污染情况检测。

10.1.7 衰变池改造拆除过程中拟采取的辐射防护

1、衰变池在进行改造前，需按要求将残留放射性废液进行衰变排放，排空后对池内进行相应检测，池内各检测结果均满足清洁解控水平后方可对衰变池进行改造工作。

2、衰变池内检测改造过程中，处理池内残余放射性废物过程中，工作人员需穿戴辐射防护用品（防护用具、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，立即停止处理工作，直至问题解决。池内若有残余污染底泥/放射性废物，需统一收集至指定铅桶内进行存放。

3、待衰变池内检测结果达到清洁解控水平后方可进行改造。

10.2 介入手术室项目辐射防护分区及防护设计方案分析

10.2.1 辐射防护分区管理

(1) 分区依据和原则

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防护工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，在辐射工作场所内划出控制区和监督区，在项目运营期间采取分区管理措施。

控制区：在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散，以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。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：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。在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌，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。

(2) 本项目分区管理情况

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），“注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价”，结合项目辐射防护情况，将 DSA 机房内部区域划为控制区，将与 DSA 机房相邻的电子柜室、清洁室、控制室，机房北侧、东侧、南侧、西侧部分墙外 30cm 处区域划为监督区。本项目辐射工作场所分区情况见图 10-2，红色区域为控制区，黄色区域为监督区。

控制区通过实体屏蔽措施、警示标志等进行控制管理，在射线装置使用时，除进行介入手术的医护人员和患者进入机房的情况外，禁止其他人员进入；在监督区入口处的适当位置设立表明监督区的标牌或地面警示线，建设单位需定期对监督区进行监测、检查，如果发现异常应立即进行整改或调整监督区边界，满足标准要求后方可继续使用射线装置。

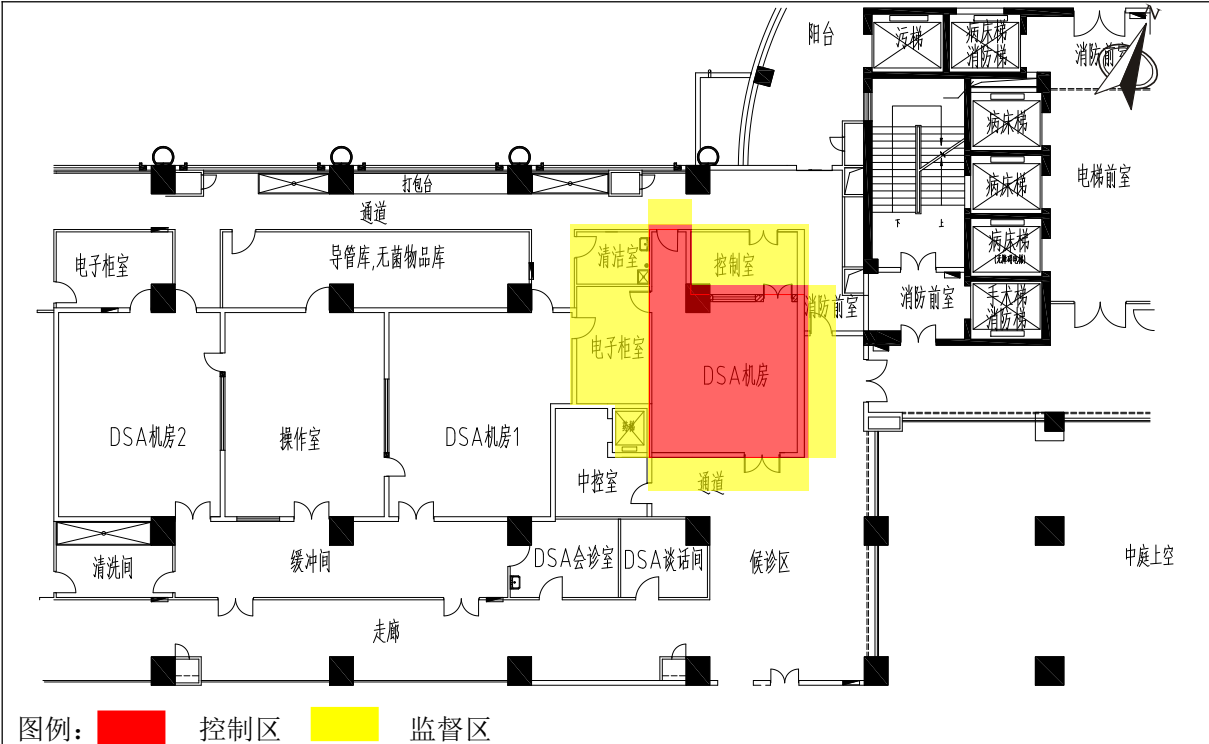


图10.2-1 DSA机房平面布局及分区管理图

10.2.2 工作场所布局合理性分析

本项目拟建 DSA 机房位于住院部 2 层介入治疗中心，拟建 DSA 机房相邻区域设有控制室、电子柜室、清洁室等辅助用房；观察窗设置于机房北侧墙体，能有效观察机房内患者情况及患者防护门开闭情况；患者路线、工作人员路线、污物转移路线相对独立，配合辐射安全管理措施能够有效避免产生交叉。本项目新增 DSA 设备有用线束方向垂直向上，有用线束不会直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。因此 DSA 机房布局相对合理。机房相邻区域布局情况见表 10.2-1。拟建 DSA 机房平面布置图见图 10.2-1。

表10.2-1 辐射工作场所周边布局一览表

拟建辐射工作场所	方位	场所名称
DSA 机房	东侧	消防前室、通道
	南侧	通道、候诊区
	西侧	清洁室、电子柜室（设备间）、中控室、药梯
	北侧	控制室、通道
	正上方	作业治疗室、康复工程室、走廊、诊室、接待站、候诊区
	正下方	空调机房、休息等待区、走廊

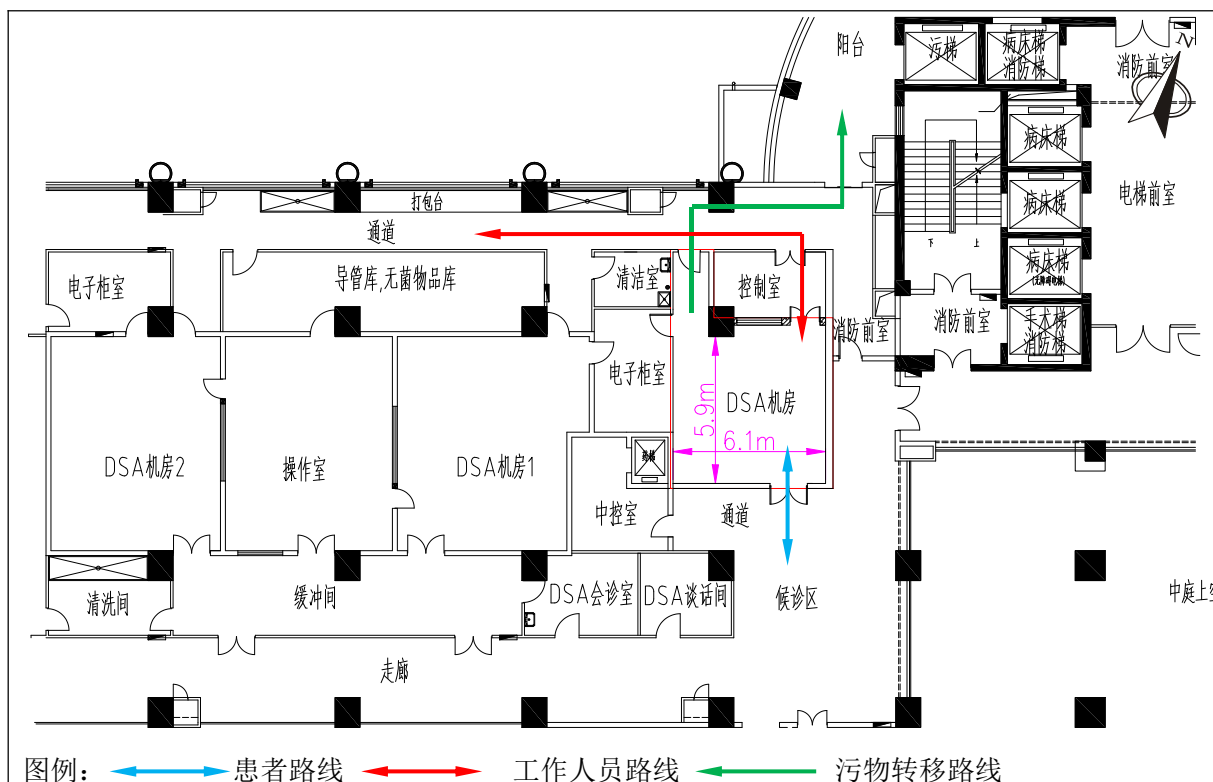


图10.2-2 拟建DSA机房平面布置图

拟建 DSA 机房布局与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）对照分析见表 10.2-2。

表10.2-2 机房布局设置与标准对照分析

项目	《放射诊断放射防护要求》 （GBZ130-2020）要求	设置情况	是否满足要求
机房布局	6.1.1 应合理设置 X 射线设备、机房的门、窗和管线口位置，应尽量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位	本项目新增使用的 DSA 设备有用线束垂直向上，DSA 设备的有用线束不会直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位	满足
	6.1.2 X 射线设备机房（照射室）的设置应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全	DSA 机房各侧屏蔽体均采取了相应的屏蔽防护措施，考虑了邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全	满足
	6.1.3 每台固定使用的 X 射线设备应设有单独的机房，机房应满足使用设备的布局要求	本项目拟新增使用的 DSA 设有单独机房，机房最小有效使用面积及最小单边长均满足设备的布局要求	满足
机房尺寸	6.1.5 最小有效使用面积不小于 30m ² ，最小单边长不小于 4.5m	有效使用面积：5.9m×6.1m=35.99m ²	满足

经对照分析可知，拟建 DSA 机房的设置满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）平面布局的要求，采取了防辐射的屏蔽措施，能够满足放射诊断需求，并且充分考虑了相邻场所的防护安全，因此，本项目工作场所布局合理。

10.2.3 机房辐射屏蔽设计

根据《放射诊断放射防护要求》中对 X 射线机房屏蔽、防护设计的技术要求，对本评价项目屏蔽措施进行对照分析，结果见表 10.2-4。

参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 的 C.1.2 中（式 C.1）及（式 C.2）进行等效铅当量厚度的计算。

$$B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha \gamma X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\gamma}} \quad (\text{式 10-1})$$

式中：

B ——给定不同屏蔽物质厚度的屏蔽透射因子；

α ——不同屏蔽物质对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

β ——不同屏蔽物质对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

γ ——不同屏蔽物质对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

X ——不同屏蔽物质厚度。

$$X = \frac{1}{\alpha \gamma} \ln \left(\frac{B^{-\gamma} + \frac{\beta}{\alpha}}{1 + \frac{\beta}{\alpha}} \right) \quad (\text{式 10-2})$$

式中：

X ——不同屏蔽物质的铅当量厚度；

α ——不同屏蔽物质对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

β ——不同屏蔽物质对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

γ ——不同屏蔽物质对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

B ——给定铅厚度的屏蔽透射因子。

表10.2-3 铅、砖、混凝土对射线装置管电压的X射线辐射衰减的有关的拟合参数

管电压 (kV)	铅			砖			混凝土		
	α	β	γ	α	β	γ	α	β	γ
125（有用 线束）	2.219	7.923	0.5386	0.02870	0.06700	1.346	0.03502	0.07113	0.6974

保守考虑所有屏蔽体铅当量厚度均按照表 10.2-3 主线束的拟合参数进行计算。

本项目 DSA 机房顶棚、地板为 100mm 混凝土，混凝土密度取 2.35g/cm³。根据式（10-1），计算得 100mm 混凝土屏蔽透射因子 B 为 6.70×10^{-3} ，将 B 代入（式 10-2），得 100mm 混凝土折算为 1.2mmPb。

本项目部分东墙、部分北墙为 300mm 实心砖，部分西墙为 120mm 实心砖，其余四周墙体为 200mm 实心砖。实心砖密度取 1.65g/cm^3 ，根据式(10-1)，计算得：300mm 实心砖屏蔽透射因子 B 为 7.45×10^{-5} ，折算为 3mmPb；120mm 实心砖屏蔽透射因子 B 为 1.31×10^{-2} ，折算为 0.9mmPb，200mm 实心砖屏蔽透射因子 B 为 1.31×10^{-3} ，折算为 1.8mmPb。

本项目拟使用的硫酸钡水泥密度不低于 2.79g/cm^3 ，参考《放射防护实用手册》（主编赵兰才、张丹枫）P105，保守按管电压为 120kV 取值，19mm 硫酸钡水泥（密度为 2.79g/cm^3 ）等效为 2mmPb。因此，30mm 硫酸钡水泥保守折算为 3mmPb，20mm 硫酸钡水泥保守折算为 2mmPb。

表10.2-4 本项目辐射工作场所拟采取屏蔽防护措施分析

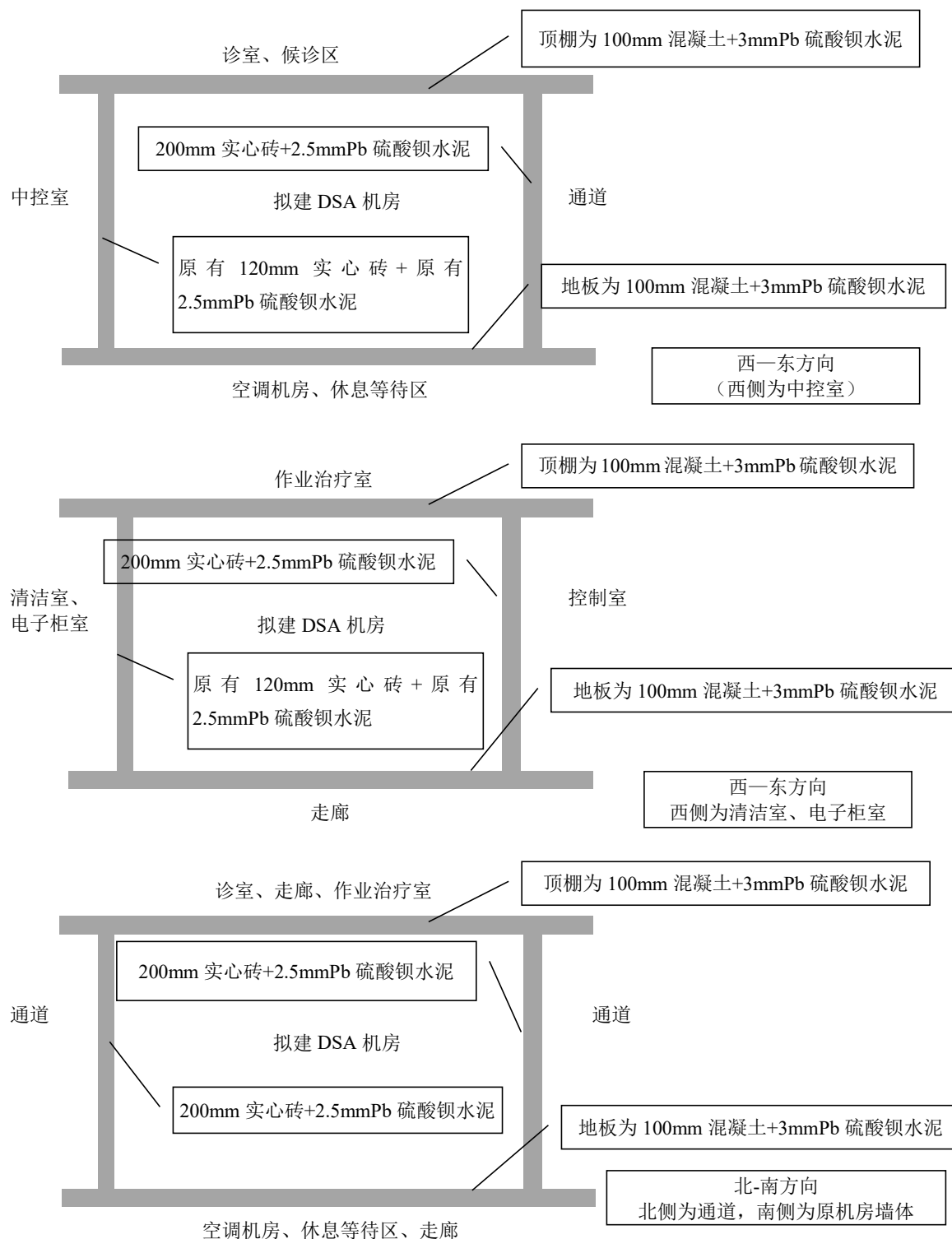
机房名称	屏蔽体	屏蔽防护设计厚度	总铅当量 (mmPb)	标准要求 (mmPb)	是否符合要求
DSA 机房	东墙（通道西侧）、 北墙（控制室南侧）	新砌 300mm 实心砖+新批荡 2mmPb 硫酸钡水泥	5	≥2.0	符合
	南墙（外扩部分）	新砌 200mm 实心砖 +新批荡 2mmPb 硫酸钡水泥	3.8		符合
	西墙（清洁室、中控 室东侧）	原有 120mm 实心砖 +原有 2.5mmPb 硫酸钡水泥	3.4		符合
	其余四周墙体	原有 200mm 实心砖 +原有 2.5mmPb 硫酸钡水泥	4.3		符合
	顶棚（原机房部分）	原有 100mm 混凝土+原有 2mmPb 硫酸钡水泥+新批荡 1mmPb 硫酸钡水泥	4.2		符合
	顶棚（原通道顶棚）	原有 100mm 混凝土+新批荡 3mmPb 硫酸钡水泥	4.2		符合
	地板	原有 100mm 混凝土+新批荡 3mmPb 硫酸钡水泥	4.2		符合
	观察窗	4mmPb 铅玻璃	4		符合
	防护门	内衬 4mmPb 铅板	4		符合
注：实心砖密度不小于 1.65g/cm³；混凝土密度不小于 2.35g/cm³；硫酸钡水泥密度不小于 2.79g/cm³。					

本项目拟建 DSA 机房的四面墙体、顶棚、地板、防护门以及观察窗采取了辐射屏蔽措施，充分考虑了邻室（含楼上、楼下）及周围场所的人员防护与安全，且屏蔽厚度符合标准要求，从 X 射线放射诊断场所的屏蔽方面考虑，本项目拟建 DSA 机房的屏蔽措施设计满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）相关屏蔽措施的技术要求。

10.2.4 机房墙体和顶棚屏蔽体结构及材料示意说明

(1) 机房剖面图

为更直观地了解本项目机房结构及上层关系，本报告给出了以西-东、北-南方向为轴线的机房剖面图，见图 10.2-3。



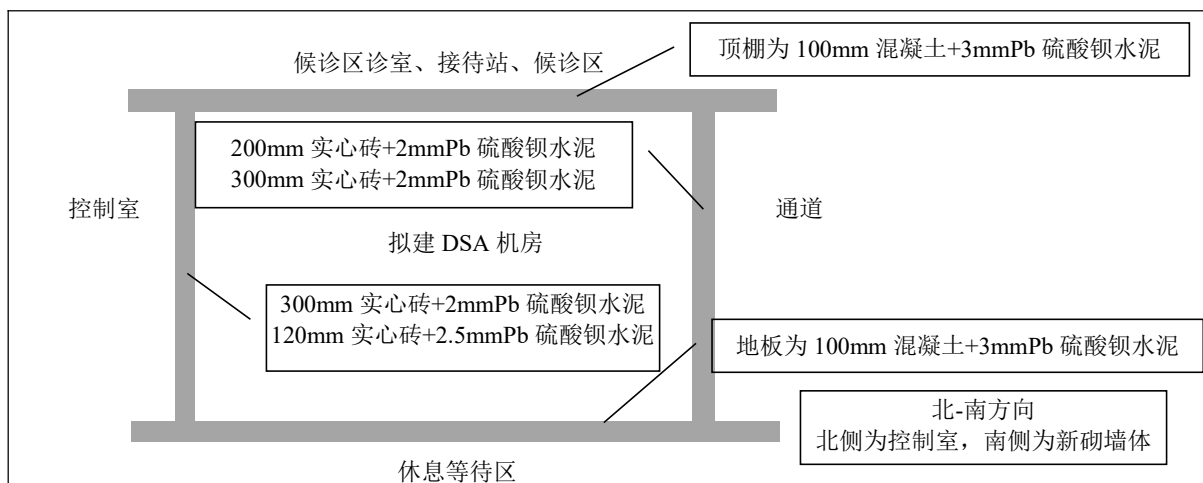


图10.2-3 本项目拟建DSA机房剖面示意图

(2) 屏蔽防护方案及屏蔽材料说明

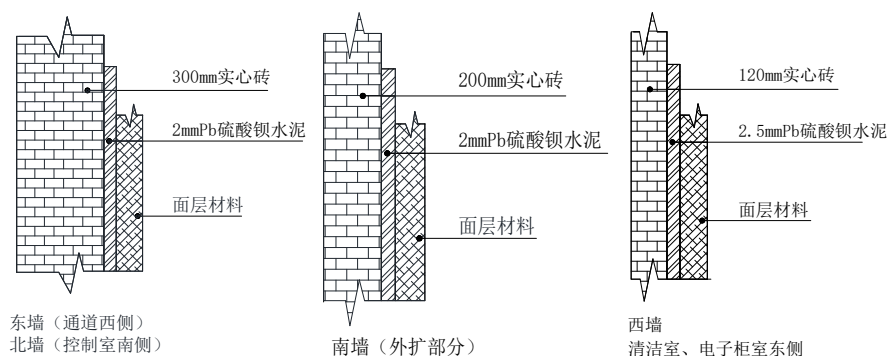
本项目 DSA 机房拟利用原 C 臂机机房，为了减少射线装置使用时对机房外人员及环境的影响，本项目在 DSA 机房六面均做了防护，具体施工方案如下：

东墙（通道西侧）、北墙（控制室南侧）：在新砌 300mm 实心砖墙面上，批荡 2mmPb 硫酸钡水泥，再铺设面层材料。

南墙（外扩部分）墙体：在新砌 200mm 实心砖墙面上，批荡 2mmPb 硫酸钡水泥，再铺设面层材料。

西墙（清洁室、电子柜室东侧）：保留原有 120mm 实心砖墙上批荡的 2.5mmPb 硫酸钡水泥不动，铺设面层材料。

其余四周墙体：保留原有 200mm 实心砖墙上批荡的 2.5mmPb 硫酸钡水泥不动，铺设面层材料。



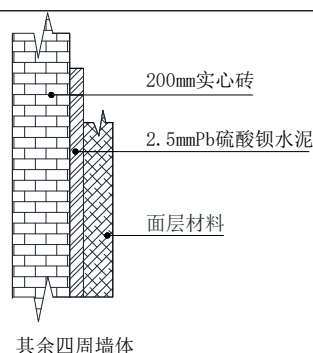


图10.2-4 四周墙体屏蔽体材料示意图

地板：原有地板为 100mm 混凝土楼板，铲除原机房地面硫酸钡水泥层，重新批荡 3mmPb 硫酸钡水泥，用水泥灰浆压光罩面，找平后铺设 PVC 地板，通过以上屏蔽设计后的地板屏蔽材料示意图见图 10.2-5。

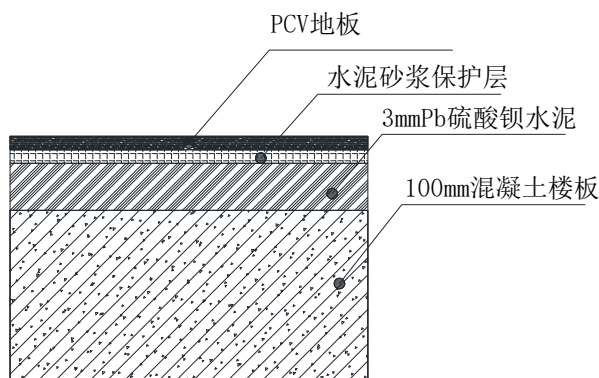


图10.2-5 地板屏蔽体材料示意图

外扩顶棚部分（原通道顶棚）：原通道顶棚为 100mm 混凝土楼板，楼板下批荡 3mmPb 硫酸钡水泥，安装装饰板。

原有机房顶棚部分：原有机房顶棚为 100mm 混凝土楼板，保留原有 2mmPb 硫酸钡水泥层，再批荡 1mmPb 硫酸钡水泥，安装装饰板，通过以上屏蔽设计后的顶棚屏蔽材料示意图见图 10.2-6。

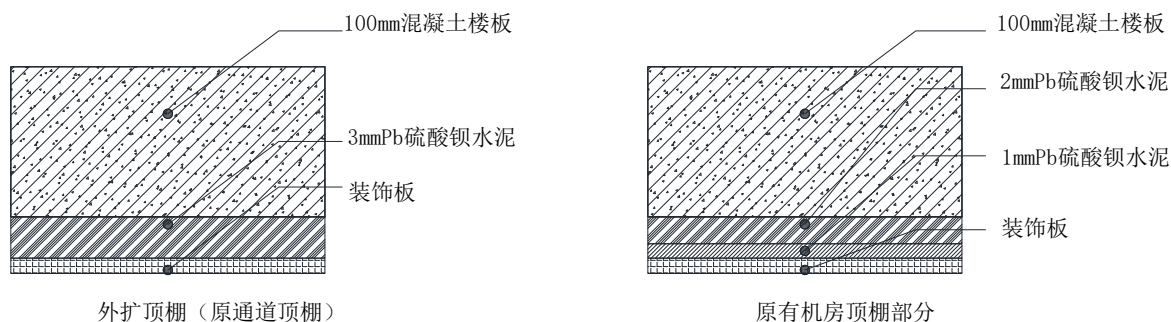


图10.2-6 顶棚屏蔽体材料示意图

10.2.5 辐射安全防护措施

本项目 DSA 机房设置了辐射安全防护措施，与标准要求对照分析情况如下表。

表10.2-5 DSA机房拟设置的辐射安全防护措施

标准要求	本项目拟设置情况	评价
6.4.1 机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。	在机房北侧墙体设置 1 扇观察窗，设置 1 个摄像监控装置，观察窗和摄像监控装置设置的位置可以观察到受检者状态及防护门开闭情况。	符合
6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。	机房位于介入治疗中心，设计有清洁室、导管库、无菌物品库等辅助用房，手术用品和清洁用品均将摆放在相应的功能用房内，不会在机房内放置杂物。	符合
6.4.4 机房门外应有电离辐射警告标志；机房门上方应有醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。	拟在 DSA 机房 3 扇防护门上各设置 1 个电离辐射警告标志。拟在机房患者通道防护门上方设置灯箱，灯箱设置“射线有害，灯亮勿入”警示语句。拟在机房南侧候诊区显著位置张贴放射防护注意事项。	符合
6.4.5 平开机房门应有自动闭门装置；推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；工作状态指示灯能与机房门有效关联。 6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。	机房患者通道防护门拟设置对开门，防护门拟设置自动闭门装置；工作人员通道防护门、污物通道防护门、电子柜室防护门拟设置平开门，并拟设置自动闭门装置。拟患者通道防护门上方设置醒目在工作状态指示灯，防护门与指示灯有效关联。	符合
6.4.7 受检者不应在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不应滞留在机房内。	受检者在机房南侧候诊区候诊，不在机房内候诊。	符合

除上表外，在机房内手术床旁和控制室的控制台上均设有设备急停按钮，一旦发生事故可及时按下急停按钮、停止设备出束。综上所述，本项目拟建 DSA 机房的防护措施满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中的相关技术要求。

10.2.6 管线设计及穿墙位置屏蔽补偿

针对本项目拟建机房的实际情况，原机房设有设备到控制室的电缆沟，没有设备到电子柜室（设备间）的电缆沟，设计单位拟利用原有的电缆沟，并增加布设设备到电子柜室的电缆沟，合理布置管线穿墙位置，采用“U”型穿墙的方式，将电缆管线在地面下布设，避免主射线直接照射管线口，电缆管线在穿墙时不破坏原有结构楼板，电缆沟穿墙洞口位置将采用 4mmPb 不锈钢盖板进行覆盖，满足整个机房屏蔽防护要求，电缆管线布置见图 10.2-7。

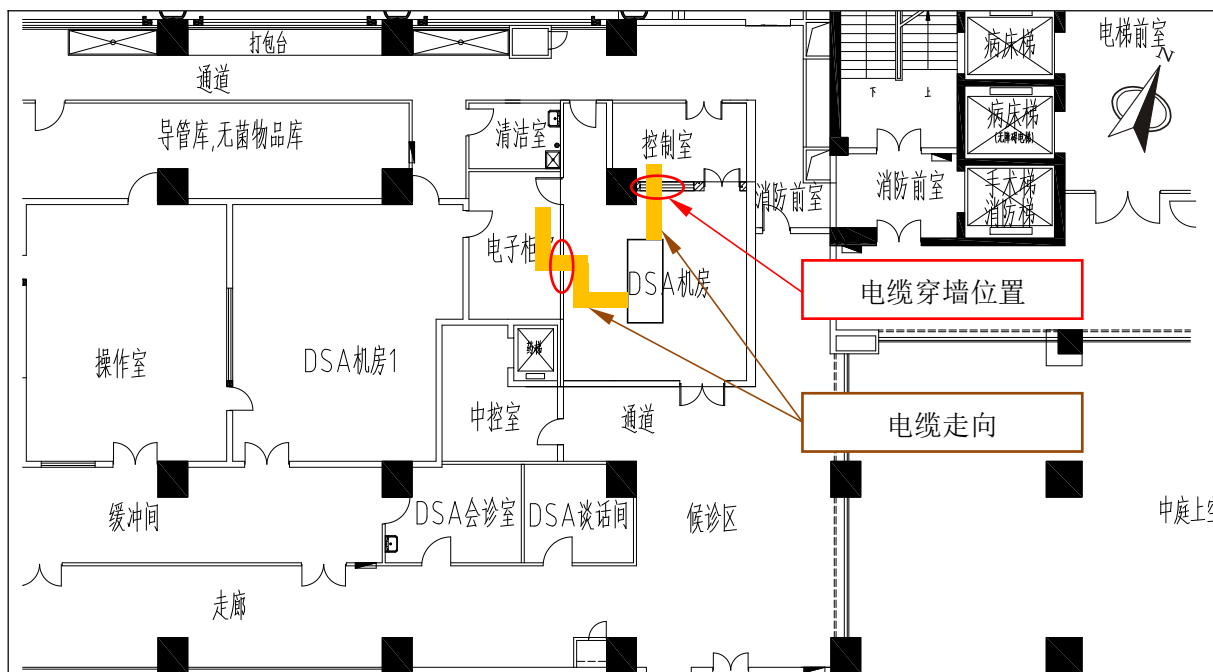


图10.2-7 机房电缆走向示意图

本项目拟拆除机房原有的排风装置，重新设置动力通风装置，具体为在机房天花板吊顶处安装吸顶式排风系统，排风系统设置 2 个排风口。排风管道从机房北侧墙体（污物通道南侧）穿出，接入住院部原有排风管，再引至建筑屋顶排放至室外大气环境中。屋顶无办公区，日常无人员停留，空间开阔利于气流扩散，能保证机房良好的通风效果，不会对周围环境造成影响。

排风管线沿水平方向穿墙后向下弯折，穿出墙体外的管线采用 4mm 铅防护罩进行屏蔽，排风管线的防护措施满足机房屏蔽要求。排风管线走向示意图见图 10-8。

建设单位应委托专业的施工单位进行机房防护施工，严格施工管理，施工时需要特别注意机房墙体的缝隙、孔洞、管道、通风口、电缆地沟等可能产生局部泄露的部位，在两种不同密度材料的搭接处，须确保任何一方向均有足够的屏蔽厚度。使用的屏蔽防护材料应向专业厂家购置，保证防护材料的质量，施工过程中保证厚度达到墙面防护材料达到要求的铅当量。

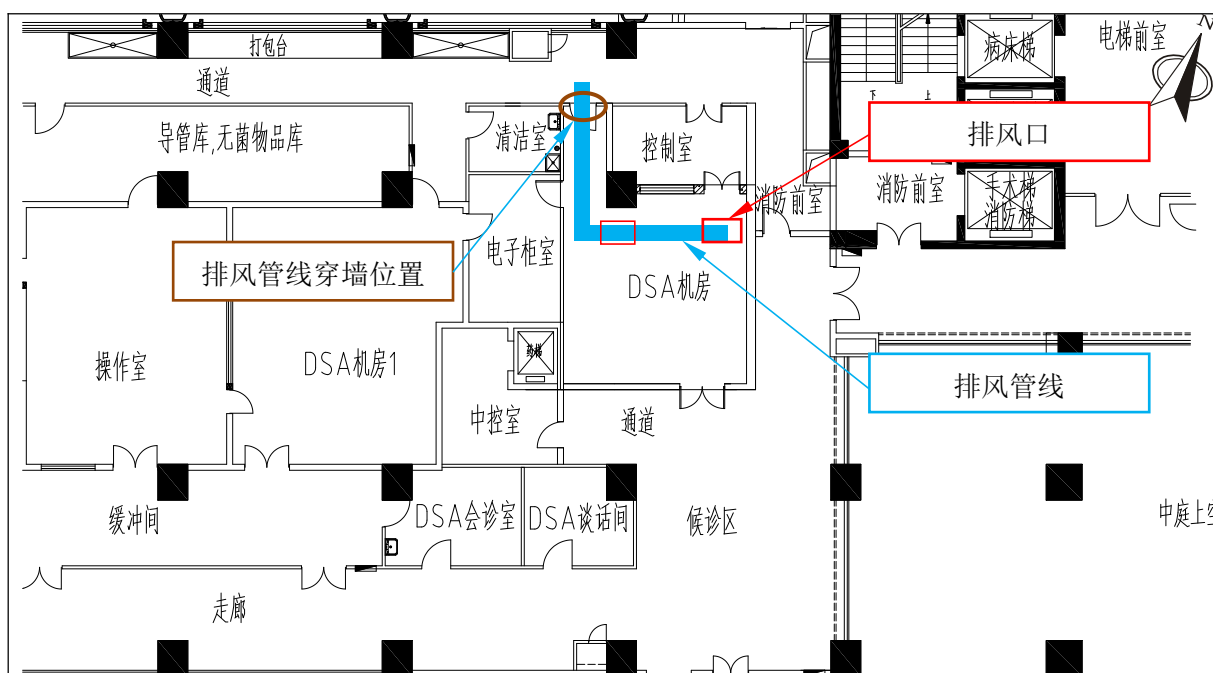


图10.2-8 拟建DSA机房排风管线走向示意图

10.2.7 个人防护用品

建设单位拟为机房的辐射工作人员和受检者分别配备相应的个人防护用品，包括铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜以及介入防护手套等，拟使用DSA设备出厂配备的铅悬挂防护屏和床侧防护帘等辅助防护设施。详见表 10.2-6。

表10.2-6 本项目拟配备防护用品和标准对照表

机房	使用对象		拟配备的防护用品（mmPb）	标准要求（mmPb）	评价
拟建DSA机房	受检者	个人防护用品	铅橡胶性腺防护围裙（0.5）、铅橡胶颈套（0.5）、铅橡胶帽子（0.5）各1件；儿童铅橡胶方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子各1件（0.5）	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾（ ≥ 0.5 ）、铅橡胶颈套（ ≥ 0.25 ） 选配：铅橡胶帽子（ ≥ 0.25 ）	符合要求
		辅助防护设施	----	----	
	工作人员	个人防护用品	铅橡胶围裙（0.5）、铅橡胶颈套（0.5）、铅防护眼镜（0.5）各6件；介入防护手套（0.025）4件	铅橡胶围裙（ ≥ 0.5 ）、铅橡胶颈套（ ≥ 0.25 ）、铅防护眼镜（ ≥ 0.25 ）、介入防护手套（ ≥ 0.025 ）	符合要求
		辅助防护设施	铅悬挂防护屏（0.5）、铅防护吊帘（0.5）、床侧防护帘（0.5）各1件	铅悬挂防护屏/铅防护吊帘（ ≥ 0.25 ）、床侧防护帘/床侧防护屏（ ≥ 0.25 ）、选配：铅橡胶帽子（ ≥ 0.25 ）、移动铅防护屏风（ ≥ 2 ）	

本项目拟配备的防护用品和防护设施满足标准的相关要求和使用需求，在项目运行过程中应严格做好患者及工作人员个人的防护，合理使用防护用品和防护设施，并根据情况实时更新或增配，保护人员健康。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段环境影响分析

项目建设前，需对场所进行清洁、去污，并进行相关检测，场所达到清洁解控水平时，出具相应的检测报告方可开展现有场所的拆除工作。

在项目的建设过程中，需对现有环境进行拆除及重新建设，施工阶段考虑声环境、水环境和固体废弃物的影响。

射线装置只有在项目建成、开机使用过程才会产生射线，建设阶段不会对周围环境产生电离辐射影响。设备的安装、调试由设备厂家专业人员进行，医院方不得自行安装及调试；由于设备在安装和调试时，机房各屏蔽防护措施已建设完成，经过墙体屏蔽和距离衰减后对环境的辐射影响能够达标。

11.1.1 施工期声环境影响分析

该评价项目施工期的噪声主要来自场地土建施工、相关设施的安装调试等阶段，但该评价项目的建设工程，影响期短暂，其在现有建筑物内部完成，对周围环境影响小，随施工结束而消除，因此，施工在合理安排施工时间，夜间禁止高噪声机械作业后，对周围的影响不大。

11.1.2 施工期水环境影响分析

本工程施工污水主要来自少量施工废水。施工废水主要包括砂石料加工水。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。对此，施工单位应对施工废水进行妥善处理，对施工废水进行澄清处理，清水外排，淤泥妥善堆放。

11.1.3 施工期固体废物影响分析

施工期间固体废物主要为建筑垃圾。施工过程中的建筑垃圾和生活垃圾必须集中处理，严禁随意堆放和倾倒。生活垃圾应置于医院内部垃圾收集箱内，定期由环卫工人送至附近的垃圾中转站。施工建筑垃圾委托有资质的渣土运输公司处置，运垃圾的专用车每次装完垃圾后，用苫布盖好，避免途中遗洒和运输过程中造成扬尘。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 核医学工作场所运行阶段对环境的影响

11.2.1 场所辐射防护屏蔽分析

①核素治疗场所防护屏蔽分析

本项目使用 ^{131}I 、 ^{32}P 、 ^{89}Sr 、 ^{177}Lu 、 ^{223}Ra 五种放射性核素，其中 ^{32}P 在敷贴室中敷贴治疗使用， ^{89}Sr 、 ^{223}Ra 在注射窗处注射，患者注射后无异常情况即可离院。 ^{131}I 在甲测室开展甲状腺功能测定，在服药注射室内服用甲亢治疗及甲癌治疗的 ^{131}I 药物。 ^{177}Lu 药物一般于病房 1 室内以吊液放射进行注射治疗。

本项目辐射工作场所的射线屏蔽主要考虑放射性药物产生的 γ 射线的影响。

辐射工作人员在放射性药物操作区（分装给药室、服药注射室）进行相关放射性药物的分装和给患者用药，这个过程主要是放射性核素发射的 γ 射线引起的辐射照射。当患者服用/注射了放射性药物之后，患者又成为一个活动的辐射体，其所在的工作场所则要考虑来自患者身体的射线辐射。

将服用/注射药物后的患者身体当作一个整体的辐射源进行考虑，按照点源模式进行估算，参考《放射防护实用手册》（赵兰才，张丹枫主编）给出的计算公式计算经屏蔽材料屏蔽后，评价关注点的 γ 辐射剂量率。

$$H_R = A \times f \times R^{-2} \times 10^{-X/TVL} \quad (\text{公式 1})$$

H_R —经屏蔽材料屏蔽后，关注点的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

A —药物的放射性活度， MBq ；

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

R —关注点到辐射源的距离， m ；

X —拟采用的屏蔽厚度， cm

TVL — γ 射线在相应屏蔽材料中的半值层， cm

本次建设完成后，使用 ^{131}I 、 ^{32}P 、 ^{89}Sr 、 ^{177}Lu 、 ^{223}Ra 五种放射性核素，其中 ^{32}P 在敷贴室中敷贴治疗使用， ^{89}Sr 、 ^{223}Ra 在注射窗处注射， ^{131}I 在甲测室开展甲状腺功能测定，在服药注射室内服用甲亢治疗及甲癌治疗的 ^{131}I 药物。 ^{177}Lu 药物一般于病房 1 室内以吊液放射进行注射治疗。 ^{89}Sr 、 ^{223}Ra 、甲测及甲亢患者用量较小，一般患者服药/注射后无异常即可立刻离院，使用 ^{131}I 进行甲癌治疗及使用 ^{177}Lu 开展治疗的患者需在治疗病房区域进行住院治疗（住院时间约为 3~4 天）。

本项目工作场所主要使用项目放射性药物核素使用情况及使用量情况详见表

11.2-1。

表 11.2-1 项目放射性药物核素使用情况及使用量情况表

项目	放射性药物核素种类	单人最大使用量 (Bq)	日最大诊疗人数	空气比释动能率常数* (Gy · m ² /Bq · s)
¹³¹ I 甲癌	¹³¹ I	7.40×10 ⁹	4	1.47×10 ⁻¹⁷
¹³¹ I 甲亢	¹³¹ I	3.70×10 ⁸	5	
¹³¹ I 甲测	¹³¹ I	3.70×10 ⁵	8	
³² P	³² P	3.70×10 ⁷	8	/
¹⁷⁷ Lu	¹⁷⁷ Lu	7.40×10 ⁹	1	1.32×10 ⁻¹⁸
⁸⁹ Sr	⁸⁹ Sr	1.48×10 ⁸	2	3.16×10 ⁻²¹
²²³ Ra	²²³ Ra	3.70×10 ⁷	1	1.32×10 ⁻¹⁷

注：*空气比释动能率常数来源于《辐射安全手册》（潘自强 主编）。

根据上表可知，本次项目药物分装、给药等药物操作区域以及病房治疗区域操作量较大的核素主要为 ¹³¹I、¹⁷⁷Lu，¹⁷⁷Lu 核素主要产生 β 射线，射线能量低，相对于 X、γ 射线穿透力弱，¹³¹I 核素衰变产生的 γ 射线能量高于 ¹⁷⁷Lu 衰变能量，且 ¹³¹I 核素单人最大用量 ¹⁷⁷Lu 相同，核素治疗病房及工作场所的防护在满足 ¹³¹I 核素使用防护要求时，同样可以满足 ¹⁷⁷Lu 核素的防护要求。故本评价报告对 ¹³¹I、¹⁷⁷Lu 核素治疗场所屏蔽设施屏蔽效果进行评价时选用 ¹³¹I 相关参数进行计算。

甲亢及甲癌治疗的药物由自动分装柜自行分装，分装后患者与注射窗旁的自动给药机处取药服用，工作人员远程指导患者服药，甲测药物由自动分装柜分装完毕后，工作人员取药至甲测室指导患者服药，辐射工作人员无需进行分装操作，因此，注射窗只考虑注射 ⁸⁹Sr、²²³Ra 药物辐射剂量率预测。

(1) 药物操作区域以及病房治疗区域辐射剂量率预测分析

辐射剂量率预测计算时，将注射药物后的患者按点源进行考虑，位于房间内床的中央位置。参考相关计算参数见表 11.2-2，计算结果见表 11.2-3。

将以服用 ¹³¹I 后的患者身体当作一个整体的辐射源进行考虑，参照上文对放射性工作场所的 γ 射线屏蔽计算公式 1，计算经屏蔽材料屏蔽后，评价关注点的 γ 辐射剂量率。本次评价主要关注场所屏蔽体外的辐射剂量率及其对人员的影响，不考虑药物服用后人体的屏蔽及随时间衰变的影响，核素治疗区域关注点详见图 11.2-1。

表 11.2-2 使用 ¹³¹I 放射性药物工作场所辐射屏蔽计算参数

核素	TVL			周围剂量当量率常数 μSv·m ² ·MBq·h（裸源）
	铅（mm）	砖（mm）	混凝土（mm）	
¹³¹ I	11	240	170	0.0595



图 11.2-1 核素治疗区域关注点位图

表 11.2-3 场所辐射剂量率预测结果

项目	关注点	屏蔽措施厚度 X (cm)	估算源强 (MBq)	关注点到辐射源的距离 R(m)	估算结果 (μSv/h)
	1#分装柜/服药窗	50mmPb 铅板	29600 (分装柜)	0.5	0.20
	药物转移 (^{177}Lu)	15mmPb+0.5mmPb	7400 (一人用 ^{131}I 药物)	0.5	26.77
	药物注射 (^{177}Lu)	15mmPb+0.5mmPb		0.5	26.77
分装给药室	2#门外 (卫生通过间)	50mmPb+5mmPb	29600 (分装柜)	3.1	1.83×10^{-3}
	3#西面墙体外 30cm 处	50mmPb+200mm 实心砖墙+5mmPb 防护涂料		2.4	4.34×10^{-5}
	上一层 (住院登记处)	50mmPb+120mm 混凝土+9mmPb 铅板		5.3	5.34×10^{-5}
	下一层 (停车场)	50mmPb+120mm 混凝土+5mmPb 防护涂料		4.3	1.87×10^{-4}
服药	54#西面墙体外 30cm 处	200mm 实心砖墙+14mmPb 防护涂料	7400 (一人服)	1.7	0.54

注射室	5#南面墙体外 30cm 处	200mm 实心砖墙 +18mmPb 防护涂料	用 ^{131}I 药物)	1.65	0.25
	6#东面墙体外 30cm 处 (抢救室)	200mm 实心砖墙 +14mmPb 防护涂料		1.7	0.54
	7#门外 30cm 处 (控制区走廊)	10mmPb 增加 10mmPb 铅屏风		1.75	17.72 2.19
	上一层 (住院登记处)	120mm 混凝土+9mmPb 铅板		5.3	0.47
	下一层 (停车场)	120mm 混凝土+5mmPb 防护涂料		4.3	1.65
	8#西面墙体外 30cm 处 (服药注射室)	200mm 实心砖墙 +14mmPb 防护涂料		1.85	0.46
	9#南面墙体外 30cm 处 (控制区走廊)	200mm 实心砖墙 +18mmPb 防护涂料		2.25	0.13
	10#东面墙体外 30cm 处(控制区走廊)	200mm 实心砖墙 +18mmPb 防护涂料		1.85	0.20
	11#门外 30cm 处 (控制区走廊)	10mmPb 增加 8mmPb 铅屏风		2.25	10.72 2.01
	上一层 (住院登记处、大厅)	120mm 混凝土+9mmPb 铅板		5.3	0.47
抢救室	下一层 (停车场)	120mm 混凝土+5mmPb 防护涂料		4.3	1.65
	12#门外 30cm 处 (病房区域入口)	10mmPb	400 (出院活 度)	2.5	8.69
	13#北面墙外 30cm (普通双人病房)	200mm 实心砖墙 +18mmPb 防护涂料		1.3	0.02
	14#门外 30cm 处 (出口)	10mmPb		1.5	1.30
	出口处上一层 (大厅、室外场所)	120mm 混凝土+9mmPb 铅板		5.3	0.03
	出口处下一层 (停车场)	120mm 混凝土+5mmPb 防护涂料		4.3	0.09
病房 1	15#北面墙外 30cm 处	370mm 混凝土墙 +7mmPb 防护涂料	7400 (一人服 用 ^{131}I 药 物)	1.7	0.23
	16#西面墙外 30cm 处 (楼梯间)	370mm 混凝土墙 +16mmPb 防护涂料		2.3	0.02
	17#东面墙外 30cm 处 (控制区走廊)	370mm 混凝土墙 +7mmPb 防护涂料		2.5	0.11
	18#门外 30cm 处	10mmPb		4.2	3.08

	(控制区走廊)	增加 2mmPb 铅屏风			2.02
	上一层 (室外场所)	120mm 混凝土+9mmPb 铅板		5.3	0.47
	下一层 (停车场)	120mm 混凝土+5mmPb 防护涂料		4.3	1.65
病房 2	19#西面墙外 30cm 处	370mm 混凝土墙 +16mmPb 防护涂料		2.0	0.03
	20#南面墙外 30cm 处 (负一层停车场)	370mm 混凝土墙 +16mmPb 防护涂料		2.1	0.02
	21#东面墙外 30cm 处 (控制区走廊)	370mm 混凝土墙 +7mmPb 防护涂料		2.8	0.09
	22#门外 30cm 处 (控制区走廊)	10mmPb		2.8	6.92
		增加 5mmPb 的铅屏风			2.43
	上一层 (室外场所)	120mm 混凝土+9mmPb 铅板		5.3	0.47
	下一层 (停车场)	120mm 混凝土+5mmPb 防护涂料		4.3	1.65
病房 3	23#南面墙外 30cm 处 (负一层停车场)	370mm 混凝土墙 +16mmPb 防护涂料		3.0	0.01
	24#西面墙外 30cm 处 (走廊)	370mm 混凝土墙 +7mmPb 防护涂料		2.6	0.10
	25#东面墙外 30cm 处 (双人病房)	370mm 混凝土墙 +7mmPb 防护涂料		2.0	0.17
	26#门外 30cm 处 (控制区走廊)	10mmPb		2.7	7.45
		增加 6mmPb 的铅屏风			2.12
	上一层 (室外场所)	120mm 混凝土+9mmPb 铅板		5.3	0.47
	下一层 (停车场)	120mm 混凝土+5mmPb 防护涂料		4.3	1.65
双人病房	27##西面墙外 30cm 处 (病房 3)	370mm 混凝土墙 +7mmPb 防护涂料	7400 (最多两人服用 ^{131}I 药物后于病房内)	4.54	0.07
	28#南面墙外 30cm 处 (负一层停车场)	370mm 混凝土墙 +16mmPb 防护涂料		2.22	0.04
	29#东面墙外 30cm 处 (走廊)	370mm 混凝土墙 +16mmPb 防护涂料		4.54	0.01

	30#北面墙外 30cm 处 (病房 4)	370mm 混凝土墙 +7mmPb 防护涂料		2.22	0.27
	31#门外 30cm 处 (控制区走廊)	10mmPb		3.5	8.86
		增加 8mmPb 的铅屏风			1.66
	上一层 (室外场所)	120mm 混凝土+10mmPb 铅板		5.3	0.76
	下一层 (停车场)	120mm 混凝土+10mmPb 防护涂料		4.3	1.16
病房 4	32#南面墙外 30cm 处 (双人病房)	370mm 混凝土墙 +7mmPb 防护涂料	7400 (一人服用 ^{131}I 药物)	2.25	0.13
	33#西面墙外 30cm 处 (控制区走廊)	200mm 实心砖墙 +8mmPb 防护涂料		2.6	0.81
	34#东面墙外 30cm 处 (走廊)	370mm 混凝土墙 +16mmPb 防护涂料		4.5	0.01
	35#北面墙外 30cm 处 (病房 5)	370mm 混凝土墙 +7mmPb 防护涂料		2.25	0.13
	36#门外 30cm 处 (控制区走廊)	10mmPb		2.8	6.92
		增加 5mmPb 的铅屏风			2.43
	上一层 (室外场所)	120mm 混凝土+9mmPb 铅板		5.3	0.47
	下一层 (停车场)	120mm 混凝土+5mmPb 防护涂料		4.3	1.65
病房 5	37#南面墙外 30cm 处 (病房 4)	370mm 混凝土墙 +7mmPb 防护涂料		3.47	0.06
	38#东面墙外 30cm 处 (走廊)	370mm 混凝土墙 +16mmPb 防护涂料		4.30	0.01
	39#西面墙外 30cm 处 (控制区走廊)	200mm 实心砖墙 +8mmPb 防护涂料		2.7	0.75
	40#北面墙外 30cm 处 (病房 6)	200mm 实心砖墙 +8mmPb 防护涂料		3.30	0.50
	41#门外 30cm 处 (控制区走廊)	10mmPb		2.8	6.92
		增加 5mmPb 的铅屏风			2.43
	上一层 (室外场所)	120mm 混凝土+9mmPb 铅板		5.3	0.47
	下一层	120mm 混凝土+5mmPb		4.3	1.65

	(拟建衰变池位置)	防护涂料			
病房 6	42#南面墙外 30cm 处 (病房 5)	200mm 实心砖墙 +8mmPb 防护涂料		3.3	0.50
	43#东面墙外 30cm 处 (走廊)	370mm 混凝土墙 +16mmPb 防护涂料		4.3	0.01
	44#西面墙外 30cm 处 (控制区走廊)	200mm 实心砖墙 +8mmPb 防护涂料		2.7	0.75
	45#北面墙外 30cm 处 (出口走廊)	370mm 混凝土墙 +16mmPb 防护涂料		3.47	0.01
	46#门外 30cm 处 (控制区走廊)	10mmPb		2.7	7.45
		增加 6mmPb 的铅屏风			2.12
	上一层 (室外场所)	120mm 混凝土+9mmPb 铅板		5.3	0.47
	下一层 (拟建衰变池位置)	120mm 混凝土+5mmPb 防护涂料		4.3	1.65
甲测	东西墙外 30cm 处	200mm 实心砖墙	0.370 (一人服用 ^{131}I 药物)	1.22	9.93×10^{-4}
	北墙外 30cm 处			1.65	5.39×10^{-4}
	南墙外 30cm 处	200mm 实心砖墙		1.65	5.39×10^{-4}
	46#门外 30cm 处 (控制区走廊)	10mmPb		1.65	8.09×10^{-3}
	上一层 (住院登记处)	120mm 混凝土+9mmPb 铅板		5.3	2.34×10^{-5}
	下一层 (停车场)	120mm 混凝土+5mmPb 防护涂料		4.3	8.23×10^{-5}
	甲测服药测量工作人员	0.5mmPb		0.5	5.28×10^{-3}

由表 11.2-2 可知, 在正常工作状态下, 表中预测的辐射工作场所屏蔽体外 30cm 处关注点的 γ 辐射剂量率水平约为: $6.59 \times 10^{-6} \sim 8.86 \mu\text{Sv/h}$ 。场所内房间门外经上表预测可知, 其门外剂量均超过核医学场所房间防护门、观察窗和墙壁等屏蔽体外表面 30cm 处的周围剂量当量率应小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的相关要求。若能在房间门内增设一道铅屏风, 可有效降低门外的周围剂量当量, 使其能够满足标准要求。

场所其余屏蔽体外表面, 均能够满足《核医学放射防护要求》(GBZ 120-2020) 及《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021) 》提出的, 放射性药物合成和分装的箱体、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应小于

2.5μSv/h 的相关要求，核医学场所房间防护门、观察窗和墙壁等屏蔽体外表面 30cm 处的周围剂量当量率应小于 2.5μSv/h 的相关要求。满足场所控制区内屏蔽体内人员偶尔居留区域其周围剂量当量应小于 10μSv/h 的相关要求。

②敷贴治疗

本项目敷贴治疗使用的核素为 ^{32}P ，单人最大使用量为 $3.70 \times 10^7 \text{Bq}$ (1mCi)， ^{32}P 为纯β衰变，衰变后发射β射线，相对于 X、γ射线穿透力较弱，核医学科普通应用只要戴上手套和眼罩(或面罩)，用镊子或其它夹具操作，手不接触β源，就能达到防护要求。

对于能量为 E(MeV)β粒子在屏蔽材料中产生的韧致辐射可采用方杰主编的《辐射防护导论》（方杰，北京，1991）的公式进行计算，

$$\dot{D} = 4.58 \times 10^{-14} \times A \times Z \times \left(\frac{E_b}{r} \right)^2 \times \left(\frac{\mu_{en}}{\rho} \right) \quad (\text{公式 2})$$

$\dot{D}$ —屏蔽层中由β粒子产生的韧致辐射在γ (m) 处空气中的吸收剂量率，Gy•h⁻¹

A—放射源的活度，Bq；

Z—屏蔽材料的原子序数，本项目取空气的有效原子序数 7.36；

E_b —韧致辐射的平均能量，为入射β粒子最大能量的 1/3，MeV，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 $E_b \approx E_{\text{max}}/3$ ” 本项目取 0.695MeV；

R-参考点与辐射源的距离，m；

$\left(\frac{\mu_{en}}{\rho} \right)$ —平均能量为 E_b 的韧致辐射在空气中的质量能量吸收系数，m²•kg⁻¹；由《辐射防护导论》附表 1 查得，本项目空气质量能量吸收系数为 $2.918 \times 10^{-3} \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-1}$ ；

根据公式 2 估算，得到距离 ^{32}P 裸源不同距离的韧致辐射产生的 γ 辐射剂量结果见表 11.2-4。

表 11.2-4 距离 ^{32}P 裸源不同距离的韧致辐射产生的 γ 辐射剂量

距离 (m)	0.3m	0.5m	1m	1.5m
剂量率 (μGy/h)	0.2	0.07	0.02	0.01

由上表预测结果可知，按敷贴器最大活度计算，在裸源状态下，距离敷贴器 1m 处的 γ 辐射剂量为 0.02μGy/h，产生的韧致辐射对周围环境影响较小，无需额外防护。

③骨转移治疗辐射影响分析

本项目骨转移瘤治疗使用的放射性核素为 ^{89}Sr 、 ^{223}Ra 。 ^{223}Ra 为 α 核素， α 射线外照射时，在空气或其他物质中的射程比较短，一张薄纸就能挡住 α 射线，故 ^{223}Ra 药物在注射及服药后，其产生的 α 射线对周围环境的影响很小。

β 粒子屏蔽计算

根据《辐射防护导论》（方杰，北京，1991）P127， β 粒子射程：

$$R=0.412E^{(1.256-0.0954\ln E)} \quad 0.01 < E < 2.5\text{MeV} \quad (\text{式 } 3)$$

式中， R 是粒子在低原子序数物质中的射程， g/cm^2

E 为 β 粒子最大能量， MeV ，

R 除以屏蔽物质密度 (g/cm^3) 即可得到射程对应的屏蔽物质厚度 (cm)，铅的密度为 $11.34\text{g}/\text{cm}^3$

参考《辐射防护导论》，本项目使用放射性核素 ^{89}Sr ，其 β 粒子最大能量为 1.49MeV 。

β 粒子的屏蔽厚度：

$$d = R/\rho \quad (\text{式 } 4)$$

式中， ρ 为物质密度， g/cm^3 。

使用 ^{89}Sr 药物的患者每人使用的核素活度为 $1.48 \times 10^8\text{Bq}$ ， ^{89}Sr 药物在分装注射室的注射窗口 (10mmPb) 进行注射，核素 β 射线能量及在铅中的射程由上述公式算得，详细如下表：

表 11.2-5 ^{89}Sr 的 β 射线能量及在铅中的射程

核素名称	β 射线最大能量 (MeV)	β 射线平均能量 (MeV)	屏蔽物质	在物质中的射程 (g/cm^2)	在物质中的射程对应的物质厚度 (mm)
^{89}Sr	1.488	0.5815	铅	0.671	0.59

由上表可知，本项目使用的 10mmPb 的注射窗能够有效屏蔽放射性核素 ^{89}S 产生的 β 射线。

韧致辐射屏蔽计算

β 射线与物质作用会产生韧致辐射，本项目使用放射性核素 ^{89}Sr 产生的韧致辐射所致 γ 辐射剂量率估算如下：

能量为 $E(\text{MeV})$ β 粒子与原子序数为 Z 的屏蔽材料相互作用产生的韧致辐射在空

气 r(m)处的吸收剂量率计算公式如下：

$$\dot{D} = 4.58 \times 10^{-14} \times A \times Z \times \left(\frac{E_b}{r} \right)^2 \times \left(\frac{\mu_{en}}{\rho} \right) \quad (\text{式 5})$$

$\dot{D}$ —屏蔽层中由β粒子产生的韧致辐射在γ（m）处空气中的吸收剂量率，Gy•h⁻¹

A—放射源的活度，Bq；

Z—屏蔽材料的原子序数，水取 6.66，铅为 82；

E_b —韧致辐射的平均能量，为入射β粒子最大能量的 1/3，MeV；

$\left(\frac{\mu_{en}}{\rho} \right)$ —平均能量为 E_b 的韧致辐射在空气中的质量能量吸收系数，m²•kg⁻¹；

表 11.2-6 使用放射性核素 ⁸⁹Sr 产生的韧致辐射所致 γ 辐射剂量率（μSv/h）

项目	源强 A (Bq)	屏蔽物质原子序数 Z	韧致辐射的平均能量 E_b (MeV)	空气质量能量吸收系数	距离 r (m)	剂量率 (μGy/h)	10mmPb 对应的减弱倍数	屏蔽后的剂量率 (μGy/h)
⁸⁹ Sr	1.48×10 ⁸	铅：82	0.497	2.97×10 ⁻³	0.3	4.53	10	0.45
		水：6.66	0.497	2.97×10 ⁻³	0.3	0.37	/	0.37

注：人体的有效原子序数取水的有效原子序数。

由上述计算可知，患者服用放射性药物 ⁸⁹Sr 后，考虑人体对韧致辐射的屏蔽时，体内 β 放射性核素在距源 30cm 处的剂量率约为 0.37，小于 2.5μSv/h。

11.2.5 个人剂量分析

(1) 辐射工作人员受照剂量估算

本项目使用 ¹³¹I（甲癌治疗、甲亢治疗、吸碘率测定）、³²P、⁸⁹Sr、¹⁷⁷Lu、²²³Ra 共 5 种放射性核素。

①辐射工作人员开展 ¹³¹I 治疗、¹⁷⁷Lu 工作的受照剂量估算

医院使用 ¹³¹I 开展甲癌治疗、甲亢治疗、吸碘率测定工作，甲癌治疗、甲亢治疗所用的药物拟按预约患者数量进行药物订购，药物根据预约量、预约时间送至场所给药室分装柜内，¹³¹I 药物放置在 ¹³¹I 自动分装柜内按人员服用药物量进行自动分装，工作人员通过视频、语音系统指导患者在隔壁的服药室服药，每次指导服药用时约 2min。每年指导甲癌治疗、甲亢治疗患者服药的总人次约为 2070 人次，年工作时间约为 69h；甲状腺功能测定，每年接诊病人数量约为 1840 人次，每次病人服药时间约为 30s，甲功测量时间 1min，一个病人测量 3 次，则一个病人测量时间为 3min，

则甲状腺功能测定年工作时间约为 107.33h。

医院使用 ^{177}Lu 治疗病人约 96 人/年，每人分装药物时间为 30s，年工作时间：0.8h，转移约 1min/次，年工作时间为 1.6h，病房内为患者进行输液时接触时间约为 30s，年工作时间为 0.8h。根据上文分析，本次拟取影响较大的 ^{131}I 的参数进行上述辐射工作人员年照射剂量估算。

表 11.2-7 拟建场所辐射工作人员外照射个人剂量估算

关注场所	人员	操作类型	操作人数	剂量率 (μSv/h)	年工作时间 h	个人年有效剂量 (mSv)
甲癌、甲亢项目		指导服药	4 人	0.20	69h	1.38×10 ⁻²
甲测项目		服药、测定		5.28×10 ⁻³	107.33h	5.67×10 ⁻⁴
¹⁷⁷ Lu 项目		药物分装		0.2	0.8h	1.60×10 ⁻⁴
		药物转移		26.77	1.6h	4.28×10 ⁻²
		药物注射		26.77	0.8h	2.14×10 ⁻²
合计						7.87×10 ⁻²

根据理论推算得出辐射工作人员开展 ^{131}I 治疗、 ^{177}Lu 工作在相应的辐射屏蔽设施防护后，评价项目的工作人员完成一年内工作任务后，其个人可能受照的年有效剂量为 $7.87 \times 10^{-2} \text{mSv/a}$ 。

②辐射工作人员开展敷贴治疗工作的受照剂量估算（敷贴器制作时间）

医院使用 ^{32}P 开展敷贴治疗，每年接诊病人数量约为 1840 人次，制作敷贴器时间约为 5min 制作 3 个敷贴器，年工作时间约为：51.1h；每次为患者敷贴及取下敷贴器约 30s（患者在敷贴时，辐射工作人员不在患者身边），年工作时间约为 15.3h；辐射工作人员在通风橱内进行敷贴器制作，距离取 0.5m，根据表 11.2-4 计算可知，0.5m 处剂量率约为 $0.07 \mu\text{Sv/h}$ ，与患者接触时距离按 0.3m 取值为： $0.2 \mu\text{Sv/h}$ ；

综上所述，敷贴辐射工作人员在开展敷贴工作时，估算可得开展敷贴工作的辐射工作人员其完成一年内工作任务后，其个人可能受照的年有效剂量为 $6.64 \times 10^{-3} \mu\text{Sv/h}$ 。

③辐射工作人员开展骨转移治疗工作的受照剂量估算

本项目骨转移瘤治疗使用的放射性核素为 ^{89}Sr 、 ^{223}Ra 。 ^{223}Ra 为 α 核素， α 射线外照射时，在空气或其他物质中的射程比较短，一张薄纸就能挡住 α 射线，故 ^{223}Ra 药物在注射及服药后，其产生的 α 射线对周围环境的影响很小。

医院使用 ^{89}Sr 开展骨转移瘤治疗，每年接诊病人数量约为 460 人次，每次为患者注射放射性药物约 1min，年工作时间约为 7.67h 根；据表 11.2-6 估算可知，注射 ^{89}Sr

时，其所受辐射剂量约为 $0.45\mu\text{Sv/h}$ ，估算可得开展骨转移癌治疗的辐射工作人员其完成一年内工作任务后，其个人可能受照的年有效剂量为 $33.45\times 10^{-3}\text{mSv/a}$ 。

综上所述，核素治疗场所工作人员受到的年有效剂量值均能够满足本项目设立的工作人员目标管理限值（ 5mSv/a ），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。

（2）核素治疗场所周边公众受照剂量及关注点处辐射剂量率估算

评价项目相邻工作场所中人员活动相对比较固定的主要包括工作场所墙外工作区域门口走廊、工作区域对应上一层位置。根据表 11.2-3 中理论计算预测出关注点处工作场所的辐射剂量率最大值，并考虑相应的居留因子，估算工作场所外公众因本项目所致的个人年有效剂量。

本项目场所位于负一楼，不处于人员密集区域，其屏蔽体外公众居留因子取 1/16。场所南侧为负一层停车位，下一层为负二层停车位，人员较少到达，且停留时间很短，因此，公众居留因子取 1/32。场所上一层所在的住院登记处常有医护人员办公，因此，居留因子取 1。场所上一层大堂及室外公共场所，人员流动较快，不存在长时间停留的情况，公众居留因子取 1/16。

结合本项目工作场所防护设计可知，各房间与各环境保护目标之间的防护及辐射剂量率预测值情况如表 11.2-8。

表 11.2-8 项目建设区域与四周环境保护目标的辐射剂量率预测结果

关注点	辐射场所最邻近房间	拟采用的屏蔽厚度 X (cm)	关注点到辐射源的距离 R(m)	估算结果 ($\mu\text{Sv/h}$)
场所北面普通病房区（卫生间）	抢救室	200mm 实心砖墙+14mmPb 防护涂料	2.25	0.31
场所东面走廊	病房 4-6	370mm 混凝土墙+16mmPb 防护涂料	4.3	0.01
场所南面负一层停车场	双人病房		2.22	0.04
西面楼梯间	病房 1		2.3	0.02
场所出口外走廊	走廊出口	10mmPb	1.5	1.30
住院楼 1 楼大堂、室外公共区域	双人病房	120mm 混凝土+10mmPb 防护涂料	5.3	0.76
住院登记处	分装给药室、服药注射室	120mm 混凝土+9mmPb 防护涂料	5.3	0.47
负二楼停车场	场所下一层	120mm 混凝土+5mmPb 防护涂料	4.3	1.65

1-5 层居民楼内人员	分装给药室	50mmPb+200mm 实心砖墙 +5mmPb 防护涂料	35.4	9.36×10^{-7}
院内超市	双人病房	370mm 混凝土墙+16mmPb 防护涂料	31.54	2.07×10^{-4}
院内食堂人员	双人病房		35.22	1.66×10^{-4}
谊侨楼	病房 2		22.00	2.13×10^{-4}
翠城西街	分装给药室	50mmPb+200mm 实心砖墙 +5mmPb 防护涂料	31.4	1.19×10^{-6}

本项目工作场所，分装给药室、注射服药间的工作时间，按每年指导甲癌治疗、甲亢治疗患者服药的总人次约为 2070 人次，年工作时间约为 69h 进行计算，病房区域，根据建设单位提供的资料显示，年工作时间约为 230 天，病房外人员每天工作约 8 小时，则病房内患者对周围人员的年影响时间约为 1840h；场所内抢救室一般不使用，只有在患者出现不良反应等情况下才会使用，一般使用时间较少，因此，按全年使用时间 10h 进行预测估算，预计患者在出院辐射监测区域进行监测时间约为每人约 5min，则预计每年患者在出院辐射监测区域停留时间约为 84.67h。

表 11.2-9 本项目建设区域周围关注点处个人年有效剂量率估算结果

关注对象及所在位置	辐射剂量率预测值 ($\mu\text{Sv/h}$)	年工作时间 (h)	居留因子	年累积有效剂量 (mSv/a)
场所北面普通病房区（卫生间）	0.31	10	1	3.09×10^{-3}
场所东面走廊	0.01	1840	1/16	6.40×10^{-4}
场所南面负一层停车场	0.04	1840	1/32	0.07
西面楼梯间	0.02	1840	1/16	2.24×10^{-3}
场所出口外走廊	1.30	84.67	1/16	6.90×10^{-3}
住院楼 1 楼大堂、室外公共区域	0.76	1840	1/16	0.09
住院登记处	0.47	69	1	3.24×10^{-2}
负二楼停车场	1.65	1840	1/32	0.09
1-5 层居民楼内人员	1.42×10^{-7}	205.73	1	2.93×10^{-8}
院内超市	2.07×10^{-4}	1840	1	3.81×10^{-4}
院内食堂人员	1.66×10^{-4}	1840	1	3.05×10^{-4}
谊侨楼	2.13×10^{-4}	1840	1	3.91×10^{-4}
翠城西街	1.81×10^{-7}	69	1	8.21×10^{-8}

根据表 11.2.9 理论估算结果，项目工作场所周边关注点位置所预测的年累计有效剂量，能够满足本项目设立的公众剂量约束值（0.1mSv/a）的要求。

11.2.6 放射性废物分析

本次项目建设完成后，工作场所在运行过程中，可能产生的放射性污染物主要包括气态放射性污染物、液态放射性污染物和放射性固体废物。污染物中主要含有放射

性核素 ^{131}I 、 ^{32}P 、 ^{89}Sr 、 ^{177}Lu 、 ^{223}Ra ，半衰期最长为 50.53d（小于 60 天），均属于短半衰期废物。

（1）液态放射性污染物

本场所使用的放射性核素中， ^{32}P 为敷贴治疗，不会产生放射性废液， ^{89}Sr 、 ^{223}Ra 注射后，患者无不适症状出现即可出院，不在场所内停留，因此，场所内患者产生的放射性废液中主要含有放射性核素 ^{131}I 、 ^{177}Lu 。

本项目为改造原有工作场所为新的核素治疗场所，利用本次改造完成后的 4 级衰变池（容量约 175m^3 ）处理改造完成后场所控制区内病房所产生的排泄物类放射性废水；并新增建设 1 个 3 级衰变池，容量约为 120m^3 ，用于对改造后场所控制区内病房洗手池、地漏等患者产生的清洁用放射性水进行储存衰变。

①本次拟将原有的 1 套 76m^3 三级串联衰变池进行改造，打通池内墙体后成为一个 76m^3 衰变池接入原有 99m^3 三级并联衰变池，形成一个 4 级并联衰变池，容量约为 175m^3 ，改造后衰变池位置不变， 99m^3 衰变池位于住院楼西北面室外， 76m^3 衰变池位于住院楼西北面地下。

改造后衰变池采用 4 级并联式的设计方式，由 4 个小池并联组成，1 个有效容积约为 76m^3 的小池，3 个有效容积均约为 33m^3 的小池，总有效容积约为 175m^3 。

该衰变池用于处理改造后核素治疗场所内患者产生的排泄物类高活度放射性废液。

②本次新建 1 套 3 级衰变池，位于负二楼停车场处现有“核医学影响中心”场所衰变池旁，衰变池容量约为 120m^3 ，3 个小池容量均为 40m^3 ，新建衰变池主要用于处理场所内患者的洗手、洗澡、场所清洁等产生的低活度放射性废液。

由于负二层地底无法再往下挖深，因此，新建衰变池拟采用地面式衰变池，占用负二层内的停车位，六面采用钢筋混凝土浇筑，四周均做了防水、防渗漏设计，三个小池上方设置检修、取样口，采用 6mmPb 防护井盖。衰变池建成后，在衰变池四周建设隔断房间，房间门日常上锁，钥匙由专人进行保管，非检修/采样时不打开。有效防止无关人员靠近，且衰变池远离办公、公众聚集场所。

场所液态放射性污染物分析：

① 175m^3 衰变池（用于处理排泄产生放射性废液）

根据建设单位提供的资料显示，预计甲癌治疗患者每人每天大小便使用的用水

量约为 100L，拟建场所共设置 8 张床位，假设每天均能住满 8 张床位，则场所每天产生的排泄废水，预计为 $0.8\text{m}^3/\text{d}$ ；处理场所排泄产生的放射性废液的衰变池为建设单位原有衰变池，根据上文可知， 175m^3 的衰变池位于住院楼外西北面，为 4 级衰变池。拟建场所每天住满 8 人的情况下，注满衰变池 1#池（ 76m^3 ）的时间约为 95 天，注满 2#、3#、4#池（ 33m^3 ）每个分池的时间约为 41.25 天，根据 4 个衰变池的循环使用方式，则项目的衰变池的第一分池从注满关闭到打开排空，历时约 218.75 天。

为进一步预测衰变池的排放浓度，本项目投入使用后排入衰变池的主要放射性核素为 ^{131}I 、 ^{177}Lu 。查表《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）表 B3 可知，①工作人员吸入 ^{131}I 吸入的 $e(g)_{1\mu\text{m}}$ 为 $7.6\times 10^{-9}\text{Sv/Bq}$ ，吸入的 $e(g)_{5\mu\text{m}}$ 为 $1.1\times 10^{-8}\text{Sv/Bq}$ ，食入的 $e(g)$ 为 $2.2\times 10^{-8}\text{Sv/Bq}$ 。②工作人员吸入 ^{177}Lu 吸入的 $e(g)_{1\mu\text{m}}$ 为 $1.0\times 10^{-9}\text{Sv/Bq}$ ，吸入的 $e(g)_{5\mu\text{m}}$ 为 $1.0\times 10^{-9}\text{Sv/Bq}$ ，食入的 $e(g)$ 为 $5.3\times 10^{-10}\text{Sv/Bq}$ 。取工作人员吸入或食入的待积有效剂量的最大值计算 $\text{ALI}_{\min}$ 。

因此， ^{131}I ： $\text{ALI}_{\min}=20\text{mSv}/(2.2\times 10^{-8}\text{Sv/Bq})=9.09\times 10^5\text{Bq}$

^{177}Lu ： $\text{ALI}_{\min}=20\text{mSv}/(1.0\times 10^{-9}\text{Sv/Bq})=2.0\times 10^7\text{Bq}$

所以，衰变池排出的含放射性核素废水的排放要求：每月排放 ^{131}I 的总活度不超过 $9.09\times 10^6\text{Bq}$ ，每一次排放的活度不超过 $9.09\times 10^5\text{Bq}$ 。每月排放 ^{177}Lu 的总活度不超过 $2.0\times 10^8\text{Bq}$ ，每一次排放的活度不超过 $2.0\times 10^7\text{Bq}$ 。

根据场所内每天满负荷运行时有患者 8 人，可估算出注满第一个分池时（95 天内）住院患者人数约为 760 人，其中 ^{131}I 患者约为 733 人， ^{177}Lu 患者约为 27 人，注满后另外 3 个分池时（41.25 天）住院患者数量约为 330 人，其中 ^{131}I 患者约为 313 人， ^{177}Lu 患者约为 17 人，在不考虑这段时间的衰变时，则排入池中的放射性核素的总放射性活度为：

第一分池： ^{131}I ： $7.40\times 10^9\text{Bq}\times 733=5.42\times 10^{12}\text{Bq}$

^{177}Lu ： $7.40\times 10^9\text{Bq}\times 27=2.00\times 10^{11}\text{Bq}$

其余三分池： ^{131}I ： $7.40\times 10^9\text{Bq}\times 313=2.32\times 10^{12}\text{Bq}$

^{177}Lu ： $7.40\times 10^9\text{Bq}\times 17=1.26\times 10^{11}\text{Bq}$

该池封闭 218.75 天后，排放时衰变池内的放射性活度为：

第一分池： ^{131}I ： $5.42\times 10^{12}\text{Bq}\times 2^{-(5250\text{h}/192.96\text{h})}\approx 3.50\times 10^4\text{Bq}$

$$^{177}\text{Lu}: 2.00 \times 10^{11} \text{Bq} \times 2^{-\left(\frac{5250\text{h}}{161.52\text{h}}\right)} \approx 3.28 \times 10^1 \text{Bq}$$

$$\text{其余三分池: } ^{131}\text{I}: 2.32 \times 10^{12} \text{Bq} \times 2^{-\left(\frac{5250\text{h}}{192.96\text{h}}\right)} \approx 1.49 \times 10^4 \text{Bq}$$

$$^{177}\text{Lu}: 1.26 \times 10^{11} \text{Bq} \times 2^{-\left(\frac{5250\text{h}}{161.52\text{h}}\right)} \approx 2.07 \times 10^1 \text{Bq}$$

排放时放射性总活度为:

$$\text{第一分池: } ^{131}\text{I}: 3.50 \times 10^4 \text{Bq} \div 76 \text{m}^3 \approx 4.60 \times 10^2 \text{Bq/m}^3 \approx 0.46 \text{Bq/L} < 10 \text{Bq/L}$$

$$^{177}\text{Lu}: 3.28 \times 10^1 \text{Bq} \div 76 \text{m}^3 \approx 4.32 \times 10^{-1} \text{Bq/m}^3 \approx 4.32 \times 10^{-4} \text{Bq/L} < 10 \text{Bq/L}$$

$$\text{其余三分池: } ^{131}\text{I}: 1.49 \times 10^4 \text{Bq} \div 33 \text{m}^3 \approx 4.53 \times 10^2 \text{Bq/m}^3 \approx 0.45 \text{Bq/L} < 10 \text{Bq/L}$$

$$^{177}\text{Lu}: 2.07 \times 10^1 \text{Bq} \div 33 \text{m}^3 \approx 6.26 \times 10^{-1} \text{Bq/m}^3 \approx 6.26 \times 10^{-4} \text{Bq/L} < 10 \text{Bq/L}$$

由以上计算可知, ^{131}I 及 ^{177}Lu 排放时的活度低于本评价报告根据 GB18871 确定的每次排放 ^{131}I 总活度不超过 $9.09 \times 10^5 \text{Bq}$, ^{177}Lu 总活度不超过 $2.0 \times 10^7 \text{Bq}$ 的要求。衰变池每次排水的总活度约为 ^{131}I : 0.46Bq/L , ^{177}Lu : $4.32 \times 10^{-4} \text{Bq/L}$ 小于本项目确定的每次排放的放射性废水活度不超过 10Bq/L 的要求。

核素治疗场所含 ^{131}I 、 ^{177}Lu 衰变池每次排放天数约为 218.75 天,可以满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)中含 ^{131}I 核素的暂存应超过 180 天的相关要求。通过以上分析,可知该衰变池的设计容量满足该项目增加使用放射性核素后产生的放射性废水的处理要求。

②新建衰变池 120m^3 (用于处理洗手、洗澡、清洗产生放射性废液)

根据建设单位提供的资料显示,患者住院前先于普通病房区进行住院观察,入场所住院前先于普通场所淋浴后入住;核素治疗场所内住院过程中建设单位通过控制给水量以减少患者淋浴次数,通过控制场所内空调温度降低患者汗液排出。

根据医院规划,患者住院期间只在患者出院前给水淋浴,预计每人每次淋浴产生放射性废液约为 80L ,建设单位预计每周出院约为 16 人,则每周用水量约为 1280L (1.28m^3),每周清洁用水量预计约为 40L (0.04m^3),则每周排入衰变池的淋浴及场所清洁用水约为 1320L (1.32m^3);

假设患者每人每天清洁等洗手、洗漱用水量约为 30L/人/d ,则场所内每天的用水量约为 240L (0.24m^3),每周排入衰变池的清洁等洗手、洗漱用水量约为 1680L (1.68m^3),根据上文可知,新建 120m^3 的衰变池位于场所下方的负二楼停车场处,为三级衰变池。拟建场所每天住满 8 人的情况下,注满一个衰变池 1#池 (40m^3) 的时间约为 13.33 周 (93.33 天),根据 3 个衰变池的循环使用方式,则项目的衰

变池的第一分池从注满关闭到打开排空，历时约 280 天。

本项目新建衰变池每月排放总活度同上文，每月排放 ^{131}I 的总活度不超过 $9.09 \times 10^6 \text{Bq}$ ，每一次排放的活度不超过 $9.09 \times 10^5 \text{Bq}$ 。每月排放 ^{177}Lu 的总活度不超过 $2.0 \times 10^8 \text{Bq}$ ，每一次排放的活度不超过 $2.0 \times 10^7 \text{Bq}$ 。

根据场所内每天满负荷运行时有患者 8 人，可估算出注满第一个分池时（93.33 天内）住院患者人数约为 747 人（其中 ^{131}I 约 720 人， ^{177}Lu 约 27 人），在不考虑这段时间的衰变时，则排入池中的放射性核素的总放射性活度为：

$$^{131}\text{I}: 7.40 \times 10^9 \text{Bq} \times 720 = 5.33 \times 10^{12} \text{Bq}$$

$$^{177}\text{Lu}: 7.40 \times 10^9 \text{Bq} \times 27 = 2.00 \times 10^{11} \text{Bq}$$

该池封闭 280 天后，排放时衰变池内的放射性活度为：

$$^{131}\text{I}: 5.33 \times 10^{12} \text{Bq} \times 2^{-\left(\frac{6720\text{h}}{192.96\text{h}}\right)} \approx 1.75 \times 10^{12} \text{Bq}$$

$$^{177}\text{Lu}: 2.00 \times 10^{11} \text{Bq} \times 2^{-\left(\frac{6720\text{h}}{161.52\text{h}}\right)} \approx 5.97 \times 10^{10} \text{Bq}$$

排放时放射性总活度为：

$$^{131}\text{I}: 1.75 \times 10^{12} \text{Bq} \div 40 \text{m}^3 \approx 4.37 \text{Bq/m}^3 \approx 4.37 \times 10^{-3} \text{Bq/L} < 10 \text{Bq/L}$$

$$^{177}\text{Lu}: 5.97 \times 10^{10} \text{Bq} \div 40 \text{m}^3 \approx 1.49 \times 10^{-3} \text{Bq/m}^3 \approx 1.49 \times 10^{-6} \text{Bq/L} < 10 \text{Bq/L}$$

由以上计算可知， ^{131}I 及 ^{177}Lu 排放时的活度低于本评价报告根据 GB18871 确定的每次排放 ^{131}I 总活度不超过 $9.09 \times 10^5 \text{Bq}$ ， ^{177}Lu 总活度不超过 $2.0 \times 10^7 \text{Bq}$ 的要求。衰变池每次排水的总活度约为 ^{131}I : $4.37 \times 10^{-3} \text{Bq/L}$ ， ^{177}Lu : $1.49 \times 10^{-6} \text{Bq/L}$ 小于本项目确定的每次排放的放射性废水活度不超过 10Bq/L 的要求。

核素治疗场所含 ^{131}I 、 ^{177}Lu 衰变池每次排放天数约为 280 天，可以满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中含 ^{131}I 核素的暂存应超过 180 天的相关要求。通过以上分析，可知该衰变池的设计容量满足该项目增加使用放射性核素后产生的放射性废水的处理要求。

（2）气态放射性污染物

根据上文表9、表10中内容可知，本项目设置有合理的排风管道（高活度区往低活度区流向），符合要求的排风系统及排放口（住院楼顶楼排放），并配备有相应的过滤装置等；综上所述，本项目所有场所的放射性废气处理处置方式，均符合《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中7.4气态放射性废物管理的相关要求。

(3) 放射性固体废物

根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）要求，建设单位拟将含⁸⁹Sr的放射性固体废物单独进行收集贮存，存放时间为超过该核素最长半衰期的10倍。

拟将含³²P及²²³Ra的放射性固体废物统一收集贮存，贮存时间为半衰期较长的³²P半衰期的10倍。

¹³¹I及¹⁷⁷Lu半衰期较为接近，且均为病房内治疗使用核素，其产生的放射性固体废物经统一收集后暂存超过180天。

以上放射性固体废物达到贮存时间后经检测，α表面污染小于0.08Bq/cm²、β表面污染小于0.8Bq/m²后可清洁解控作为普通医疗废物处理。

本项目每年使用¹³¹I开展甲癌治疗患者人数约为920人，甲亢治疗人数约为1150人，甲状腺功能测定人数约为1840人，使用¹⁷⁷Lu开展治疗人数约为96人，使用³²P敷贴治疗人数约为1840人；骨转移治疗使用⁸⁹Sr人数约为460人，²²³Ra人数约为96人。固体废物产生量以0.02kg/人次计，则以上人员在核实操作区域产生的放射性固体废物约为128.04kg，医疗固体废物密度按500kg/m³计。

表 11.2-10 操作区域放射性固体废物产生及处理情况统计

固体废物含放射性核素	半衰期	暂存时间	每年产生废物流量	废物桶容量及数量	备注
⁸⁹ Sr	50.53d	505.3d	9.2kg	3个*10L	轮流装满封存、满足衰变要求
³² P、 ²²³ Ra	14.29d、11.44d	142.9d	38.72kg	2个*50L	
¹³¹ I、 ¹⁷⁷ Lu (操作区域)	8.02d、6.73d	180d	80.12kg	2个*80L	

核素治疗病房区域产生的放射性固体废物主要是甲癌患者住院期间产生的医疗废物，参考《第一次全国污染源普查一城镇生活源产排污系数手册》中第四分册（下称手册）中居民生活垃圾产生和排放系数进行本项目的核算。

本项目治疗病房区域满负荷运行时，病房内最多住院8名患者，平均住院时间3~4天（按住院4天计算），一周大约住院约16名患者，年工作时间230天，参考手册可知，广东省属于二区；本项目核素治疗场所日产生的医疗废物核算系数可参照取0.42kg/床.天，则核素治疗场所每年的放射性固废产生量约为772.8kg/年。

医疗固体废物密度按500kg/m³计，则治疗场所每月产生的固体废物体积约为0.2m³/月，建设单位暂未确定放射性废物储存箱购置数量，按上述数据并考虑场所内

其他注射、敷贴项目产生的放射性固体废弃物量计算,可知,若建设单位采用对场所放射性固体废弃物采用每月封存1次的方式,则建设单位需购置7个130L容量的放射性铅废物箱用于轮流封存使用,可确保治疗病房区域内产生的含 ^{131}I 、 ^{177}Lu 核素的放射性固体废弃物暂存超过180天的相关要求。

建议建设单位,在后续采购过程中充分考虑放射性废物暂存要求,购置能够满足储存要求数量的放射性铅废物箱,用于暂存场所产生的放射性固体废弃物。

11.2.7 事故期间的风险分析

(1) 辐射工作场所可能发生的辐射事故

- ①由于管理不善,放射性药物被盗、丢失。
- ②在转移过程中由于操作人员违反操作规程或误操作引起的意外泄露,造成台面、地面辐射污染。
- ③工作人员未按要求穿戴个人防护用品等,造成额外附加照射剂量。
- ④放射性废水或放射性固废衰变时间不够,未达到解控水平或排放标准即进行处理

(2) 辐射工作场所辐射事故防范措施

①严格落实放射性核素与放射源安全管理制度,专人负责,做好核素与放射源的领取、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。

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

③加强工作人员自身防护安全意识,定期组织培训,使工作人员明确配备的防护用品(铅衣、铅手套、铅围裙、铅围脖、铅眼镜等)及存放位置。

④加强用药患者的管理,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。工作场所设置监控,进出口设置控制门,经核实达到离开条件方可允许患者离开。

⑤放射性固体废物桶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,按照规定的衰变时间停留衰变,处理前进行监测,达到解控水平后方可进行进一步处理。

⑥发生放射性药物撒漏等事故后，工作人员需穿上铅衣，戴上铅手套，口罩，迅速将未渗出的液体连同防护罐放置到铅防护废物桶，使用长柄镊子夹取吸水纸或棉花收集撒漏的放射性液体，然后放入铅防护废物桶内进行安全存贮(包括被污染的容器碎片)。对可能发生的放射事故，应及时采取措施，妥善处理，以减少和控制事故的危害影响，并接受监督部门的处理，同时，上报生态环境部门和卫生健康部门。

(3) 项目辐射工作场所辐射事故应急措施

①一旦发生放射源或核素药物丢失或被盗，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中的有关要求，企业应按规定启动本单位辐射事故应急方案，并及时报告当地环保部门、公安部门以及卫生部门。

②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。核医学科使用的核素药物为液态，若发生撒漏，可用抹布擦拭清除，抹布作为放射性固体废物。被污染的防护用品用温水仔细清洗，为防止污染的扩散，去污程序应先从污染轻的周围渐向污染重的部位。如经反复清洗效果不明显时，可根据放射性核素的化学性质和污染表面的性质，选用有效的去污剂进一步去污。

③严重污染事故时，应立即通知在场的其他人员，同时迅速标出污染范围，防止其他人员进入污染区。污染区的人员经采取减少危害和防止污染扩散的必要措施后，要脱去污染的衣服并将其留在污染区，立即离开此区。事故发生后，应尽快通知防护负责人和主管人员，并立即向有关监督管理部门报告。防护人员应迅速提出全面处理事故的方案，并协助主管人员组织实施。污染区经去污、监测后，经防护人员批准方可重新工作。

④本项目核医学科的工作人员均佩戴有个人剂量计，其中分装、注射人员佩戴有2个人剂量计，个人剂量计每3个月检测一次，可及时关注工作人员的受照剂量，如发现超标现象应查明原因，改善防护条件或减少工作时间或增加辐射工作人员培训减少操作失误的可能性。

⑤人员受到不必要的照射或超计划外照射时，应评估其受照剂量，并进行必要的医学处理。

11.3 介入手术室运行阶段对环境的影响

11.3.1 辐射环境影响分析

DSA 设备在手术中分透视和摄影两种模式。DSA 摄影模式是指 DSA 的 X 射线系统曝光时，工作人员位于控制室，即为隔室操作方式。DSA 透视模式是指在透视条件下，医护人员近台同室进行介入操作。本次评价分别对摄影、透视两种工况下机房周围的辐射水平进行了预测。

在介入手术过程中，机头有用线束直接照向患者，根据《Structural Shielding Design For Medical X-Ray Imaging Facilities》（NCRP147 号出版物）第 4.1.6 节指出，在血管造影术中将使用图像增强器，可阻挡主射线，初级辐射的强度会大幅度地被病人、影像接收器和支撑影像接收器的结构减弱，因此 DSA 屏蔽估算时可不考虑主束照射。因此，本次评价重点考虑泄漏辐射和散射辐射对周围环境的辐射影响。

根据 DSA 设备的工作原理，设备在正常工况时，本项目 DSA 设备参数无法同时达到最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA，正常工况时，不同手术类型和不同患者身体状况都会影响管电压和管电流的参数，实际使用时管电压通常在 90kV 以下，透视图电流通常为十几毫安，摄影时功率较大，管电流通常为几百毫安。根据目前一些医院的实际值统计，摄影模式下，普遍情况下 DSA 设备的管电压和管电流为 60~100kV/300~500mA；透视模式下管电压和管电流为 60~90kV/5~15mA，本环评拟进行保守估算，采用摄影工况下的设备参数：管电压 100kV，管电流 500mA；透视工况下的设备参数：管电压 90kV，管电流 15mA。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），介入设备等总滤过不小于 2.5mmAl，本项目购置正规生产厂家生产的设备，滤过参数满足标准要求，本次计算总滤过取 2.5mmAl 保守读数，根据摄影工况下的设备参数：管电压 100kV，管电流 500mA，透视模式下的设备参数：管电压 90kV，管电流 15mA。读《辐射防护手册》（第三分册）P58 图 3.1（见图 11.3-1），可以查得摄影模式下距靶 1m 处空气中的空气比释动能为 0.090mGy/mAs，透视模式下距靶 1m 处空气中的空气比释动能为 0.075mGy/mAs。

根据《辐射防护导论》射线装置距靶 1m 处的空气比释动能率，按公式 11.3-1 计算：

$$\dot{K} = I \cdot \delta_x \frac{r_0^2}{r^2} \quad (\text{式 11.3-1})$$

式中：

K ——离靶 r （m）处由X射线机产生的初级X射线束造成的空气比释动能率，mGy/min；

I ——管电流，mA；

δ_x ——管电流为 1mA，距靶 1m 处的发射率常数，mGy/(mA·min)；

$r_0=1\text{m}$ ；

r ——源至关注点的距离，m。

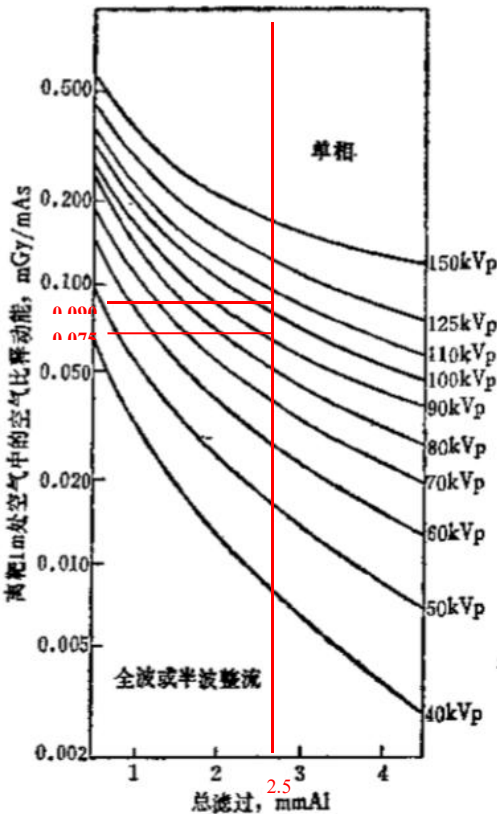


图 11.3-1 距 X 射线源 1m 处的照射量率随管电压及总滤过厚度变化的情况

表 11.3-1 DSA 不同管电压下距靶 1m 处最大剂量率一览表

设备	运行模式	滤过材料及厚度 (mm)	离靶 1m 处空气中的空气比释动能 (mGy/mA·s)	运行管电压 (kV)	运行管电流 (mA)	距靶 1m 处的最大剂量率 (μGy/h)
DSA	摄影	Al, 2.5	0.09	100	500	1.62E+08
	透视	Al, 2.5	0.075	90	15	4.05E+06

本项目 DSA 未确定设备型号，无法确定准确的球管位置，结合机房情况，保守按照如下情况进行理论预测计算：在机房中心设置 2.5m×0.8m 较大规格手术床，X 射线球管距地面 0.4m，关注点选取机房防护门外 30cm 处、墙外 30cm 处、观察窗外 30cm 处、顶棚上方距顶棚地面 1m 处和地面楼下距楼下地面 1.7m 处。关注点示意图

见图 11.3-2。

由图11.3-2红线标注的距离可知，取观察窗外30cm处的1#进行计算；机房的4道防护门防护屏蔽相同，由图11-2绿线标注的距离可知，距患者通道防护门外30cm处距离最短，取距离最短的2#作为防护门外剂量率代表点进行计算；同理，机房东墙（通道西侧）、北墙（控制室南侧）防护屏蔽相同，除西墙（清洁室、电子柜室东侧）、南墙（外扩部分）外，其余墙体屏蔽防护相同，由图11-2蓝线标注的距离可知，靶点距北墙（控制室南侧）和南墙墙外30cm处距离最短，分别取距离最短的3#、4#，并取南墙（外扩部分）外30cm处的5#、西墙外（电子柜室东侧）30cm处的6#作为防护墙外剂量率代表点进行计算。拟设置的关注点如下：

- 1#：机房北侧观察窗外30cm处（控制室）；
- 2#：机房南侧门外30cm处（通道）；
- 3#：机房北侧墙外30cm处（控制室）；
- 4#：机房南侧墙（原机房部分）外30cm处（通道）；
- 5#：机房南侧墙（外扩部分）外30cm处（通道）；
- 6#：机房西侧墙外30cm处（电子柜室）；
- 7#：机房顶棚距顶棚地面1m处（候诊区）；
- 8#：机房楼下距楼下地面1.7m处（休息等候区）；
- 9#：机房内医生手术位；
- 10#：机房内护士协作位。

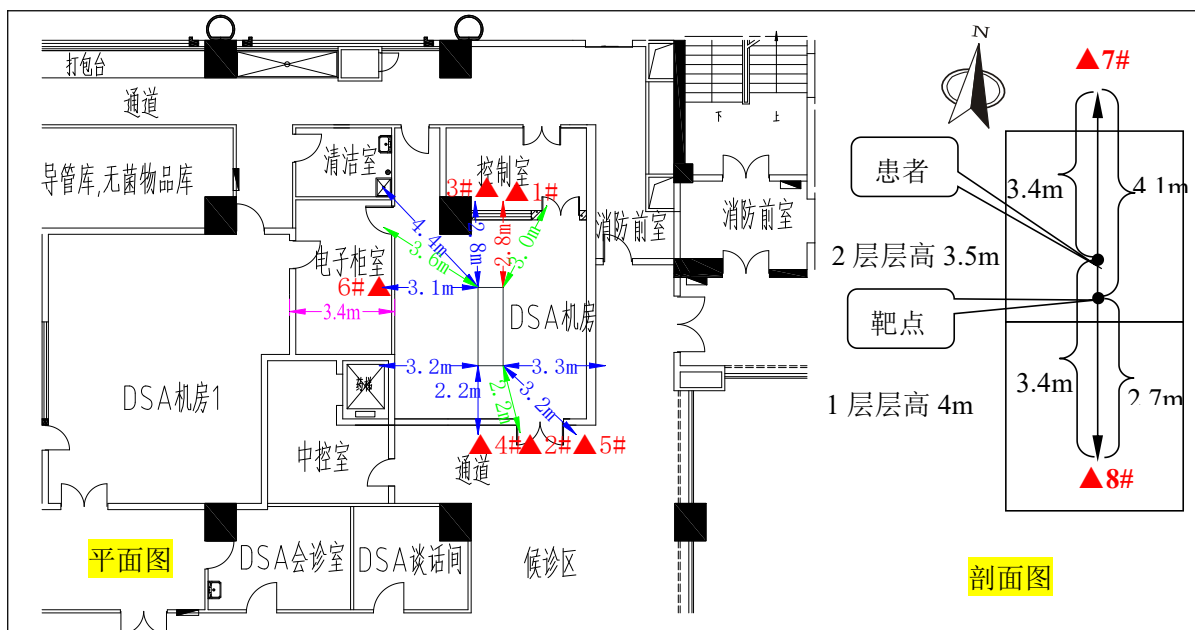


图 11.3-2 DSA 机房外关注点示意图（平面图及剖面图）

（1）泄漏辐射环境影响分析

泄漏辐射剂量率按初级辐射束的0.1%计算，根据《辐射防护手册》第一分册（李德平、潘自强主编，原子能出版社，1987年），计算公式如公式11-2所示，计算结果见表11.3-3。

$$H = \frac{f \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \quad (\text{式11.3-2})$$

式中：

H ——关注点处的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

f ——泄漏射线比率，取 0.1%；

H_0 ——距靶点 1m 处的最大剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；依据 GBZ/T201.1 的 4.8.3，屏蔽计算中 $\mu\text{Gy/h}$ 可视为 $\mu\text{Sv/h}$ 。

R ——靶点至关注点的距离，m；第一术者位取 0.9m，第二术者位取 1.2m。

B ——屏蔽透射因子。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）计算屏蔽透射因子，公式如下：

$$B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha \gamma X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\gamma}} \quad (\text{式 11.3-3})$$

式中：

B ——屏蔽透射因子；

X ——屏蔽材料铅当量厚度，mm；

α 、 β 、 γ ——不同屏蔽物质对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数，见表 11.3-2。

表 11.3-2 不同屏蔽物质对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数

管电压 (kv)	材料	α	β	γ
90	铅	3.067	18.83	0.7726
	混凝土	0.04228	0.1137	0.4690
	砖	0.03750	0.08200	0.8920
100 (主束)	铅	2.500	15.28	0.7557
	混凝土	0.03925	0.08567	0.4273
	砖	0.03520	0.0880	1.149
100 (散射)	铅	2.507	15.33	0.9124
	混凝土	0.03950	0.08440	0.5191

注：拟合参数均取自于《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）。

各预测点泄漏辐射剂量率计算参数及结果见下表。

表 11.3-3 各关注点处泄漏辐射剂量率计算结果一览表

工作模式	关注点位	H_0 ($\mu\text{Sv/h}$)	屏蔽材料及厚度	靶点距关注点距离 (m)	B	辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
摄影	1#: 机房北侧观察窗外 30cm 处 (控制室)	1.62E+08	4mmPb 铅玻璃	2.8	3.39E-06	7.00E-02
	2#: 机房南侧门外 30cm 处 (患者通道)	1.62E+08	4mmPb 铅板	2.2	3.39E-06	1.13E-01
	3#: 机房北侧墙外 30cm 处 (控制室)	1.62E+08	300mm 实心砖 +2mmPb 硫酸钡水泥	2.8	4.50E-09	9.30E-05
	4#: 机房南侧墙 (原机房部分) 外 30cm 处 (通道)	1.62E+08	200mm 实心砖 +2.5mmPb 硫酸钡水泥	2.2	4.28E-08	1.43E-03
	5#: 机房南侧墙 (外扩部分) 外 30cm 处 (通道)	1.62E+08	200mm 实心砖 +2mmPb 硫酸钡水泥	3.2	1.52E-07	2.40E-03
	6#: 机房西侧墙外 30cm 处 (电子柜室)	1.62E+08	120mm 实心砖 +2.5mmPb 硫酸钡水泥	3.1	7.19E-07	1.21E-02
	7#: 机房顶棚距顶棚地面 1m 处 (候诊区)	1.62E+08	100mm 混凝土 +3mmPb 硫酸钡水泥	4.1	7.50E-08	7.23E-04
	8#: 机房楼下距楼下地面 1.7m 处 (休息等候区)	1.62E+08	100mm 混凝土 +3mmPb 硫酸钡水泥	2.7	7.50E-08	1.67E-03

透视	1#: 机房北侧观察窗外 30cm 处 (控制室)	4.05E+06	4mmPb 铅玻璃	2.8	3.69E-07	1.91E-04
	2#: 机房南侧门外 30cm 处 (患者通道)	4.05E+06	4mmPb 铅板	2.2	3.69E-07	3.09E-04
	3#: 机房北侧墙外 30cm 处 (控制室)	4.05E+06	300mm 实心砖 +2mmPb 硫酸钡水泥	2.8	6.10E-10	3.15E-07
	4#: 机房南侧墙 (原机房部分) 外 30cm 处 (通道)	4.05E+06	200mm 实心砖 +2.5mmPb 硫酸钡水泥	2.2	5.56E-09	4.65E-06
	5#: 机房南侧墙 (外扩部分) 外 30cm 处 (通道)	4.05E+06	200mm 实心砖 +2mmPb 硫酸钡水泥	3.2	2.60E-08	1.03E-05
	6#: 机房西侧墙外 30cm 处 (电子柜室)	4.05E+06	120mm 实心砖 +2.5mmPb 硫酸钡水泥	3.1	1.13E-07	4.76E-05
	7#: 机房顶棚距顶棚地面 1m 处 (候诊区)	4.05E+06	100mm 混凝土 +3mmPb 硫酸钡水泥	4.1	8.96E-09	2.16E-06
	8#: 机房楼下距楼下地面 1.7m 处 (休息等候区)	4.05E+06	100mm 混凝土 +3mmPb 硫酸钡水泥	2.7	8.96E-09	4.98E-06
	9#: 医生手术位 (铅衣内)	4.05E+06	0.5mmPb 铅衣 +0.5mmPb 床侧防护帘	0.9	4.08E-03	2.04E+01
	9#: 医生手术位 (铅衣外)	4.05E+06	0.5mmPb 床侧防护帘	0.9	2.52E-02	1.26E+02
	10#: 护士协助位 (铅衣内)	4.05E+06	0.5mmPb 铅衣 +0.5mmPb 床侧防护帘	1.2	4.08E-03	1.15E+01
	10#: 护士协助位 (铅衣外)	4.05E+06	0.5mmPb 床侧防护帘	1.2	2.52E-02	7.09E+01

(2) 病人体表散射辐射环境影响分析

对于病人体表的散射的X射线可以采用反照射率法估算，引用李德平、潘自强主编的《辐射防护手册》第一分册——《辐射源与屏蔽》（[M]北京：原子能出版社，1987）。可按以下公式进行计算，计算结果见表11.3-4。

$$H_s = \frac{H_0 \cdot \alpha \cdot B \cdot s}{(d_0 \cdot d_s)^2} \quad (\text{式 11.3-4})$$

式中：

H_s ——关注点处的患者散射辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

H_0 ——距靶点 1m 处的最大剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

α ——患者对 X 射线的散射比, $\alpha=a/400$ 查《辐射防护手册第一分册》P437 表 10.1 得 100 千伏 X 射线 $a=0.0013$ (90° 散射);

S ——散射面积, 取 100cm^2 ;

d_0 ——源与患者的距离, m; 取 0.7m ;

d_s ——患者散射点与关注点的距离, m; 第一术者位取 0.6m , 第二术者位取 1.0m ;

B ——屏蔽透射因子。

表 11.3-4 各预测点散射辐射剂量率计算参数及结果

工作模式	关注点位	H_0 ($\mu\text{Sv/h}$)	屏蔽材料及厚度	S (cm^2)	d_0 (m)	d_s (m)	B	辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
摄影	1#: 机房北侧观察窗外 30cm 处 (控制室)	$1.62\text{E}+08$	4mmPb 铅玻璃	100	0.7	2.8	$5.14\text{E}-06$	$7.04\text{E}-02$
	2#: 机房南侧门外 30cm 处 (患者通道)	$1.62\text{E}+08$	4mmPb 铅板	100	0.7	2.2	$5.14\text{E}-06$	$1.14\text{E}-01$
	3#: 机房北侧墙外 30cm 处 (控制室)	$1.62\text{E}+08$	300mm 实心砖+2mmPb 硫酸钡水泥	100	0.7	2.8	$6.81\text{E}-09$	$9.33\text{E}-05$
	4#: 机房南侧墙 (原机房部分) 外 30cm 处 (通道);	$1.62\text{E}+08$	200mm 实心砖+2.5mmPb 硫酸钡水泥	100	0.7	2.2	$6.52\text{E}-08$	$1.45\text{E}-03$
	5#: 机房南侧墙 (外扩部分) 外 30cm 处 (通道);	$1.62\text{E}+08$	200mm 实心砖+2mmPb 硫酸钡水泥	100	0.7	3.2	$2.30\text{E}-07$	$2.41\text{E}-03$
	6#: 机房西侧墙外 30cm 处 (电子柜室);	$1.62\text{E}+08$	120mm 实心砖+2.5mmPb 硫酸钡水泥	100	0.7	3.1	$1.10\text{E}-06$	$1.23\text{E}-02$
	7#: 机房顶棚距顶棚地面 1m 处 (候诊区)	$1.62\text{E}+08$	100mm 混凝土+3mmPb 硫酸钡水泥	100	0.7	3.4	$1.60\text{E}-07$	$1.49\text{E}-03$
	8#: 机房楼下距楼下地面 1.7m 处 (休息等候区)	$1.62\text{E}+08$	100mm 混凝土+3mmPb 硫酸钡水泥	100	0.7	3.4	$1.60\text{E}-07$	$1.49\text{E}-03$
透视	1#: 机房北侧观察窗外 30cm 处 (控制室)	$4.05\text{E}+06$	4mmPb 铅玻璃	100	0.7	2.8	$3.69\text{E}-07$	$1.26\text{E}-04$
	2#: 机房南侧门外 30cm 处 (患者通道)	$4.05\text{E}+06$	4mmPb 铅板	100	0.7	2.2	$3.69\text{E}-07$	$2.05\text{E}-04$

3#：机房北侧墙外 30cm 处（控制室）	4.05E+06	300mm 实心砖+2mmPb 硫酸钡水泥	100	0.7	2.8	6.10E-10	2.09E-07
4#：机房南侧墙（原机房部分）外 30cm 处（通道）；	4.05E+06	200mm 实心砖+2.5mmPb 硫酸钡水泥	100	0.7	2.2	5.56E-09	3.09E-06
5#：机房南侧墙（外扩部分）外 30cm 处（通道）；	1.62E+08 4.05E+06	200mm 实心砖+2mmPb 硫酸钡水泥	100	0.7	3.2	2.60E-08	6.82E-06
6#：机房西侧墙外 30cm 处（电子柜室）；	4.05E+06	120mm 实心砖+2.5mmPb 硫酸钡水泥	100	0.7	3.1	1.13E-07	3.16E-05
7#：机房顶棚距顶棚地面 1m 处（候诊区）	4.05E+06	100mm 混凝土+3mmPb 硫酸钡水泥	100	0.7	3.4	8.96E-09	2.08E-06
8#：机房楼下距楼下地面 1.7m 处（休息等候区）	4.05E+06	100mm 混凝土+3mmPb 硫酸钡水泥	100	0.7	3.4	8.96E-09	2.08E-06
9#：医生手术位(铅衣内)	4.05E+06	0.5mmPb 铅衣+0.5mmPb 床侧防护帘	100	0.7	0.6	4.08E-03	3.04E+01
9#：医生手术位（铅衣外）	4.05E+06	0.5mmPb 床侧防护帘	100	0.7	0.6	2.52E-02	1.88E+02
10#：护士协助位（铅衣内）	4.05E+06	0.5mmPb 铅衣+0.5mmPb 床侧防护帘	100	0.7	1.0	4.08E-03	1.10E+01
10#：护士协助位（铅衣外）	4.05E+06	0.5mmPb 床侧防护帘	100	0.7	1.0	2.52E-02	6.77E+01

(3) 汇总分析

根据表 11.3-3 和表 11.3-4 的计算结果，将各个预测点的总的辐射剂量率统计于下表 11.3-5 中。

表 11.3-5 各预测点总辐射剂量率

工作模式	关注点位置描述	泄漏辐射剂量率 (μSv/h)	散射辐射剂量率 (μSv/h)	总辐射剂量率 (μSv/h)
摄影	1#：机房北侧观察窗外 30cm 处(控制室)	7.00E-02	7.04E-02	1.40E-01
	2#：机房南侧门外 30cm 处（患者通道）	1.13E-01	1.14E-01	2.27E-01
	3#：机房北侧墙外 30cm 处（控制室）	9.30E-05	9.33E-05	1.86E-04
	4#：机房南侧墙（原机房部分）外 30cm 处（通道）	1.43E-03	1.45E-03	2.88E-03

	5#: 机房南侧墙（外扩部分）外 30cm 处（通道）	2.40E-03	2.41E-03	4.81E-03
	6#: 机房西侧墙外 30cm 处（电子柜室）	1.21E-02	1.23E-02	2.44E-02
	7#: 机房楼上距地 1m 处（候诊区）	7.23E-04	1.49E-03	2.21E-03
	8#: 机房楼下距地 1.7m 处（休息等候区）	1.67E-03	1.49E-03	3.16E-03
透视	1#: 机房北侧观察窗外 30cm 处（控制室）	1.91E-04	1.26E-04	3.17E-04
	2#: 机房南侧门外 30cm 处（患者通道）	3.09E-04	2.05E-04	5.14E-04
	3#: 机房北侧墙外 30cm 处（控制室）	3.15E-07	2.09E-07	5.24E-07
	4#: 机房南侧墙（原机房部分）外 30cm 处（通道）	4.65E-06	3.09E-06	7.74E-06
	5#: 机房南侧墙（外扩部分）外 30cm 处（通道）	1.03E-05	6.82E-06	1.71E-05
	6#: 机房西侧墙外 30cm 处（电子柜室）	4.76E-05	3.16E-05	7.92E-05
	7#: 机房楼上距地 1m 处（候诊区）	2.16E-06	2.08E-06	4.24E-06
	8#: 机房楼下距地 1.7m 处（休息等候区）	4.98E-06	2.08E-06	7.06E-06
	9#: 医生手术位（铅衣内）	2.04E+01	3.04E+01	5.08E+01
	9#: 医生手术位（铅衣外）	1.26E+02	1.88E+02	3.14E+02
	10#: 护士协助位（铅衣内）	1.15E+01	1.10E+01	2.25E+01
	10#: 护士协助位（铅衣外）	7.09E+01	6.77E+01	1.39E+02

由表 11.3-5 计算结果可知：本项目 DSA 在摄影模式下，机房外周围关注点的辐射剂量率最大值为 $2.27 \times 10^{-1} \mu\text{Sv/h}$ ；在透视模式下，机房外周围关注点的辐射剂量率最大值为 $5.14 \times 10^{-4} \mu\text{Sv/h}$ ，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ；具有短时、高剂量率曝光的摄影程序，机房外的周围剂量当量率应不大于 $25 \mu\text{Sv/h}$ 。”的要求。

11.3.2 工作人员及公众个人剂量估算

（1）计算公式

根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）对于工作人员穿戴铅围裙的情况，按照以下公式估算有效剂量：

$$E_{\text{外}} = 0.79H_U + 0.051H_O \quad (\text{式 } 11.3-5)$$

$E_{\text{外}}$ ——有效剂量 E 中的外照射分量，单位为 mSv；

H_U ——铅围裙内佩戴的个人剂量计测得的 $H_P(10)$ ，本项目取理论计算的医生铅衣内的年剂量，单位为 mSv；

H_o ——铅围裙外锁骨对应的衣领位置佩戴的个人剂量计测得的 $H_P(10)$ ，本项目取理论计算的医生铅衣外的年剂量，单位为 mSv。

根据《辐射防护导论》，按照下式对职业人员和公众的年受照剂量进行估算。

$$H = H_r \times t \times T \times 10^{-3} \quad (\text{式11.3-6})$$

式中：

H ——年有效剂量，mSv/a；

H_r ——关注点辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

t ——年受照时间，h/a；

T ——居留因子，参考《辐射防护手册》（第三分册）P80，居留因子按三种情况：①全居留 $T=1$ ，②部分居留 $T=1/4$ ，③偶然居留 $T=1/16$ 。

（2）工作人员年有效剂量

根据表 9，本项目新增配置 4 名执业医师、2 名护士和 2 名放射影像技师，共 8 名辐射工作人员参与本项目 DSA 手术工作。引用表 9 中本项目辐射工作人员的工作负荷，对本项目工作人员年受照剂量进行计算分析，结果见表 11.3-6。

表 11.3-6 工作人员年有效剂量估算结果

工作人员	单人手术台数 (台)	操作方式	工作时间 (h)	剂量率		居留因子	年有效剂量（mSv）	
医生	200	同室	66.7	第一术者位 （铅围裙外）	5.08E+01	1	3.74	3.74
				第一术者位 （铅围裙内）	3.14E+02	1		
		隔室	3.3	机房外最大值	2.27E-01	1	7.49E-04	
护士	600	同室	66.7	第二术者位 （铅围裙外）	2.25E+01	1	1.66	1.69
				第二术者位 （铅围裙内）	1.39E+02	1		
		隔室（摄影）	133.3	机房外最大值	2.27E-01	1	3.03E-02	
		隔室（透视）	10	机房外最大值	5.14E-04	1	5.14E-06	
技师	600	隔室（摄影）	10	观察窗外	1.40E-01	1	1.40E-03	1.46E-03
		隔室（透视）	200	观察窗外	3.17E-04	1	6.34E-05	
注：1、医生和护士隔室操作时，保守取机房四周屏蔽体外最大辐射剂量率进行估算； 2、护士的同室时间按透视模式总时间的 1/3 考虑； 3、技师操作位剂量率取观察窗外剂量率进行估算。								

由表 11.3-6 可知，本项目拟建 DSA 机房辐射工作人员年有效剂量最大为 3.74mSv，能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）关于职业照射剂量限值的要求，同时满足本项目提出的辐射工作人员剂量约束值（不高于 5mSv/a）的要求。

本项目设备型号未定，设备运行时的 X 射线辐射剂量率保守按最小固有滤过 2.5mmAl 进行计算，未考虑附加滤过材料的影响，因此估算结果是偏保守的。DSA 射线装置在固有滤过材料的基础上，均配备有 Al、Cu 等附加滤过材料，实际运行过程中，辐射工作人员只要严格按照操作规程规范使用设备、正确使用防护用品和设施，正常情况下辐射工作人员实际年有效剂量值将小于上述保守预测结果。

（3）公众有效剂量估算

根据项目机房周围公众的可到达性及停留时间对公众的年受照剂量进行分析。据表 11.3-5 计算结果，取透视模式下机房外最大值 $5.14 \times 10^{-4} \mu\text{Sv/h}$ 和摄影模式下机房外最大值 $2.27 \times 10^{-1} \mu\text{Sv/h}$ 进行分析。预测分析时，保守不再考虑距离衰减和其他功能用房的墙体屏蔽效果。本项目公众所在位置关注点的公众年有效剂量计算结果见下表。

表 11.3-7 公众有效剂量计算结果

位置描述	相对于 机房方 位	透视模式 辐射剂量 率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年出束 时间 (h)	摄影模式 辐射剂量 率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年出 束时 间 (h)	居留 因子	年有效剂 量 (mSv)
通道	北侧	5.14E-04	200	2.27E-01	10	1/4	5.93E-04
消防前室、通道	东侧	5.14E-04	200	2.27E-01	10	1/4	5.93E-04
通道、候诊区	南侧	5.14E-04	200	2.27E-01	10	1/4	5.93E-04
中控室、电子柜室、 清洁室	西侧	5.14E-04	200	2.27E-01	10	1/16	1.48E-04
接待站	正上方	5.14E-04	200	2.27E-01	10	1	2.37E-03
作业治疗室、康复工 程室、走廊、诊室、 候诊区	正上方	5.14E-04	200	2.27E-01	10	1	2.37E-03
空调机房	正下方	5.14E-04	200	2.27E-01	10	1/16	1.48E-04
休息等待区、走廊	正下方	5.14E-04	200	2.27E-01	10	1/4	5.93E-04
示教室	东北侧	5.14E-04	200	2.27E-01	10	1/4	5.93E-04
DSA 机房 5 的操作室	东北侧	5.14E-04	200	2.27E-01	10	1	2.37E-03
静配中心	东侧	5.14E-04	200	2.27E-01	10	1	2.37E-03
DSA 谈话间、DSA 会诊室	南侧	5.14E-04	200	2.27E-01	10	1/4	5.93E-04
医护办公室	西侧	5.14E-04	200	2.27E-01	10	1	2.37E-03

DSA 机房 1、2 的操作室	西侧	5.14E-04	200	2.27E-01	10	1	2.37E-03
办公室	西北侧	5.14E-04	200	2.27E-01	10	1	2.37E-03
便利超市	东南侧	5.14E-04	200	2.27E-01	10	1	2.37E-03
谊桥楼	西南侧	5.14E-04	200	2.27E-01	10	1	2.37E-03
广州市五中附属初级中学	北侧	5.14E-04	200	2.27E-01	10	1	2.37E-03

结合表 11.3-7 可知，本项目机房外 50m 评价范围内公众年受照剂量最大值为 $2.37 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）关于公众照射剂量限值的要求，同时满足本项目提出的公众剂量约束值不超过 0.25mSv/a 的要求。由此可见，本项目建成运行后，对周围敏感点的影响在可接受的范围内。

根据关注点剂量率与关注点距辐射源点的距离呈反比关系的规律可知，距离机房越远，辐射剂量率越低，距离机房更远处的公众人员受照剂量将会更小。

（4）机房附近其余射线装置所致工作人员及公众受照剂量叠加影响：

由于本项目 DSA 机房西侧有 2 台 DSA 装置、东北侧有 1 台 DSA 装置，存在 4 台设备同时运行情况，机房内工作人员、机房周围公众可能受到叠加影响。经向医院了解，每台 DSA 每年曝光时间约 210h，参考 2023 年 DSA 机房 1、2 和 5 监测报告（附件 6），对本项目 DSA 机房内工作人员、机房周围公众叠加受照剂量进行分析：

①本项目 DSA 机房内工作人员叠加受照剂量：正常工况下，DSA 机房 1 机房外辐射剂量率最大值为 $0.36 \mu\text{Sv/h}$ ，本底值为 $0.14 \sim 0.18 \mu\text{Sv/h}$ ，保守扣除最小本底值后辐射剂量率为 $0.22 \mu\text{Sv/h}$ ；DSA 机房 2 机房外辐射剂量率最大值均为 $0.17 \mu\text{Sv/h}$ ，本底值为 $0.14 \sim 0.18 \mu\text{Sv/h}$ ，保守扣除最小本底值后辐射剂量率为 $0.03 \mu\text{Sv/h}$ ；DSA 机房 5 机房外辐射剂量率最大值均为 $0.17 \mu\text{Sv/h}$ ，本底值为 $0.15 \sim 0.18 \mu\text{Sv/h}$ ，保守扣除最小本底值后辐射剂量率为 $0.02 \mu\text{Sv/h}$ ；保守不考虑距离衰减和墙体屏蔽效果，居留因子 T 取 1，根据表 11-7，本项目机房内工作人员年有效剂量最大值为 3.74mSv ，可计算得出：

$$3.74 \text{mSv} + (0.22 \mu\text{Sv/h} \times 210 \text{h} \times 1 + 0.03 \mu\text{Sv/h} \times 210 \text{h} \times 1 + 0.02 \mu\text{Sv/h} \times 210 \text{h} \times 1) / 10^3 = 3.80 \text{mSv}$$

②机房周围公众叠加受照剂量：在机房南侧候诊区等公众可达区域可能受到 4 台 DSA 设备同时使用产生的辐射影响，正常工况下，DSA 机房 1 东侧屏蔽体外辐射剂量率最大值为 $0.35 \mu\text{Sv/h}$ ，扣除最小本底值 $0.14 \mu\text{Sv/h}$ 后辐射剂量率为 $0.21 \mu\text{Sv/h}$ ；DSA 机房 2 东侧屏蔽体外辐射剂量率为 $0.17 \mu\text{Sv/h}$ ，扣除最小本底值 $0.14 \mu\text{Sv/h}$ 后辐

射剂量率为 0.03 μ Sv/h；DSA 机房 5 西侧辐射剂量率最大值为 0.16 μ Sv/h，扣除最小本底值 0.15 μ Sv/h 后辐射剂量率为 0.01 μ Sv/h；根据表 11-7，本项目候诊区公众受照剂量值为 5.93×10^{-4} mSv/a，居留因子取 1/4，保守不考虑距离衰减和墙体屏蔽效果，可计算得出：

$$5.93 \times 10^{-4} \text{ mSv} + (0.21 \mu\text{Sv/h} + 0.03 \mu\text{Sv/h} + 0.01 \mu\text{Sv/h}) \times 210 \text{ h} \times 1/4 / 10^3 = 1.37 \times 10^{-2} \text{ mSv}$$

从上述保守估算结果可知，当本项目与西侧、东北侧 3 台 DSA 装置一起正常运行时，叠加所致工作人员年有效剂量最大值为 3.80 mSv，公众年有效剂量最大值为 1.37×10^{-2} mSv，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的相关标准限值要求，并同时满足本项目辐射工作人员剂量约束值（不超过 5 mSv/a）和公众剂量约束值（不超过 0.25 mSv/a）的要求。

11.3.3 废气环境影响分析

本项目运行时，DSA 在开机过程中发射的 X 射线接触空气，会产生微量臭氧及氮氧化物等有害气体（主要为臭氧），本项目拟在 DSA 机房设计机械排风系统，可保证机房内良好的通风效果，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）关于通风的要求。

11.3.4 介入治疗过程中的防护要求

介入手术需要工作人员近距离同室操作，其受照剂量大小与设备曝光时间、患者病情状况等均密切相关，同时也与手术操作人员的工作习惯、技术水平有关。因此，医院在开展 DSA 介入手术过程中拟采取以下措施：

（1）手术医生

①提高辐射防护和手术技术水平，全面掌握辐射防护法规与技术知识；

②结合手术项目实际情况，治疗前应制定和优化治疗方案，综合运用时间、距离与屏蔽防护措施，以减少受照剂量；

③根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）的要求，DSA 辐射工作人员建议佩戴 2 枚个人剂量计，1 枚佩戴在铅围裙内躯干上，1 枚佩戴在铅围裙外锁骨对应的领口位置，并且将内、外剂量计做明显标记（如以对比鲜明的颜色进行区分等），防止内、外剂量计反戴的情况发生；

④严格开展介入手术医生的个人剂量监测，发现问题及时调查、整改。

（2）介入治疗时

①时间防护：熟悉机器性能和介入操作技术，尽量减少照射和采集时间。特别避

免未操作时仍踩脚闸；

②缩小照射野：在满足影像采集质量和手术需要的前提下，尽量缩小照射野、调节透视脉冲频率至最低状态；

③短物片距：尽量让影像增强器或平板靠近患者，减少散射线；

④充分利用各种防护器材：操作者穿戴铅衣、铅颈套、铅帽和铅眼镜；处于生育年龄者还可加穿铅橡胶性腺防护方巾；使用铅悬挂防护屏及床侧防护帘；重大手术需要技师、护师或其他人员在机房内时，除佩戴上述物品，最好配有铅屏风，让上述人员在屏风后待命，并做好其他个人防护。

11.3.5 DSA 项目事故影响分析

(1) 事故类型

根据污染源分析，射线装置主要环境风险因子为 X 射线，危害因素为 X 射线超剂量照射，射线装置只有在开机状态下才会产生 X 射线，一旦切断电源便不会再有射线产生。

本项目可能发生的辐射事故如下：

(1) DSA 安装调试阶段，可能由于设备参数设置不当、误操作、设备尚未具备正常运行的条件，或者人员未进行恰当的防护造成在场辐射工作人员受到过量照射。

(2) DSA 投入运行后，由于 DSA 设备故障、操作不当、辐射工作人员没有穿戴防护用品等情况下，医生在同室操作时可能受到超剂量的 X 射线照射。

(3) 闭门装置出现故障，在屏蔽门没有关闭的情况下出束，或射线装置工作时无关人员打开屏蔽门并误入，对门外人员及误入人员造成误照射。

(4) 机房内无关人员未全部撤出机房，控制室人员操作失误启动射线装置，造成人员误照射。

(5) 检查或维修状态下，设备维修人员违反操作规程或误操作，造成人员误照射。

根据本项目可能发生的辐射事故情况，发生事故时很容易被工作人员发现，通过触发急停按钮、切断电源等措施及时处置，最多可能造成人员受照剂量超过年剂量限值的情况，因此本项目辐射事故类型为一般辐射事故。

(2) 辐射事故应急处理及报告

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，采取应急

措施，并在两小时内填写初始报告，向生态环境主管部门报告。若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。

一旦发生辐射事故，应按以下基本原则进行处理：

（1）第一时间断开电源，停止 X 射线的产生。

（2）及时检查、估算受照人员的受照剂量，根据估算结果，必要时及时安置受照人员就医检查。

（3）及时处理，出现事故后，应尽快集中人力、物力，有组织、有计划的进行处理，可缩小事故影响，减少事故损失。

（4）事故处理后应整理资料，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。

（3）辐射事故预防措施

X 射线诊断项目可能发生的辐射事故主要是存在管理问题，建设单位应加强对相关放射防护法规的学习，提高辐射安全防护观念和水平。在项目运营过程中采取以下辐射事故预防措施：

（1）建设单位认真组织辐射工作人员参加辐射防护培训及专业技术的知识学习，使用射线装置的工作人员必须在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台参加培训并考核合格后方可上岗；

（2）辐射工作人员配备符合标准要求的个人防护用品，并正确指导受检者穿戴；

（3）定期组织对放射诊断工作场所及设备的辐射防护检测和检查，如有异常，及时整改；

（4）在辐射工作场所醒目位置设置电离辐射警示标志，防护门设置门灯关联；

（5）定期组织辐射工作人员进行职业健康检查，工作人员职业照射个人剂量监测档案应终生保存；

（6）辐射安全防护管理领导小组应对辐射工作人员的辐射安全管理制度执行情况进行监督、检查。

（7）定期对硬件防护措施（如门灯关联、工作状态指示灯）的检查

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 1 月 4 日经生态环境部令第 20 号修改）的相关规定，使使用 I 类、II 类、III 类放射源，使用 I 类、II 类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科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，其他辐射工作单位应当有 1 名具有大专以上学历的技术人员专职或者兼职负责辐射安全与环境保护管理工作。 建设单位已成立了辐射安全管理委员会，并根据人事变动情况调整成员名单，目前辐射安全管理委员会具体成员如下： 主任委员：冯常森 副主任委员：支国舟、余志、崔筱平 委员：卜俊国、王勇、牛彪、全显跃、刘亚洪、李媛、李公信、吴文、汪森明、张琰、欧阳伟、徐晋、谢惠芳、潘明新 秘书：王尧、张璐、张新伟 辐射安全管理委员会成立文件中明确了管理组织成员组成及相关职责，故建设单位原有辐射安全与环境保护管理机构能够满足辐射安全与环保管理工作的要求,在日后运行过程中，建设单位应根据人事变动情况及时调整机构组成。
12.2 辐射安全管理规章制度 根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年 1 月 4 日经生态环境部令第 20 号修改），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。 医院建立了《南方医科大学珠江医院关于调整辐射安全管理委员会的通知》、《南方医科大学珠江医院关于印发放射防护管理规定的通知》、《南方医科大学珠江医院关于引发放医院放射性药品管理规定的通知》、《辐射安全管理制度》、《辐射防护制度》、《辐射培训制度》、《核医学科放射性药品暂存管理制度》、《核医学科各级人员岗位责任制》、《核医学科仪器设备管理、使用制度》、《核医学科环境辐射监测制度》、《设备检修维护制度》、《射线装置使用登记和台账管理制度》、《辐

射工作人员培训制度》、《事故应急预案》等规章制度（详见附件 4）。辐射管理制度已较完备，满足现有从事辐射工作及后续项目投入使用后的管理要求。

项目单位已制定的各项管理制度具有较好的可行性，本次项目为在原有辐射工作场所/机房内进行改建的项目，改造后核素治疗场所为独立的乙级非密封放射性物质工作场所，DSA 设备属于 II 类射线装置，均属于许可开展种类范围内，将本项目的相关内容纳入原有管理制度体系中。只要在日常工作中严格落实，即能够满足核技术利用项目的管理。

12.3 辐射工作人员的培训及管理

12.3.1 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 II、III 类射线装置或乙级、丙级非密封放射性物质工作场所的单位，其辐射工作人员应当接受由省级以上人民政府环境保护主管部门评估并推荐的辐射安全培训的单位组织的初级辐射安全培训。根据生态环境部 2019 年 12 月 24 日印发的《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》，新增加或原有培训合格证到期的辐射工作人员必须通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名并参加考核，通过考核后凭考核合格后的成绩单上岗。

本项目核素治疗场所建成后辐射工作人员为核医学科原有人员，核医学科辐射工作人员均能持证上岗；本次 DSA 项目拟调配 8 名辐射工作人员负责本 DSA 项目的工作，人员均能持证上岗。未来医院新增辐射工作人员，拟将安排其通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名并参加考核，通过考核后凭考核合格后的成绩单上岗。

根据以上分析可知，医院原有制定有相应的辐射培训方案，该制度较为完善，符合医院正常运行需求，在日常工作中医院严格落实了该培训制度，本项目建设完成后为一个独立的乙级非密封放射性物质工作场所，与原有场所性质相同，因此，只要在日常工作中严格落实以上制度，即能够满足核技术利用项目的管理。

12.4 放射性药物的管理

建设单位配备了专职人员负责放射性药物的管理并建立健全放射性物质的保管、领用、注销登记和定期检查制度。按要求设置了专门的台账，加强了对放射性药物的管理，严防丢失。现有核医学科辐射工作场所内放置放射性物质的保险橱和容器，易开启和关闭，容器外粘贴有明显的标签（注明元素名称、理化状态、射线类型、活度水平、存放起止时间、存放负责人等），保险橱外设置有电离辐射标志。放射性药物设有专门可靠的防火防盗等安全设施的贮存场所，放射性药物未与易燃易爆及其他危险物品放在一起，现有场所内使用的放射性药物一般当天用完，未用完的放射性药物放入储源室。

本评价项目，建设单位拟在场所设置储源室，拟沿用原有放射性药物管理措施，加强对放射性药物的使用和储存管理，以上措施能够保证放射性药物来源去向明确、药物贮存场所安全。

12.5 辐射监测

（1）环保措施竣工环境保护验收

根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号），建设单位是建设项目环境保护验收的责任主体，本项目竣工后，建设单位应按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》规定的程序和标准，组织对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，验收报告分为验收监测（调查）报告、验收意见和其他需要说明的事项等三项内容。

建设单位应如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，编制验收监测（调查）报告。建设单位不具备编制验收监测（调查）报告能力的，可以委托有能力的技术机构编制。验收监测（调查）报告编制完成后，建设单位应当根据验收监测（调查）报告结论，逐一检查是否存在验收不合格的情形，提出验收意见。存在问题的，建设单位应当进行整改，整改完成后方可提出验收意见。为提高验收的有效性，在提出验收意见的过程中，建设单位可以组织成立验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式，协助开展验收工作。验收工作组可以由设计单位、施工单位、环境影响报告书（表）编制机构、验收监测（调查）报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等组成，代表范围和人数自定。环保设施的验收期限一般不超过 3 个月。

建设单位制定了相应的验收检测计划，详见下表

表 12.5-1 验收监测计划表

监测项目	检测因子	监测频次	参考水平	备注
工作场所周围剂量当量率	γ 射线	竣工验收	根据场所屏蔽体外剂量率控制水平、场所人员的剂量约束值确定。场所屏蔽体外 30cm 处应 $<2.5\mu\text{Sv/h}$	委托检测
衰变池周围剂量当量率	γ 射线		参考工作场所的表面沾污控制水平	
表面污染水平	α 、 β 表面污染		总 α 排放限值 1Bq/L 总 β 排放限值 10Bq/L	
放射性废液	总放射性排放活度	排放前	机房边界外 30cm 处不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$	
DSA 机房周围剂量当量率	周围剂量当量率	竣工验收		

项目通过竣工环保验收后方可投入使用。

(2) 日常自行监测

项目投入使用后，建设单位拟配置相应的辐射监测仪器和防护用品，并对工作场所开展日常的辐射水平检测，制定了相应的监测计划。

建设单位拟使用的辐射监测设施和检测方案详见表 12.5-2。

表 12.5-2 自行监测计划表

辐射工作场所	检测因子	监测频次	检测设备	监测范围
核医学科	周围剂量当量率	1 次/月	手持式辐射巡测仪	四周屏蔽墙外 30cm 处、操作位、防护门门缝处、楼上、楼下等，衰变池四周区域。
	α 、 β 表面污染水平	每次离开工作场所	表面沾污仪	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
DSA 机房	周围剂量当量率	1 次/季度	X- γ 辐射剂量率仪	四面墙体外 30cm 处、楼上距地面 1m 处、楼下距地面 1.7m 处、防护门外 30cm 处、观察窗外 30cm 处、管线洞口、工作人员操作位等

(3) 工作场所年度常规监测

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，生产、销售、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医院的辐射工作场所进行监测。年度监测数据将作为本单位使用放射性同位素场所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。

建设单位拟使用的辐射监测设施和检测方案详见表 12.5-3。

表 12.5-3 委托监测计划表

辐射工作场所	检测因子	监测类别	监测频次	监测范围
核素治疗场所	周围剂量当量率	年度监测	1 次/年	四周屏蔽墙外 30cm 处、操作位、防护门门缝处、楼上、楼下等，衰变池四周区域。
	α 、 β 表面污染水平	年度监测	1 次/年	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
	放射性废水总 α ，总 β	废水监测	1 次/年	衰变池取样口
	固体废弃物检测	固废监测	处置前	废物暂存间
DSA 机房	周围剂量当量率	年度监测	1 次/年	四面墙体外 30cm 处、楼上距地面 1m 处、楼下距地面 1.7m 处、防护门外 30cm 处、观察窗外 30cm 处、管线洞口、工作人员操作位等

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871—2002）、《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）等相关标准和规范的要求，项目建成后，医院拟按场所要求，利用原有的辐射监测设备，对场所正常投入运行后开展日常例行检测；同时，医院给辐射工作人员配备了个人剂量计并安排定期送检，安排了辐射工作人员参加职业健康体检，满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》及《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中使用放射性同位素与射线装置的单位应“配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器”的相关要求。

综上所述，医院辐射监测计划较为全面，能够涵盖核技术利用项目的各个环节，且监测频率较为合理，辐射监测计划整体可行。现有的辐射监测计划能够满足本项目建设完成后的相关管理要求。

（4）辐射工作人员个人剂量监测

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。

建设单位已开展的核医学辐射工作中，原有核医学场所的分装、注射辐射工作人员、II类射线装置辐射工作人员均佩戴2个个人剂量计上岗，并定期进行检测。建设单位原有工作人员的有效剂量不超过5mSv/a。场所建设完成后投入使用封辐射工作人员均为原辐射工作人员。

本项目建设完成后医院也将定时在院内组织辐射工作人员进行辐射安全与防护方面的学习，加强辐射工作人员的安全意识，保证所有辐射工作人员均能够严格执行个人剂量监测的相关规定和方法，正确使用个人剂量计。及时根据个人剂量检测结果，合理调整辐射工作人员的工作负荷。

本项目建成后，建设单位将严格按照GBZ 128—2019的规定，严格规定辐射工作人员正确使用个人剂量计，个人剂量计每季度送检，建立个人剂量档案。

12.6 辐射事故应急

为有效处理核技术利用项目开展过程中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，医院制定了《辐射事故应急预案》。在该预案中，医院明确了本单位辐射事故应急处理领导小组以及领导小组的主要职责。对已发生的辐射事故现场进行组织协调，安排救助，并向相关行政主管部门报告，负责恢复正常秩序等方面的工作。

该预案明确了辐射事故应急准备的物质和装备，以及培训与演练，为辐射事故应急做了充足的准备。通过演练，对防范措施失效和未落实到位的防范措施提出整改意见；

该预案规定了辐射事故报告制度，按照相关条例、法规的要求，为辐射事故发生时向上级行政主管部门报告辐射事故发生和应急救援情况以及做好公众通报等提供指引。

在日常工作中，建设单位已通过定时对各场所进行辐射事故应急演练，强化各辐射工作人员的危机意识感，确保在事故发生时，各单位能够明确自己的工作职责，迅速开展相关工作。现有的辐射事故应急预案能够满足本项目建设完成后的相关管理要求。

表 13 结论与建议

13.1 结论

本次项目分为核医学科改造项目及 DSA 机房改造项目。

1、核医学科改造项目（含原有衰变池改造）：

①场所改造

建设单位现有一个乙级非密封放射性物质工作场所，位于住院楼负一层，分为核医学科区域（位于住院楼负一楼中部位置）及影像中心（位于住院楼负一楼东侧）两个区域。

现拟将住院楼负一层的核医学科区域进行改造，核医学影像中心不进行改造；本次拟将该场所北侧部分区域（注射室、待检室、ECT 机房及其操作室）达到清洁解控水平后退役为无限制开放区域改建成核素治疗前普通住病房（供治疗前患者住院使用）；南侧部分区域（PET/CT 机房及其操作室、贵宾室、心脏负荷实验室、标记室、治疗室、废物存放室、洗涤室、储存室、留观室 1、留观室 2）达到清洁解控水平后改造为核素治疗场所，使用 ^{131}I 、 ^{177}Lu 、 ^{223}Ra 、 ^{89}Sr 开展核素治疗，使用 ^{32}P 开展敷贴治疗，共使用 5 种放射性核素；场所改造后作为 1 个独立的“乙级非密封放射性工作场所”运行。

本次改造后，负一层核医学科场所保留影像中心区域及其使用的 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ （ $1.11\text{E}+8\text{Bq}$ ）、 ^{68}Ga 、 ^{18}F （ $2.36\text{E}+7\text{Bq}$ ）、 ^{64}Cu 共 4 种核素继续开展工作，不再使用 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ （ $2.96\text{E}+8\text{Bq}$ ）、 ^{201}Tl 、 ^{18}F （ $3.7\text{E}+7\text{Bq}$ ）、 ^{153}Sm 、 ^{125}I 等 5 种核素。

新场所（核素治疗场所）使用 ^{131}I 、 ^{177}Lu 、 ^{223}Ra 、 ^{89}Sr 、 ^{32}P 共 5 种放射性核素，放射性药物均为外购。

②衰变池改造

原核医学科配套有 3 套衰变池，1 套为影像中心配套使用衰变池，位于负二楼停车场处；另外 2 套为核医学科区域使用衰变池，1 套为 76m^3 的三级串联衰变池，1 套为 99m^3 的三级并联衰变池，位于住院楼外西侧。

本次拟将核医学科区域配套使用的 2 套衰变池进行改造，将原有的 1 套 76m^3 的三级串联衰变池打通改造为 1 个 76m^3 的衰变池，并入 99m^3 的三级并联衰变池，形成 1 套新的四级并联衰变池，容积： 175m^3 ，包含 4 格池，容积分别为 76m^3 、 33m^3 、 33m^3 、 33m^3 用于处理本次改造后核素治疗场所制区内病房所产生的排泄物类放射性

废水。

同时，拟于住院楼负二层停车场现有影像中心配套衰变池旁，新增建设 1 套 3 级衰变池，容量约为 120m³，用于对控制区内病房洗手池、地漏等患者产生的清洁用放射性水进行储存衰变。

2、DSA 机房改造项目

医院拟将住院部 2 层介入治疗中心的 C 臂机机房改建为 1 间数字减影血管造影装置（DSA）机房，并在该机房内新增使用 1 台 DSA 装置，用于介入手术中的放射显像。

原 C 臂机机房安装使用 1 台型号为 GE OEC9900 移动式 C 臂机，该设备于 2014 年经原广东省环境保护厅审批（批文号为粤环审[2014]69 号）后建成，并于 2014 年通过竣工环境保护验收（批文号为粤环审[2014]369 号）。现对其进行改建，原有射线装置现已拆除并报废。

13.1.1 项目选址合理性分析结论

本项目为改扩建项目，项目位于住院楼负一层中部原有核医学科工作场所内，场所南侧为负一层停车场，西侧为楼梯间及核医学科办公候诊区域、北面为拟改建的普通病房场所，东侧为走廊，走廊东面临近核医学科影像中心场所，场所上一层为住院登记处、一楼大堂及室外场所，负二楼为停车场；由此可见，本项目场所已尽可能集中建设；

项目场所有明确的墙体、门禁系统隔离，能够明确区分放射性场所及非放射性工作场所区域。拟建的场所不毗邻产科、儿科、食堂等部门及人员密集区；根据报告表 11 中对周边关注点的预测结果可知，项目四周关注点的年累积有效剂量预测值均能满足本项目设立的公众剂量目标管理限值（0.1mSv/a）的要求。本项目场所内设置有患者的专用出、入口，出口可达负一层停车场，远离人群稠密区域，由此可见本次项目场所布设较为集中，且布局及出入口设置合理。从建设场地空间的适用性和医院的整体布局规划的相符性考虑，结合辐射工作场所的选址原则分析，该评价项目选址符合《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）中“5.1.1”的相关要求。

通过现场调查及收集资料分析，评价范围内除西北面小部分位于翠城西街、东南面小部分位于医院正门外人行横道，其余面基本位于医院内部范围。

原有衰变池改造不改变衰变池位置，新建衰变池与原有的核医学影像中心配套

衰变池集中设置于下方的负二层停车场，衰变池四周为停车位，且衰变池六面采用钢筋混凝土浇筑，设置有检修、采样口，检修口均采用 6mmPb 防护井盖，无特殊工具无法开启；衰变池四周拟设置围挡隔断，定期对衰变池及围挡四周开展监测，并在围挡设门上锁，钥匙由专人负责，有效防止无关人员靠近，且衰变池远离办公、公众聚集场所。

放射性废气：本项目投入使用后，所有分装柜、通风橱上方均配备有过滤装置，放射性废气排放口设置了活性炭吸附过滤装置及防潮防堵装置，放射性废气经活性炭装置吸附后排放，排风口位于住院楼天面，高于本建筑物的屋脊，同时高于周围环境敏感点建筑物。由此可见本项目放射性废气排放时，对项目周边环境敏感点的影响较小。

综上，该评价项目工作场所、衰变池及放射性废气排放口位置的选择合理。

本项目拟建的 DSA 机房位于医院住院部大楼 2 层，为原有的 C 臂机房改建而成，尽可能利用原有场地。机房周边 50m 评价范围内的环境保护目标主要为住院部、谊桥楼东侧和便利超市西侧部分区域、院内及院外西北侧部分道路、广州市五中附属初级中学南侧部分区域（操场），以上场所内人员主要为本项目辐射工作人员、医院内部活动的医患人员及其他公众人员，还有学校部分师生。机房四周相邻区域避开产科、儿科等敏感科室。因此，本项目 DSA 的选址合理。

13.1.2 辐射安全与防护分析结论

通过对评价项目的设计方案及其相关技术资料分析，本次项目工作场所设计布局合理，拟采取的各项辐射防护及污染防治措施符合《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等法律法规和《临床核医学卫生防护标准》等技术标准对辐射防护、安全操作以及防护监测的要求。

13.1.3 辐射安全管理分析结论

医院建立了《南方医科大学珠江医院关于调整辐射安全管理委员会的通知》、《南方医科大学珠江医院关于印发放射防护管理规定的通知》、《南方医科大学珠江医院关于引发放医院放射性药品管理规定的通知》、《辐射安全管理制度》、《辐射防护制度》、《辐射培训制度》、《核医学科放射性药品暂存管理制度》、《核医学科各级人员岗位责任制》、《核医学科仪器设备管理、使用制度》、《核医学

科环境辐射监测制度》、《设备检修维护制度》、《射线装置使用登记和台账管理制度》、《辐射工作人员培训制度》、《事故应急预案》等规章制度

医院未来应结合本项目内容及不断更新的法律法规，进一步完善与项目相关的规章制度、完善辐射事故应急预案等规章制度。

13.1.4 环境影响分析结论

根据理论估算结果可知，本项目工作场所辐射工作人员职业照射的个人累积剂量、项目四周所影响的公众的剂量率均低于根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）而设定的本项目的剂量约束值：工作人员的剂量不超过5mSv/a，公众的剂量值不超过0.1mSv/a。

13.1.5 可行性分析结论

南方医科大学珠江医院核技术利用改扩建项目在于为附近居民提供更好的放射诊断工作，该建设项目建成以后，将提高医院放射诊断水平，改善就医环境，与国家医疗产业政策相符，并具有明显的社会效益，能在保障病人健康的同时为医院创造更大的经济效益。在落实本次评价提出的各项污染防治措施后其获得的利益远大于辐射所造成的损害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的要求。

综上所述，本次评价项目建设方案中按照环境保护法规和有关辐射防护要求进行设计，建设过程如能严格按照设计方案进行施工，建筑施工质量能达到要求时，并且落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，该单位将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，则本评价项目正常运行时，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，该建设评价项目可行。

13.2 建议和承诺

根据对项目的设计方案、建设单位拟采取的各项环境保护措施的分析，本报告对其提出以下需要进一步完善的意见：

（1）定期组织放射工作人员学习关于辐射安全和防护知识，以确保辐射工作人员具有与其所从事工作相匹配的能力。

（2）严格执行《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128—2019）的相关规定，通过制度规定执行个人剂量监测的相关规定和方法，保证所有辐射工作人员均能够正确使用个人剂量计，个人剂量计每季度送检，建立个人剂量档案。

（3）严格按照相关环境保护、放射性防治的法律、法规开展各核技术利用项目，做好相应的辐射监测和污染防治措施。

表 14 审 批

下一级环保部门预审意见			
		公章	
经办人		年	月 日

审批意见			
		公章	
经办人		年	月 日

附件 1 建设单位持有的辐射安全许可证



The image shows a Radiation Safety License issued by the Guangdong Provincial Ecology and Environment Department. At the top center is the national emblem of the People's Republic of China. Below it, the title '辐射安全许可证' (Radiation Safety License) is prominently displayed. The license text states that it is issued according to the 'Radioactive Pollution Prevention and Control Law' and the 'Safety and Protection Regulations for Radioisotopes and Radiation Devices' after a review. The licensee is Nanfang Medical University Zhujiang Hospital, located at No. 253 Zhongyuan Road, Haizhu District, Guangzhou City, Guangdong Province. The license allows for the use of Class III radioactive sources, Class II and Class III radiation devices, and non-sealed radioactive materials (Class II and Class III). The license number is 粤环辐证[02738] and it is valid until July 23, 2025. A QR code is located at the bottom left. The issuing authority is the Guangdong Provincial Ecology and Environment Department, and the issuance date is January 20, 2023. The license is signed by the official seal of the Guangdong Provincial Ecology and Environment Department.

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：南方医科大学珠江医院

地 址：广东省广州市海珠区工业大道中253号

法定代表人：郭洪波

种类和范围：使用Ⅲ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。

证书编号：粤环辐证[02738]

有效期至：2025 年 07 月 23 日



发证机关：广东省生态环境厅

发证日期：2023 年 01 月 20 日

中华人民共和国生态环境部制

单位名称	南方医科大学珠江医院			
地址	广东省广州市海珠区工业大道中253号			
法定代表人	郭洪波	电话	020-81881188	
证件类型	身份证	号码	440106197801012222	
涉源部门	名称	地址	负责人	
	核医学科	广东省广州市海珠区住院部负一楼核医学科	欧阳钟	
	影像诊断科	广东省广州市海珠区住院部一楼/门诊一楼	温志波	
	介入治疗科	广东省广州市海珠区住院部二楼	段传志	
	放疗中心	广东省广州市海珠区住院部负一楼放疗中心	卜俊国	
种类和范围	使用Ⅲ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。			
许可证条件				
证书编号				粤环辐证[02783]
有效期至				2025 年 12 月 23 日
发证日期				2023 年 01 月 30 日（发证机关章）

(一) 放射源

[illegible]

活动种类和范围

(二) 非密封放射性物质

证书编号: 粤环辐证[02738]

序号	工作场所名称	场所等级	核素	日等效最大操作量(Bq)	年最大用量(Bq)	活动种类
1	住院部负一楼核医学	乙级	Tl-201	7.1E+7	1.95E+10	使用
2	住院部负一楼核医学	乙级	Tc-99m	1.11E+8	3.35E+13	使用
3	住院部负一楼核医学	乙级	Tc-99m	2.95E+8	9.25E+12	使用
4	住院部负一楼核医学	乙级	Sr-89	4.44E+7	2.22E+10	使用
5	住院部负一楼核医学	乙级	Sm-153	7.4E+7	3.7E+10	使用
6	住院部负一楼核医学	乙级	P-32	2.96E+8	5.55E+10	使用
7	住院部负一楼核医学	乙级	I-131	2.47E+9	7.4E+12	使用
8	住院部负一楼核医学	乙级	I-125	2.07E+8	1.48E+11	使用
9	住院部负一楼核医学	乙级	Ga-68	3.7E+5	1.11E+11	使用
10	住院部负一楼核医学	乙级	P-18	2.35E+7	7.09E+12	使用
11	住院部负一楼核医学	乙级	P-18	3.7E+7	7.4E+11	使用
12	住院部负一楼核医学	乙级	Cu-64	3.7E+5	1.11E+11	使用
以下空白						

活动种类和范围

(三) 射线装置

证书编号: 粤环辐证[02738]

序号	装置名称	类别	装置数量	活动种类
1	中国东软 NeuViz Extra	II类	1	使用
2	医科达 Synergy platform 电子直线加速器	II类	1	使用
3	医科达 Intensity 电子直线加速器	II类	1	使用
4	新东方1000NA DR	III类	1	使用
5	西门子 Artis zee III ceiling (HDR) DSA机	II类	1	使用
6	西门子 Ysio Max DR机	III类	1	使用
7	西门子 XR/D DR机	III类	1	使用
8	西门子 R200 肠胃机	III类	1	使用
9	西门子 Luminog dRF MAX 胃肠机	III类	2	使用
10	西门子 Artis zee Floor DSA机	II类	1	使用
11	西门子 Artis DTA DSA机	II类	1	使用
12	上海联影 uMammo 890i 乳腺机	III类	1	使用
13	摩洛奇豪洛捷 Horizon-A 骨密度仪	III类	1	使用
14	飞利浦 ict Elite FHD CT机	III类	1	使用
15	飞利浦 MX 16-silice CT机	III类	1	使用
16	飞利浦 INCISIVE CT机	III类	1	使用
17	飞利浦 Brilliance ict CT机	III类	1	使用
18	飞利浦 BRILLIANCE CT机	III类	1	使用

活动种类和范围

(三) 射线装置

证书编号: 粤环辐证[02738]

序号	装置名称	类别	装置数量	活动种类
19	岛津 SONIALVISION G4 DR机	III类	1	使用
20	岛津 MUX-200D 移动DR机	III类	2	使用
21	北京朗视 HiRes3D CBCT	III类	1	使用
22	Ziehm Vision PD Vario 3D 移动式C臂机	III类	1	使用
23	Ziehm 8000 移动式C臂机	III类	1	使用
24	TECHNIX TCA6S 移动式C臂机	III类	1	使用
25	Nuclear.cn SIMULIX-HQ 模拟定位机	III类	1	使用
26	Neurologica Corporation NL3000 CT机	III类	1	使用
27	GE OEC9900 移动式C臂机	III类	1	使用
28	GE MM/CT 860 Advance SPECT/CT机	III类	1	使用
29	GE Innova IGS 630 DSA机	II类	1	使用
30	GE Innova IGS 530 DSA机	II类	1	使用
31	GE Discovery XR656 DR机	III类	1	使用
32	GE Discovery MI PET/CT机	III类	1	使用
33	GE Discovery CT590 RT 模拟定位机	III类	1	使用
34	DR GE Definium 6000	III类	3	使用
35	Carestream Hesl EADAK 9000C 3D DSA机	III类	1	使用
36	Carestream CS2200 口腔X线机	III类	1	使用

附件2 医院原环保手续文件

(1) 环评批复：粤环审[2009]34号，及其对应的“粤环审[2011]479号”“粤环审[2016]294号”验收批复文件

广东省环境保护厅文件

粤环审〔2009〕34号

关于南方医科大学珠江医院核技术应用项目 环境影响报告表的批复

南方医科大学珠江医院：

你单位报批的《核技术应用项目环境影响报告表》（以下简称报告表，编号08HP633）和广州市环保局对项目的初审意见收悉。经研究，批复如下：

一、南方医科大学珠江医院核技术项目位于广州市工业大道中253号，本次项目内容为：使用1台 ^{192}Ir 后装治疗机（内含一枚 $3.7\times 10^{11}\text{Bq}$ 的III类 ^{192}Ir 放射源）；核医学科（乙级非密封源工作场所）使用 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{131}I 、 ^{89}Sr 、 ^{201}Tl 、 ^{32}P 、 ^{18}F 、 ^{153}Sm 等核素；使用 ^{125}I 粒子源（每粒 $2.7\times 10^7\text{Bq}$ ，年用量不超过190粒）；使用2台18MeV医用电子加速器和2台DSA血管造影机（均为

— 1 —

广东省环境保护厅文件

粤环审〔2011〕479号

关于南方医科大学珠江医院核技术应用项目 竣工环境保护验收意见的函

南方医科大学珠江医院：

你单位核技术应用项目竣工环境保护验收申请、广州市环保局对该项目竣工环境保护验收的初审意见及有关材料收悉。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公众网（<http://www.gdepb.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、南方医科大学珠江医院核技术应用项目位于广州市工业大道中253号。该医院核技术应用项目内容为：应用放射性核素碘-131、锝-99m、钨-201、磷-32、氟-18、钐-153、碘-125粒子对

— 1 —

南方医科大学珠江医院核技术利用改建项目

竣工环境保护验收意见

2020年4月17日,南方医科大学珠江医院根据《南方医科大学珠江医院核技术利用改建项目竣工环境保护验收监测报告表》并对照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》,严格依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、《南方医科大学珠江医院辐射安全分析报告》和审批部门审批决定等要求成立验收组(验收组名单附后)对本项目进行验收,提出意见如下:

一、工程建设基本情况

南方医科大学珠江医院位于广州市海珠区工业大道中253号,在放疗中心一层原有的电子直线加速器机房进行辐射防护改造,机房原使用1台瓦里安2300c/d型电子直线加速器,更换为1台6/10MV电子直线加速器。

2017年9月,南方医科大学珠江医院编制了辐射安全分析报告。2019年7月22日,广东省生态环境厅同意该加速器变更的实施。南方医科大学珠江医院委托广东合诚建安检测有限公司针对放疗中心一层原有的电子直线加速器机房改造,更换的1台6/10MV电子直线加速器进行了监测。

本项目1台6/10MV电子直线加速器位于放疗中心一层原有的电子直线加速器机房,位置与布局与辐射安全分析报告描述基本一致。

二、环境保护设施建设情况

1、该医院对本项目机房设置了屏蔽措施,见表1。

表1 辐射工作场所屏蔽措施

机房名称	项目		辐射安全分析报告参数	实际参数	
直线加速器机房	南墙	主	2700mm 混凝土（宽度5300mm 混凝土）	2700mm 混凝土（宽度5300mm 混凝土）	
		次	左侧	1900mm 混凝土	1900mm 混凝土
			右侧	1900mm 混凝土	1900mm 混凝土
	北墙	主、次	2700mm 混凝土（宽度5300mm 混凝土）	2700mm 混凝土（宽度5300mm 混凝土）	
		通风管道区域	1800mm 混凝土	1800mm 混凝土	
	西墙	主	1800mm 混凝土	1800mm 混凝土	
	顶棚	主	2600mm 混凝土（宽度5300mm 混凝土）	2600mm 混凝土（宽度5300mm 混凝土）	
		次	1700mm 混凝土	1700mm 混凝土	
	直线加速器机房	东墙	迷路墙	1300mm 混凝土	1300mm 混凝土
			外墙	1400mm 混凝土	1400mm 混凝土
迷路外墙		1400mm 混凝土	1400mm 混凝土		
迷路内墙		1300mm 混凝土	1300mm 混凝土		
防护门		12mmPb+100mm 含硼5%聚乙烯	12mmPb+100mm 含硼5%聚乙烯		

2、该医院在机房的进出口醒目位置设置了电离辐射警告标志并配有中文警示说明,在防护门上方安装了工作状态指示灯,设置了防护门的门机联锁装置,设置了在线剂量监测报警仪。

3、该医院对本项目工作场所进行分区管理,设立了监督区和控制区。

三、辐射环境监测结果

南方医科大学珠江医院机房周围辐射环境监测结果如下:

未开机作业时,直线加速器机房X、γ周围剂量当量率平均值为196~204nSv/h;开机作业时,直线加速器机房X、γ周围剂量当量率平均值为204~282nSv/h。中子周围剂量当量率低于探测限。

机房周围剂量当量率监测结果满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》(GBZ126-2011)的要求;

该项目辐射工作人员年受照剂量和公众年估算受照剂量满足符合《电子加速器放射治疗放射防护要求》(GBZ126-2011)和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求。

四、验收结论

该项目落实了辐射安全分析报告的要求,符合环境保护验收条件,验收组同意通过竣工环境保护验收。

五、验收人员信息

验收负责人(建设单位):

参加验收的单位:南方医科大学珠江医院

广东合诚建安检测有限公司



(2) 环评批复：粤环审[2014]69 号，及其对应的验收批复：粤环审[2014]369 号。

广东省环境保护厅文件

粤环审〔2014〕69 号

广东省环境保护厅关于南方医科大学珠江医院 核技术应用扩建项目环境影响报告表的批复

南方医科大学珠江医院：

你单位报批的《核技术应用项目环境影响报告表》(以下简称报告表，编号 GDHL-HP-13-C029)、广州市环保局的初审意见和省辐射防护协会的评估意见收悉。经研究，批复如下：

一、你单位位于广州市工业大道中 253 号，本次核技术应用扩建项目内容为：新增使用 1 台数字减影血管造影机用于介入手术中的放射诊疗，属 II 类射线装置；使用 CT 机、DR 机等医用 III 类射线装置共 8 台，用于放射影像诊断；新建后装机房，使用 1 台后装治疗机用于肿瘤放射治疗，包括 1 枚放射源铱-192，活度

— 1 —

广东省环境保护厅文件

粤环审〔2014〕369 号

广东省环境保护厅关于南方医科大学珠江医院 核技术应用项目竣工环境保护验收意见的函

南方医科大学珠江医院：

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、南方医科大学珠江医院核技术应用项目位于广州市工业大道中 253 号。本次核技术应用项目验收内容为：使用数字减影血管造影装置 (DSA) 1 台，属 II 类射线装置；使用 DR 机、CT

— 1 —

(3) 环评批复：穗环核管[2016]年 74 号，及其对应的验收批复：穗环核验[2017]43 号

广州市环境保护局

穗环核管〔2016〕74 号

广州市环境保护局关于南方医科大学 珠江医院核技术利用项目环境影 响登记表的批复

南方医科大学珠江医院：

你单位报送的《核技术利用项目环境影响登记表》(编写时间：2016 年 4 月，以下简称《登记表》)等相关资料收悉。经研究，批复如下：

一、你单位核技术利用建设项目位于广州市海珠区工业大道中 253 号，改扩建 5 台 X 射线装置，移动式 C 臂 X 线机、便携式 X 光机、医用诊断 X 线系统 (Definium 6000 型) (改建) 各 1 台，数字化医用 X 射线摄影系统 2 台，均属 III 类射线装置。

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

广州市环境保护局

穗环核验〔2017〕43 号

广州市环境保护局关于南方医科大学 珠江医院核技术利用项目 环保竣工验收的批复

南方医科大学珠江医院：

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广州市工业大道中 253 号，项目内容为使用移动式 C 型臂 X 射线机 (Ziehm8000)、医用诊断 X 射线系统 DR(Definium6000)、便携式 X 光机(GDX-50/75)、数字化医用 X 射线摄影系统(Discovery XR656)、数字化医用 X 射线摄影系统(Definium6000)各 1 台，共 5 台 III 类射线装置。该项目已基本落实环评及批复意见提出的环保措施。根据广东省环境辐射监测中心《建设项目竣工环境保护验收(放射性)监测表》(粤环辐监 2017 第 K061 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。

(4) 新增使用 1 台 II 类射线装置的环评批复：粤环审[2018]225 号

广东省环境保护厅

粤环审〔2018〕225 号

广东省环境保护厅关于南方医科大学珠江医院 核技术利用扩建项目环境影响报告表的批复

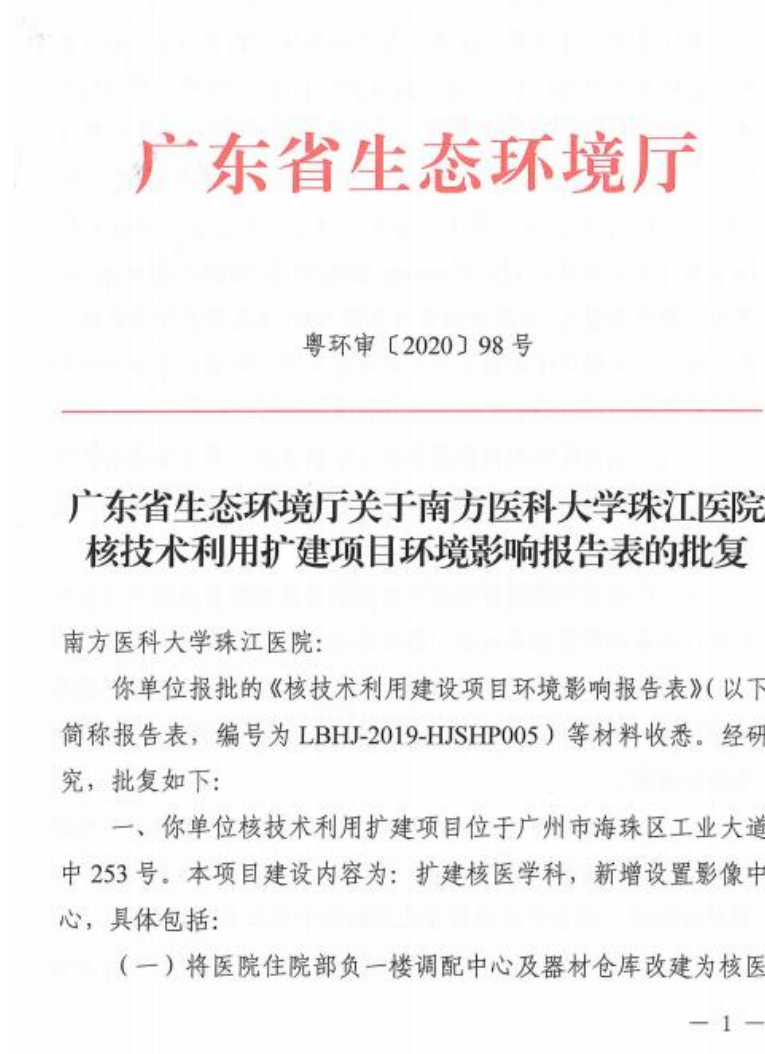
南方医科大学珠江医院：

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 HP-2017-330）等材料收悉。经研究，批复如下：

一、你单位位于广州市海珠区工业大道中 253 号。本项目内容为：在住院部大楼 2 层中部北侧原输液存放间及附近区域建设 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 —

(5) 核医学影像中心的环评批复：粤环审【2020】98号及验收意见



南方医科大学珠江医院

核技术利用扩建项目竣工环境保护验收意见

根据《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》(国务院令 682号)、原环境保护部《关于发布〈建设项目竣工环境保护验收暂行办法〉的公告》(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,南方医科大学珠江医院于2021年7月17日,组织环评单位、技术评审专家、验收监测机构、设计施工单位等代表共同组成验收组(验收组名单附后)对该项目进行竣工环境保护验收。验收组审阅了《南方医科大学珠江医院核技术利用扩建项目竣工环境保护验收监测报告表》,并进行了现场核查,经讨论形成验收组意见如下:

一、工程建设基本情况

建设单位在住院部负一楼增设核医学科影像中心,新建1间PET/CT室、2间SPECT/CT室及其配套功能房间。其中PET/CT室内新配备1台PET/CT,使用 ^{18}F 、 ^{68}Ga 、 ^{64}Cu 等放射性核素进行PET显像扫描检查,并配备2枚校准源(^{68}Ge 密封源);SPECT/CT1室新配备1台SPECT/CT, SPECT/CT2室使用1台SPECT/CT(由原核医学科搬迁,仅搬迁设备),利用 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 放射性核素进行SPECT显像扫描检查,配套建设1个衰变池用于处理产生的放射性废水,衰变池为自动化并联式结构,包含3格池,每格池有效容积为 9m^3 ,总容积为 27m^3 。在医院住院楼西侧新建一个衰变池用于存放原核医学科场所产生的放射性废水,衰变池为自动化并联式结构,包含3格池,每格池有效容积为 33m^3 ,总容积为 99m^3 。项目总投资1126万元,其中环保投资405万元。

二、工程变动情况

本项目按照环评文件及其批复建设过程中,原新增一枚活度 $9.25\times 10^7\text{Bq}$ 的锞-68V类源改为两枚锞-68V类源,活度分别为 $5.5\times 10^7\text{Bq}$ 和 $3.5\times 10^7\text{Bq}$;变更了原有辐射防护屏蔽设计,适当调低了辐射防护屏蔽厚度,编制了《南方医科大学珠江医院核医学科影像中心环境影响变更辐射安全分析报告》向省生态环境厅进行备案。

附件3 医院原有辐射工作人员辐射安全与防护培训情况

序号	姓名	性别	工作岗位	学历	辐射安全与防护培训时间	培训证号
1	卜俊国	男	医师	博士	2019年11月9日	A192947
2	张俊德	男	医师	硕士	2019年11月9日	A192948
3	陈祥龙	男	医师	硕士	2019年11月9日	A192949
4	范子荣	男	医师	硕士	2019年11月9日	A192950
5	李纪强	男	医师	博士	2019年11月9日	A192951
6	谭宇静	女	医师	博士	2019年11月9日	A192952
7	姜兆静	女	医师	博士	2019年11月9日	A192953
8	曾融	女	医师	博士	2019年11月9日	A192954
9	余亚会	女	医师	博士	2019年11月9日	A192955
10	邹雨娇	女	医师	硕士	2019年11月9日	A192956
11	李苑丹	女	护士	本科	2019年11月9日	A192957
12	何丹婷	女	护士	本科	2019年11月9日	A192958
13	窦文	男	物理师	硕士	2019年11月9日	A192959
14	钟青松	男	物理师	本科	2019年11月9日	A192960
15	曹剑云	女	物理师	本科	2019年11月9日	A192961
16	刘炜焜	男	物理师	本科	2019年11月9日	A192962
17	阮亚明	女	技师	本科	2019年11月9日	A192963
18	肖金锁	男	技师	大专	2019年11月9日	A192964
19	李鹏	男	技师	硕士	2019年11月9日	A192965
20	李岩	男	技师	本科	2019年11月9日	A192966
21	陈华	男	技师	本科	2019年11月9日	A192967
22	徐娟利	女	技师	本科	2019年11月9日	A192968
23	陈嘉伟	男	技师	本科	2019年11月9日	A192969
24	吴焕梅	女	技师	本科	2019年11月9日	A192970
25	张快	女	技师	本科	2019年11月9日	A192971
26	杨子健	男	技师	本科	2019年11月9日	A192972
27	雷日升	男	护士	本科	2019年11月9日	A192973
28	尤瑜晖	男	护士	大专	2019年11月9日	A192974
29	朱为倩	女	护士	本科	2019年11月9日	A192975
30	杜婉婉	女	护士	本科	2019年11月9日	A192976
31	孔丹	女	护士	本科	2019年11月9日	A192977
32	霍美君	女	护士	本科	2019年11月9日	A192978
33	刘伟英	女	护士	本科	2019年11月9日	A192979
34	冼嘉朗	男	技师	本科	2019年11月9日	A192980
35	黄文斯	女	技师	本科	2019年11月9日	A192981
36	李金	男	技师	本科	2019年11月9日	A192982
37	余浠	女	技师	本科	2019年11月9日	A192983
38	卢建杏	男	技师	本科	2019年11月9日	A192984
39	邹全梁	男	医师	硕士	2019年11月9日	A192985
40	孙云钢	男	医师	硕士	2019年11月9日	A192986

41	李祯	女	医师	硕士	2019年11月9日	A192987
42	吴菊清	女	医师	硕士	2019年11月9日	A192988
43	欧阳伟	男	医师	硕士	2019年11月9日	A192989
44	冯会娟	女	医师	硕士	2019年11月9日	A192990
45	陈盼	女	医师	硕士	2019年11月9日	A192991
46	王静	女	医师	硕士	2019年11月9日	A192992
47	凌苑娜	女	医师	博士	2019年11月9日	A192993
48	邓玉颖	女	医师	硕士	2019年11月9日	A192994
49	全显跃	男	医师	博士	2019年11月9日	A192995
50	温志波	男	医师	博士	2019年11月9日	A192996
51	梁文	男	医师	博士	2019年11月9日	A192997
52	虞春堂	男	医师	硕士	2019年11月9日	A192998
53	于坤银	男	医师	硕士	2019年11月9日	A192999
54	俞志坚	男	医师	硕士	2019年11月9日	A193000
55	朱正兵	男	医师	硕士	2019年11月9日	A193001
56	慕革非	男	医师	本科	2019年11月9日	A193002
57	贾洪顺	男	医师	博士	2019年11月9日	A193003
58	王显龙	男	医师	硕士	2019年11月9日	A193004
59	章绪辉	男	医师	博士	2019年11月9日	A193005
60	梁波	男	医师	本科	2019年11月9日	A193006
61	林波淼	男	医师	硕士	2019年11月9日	A193007
62	南阳	男	医师	本科	2019年11月9日	A193008
63	王燕钰	女	医师	硕士	2019年11月9日	A193009
64	喻晴	女	医师	硕士	2019年11月9日	A193010
65	张序昌	男	医师	硕士	2019年11月9日	A193011
66	虞祝娟	女	医师	硕士	2019年11月9日	A193012
67	林婷	女	医师	硕士	2019年11月9日	A193013
68	田霞辉	女	医师	硕士	2019年11月9日	A193014
69	李欣明	男	医师	硕士	2019年11月9日	A193015
70	史达	男	医师	硕士	2019年11月9日	A193016
71	胡培铅	男	医师	硕士	2019年11月9日	A193017
72	石慧	女	医师	博士	2019年11月9日	A193018
73	林欢	女	医师	硕士	2019年11月9日	A193019
74	蒋春秀	女	医师	硕士	2019年11月9日	A193020
75	覃淑萍	女	医师	硕士	2019年11月9日	A193021
76	杨心悦	女	医师	硕士	2019年11月9日	A193022
77	芮琦虹	女	医师	硕士	2019年11月9日	A193023
78	漆振东	男	医师	硕士	2019年11月9日	A193024
79	施豪波	男	医师	硕士	2019年11月9日	A193025
80	黄雁	男	医师	硕士	2019年11月9日	A193026
81	吴志军	男	医师	硕士	2019年11月9日	A193027
82	齐航	男	医师	硕士	2019年11月9日	A193028
83	杨建明	男	技师	本科	2019年11月9日	A193029

84	聂世琨	男	技师	本科	2019年11月9日	A193030
85	唐明	男	技师	本科	2019年11月9日	A193031
86	黄凡衡	男	技师	本科	2019年11月9日	A193032
87	王保安	男	技师	本科	2019年11月9日	A193033
88	路世龙	男	技师	本科	2019年11月9日	A193034
89	席建东	男	技师	本科	2019年11月9日	A193035
90	黄志平	男	技师	本科	2019年11月9日	A193036
91	江永焰	男	技师	本科	2019年11月9日	A193037
92	谢怡	女	技师	本科	2019年11月9日	A193038
93	程辉辉	男	技师	本科	2019年11月9日	A193039
94	杨上金	男	技师	本科	2019年11月9日	A193040
95	张旭晴	男	技师	本科	2019年11月9日	A193041
96	王柏烨	男	技师	本科	2019年11月9日	A193042
97	陈小军	男	技师	本科	2019年11月9日	A193043
98	魏朝金	男	技师	本科	2019年11月9日	A193044
99	晏林明	男	技师	本科	2019年11月9日	A193045
100	徐宗松	男	技师	本科	2019年11月9日	A193046
101	胡金海	男	技师	本科	2019年11月9日	A193047
102	时培	女	技师	本科	2019年11月9日	A193048
103	刘志荣	男	技师	本科	2019年11月9日	A193049
104	李晓强	男	技师	本科	2019年11月9日	A193050
105	陆培锋	男	技师	本科	2019年11月9日	A193051
106	庄卓霖	男	技师	本科	2019年11月9日	A193052
107	王世舵	男	技师	本科	2019年11月9日	A193053
108	陈卫国	男	技师	本科	2019年11月9日	A193054
109	白文杰	男	技师	本科	2019年11月9日	A193055
110	杜向熠	男	技师	本科	2019年11月9日	A193056
111	吴铭庆	男	技师	本科	2019年11月9日	A193057
112	邓飞龙	男	技师	本科	2019年11月9日	A193058
113	邓聪	女	技师	本科	2019年11月9日	A193059
114	罗耀星	男	技师	本科	2019年11月9日	A193060
115	范雅静	女	技师	本科	2019年11月9日	A193061
116	李静	女	护士	本科	2019年11月9日	A193062
117	盛娜萍	女	护士	本科	2019年11月9日	A193063
118	陈雯	女	护士	本科	2019年11月9日	A193064
119	赵昌霞	女	护士	本科	2019年11月9日	A193065
120	陆文	女	护士	本科	2019年11月9日	A193066
121	陈观弟	女	护士	本科	2019年11月9日	A193067
122	邓文华	男	护士	大专	2019年11月9日	A193068
123	周雄锋	男	护士	大专	2019年11月9日	A193069
124	冯志祥	男	护士	大专	2019年11月9日	A193070
125	杨平珍	男	医师	硕士	2019年11月9日	A193071
126	刘映峰	男	医师	硕士	2019年11月9日	A193072

127	李公信	男	医师	硕士	2019年11月9日	A193073
128	丁明学	男	医师	本科	2019年11月9日	A193074
129	叶文胜	男	医师	硕士	2019年11月9日	A193075
130	刘磊	男	医师	博士	2019年11月9日	A193076
131	梁欣伟	男	医师	博士	2019年11月9日	A193077
132	肖华	男	医师	博士	2019年11月9日	A193078
133	严全能	男	医师	硕士	2019年11月9日	A193077
134	宋旭东	男	医师	博士	2019年11月9日	A193080
135	缪绯	男	医师	硕士	2019年11月9日	A193081
136	王先宝	男	医师	博士	2019年11月9日	A193082
137	张培东	男	医师	博士	2019年11月9日	A193083
138	郭敬宾	男	医师	博士	2019年11月9日	A193084
139	陈安	男	医师	博士	2019年11月9日	A193085
140	张秀丽	女	医师	博士	2019年11月9日	A193086
141	陈立桁	男	医师	本科	2019年11月9日	A193087
142	李功辉	男	医师	本科	2019年11月9日	A193088
143	张瑞环	男	医师	硕士	2019年11月9日	A193089
144	周贻军	男	医师	硕士	2019年11月9日	A193090
145	赵鑫	男	医师	硕士	2019年11月9日	A193091
146	阙冬冬	男	医师	硕士	2019年11月9日	A193092
147	吴智业	男	医师	博士	2019年11月9日	A193093
148	余文杰	男	医师	硕士	2019年11月9日	A193094
149	刘少伟	男	医师	博士	2019年11月9日	A193095
150	杜忠鹏	男	医师	博士	2019年11月9日	A193096
151	杨雅舒	女	医师	硕士	2019年11月9日	A193097
152	王誉西	女	医师	博士	2019年11月9日	A193098
153	赵霞	女	医师	本科	2019年11月9日	A193099
154	颜竞	男	医师	博士	2019年11月9日	A193100
155	刘芑	女	医师	博士	2019年11月9日	A193101
156	丁为民	男	医师	博士	2019年11月9日	A193102
157	吴钢	男	医师	硕士	2019年11月9日	A193103
158	罗泽龙	男	医师	博士	2019年11月9日	A193104
159	张健	男	医师	博士	2019年11月9日	A193105
160	曾曼玲	女	护士	大专	2019年11月9日	A193106
161	于长辉	男	医师	硕士	2019年11月9日	A193107
162	尹素芬	女	护士	本科	2019年11月9日	A193108
163	黄会军	男	护士	大专	2019年11月9日	A193109
164	吴颖楠	男	护师	大专	2019年11月9日	A193110
165	李立平	女	技师	大专	2019年11月9日	A193111
166	余建林	男	医师	本科	2019年11月9日	A193112
167	崔筱平	男	工程师	本科	2019年11月9日	A193113
168	岳小荣	男	工程师	本科	2019年11月9日	A193114
169	阳建勋	男	工程师	本科	2019年11月9日	A193115

170	康勇兵	男	工程师	大专	2019年11月9日	A193116
171	林涵	男	工程师	本科	2019年11月9日	A193117
172	刘子宁	男	工程师	本科	2019年11月9日	A193118
173	方奕海	男	工程师	本科	2019年11月9日	A193119
174	陈利彬	男	工程师	本科	2019年11月9日	A193120
175	徐明明	男	工程师	本科	2019年11月9日	A193121
176	张璐	女	工程师	本科	2019年11月9日	A193122
177	陆柏成	男	工程师	本科	2019年11月9日	A193123
178	赖志敬	男	工程师	本科	2019年11月9日	A193124
179	叶昌盛	男	工程师	本科	2019年11月9日	A193125
180	彭志康	男	医师	硕士	2019年11月9日	A193126
181	刘亚洪	男	医师	本科	2019年11月9日	A193127
182	陈洪彬	男	医师	本科	2019年11月9日	A193128
183	陈思远	男	医师	硕士	2019年11月9日	A193129
184	桂铮	男	医师	硕士	2019年11月9日	A193130
185	徐宁波	男	医师	博士	2019年11月9日	A193131
186	付晓华	女	护士	本科	2019年11月9日	A193132
187	曾霞香	女	护士	本科	2019年11月9日	A193133
188	刘芳	女	护士	大专	2019年11月9日	A193134
189	何维娟	女	护士	本科	2019年11月9日	A193135
190	冷珂	女	护士	本科	2019年11月9日	A193136
191	王玉珊	女	护士	本科	2019年11月9日	A193137
192	龙秋洁	女	护士	本科	2019年11月9日	A193138
193	宋文静	女	护士	本科	2019年11月9日	A193139
194	沈婷婷	女	护士	本科	2019年11月9日	A193140
195	雷希溪	女	护士	本科	2019年11月9日	A193141
196	谭南	女	护士	大专	2019年11月9日	A193142
197	马正洋	男	护士	大专	2019年11月9日	A193143
198	黄毅辉	男	护士	本科	2019年11月9日	A193144
199	谢瑞鹏	男	护士	大专	2019年11月9日	A193145
200	张天勇	男	护士	大专	2019年11月9日	A193146
201	杨金城	男	技师	本科	2019年11月9日	A193147
202	陈建华	男	技师	本科	2019年11月9日	A193148
203	梁宗健	男	技师	本科	2019年11月9日	A193149
204	谷艳秋	女	技师	本科	2019年11月9日	A193150
205	蔡文鹏	男	技师	本科	2019年11月9日	A193151
206	余陈	男	技师	本科	2019年11月9日	A193152
207	段传志	男	医师	博士	2019年11月9日	A193153
208	何旭英	女	医师	博士	2019年11月9日	A193154
209	李西锋	男	医师	博士	2019年11月9日	A193155
210	张炘	男	医师	博士	2019年11月9日	A193156
211	刘彦超	男	医师	硕士	2019年11月9日	A193157
212	李然	男	医师	博士	2019年11月9日	A193158

213	李振均	男	医师	硕士	2019年11月9日	A193159
214	苏世星	男	医师	硕士	2019年11月9日	A193160
215	刘文超	男	医师	博士	2019年11月9日	A193161
216	毕一鸣	男	医师	博士	2019年11月9日	A193162
217	杜谋选	男	技师	硕士	2019年11月9日	A193163
218	郑静	女	护士	本科	2019年11月9日	A193164
219	路鹏程	男	医师	硕士	2019年11月9日	A193165
220	樊涛	男	医师	硕士	2019年11月9日	A193166
221	佟方明	男	医师	硕士	2019年11月9日	A193167
222	魏继鹏	男	医师	硕士	2019年11月9日	A193168
223	谢惠芳	女	医师	博士	2019年11月9日	A193169
224	郭阳	女	医师	博士	2019年11月9日	A193170
225	李春光	男	医师	博士	2019年11月9日	A193171
226	颜振兴	男	医师	硕士	2019年11月9日	A193172
227	李明春	男	医师	本科	2019年11月9日	A193173
228	郑良伟	男	医师	本科	2019年11月9日	A193174
229	蒋霓	男	技师	中专	2019年11月9日	A193175

附件 4 建设单位制定的相关辐射安全和防护管理制度

南方医科大学珠江医院文件

院字〔2019〕221 号

南方医科大学珠江医院
关于调整辐射安全管理委员会的通知

机关各处室，各教研室、科室：

为加强辐射环境安全与放射诊疗管理，防范辐射风险，根据最新相关法律法规及医院部分人员岗位变动，经研究决定，调整医院辐射安全管理委员会组成人员。具体如下：

一、编制依据和目的

根据《职业病防治法》《放射性污染防治法》《放射性同位素与射线装置安全和保护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射诊疗管理规定》等法规的要求，医院设立辐射安全管理委员会及相关管理组织，负责医院核技术应用项目和放射诊疗工作的管理，促进电离辐射医学的

安全应用，保障医疗安全、人身安全及环境安全。

二、辐射环境安全与放射诊疗管理委员会

（一）成员名单

主任委员：冯常森

副主任委员：支国舟 余志 崔筱平

委员：（按姓氏笔画）

卜俊国 王勇 牛彪 全显跃

刘亚洪 李媛 李公信 吴文

汪森明 张瑛 欧阳伟 徐晋

谢惠芳 潘明新

秘书：王尧 张瑞 张新伟

各放射诊疗科室必须设置联络员，负责联络放射诊疗相关业务。

（二）具体职责

1. 负责组织执行国家关于辐射环境安全与放射诊疗管理的法律法规。
2. 负责领导医院辐射环境安全和放射诊疗防护管理工作。
3. 负责组织研究制定和修订医院辐射环境安全和放射诊疗防护管理相关制度。
4. 负责研究制定医院辐射环境安全和放射诊疗防护方案。
5. 负责医院辐射环境安全和放射诊疗防护事故应急处

理总协调，与行政主管部门、环保、公安、卫生等相关部门的联络、报告应急处理工作。

6. 负责定期组织专家对放射工作场所和放射诊疗设备进行安全检查、评估和通报，督导有关放射诊疗科室的安全防护工作。

7. 负责辐射环境安全和放射诊疗防护基础设施建设达标，并定期督导放射性医疗废物及退役放射源的处理。

8. 负责对放射工作人员的资格进行审核，定期公布获得或取消放射工作人员资格名单。

9. 负责放射工作人员的管理，定期组织专家对放射工作人员个人剂量和健康情况进行分析、评估和通报。

三、相关处室、科室分工

（一）医务处负责协调全院放射诊疗相关工作，组织放射诊疗工作人员参加培训、考核。负责牵头辐射安全许可证办理工作。

（二）保卫处负责协调退役放射源转运工作。

（三）总务处负责放射诊疗工作场地建设工作及放射性废水处理。

（四）设备器材科负责辐射项目放射防护预期效果评价、控制评价、项目竣工验收、放射诊疗许可证增项。负责放射源采购、登记。

（五）药剂科负责放射性药品管理工作。

（六）预防保健科负责全院放射诊疗工作人员个人剂量

监测和健康体检工作。

（七）后勤服务公司负责全院放射性医疗废物处理工作。

（八）相关科室在辐射环境安全与放射诊疗管理委员会的指导下，依法依规开展放射治疗工作。



公开方式：主动公开

南方医科大学珠江医院办公室

2019年7月16日印发

南方医科大学珠江医院文件

院字〔2019〕301号

南方医科大学珠江医院 关于印发放射防护管理规定的通知

机关各处室，各教研室、科室：

为加强放射诊疗防护管理工作，保证医疗质量和医疗安全，保障放射诊疗工作人员、患者和公众的健康权益，依据《中华人民共和国职业病防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《医疗机构管理条例》和《广东省卫生健康委员会关于医疗机构放射诊疗的管理规定》等法律、法规，结合我院实际，制定本规定，请遵照执行。

南方医科大学珠江医院

2019年11月4日

(联系人：王尧；联系电话：643610)

南方医科大学珠江医院放射防护管理规定

一、本规定适用于医院内X射线影像诊断、介入放射学、核医学和放射治疗等放射诊疗工作。

二、放射诊疗工作人员应当持《放射工作人员证》上岗，并按照有关规定佩戴个人剂量计。

三、医院对放射诊疗工作人员进行上岗前、在岗期间和离岗时的健康检查，定期进行专业和防护知识培训，并分别建立个人剂量、职业健康管理和教育培训档案。

四、放射诊疗工作人员对患者和受检者进行医疗照射时，应当遵守医疗照射正当化和放射防护最优化的原则，有明确的医疗目的，严格控制受照剂量；对邻近照射野的敏感器官和组织进行屏蔽防护，并事先告知患者和受检者辐射对健康的影响。

五、放射医师在实施放射诊断检查前应当对不同检查方法进行利弊分析，在保证诊断效果的前提下，优先采用对人体健康影响较小的诊断技术。

实施检查应当遵守下列规定：

(一)严格执行检查资料的登记、保存、提取和借阅制度，不得因资料管理、受检者转诊等原因使受检者接受不必要的重复照射；

(二)不得将核素显像检查和X射线胸部检查列入对儿童体(≤14岁)检的常规检查项目；

(三) 对育龄妇女腹部或骨盆进行核素显像检查或 X 射线检查前, 应问明是否怀孕; 非特殊需要, 对受孕后八至十五周的育龄妇女, 不得进行下腹部放射影像检查;

(四) 实施放射性药物给药和 X 射线照射操作时, 应当禁止非受检者进入操作现场; 因患者病情需要其他人员陪检时, 应当对陪检者采取防护措施。

六、放射医技护工作人员必须熟练掌握业务技术和射线防护知识, 认真配合有关临床医师做好放射检查的正当性判断, 正确掌握其适用范围, 并注意查阅以往检查资料避免不必要的额外检查, 合理使用放射诊断。

七、医院定期对放射诊疗工作场所、放射性同位素储存场所和防护设施进行放射防护检测, 保证辐射水平符合有关规定或者标准。对成像设备及器材定期地进行稳定性检测, 并由专业工程师负责设备维护和检修。

八、根据不同诊断检查类型和需要, 选择使用合适的设备以及相应各种辅助防护用品。放射医技师必须注意采取适当的措施, 减少受检者受照剂量; 对受检者邻近照射野的敏感器官和组织进行屏蔽防护。

九、参照国际基本安全标准 (IAEA Safety Series No. 115, 1996) 有关放射诊断的医疗照射指导水平, 认真选择各种操作参数, 力求受检者所受到的照射是达到预期诊断所需的最低剂量。

十、进行消化道检查时, 要特别注意控制照射条件和避免重复照射, 对工作人员和受检查者都应采取有效的防护措施。

十一、摄影时, 工作人员必须根据使用的不同 X 射线管电压更换附加过滤板。工作人员应严格按所需的投照部位调节照

射野, 使有用线束限制在临床实际需要的范围内并与成像器件相匹配。对受检者的非投照部位应采取适当的防护措施。

十二、摄影时, 工作人员应在屏蔽室 (区) 等防护设施内进行曝光操作, 并应通过观察窗等密切关注受检者; 应注意合理选择胶片以及胶片与增感屏的组合, 并重视暗室操作技术的质量保证。

十三、进行 X 射线检查时, 只要可行, 就应对受检者的辐射敏感器官 (例如性腺、眼晶体、乳腺和甲状腺等) 采取适当的屏蔽保护。

十四、施行 X 射线检查时应注意候诊受检者的防护。摄影中除正在接受检查的受检者外, 其他人员不应留在机房内。透视时拟同时进入机房候诊的受检者要恰当安置, 并有相应屏蔽防护措施。

十五、放射检查中, 对儿童等特殊受检者可采取相应固定体位措施。对有正当理由需要检查的孕妇应注意尽可能保护胚胎或胎儿。当受检者需要扶携时, 对扶携者也应采取相应的防护措施。

十六、在放射诊断临床教学中, 对学员必须进行射线防护知识教育, 并注意其防护; 对示教病例严禁随意增加曝光时间。

十七、严格评片标准和制度; 废片及重拍片要有记录, 并作出原因分析; 提出改进措施。规范 X 射线诊断报告的书写内容和格式, 有诊断审定和签发制度。

十八、在对患者实施放射治疗前, 应当进行影像学、病理学及其他相关检查, 严格掌握放射治疗的适应证。对确需进行放射治疗的, 应当制定科学的治疗计划, 并按照下列要求

实施:

(一) 对体外远距离放射治疗,放射诊疗工作人员在进入治疗室前,应首先检查操作控制台的源位显示,确认射线束或放射源处于关闭位时,方可进入;

(二) 对近距离放射治疗,放射诊疗工作人员应当使用专用工具拿取放射源,不得徒手操作;对接受敷贴治疗的患者采取安全护理,防止放射源被患者带走或丢失;

(三) 在实施永久性籽粒插植治疗时,放射诊疗工作人员应随时清点所使用的放射性籽粒,防止在操作过程中遗失;放射性籽粒植入后,必须进行医学影像学检查,确认植入部位和放射性籽粒的数量;

(四) 治疗过程中,治疗现场至少应有2名放射诊疗工作人员,并密切注视治疗装置的显示及病人情况,及时解决治疗中出现的问題;严禁其他无关人员进入治疗场所;

(五) 取出的植入性粒子交核医学科,按放射性废物做衰变处理并销毁。

(六) 放射诊疗工作人员应当严格按照放射治疗操作规范、规程实施照射;不得擅自修改治疗计划;

(七) 放射诊疗工作人员应当验证治疗计划的执行情况,发现偏离计划现象时,应当及时采取补救措施并向本科室负责人或者本机构负责医疗质量控制的部门报告。

十九、核医学诊疗应遵守相应的操作规范、规程,防止放射性同位素污染人体、设备、工作场所和环境;按照有关标准的规定对接受体内放射性药物诊治的患者进行控制,避免其他患者和公众受到超过允许水平的照射。

二十、放射性同位素不得与易燃、易爆、腐蚀性物品同库储存;储存场所应当采取有效的防泄漏等措施,并安装必要的报警装置。放射性同位素储存场所应当有专人负责,有完善的存入、领取、归还登记和检查的制度,做到交接严格,检查及时,账目清楚,账物相符,记录资料完整。

二十一、核医学诊疗产生的放射性固体废物、废液及患者的放射性排出物应当单独收集,与其他废物、废液分开存放,按照国家有关规定处理。

二十二、加强放射防护管理,尽可能避免发生放射事件,如发生放射事件立即采取有效的应急救援和控制措施,防止事件的扩大和蔓延。

公开方式:主动公开

南方医科大学珠江医院文件

院字〔2019〕292号

南方医科大学珠江医院关于印发 医院放射性药品管理规定的通知

机关各处室，各教研室、科室：

为进一步加强医院放射性药品的使用管理，根据《中华人民共和国药品管理法》《放射性药品管理办法》等相关法律法规，结合我院实际，制定《南方医科大学珠江医院放射性药品管理规定》，现印发给你们，请遵照执行。



（联系人：李媛，联系电话：643021）

南方医科大学珠江医院放射性药品管理规定

第一章 总则

第一条 根据《中华人民共和国药品管理法》《放射性药品管理办法》等相关法律法规，结合我院实际，制定本规定。

第二条 本管理规定的放射性药品是指用于临床诊断或者治疗的放射性核素制剂或者其标记药物，包括裂变制品、堆照制品、加速器制品、放射性同位素发生器及其配套药盒、放射免疫分析药盒等。

第三条 放射性药品的实验研究、采购、使用、暂存等活动以及监督管理，适用本规定。

第四条 医院依国家规定对放射性药品进行管制。未经批准，任何单位和个人不得进行放射性药品的实验研究、采购、使用、暂存等活动。

第五条 药事管理与药物治疗学委员会全面负责医院放射性药品的管理工作。医务处具体负责放射性药品的使用、放射性药品知识培训以及处方资格认定等工作。保卫处具体负责放射性药品的安全管理和防范丢失等工作。核医学科具体负责放射性药品的采购、验收、使用及登记、管理等工作。药剂科负责放射性药品定价及供应商资质审核等工作。

第六条 放射性药品设有专人负责保管，建立放射性药品使用登记表册，使用时按账册逐项填写（品名、活度、批号、生产厂家、日期、患者姓名等内容，执行医护人员签名），并保留不少

于五年,医务处会同药剂科负责放射性药品的使用登记检查工作,药剂科负责放射性药品的出入库登记和发票的统计工作。

第七条 放射性药品管理工作列入科室年度目标责任制考核,医院定期组织专项检查。科主任(负责人)、病区护士长为第一责任人,对本单位的放射性药品管理工作负责。

第八条 各岗位工作人员发现放射性药品丢失或被盗、被抢时应立即上报医疗总值班、医务处及保卫处,启动特殊药品管理突发事件应急预案。

第九条 医院相关的管理和核医学科医务人员应熟悉、掌握放射性药品管理的有关法律、法规和专业知识。医务处会同药剂科定期组织上述内容、职业道德及辐射防护的教育、培训及考核,并列入上述人员继续教育和执业技能考评内容之一。

第二章 放射性药品的采购和验收

第十条 核医学科根据临床需要及相关法规,每年制定本年度所需用放射性药品的核素用量计划,上报医院医务处,再经省生态环境厅批准,取得非密封性放射性核素转让审批表后,凭转让审批表采购放射性药品。核医学科提前一天订购次日所用放射性药品数量,由药品经营企业送至核医学科交接并做接收登记。购买药品付款应当采取银行转账方式。

第十一条 因科研、教学需要使用放射性药品的,应向相应主管处室提出申请,经医院主管领导批准后,由核医学科按规定采购。

第十二条 放射性药品入库验收必须货到即验,由核医学科专人负责,对药品活度、数量、批号,生产厂家,日期进行核对,做好签字,并登记入册。

第十三条 在验收中发现缺少、缺损、活度不够的放射性药品应当立即与供应商联系核查。

第三章 放射性药品的使用、暂存和处理

第十四条 按照《放射性药品管理办法》规定,使用放射性药品需要有专用的仪器、设备和房屋设施,并具有经核医学技术培训的技术人员。非核医学专业技术人员未经培训,不得从事放射性药品使用工作。

第十五条 放射性药品使用过程中应严格执行临床核医学放射卫生防护标准,按照放射性药品使用操作规程实施质量控制和质量保证;使用前由核医学科医师根据病情决定使用放射性药品种类、施予剂量和施予方式。特殊操作(粒子植入等)可由相关科室医师(该医师应经过核素治疗技术操作和放射防护系统进修培训后方可进行此类操作)协作完成。

第十六条 对于特殊原因导致剩余的放射性药品,应暂存在核医学科储源室的储源柜,采取专人管理,双人双锁,有防盗设施视频监控并安装报警装置,做好暂存记录。

第十七条 对于残余量的放射性药品及固体放射性污染废物应集中存放于核医学科衰变室的铅桶中,封存放10个半衰期,经检测放射性剂量合格后,按一般医疗废物处理并记录。对于液体

放射性废物及排泄物，应排入医院专用的衰变池，达到国家标准后
方能排出。放射性药品空容器应固定地点集中存放和按规定退回
供应商。

第四章 附则

第十八条 本规定由医务处、核医学科负责解释。

第十九条 本规定自下发之日起执行。

公开方式：主动公开

标题	核医学科放射性药品暂存管理制度	类别: ZD	版本: 2021-01
		修订部门: 核医学科	修订人: 卢建春
		修订日期: 2021-05-10	审核人: 沈嘉朋
		生效日期: 2021-05-25	批准人: 欧阳伟

核医学科放射性药品暂存管理制度

- 1、核医学科放射性药品遵循用多少订多少的原则。
- 2、由于特殊原因造成放射性药品剩余时，应把它暂存于储源室的储源柜中。
- 3、储源室外要有醒目的“电离辐射”标识，储源室外要加锁，专职人员保管。
- 4、储源柜实行双人双锁管理，储源室外设置监控，且安排人员24小时值班。
- 5、放射性药品存入与取出都需要做好登记，严防丢失。

附件1:

核医学科放射性药品暂存登记表

存入日期	放射性药品名称	公司名称	活度	数量	存放人	取出日期	用途	取出人

标题	核医学科碘131发药室管理制度	类别: ZD	版本: 2021-01
		修订部门: 核医学科	修订人: 李金、赖煜枫
		修订日期: 2021-05-10	审核人: 沈嘉朗
		生效日期: 2021-05-25	批准人: 欧阳伟

核医学科碘131发药室管理制度

- 1、非本科室工作人员未经同意不得进入室内，不得使用室内设备。
- 2、进入室内的工作人员需要做好防护工作，穿戴防护衣，铅围脖，铅眼镜，一次性手套及帽子进行工作。
- 3、严格执行 I-131 核素自动分装仪操作规程。使用核素自动分装仪时要认真仔细，未经培训不得操作。
- 4、给药前必须仔细核对患者是否与申请单上的姓名相符，准备施予的 I-131 药物剂量是否与要求的相符，患者是否已做好准备工作（如禁食或停用影响检查的药物等）。
- 5、给药时必须小心谨慎，检查患者是否正常吞咽，嘱咐患者服药时不要漏在口外，观察药物是否全部吞下，并注视患者是否出现呕吐的任何指征。
- 6、仪器设备出现故障或发生意外放射性污染，须及时向上级主管汇报和处理，并查找原因，如实填写记录。
- 7、做好 I-131 的入库出库使用登记记录。
- 8、注意保持室内清洁，定期进行室内清洁工作。
- 9、定期监测室内表面放射性活度，防止隐性放射性污染。
- 10、放射性废弃物等应存放至衰变室的铅垃圾桶。

标题	核医学科碘32敷贴室管理制度	类别: ZD	版本: 2021-01
		修订部门: 核医学科	修订人: 李金、赖煜枫
		修订日期: 2021-05-10	审核人: 沈嘉朗
		生效日期: 2021-05-25	批准人: 欧阳伟

核医学科碘32敷贴室管理制度

- 1、非本科室工作人员未经同意不得进入室内。
- 2、自制的 32P 敷贴时，应对其数量、活度、使用情况进行登记。
- 3、32P 敷贴纸制作时应在通风橱内操作，制作者应带乳胶手套。
- 4、敷贴治疗中，医护人员应采取有效的个人防护措施，并跟病人交待清楚相关注意事项。
- 5、实施敷贴治疗时严禁将敷贴源带出治疗室外。
- 6、敷贴结束后，必须认真搞好室内整洁工作及辐射监测工作。
- 7、敷贴室的卫生清洁应使用专用清洁工具，不得与非治疗室混用。
- 8、敷贴室必须配备表面污染仪，并定期监测室内表面放射性活性，防止隐性放射性污染。
- 9、每批敷贴结束后，需要把剩余的敷贴纸转移到衰变室的防护衰变桶中进行衰变。

核医学科各级人员岗位责任制

(一)、科室主任岗位职责

1. 在院长领导下，实行科室主任负责制，科主任全面负责本科的医疗、教学、科研及行政管理工作。副主任或秘书协助科主任工作。
2. 制定本科工作计划，组织实施，定期督促检查及总结汇报。
3. 审定放射性同位素订货计划，监督科内人员正确使用。随时检查放射性实验室的安全措施、药物保管与三废处理，严防发生差错事故。
4. 确定本科人员的分工与职责，以医疗为中心，充分发挥各级人员特长，不断提高医疗质量。
5. 组织并提出部分医疗、教学、科研工作，落实进修、实习医生的临床培训工作，定期组织影像（放射、超声、核医学）专业间诊断研讨会。
6. 组织高、中级技术职称人员制定科研计划，具体落实课题计划，掌握进度，按期完成，并及时总结经验。学习国内外先进经验，不断改进诊疗技术。
7. 负责科内人员的考勤、考绩工作，提出升、调、奖、惩等意见。
8. 在保证社会效益的基础上，做好经济核算工作，提出科室设备更新计划。
9. 加强院内外的工作联系，不断改进工作。

(二)、主任医（技、护）师岗位职责

1. 在科主任的领导下，分管负责本科的医疗、教学、科研、仪器设备与技术培训等工作，并制定相应的发展计划。
2. 督促检查下级人员的工作质量，具体解决业务上的复杂疑难问题，并承担部分医疗、教学、科研工作。
3. 主动配合临床医疗工作，经常征询临床科室对核医学工作的要求和意见。定期参加临床研讨会，主动介绍新的诊断项目及其临床意义。
4. 全面负责教学及进修、实习人员的培训工作，负责科内人员的业务学习和技术考核工作，不断提高业务技术水平。
5. 努力学习，应用国内外先进经验，及时吸收最新科研成果，不断开展新的诊疗项目，指导全科开展科学研究工作。
6. 承担科主任分配的其他工作。

(三)、主治医师、主管技师、主管护师岗位职责

1. 在科主任领导下和高级职称人员指导下，具体分管科内的医疗、教学、设备、药物和科研工作。
2. 全面参加具体的诊疗与技术工作，并代培下级医技人员，能独立处理业务上较为复杂的疑难问题。
3. 配合高级职称人员，具体负责临床教学、进修、实习人员的培训工作和科内业务学习，努力学习、掌握国内外新技术。
4. 协助制定科研规划并组织实施，记录、整理、总结研究结果，不断提高诊疗和学术水平。
5. 承担科主任分配的其他工作。

(四)、住院医师、技师（士）、护师（士）岗位职责

1. 在科主任的领导下和高、中级医技人员的指导下工作。
2. 全面担任具体的临床与技术工作，按质量控制标准的要求，自觉遵守规章制度和技术操作规程，做好登记、建档、保管工作。严防发生差错事故。
3. 担任实习教学，协助搞好进修、实习人员的培训工作。
4. 参加新技术和科学研究工作，掌握科研设计和实验方法，努力提高诊疗水平。
5. 分别负责本科仪器设备、实验室的清洁、保养、管理，放射性药物及医疗物品的领取、登记和保管工作。
6. 承担科室分配的其他工作。

标题	核医学环境辐射监测制度	类别: ZD	版本: 2021-01
		修订部门: 核医学科	修订人: 李金、赖煜枫
		修订日期: 2021-05-10	审核人: 冼嘉朗
		生效日期: 2021-05-25	批准人: 欧阳伟

核医学环境辐射监测制度

1、监测设备质控:

每年把监测仪器送到有资质的机构进行校准。

2、环境监测:

1) 监督区表面污染监测: 工作日 17:00 进行监测, 包括监督检查入口、分装室、注射窗、检查床、检查室地面、操作间、检查出口。

2) 控制区表面污染监测: 每周监测两次, 包括控制区入口、分源室、储源室、衰变室、控制区过道以及病房门口。

3) 影像中心以及防护病房衰变池监测: 每周监测两次。

4) 每年请有资质的检测公司对衰变池和医院出水口进行采样检测。

3、监测要求:

1) 认真负责并做好监测登记。

2) 如发现放射污染, 立刻进行处理 (清理污染, 建立辐射隔离区域)。

3) 衰变池的污水存放足够半衰期后, 经检测后方再排到医院污水池, 并做好登记。

标题	核医学科仪器设备管理、使用制度	类别: ZD	版本: 2021-01
		修订部门: 核医学科	修订人: 李金、赖煜枫
		修订日期: 2021-05-10	审核人: 冼嘉朗
		生效日期: 2021-05-25	批准人: 欧阳伟

核医学科仪器设备管理、使用制度

1、科室仪器设备应建立帐册, 专人负责, 做到帐物相符。

2、每台仪器均应有操作规程, 使用时严格按照规定步骤操作。新来或进修人员在未掌握使用方法前, 不得独立操作仪器。贵重仪器应专人使用, 指定专人负责仪器的保养工作。

3、建立仪器使用和故障及维修档案。

4、仪器发生故障, 应及时报告维修人员, 尽速修理。

5、做好“五防”(防寒、防热、防潮、防尘和防火)工作。

6、每日清洁仪器外壳, 保持仪器清洁。

7、每三个月清除机内积尘一次, 做到定期保养。

8、保持机器运行环境恒温恒湿, 应保持恒温 (温度范围可定在 20~26 度); 温度梯度不超过 3°C/h, 相对湿度范围为 20%~80%。

9、检查结束后, 必须认真搞好仪器设备整洁工作。

10、未经科室批准, 仪器设备不得外借。

11、定期检查各类仪器的使用情况, 每年定期进行年度检测。

12、计划地做好仪器设备更新工作。

DSA 操作规程

一、开机前的日常准备工作，包括清洁，擦拭设备，查看设备运行环境是否安全。

二、手术前 30 分钟开机，打开机房，按下开机按钮，打开空调，调至合适温度，按下主控制台上的 POWER ON 按钮，系统打开后会自检，操作人员应认真查看，如发现问题，应及时查找原因。

三、核对病人并将有关信息录入系统，术中根据医生指导完成相应技术参数操作，包括造影程序，对比剂总量，每秒流量以及相应的体位转换。

四、手术完成后及时处理图像，刻录光盘，诊断结果在显示屏上观察或采用数字技术打印，待病人离开手术室后，将设备及时复位，关闭系统，关闭总电源，关闭空调，擦拭设备上的污物，整理好物品，关好门窗，填写大型医疗设备使用日志。

五、DSA 需由经过培训的专业人员持证上岗操作，必须按操作程序进行操作。未经操作人员许可，其他人员不得随意操作。

六、DSA 设备必须在正常状态下运转，严禁设备隐患开机，每周保养，操作人员及受检人员必须佩戴好防护装备，警示灯及警示标志要性能良好标志醒目。

七、工作人员佩戴个人剂量计，做好辐射防护工作。

八、在介入室工作的人员，均需严格遵守无菌操作规程，保持室内肃静和整洁。

辐射工作岗位职责

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 DSA 工作场所防护用品摆放位置。

三、了解设备的性能、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。

辐射防护和安全保卫制度

医院所使用的射线装置主要用于检查、诊疗，在辐射安全、防护范围内使用。

一、辐射工作场所采取辐射安全措施：

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、安全门灯联锁装置、信号灯等。

二、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，防盗门有无损坏。

三、辐射工作场所必须配备有效的灭火器，机房内安装烟雾报警仪等消防设施。

四、加强夜间和节假日巡逻，确保能满足防盗、防火、防潮、防爆和防泄漏的管理目标。

设备检修维护制度

一、设备的定期维护（每三个月进行一次）

1. 设备机械性能维护：配置块安全装置检查，各机械限位装置有效性检查，各运动运转装置检查，操作完整性检查。

2. 设备操作系统维护：检查操作系统的运行情况，各配置块及软件的运行状况和安全，大型设备均由产品公司专业技术人员进行维护，升级，调校，备份，记录。

3. 设备电气性能维护：各种应急开并有效性的检查，参数的检查等。

二、设备的性能检测：每年进行一次，主要由有关质检管理部门专业人员进行，医院设备科及放射科派人员随同，并做好相关记录。检测报告应由设备科备案保存。

三、设备的日常维护：

1. 每日设备开机后应检查机器是否正常，有无错误提示，记录并排除。

2. 做好设备损伤系统的重启，恢复设置工作，应做到每日一次。

3. 严格执行正确开关机程序，设备不工作时应将之调至待机状态。

射线装置使用和台账管理制度

- 一、辐射工作人员使用射线装置前，应仔细检查设备能否正常工作；设备外观是否有损伤；
- 二、辐射工作人员使用射线装置前，必须登记详细使用情况，包括使用人、使用时间、开机工况、诊断记录等；
- 三、辐射工作人员应对射线装置妥善管理，防止损坏、混淆和丢失，保持设备的清洁。严禁易燃、易蚀及腐蚀性介质等；
- 四、对设备应定期检查，发现设备有损坏时，必须及时标注和报告放射科进行处理；
- 五、射线装置只允许在专人操作，其余无关人员不得使用；
- 六、辐射工作人员在使用设备期间，对设备的安全使用负完全责任。
- 七、辐射防护必须定期检查台账使用记录，检查设备使用期间是否出现异常，随时掌握设备运行动态，以便及时维修排除设备安全隐患；
- 八、辐射防护管理小组必须制订年度大、中、小三级维修保养计划，并且按照年度维修计划对在用设备实施检修、保养，并做好维修和保养的各项记录。

附：射线装置台账（建议）

射线装置登记台账

射线装置名称、型号	管电压	管电流	购买时间	报废时间	管理部门	责任人	状况	转让单位名称及许可证号，有效期

射线装置使用台账

射线装置名称、型号	使用日期	使用人	使用开始时间	使用结束时间	使用过程设备情况	报修情况

注：使用过程设备情况：正常、异常，异常时应及时报修。

辐射工作人员培训制度

为了提高从事辐射工作的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、自行组织仅从事Ⅲ类射线装置使用活动辐射工作人员学习，无需参加集中考核，由核技术利用单位自行组织考核，考核合格后方可上岗。核技术利用单位应在参考题库（参考题库及考核规则由国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mec.gov.cn/>）和辐射安全培训微信公众号（“辐射安全培训”）公布）中按照考核规则选取题目。

安排新增非Ⅲ类射线装置使用活动辐射工作人员在生态环境部辐射与防护培训平台（<http://fushe.mec.gov.cn/>）报名参加学习考核，考核合格后方可上岗。

2020 年前取得辐射安全培训合格证书，合格证书有效期为 4 年；2020 年后，取得考核合格单，培考核合格单有效期为 5 年，应根据合格证书颁发日期/考核合格单，组织人员进行再培训，确保所有工作人员持证上岗。

二、参与辐射工作的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，符合辐射工作职业的要求；
- （2）经职业健康检查，符合辐射工作人员的职业健康要求；
- （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。

三、辐射工作人员上岗前应当接受辐射防护和有关法律知识的培训，考核合格方可参加相应的工作。另外医院委托相关行业专家或机构，

定期进行本院的参与辐射工作的辐射工作人员接受辐射防护和有关法律知识的培训。辐射防护专职管理人员上岗前也应接受辐射防护和有关法律知识的培训，考核合格方可参加相应的工作。

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

辐射工作人员个人剂量管理制度

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》相关规定，参考《放射工作人员职业健康管理辦法》的要求，制定本制度。

1、辐射工作单位应当按照本方法和国家有关标准、规范的要求，安排本单位的辐射工作人员接受个人剂量监测，并遵守下列规定：

(1) 外照射个人剂量检测周期一般为 30 天，最长不应超过 90 天；内照射个人剂量监测周期按照有关标准执行。

(2) 建立并终生保存个人剂量监测档案。

(3) 允许辐射工作人员查阅、复印本人的个人剂量监测档案。

(4) 当个人剂量监测结果超过调查水平时应进行异常情况调查，行程调查报告，并根据调查结果进行相应处理。

2、个人剂量监测档案应当包括：

(1) 常规监测的方法和结果等相关资料；

(2) 应急或者事故中受到照射的剂量和调查报告等相关资料。

3、辐射工作人员进入辐射工作场所，应当遵守下列规定：

(1) 正确佩戴个人剂量计，从事介入放射诊疗工作的人员应配备 2 枚个人剂量计，其中 1 枚佩戴在铅围裙内躯干上，1 枚佩戴在铅围裙外锁骨对应的领口位置。

(2) 工作人员工作时，应将个人剂量计随身佩戴，禁止将个人剂量计遗落在机房内，由此造成个人剂量计监测结果超标，造成影响和后果的，本人负全责。必要时，调离工作岗位。

4、医院对所有辐射工作人员的每季度个人剂量计进行统一回收，如有损坏或丢失的情况，立即查找原因并对当事人进行加强个人剂量计使用保管的教育培训。

5、医院每个季度准时把个人剂量计送至检测，个人剂量监测工作应当由具备资质的个人剂量监测技术服务机构承担，并按照规定，将报告送达本医院。

辐射监测方案

一、总则

1、为加强我院辐射工作场所的安全和防护管理，规范辐射工作场所辐射环境自行监测行为，根据国家《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的有关规定，制定本制度。

2、本办法适用于我院辐射工作场所辐射环境自行监测。

3、根据辐射工作场所的辐射活动类型和水平，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》、《辐射环境监测技术规范》等标准规范，制定我院辐射环境监测制度、监测方案和监测计划，对我院辐射工作场所辐射环境定期开展自行监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责。

4、我院委托具有国家、省《资质认定计量认证证书》（CMA）或《中国合格评定国家认可委员会实验室认可证书》（CNAS）资质的辐射环境监测机构进行年度监测，所需经费由我院承担。

5、监测记录或报告应记载监测数据、测量条件、测量方法和仪器、测量时间和测量人员等信息。

6、若发现监测结果异常，应立即停止辐射活动，迅速查明原因，采取有效措施，及时消除辐射安全隐患。

7、辐射安全防护管理机构应建立辐射环境自行监测记录或报告档案，并妥善保管，接受生态环境部门的监督检查。

8、辐射环境自行监测记录或报告，应随我院辐射安全和防护年度评估报告一并提交辐射安全许可证发证机关。

二、参与辐射工作的辐射工作人员个人剂量监测方案

1、应当按照本方法和国家有关标准、规范的要求，安排参与辐射工作的辐射工作人员接受个人剂量检测，并遵守下列规定：

（1）外照射个人剂量检测周期一般为一个月，最长不应超过三个月；

（2）建立并终生保存个人剂量监测档案；

（3）允许辐射工作人员查阅、复印本人的个人剂量监测档案。

2、个人剂量监测档案应当包括：

（1）常规监测的方法和结果等相关资料；

（2）应急或者事故中受到照射的剂量和调查报告等相关资料。

3、辐射工作人员进入辐射工作场所，必须佩戴个人剂量计，从事介入手术工作和核医学药物分装的辐射工作人员需佩戴 2 枚个人剂量计，1 枚佩戴在围裙内躯干上，另 1 枚佩戴于围裙外锁骨对应的领口位置，并且将内、外剂量计做明显标记（如以对比鲜明的颜色进行区分等），防止内、外剂量计反戴的情况发生。

4、个人剂量监测工作应当由具备资质的个人剂量监测技术服务机构承担。个人剂量监测技术服务机构的资质审定由中国疾病预防控制中心协助卫生部组织实施。个人剂量检测技术服务机构的资质审定按照《职业病防治法》、《医疗卫生技术服务机构管理办法》和卫生部有关规定执行。

三、辐射工作场所监测方案

根据国家关于辐射安全管理规定，为了保障社会公众利益，保护工作人员健康，结合本院辐射工作实际情况，特对我院辐射工作场所制定如下监测方案：

1、监测目的

（1）执行和落实《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》及我院相关管理规定。

（2）切实保证设备及安全防护设施的正常运行，保障社会公众利益，保护工作人员身体健康。

2、监测方案

(1) 竣工验收：我院根据国务院令 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），项目投入试运行之日起 3 个月内，我院按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，验收合格后方可正式投入使用，未经验收或者验收不合格，不得投入使用。

(2) 常规监测：我院制定相关辐射监测计划，在日常使用设备过程中应切实执行监测计划，监测结果定期上报生态环境部门。

表 1 工作场所监测计划一览表

监测类别	工作场所	监测因子	监测频度	监测设备	监测范围	监测类型
年度监测	射线装置机房	周围剂量当量率	1次/年	按照国家规定进行计量检定	防护门外、门缝、控制室、各侧屏蔽体外30cm处、楼上、楼下及周围需要关注的监督区	委托监测
日常监测	射线装置机房	周围剂量当量率	1次/季度	按照国家规定进行计量检定	防护门外、门缝、控制室、各侧屏蔽体外30cm处、楼上、楼下及周围需要关注的监督区	自行监测
竣工验收监测	射线装置机房	周围剂量当量率	项目建成后，试运行阶段	按照国家规定进行计量检定	防护门外、门缝、控制室、各侧屏蔽体外30cm处、顶棚、地板、管线洞外30cm处及周围需要关注的监督区	委托监测

南方医科大学珠江医院文件

院字〔2019〕302号

南方医科大学珠江医院 关于修订放射事故应急预案的通知

机关各处室，各教研室、科室：

为提高在突发放射事故情况下的应急处理能力，减轻或避免对环境污染和周围人员的危害，根据《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国放射性污染防治法》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等文件精神，结合我院实际情况，特修订本预案，请遵照执行。

南方医科大学珠江医院

2019年11月1日

(联系人：王尧；联系电话：643610)

南方医科大学珠江医院 放射安全事故应急预案

一、组织架构

(一) 成立放射安全事故应急救援领导小组

组长：冯常森

副组长：支国舟 牛彪 余志 徐晋 崔筱平

成员（按姓氏笔画）：

卜俊国 王大浩 王青 全显跃 李媛

杨平珍 汪森明 张琰 欧阳伟 柯以铨

黄国志 常平 彭志康 窦文

秘书：王尧 张璐

(二) 应急救援领导小组分工

应急救援领导小组下设应急协调组、放射防护组、临床急救组、后勤保卫组。

1. 应急协调组

组长：支国舟

副组长：崔筱平

应急协调组由医务处、设备器材科人员组成，负责召集相关专业及职能管理人员，根据具体情况迅速制定事故处理方案和组织实施工作，并向卫生行政部门、环境保护部门、公安机关及时报告事故情况。

2. 放射防护组

组长：卜俊国

副组长：全显跃 欧阳伟

放射防护组由放疗科、影像诊断科、核医学科、介入治疗科等相关科室人员组成，负责疏散和保护工作，撤离和疏散相关工作人员和病人，迅速检测事故放射性同位素种类、活度、污染范围和污染程度；做好事故现场的保护工作，并切断一切可能扩大污染范围的环节，在采取有效个人安全防护措施的情况下组织人员彻底清除污染。

3.临床急救组

组 长：张 琰

副组长：卜俊国 常 平

临床急救组由放疗科、ICU 临床医务人员组成急救小组，对可能受到放射性核素污染或者放射损伤的人员立即采取暂时隔离和应急救援措施，并根据需要实施其他医学救治及处理措施。

4.后勤保卫组

组 长：牛 彪

副组长：余 志 徐 晋

后勤保卫组由保卫处、总务处、后勤服务公司人员组成，加强对发生事故现场的后勤保障和治安保卫工作，负责事故区域内财产和行动不便的人员转移，封锁现场，禁止无关人员进入隔离区域，防止现场物资及财产被盗或丢失。同时负责疏散人群的饮用水、被服衣物、担架及其他运输工具等后勤保障。

应急救援办公室设在医务处：6 0（非正常上班期间联系医疗值班：13 17）。

二、应急预案的启动

发生下列情况之一，应立即启动本预案：

（一）放射性同位素、放射源丢失或被盗；

（二）放射性同位素外壳损坏，发生污染事故；

（三）人员受超剂量照射；

（四）意外伤害或设备意外严重损害。

三、放射性事故应急救援应遵循的原则

（一）迅速报告原则；

（二）主动抢救原则；

（三）生命第一的原则；

（四）科学施救，控制危险源，防止事故扩大的原则；

（五）保护现场，收集证据的原则。

四、放射性事故应急处理程序

（一）事故发生后，当事人应立即通知同工作场所的所有人员撤离，并及时上报；

（二）立刻向环保部门汇报事故时间、地点、起因等情况，配合环保部门前来的工作人员做好现场监测、采样、分析等工作；

（三）临床急救组组长召集专业人员，根据具体情况迅速制定事故处理方案；

（四）事故处理必须在应急救援领导小组的领导下，在有经验的工作人员和卫生防护人员的参与下进行，未取得防护检测人员的允许不得进入事故区。

（五）除上述工作外，防护检测人员还应进行以下几项工作：

1.迅速确定现场的放射强度及影响范围，划出禁区，防止外照射的危害。

2.根据现场放射强度，决定救援工作人员在现场工作的时间。

3.协助和指导在现场执行任务的工作人员佩戴防护用具及个人剂量仪。对严重剂量事故,应尽可能记下现场放射强度和有关情况。并对现场重复测量,估计当事人所受剂量,根据受照剂量情况决定是否送医院进行医学处理或治疗。

4.事故处理后,必须组织有关人员讨论分析事故发生原因,吸取经验教训,采取措施防止类似事故再次发生。凡严重或重大事故,应向上级主管部门报告。

五、放射性事故的调查

(一)本单位发生重大放射性事故后,由放射安全事故应急救援领导小组组织事故调查、善后处理等相关工作。

(二)调查组要遵循实事求是的原则对事故的发生时间、地点、起因、过程和人员伤害情况及财产损失情况进行细致的调查分析,并认真做好调查记录,并妥善保管记录。

(三)相关科室配合医院应急救援领导小组编写、上报事故报告书,协助卫生行政部门、公安部门进行事故调查处理等相关事宜。

六、相关部门联系电话

海珠区卫健局: 84158904

海珠区环保局: 84396834

海珠区南石头派出所: 89044048

广州市环保局:83203608

广东省环保厅:87539994

七、预案自发布之日起生效,原《放射事故应急预案》废止。

附件:放射安全事故应急处置流程

公开方式:主动公开

南方医科大学珠江医院办公室

2019年11月1日印发

附件 5 评价项目工作场所现场检测报告

核素治疗场所项目检测报告

报告编号: LBHJ-2022-062-DL22036



广州乐邦环境科技有限公司

检 测 报 告

报告编号: LBHJ-2022-062-DL22036

项目名称: 南方医科大学珠江医院核技术利用改建
项目辐射环境现状检测

检测类别: 委托检测

委托单位: 南方医科大学珠江医院

广州乐邦环境科技有限公司

2022年12月16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: 广州市番禺区洛浦北环路 9 号 5 栋 225 室 5 栋 226 室

电 话: 020-36298507

邮 编: 511431

广州乐邦环境科技有限公司 检 测 报 告

项目概况:

受南方医科大学珠江医院委托, 我对南方医科大学珠江医院核医学科改造场所四周及其周边环境进行辐射剂量率现状检测。

检测方法:

《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)

检测仪器:

X- γ 辐射剂量率仪 (6150AD6/H+6150AD-b/H)

仪器编号: 171412(主机)+176695 (探头)

生产厂家: AUTOMESS

测量范围: 1nSv/h~99.9 μ Sv/h

能量响应: 38keV~7MeV

检定单位: 广东省辐射剂量计量检定站

证书编号: GRD(1)20220324

检定日期: 2022 年 08 月 16 日有效期: 1 年

测量时环境状况	天气: 晴	温度: 19℃	相对湿度: 51%
检测概况	检测人员:	叶惠超、吴雅婷	
	检测日期:	2022 年 12 月 6 日	
检测结果: 南方医科大学珠江医院核医学科改造场所周围辐射剂量率检测结果如下(详细结果见附页): 场所周边环境辐射剂量率检测结果为 101nGy/h~166nGy/h; 检测结果均已扣除宇宙射线。			
报告签署:			
编制人:	吴雅婷	日期:	2022.12.16
复核人:	叶惠超	日期:	2022.12.16
签发人:	吴雅婷	日期:	2022.12.16
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 项目场所室内及其周边环境辐射剂量率检测结果

测点编号	测量位置	检测结果 (nGy/h)		备注
		测量值	标准差	
1#	住院楼负一层核医学场所内	控制区内走廊 1	144	室内
2#		注射室	145	
3#		待检室	162	
4#		ECT 操作室	166	
5#		ECT 机房	159	
6#		阅片室	159	
7#		控制区内走廊 2	156	
8#		贵宾室	158	
9#		心脏负荷实验室	151	
10#		卫生通过间	160	
11#		PET/CT 操作间	160	
12#		PET/CT 机房	161	
13#		控制区内走廊 3	161	
14#		标记室	159	
15#		治疗室	152	
16#		废物存放室	154	
17#		储存室	155	
18#		洗涤室	157	
19#		控制区内走廊 4	157	
20#		留观室 1	154	
21#		留观室 2	153	
22#	场所外西侧卫生通过间		132	室外
23#	核医学科办公场所		130	
24#	场所外西侧楼梯前室		142	
25#	场所外南面通道		140	
26#	场所外南面负一层停车场 1		148	
27#	场所外南面负一层停车场 2		110	
28#	场所外东面走廊 1		132	
29#	场所外东面走廊 2		135	
30#	1 楼医学影像诊断科登记处		137	
31#	1 楼大堂		134	
32#	1 楼外廊		133	
33#	负二层备用房		141	室内
34#	负二层拟建衰变池位置		138	

35#	负二层停车场	131	3	室外
36#	谊侨楼(场所西南面约 20m 处)	118	1	
37#	医院室外停车场	120	2	
38#	院内食堂(场所东面约 33m 处)	121	1	
39#	院内超市(场所东北面约 27m 处)	124	2	
40#	住院楼西北面院内道路	102	1	
41#	原有衰变池西面道路	101	1	
42#	1-5 层居民楼(场所西北面约 33m 处)	121	1	
43#	广州市五中附属初级中学(场所西北面约 55m 处)	122	1	
44#	广州市昌岗中路小学(场所东北面约 190m 处)	121	1	

注: 1、以上数据均已扣除仪器对宇宙射线的响应值 26nGy/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, 换算系数采用使用 ^{137}Cs 时作为检定参考辐射源的换算系数 1.20Sv/Gy

3、仪器校准因子: 1.02。

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: 0.8, 原野、道路: 1, 平房: 0.9。

附图 检测布点图

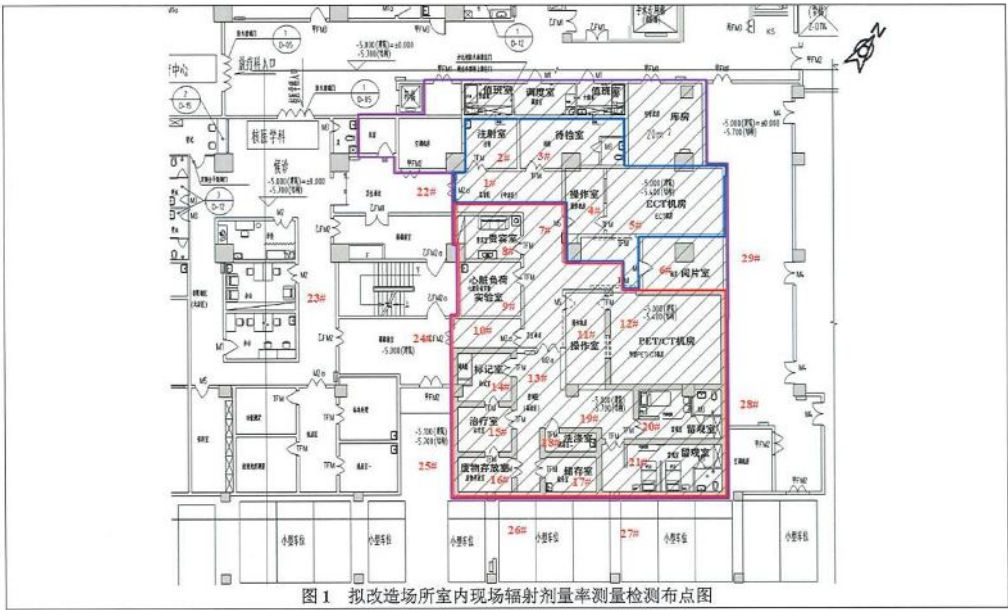


图1 拟改造场所室内现场辐射剂量率测量检测布点图

第 5 页 共 8 页

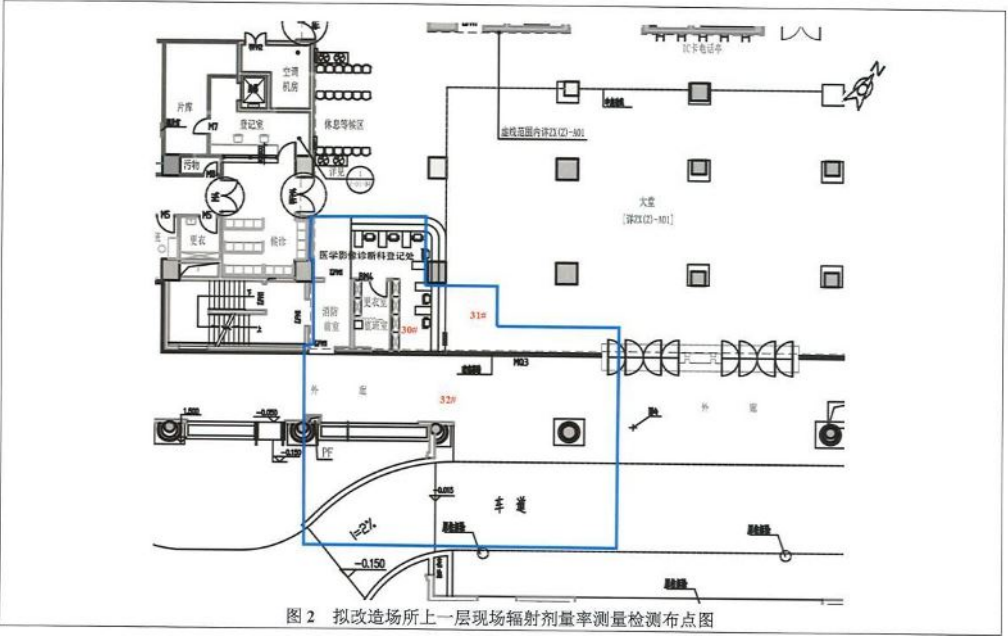


图2 拟改造场所上一层现场辐射剂量率测量检测布点图

第 6 页 共 8 页

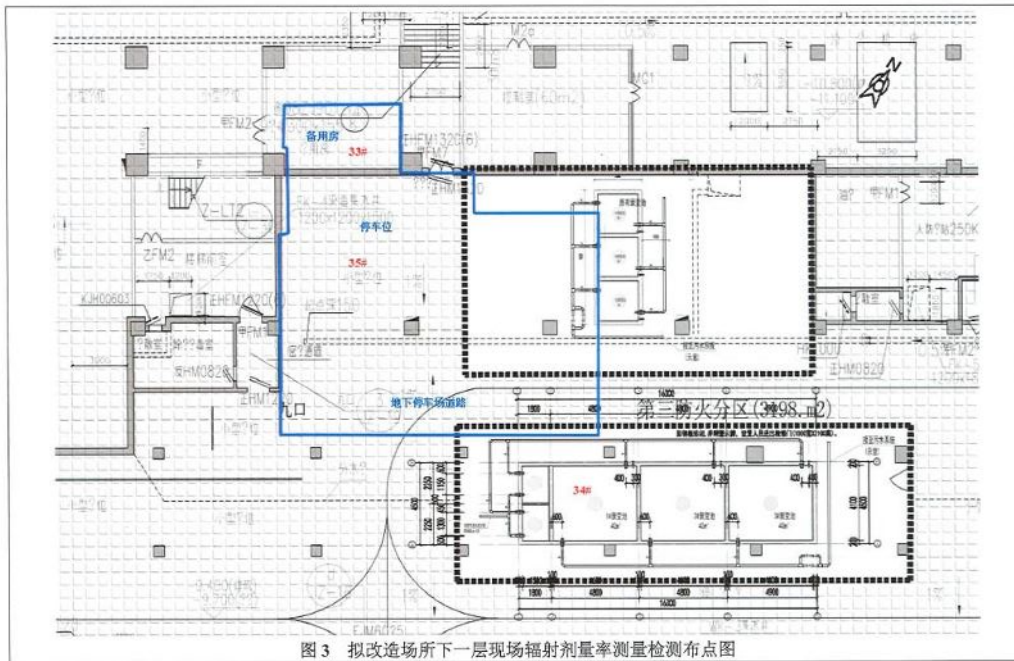


图3 拟改造场所下一层现场辐射剂量率测量检测布点图

第7页 共8页

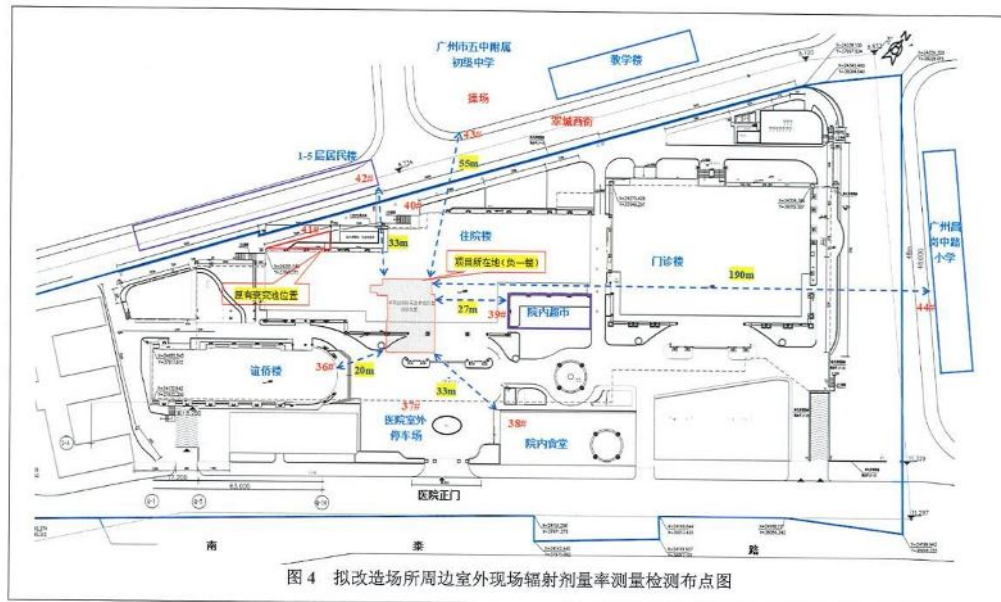


图4 拟改造场所周边室外现场辐射剂量率测量检测布点图

报告结束

第8页 共8页



广州乐邦环境科技有限公司

检 测 报 告

报告编号: LBHJ-2023-019-DL23009

项目名称: 南方医科大学珠江医院核技术利用改扩建项目辐射环境现状检测

检测类别: 委托检测

委托单位: 南方医科大学珠江医院



广州乐邦环境科技有限公司
检验检测专用章
2023年5月8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: 广州市番禺区洛浦北环路 9 号 5 栋 225 室 5 栋 226 室

电 话: 020-36298507

邮 编: 511431

广州乐邦环境科技有限公司 检 测 报 告

项目概况:

受南方医科大学珠江医院委托,我对南方医科大学珠江医院核医学科改造场所周边环境进行辐射剂量率现状检测。

检测方法:

《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)

检测仪器:

X- γ 辐射剂量率仪 (6150AD6/H+6150AD-b/H)

仪器编号: 171412(主机)+176695 (探头)

生产厂家: AUTOMESS

测量范围: 1nSv/h~99.9 μ Sv/h

能量响应: 38keV~7MeV

检定单位: 广东省辐射剂量计量检定站

证书编号: GRD(1)20220324

检定日期: 2022 年 08 月 16 日有效期: 1 年



测量时环境状况	天气: 晴	温度: 28.7℃	相对湿度: 67%
检测概况	检测人员:	叶惠超、吴雅婷	
	检测日期:	2023 年 5 月 6 日	
检测结果: 南方医科大学珠江医院核医学科改造场所周围辐射剂量率检测结果如下(详细结果见附页): 场所周边环境辐射剂量率检测结果为 122nGy/h~124nGy/h; 检测结果均已扣除宇宙射线。			
报告签署:			
编制人:	吴雅婷	日期:	2023.5.8
复核人:	叶惠超	日期:	2023.5.8
签发人:	吴雅婷	日期:	2023.5.8
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 项目场所室外周边环境辐射剂量率检测结果

测点编号	测量位置	检测结果 (nGy/h)		备注
		测量值	标准差	
1#	广州市五中附属初级中学教学楼西南侧 (场所西北面约 80m 处)	123	1	室外
2#	广州市五中附属初级中学教学楼东南侧 (场所西北面约 100m 处)	122	2	
3#	广州市五中附属初级中学北门校门口 (场所西北面约 185m 处)	123	1	
4#	广州市昌岗中路小学西南门校门口 (场所东北面约 195m 处)	124	1	
5#	广州市昌岗中路小学西南侧 (场所东北面约 200m 处)	123	1	

注: 1、以上数据均已扣除仪器对宇宙射线的响应值 26nGy/h。

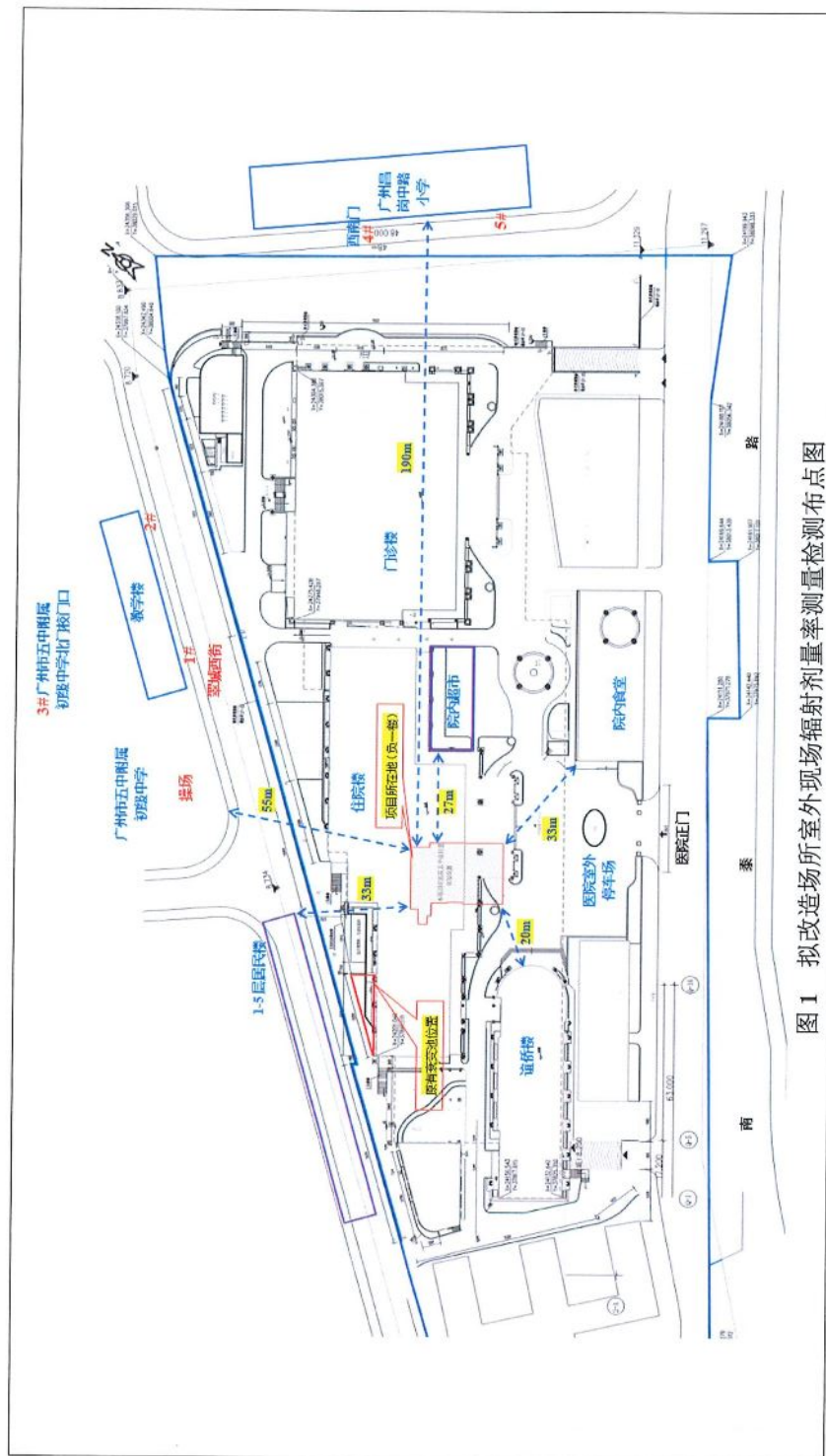
2、所有检测值均进行了空气比释动能率和周围剂量当量的换算, 换算系数采用使用 137Cs 时作为检定参考辐射源的换算系数 1.20Sv/Gy

3、仪器校准因子: 1.02。

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: 0.8, 原野、道路: 1, 平房: 0.9。



附图 检测布点图



报告结束
第 4 页 共 4 页



检测报告

报告编号: GGBGJ-HCHJ2261009-N40

项 目 名 称	南方医科大学珠江医院改建使用数字减影血管造影装置项目 辐射环境现状监测
受 检 单 位	南方医科大学珠江医院
委 托 单 位	中辐环境科技有限公司
委托单位地址	浙江省杭州市西湖区教工路 336 号 3A
检 测 类 型	委托检测



广东合诚建安检测有限公司



2023 年 3 月

声明

1. 本机构保证检测工作的公正性、独立性和诚实性，对检测的数据负责，对受检单位和委托方的检测样品、技术资料及检测报告等严格保密和保护所有权。如有违反公正性、保密性的行为，给客户造成损失的，本机构愿意承担相应法律责任。
2. 本报告无检测人（或编制人）、审核人、批准人签名无效；涂改或未盖红色广东合诚建安检测有限公司检验检测专用章无效。
3. 送样委托检测，仅对来样负责。
4. 受检单位和委托方若对本报告有异议，应于收到报告之日起 15 日内向本机构提出。
5. 未经本机构书面批准，不得部分复制本报告。本报告各页均为报告不可分割之部分，使用者单独抽出某页而导致误解或用于其它用途及由此造成的后果，本机构不负相应的法律责任。
6. 本报告未经广东合诚建安检测有限公司同意，不得以任何方式作广告宣传。
7. 报告封面加盖 CMA 标志的检测报告具有对社会的证明作用；报告封面没有加盖 CMA 标志的检测报告不具有对社会的证明作用，仅供内部参考。



一、项目基本情况

项目名称: 南方医科大学珠江医院改建使用数字减影血管造影装置项目辐射环境现状监测

检测地址: 广州市工业大道中 253 号

检测项目: γ 辐射空气吸收剂量率

检测方式: 现场测量

检测条件: 温度:23.4℃, 相对湿度:46.8%, 天气:晴, 气压: 101.2kPa, 风速: 1.6m/s

检测地点地理经纬度: 东经: 113.274940 北纬: 23.090912

检测地点海拔: 0.010km

受检场所个数: 1 个

检测依据: 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)

主要检测仪器: 6150AD6/H+6150AD-b/H 型 X、 γ 辐射剂量率仪

检测时间: 2023 年 02 月 28 日

二、检测仪器

仪器名称	X、 γ 辐射剂量率仪
仪器型号	6150AD6/H+6150AD-b/H
生产厂家	automess
出厂编号	171520+176673
能量范围	20keV~7MeV 的 X、 γ 射线
测量范围	0.01 μ Sv/h~10mSv/h (主机); 1nSv/h~99.9 μ Sv/h (探头)
检定单位	上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心
检定证书	2023H21-20-4402228002
检定有效期	2023 年 02 月 08 日~2024 年 02 月 07 日

广东合诚建安检测有限公司
地址: 广州市海珠区怡乐路新凤凰直街 81 号

电话: 020-34015118

传真: 020-34015218

邮编: 510275 用户信箱: giiangz@giiian.com

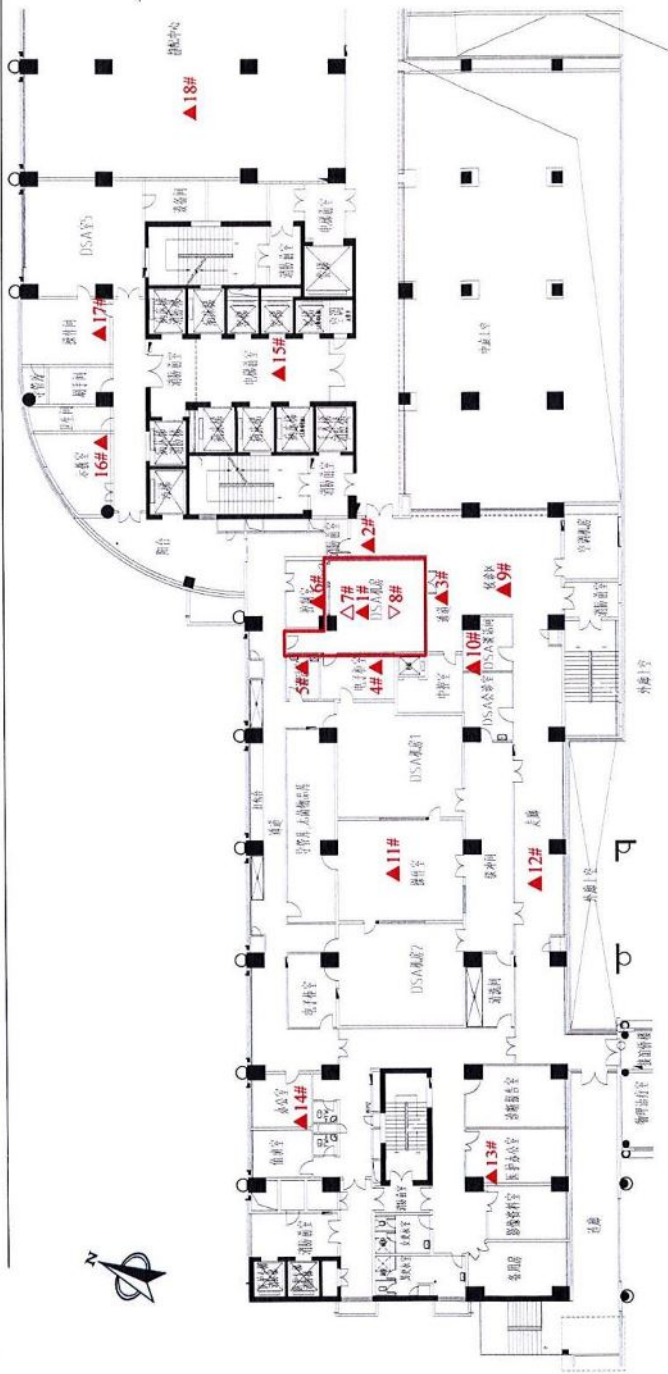
三、检测结果

受检编号:

01

场所名称:

拟建 DSA 机房内及其周围相邻区域



注: ▲代表拟建场所所在层的室内监测点位, ▲代表正上方监测点位, ▽代表正下方监测点位。

图 1 本项目拟建 DSA 机房及相邻区域监测点位示意图

广东合诚建安检测有限公司
地址: 广州市海珠区怡乐路新凤凰直街 81 号

电话: 020-34015118
邮编: 510275 用户信箱: gtiangz@gjian.com

1. 注: 为

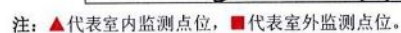


图2 本项目拟建DSA机房评价范围周边监测点位示意图

邮编: 510275 用户信箱: giiangz@giiian.com

1、检测点位及结果:

监测点编号	测量位置	监测结果 (nGy/h)		备注
		平均值	标准差	
1#	拟建 DSA 机房内	107	3	室内 (楼房)
2#	拟建 DSA 机房东侧通道	108	3	室内 (楼房)
3#	拟建 DSA 机房南侧通道	115	2	室内 (楼房)
4#	拟建 DSA 机房西侧电子柜室	115	2	室内 (楼房)
5#	拟建 DSA 机房西侧清洁室	115	2	室内 (楼房)
6#	拟建 DSA 机房北侧控制室	120	3	室内 (楼房)
7#	拟建 DSA 机房正上方	119	3	室内 (楼房)
8#	拟建 DSA 机房正下方	139	3	室内 (楼房)
9#	拟建 DSA 机房南侧候诊区	123	3	室内 (楼房)
10#	拟建 DSA 机房南侧 DSA 谈话间	111	3	室内 (楼房)
11#	拟建 DSA 机房西侧操作室	110	3	室内 (楼房)
12#	拟建 DSA 机房西南侧走廊	109	3	室内 (楼房)
13#	拟建 DSA 机房西侧医护办公室	114	2	室内 (楼房)
14#	拟建 DSA 机房西北侧办公室	115	3	室内 (楼房)
15#	拟建 DSA 机房东侧电梯前室	111	3	室内 (楼房)
16#	拟建 DSA 机房东北侧示教室	111	3	室内 (楼房)
17#	拟建 DSA 机房东北侧操作间	109	2	室内 (楼房)
18#	拟建 DSA 机房东侧静配中心	113	3	室内 (楼房)
19#	住院部南侧主出入口	108	2	室外道路 (水泥地)
20#	住院部东南侧便利超市	111	2	室内 (平房)
21#	临床医学院大楼北侧墙外 1m 处	106	2	室外道路 (水泥地)
22#	住院部南侧广场中央	105	3	室外道路 (水泥地)
23#	谊桥楼东侧主出入口	113	3	室外道路 (水泥地)
24#	体检中心东侧墙外 1m 处	99	3	室外道路 (水泥地)
25#	住院部西南侧通道	106	3	室外道路 (水泥地)
26#	住院部西侧通道	105	3	室外道路 (水泥地)
27#	住院部北侧道路偏西	111	3	室外道路 (水泥地)
28#	住院部北侧道路偏东	74	3	室外道路 (水泥地)
29#	广州市五中附属初级中学东南侧边界外 1m 处偏东	151	3	室外道路 (水泥地)
30#	广州市五中附属初级中学东南侧边界外 1m 处中部	114	3	室外道路 (水泥地)
31#	广州市五中附属初级中学东南侧边界外 1m 处偏西	126	3	室外道路 (水泥地)
32#	庄头村东侧边界外 1m 处	112	3	室外道路 (水泥地)

注: 1、测量时探头垂直距离地面 1m。

2、每个监测点测量 10 个数据取平均值, 以上监测结果均已扣除宇宙射线的响应值。

3、环境 γ 辐射空气吸收剂量率=校准因子 $C_F \times$ (仪器检验源效率因子 $E_F \times$ 读数平均值 $\bar{X}$ ·屏蔽因子 $\mu_C \times$ 测量点仪器对宇宙射线响应值 $\bar{X}'_C$), 校准因子为 1.02, 效率因子取 1, 屏蔽因子楼房取值为 0.8、平房取值为 0.9、原野和道路取值为 1, 仪器使用 ^{137}Cs 进行校准, 空气比释动能和周围剂量当量的换算系数为 1.20Sv/Gy。本项目监测仪器对宇宙射线的响应值为 35nGy/h (监测地点: 广东省河源市万绿湖面)。

4、在本项目现状监测期间, DSA 机房放射设备未运行。

广东合诚建安检测有限公司

地址: 广州市海珠区怡乐路新凤凰直街 81 号

电话: 020-34015118

邮编: 510275 用户信箱: giiangz@giiang.com

传真: 020-34015218

(编制人: 李其晴)

检测人

马健友

审核人

邓滔

批准人

邓滔 授权签字人

批准人

及职务

签字

检测单位

(印章)

批准日期

2023.3.17



——报告结束——

附件 6 原核医学工作场所年度防护检测报告



编号: 212559-BGNR22002

防护检测报告

Radiological Protection Test Report

样品名称: 核医学工作场所 (治疗病区)
Name of Sample _____

受检单位: 南方医科大学珠江医院
Client _____

检测类型: 防护检测
Test Type _____

检测日期: 2022 年 01 月 18 日
Test Date _____

广州南方医大医疗设备综合检测有限责任公司
S.M.U. Medical Equipment Test Co., Ltd

说明

- 1、本实验室获得了中国合格评定国家认可委员会 (CNAS) 的认可[认可证书编号: CNAS L2893]和广东省质量技术监督局的计量认证[CMA证书编号: 2016191772S], 是经广东省卫生和计划生育委员会批准的放射卫生技术服务机构[资质证书编号: 粤放卫技字 (2014年) 第019号]。
- 2、本报告涂改、增删无效, 未经本公司书面同意, 不得部分复制或引用本报告。本报告不得作广告宣传用, 因此引起的法律责任, 本公司概不承担。
- 3、本报告无检测人、审核人、批准人签字, 未加盖本公司检测专用章无效。
- 4、本报告只对受检的样品负责。
- 5、对本报告有异议者, 请于收到报告之日起十五日内向本公司提出, 逾期不予受理。
- 6、本报告一式两份, 其中一份交客户, 一份本公司存档。

本公司联系方式:
地址: 广州市白云区沙太南路1063号南方医科大学生命科学楼5楼西侧
邮编: 510515
电话: 020-61648292、62789302、62789303
传真: 020-61648296
邮箱: dmeq@sohu.com ; dmeq@tom.com

检测报告

样品名称	核医学工作场所 (治疗病区)	样品编号	212559-YPNM22006
样品处所	住院部负 1 楼核医学科 治疗病区	样品状态	临床使用中
委托单位	南方医科大学珠江医院	委托单位 地址	广州市海珠区工业大道中 253 号
受检单位	南方医科大学珠江医院	受检单位 地址	广州市海珠区工业大道中 253 号
委托日期	2021 年 12 月 01 日	检测日期	2022 年 01 月 18 日
检测依据	GBZ 120-2020《核医学放射防护要求》		
检测项目	共检测 2 项参数, 详见第 2~7 页。		
检测结论	按检测依据共检测 2 项参数, 经检测该 2 项参数均符合 GBZ 120-2020《核医学放射防护要求》的相关指标要求。 (以下空白)		
备注	本报告仅涉及受检单位住院部负 1 楼核医学科治疗病区相关区域的防护检测。		

检测: 周豪 审核: 陈新春 批准: 陈新春
报告日期: 2022 年 02 月 28 日
职务: 授权签字人

检测报告

一、主要检测设备

序号	编号	名称	规格型号	扩展不确定度/最大允差/准确度等级
1	DMEQ-SB126	X、γ 辐射剂量仪	AT1123	$U_{95}=4.1\%$, $k=2$
2	DMEQ-SB111	表面污染测量仪	BH3206	/

二、检测环境条件

环境温度	23.5℃	相对湿度	46.5%	气压	1017.0hPa
------	-------	------	-------	----	-----------

二、检测结果

1、核医学工作场所周围剂量当量率水平监测

序号	检测位置	检测结果 ($\mu\text{Sv/h}$)	检测条件	指标要求	单项 评定
1	特殊病房 1 防护门	2.23	1、核素种类: ^{131}I 2、核素活度信息: 特殊病房 1、特殊病房 2、治疗室内均有服药后患者住院居留; 上述患者于 2022 年 01 月 17 日分别服用了 3700MBq-7400 MBq 不等的 ^{131}I 。	控制区内屏蔽体外表面 0.3m 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 $25\mu\text{Sv/h}$, 且不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。	符合
3	特殊病房 1 防护墙 (2)	0.220			符合
4	特殊病房 1 防护墙 (3)	0.241			符合
7	特殊病房 2 防护门	3.7			符合
8	特殊病房 2 防护墙 (1)	0.229			符合
36	治疗室防护门	3.6			符合
37	治疗室传递窗	5.6			符合
38	治疗室防护墙 (1)	0.270			符合
40	治疗室防护墙 (3)	0.238			符合
41	治疗室防护墙 (4)	0.234			符合

广州南方医大医疗设备综合检测有限责任公司

编号: 212559-BGNR22002

第 3 页 共 7 页

序号	检测位置	检测结果 ($\mu\text{Sv/h}$)	检测条件	指标要求	单项 评定
25	分源室分装柜头部位	0.187	1、核素种类: ^{131}I ; 2、核素活度: 7400MBq; 3、核素放置位置: 分源室分装柜工作 台面。	柜体外表面 5cm 处的周围 剂量当量率控 制目标值应不 大于 $25\mu\text{Sv/h}$ 。	符合
26	分源室分装柜视窗	0.195			符合
27	分源室分装柜左操作口 (开)	174			/
28	分源室分装柜左操作口 (合)	0.209			符合
29	分源室分装柜右操作口 (开)	168			/
30	分源室分装柜右操作口 (合)	0.221			符合
31	分源室分装柜底部	0.228			符合
32	分源室分装柜左侧门	0.268			符合
33	分源室分装柜左壁	0.218			符合
34	分源室分装柜顶部	0.38			符合
35	分源室分装柜通风管道处	0.268			符合
13	储源室防护门	3.9	1、核素种类: ^{131}I ; 2、核素活度: 7400MBq; 3、核素放置位置: 储源室内中央地 面 (监测点 13-14、 16)、分源室内中 央地面 (监测点 19-20、22)、衰变 室内中央地面 (监 测点 44、47)。	控制区内屏蔽 体外表面 0.3m 处的周围剂量 当量率控制目 标值应不大于 $25\mu\text{Sv/h}$, 宜不 大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。	符合
14	储源室防护墙 (1)	0.241			符合
16	储源室防护墙 (3)	0.259			符合
19	分源室防护门	2.95			符合
20	分源室防护墙 (1)	0.227			符合
22	分源室防护墙 (3)	0.218			符合
44	衰变室防护门	2.51			符合
47	衰变室防护墙 (3)	0.236			符合

广州南方医大医疗设备综合检测有限责任公司

编号: 212559-BGNR22002

第 4 页 共 7 页

序号	检测位置	检测结果 ($\mu\text{Sv/h}$)	检测条件	指标要求	单项 评定
2	特殊病房 1 防护墙 (1)	0.280	1、核素种类: ^{131}I ; 2、核素活度信息: 特殊病房 1、特殊病 房 2、治疗室内均有 服药后患者住院居 留: 上述患者于 202 2 年 01 月 17 日分别服 用了 3700MBq-7400 MBq 不等的 ^{131}I 。	控制区边界外 人员可达处, 距 屏蔽体外表面 0.3m 处的周围 剂量当量率控 制目标值应不 大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。	符合
5	特殊病房 1 楼上: 1 楼	0.203			符合
6	特殊病房 1 楼下: 负 2 楼	0.192			符合
9	特殊病房 2 防护墙 (2)	0.197			符合
10	特殊病房 2 前护墙 (5)	0.207			符合
11	特殊病房 2 楼上: 1 楼	0.191			符合
12	特殊病房 2 楼下: 负 2 楼	0.176			符合
39	治疗室防护墙 (2)	0.251			符合
42	治疗室楼上: 1 楼	0.208			符合
43	治疗室楼下: 负 2 楼	0.192			符合
15	储源室防护墙 (2)	0.219	1、核素种类: ^{131}I ; 2、核素活度: 7400MBq; 3、核素放置位置: 储源室内中央地 面 (监测点 15、 17-18)、分源室 室内中央地面 (监测 点 21、23-24)、衰 变室内中央地面 (监 测点 45-46、48-49)。		符合
17	储源室楼上: 1 楼	0.192			符合
18	储源室楼下: 负 2 楼	0.196			符合
21	分源室防护墙 (2)	0.241			符合
23	分源室楼上: 1 楼	0.195			符合
24	分源室楼下: 负 2 楼	0.201			符合
45	衰变室防护墙 (1)	0.248			符合
46	衰变室防护墙 (2)	0.252			符合
48	衰变室楼上: 1 楼	0.197			符合
49	衰变室楼下: 负 2 楼	0.192			符合

备注:

- 1) 以上剂量率检测结果均未扣除本底 ($0.181\mu\text{Sv/h}$ - $0.192\mu\text{Sv/h}$);
- 2) 当分源室分装柜左/右操作口打开时, 均仅报告监测结果, 不做符合性评定;
- 3) 具体监测位置见附图 1、附图 3。

2 核医学工作场所表面污染水平监测

序号	检测位置	检测结果 (Bq/cm ²)	指标要求	单项 评定
50	特殊病房 1 防护门外地面	未检出	1、控制区内的工作台、设备、墙壁、地面: β 表面污染水平 $< 40\text{Bq/cm}^2$, 该区内的高污染子区除外;	符合
51	特殊病房 2 防护门外地面	未检出		符合
52	储源室防护门外地面	未检出		符合
53	储源室内地面	0.02		符合
54	分源室防护门外地面	未检出		符合
55	分源室内地面	未检出	2、监督区内的工作台、设备、墙壁、地面: β 表面污染水平 $< 4\text{Bq/cm}^2$.	符合
56	分源室工作台台面	未检出		符合
57	治疗室防护门外地面	未检出		符合
58	衰变室防护门外地面	未检出		符合
59	高活性室患者出口地面	未检出		符合

备注:

- 1) 本次检测的 β 表面污染水平本底值为 0.20Bq/cm^2 。
- 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) 监测前, 各监测点附近均有操作过 ^{131}I 的工作人员或者服用过 ^{131}I 的患者停留或活动过; 监测时, 上述监测位置均无工作人员或患者驻留。
- 4) 具体监测位置见附图 2。

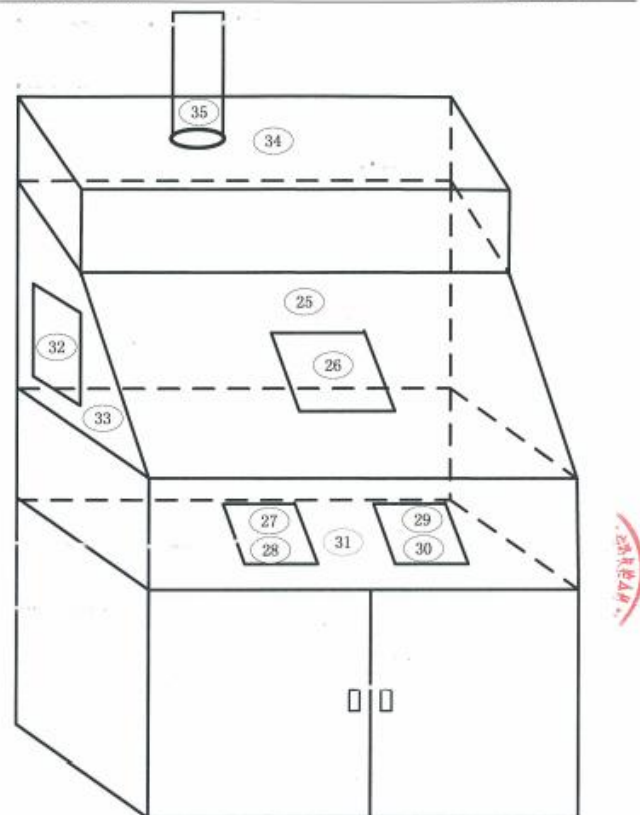
防护监测位置示意图:



附图 1 核医学工作场所周围剂量当量率水平监测位置示意图



附图 2 核医学工作场所放射性物质污染水平监测位置示意图



附图 3 分装柜附近周围剂量率水平监测位置示意图
以下空白

附件 7 衰变池水中总 α、β 放射性检测报告



深圳市瑞达检测技术有限公司

检测报告

SZRD2022FH2543

检测内容: 水中总 α、β 放射性

委托单位: 南方医科大学珠江医院

检测类型: 委托检测

检测日期: 2022 年 7 月 15 日~2022 年 7 月 21 日



说明

1. 我司通过“瑞达智能检验检测管理系统”出具的电子版报告与纸质版报告均具有同等的法律效力；通过扫描签字页的防伪二维码，可核实报告的真实性；
2. 报告的组成包括封面、说明、正文及签字；
3. 报告未加盖“深圳市瑞达检测技术有限公司检验检测专用章”无效；多页报告未盖骑缝章无效；报告签发人签字位置未盖章无效；
4. 报告无编制、审核、签发者签名无效；报告涂改无效；部分复印无效；
5. 如报告中存在偏离标准方法等情况时，应在报告中提供偏离情况的信息；
6. 抽（采）样按《抽（采）样管理程序》执行；抽（采）样过程中存在可能影响检测结果解释的环境条件及采（抽）样方法偏离标准或规范等情况时，应在报告中提供上述偏离情况的信息；
7. 对委托方自行抽（采）样送检的样品，其样品及样品信息均由委托方提供，我司不对样品及样品信息的真实性及完整性负责，本报告仅对送检样品负责；
8. 未加盖  资质认定标志的报告，不具有对社会的证明作用；
9. 委托方如对报告有异议，请在收到报告后 15 天内以书面形式向本机构提出，逾期不予受理。

检验检测机构名称：深圳市瑞达检测技术有限公司
检验检测机构地址：深圳市龙华区大浪街道高峰社区华荣路乌石岗工业区 3 栋 1 层-2 层
邮政编号：518131
业务电话：（0755）86087410 投诉电话：（0755）86665710

报告编号: SZRD2022FH2543

深圳市瑞达检测技术有限公司
检测 报 告

一、基本信息

委托单位名称	南方医科大学珠江医院
受检单位名称	南方医科大学珠江医院
受检单位地址	广州市海珠区工业大道中 253 号
项目编号	0120220715001
样品编号	S1122071501、S1122071502
检测类型	委托检测
检测项目	水中总 α、β 放射性
样品类别	衰变池废水
检测依据	GB/T 5750.13-2006《生活饮用水标准检验方法 放射性指标》
检测时间	2022 年 7 月 15 日~2022 年 7 月 21 日

二、主要检测仪器

名称	型号	编号	检定证书编号	检定日期
单路低本底 α、β 测量仪	RMS5121	20170681	GRD(2)20210003	2021 年 1 月 27 日

注: 检定证书的有效期为 2 年。

三、检测结果

样品名称	采样地点	检测结果	
		总 α (Bq/L)	总 β (Bq/L)
废水	住院楼负二楼衰变池①号池	<0.016	1.3
废水	住院楼外西侧衰变池①号池	<0.016	1.0

(转下页)

报告编号: SZRD2022FH2543

(接上页)

四、备注

1.总 α 检出限为: 0.016 Bq/L;
2.总 β 检出限为: 0.028 Bq/L。

五、报告签署

报告编制	陈杰	
报告审核	陈阳鹏	
报告签发	雷亮	

(以下正文空白)

技
术
专
用
章

瑞达检测技术有限公司
检验检测专用章

附件 8 委托书

委托书

广州乐邦环境科技有限公司：

根据《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》等相关法律法规的规定和广东省生态环境厅的相关规定，我医院核医学科改建项目需开展辐射环境影响评价，特委托贵单位承担该项目的辐射环境影响评价工作。

根据项目的环境影响评价需要，我院将提供项目相关的文件、技术资料，并协助贵公司现场踏勘。

有关该项目环境影响评价的其它事宜，由双方共同协商解决。

委托单位（盖章）：南方医科大学珠江医院

日期：2022 年 11 月 16 日



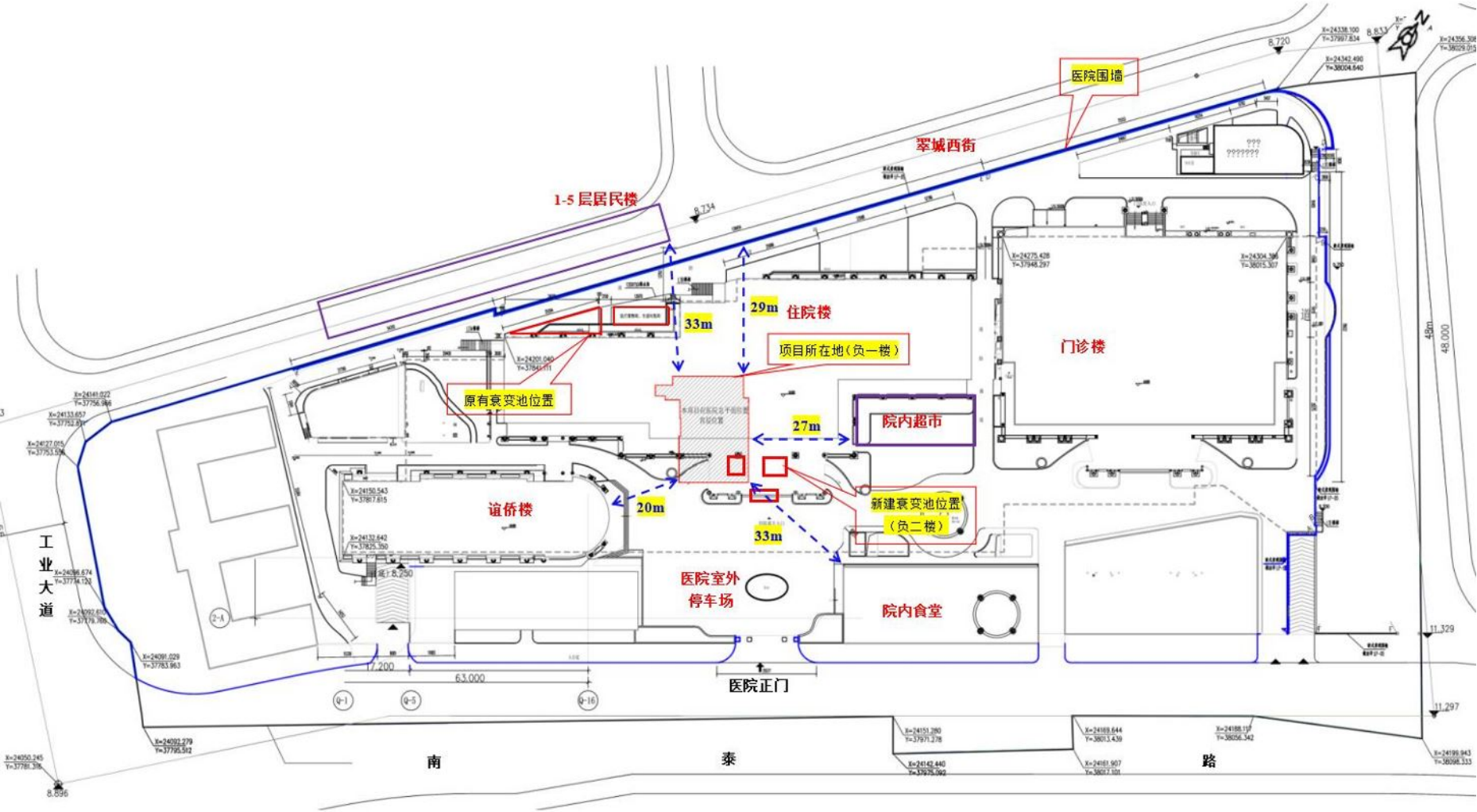
附件9 放射性固体废物处理台账

衰变垃圾存弃登记表									
编号	存入日期	核素	垃圾种类	存入重量 (kg)	丢出日期	丢出时剂量率 (uSv/h)	记录人	丢出重量 (kg)	接收人
①	2022.3.9	131I	废盐	0.2	2022.10.31	0.11uSv/h 表污: 0.3Bq/L	朱子朗	0.2	杨
①	2022.3.11	131I	废盐	0.2			朱子朗	0.2	
①	2022.3.14	131I	废盐	1			朱子朗	1	
①	2022.3.15	131I	废盐	0.3			朱子朗	0.3	
①	2022.3.18	131I	废盐	0.3			朱子朗	0.3	
①	2022.3.21	131I	废盐	0.8			朱子朗	0.8	
①	2022.3.23	131I	废盐	0.2			朱子朗	0.2	
①	2022.3.25	131I	废盐	0.3			朱子朗	0.3	
①	2022.3.28	131I	废盐	1			朱子朗	1	
①	2022.3.30	131I	废盐	0.3			朱子朗	0.3	
②	2022.4.1	131I	废盐	0.2	2022.12.1	0.19uSv/h 表污: 0.4Bq/L	朱子朗	0.2	杨
②	2022.4.6	131I	废盐	0.2			朱子朗	0.2	
②	2022.4.8	131I	废盐	0.3			朱子朗	0.3	
②	2022.4.11	131I	废盐	0.7			朱子朗	0.7	
②	2022.4.13	131I	废盐	0.3			朱子朗	0.3	
②	2022.4.15	131I	废盐	0.2			朱子朗	0.2	
②	2022.4.18	131I	废盐	0.5			朱子朗	0.5	
②	2022.4.20	131I	废盐	0.3			朱子朗	0.3	
②	2022.4.22	131I	废盐	0.2			朱子朗	0.2	
②	2022.4.24	131I	废盐	0.3			朱子朗	0.3	
②	2022.4.27	131I	废盐	0.3			朱子朗	0.3	
②	2022.4.29	131I	废盐	0.2			朱子朗	0.2	

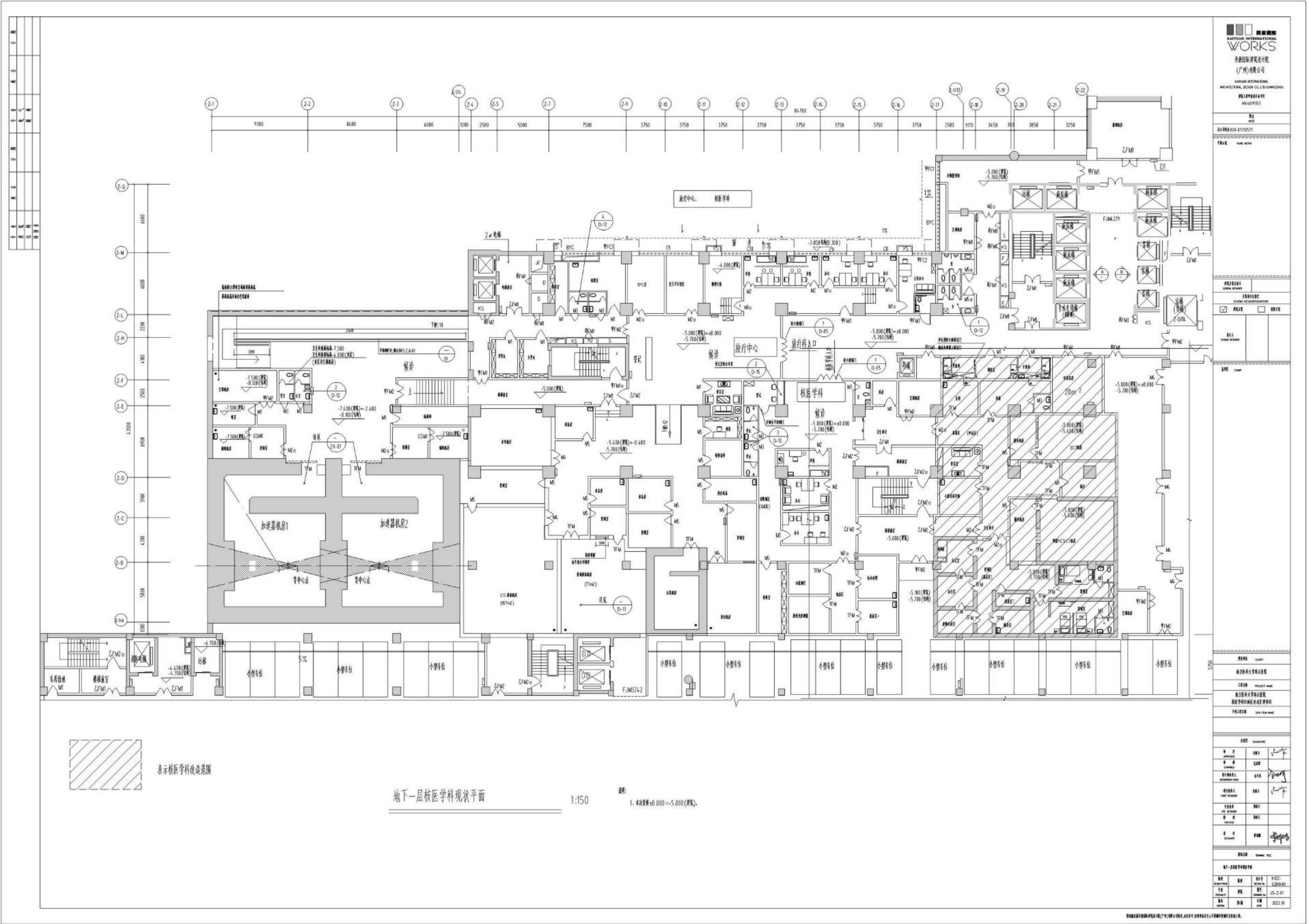
附件 10 放射性药物使用登记记录

核医学科放射性药物使用登记记录								
药品名: 131I								
珠江医院核医学科								
年 月 日	姓名	年龄 (岁)	性别	科室	ID	剂量 (mCi)	登记人及时间	备注
2022.11.4	宋岩江	51	男	41 92	核医3	80	张子明 12:00	
2022.11.7	林树煌	25	男	41 10	核医4	160	张子明	
	李丽凤	65	女	41 10	核医4	160	张子明	
	文丽华	38	女	41 14	核医4	80	张子明 17:00	
2022.11.9	陈书铃	33	女	41 10	核医4	150	张子明	
	田俊	46	女	核医4	2	160	张子明 17:00	
	甘欣	31	女	核医4	2	150		
2022.11.11	韩召龙	38	男	核医4	8	150	张子明	
	李林	25	男	核医4	1	150	张子明 17:00	
	陈嘉兰	29	女	核医4	6	130		
2022.11.14	林兰珍	25	女	核医4	5	150	张子明	
	邓志华	44	女	核医4	8	150	张子明 17:00	
	周洋	29	女	核医4	2	130		
2022.11.16	朱颖文	32	女	核医4	7	120	张子明	
	黎大宇	36	女	核医4	5	120	张子明 17:00	
	吴奇政	17	男	核医4	8	160		
2022.11.18	谭奕海	53	女	核医4	0	160	张子明	
	梁玉芸	40	女	核医4	9	120	张子明 17:00	
	李小琼	53	女	核医4	1	120		
2022.11.21	谭冯端	32	男	核医4	9	150	张子明	
	邓凤英	56	女	核医4	10	150	张子明 17:00	

附图 1 建设单位总平面布置及评价项目位置图



附图 2 项目工作场所在楼层及上下层平面布局图
建设前平面布置图



The floor plan illustrates the layout of the first floor of a hospital ward building. Key areas include:

- 影像中心 (CT, MRI):** Located on the left side, featuring CT and MRI rooms, control rooms, and associated equipment.
- 影像中心 (普通放射, DR, CR):** Located in the upper right, containing X-ray and CR rooms.
- 住院楼一层平面布置:** The main central area, including a large hall (大堂), reception (接待), and various clinical and administrative rooms.
- 消防分区:** Fire zones are delineated by dashed lines, with specific fire zone area calculations provided (e.g., 1028m², 1288m², 1112m²).
- 出入口:** Multiple entrances and exits are marked, including a main entrance (门诊入口) and a rear entrance (后门入口).
- 楼梯:** Stairwells are distributed throughout the plan for vertical circulation.
- 设备间:** Rooms for medical and technical equipment are located in various parts of the building.
- 走廊:** A network of corridors connects the different functional areas.

住院楼一层防火分区示意图 1:750

住院楼一层平面布置 1:150

圈中所示门净高为2.1米

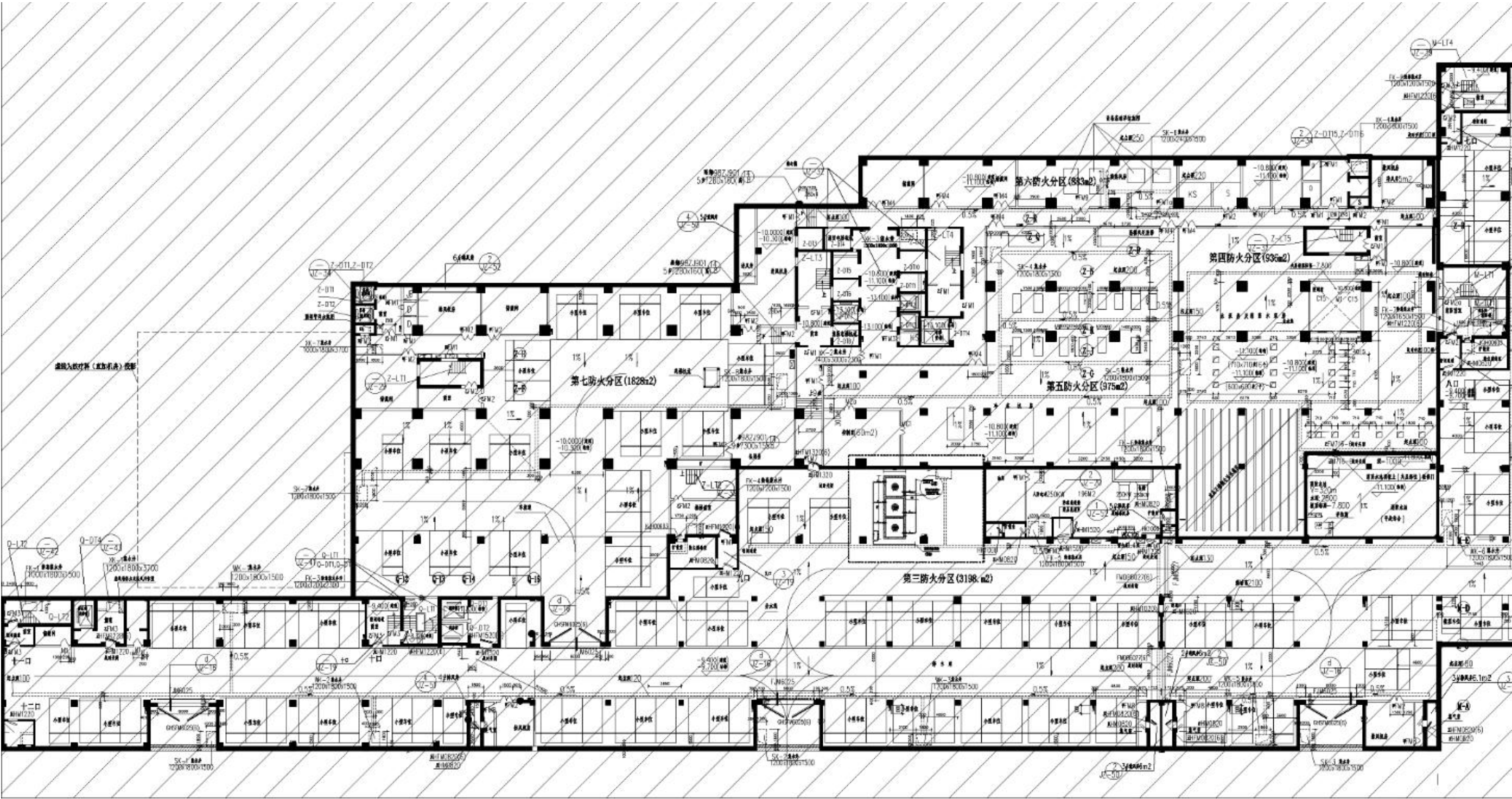
收费等候 建卡挂号

呼吸道门诊 肠道, 收费 建卡挂号, DSA

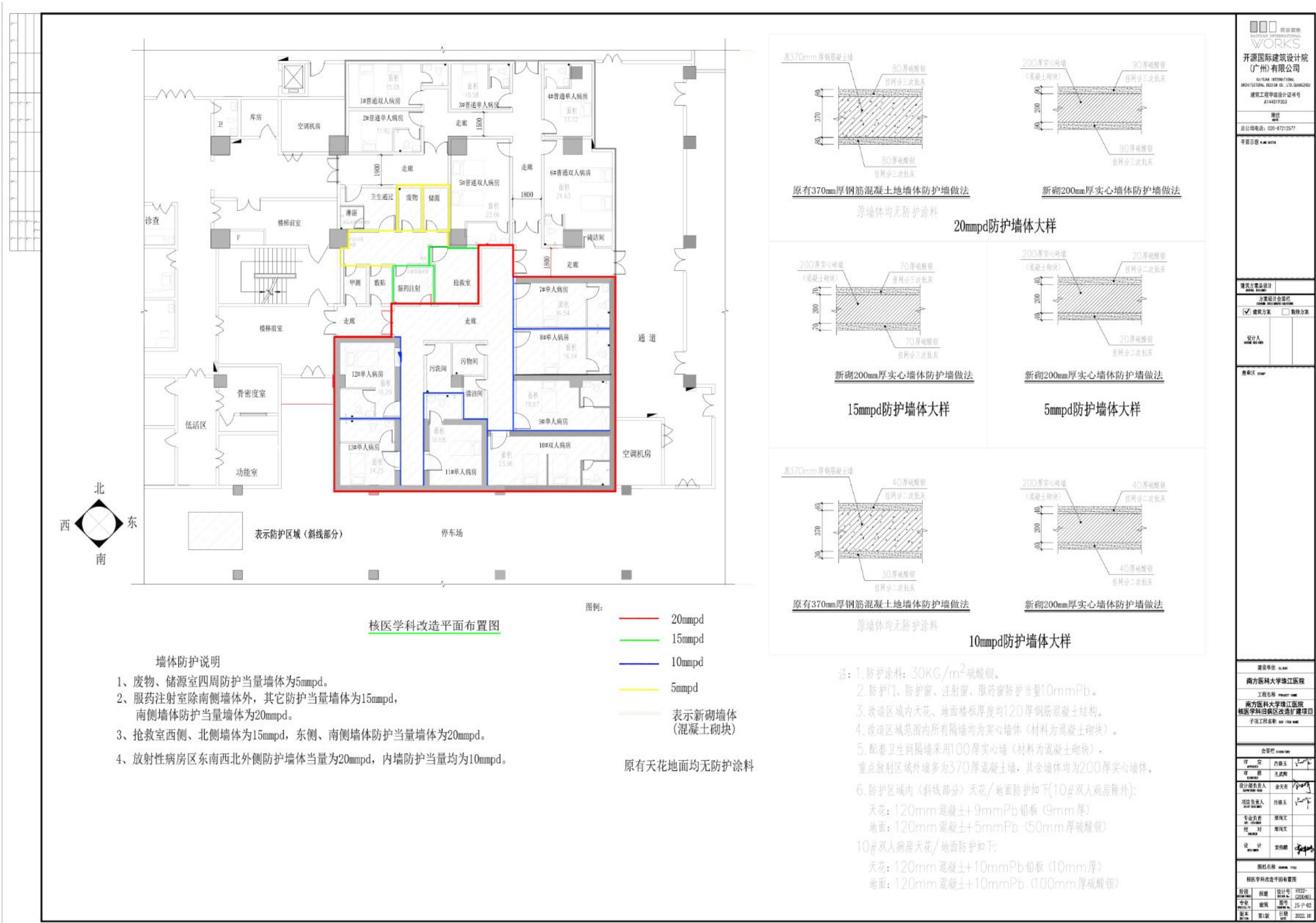
说明:

1. 本图系根据《建筑设计防火规范》(GB50016-2014)编制。
2. 本图系根据《建筑防火设计规范》(GB50016-2014)编制。
3. 本图系根据《建筑防火设计规范》(GB50016-2014)编制。
4. 本图系根据《建筑防火设计规范》(GB50016-2014)编制。
5. 本图系根据《建筑防火设计规范》(GB50016-2014)编制。
6. 本图系根据《建筑防火设计规范》(GB50016-2014)编制。
7. 本图系根据《建筑防火设计规范》(GB50016-2014)编制。
8. 本图系根据《建筑防火设计规范》(GB50016-2014)编制。
9. 本图系根据《建筑防火设计规范》(GB50016-2014)编制。
10. 本图系根据《建筑防火设计规范》(GB50016-2014)编制。

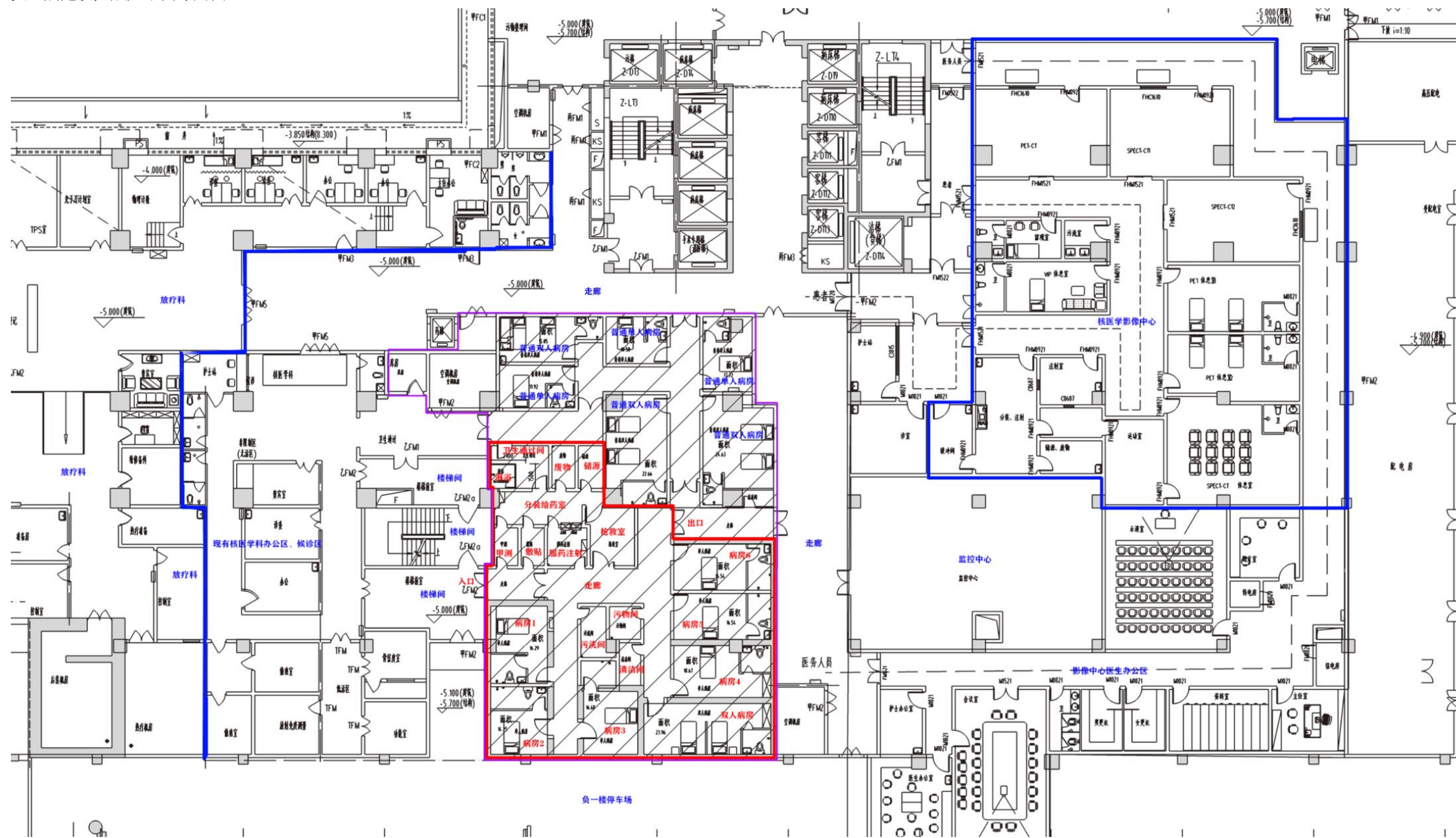
下一层平面布置图



附图3 项目规划及平面布局设计图
项目建设后平面布局图



负一层建设完成后平面布局图



附图 4 项目新建配套衰变池设计方案图

