

核技术利用建设项目

兴义市人民医院

PET 中心及核素治疗建设项目

环境影响报告表

(公示版)

兴义市人民医院

二〇二二年五月

生态环境部监制

核技术利用建设项目
兴义市人民医院
PET 中心及核素治疗建设项目
环境影响报告表

建设单位名称：兴义市人民医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：贵州省黔西南布依族苗族自治州兴义市英雄路1号

邮政编码：562400

联系人：周萍

电子邮箱：

联系电话：



事业单位法人证书

统一社会信用代码
121000004448853130

核工业二三〇研究所

法定代表人

宗旨 和 国 名 共 产 党

财政补助、上级补助、事业、经营

业务范围

开办资金

住所 湖南省长沙市雨花区桂花路34号

举办单位

登记机关



自2019年04月29日至2024年04月29日

有效期

国家事业单位登记管理局监制



01016208
仅用于兴义市人民医院PET中
心及核素治疗建设项目使用

持证人签名:
Signature of the Bearer

管理号:
File No. 201603543035000003504430350

姓名:
Full Name 姚 勇
性别:
Sex 男
出生年月:
Date of Birth 1983年4月
专业类别:
Professional Type
批准日期:
Approval Date 2016年5月21日

签发单位盖章:

Issued by

签发日期: 2016 年 9 月 13 日
Issued on

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



approved & authorized
by
Ministry of Environmental Protection
The People's Republic of China
编号: HP 00018503
No.

湖南省机关事业单位工作人员基本养老保险证明

兹有 核工业二三〇研究所 (单位管理码: 439900633001) 的

以下职工在我处参加机关事业单位工作人员基本养老保险:

姓名	证件号码	养老保险 建账时间	累计实际缴费月数 (含转入)	本地缴费 开始月份	本地缴费 最后月份	最后缴费月 基数 (元)	缴费状态
姚勇	422822198304153515	201410	90	201410	202203	10112	正常参保
钟志贤	430522197510044634	201410	90	201410	202203	11032	正常参保
岳启健	43010219640225101X	201410	90	201410	202203	16380	正常参保
尹良伟	430981198204105415	201707	57	201707	202203	8693	正常参保
周真	430111198111150011	201605	71	201605	202203	8919	正常参保
曹迎红	430202198209153625	201508	80	201508	202203	9083	正常参保
张攸	430105198301155625	201609	67	201609	202203	10194	正常参保
樊红波	130503198212010334	201610	66	201610	202203	10598	正常参保
雷艳辉	430723198307101629	201508	80	201508	202203	10194	正常参保
刘付真	430522198204169353	200603	109	201707	202203	8842	正常参保
蔡俊	430111198306290305	201607	69	201607	202203	9538	正常参保
赵振坤	430621198212071814	201607	69	201607	202203	9083	正常参保

打印编号: 1650966369000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	92t40v		
建设项目名称	兴义市人民医院PET中心及核素治疗建设项目		
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）	兴义市人民医院		
统一社会信用代码	125223014207000269		
法定代表人（签章）	王忠安		
主要负责人（签字）	周萍		
直接负责的主管人员（签字）	刘长江		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	核工业二三〇研究所		
统一社会信用代码	121000004448853130		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
姚勇	2016035430350000003509430360	BH008193	姚勇
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
姚勇	全文本	BH008193	姚勇

目录

目录.....	1
表 1 项目基本情况.....	2
表 2 放射源.....	15
表 3 非密封放射性物质.....	16
表 4 射线装置.....	17
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	18
表 6 评价依据.....	20
表 7 保护目标与评价标准.....	22
表 8 环境质量和辐射现状.....	42
表 9 项目工程分析与源项.....	47
表 10 辐射安全与防护.....	65
表 11 环境影响分析.....	89
表 12 辐射安全管理.....	122
表 13 结论与建议.....	133
表 14 审批.....	139
附件.....	140
附件一：委托书.....	140
附件二：辐射安全许可证正本、副本.....	141
附件三：部分辐射工作人员信息.....	153
附件四：部分辐射安全管理制度.....	171
附件五：辐射环境本底监测报告.....	207
附件六：云克实行豁免管理文件.....	212
附件七： ¹⁴ C 豁免管理申请的复函及备案证明.....	214
附图.....	217
附图 1：医院地理位置图.....	217
附图 2：项目评价范围内周边关系图.....	218
附图 3：医院平面图.....	219
附图 4：3 号楼负一楼核医学科平面图.....	220
附图 5：3 号楼负一楼核医学科下方负二楼平面布置图.....	221
附图 6：3 号楼负一楼核医学科上方一楼平面布置图.....	222
附图 7：3 号楼负一楼核医学科分区图.....	223

表 1 项目基本情况

建设项目名称		兴义市人民医院 PET 中心及核素治疗建设项目				
建设单位		兴义市人民医院				
法人代表		王忠安	联系人	周萍	联系电话	
注册地址		贵州省黔西南布依族苗族自治州兴义市英雄路 1 号				
项目建设地点		兴义市英雄路 1 号，兴义市人民医院 3 号楼（门急诊综合楼）负一楼北侧				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资（万元）		2100	环保投资（万元）	763	投资比例	36.33%
项目性质		□新建 ☑改建☑扩建□其他			占地面积（m ² ）	/
应用类型	放射源	□销售	□I类 □II类 □III类 □IV类 □V类			
		□使用	□I类（医疗使用） □II类 □III类 □IV类 ☑V类			
	非密封放射性物质	□生产	□制备 PET 用放射性药物			
		□销售	/			
		☑使用	☑乙 □丙			
	射线装置	□生产	□II类 □III类			
		□销售	□II类 □III类			
		□使用	□II类 ☑III类			
	其他	/				

1.1、建设单位简介

兴义市人民医院坐落于黔西南布依族苗族自治州州府所在地兴义市。始建于 1951 年，是一所集医疗、教学、科研、预防、保健、康复于一体的国家三级甲等综合医院，现为全国住院医师规范化培训基地、汪忠镐院士工作站、贵州医科大学附属医院、贵州省远程医疗示范医院及多所高等医学院校的教学医院。

医院成功创建了国家级胸痛中心、国家高级卒中中心、国家标准化代谢疾病管理中心。现为黔西南州创伤救治、护理、康复、医学检验、区域远程影像诊断，神经外科、神经内科、运动医学八个领域的全州质量控制中心。同时在贵州省首家开展 DRG 评价工作。2019 年顺利通过三级甲等综合医院复评审。

医院专科分工精细，现有床位 1500 张，设有 50 余个临床、医技科室，其中儿科、神经内科系省级重点扶持学科；神经内科、神经外科、心血管内科、骨科、儿科、医学检验

科为重点学科。开展的心脏外科手术（如多瓣膜同时手术）、腹腔镜下肝癌切除术、新生儿换血术、脊柱畸形矫形术、膝关节和髋关节置换术、三叉神经微血管减压术、经鼻脑垂体瘤切除术、断肢断指再植术、胃食管反流胃底折叠术治疗等一系列手术填补黔西南州空白，在本地区内处于领先地位。2014 年，医院产前筛查中心获贵州省卫健委批准，2015 年，生殖医学中心获批开展人类辅助生殖技术，2020 年 9 月 8 日通过试管婴儿辅助生殖技术”（体外受精-胚胎移植技术卵泡浆内单精子显微注射技术）试运行评审。医院地理位置图如图 1-1 所示。



图 1-1 兴义市人民医院地理位置示意图

1.2 医院原有核技术应用项目及辐射安全管理现状

1.2.1 原有核技术利用项目现状情况

医院已履行环保手续的放射性同位素与射线装置有： ^{192}Ir 放射源 1 枚（出厂活度为 $3.7 \times 10^{11}\text{Bq}$ ，用于后装治疗机）， ^{153}Gd 放射源 6 枚（出厂活度均为 $3.7 \times 10^6\text{Bq}$ ，用于 SPECT/CT 刻度校准），核医学科（使用的放射性同位素为 ^{131}I 、 ^{99}Mo 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ），9 台 X 射线机、2 台牙片机、2 台口腔 CT、2 台医用直线加速器、2 台 DSA、1 台骨密度仪、2 台床旁 X 光机、1 台 SPECT/CT、5 台小型 C 臂 X 射线机、1 台口腔全景 X 射线机、1 台骨龄测试仪、1 台车载 CT、4 台 CT（共计 33 台）。上述放射性同位素与射线装置已履行环评环保手续，并于 2021 年 1 月 5 日重新且办理了辐射安全许可证（黔环辐证[00162]）。

兴义市人民医院已履行环保手续的现有射线装置见表 1-1，已履行环保手续的现有放

射源见表 1-2，已履行环保手续的现使用的非密封放射性物质见表 1-3。

表 1-1 兴义市人民医院已履行环保手续现有射线装置一览表

序号	设备名称	型号	数量 (台)	工作场所	活动种类 和范围	备注	许可 情况
1	医用 X 射线摄影装置	AXIOM Aristos VX Plus	1	沙井北路 31 号门诊 部负一楼摄片 DR 检查室	使用Ⅲ类 射线装置	使用	已 许 可
2	医用血管造影 X 射线机	Innova IGS 530	1	医技楼一楼导管室 第一手术间	使用Ⅱ类 射线装置	使用	
3	血管造影 X 射线 系统	Allura Xper FD20	1	医技楼一楼导管室 第二手术间	使用Ⅱ类 射线装置	使用	
4	数字化 X 射线摄 影系统	CHORUS	1	住院综合楼一楼急 诊 DR 检查室	使用Ⅲ类 射线装置	使用	
5	X 射线计算机体层 摄影设备	Aquilion PRIME TSX-302A	1	住院综合楼一楼 160 层螺旋 CT 检查 室	使用Ⅲ类 射线装置	使用	
6	数字化多功能 X 射线机	KD-RF 2000	1	医技楼四楼特检室 1	使用Ⅲ类 射线装置	使用	
7	数字化多功能 X 射线机	OPERA T90fpe	1	医技楼四楼特检室 2	使用Ⅲ类 射线装置	使用	
8	数字化 X 射线摄 影系统	CALYPSO	1	医技楼三楼急诊 DR 检查室	使用Ⅲ类 射线装置	使用	
9	X 射线计算机断层 摄影设备	Brilliance iCT	1	医技楼三楼 CT 检 查室 2	使用Ⅲ类 射线装置	使用	
10	X 射线计算机体层 摄影设备	Aquilion ONE TSX-301C	1	医技楼三楼 CT 检 查室 3	使用Ⅲ类 射线装置	使用	
11	数字化 X 射线摄 影系统	CHORUS	1	医技楼四八楼 DR 检查室 1	使用Ⅲ类 射线装置	使用	
12	医用 X 线摄影系 统	Digital Diagnost	1	医技楼四楼 DR 检 查室 3	使用Ⅲ类 射线装置	使用	
13	数字乳腺 X 射线 系统	Mammomat Inspiration	1	医技楼四楼乳腺钼 靶检查室	使用Ⅲ类 射线装置	使用	
14	数字化 X 射线摄 影系统	CHORUS	1	医技楼八四楼体检 科 DR 检查室 1	使用Ⅲ类 射线装置	使用	
15	移动式 C 形臂 X 射线机	BV Libra	1	外科大楼四楼手术 室	使用Ⅲ类 射线装置	使用	
16	移动式 C 型臂 X 线系统	BV Libra	1	外科大楼八楼手术 室	使用Ⅲ类 射线装置	使用	
17	移动式 X 射线诊 断设备	Orbic 3D	1	外科大楼八楼手术 室	使用Ⅲ类 射线装置	使用	
18	移动式 C 形臂 X 射线机	Brivo OEC 715	1	外科大楼八楼手术 室	使用Ⅲ类 射线装置	使用	
19	移动式 C 型臂 X	BV Endura	1	外科大楼八楼手术	使用Ⅲ类	使用	

	射线系统			室	射线装置		已许可
20	X 射线防护装置 (骨龄测试仪)	KP-XPB	2	沙井北路 31 号门诊 部五楼骨龄检查室	使用Ⅲ类 射线装置	使用	
21	双能 X 射线骨密 度仪	Prodigy	1	门急诊综合楼八楼 骨密度检查室	使用Ⅲ类 射线装置	使用	
22	移动式数字 X 射 线机	KD-M600	1	病房 (流动场所)	使用Ⅲ类 射线装置	使用	
23	医用直线加速器	CLINAC IX	1	5 号楼 1 楼 1 号加速 器肿瘤放疗室	使用Ⅱ类 射线装置	使用	
24	医用直线加速器	CLINAC CX	1	5 号楼 1 楼 2 号加速 器肿瘤放疗室	使用Ⅱ类 射线装置	使用	
25	单光子发射及 X 射线计算机断层 扫描成像系统 (SPECT/CT)	Precedence	1	医技楼负一楼核医 学科 SPECT/CT 检 查室	使用Ⅲ类 射线装置	使用	
26	口腔全景 X 射线 机	Planmeca Prolinexe	1	沙井北路 31 号门诊 部四楼全景室	使用Ⅲ类 射线装置	使用	
27	牙片机	RX DC Plus/I	1	沙井北路 31 号门诊 部四楼牙片机室	使用Ⅲ类 射线装置	使用	
28	CT	Brilliance 16CT	1	沙井北路 31 号门诊 部 CT 检查室	使用Ⅲ类 射线装置	使用	
29	口腔 CT 机	RAYCSAN α-SM3D	1	门诊楼 4 楼口腔 CT 检查室	使用Ⅲ类 射线装置	使用	
30	移动式数字化 X 射线摄影系统	Mobile Drat Evolution	1	病房 (流动场所)	使用Ⅲ类 射线装置	使用	
31	牙片机	MSD-III	1	门诊楼四楼牙片室	使用Ⅲ类 射线装置	使用	
32	X 射线计算机体层 摄影设备 (车载 CT)	SOMATOM go. Top	1	流动场所	使用Ⅲ类 射线装置	使用	
33	口腔颌面锥形束 计算机体层摄影 设备 (口腔 CT)	Planmeca ProMax 3D	1	沙井北路 31 号门诊 部四楼口腔 CT 室	使用Ⅲ类 射线装置	使用	

表 1-2 兴义市人民医院已履行环保手续的现有放射源一览表

序号	核素 名称	活度 (Bq)	用途	放射源 类别	使用场所	许可 情况	备注
1	¹⁹² Ir	3.7×10 ¹¹	肿瘤 治疗	Ⅲ类放射源	5 号楼 1 楼肿瘤放疗室后 装机房	已许可	在用
2	¹⁵³ Gd	3.7×10 ⁶ Bq ×6 枚	校准源	V类放射源	医技楼负一楼核医学科 SPECT/CT 检查室	已许可	在用

表 1-3 兴义市人民医院已履行环保手续的现使用的非密封性放射性物质一览表

序号	核素名称	日等效最大操作量 (Bq)		工作场所等级	用途	活动种类	场所位置	许可情况	备注
1	^{131}I	1.09×10^9	1.39×10^9	乙级	放射诊断与治疗	使用	2 号楼（医技楼）负 1 楼核医学科高活性室	已许可	在用
2	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	2.96×10^8			放射诊断	使用		已许可	在用
3	^{99}Mo	2.96×10^6			淋洗 $^{99\text{m}}\text{Tc}$	使用		已许可	在用

1.2.2 辐射安全管理情况

（1）兴义市人民医院履行了《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》等相关辐射防护法律、法规，并接受了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、落实以及档案管理方面运行良好。

（2）医院已制定了《放射科工作制度》《射线装置安全操作规程》《安全防护设施维护与维修制度》《核与辐射安全事故应急预案》《核医学科放射性药品使用登记及安全管理制度》《辐射工作人员培训/再培训管理制度》《核与辐射管理监测方案》《受检者防护制度与措施》等制度和规程，并按照规定制度执行，无放射事故发生。

（3）为加强对辐射安全和防护管理工作，医院成立了核与辐射安全管理领导小组，明确了辐射防护责任，并加强了对射线装置以及放射性同位素的监督和管理。

（4）医院或组织辐射工作人员参加了环保部门委托南华大学组织的辐射安全与防护知识的上岗培训，或自行组织辐射工作人员接受辐射防护安全知识和法律法规教育后参加辐射安全与防护知识的考核，待考核合格后，方可从事辐射工作。辐射工作期间，辐射工作人员按照 GBZ 128-2019 的要求佩戴个人剂量计，接受剂量监测，建立剂量健康档案并存档。

（5）医院放射性场所设置有电离辐射警示标志、报警装置和工作指示灯，各辐射工作场所通风良好。各辐射工作场所屏蔽防护措施满足要求；对于机房设置了铅玻璃观察窗，能清楚观察到机房内情况；控制室和机房之间设置对讲装置，方便医务人员和受检者沟通；每个辐射工作场所周围外照射辐射水平符合相关标准规定的要求。

由现场调查情况可知，医院已采取相应的辐射防护措施，本次环评认为医院辐射防护措施以及管理制度满足目前辐射防护要求。

1.2.3 现有放射工作人员情况

医院现有辐射工作人员 196 人，已委托贵州省疾病预防控制中心对本单位的放射工作

人员开展了个人剂量监测工作，工作人员工作期间按 GBZ128-2019 要求佩戴个人剂量计，监测周期为三个月测定一次。根据医院提供的个人剂量报告可知，医院现有的放射工作人员的个人剂量值能够满足个人剂量限值要求。

按照国家相关法律规定，放射工作人员必须进行岗前、岗中、离岗、紧急职业健康体检。医院现有放射工作人员进行了职业健康检查，其中上岗前体检 31 人检查结果为可从事放射作业，2 人因孕期不宜从事放射作业，6 人需要复查相关指标，复查期间不宜从事放射作业，1 人因未完善职业健康相关检查，完善前暂不宜从事放射作业；在岗期间体检 139 人检查结果可继续从事放射作业，17 人需要复查相关指标，复查期间不宜从事放射作业；离岗体检 18 人未发现放射作业职业病，4 人需要复查相关指标，复查期间不宜从事放射作业。

现有放射工作人员中有 163 人参加了并通过了辐射安全与防护知识考核，取得了辐射安全与防护培训知识考核合格证书，但有 33 人未取得辐射安全与防护知识考核合格证，医院正陆续安排这部分工作人员在网上进行辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的自主培训，然后报名参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的考核。

1.2.4 整改意见

医院应尽快安排未取得辐射安全与防护知识培训考核合格证的放射工作人员参加并辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训考核。

1.3 本期建设项目概况

- 1、项目名称：兴义市人民医院 PET 中心及核素治疗建设项目
- 2、建设单位：兴义市人民医院
- 3、建设地点：兴义市英雄路1号，兴义市人民医院3号楼（门急诊综合楼）负一楼北侧
- 4、工程建设内容及规模

本项目依托兴义市人民医院 3 号楼（门急诊综合楼）及 2 号楼（医技楼）主体工程建设，项目的工程建设内容及规模见表 1-4，核医学场所建筑面积约 900m²。

表 1-4 项目组成及主要的环境问题一览表

名称	建设内容及规模	可能产生的环境问题	
		施工期	运营期
主体工程	PET/CT：位于 3 号楼负一楼核医学 PET 中心 PET/CT 机房，机房有效使用面积为 49.2m ² ，机房尺寸为长 8.2m×宽 6.0m×高 4.5m；Ga-68、Lu-177 分装标	施工废水、扬尘、施工机械噪声、建筑垃圾等以及安装调试	β射线、X-γ射线、臭

	记室（面积 14m ² ）、PET 药物及放射性废物贮存间（面积 6m ² ）、PET 分装间（面积 24.8m ² ）、PET 药物注射室（面积 1.2m ² ）、PET 注射后候诊室（面积 53.1m ² ）、废物储存室（面 5.3m ² ）、PET 检后留观室（面积 18.3m ² ）、PET 检查抢救室（面积 10.3m ² ）、核素治疗药物及放射性废物贮存室（面积 11.2m ² ）、被服洗涤室（面积 8.4m ² ）、洁净被服暂存室（面积 6.4m ² ）、核素治疗抢救室（面积 15.1m ² ）、 ¹³¹ I 服药室（面积 6m ² ）、污存室（面积 5.8m ² ）、洁具间（面积 5.4m ² ）、甲亢留观室（面积 13.5m ² ）、出院病人体内活度测量室（面积 6.2m ² ）、核素病房 3 间（面积均为 20m ² ）、敷贴治疗室（面积均为 9.8m ² ）等。	过程中的β射线、X-γ射线、臭氧、氮氧化物。	氧、氮氧化物、放射性固体废物、放射性废水、放射性废气。
辅助工程	PET/CT 控制室（面积 24.4m ² ）、 ¹³¹ I 服药控制室（面积 4.4m ² ）	施工废水、扬尘、施工机械噪声、建筑垃圾等	/
环保工程	在医院 3 号楼（门急诊综合楼）负一楼设置独立的通排风系统；于医技楼负四楼新建 1 座 1#、2#、3#、4#并列衰变池，有效容积为 41.25m ³ ×4=165m ³ ，用于贮存衰变核医学场所核素治疗区的放射性废水；于医技楼负四楼新建 1 座 5#、6#、7#并列衰变池，有效容积为 5.25m ³ ×3=15.75m ³ ，用于贮存衰变核医学场所 PET 中心的放射性废水。在核医学场核素治疗区所设置一间核素治疗药物及放射性废物贮存室（面积 11.2m ² ）、在核医学场所 PET 中心设置一间 PET 药物及放射性废物贮存间（面积 6m ² ）。	施工机械噪声、固体废物、扬尘等	噪声、放射性废水、放射性固体废物、放射性气体
公用工程	依托兴义市人民医院 3 号楼（门急诊综合楼）主体工程建设的配电、供电、通讯系统及污水处理系统等。	/	/
办公及生活设施	医生办公室、卫生间、更衣室、淋浴间、诊室等。		生活废水、生活垃圾

5、项目建设内容：①将位于 3 号楼（门急诊综合楼）负一楼北侧的场地建设为核医学科，核医学科分为 PET 中心及核素治疗区，并且与 2 号楼（医技楼）负一楼现在使用的核医学科相邻，根据《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》（环办辐射函〔3016〕430 号）中“满足以下特点的放射性药品生产、使用场所，应当作为一个单独场所进行日等效操作量核算：1、有相对独立、明确的监督区和控制区划分；2、工艺流程连续完整；3、有相对独立的辐射防护措施”，根据该文件，3 号楼负一楼改扩建的核医学场与 2 号楼核医学科相对独立，故 3 号楼负一楼核医学科作为独立的乙级非密封放射性物质工作场所进行管理；②在 3 号楼负一楼核医学场所 PET 中心新增一台 PET/CT，并使用 ¹⁸F、⁶⁸Ga 开展 PET/CT 显像诊断，为 PET/CT 配备 3 枚 ⁶⁸Ge 校准源用

于 PET/CT 校准,使用锞镓发生器淋洗制备 ^{68}Ga ; ③在 3 号楼负一楼核医学场所核素治疗区,使用 ^{131}I 进行甲亢治疗及甲癌治疗,使用 ^{177}Lu 进行前列腺癌、乳腺癌、肺癌等癌症的治疗; ④在 3 号楼负一楼核医学场所 PET 中心使用 ^{89}Sr 进行核素治疗; ⑤在 3 号楼负一楼核医学科设置一间云克治疗室,云克治疗使用锝 ^{99}Tc 亚甲基二膦酸盐注射液(云克),根据《关于对成都云克药业有限责任公司锝 ^{99}Tc 亚甲基二膦酸盐注射液(云克)产品中放射性同位素锝 ^{99}Tc 实行豁免管理的复函》(川环建函[2007]1238 号),云克实行豁免管理(见附件六),免于办理辐射安全许可证,使用单位的云克不作为放射性物质进行管理,因此本评价将不再对锝 ^{99}Tc 亚甲基二膦酸盐注射液(云克)进行分析评价; ⑥在 2 号楼(医技楼)七楼内镜中心及八楼健康管理中心增加使用 ^{14}C 用于幽门螺杆菌检测,储存于核医学科保险柜中,根据《关于批准尿素呼气试验药盒运输和临床使用豁免管理申请的复函》(环函[2003]139 号),尿素 ^{14}C 呼气试验药盒实行豁免管理(见附件七),免于办理辐射安全许可证,使用单位的尿素 ^{14}C 呼气试验药盒不作为放射性物质进行管理,因此本评价将不再对尿素 ^{14}C 呼气试验药盒进行分析评价; ⑦在敷贴治疗室使用 ^{90}Sr - ^{90}Y 放射源进行敷贴治疗。

本项目射线装置信息见表1-5、密封放射源使用情况见表1-6、本项目非密封放射性核素使用情况见表1-7、非密封放射性物质工作场所概况见表1-8。

表 1-5 本项目射线装置信息一览表

设备名称	规格(型号)	数量	生产厂家	参数	使用位置	备注
PET/CT	uMI 780	1 台	上海联影医疗科技有限公司	管电压: 140kV, 管电流: 833mA	PET/CT 检查室	本次新增

表 1-6 密封放射源使用情况一览表

序号	核素名称	同位素类型	半衰期	活度 (Bq)	类别	主要用途	使用位置/储存位置	备注
1	^{68}Ge	密封源	271d	$9.25 \times 10^7 \text{Bq} \times 1 \text{枚}$	V类放射源	PET/CT 校准	PET/CT 检查室 /PET 药物及放射性废物贮存间	本次新增
2	^{68}Ge	密封源	271d	$4.60 \times 10^7 \text{Bq} \times 2 \text{枚}$	V类放射源	PET/CT 校准		本次新增
3	^{90}Sr - ^{90}Y	密封源	28.1a	1.85×10^9	V类放射源	敷贴治疗	3 号楼核医学场所负一楼敷贴治疗室/敷贴室保险柜中	本次新增

表 1-7 本项目核素使用情况一览表

序号	核素名称	位置	用途	备注
1	^{18}F	3 号楼负一楼核医学科	PET/CT 显像诊断	本次新增
2	^{68}Ga	3 号楼负一楼核医学科	PET/CT 显像诊断	本次新增
3	^{68}Ge	3 号楼负一楼核医学科	锗镓发生器淋制备 ^{68}Ga	本次新增
4	^{131}I	3 号楼负一楼核医学科	甲亢测量、甲亢治疗 及甲癌治疗	本次新增
5	^{89}Sr	3 号楼负一楼核医学科	核素治疗	本次新增
6	^{177}Lu	3 号楼负一楼核医学科	核素治疗	本次新增
7	锝[^{99}Tc]亚甲基 二膦酸盐注射液（云克）	3 号楼负一楼云克治疗室	核素治疗	本次新增，豁免管理
8	^{14}C	2 号楼（医技楼）七楼内 镜中心及八楼健康管理 中心使用，3 号楼负一楼 核医学科存储	幽门螺杆菌检测	本次新增，豁免管理

表 1-8 本项目 3 号楼负一楼核医学科非密封放射性物质工作场所一览表

工作场所	核医学科						
核素	^{89}Sr	^{18}F	^{68}Ga	^{68}Ge	^{177}Lu	^{131}I	
工作内容	骨癌治 疗	PET/CT 核 素诊断成 像	PET/CT 核 素诊断成 像	淋洗制备 ^{68}Ga	前列腺癌等 治疗	甲亢治疗	甲癌治疗
工作时间	一周一 次	工作日每 日开展	工作日每 日开展	工作日每 日开展	一周一次	一周三次	一周二次
开展例数	2 例/d	30 例/d	20 例/d	淋洗时间 30min/d	2 例/d	27 例/次	3 例/次
	100 例 /a	7500 例/a	5000 例/a	淋洗时间 125h/a	50 例/a	4050 例/a	300 例/a
给药方式	注射	注射	注射	/	输液	口服	口服
每人每次最大 用药量	$1.48\text{E}+08\text{Bq}$ (即 4mCi)	$3.70\text{E}+08\text{Bq}$ (即 10mCi)	$1.85\text{E}+08\text{Bq}$ (即 5mCi)	/	$1.85\text{E}+09\text{Bq}$ (即 50mCi)	$3.70\text{E}+08\text{Bq}$ (即 10mCi)	$7.40\text{E}+09\text{Bq}$ (即 200mCi)
购买药量 的倍数	1	7	不购买, 锗 镓发生器 淋洗制备	1	1	1	1
实际日最大 操作量	$2.96\text{E}+08\text{Bq}$ (即 8mCi)	$7.77\text{E}+10\text{Bq}$ (即 2.1Ci)	$3.70\text{E}+09\text{Bq}$ (即 100mCi)	$4.63\text{E}+09\text{Bq}$ (即 0.13Ci)	$3.7\text{E}+09\text{Bq}$ (即 100mCi)	$9.99\text{E}+09\text{Bq}$ (即 270mCi)	$2.22\text{E}+10\text{Bq}$ (即 600mCi)
						$3.22\text{E}+10\text{Bq}$ (即 870.27mCi)	

日等效最大操作量	2.96E+07Bq	7.77E+07Bq	3.70E+07Bq	4.63E+06Bq	3.7E+08Bq	9.99E+08Bq	2.22E+09Bq
	3.22E+9Bq						
	3.74E+9Bq						
年最大使用量	1.48E+10Bq	1.94E+13Bq	9.25E+11Bq	1.16E+12Bq	9.25E+10Bq	1.50E+12Bq	2.22E+12Bq
	3.72E+12Bq						
备注：1、核素治疗设3间病房，每间病房设置2张病床，病房内允许最大 ¹³¹ I药量200mCi； 2、锗镓发生器淋洗 ⁶⁸ Ga的最大效率为80%； 3、购买药量的倍数：由于核素的半衰期很短，为满足药量的使用，需增加药量的购买。							

由表 1-8 可知，医院 3 号楼负一楼核医学科非密封放射性物质工作场所改扩建项目实施后，非密封放射性物质工作场所日等效最大操作量为 $3.74 \times 10^9 \text{Bq}$ ，在 $2 \times 10^7 \sim 4 \times 10^9 \text{Bq}$ 之间。按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 C 规定，属于乙级非密封放射性物质工作场所。

1.4 核技术利用项目的任务和由来

本期核技术利用项目的实施对减轻患者的医疗负担，减少医疗支出，改善病人治疗条件，促进医院科室的全面协调发展，以及提高医院服务质量及服务水平等都具有重大意义。其任务和目的是为广大患者提供全面的医疗诊断以及放射性治疗服务，给患者带来常规诊治方法所不能及的诊疗效果，具有良好的社会和经济效益。为进一步加强放射诊断工作的运行，满足广大患者就医的需要，兴义市人民医院拟建设本项目。

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《建设项目环境保护管理条例》、《建设项目环境影响评价分类管理名录》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院第 449 号令）和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求的有关规定，本项目在实施前须进行环境影响评价。按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对非密封放射性物质工作场所的分级，本项目核医学科的非密封放射性物质工作场所属于乙级非密封放射性物质工作场所。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》中“核与辐射”第 172 条“核技术利用建设项目”中“乙、丙级非密封放射性物质工作场所（医疗机构使用植入治疗用放射性粒子源的除外）”的规定，本项目需编制环境影响评价报告表，并根据《贵州省省级生态环境部门审批环境影响评价文件的建设项目目录》（黔环通〔2021〕2 号）的要求，报贵州省生态环境行政主管部门审查批准。取得环评审批意见后，依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中的相关规定，医院应向贵州省生态环境厅申请对现持有的《辐射安全许可证》开展增项事宜。

为了调查本核技术利用建设项目对辐射工作人员、公众和环境造成的影响，从辐射防护的角度论证该项目的可行性，为射线装置、放射源及非密封放射性物质工作场所的应用单位提供参考建议，建设单位于 2022 年 3 月委托核工业二三 0 研究所进行兴义市人民医院 PET 中心及核素治疗建设项目环境影响报告表的编制工作，委托书见附件一。我单位接受委托后，立即组织专业技术人员开展资料收集、现场踏勘、资料整理分析、辐射环境现状监测及预测估算等工作，并与医院进行多方交流沟通核实，在进行工程分析的基础上，结合工程的具体情况以及辐射危害特征，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)的要求，编制了本建设项目环境影响报告表。

1.5 项目选址、平面布置合理性分析

1、项目选址合理性分析

兴义市人民医院地处贵州省黔西南布依族苗族自治州兴义市英雄路 1 号，兴义市人民医院位置及本项目所在区域图见附图 1。本项目用地为医院建设用地，根据现场勘查，兴义市人民医院西南侧为英雄路，西北侧为遵义路，北侧为吉祥小区，东侧为山体公园，南侧为黔西南布依族苗族自治州民政局和烈士陵园。经调查，本次评价范围 50m 以内无生态环境敏感目标及学校、集中居民区、文物保护单位、风景名胜区、饮用水源保护区等环境敏感区域和生态敏感点（项目评价范围内周边环境关系图详见附图 2），且本项目不毗邻产科、儿科、食堂等部门及人员密集区，核医学场所排风口的位置位于本项目所在大楼的楼顶，远离了周边的高层建筑，项目位置没有项目建设的制约因素，且本项目的核医学科辐射工作场所按照相关规范要求建有良好的实体屏蔽设施和防护措施，产生的辐射经屏蔽和防护后对周围环境影响较小，本项目集中于无人长期居留的建筑物的一端，而且设置相应的物理隔离和单独的人员、物流通道。因此本项目选址满足 HJ1188-2021 的要求，选址合理。

2、平面布置合理性分析

医院拟在 3 号楼（门急诊综合楼）负一楼建设核医学非密封放射性物质工作场所，平面布置见附图 4。建设完成后的核医学科东侧为楼梯间等，南侧为医用电梯间、应急配电房、库房等，西侧为门急诊综合楼楼前广场、英雄路、民房等，北侧为 2 号楼负一楼核医学科、院内道路、检验科等，核医学科上方为一楼导管室、交费大厅、药房等（核医学科上方详见附图 6），下方为摩托车停放区、水泵房、空房等（核医学科下方详见附图 5）。

经调查，本项目核医学科非密封放射性物质工作场所所在区域位置相对独立，工作区域专人管理，除需诊断、治疗患者和医院医生、护士外，医院无关人员不得入内，并且在

进入辐射区域的时候需经过严格身份确认，这样不但减少了无关公众受照射的概率，同时，也降低了其他工作人员受照射的概率。同时，辐射工作场所均采取了有效的屏蔽措施，防护设计参数均达到了相关技术规范对辐射工作场所的辐射防护要求，并且各辐射工作场所均按规范要求设置电离辐射警告标志，合理划分控制区，监督区，且无关人员不得进入。但由于各辐射工作场所周围有常驻人员，考虑到可能会造成的影响，本报告通过对各辐射工作场所防护进行理论计算，结果显示在进行治疗或诊断过程中产生的电离辐射，经过屏蔽防护和距离衰减后，对周围工作人员和公众所致的辐射剂量符合剂量约束限值的要求。通过以上场所独立、划分区域等措施，本项目不会产生交叉污染，对外环境造成辐射影响很小，因此，本项目平面布局是合理的。

1.6 实践正当性分析

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中关于辐射防护“实践的正当性要求，对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的社会危害时，该实践才是正当的。

本项目的建设有利于提高周边的医疗水平，更好的服务周边群众，具有明显的经济效益和社会效益，项目建成运行后，将为兴义市及周边地区提供一个更加优越的就医环境，同时将提高医院的整体医疗服务水平，吸引更多的就诊人员，医院在保障病人健康的同时也为医院创造了更大的经济效益。各屏蔽和防护措施符合要求，对环境的影响也在可接受范围内。符合《电离辐射防护与辐射源基本标准》(GB18871-2002)中实践的内容：“源的生产和辐射或放射性物质在医学、工业、农业或教学与科研中的应用，包括与涉及或可能涉及辐射或放射性物质照射的应用有关的各种活动”，并且“在考虑了社会、经济和其他因素之后，其对照射个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害”。符合“实践正当性”的要求。

1.7 产业政策符合性

本项目使用的射线装置、放射性同位素属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》“鼓励类”中第六项“核能”中第 6 条“同位素、加速器及辐照应用技术开发”以及第十三项“医药”中第 5 款“新型医用诊断设备和试剂、数字化医学影像设备，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备，电子内窥镜、手术机器人等高端外科设备，新型支架、假体等高端植入介入设备与材料及增材制造技术开发与应用，危重病用生命支持设备，移动与远程诊疗设备，新型基因、蛋白和细胞诊断设备”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

1.8 评价目的

(1) 对本项目周围区域辐射环境现状进行监测，掌握区域辐射环境本底水平。

(2) 理论计算项目在运行过程中对工作人员、公众以及环境造成的辐射影响。

(3) 评价辐射防护措施效果，提出减少辐射危害的措施，为环境保护行政主管部门管理提供依据。

(4) 对不利影响和存在的问题提出防治措施，把辐射影响减少到“可合理达到的尽量低水平”。

(5) 通过建设项目环境影响评价，为建设单位环境保护和公众利益给予技术支持。

(6) 为建设单位的辐射环境管理提供科学依据。

1.9 放射工作人员配置情况

经与医院核实，医院拟为本项目配备技师 4 人，核素操作 3 人，仅负责本项目的运营。本次环评要求：待项目获批并建成前，应尽快安排本项目配备的辐射工作人员参加辐射安全和防护专业知识与相关法律法规的培训考核，并通过考核，做到持证上岗。

委托有资质的单位对相关放射工作人员开展个人剂量监测工作，工作人员工作期间按 GBZ 128-2019 的要求佩戴个人剂量计，监测周期为三个月测定一次。

按照国家相关法律规定，放射工作人员必须进行岗前、岗中、离岗、紧急职业健康检查。医院应安排本项目配备的放射工作人员进行职业健康检查。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度（Bq）/活度（Bq）×枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
1	⁶⁸ Ge	9.25×10 ⁷ Bq/9.25×10 ⁷ Bq×1 枚	V类	使用	PET/CT 校准	PET/CT 检查室	3 号楼负一楼核医学科 PET 药物及放射性废物贮存间	新增
2	⁶⁸ Ge	9.20×10 ⁷ Bq/4.60×10 ⁷ Bq×2 枚	V类	使用	PET/CT 校准	PET/CT 检查室	3 号楼负一楼核医学科 PET 药物及放射性废物贮存间	新增
3	⁹⁰ Sr- ⁹⁰ Y	1.85×10 ⁹ Bq/1.85×10 ⁹ Bq×1 枚	V类	使用	敷贴治疗	3 号楼核医学场所 负一楼敷贴治疗室	3 号楼核医学场所负一楼 敷贴治疗室保险柜	新增

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	活动种类和范围	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
1	⁸⁹ Sr	液态	使用 乙级非密封 放射性物质 工作场所	2.96×10 ⁸	2.96×10 ⁷	3.74×10 ⁹	放射治疗	简单操作	3 号楼负一楼核医学科 PET 药物分装室、注射室	存储于 3 号楼负一楼核医学科 PET 药物分装室通风柜内
2	¹⁸ F	液态		7.77×10 ¹⁰	7.77×10 ⁷		放射诊断	很简单的操作	3 号楼负一楼核医学科 PET 药物分装室、注射室	存储于 3 号楼负一楼核医学科 PET 药物分装室通风柜、PET 药物及放射性废物贮存间
3	⁶⁸ Ga	液态		3.70×10 ⁹	3.70×10 ⁷		放射诊断	简单操作	3 号楼负一楼核医学科 Ga-68、Lu-177 分装标记室、注射室	存储于 3 号楼负一楼核医学科 Ga-68、Lu-177 分装标记室通风柜、PET 药物及放射性废物贮存间
4	⁶⁸ Ge	固态		4.63×10 ⁹	4.63×10 ⁶		淋洗制备 ⁶⁸ Ga	贮存	3 号楼负一楼核医学科 Ga-68、Lu-177 分装标记室	存储于 3 号楼负一楼核医学科 Ga-68、Lu-177 分装标记室通风柜、PET 药物及放射性废物贮存间
5	¹³¹ I	液态		3.22×10 ¹⁰	3.22×10 ⁹		甲亢治疗、甲癌治疗	简单操作	3 号楼负一楼核医学科核素治疗碘-131 分装服药室	存储于 3 号楼负一楼核医学科碘-131 分装服药室自动分装柜、核素治疗药物及放射性废物贮存室
6	¹⁷⁷ Lu	液态		3.70×10 ⁹	3.70×10 ⁸		放射治疗	简单操作	3 号楼负一楼核医学科 Ga-68、Lu-177 分装标记室、核素病房	3 号楼负一楼核医学科 Ga-68、Lu-177 分装标记室通风柜、PET 药物及放射性废物贮存间

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（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)	流强 (μA)	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

（二）X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	PET/CT	Ⅲ类	1	uMI 780	140	833	放射诊断	核医学科 PET/CT 检查室	新增

（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 (Bq)	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
放射性废气	气态	^{18}F 、 ^{131}I 、 ^{89}Sr 、 ^{68}Ga 、 ^{177}Lu	--	--	--	--	经高效过滤装置净化后排放	本项目产生的所有放射性废气均通过专用管道汇总到屋顶排气口排放。经通风柜排气筒在屋顶排气口排放。
放射性废水	液态	^{18}F 、 ^{68}Ga 、 ^{89}Sr	--	--	--	总 $\beta \leq 10\text{Bq/L}$	存储在 2 号楼负四楼废水衰变池中。	经过 98 天的贮存衰变，可排入医院污水处理站处理，然后排入城市污水管网。
		^{131}I 、 ^{177}Lu				总 $\beta \leq 10\text{Bq/L}$ 、 I-131 活度浓度 $\leq 10\text{Bq/L}$	存储在 2 号楼负四楼废水衰变池中。	经过 188 天的贮存衰变，经有资质的单位检测达标后，可排入医院污水处理站处理，然后排入城市污水管网。
剩余放射性药物	液态	^{18}F 、 ^{68}Ga	--	--	--	--	在铅罐内于 PET 药物及放射性废物贮存间放置	经过 10 个半衰期衰变后排入衰变池中进行衰变，经 98 天的贮存衰变后，排入医院污水处理站处理，然后排入城市污水管网。
		^{131}I 、 ^{177}Lu					在铅罐内于核素治疗药物及放射性废物贮存室放置	经过 10 个半衰期衰变后排入核素治疗区衰变池中进行衰变，经监测达标后排入医院污水处理站处理，然后排入城市污水管网。
放射性固体（碳柱和滤膜、操作手套、口罩、注射器、针头、棉签、一次性口杯、试管、活性炭、一次性吊瓶、输源管等）	固态	^{18}F 、 ^{68}Ga 、 ^{131}I 、 ^{89}Sr 、 ^{177}Lu	--	--	--	-	固体废物收集后，后贮存在铅制固体废物衰变箱中，衰变箱上标注日期；其中，PET 中心产生的放射性固体废物置于 PET 药物及放射性	含碘-131 核素的放射性固体废物暂存超过 180 天，含 ^{18}F 、 ^{68}Ga 的放射性固体废物暂存超过 30 天，含 ^{177}Lu 的放射性固体废物暂存超过其 10 倍半衰期（68 天），含 ^{89}Sr 的放射性固体废物暂存超过其 10 倍半衰期（508 天），经监测辐射剂量

							废物贮存室；核素治疗区产生的放射性固体废物置于核素药物及放射性废物贮存室。	率满足所处环境本底水平， β 表面污染小于0.8 Bq/cm ² 的，可对废物清洁解控并作为医疗废物处理，由有资质单位统一回收处理，不外排。
锝发生器	固态	⁶⁸ Ga、 ⁶⁸ Ge	--	--	--	--	存贮于铅罐中，后转到PET 药物废物间中	定期请厂家负责更换，废旧发生器由厂家回收
废旧放射源	固态	⁶⁸ Ge	--	--	--	--	存贮于铅罐中，置于PET/CT 药物废物间中	定期请厂家负责更换，废旧放射源由厂家回收
	固态	⁹⁰ Sr	--	--	--	--	存贮于敷贴治疗室保险柜中	

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

2. 含有放射性的废弃物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg，或 Bq/m³）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》（2014 年修订，2015 年 1 月 1 日施行）； (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（中华人民共和国主席令第 48 号，2018 年 12 月 29 日修订实施）； (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（中华人民共和国主席令第六号，2003 年 10 月）； (4) 《中华人民共和国职业病防治法》（中华人民共和国主席令第 52 号 2016 年 9 月 1 日 修订版）； (5) 《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日修改施行）； (6) 《放射工作人员职业健康管理辦法》，中华人民共和国卫生部令第 55 号， 2007 年 11 月 1 日起施行； (7) 《关于印发辐射安全许可座谈会会议纪要的函》（国家环境保护总局办公厅 环办函[2006]629 号） (8) 《建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度》（环发[2006]145 号）； (9) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）（生态环境部第 16 号令，2021 年 1 月 1 日施行）； (10) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第 449 号，2019 年 3 月 2 日修正）； (11) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年 1 月 4 日经生态环境令第 20 号修订）； (12) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》（环境保护部令第 36 号，2019 年 11 月 1 日施行）； (13) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部第 18 号令，2011 年 5 月 1 日施行）； (14) 《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》（环办辐射函[2016]430 号）； (15) 《关于发布<射线装置分类>的公告》（国家环境保护总局公告 2006 年第 26 号于 2006 年 5 月 30 日公布施行，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号修订）； (16) 《关于发布放射源分类办法的公告》（原国家环境保护总局公告，2005 年第 62
------	---

	号，2006 年 12 月 23 日起实施）； （17）《放射性废物安全管理条例》（国务院令第 612 号，2012 年 3 月 1 日起施行）； （18）《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部公告 2019 年第 57 号，2020 年 1 月 1 日施行）； （19）《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》国环规环评〔2017〕4 号； （20）《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》（生态环境部公告 2018 年第 9 号，2018 年 5 月 16 日施行）； （21）《贵州省省级生态环境部门审批环境影响评价文件的建设项目目录》（黔环通〔2021〕2 号，2021 年 1 月 19 日实施）； （22）《关于发布<放射性废物的分类>的公告》（2018 年 1 月 1 日起施行）； （23）《关于印发<医用同位素中长期发展规划>（2021-2035 年）的通知》（国家原子能机构、科技部、公安部、生态环境部、交通运输部、国家卫生健康委、国家医疗保障局、国家药品监督管理局文件 国原发〔2021〕2 号，2021 年 5 月 26 日印发）。
技术标准	（1）《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）； （2）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； （3）《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）； （4）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）； （5）《环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）； （6）《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）； （7）《操作非密封源的辐射防护规定》（GB11930-2010）； （8）《放射性废物管理规定》（GB14500-2002）； （9）《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）； （10）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）； （11）《放射工作人员职业健康监护技术规范》（GBZ235-2011）； （12）《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）； （13）《放射工作人员健康要求》（GBZ98-2020）； （14）《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）。
其他	（1）项目环境影响评价委托书； （2）甲方提供的有关资料； （3）《环保部辐射安全与防护监督检查技术程序》（第三版）。

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）中的相关规定，“放射性药物生产及其他非密封放射性物质工作场所项目的评价范围，乙、丙级取半径 50m 的范围。放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围），对于I类放射源或I类射线装置的项目可根据环境影响的范围适当扩大”。对于III类射线装置，V类密封放射源和乙级非密封放射性物质工作场所的项目，具有实体边界，因此，本项目评价范围确定为各屏蔽墙体边界外 50m 范围。项目评价范围见图 7-1。



项目评价范围内周边关系图

图 7-1 兴义市人民医院 3 号楼负一楼核医学科 PET 中心及核素治疗改扩建项目评价范围示意图

7.2 保护目标

本项目的​​主要环境影​​响因素为电​​离辐射。根据本项​​目评价范围、医院辐射工作场所布局、总平面布置及外环境特征，本项目重点关注的环​​境保护目标见表 7-1 所示。

表 7-1 本项目主要环境保护目标

区域	保护对象	人员类型	位置描述	规模	辐射剂量约束值
辐射工作场所（控制区）	核医学科控制区内核素操作人员	职业人员	核 PET/CT 注射室、PET/CT 机房等	2 人	5mSv/a
			核医学科 ¹³¹ I 分装服药室、核素病房、敷贴室等	2 人	5mSv/a
辐射工作场所（监督区）	PET/CT 控制室操作人员	职业人员	PET/CT 控制室内，距离 3.6m	2 人	5mSv/a
	核医学场所 ¹³¹ I 分装控制室操作人员	职业人员	¹³¹ I 治疗区分装控制室内，距离 1.2m	1 人	5mSv/a
辐射工作场所	2 号楼（医技楼）负一楼核医学科工作人员	职业人员	2 号楼（医技楼）负一楼核医学科等（距离核医学科最近 0.3m）	7 人	5mSv/a
非辐射工作场所	项目所在楼层医院其他非辐射工作人员	公众人员	3 号楼（门急诊综合楼）负一楼医用电梯厅、2 号楼（医技楼）负一楼医院进出岗亭等（距离核医学科最近 5m）	60 人	0.1mSv/a
	核医学科上方医院其他非辐射工作人员及病人、家属等		2 号楼（医技楼）一楼导管室（距离核医学科最近 8m）	20 人	0.1mSv/a
			2 号楼（医技楼）二楼及以上办公室、诊室、病房、检验科等（距离核医学科最近 5.5m）	300 人	0.1mSv/a
			3 号楼（门急诊综合楼）一楼药房（约 0.3m）、门急诊综合楼一楼缴费大厅（约 0.3m）等	400 人	0.1mSv/a
			3 号楼（门急诊综合楼）二楼及以上病房、办公室、治疗室等（最近距离约	600 人	0.1mSv/a

			5.5m)		
	核医学科北侧、东侧院内道路流动人员		核医学科北侧医院内部道路（距离核医学科最近 30m）	若干	0.1mSv/a
	核医学科下方医院其他非辐射工作人员及病人、家属等		2 号楼（医技楼）负二层空房、负三层工具间、负四层停车场（最近距离约 0.3m）	若干	0.1mSv/a
			3 号楼（门急诊综合楼）负二楼摩托车停放区、水泵房等（最近距离约 0.3m）	若干	0.1mSv/a
	核医学科西侧医院广场流动人员		核医学科西侧医院广场（最近距离约 1.6m）	若干	0.1mSv/a
	核医学科西侧英雄路流动人员		核医学科西侧英雄路（最近距离约 22m）	若干	0.1mSv/a
	核医学科西侧居民		核医学场所西侧民房（最近距离约 47m）	40 人	0.1mSv/a
	核医学科东侧行政楼办公人员		核医学场所东侧行政楼（最近距离约 28m）	300 人	0.1mSv/a
	核医学科东南侧总务楼办公人员		核医学场所东南侧总务楼（最近距离约 45m）	80 人	0.1mSv/a
注：以上距离为距核医学场所边界的距离					

7.3 评价标准

1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

（1）剂量限值

附录 B 剂量限值和标明污染控制水平

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；

根据本核技术利用项目情况，本项目中从事放射诊断、放射治疗的工作人员年有效辐射剂量约束值为 5mSv/a。

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；

本项目中，放射工作场所周围非放射医务人员及其他人员接受的年有效辐射剂量约束值为 0.1mSv/a。

但剂量约束值的使用不应取代最优化要求，剂量约束值只能作为最优化值的上限。

(2) 辐射场所分级

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中附录 C 规定的，非密封放射性物质工作场所的分级应按表 7-2 将非密封放射性物质工作场所按放射性核素日等效最大操作量的大小分级。

表 7-2 非密封源工作场所的分级

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

放射性核素的日等效操作量等于放射性核素的实际日操作量（Bq）与该核素毒性组别修正因子的积除以与操作方式有关的修正因子所得的商。放射性核素的毒性组别修正因子及操作方式有关的修正因子分别见表 7-3 和表 7-4。

提供的放射性同位素工作场所放射性核素日等效最大操作计算方法和建设单位提供的放射性同位素最大日操作量，可以计算出核素的日等效最大操作量。非密封源工作场所的分级判据如表 7-2。

表 7-3 放射性核素毒性组别修正因子

毒性组别	毒性组别修正因子
极毒	10
高毒	1
中毒	0.1
低毒	0.01

表 7-4 操作方式与放射源状态修正因子

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

(3) 同位素操作场所表面污染控制水平

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

B2 表面污染控制水平

B2.1 工作场所的表面污染控制水平如表 7-5 所列。

c) 设备、墙壁、地面经采取适当的去污措施后，仍超过表 7-5 中所列数值时，可视为固定污染，经审管部门或审管部门授权的部门检查同意，可适当放宽控制水平，但不得超过表 7-5 中所列数值的 5 倍。

表 7-5 工作场所的放射性表面污染控制水平

表 面 类 型		β放射性物质 (Bq/cm ²)
工作台、设备、墙壁、地面	控制区 ¹⁾	40
	监督区	4
工作服、手套、工作鞋	控制区 监督区	4
手、皮肤、内衣、工作袜		0.4

注：1) 该区内的高污染子区除外。

(4) ¹³¹I 治疗患者

第 7.4.4.3 款 接受放射性核素治疗的患者应在其体内的放射性物质的活度降至一定水平后才能出院，以控制其家庭与公众成员可能受到的照射。接受了碘-131 治疗的患者，其体内的放射性活度降至低于 400MBq 之前不得出院。

(5) 放射性物质向环境排放的控制

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

a) 每月排放的总活度不超过 10ALI_{min}(ALI_{min} 是相应于职业照射的食入和吸收 ALI 值中

较小者，其具体数值可按 B1.3.4 和 B1.3.5 条的规定获得)；

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

根据 B1.3.4 和 B1.3.5 条规定，对于职业照射，在一定的假设下可将 $I_{j,L}$ 用作 ALI。由相应的单位摄入量的待积有效剂量的值得到放射性核素 j 的年摄入量限值 $I_{j,L}$ 计算公式：

$$I_{j,ingL} = \frac{DL}{e_j}$$

式中：DL—相应的有效剂量的年剂量限值，25mSv/a；

e_j —GB18871-2002 中表 B3 和 B6、B7 给出的放射性核素 j 的单位摄入量所致待积有效剂量的响应值。本项目放射性核素排放导出限值见表 7-6。

表 7-6 放射性核素排放导出限值

放射性核素	吸入 e (g)	f_i	月排放限值 (Bq)	一次排放限值 (Bq)
^{131}I	1.1×10^{-8}	1.000	2.27×10^7	2.27×10^6
^{18}F	5.4×10^{-11}	1.000	4.63×10^9	4.63×10^8
^{89}Sr	1.0×10^{-9}	0.300	8.33×10^8	8.33×10^7
^{68}Ga	4.9×10^{-11}	0.001	5.10×10^{11}	5.10×10^{11}
^{177}Lu	1.0×10^{-9}	5.0×10^{-4}	5.0×10^{11}	5.0×10^{10}

以 ^{131}I 排放限值的计算为例：一次性排放限值为 $2.27 \times 10^6 Bq = 25 \div (1.1 \times 10^{-8}) \div 1000 \div 1.000$ ，月排放限值为 $2.27 \times 10^7 Bq = 2.27 \times 10^6 Bq \times 10$ 。

2、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）

第 4.3 条 辐射工作场所分区

第 4.3.1 条 应按照 GB 18871 的要求将核医学工作场所划分出控制区和监督区，并进行相应的管理。

第 4.3.2 条 核医学工作场所的控制区主要包括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。

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

第 4.3.4 条 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。

第 4.5 条 服药患者出院要求

第 4.5.1 条 为确保放射性核素治疗患者出院后，不至于使接触患者的家庭成员及公众超过相关的剂量约束或剂量限值，出院患者体内放射性核素活度应符合附录 B 的相关规定。

B.1 患者出院的体内放射性核素活度要求

为确保放射治疗患者出院后，不至于使接触患者的家庭成员及公众超过相关的剂量约束或剂量限值，放射治疗患者出院时体内放射性活度应符合表B.1的要求。

表B.1 放射治疗患者出院时体内放射性核素活度的要求

放射性核素	主要发射 (keV)			半衰期 (d)	患者出院时体内放射性 活度要求 (MBq)
	$\beta_{\max}$	β_{ave}	γ 及 X		
^{89}Sr	1492	583	---	50.53	≤ 200
^{131}I	606	---	364	8.0207	≤ 400

第 4.5.2 条 接受碘-131 治疗的患者，应在其体内的放射性活度降至 400MBq 以下或距离患者体表 1 米处的周围剂量当量率不大于 25 $\mu\text{Sv/h}$ 方可出院。

第 5.1 条 选址

第 5.1.1 条 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。

第 5.1.2 条 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。

第 5.1.3 条 核医学工作场所排风口的位置尽可能远离周边高层建筑。

第 5.2 条 布局

5.2.1 核医学工作场所应合理布局，住院治疗场所和门诊诊断场所应相对分开布置；同一工作场所内应根据诊疗流程合理设计各功能区域的布局，控制区应相对集中，高活室集中在一端，防止交叉污染。尽量减小放射性药物、放射性废物的存放范围，限制给药后患者的活动空间。

第 5.2.2 条 核医学工作场所应设立相对独立的工作人员、患者、放射性药物和放射性废物路径。工作人员通道和患者通道分开，减少给药后患者对其他人员的照射。注射放射性药物后患者与注射放射性药物前患者不交叉，人员与放射性药物通道不交叉，放射性药物和放射性废物运送通道应尽可能短捷。

第 5.2.3 条 核医学工作场所宜采取合适的措施，控制无关人员随意进入控制区和给药后患者的随意流动，避免工作人员和公众受到不必要的照射。控制区的出入口应设立卫生缓冲

区，为工作人员和患者提供必要的可更换衣物、防护用品、冲洗设施和表面污染监测设备。控制区内应设有给药后患者的专用卫生间。

第 6.1 条 屏蔽要求

第 6.1.1 条 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。

第 6.1.2 条 设计核医学工作场所墙壁、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。

第 6.1.5 条 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 $10\mu\text{Sv/h}$ 。

第 6.1.6 条 放射性药物合成和分装的箱体、通风柜、注射窗等设备应设有屏蔽结构，以保证设备外表面 30cm 处人员操作位的周围剂量当量率小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，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 $25\mu\text{Sv/h}$ 。

第 6.1.7 条 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 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

第 6.1.8 条 放射性物质贮存在专门场所内，并应有适当屏蔽。

第 6.2 条 场所安全措施要求

第 6.2.1 条 核医学工作场所的放射性核素操作设备的表面、工作台台面等平整光滑，室内地面与墙壁衔接处应无接缝，易于清洗、去污。

第 6.2.2 条 操作放射性药物场所级别达到乙级应在手套箱中进行，丙级可在通风橱内进行。应为从事放射性药物操作的工作人员配备必要的防护用品。放射性药物给药器应有适当的屏蔽，给药后患者候诊室内、核素治疗病房的床位旁应设有铅屏风等屏蔽体，以减少对其他患者和医护人员的照射。

第 6.2.3 条 操作放射性药物的控制区出口应配有表面污染监测仪器，从控制区离开的人员和物品均应进行表面污染监测，如表面污染水平超出控制标准，应采取相应的去污措施。

第 6.2.4 条 放射性物质应贮存在专门场所的贮存容器或保险箱内，定期进行辐射水平监测，无关人员不应入内。贮存的放射性物质应建立台账，及时登记，确保账物相符。

第 6.2.5 条 应为核医学工作场所内部放射性物质运送配备有足够屏蔽的贮存、转运等容器，容器表面应张贴电离辐射标志，容器在运送时应有适当的固定措施。

第 6.2.7 条 敷贴器治疗场所应设置专门的治疗室，治疗时严禁将敷贴源带出治疗室外。

敷贴治疗中，医务人员应采取有效的个人防护措施，对病人的正常组织应采用合适的屏蔽措施。敷贴器使用中应避免锐器损坏源窗面，不得将敷贴器浸入水、酒精等溶剂中，使用后应存放于干燥的贮源箱内。

第 6.2.9 条 扫描机房外门框上方应设置工作状态指示灯。

第 6.3 条 密闭和通风要求

第 6.3.1 条 核医学工作场所应保持有良好的通风，工作场所的气流流向应遵循自清洁区向监督区再向控制区的方向设计，保持工作场所的负压和各区之间的压差，以防止放射性气体及气溶胶对工作场所造成交叉污染。

第 6.3.3 条 碘-131 治疗病房应设有单独的通风系统，病房的门窗应有封闭措施，保持治疗区域内的负压，治疗区域内的空气应经单独的排气管道有组织排放。

第 6.3.4 条 放射性物质的合成、分装以及挥发性放射性核素的操作应在手套箱、通风橱等密闭设备中进行，防止放射性液体泄漏或放射性气体及气溶胶逸出。手套箱、通风橱等密闭设备应设计单独的排风系统，并在密闭设备的顶壁安装活性炭或其他过滤装置。

第 6.3.5 条 通风橱应有足够的通风能力。碘-131 治疗病房以及设有通风橱、手套箱等场所的通风系统排气口应高于本建筑物屋顶，尽可能远离邻近的高层建筑。

第 7 条 放射性废物的管理

第 7.1 条 一般要求

第 7.1.1 条 应根据核医学实践中产生废物的形态及其中的放射性核素的种类、半衰期、活度水平和理化性质等，按放射性废物分类要求将放射性废物进行分类收集和分别处理。

第 7.1.2 条 应按照废物最小化的原则区分放射性废物与解控废物，不能混同处理，应尽量控制和减少放射性废物产生量。

第 7.1.3 条 核医学实践中产生的短寿命放射性废物，应尽量利用贮存衰变的方法进行处理，待放射性核素活度浓度满足解控水平后，实施解控。不能解控的放射性废物，应送交有资质的放射性废物收贮或处置机构进行处理。

第 7.1.4 条 应建立放射性废物收集、贮存、排放管理台账，做好记录并存档备案。

第 7.2 条 固体放射性废物的管理

第 7.2.1 条 固体放射性废物收集

第 7.2.1.1 条 固体放射性废物应收集于具有屏蔽结构和电离辐射标志的专用废物桶。废物桶内应放置专用塑料袋直接收纳废物。

第 7.2.1.2 条 含尖刺及棱角的放射性废物，应预先进行包装处理，再装入废物桶，防止

刺破废物袋。

第 7.2.1.3 条 放射性废物每袋重量不超过 20 kg。装满废物的塑料袋应密封后及时转送至放射性废物暂存间贮存。

第 7.2.2 条 固体放射性废物贮存

第 7.2.2.1 条 产生少量放射性废物和利用贮存衰变方式处理放射性废物的单位，经审管部门批准可以将废物暂存在许可的场所和专用容器中。暂存时间和总活度不能超过审管部门批准的限制要求。

第 7.2.2.2 条 放射性废物贮存场所应安装通风换气装置，放射性废物中含有易挥发放射性核素的，通风换气装置应有单独的排风管道。入口处应设置电离辐射警告标志，采取有效的防火、防丢失、防射线泄漏等措施。

第 7.2.2.3 条 废物暂存间内应设置专用容器盛放固体放射性废物袋（桶），不同类别废物应分开存放。容器表面应注明废物所含核素的名称、废物的类别、入库日期等信息，并做好登记记录。

第 7.2.2.4 条 含放射性的实验动物尸体或器官应装入废物袋做好防腐措施（如存放至专用冰柜内），并做好屏蔽防护。不需要特殊防护措施即可处理的尸体含放射性常用核素的上限值见附录 C。

第 7.2.2.5 条 废物暂存间内不得存放易燃、易爆、腐蚀性物品。

第 7.2.3 条 固体放射性废物处理

第 7.2.3.1 条 固体放射性废物暂存时间满足下列要求的，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， α 表面污染小于 0.08 Bq/cm^2 、 β 表面污染小于 0.8 Bq/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。

第 7.2.3.2 条 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 0.1 mSv/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 4 Bq/cm^2 、其他 α 发射体应小于 0.4 Bq/cm^2 。

第 7.2.3.3 条 固体放射性废物的存储和处理应安排专人负责，并建立废物存储和处理台

账，详细记录放射性废物的核素名称、重量、废物产生起始日期、责任人员、出库时间和监测结果等信息。

第 7.3 条 液态放射性废物的管理

第 7.3.1 条 放射性废液收集

第 7.3.1.1 条 核医学工作场所应设置有槽式或推流式放射性废液衰变池或专用容器，收集放射性药物操作间、核素治疗病房、给药后患者卫生间、卫生通过间等场所产生的放射性废液和事故应急时清洗产生的放射性废液。

第 7.3.1.2 条 核医学工作场所放射性药物标记、分装、注射后的残留液和含放射性核素的其他废液应收集在专用容器中。含有长半衰期核素的放射性废液应单独收集存放。盛放放射性废液的容器表面应张贴电离辐射标志。

第 7.3.1.3 条 核医学工作场所的上水需配备洗消处理设备（包括洗消液）。控制区和卫生通过间内的淋浴间、盥洗水盆、清洗池等应选用脚踏式或自动感应式的开关，以减少场所内的设备放射性污染。头、眼和面部宜采用向上冲淋的流动水。

第 7.3.1.4 条 放射性废液收集的管道走向、阀门和管道的连接应设计成尽可能少的死区，下水道宜短，大水流管道应有标记，避免放射性废液集聚，便于检测和维修。

第 7.3.2 条 放射性废液贮存

第 7.3.2.1 条 经衰变池和专用容器收集的放射性废液，应贮存至满足排放要求。衰变池或专用容器的容积应充分考虑场所内操作的放射性药物的半衰期、日常核医学诊疗及研究中预期产生贮存的废液量以及事故应急时的清洗需要；衰变池池体应坚固、耐酸碱腐蚀、无渗透性、内壁光滑和具有可靠的防泄漏措施。

第 7.3.2.2 条 含碘-131 治疗病房的核医学工作场所应设置槽式废液衰变池。槽式废液衰变池应由污泥池和槽式衰变池组成，衰变池本体设计为 2 组或以上槽式池体，交替贮存、衰变和排放废液。在废液池上预设取样口。有防止废液溢出、污泥硬化淤积、堵塞进出水口、废液衰变池超压的措施。

第 7.3.2.3 条 核医学诊断和门诊碘-131 治疗场所，可设置推流式放射性废液衰变池。推流式衰变池应包括污泥池、衰变池和检测池。应采用有效措施确保放射性废液经污泥池过滤沉淀固形物，推流至衰变池，衰变池本体分为 3-5 级分隔连续式衰变池，池内设导流墙。污泥池池底有防止和去除污泥硬化淤积的措施。

第 7.3.3 条 放射性废液排放

第 7.3.3.1 条 对于槽式衰变池贮存方式：

a) 所含核素半衰期小于 24 小时的放射性废液暂存时间超过 30 天后可直接解控排放；

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 1 Bq/L、总 β 不大于 10 Bq/L、碘-131 的放射性活度浓度不大于 10 Bq/L。

第 7.3.3.3 条 放射性废液的暂存和处理应安排专人负责，并建立废物暂存和处理台账，详细记录放射性废液所含的核素名称、体积、废液产生起始日期、责任人员、排放时间、监测结果等信息。

第 7.4 条 气态放射性废物的管理

第 7.4.1 条 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。

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

3、《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）

第 12.1 条 放射性核素敷贴治疗器的放射防护要求

第 12.3 条 敷贴器贮源箱的放射防护要求

第 12.3.1 条 贮源箱的外表面应标有放射性核素名称、最大容许装载放射性活度和牢固、醒目的电离辐射标志（见 GB 2894）。

第 12.3.3 条 距离贮源箱表面 5 cm 和 100 cm 处因泄漏辐射所致的周围剂量当量率分别不应超过 10 μ Sv/h 和 1 μ Sv/h。

4、《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）

第 6 条 X 射线设备机房防护设施的技术要求

第 6.1.1 条 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。

第 6.1.2 条 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。

第 6.1.3 条 每台固定使用的 X 射线机设备应设有单独的机房，机房应满足相应布局要求。

第 6.1.5 条 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、最小单边长度应不小于表 2（见表 7-12）的规定。

表 7-12 X 射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度

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
CT 机	30	4.5

第 6.2 条 X 射线设备机房屏蔽

第 6.2.1 条 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（见表 7-13）的规定。

第 6.2.2 条 医用诊断 X 射线防护不同铅当量屏蔽物质厚度的典型值参见标准附录 C 中表 C.4～表 C.7。

表 7-13 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 mm	非有用线束方向铅当量 mm
CT 机房	2.5	

第 6.2.3 条 机房的门和窗关闭时应满足表 3（表 7-13）的要求。

第 6.3 条 X 射线设备机房屏蔽体外剂量水平

第 6.3.1 条 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

b) CT 机、乳腺摄影、乳腺 CBCT、口内牙片摄影、牙科全景摄影、牙科全景头颅摄影口腔 CBCT 和全身骨密度仪机房外的周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/h。

第 6.3.2 条 机房的辐射屏蔽防护检测方法及检测条件按第 8 章和附录 B 的要求。

第 6.4 条 X 射线设备工作场所防护

第 6.4.1 条 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。

第 6.4.2 条 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

第 6.4.3 条 机房应设置动力排风装置，并保持良好的通风。

第 6.4.4 条 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。

第 6.4.5 条 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。

第 6.4.6 条 电动推拉门宜设置防夹装置。

第 6.4.7 条 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。

第 6.4.9 条 CT 装置的安放应利于操作者观察受检者。

第 6.4.10 条 机房出入门宜处于散射辐射相对低的位置。

第 6.5 条 X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求

第 6.5.1 条 每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表 4（见表 7-14）基本种类要求的工作人员、受检者防护用品与辅助设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅橡胶防护衣；

第 6.5.3 条 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低于 0.25mmPb；

第 6.5.4 条 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小于 0.5mmPb。

表 7-14 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

放射检查类型	工作人员		患者和受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
CT 体层扫描 (隔室)	—	—	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或 方巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	—
注 1：“—”表示不做要求				
注 2：各类个人防护用品和辅助防护设施，指防电离辐射的用品和设施。鼓励使用非铅材料防护用品，特别是非铅介入防护手套。				
a 工作人员、受检者的个人防护用品和辅助防护设施任选其一即可。				

5、《操作非密封源的辐射防护规定》（GB 11930-2010）

第4.1 剂量限制

第4.1.1 对从事非密封源操作的辐射工作人员受到的正常照射应加以限制，应对操作非密封源的实践活动所产生的公众照射加以限制，剂量限值、表面污染控制水平、以及剂量约束值的确定均应遵循GB 18871-2022的要求。

第4.2.5条 对各类人员所受剂量进行严格控制的措施至少应包括：

- a) 在选用非密封源时，选用的非密封源放射性核素的活度尽量小，毒性尽可能的低
- b) 尽可能用密闭型操作代替非密封操作；
- c) 提高工作人员的操作熟练程度，缩短操作时间；
- d) 尽可能增加操作距离；
- e) 确定最优化的防护和安全措施。

第4.3.2条 采取的多重防护与安全措施主要包括连锁（装置）、包容、密闭屏障等，以确保当上一层次的防御措施失效时，可由下一层次的防御措施予以弥补或纠正。

第5条 安全操作

第5.1条 一般要求

第5.1.1条 为开展辐射防护管理工作并对职业照射进行控制，非密封源工作场所应实行严格的分区、分级管理，分区、分级管理的措施，应遵循GB 18871-2002的要求。

第5.1.2条 宜在辐射工作场所的醒目位置悬挂（张贴）辐射警告标志，人员通行和放射性物质传递的路线应严格执行相关规定，防止发生交叉污染。应制定严格的辐射防护规程和操作规程。

第5.1.3条 操作非密封源的单位应制定辐射防护大纲并对其实施和评价负全面责任。单位应设立相应的安全与防护机构(或专、兼职安全与防护人员)，并用文件的形式明确规定其职责。

第5.1.4条 应建立安全与防护培训制度，培植和保持工作人员良好的安全文化素养，自觉遵守规章制度，掌握辐射防护基本原则、防护基本知识及辐射防护技能。

第5.1.5条 辐射工作人员对某些操作程序必要时应事先进行模拟试验、冷试验、热试验，当熟练掌握操作技能后方可正式开展工作。

第5.1.6条 如果操作过程中发现异常情况，应及时报告，并分析原因，采取措施，防止重复发生类似事件。

第5.1.7条 应定期检查工作场所各项防护与安全措施的有效性，针对不安全因素制定相应的补救措施，并认真落实，确保工作场所处在良好的运行状态。

第5.1.8条 在原有设施条件下开展新工作(包括工艺流程的重大改变和提高放射性核素日等效最大操作量)，如果计划操作的放射性核素种类、操作量、操作方式以及防护设施和设备的要求超出原设计规范，应事先向主管部门提交防护与安全分析报告，经主管部门审查批准后方可进行。

第5.1.9条 如进行存在临界安全问题的操作，应同时遵守国家有关临界安全的规定。

第5.2条 操作条件

第5.2.1条 非密封源的操作应根据所操作的放射性物质的量和特性，选择符合安全与防护要求的条件，尽可能在通风柜、工作箱或手套箱内进行。

第5.2.2条 操作过程中所用的设备、仪器、仪表、器械和传输管道等应符合安全与防护要求。吸取液体的操作应使用合适的负压吸液器械，防止放射性液体溅出、溢出，造成污染。储存放射性溶液的容器应由不易破裂的材料制成。

第5.2.3条 有可能造成污染的操作步骤，应在铺有塑料或不锈钢等易去除污染的工作台

面上或搪瓷盘内进行。

第5.2.4条 操作中使用的容器，必要时应在其外面加一个能足以容纳其全部放射性溶液的不易破裂的套桶。

第5.2.5条 操作易燃易爆物质，或操作中使用高温、高电压和高气压设备时，应有可靠的防止过热或超压的保护措施，并遵守国家有关安全规定。

第5.2.6条 伴有强外照射的操作，应尽可能缩短操作时间，利用合适的屏蔽或使用长柄操作机械等防护措施。

第5.2.7条 若需要进行开启密闭工作箱门放入或取出物品及其他危险性较大的操作时，应采取安全与防护措施，并在防护人员监督下进行。

第5.2.8条 进行污染设备检修时，应当事先拟出计划。主要的工作内容及采取的防护措施，经现场防护人员审查同意并落实辐射防护措施后方可进行。

第5.3条 个人防护

第5.3.1条 辐射工作人员应熟练掌握安全与防护技能，取得相应资质。

第5.3.2条 辐射工作人员应根据实际需要配备适用、足够和符合标准的个人防护用具(器械、衣具)，并掌握其性能和使用方法。个人防护用具应有备份，均应妥善保管,并应对其性能进行定期检验。

第5.3.3条 辐射工作场所应具备适当的防护手段与安全措施，做好个人防护工作。

第5.3.4条 在伴有外照射的工作场所，应做好个人外照射防护，包括 β 外照射防护。

第5.3.5条 在任何情况下均不允许用裸露的手直接接触放射性物质或进行污染物件的操作。

第5.3.6条 辐射工作场所应根据所操作非密封源的特点配备适当的医学防护用品和急救药品箱，供处理事故时使用。严重污染事件的医学处理应在医学防护人员的指导下进行。

第6条 辐射防护监测

第6.1条 一般要求

第6.1.1条 操作非密封源的单位应具备相应的辐射防护监测能力，配备合格的辐射防护人员及相关的设备，制定相应的辐射监测计划。编写辐射监测计划应执行GB 8999、GB 11217、GB 5294、HJ/T 61-2001的相关规定。

第6.1.2条 应记录和保存辐射监测数据,建立档案。记录监测结果时应同时记录测量条件、测量方法和测量仪器、测量时间和测量人姓名等。

第6.1.3条 应定期对辐射监测结果进行评价，提出改进辐射防护工作的建议，并应将监

测与评价的结果向审管部门报告；如发现异常情况应及时报告。

第6.1.4条 对于非常规性的特殊操作，为了加强操作管理、实现安全与防护最优化，应开展与任务(操作)相关的监测。

第6.1.5条 在新设施运行阶段、当设施或程序有了重大变更，或有可能出现异常情况时应进行特殊监测。

第6.2条 个人监测

第6.2.1条 操作非密封源的辐射工作人员的个人监测应遵循GB 18871- 2002的要求，除了必要的个人外照射监测外，应特别注意采用合适的方法做好个人内照射监测。

第6.2.2条 在个人监测中要按照监测计划开展皮肤污染监测、手部剂量监测。

第6.2.3条 对于参加大检修或特殊操作而有可能造成体内污染的工作人员，操作前后均应接受内照射监测。必要时应依据分析结果进行待积有效剂量的估算。

第6.2.4条 个人剂量档案应妥善保存，保存时间应不少于个人停止放射工作后30年。

第6.3条 工作场所监测

第6.3.1条 应依据非密封源的特点和操作方式，做好工作场所监测，包括剂量率水平、空气中放射性核素浓度和表面污染水平等内容。

第6.3.2条 工作场所监测的内容和频度根据工作场所内辐射水平及其变化和潜在照射的可能性与大小进行确定。

第6.4条 流出物监测

第6.4.1条 放射性流出物的排放限值应按GB18871-2002的相关规定执行，应经过审管部门批准，应对有关放射性核素成分、浓度和总活度等进行监测，实施受控排放。

第6.4.2条 乙、丙级工作场所一般可以用定期取样测量的方法对气态流出物进行监测；对于甲级工作场所，其气态流出物年排放量可能达到容许排放限值或排放量的显著份额的，需进行在线连续监测。

第6.5条 环境监测

第6.5.1条 操作非密封源的单位应根据流出物中放射性核素的种类、性质和数量，排放形式及环境条件确定环境监测项目、范围和周期，应确保能及时发现环境中放射性水平的变化趋势和异常情况。

第6.5.2条 估计一次排放的放射性核素活度较高时，应立即进行环境监测。监测应持续到结果调查清楚时为止。

第7条 放射性废物管理

第7.1条 一般要求

第7.1.1条 放射性废物的管理应遵循GB 18871-2002、GB 14500的相关规定，进行优化管理。

第7.1.2条 应从源头控制、减少放射性废物的产生，防止污染扩散。

第7.1.3条 应分类收储废物，采取有效方法尽可能进行减容或再利用，努力实现废物最小化。

第7.1.4条 应做好废物产生、处理、处置(包括排放)的记录，建档保存。

第7.2条 放射性废液

第7.2.1条 操作非密封源的单位，一般应建立放射性废液处理系统，确保产生的废液得到妥善处理。不得将放射性废液排入普通下水道；相关控制应遵循GB 18871-2002 的要求；不允许利用生活污水下水系统洗涤被放射性污染的物品；不允许用渗井排放废液。

第7.2.2条 废液应妥善地收集在密闭的容器内。盛装废液的容器，除了其材质应不易吸附放射性物质外，还应采取适当措施保证在容器万一破损时其中的废液仍能收集处理。遇有强外照射时，废液收集地点应有外照射防护措施。

第7.2.3条 经过处理的废液在向环境排放前，应先送往监测槽逐槽分析，符合排放标准后方可排放。

第7.2.4条 使用少量或短寿命放射性核素的单位，可设立采取衰变方法进行放射性废液处理处置系统，该系统应有足够的防渗漏能力。

第7.3条 放射性固体废物

第7.3.1条 产生放射性固体废物较多的单位应当建立固体废物暂存库，确保储存的废物可回取。

第7.3.2条 操作非密封源的单位产生的废物(包括废弃的放射源)，应按要求送指定的废物库暂存。送贮的废物应符合送贮条件。

第7.3.3条 对于半衰期短的废物可用放置衰变的办法，待放射性物质衰变到清洁解控水平后作普通废物处理，以尽可能减少放射性废物的数量。

第7.4条 放射性废气排放

第7.4.1条 对工作场所放射性废气或气溶胶的排放系统，应经常检查其净化过滤装置的有效性。

第7.4.2条 凡预计会产生大量放射性废气或气溶胶而可能污染环境的一次性操作，亦应采取有效的防护与安全措施和监测手段。

第9条 非密封放射源的管理

第9.1条 操作非密封源的单位应配备专(兼)职人员负责放射性物质的管理,应建立非密封放射源的账目(如交收账、库存账、消耗账),并建立登记保管、领用、注销和定期检查制度。

第9.2条 非密封放射源应存放在具备防火、防盗等安全防范措施的专用贮存场所妥善保管,不得将其与易燃、易爆及其他危险物品放在一起。

第9.3条 辐射工作场所贮存的非密封放射源数量应符合防护与安全的要求,对于不使用的非密封放射源应及时贮存在专用贮存场所。

第9.4条 贮存非密封放射源的保险橱和容器在使用前应经过检漏。容器外应贴有明显的标签(注明元素名称、理化状态、射线类型、活度水平、存放起始时间和存放负责人等)。

第9.5条 存放非密封放射源的库房应采取安保措施,严防被盗、丢失。

第9.6条 应定期清点非密封放射源的种类、数量,做到账物相符。工作人员如发现异常情况应按相关规定及时报告。

第9.7条 应做好非密封放射源的领用和注销工作,领用人一般应做到:

- a)掌握辐射防护基本知识;
- b)履行登记手续;按期归还;
- c)不允许擅自转借;
- d)用毕办理注销手续。

6、《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)

第4.3条 监测周期或频次

第4.3.1条 常规监测的周期应综合考虑放射工作人员的工作性质、所受剂量的大小、剂量变化程度及剂量计的性能等诸多因素。常规监测周期一般为1个月,最长不应超过3个月。

第4.3.2条 任务相关监测和特殊监测应根据辐射监测实践的需要进行。

第5.3条 佩戴

第5.3.1条 对于比较均匀的辐射场,当辐射主要来自前方时,剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置,一般在左胸前或锁骨对应的领口位置;当辐射主要来自人体背面时,剂量计应佩戴在背部中间。

第5.3.2条 对于如介入放射学、核医学放射药物分装与注射等全身受照不均匀的工作情况,应在铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴剂量计。

第5.3.3条 对于5.3.2所述工作情况,建议采用双剂量计监测方法(在铅围裙内躯干上再佩戴另一个剂量计),且宜在身体可能受到较大照射的部位佩戴局部剂量计(如头箍剂量计、

腕部剂量计、指环剂量计等)。

第6条 剂量评价

第6.2条 外照射个人监测剂量评价方法

第6.2.1条 职业性外照射个人监测,一般依据测得的个人剂量当量 $H_p(d)$ 进行个人剂量评价。

第6.2.4条 当按5.3.3条佩戴铅围裙内、外两个剂量计时,宜采用式(1)估算有效剂量:

$$E = \alpha H_u + \beta H_o \dots\dots\dots (1)$$

式中:

E ——有效剂量中的外照射分量,单位为毫希沃特(mSv);

α ——系数,有甲状腺屏蔽时,取0.79,无屏蔽时,取0.84;

H_u ——铅围裙内佩戴的个人剂量计测得的 $H_p(10)$,单位为毫希沃特(mSv);

β ——系数,有甲状腺屏蔽时,取0.051,无屏蔽时,取0.100;

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 $H_p(10)$,单位为毫希沃特(mSv)。

7、《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)

标准表2中综合医疗机构水污染物总 α 排放限值为1Bq/L,总 β 排放限值为10Bq/L。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置

兴义市人民医院位于黔西南布依族苗族自治州兴义市英雄路（地理位置见附图 1），兴义市人民医院西南侧为英雄路，西北侧为遵义路，北侧为吉祥小区，东侧为山体公园，南侧为黔西南布依族苗族自治州民政局和烈士陵园。本次建设项目将位于 3 号楼（门急诊综合楼）负一楼北侧的场地建设为核医学科，核医学科分为 PET 中心及核素治疗区，建设后核医学科东侧为楼梯间等，南侧为医用电梯间、应急配电房、库房等，西侧为门急诊综合楼楼前广场、英雄路、民房等，北侧为 2 号楼负一楼核医学科、院内道路、检验科等，核医学科上方为一楼导管室、交费大厅、药房等（核医学科上方详见附图 6），下方为摩托车停放区、水泵房、空房等（核医学科下方详见附图 5）。3 号楼（门急诊综合楼）地上 17 层，地下 2 层，地面高度约 77m，2 号楼（医技楼）地上 8 层，地下 4 层，地面高度约 32m，3 号楼（门急诊综合楼）与 2 号楼（医技楼）相连，为裙楼关系；

8.2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

8.2.1 评价对象

本次评价对象为核医学科核技术利用扩建项目场址及周围环境陆地 γ 辐射剂量率的本底情况。

8.2.2 监测因子

本次环评辐射环境本底监测选取 γ 辐射空气比释动能率作为监测因子。

8.2.3 监测点位

辐射环境本底监测点位布置见图 8-1、图 8-2、图 8-3。

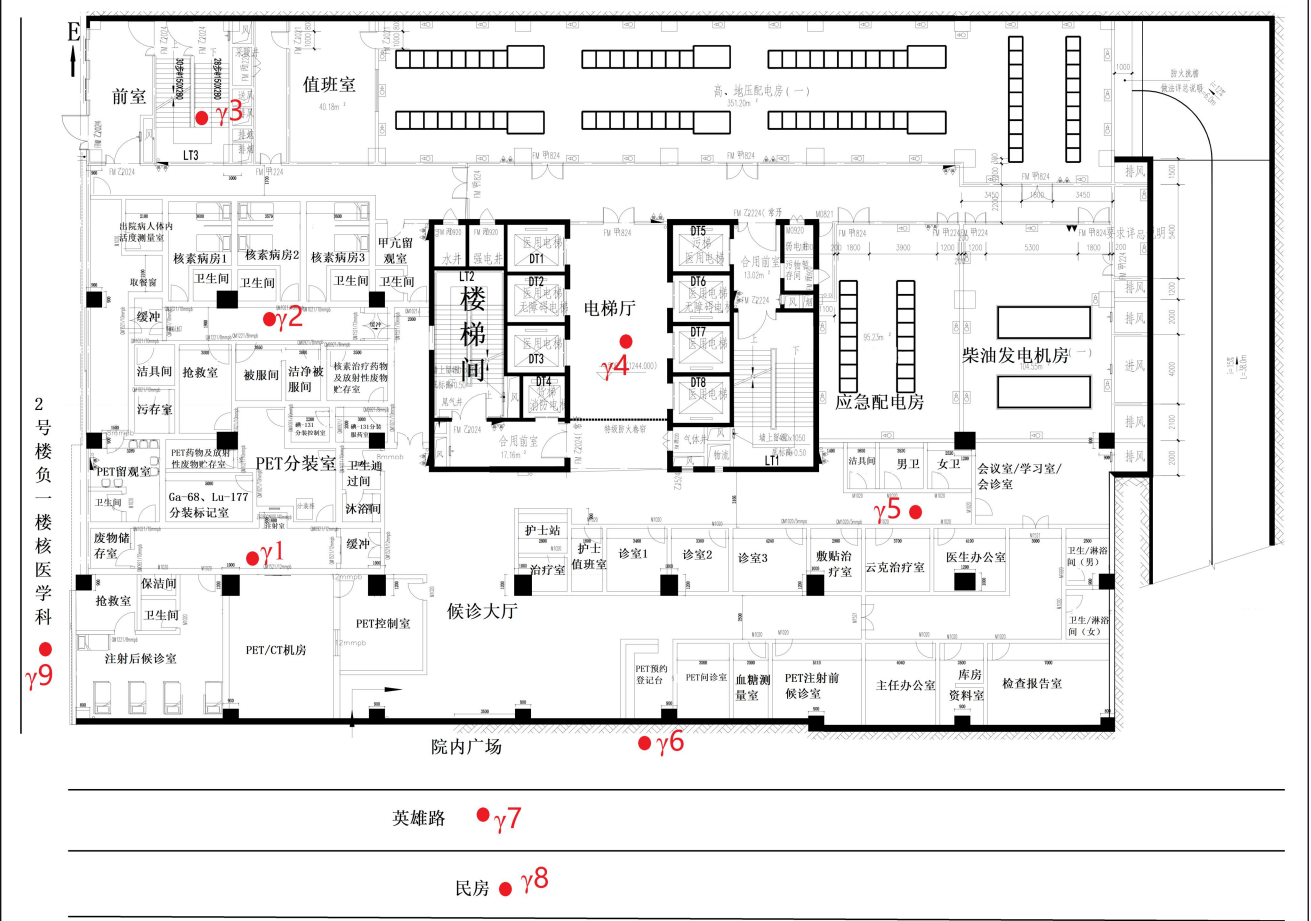


图 8-1 本项目所在楼层及院内辐射环境本底监测点位示意图

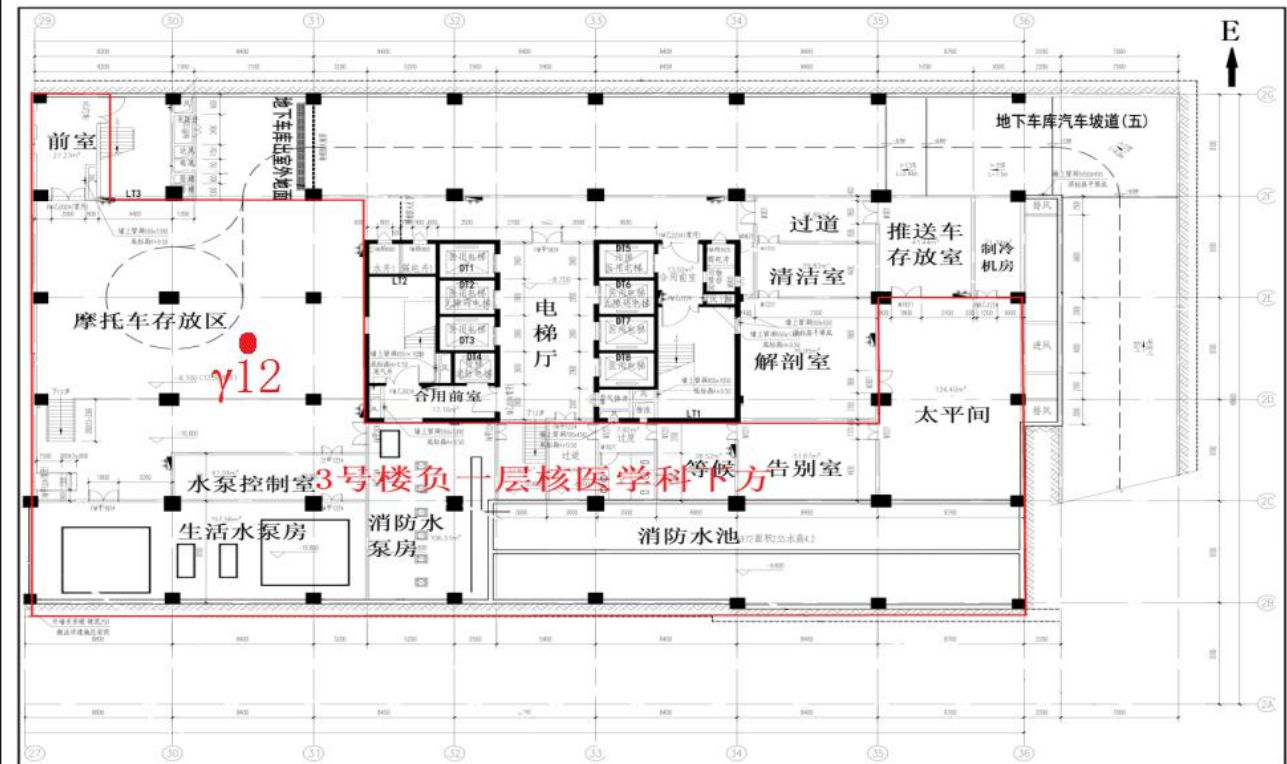


图8-2 本项目下方辐射环境本底监测点位示意图

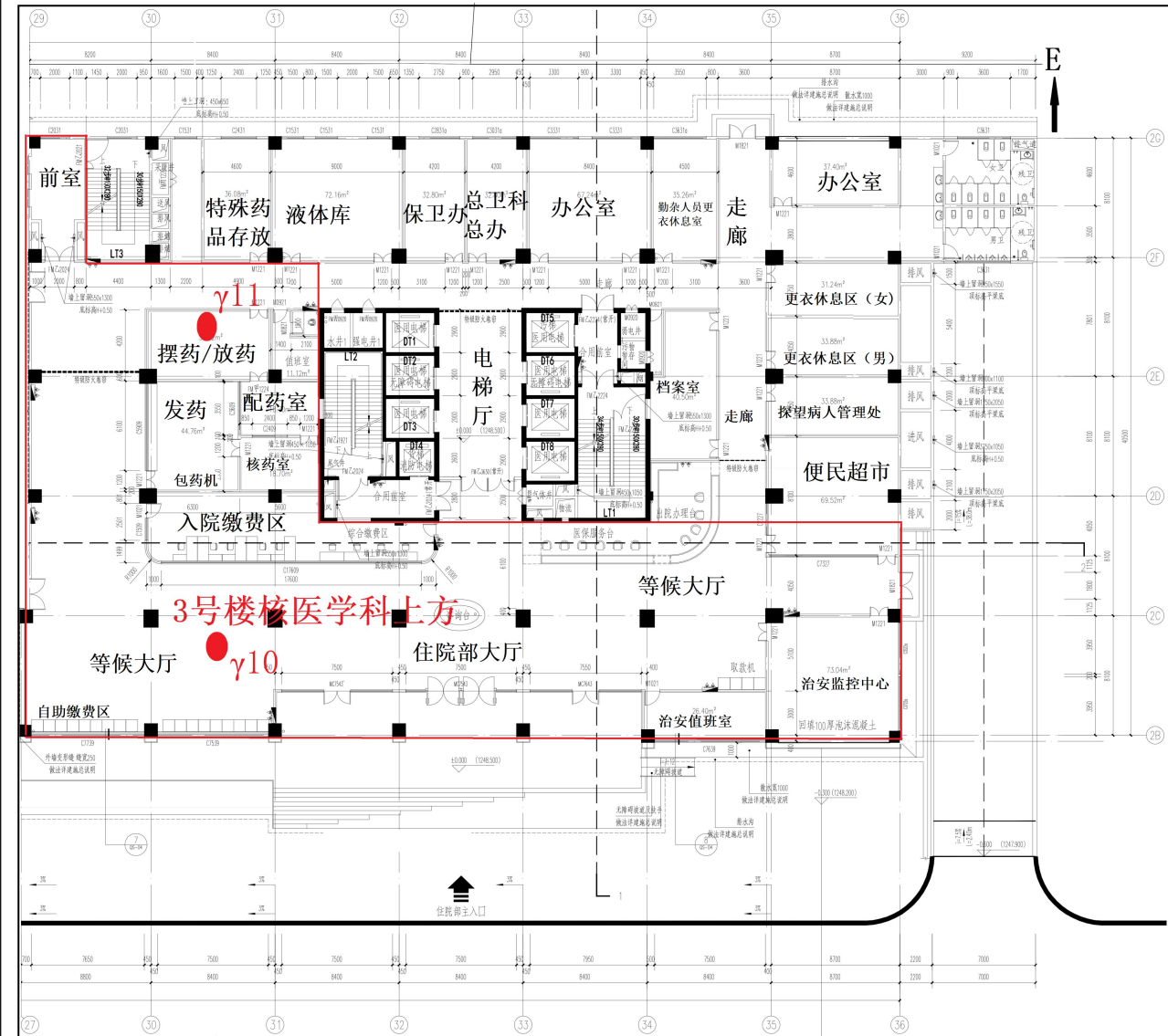


图8-3 本项目上方辐射环境本底监测点位示意图

8.3 监测方案、质量保证措施、监测结果

8.3.1 监测方案

(1) 监测仪器及方法

根据污染因子分析，对拟建的核技术利用项目场所及周围环境进行陆地γ辐射空气比释动能率本底监测。监测仪器见表 8-1，监测方法见表 8-2。

表 8-1 X-γ射线剂量率监测仪器参数

仪器名称	便携式 X-γ剂量率仪
型号（编号）	BH3103B（047）
生产厂家	北京核仪器厂
能量响应	25KeV~3MeV
量 程	X-γ: (1~10000)×10 ⁻⁸ Gy/h
检定证书	校准字第 202203000421 号 有效期: 2022 年 03 月 03 日~2023 年 03 月 02 日

表 8-2 监测方法

监测方法	现场瞬时测量
监测规范、标准	《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021） 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）

（2）监测布点

参照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）中的方法布设监测点，根据核医学科核技术利用项目周围环境现状，监测点位的选取覆盖核医学科核技术利用项目运行区域及周围公众人员活动区域。根据上述布点原则与方法，本项目核医学科核技术利用建设项目辐射环境本底监测点位布置如图 8-1、图 8-2、图 8-3 所示所示。

8.3.2 检测质量保证措施

- a 合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性。
- b 监测方法采用国家有关部门颁布的且本单位已通过有关部门认证过的标准，监测人员经考核合格并持有合格证书。
- c 监测仪器与所测对象能量响应范围、量程、响应时间等方面相符合，且定期经计量部门检定，检定合格后方可使用，并在有效期内，以保证获得真实有效的监测结果。
- d 监测单位贵州辐源环保科技有限公司通过贵阳国家高新技术产业开发区质量技术监督局实验室认证工作，证书编号：192415101304，监测时依据公司相关体系文件要求开展检测工作。
- e 监测报告严格执行贵州辐源环保科技有限公司质量管理体系的要求实行三级审核。

8.3.3 监测结果

2022 年 4 月 6 日贵州辐源环保科技有限公司对本项目场址及其周围环境进行了γ辐射剂量率本底水平现状监测，γ辐射剂量率本底监测报告详见附件五。兴义市人民医院 PET 中心及核素治疗建设项目区域及周围环境陆地γ辐射空气比释动能率本底监测结果见表 8-3。

表 8-3 项目周围环境辐射本底γ辐射空气比释动能率监测结果 单位：（ $\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ）

测点编号	测点描述	γ辐射空气比释动能率	标准差
γ1	拟建 PET 显像区（目前为空地）	4.60	0.90
γ2	拟建核数治疗区（目前为空地）	4.98	0.76
γ3	拟建核医学科东侧楼梯间	5.74	0.90
γ4	拟建核医学科南侧医用电梯厅	5.55	0.76
γ5	拟建核医学科南侧办公区	5.74	0.70
γ6	拟建核医学科西侧外院内广场	4.45	0.90

$\gamma 7$	拟建核医学科西侧外道路（英雄路）	4.35	0.88
$\gamma 8$	拟建核医学科西侧外民房	4.14	0.60
$\gamma 9$	拟建核医学科北侧现核医学科办公区	8.31	0.84
$\gamma 10$	拟建核医学科上方门急诊综合楼一楼交费大厅	5.46	0.84
$\gamma 11$	拟建核医学科上方门急诊综合楼一楼药房	5.93	0.76
$\gamma 12$	拟建核医学科下方门急诊综合楼负二楼摩托车停放区	5.17	0.72

备注：以上监测数据均已扣除监测设备测点处的宇宙射线响应值

黔西南布依族苗族自治州陆地 γ 辐射空气比释动能率参见《全国环境天然放射性水平调查研究》（1995 年 8 月）。

表 8-4 黔西南布依族苗族自治州陆地 γ 辐射空气比释动能率

单位：（ $\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ）

监测项目		建筑物内	原野	道路
γ 辐射	均值	8.61 ± 2.22	7.11 ± 1.82	5.81 ± 1.50
	范围	3.40---13.71	3.06---12.31	2.36---11.26

备注：黔西南布依族苗族自治州陆地 γ 辐射空气比释动能率均已扣除了监测设备的宇宙射线响应值

8.4 环境辐射环境质量现状监测评价

通过表 8-3 监测结果与表 8-4 进行比较，可以看出，本项目所在区域周围环境空气吸收剂量率在 $4.14 \times 10^{-8}\text{Gy/h} \sim 8.31 \times 10^{-8}\text{Gy/h}$ 之间，处于黔西南布依族苗族自治州天然辐射本底范围内，项目建设场址及其周围环境的辐射环境无异常。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

本项目核医学科建设内容：①将位于3号楼（门急诊综合楼）负一楼北侧的场地建设为PET中心及核素治疗区，并且与2号楼（医技楼）负一楼核医学科相邻，根据《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》（环办辐射函〔3016〕430号）中“满足以下特点的放射性药品生产、使用场所，应当作为一个单独场所进行日等效操作量核算：1、有相对独立、明确的监督区和控制区划分；2、工艺流程连续完整；3、有相对独立的辐射防护措施”，根据该文件，3号楼负一楼改扩建的核医学场与2号楼核医学科相对独立，故3号楼负一楼核医学科作为独立的乙级非密封放射性物质工作场所进行管理；②在建设后的核医学场所PET中心新增一台PET/CT，并使用¹⁸F、⁶⁸Ga开展PET/CT显像诊断，为PET配备3枚⁶⁸Ge校准源用于PET/CT校准，使用锗镓发生器淋洗制备⁶⁸Ga；③在3号楼负一楼核医学场所核素治疗区，使用¹³¹I进行甲亢治疗及甲癌治疗，使用¹⁷⁷Lu进行前列腺癌、乳腺癌、肺癌等癌症的治疗；④在3号楼负一楼核医学场所PET中心使用⁸⁹Sr进行核素治疗；⑤在敷贴治疗室使用⁹⁰Sr-⁹⁰Y放射源进行敷贴治疗。本项目核医学科位于3号楼（门急诊综合楼）负一楼，门急诊综合楼地面共17层，地下2层，约77m高。

9.1.1 核素特性

¹⁸F是元素氟的一种放射性同位素，为人工放射性核素，半衰期为1.83h，衰变方式为β衰变，同时通过正电子湮没辐射产生两条方向相反的，能量均为511keV的γ射线。

⁶⁸Ga是镓元素的一种放射性同位素，半衰期为1.13h，衰变方式为β衰变，同时通过正电子湮没辐射产生两条方向相反的，能量均为511keV的γ射线。

¹³¹I 是元素碘的一种放射性同位素，为人工放射性核素（核裂变产物），半衰期为 8.03 天，衰变方式为β衰变，发射β射线（99%）和γ射线（1%），其中β射线分支比最大的为 89.2%，能量为 606.3keV，还能释放出多条γ射线，其中分支比最大的为 81.1%，能量为 364keV。

⁸⁹Sr 半衰期 50.75 天，衰变方式为 β 衰变（β%=100），β 射线能量为 1.463MeV，可用于缓解前列腺癌、乳腺癌、肺癌、鼻咽癌、神经内分泌肿瘤等晚期恶性肿瘤骨转移所致骨痛。

⁶⁸Ge 半衰期为 271 天，衰变方式为β衰变，衰变子体为 ⁶⁸Ga，子体 ⁶⁸Ga 的衰变方式为β衰变，同时通过正电子湮没辐射产生两条方向相反的，能量均为 511keV 的γ射线，利用这一特性使用 ⁶⁸Ge 对 PET/CT 进行校正。

⁹⁰Sr 半衰期 28.1 年，衰变方式为 β 衰变（β%=100），子体 Y-90 半衰期为 64.2 小时，两

者发出的 β 射线能量分别为0.546MeV和2.254MeV，在人体组织中的射程分别为0.27cm和1.12cm。

^{177}Lu 半衰期6.71天，衰变方式为 β 衰变($\beta\%=100$)， β 射线能量为0.497MeV，同时伴随还能释放出多条 γ 射线，其中分支比最大的为10.36%，能量为208keV。

9.1.2 工作原理

1、PET/CT 工作原理

PET的基本结构与其他核医学影像设备相似，都是由探测器(探头)、电子学系统、计算机数据处理系统、显示记录装置、扫描机架和同步检查床等部分组成。但其显像的原理、探测器的结构以及性能指标要求等，都与SPECT有很大的区别。

PET显像是将发射正电子的核素引入体内，其发射的正电子经湮灭辐射转换成的能力相同、方向相反的两个 γ 光子至体内，由PET的成对探测器采集，经过计算机重建而成断层图像，显示正电子核素标记物在体内的分布情况。使用 ^{18}F 或 ^{68}Ga 作为正电子示踪剂，使用放射源 ^{68}Ge 进行校正。

PET/CT有PET和CT两部分组成，两者组合在同一个机架内，CT位于PET的前方，后配置PET/CT融合对位工作站。完成CT及PET扫描之后，PET/CT融合工作站可分别重建CT和PET的断层图像以及两者的融合图像。

2、锗镓发生器原理

锗镓发生器存放于PET药物及放射性废物贮存间内的模块箱内，根据需求量配备，在PET药物分装室通风橱中淋洗 ^{68}Ga ， ^{68}Ge 半衰期较长，每个锗镓发生器可根据用量使用1~2年。锗镓发生器的具体工作原理为： ^{68}Ge 离子吸附在 Al_2O_3 色层柱上，衰变后 ^{68}Ga 离子与 ^{68}Ge 离子电荷不同， ^{68}Ga 离子比较容易淋洗下来，使用时每隔数小时用0.05~0.15mol/L的HCl淋洗即可得到含有 ^{68}Ga 离子的淋洗液。淋洗液配置成相应的药物后，工作人员使用活度计根据需求量对 ^{68}Ga 药物进行标记，并在PET药物分装室通风柜中分装使用。

3、 ^{131}I 甲亢、甲癌治疗工作原理

碘是合成甲状腺激素的物质之一，甲状腺细胞通过钠/碘共转运子(NIS)克服电化学梯度从血液循环中浓聚碘-131。碘-131在甲状腺组织内的有效半衰期约为3.4~3.5d，碘-131衰变发射的 β 射线在组织内平均射程为1mm，所以 β 粒子携带的能量几乎全部释放在甲状腺组织内，对甲状腺周围的组织和器官影响较小。由于 β 射线在组织内有一定的射程，将产生“交叉火力”作用，使甲状腺组织不是均匀的接受辐射，腺体中心的组织接受来自四周的辐射，而表面的甲状腺组织则只接受来自甲状腺体内的辐射，甲状腺周围的组织不摄取碘-131，不

会对甲状腺表面的组织形成空间的辐射。因此，甲状腺中心部分接受的辐射剂量大于腺体表面，如给予适当剂量的碘[131] 化钠，利用放射性“切除”部分甲状腺组织的同时保留一定量的甲状腺组织，使甲状腺功能恢复正常，达到治疗甲亢和甲癌的目的。

4、肿瘤转移治疗

锶-89、镭-177放射性药物主要用于缓解前列腺癌、乳腺癌、肺癌、鼻咽癌、神经内分泌肿瘤等晚期恶性肿瘤骨转移所致骨痛，用于治疗肿瘤转移的放射性药物都是趋骨性的，骨组织代谢活跃的部分浓聚更多的放射性药物。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，所以浓聚大量的放射性药物。由于不是肿瘤细胞直接浓聚放射性药物，是肿瘤部位骨组织代谢活跃形成的放射性药物浓聚，因此是一种间接的浓聚 机制。骨肿瘤病灶浓聚的放射性药物靶/非靶比值很高，非密封放射性物质衰变过程中发射 β 射线，辐射作用引起肿瘤组织内毛细血管扩张、水肿，细胞结构不清；染色体淡或固缩，炎细胞浸润；进一步肿瘤细胞核消失或空泡形成，坏死或纤维化形成，从而治疗骨肿瘤。

5、 ^{90}Sr 敷贴治疗工作原理

^{90}Sr 敷贴治疗是利用核素放射 β 射线，使局部病灶产生辐射生物效应而达到治疗目的，使用时根据病变形状在保护周围正常皮肤前提下直接敷贴，治疗可用一次大剂量法或多次小剂量法。 ^{90}Sr 是一种纯 β 放射源，主要治疗局限性毛细血管瘤，局限性慢性湿疹和牛皮癣等皮肤疾患等。

9.1.3 工作流程

1、骨癌治疗流程

本项目 ^{89}Sr 由供货方提供，并且供货方已按病人预约的剂量进行了分装，并分装至一次性注射器内。本项目应用 ^{89}Sr 进行前列腺癌、乳腺癌、肺癌、鼻咽癌、神经内分泌肿瘤等晚期恶性肿瘤骨转移所致骨痛治疗，流程如图 9-1 所示。

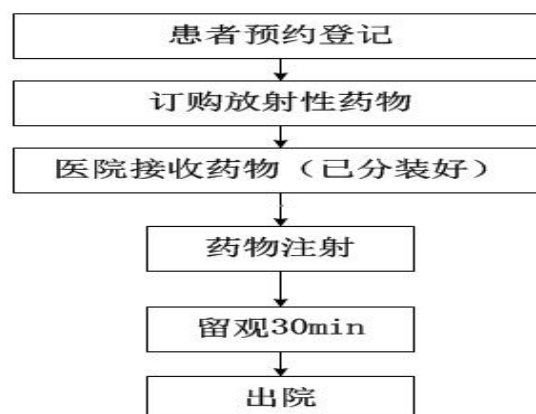
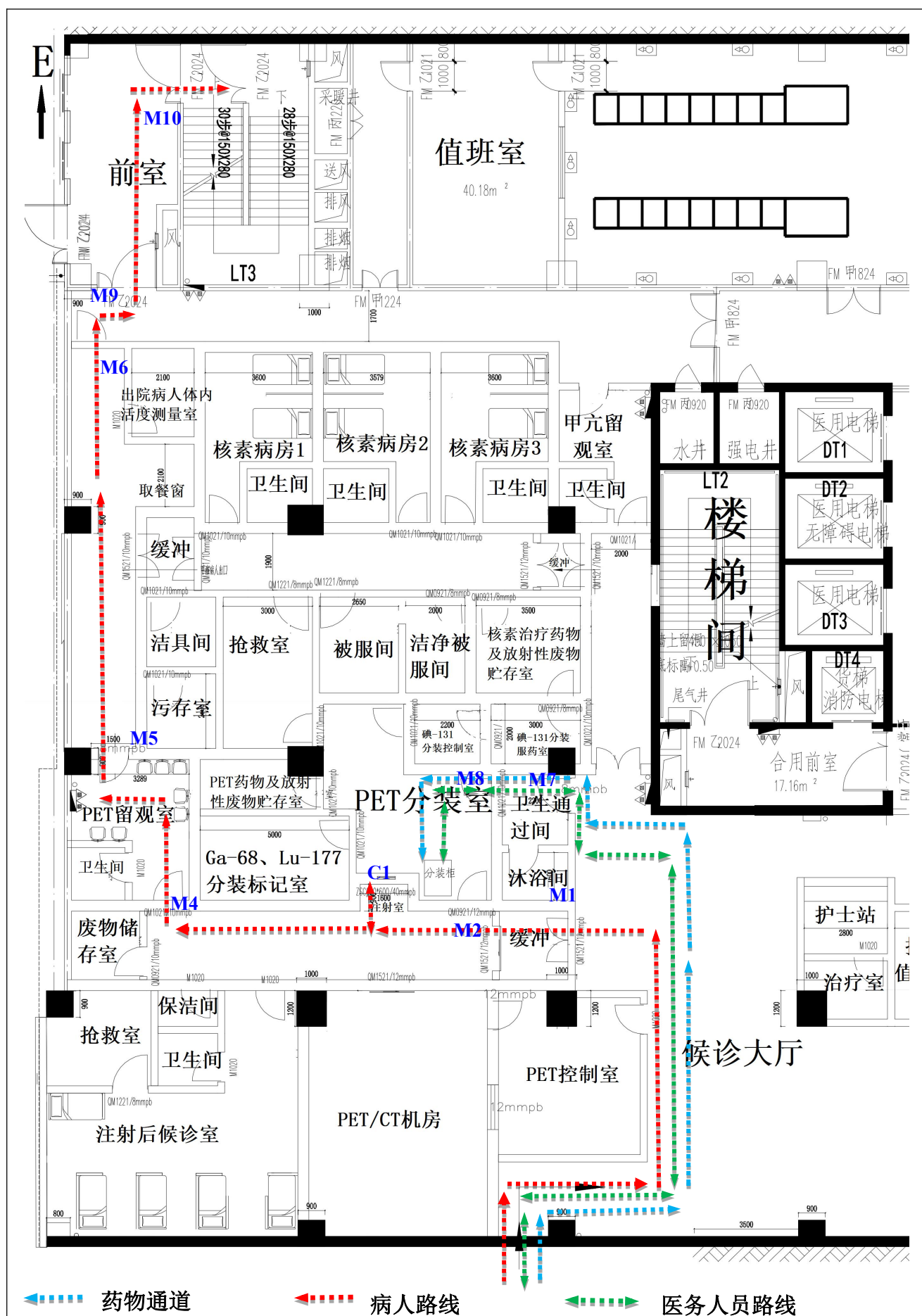


图 9-1 ^{89}Sr 骨癌治疗流程图



①患者就诊通道与流程

本项目 ^{89}Sr 骨癌治疗患者从候诊大厅经 M1→M2 进入核医学科 PET/CT 显像区，进入后在注射室注射药物。然后经 M4 进入 PET 留观室留观约 30min 后，经过医生同意通过 M5 出 PET 检查中心，后经 M6→M9 出院，详见图 9-2 所示。

②医护人员通道与流程

医护人员按 M7→M8 经卫生通过间进入 PET 药物分装室，在 PET 药物分装室通风柜中取 ^{89}Sr 药物后通过注射窗 C1 骨癌治疗患者进行注射。项目核医学科对医护人员设置了专用卫生通过间，核医学科接触放射性药物的医护人员通过仪器检测确认未受到放射性表面污染后方可回到非放射性工作区，详见图 9-2 所示。

③核医学科 ^{89}Sr 放射性药品流向

外购的放射性药品由 M7→M8 进入 PET 药物分装室，详见图 9-2 所示。

本项目注射后患者通道与医护人员通道分开，减少了工作人员与用药患者接触的几率。

2、应用 ^{18}F 、 ^{68}Ga 标记药物在 PET/CT 下显像诊断流程

本项目使用的 ^{18}F 放射性核素根据需要接受全身或脏器显像检查的人员提前预约登记，确定用药量，医院直接向有资质单位进行购买，并于每天早上 8 点前送至 PET 药物及放射性废物贮存间内，并在 PET 药物分装室通风橱内自行分装、标记；使用的 ^{68}Ga 由医院向供货方购买的锕镓发生器在 ^{68}Ga 分装标记室通风柜中淋洗所得，并在通风柜中自行分装、标记。应用 ^{18}F 、 ^{68}Ga 标记药物在 PET/CT 下显像诊断流程如下：

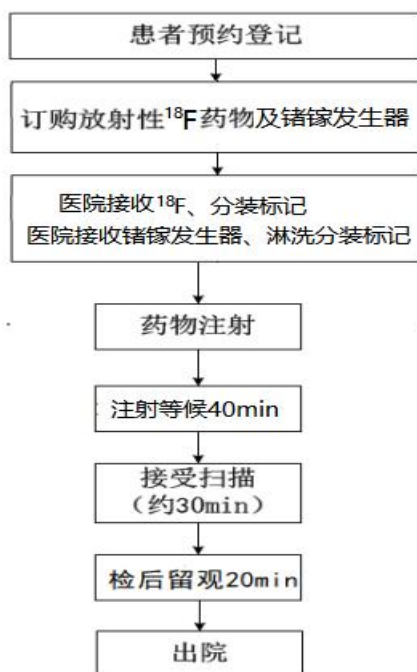


图 9-3 用 ^{18}F 、 ^{68}Ga 标记药物在 PET/CT 下显像诊断流程图

①患者就诊通道与流程

本项目患者从候诊大厅经 M1→M2 进入核医学科 PET/CT 显像区，进入后在注射室注射窗口 C1 注射药物，然后经 M11 进入 PET 注射后候诊室等候一定时长后，通过 M3 进入 PET/CT 机房，接受扫描，扫描完成后，通过 M3→M4 进入 PET 留观室留观，经过医生同意后通过 M5→M6 离开，详见图 9-4 所示。

②医护人员通道与流程

PET/CT 操作人员通过 M13 进入 PET/CT 控制室；核素操作人员按 M7→M8 经卫生通过间进入 PET 药物分装室，分装取药后通过注射窗 C1 对 PET/CT 诊断患者进行注射，在 PET 药物分装室通风柜中分装 ^{18}F 药物后通过注射窗 C1 对患者进行注射。项目核医学科对医护人员设置了专用卫生通过间，核医学科接触放射性药物的医护人员通过仪器检测确认未受到放射性表面污染后方可回到非放射性工作区，详见图 9-4 所示。

③核医学科 ^{18}F 、 ^{68}Ga 放射性药品流向

外购的放射性药品由 M7→M8 进入 PET 药物分装室，详见图 9-4 所示。

本项目注射后患者通道与医护人员通道分开，减少了工作人员与用药患者接触的几率。

3、核医学科 ^{131}I 治疗区甲亢及甲癌治疗流程

（1）甲亢、甲癌治疗流程

医生根据患者病史、病情及相关辅助检查结果进行药物剂量的确定，以最小的药物剂量治愈甲亢、甲癌，以降低甲减发生率及对患者局部组织器官的辐射损伤。根据所确定的药物剂量进行订购药物，由供药方按预约病人用药量送至医院，在医院内进行自动分装操作。 ^{131}I 治疗前，向患者详细说明治疗过程，并说明治疗的禁忌症及可能出现的不良反应和副作用，详细宣教碘-131 治疗后对周围人群的辐射防护。医护人员使用自动分装仪根据病人用量自动分装药物并注入一次性杯子，然后患者通过服药窗取药，医生通过语音视频监控系统指导患者服药，患者自行服药后，甲亢患者通过专用通道离开核医学科，甲癌患者进入甲癌病房进行医学观察，平均住院时间 5 天。医护人员在操作过程中严格遵循无菌原则与放射药物使用规范，并做好自身的防护工作（穿戴铅衣、铅帽、铅镜、无菌手套等）。

①患者就诊通道与流程

本项目拟进行甲亢治疗的患者从核医学科候诊大厅经 M17→M25 进入核医学科 ^{131}I 服药室，后在窗口 C2 领取 ^{131}I 药物并服用，然后通过 M25→M19→M20→M9→M10 离开核医学科，详见图 9-5 所示。

本项目甲癌患者从核医学科候诊大厅 M17→M25 进入核医学科 ^{131}I 服药室，后在窗口 C2 领取 ^{131}I 药物并服用，然后经过 M25→M18 进入核医学科甲癌病房进行住院观察，达到出院条件时，测量甲癌病人体外 1m 处辐射剂量率，然后经 M6→M9→M10 离开核医学科。本项目患者出口为专用出口，不与所在楼栋其他科室通用，详见图 9-5 所示。

②医护人员通道与流程

医护人员按 M7→M8 经卫生通过间进入 PET 药物分装室，后经 M15 进入 ^{131}I 分装控制室，然后病人通过 C2 窗口自行取药，服药。项目核医学科对医护人员设置了专用卫生通过间，核医学科接触放射性药物的医护人员通过仪器检测确认未受到放射性表面污染后方可回到非放射性工作区，详见图 9-5 所示。

③ ^{131}I 放射性药品流向

外购的 ^{131}I 放射性药品由 M7→M8→M15→M16→M26 进入核医学科核素治疗药物及放射性废物贮存室，详见图 9-5 所示。

本项目服药后患者通道与医护人员通道分开，减少了工作人员与用药患者接触的几率。

4、 ^{90}Sr 敷贴治疗流程

使用 ^{90}Sr 皮肤敷贴器时，需用防护材料（如橡皮或塑料等）将病灶周围正常皮肤覆盖，避免受到不必要的照射。然后再敷贴器下放一层玻璃纸，用胶布或绷带将敷贴器固定于病变处，再将敷贴器上面放置大于敷贴器面积的防护材料并固定，记录敷贴时间，达到预定治疗剂量时及时取掉。治疗剂量与疗程：一般采用分次疗法，如治疗 1 个疗程总剂量需 5~10Gy，可分 4 次敷贴，每周 1 或 2 次；皮肤血管瘤总剂量需 15~25Gy，可分 8~10 次敷贴，每周 1 或 2 次，小儿酌减量；眼科疾患总剂量为 15~50Gy，每次 3~10Gy，每周一次。达到预定剂量或出现干性皮炎及眼部不适应即结束治疗。如治疗一疗程未愈或有复发者，可于 3~6 个月后再进行下一个疗程治疗。也可采用一次治疗法，即总剂量一次敷贴后，2~3 个月再进行第 2 个疗程治疗。皮肤瘢痕应适当增加总剂量，手术瘢痕最好在伤口愈合拆线后及时治疗。

^{90}Sr 敷贴器平时放置于铅罐内存放在敷贴室保险柜内，需要使用时才从保险柜内取出，并按要求在敷贴室内使用，用完后仍放置于铅罐内放回敷贴室保险柜，不会离开敷贴室。

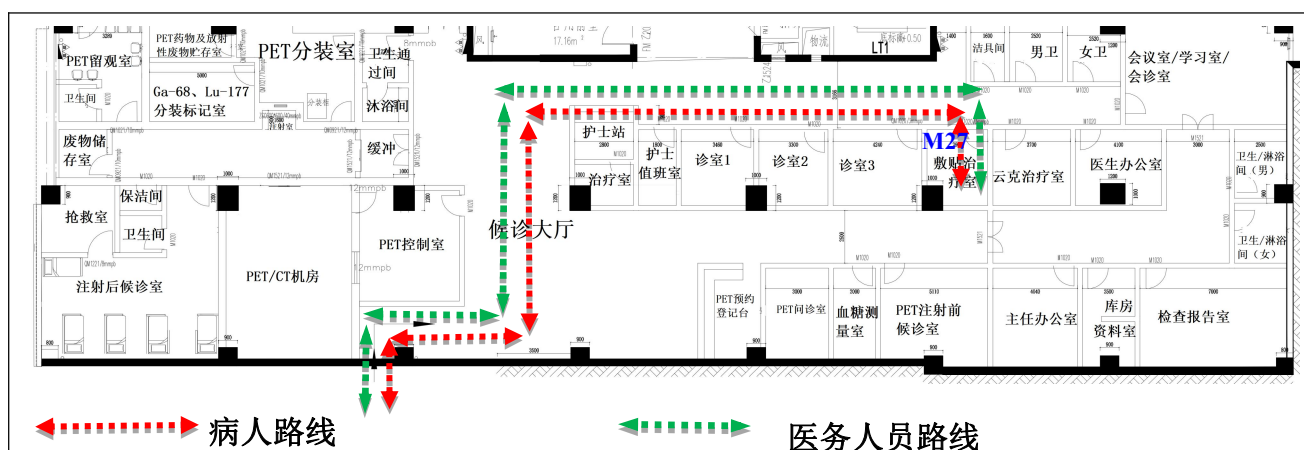


图 9-6 3 号楼（门急诊综合楼）负一楼核医学科敷贴治疗区人流组织示意图

需要进行敷贴治疗的患者从 3 号楼（门急诊综合楼）负一楼核医学科候诊大厅通过 M27 进入敷贴室，治疗完后原路返回离开。从事敷贴治疗的医护人员，也是通过 M27 进入敷贴室进行相关敷贴操作，操作完后通过 M27 离开敷贴室，详见图 9-6 所示。

5、核医学科 ^{177}Lu 治疗流程

本项目使用的 ^{177}Lu 放射性核素根据接受治疗的患者提前预约登记，确定用药量，医院直接向有资质单位进行购买，并于早上 8 点前送至 Ga-68、Lu-177 分装标记室进行分装标记，本项目应用 ^{177}Lu 进行前列腺癌、乳腺癌、肺癌、鼻咽癌、神经内分泌肿瘤等癌症治疗，流程如图 9-7 所示。

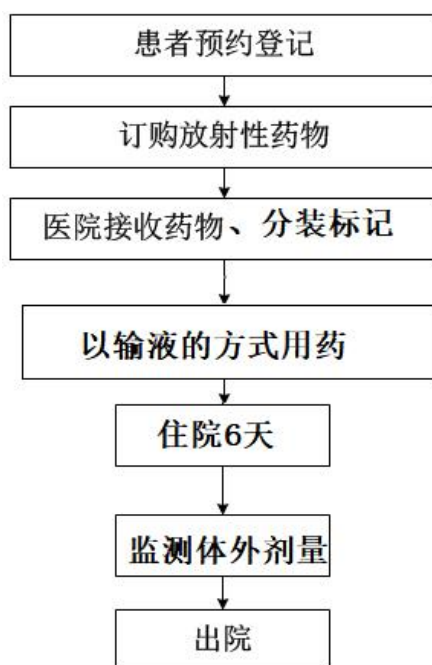


图 9-7 ^{177}Lu 治疗流程图

①患者就诊通道与流程

本项目需进行 ^{177}Lu 治疗的患者从核医学科候诊大厅经 M17→M18 进入核医学科核素病房（3 间核素病房），医生根据核素病房内病人的住院情况安排 ^{177}Lu 治疗患者进入核素病房内，医生采用输液的方式对病人用药，用药后在核素病房内住院观察，达到出院条件时，测量病人体外 1m 处辐射剂量率，然后经 M6→M9→M10 离开核医学科。本项目患者出口为专用出口，不与所在楼栋其他科室通用，详见图 9-8 所示。

②医护人员通道与流程

医护人员按 M7→M8 经卫生通过间进入 PET 药物分装室，后经 M29 进入 Ga-68、Lu-177 分装标记室，然后根据病人的治疗药量分装完成后通过 M28→M30 进入核素病房，以输液的方式用药。项目核医学科对医护人员设置了专用卫生通过间，核医学科接触放射性药物的医护人员通过仪器检测确认未受到放射性表面污染后方可回到非放射性工作区，详见图 9-8 所示。

③ ^{177}Lu 放射性药品流向

外购的 ^{177}Lu 放射性药品由 M7→M8→M29 进入 Ga-68、Lu-177 分装标记室，详见图 9-8 所示。

本项目服药后患者通道与医护人员通道分开，减少了工作人员与用药患者接触的几率。

9.1.4 放射性废水、废气、固体废物流向

①放射性废水流向

本项目 3 号楼（门急诊综合楼）负一楼核医学科卫生通过间均设地漏，废水由专用下水管道排至专用放射性废水衰变池；核医学科设有独立厕所，医院拟为本项目核医学科设置 2 套独立的衰变池处理系统，核医学科核素治疗区废水流入四级衰变池处理系统，衰变池编号为 1#衰变池、2#衰变池、3#衰变池、4#衰变池，单座衰变池的容量均为 41.25m^3 ，总容量为 165m^3 ；核医学科 PET 中心废水流入三级衰变池处理系统，衰变池编号为 5#衰变池（容量为 5.25m^3 ）、6#衰变池（容量为 5.25m^3 ）、7#衰变池（容量为 5.25m^3 ），总容量为 15.75m^3 。本项目核医学科产生的放射性废水在各场所的配套的衰变池中停留达到排放标准后与医院普通废水一起处理。

②放射性气体流向：核医学科废气收集并经活性炭过滤处置后，引至核医学科所在附属楼楼顶排放。

③放射性固体废物流向：放射性固体废物由每个产生废物的场所分类收集在内衬塑料袋的脚踏式铅废物箱内，每天下班后 PET 中心的放射性固体废物集中送至 PET 药物及放射性

废物贮存间内衰变箱贮存，核素治疗区的放射性固体废物集中送至核素治疗药物及放射性废物贮存间内衰变箱贮存，经过一定时间衰变后经检测合格按医疗废物处置； ^{90}Sr - ^{90}Y 敷贴源在使用满 20 年后，由厂家更换回收处理。

9.1.5 核医学科工作负荷

根据医院提供的资料，本项目使用的核素包括 ^{18}F 、 ^{131}I 、 ^{68}Ga 、 ^{68}Ge 、 ^{89}Sr 及 ^{177}Lu 。使用锗（ ^{68}Ge ）镓发生器淋洗制备 ^{68}Ga ，利用 ^{18}F 、 ^{68}Ga 开展 PET/CT 核素诊断成像，每周周一至周五开展 PET/CT 核素诊断成像工作，PET/CT 显像诊断每天开展数量 30 例（本项目核医学科采取预约制，可以通过预约控制每天的诊断人数），用量根据扫描部位不同而不同， ^{18}F 开展 PET/CT 核素诊断成像的最大用量为每人每次 $3.70\text{E}+08\text{Bq}$ （ 10mCi ）， ^{68}Ga 开展 PET/CT 核素诊断成像的最大用量为每人每次 $1.85\text{E}+08\text{Bq}$ （ 5mCi ）；利用 ^{89}Sr 开展骨癌治疗，每周一次开展骨癌治疗，每次开展数量 2 例（本项目核医学科采取预约制，可以通过预约控制每天的治疗人数），最大用量为每人每次 $1.48\text{E}+08\text{Bq}$ （ 4mCi ）。利用 ^{131}I 开展甲亢及甲癌治疗，其中甲亢治疗每周工作 3 天，年工作时间 150 天，每天 27 例，每人每次最大药量为 $3.7\text{E}+08\text{Bq}$ （即 10mCi ）；甲癌治疗每批次 3 例，一周二次，每批次平均住院时间为 5 天，每人每次最大用量为 $7.40\text{E}+09\text{Bq}$ （即 200mCi ），甲亢治疗、甲癌治疗不在同一天开展；利用 ^{177}Lu 开展前列腺癌、肺癌等癌症治疗，每周一次开展前列腺癌、肺癌等癌症治疗，每次开展数量 2 例（本项目核医学科采取预约制，可以通过预约控制每天的治疗人数），最大用量为每人每次 $1.85\text{E}+09\text{Bq}$ （ 50mCi ）； ^{90}Sr 敷贴治疗每周治疗病人数 5 例，每例病人治疗约 20min。本项目核医学科核素用量见下表。

表 9-1 核医学科核素用量一览表

核素	物理状态	给药方式	使用目的	每人每次最大用量	最大治疗人数	年最大使用量	使用位置
^{18}F	液体	注射	PET/CT 显像	$3.70\text{E}+08\text{Bq}$	30 人/d; 7500 人/a	$1.94\text{E}+13\text{Bq}$	3 号楼（门急诊综合楼）负一楼核医学科
^{68}Ge	固态	/	淋洗制备 ^{68}Ga	/	/	$1.16\text{E}+12\text{Bq}$	3 号楼（门急诊综合楼）负一楼核医学科
^{68}Ga	液体	注射	PET/CT 显像	$1.85\text{E}+08\text{Bq}$	20 人/d; 5000 人/a	$9.25\text{E}+11\text{Bq}$	3 号楼（门急诊综合楼）负一楼核医学科
^{89}Sr	液体	注射	骨癌治疗	$1.48\text{E}+08\text{Bq}$	2 人/d; 100 人/a	$1.48\text{E}+10\text{Bq}$	3 号楼（门急诊综合楼）负一楼核医学科
^{131}I	液体	口服	甲亢治疗	$3.70\text{E}+08\text{Bq}$	27 人/d; 4050 人/a	$1.50\text{E}+12\text{Bq}$	3 号楼（门急诊综合楼）负一楼核医学科
	液体	口服	甲癌治疗	$7.40\text{E}+09\text{Bq}$	3 人/d; 300 人/a	$2.22\text{E}+12\text{Bq}$	3 号楼（门急诊综合楼）负一楼核医学科
^{177}Lu	液体	输液	前列腺癌、肺癌等癌症治疗	$1.85\text{E}+09\text{Bq}$	2 人/d; 50 人/a	$9.25\text{E}+10\text{Bq}$	3 号楼（门急诊综合楼）负一楼核医学科

注：本报告中操作量按照最大量进行考虑，本项目核医学科采取预约制，可以通过预约控制每天的诊

9.1.6 核医学科核素的购买和管理

医院根据预约病人的数量采购放射性药物，一般情况下，不存在剩余放射性核素。特殊情况如患者未按照医嘱进行诊断时，剩余放射性核素放置于铅罐内，剩余核素及铅罐由供应厂家回收。医院拟制定放射性核素的管理制度，做好核素的领取、使用登记工作，实行双人双锁，并且核医学科进出口的大门均设置为单向门，各出入口设置监控器，储源间安装防盗门及监控器，确保放射性药物的安全。

9.2 污染源项

9.2.1 施工期污染源

本项目土建工程依托于兴义市人民医院 3 号楼（门急诊综合楼）以及 2 号楼（医技楼）主体工程进行建设，项目施工期主要是装修施工，在装修阶段主要污染物为扬尘、施工废水、噪声、施工废渣等。在安装及调试阶段主要污染物是设备运行时产生的电离辐射、臭氧及氮氧化物。

1、装饰工程施工

在对构筑物的室内外进行装修时(如表面粉刷、油漆、喷涂、裱糊、镶贴装饰等)，钻机、切割机等产生噪声，喷漆和其它涂料会产生废气、固体废弃物料及污水。

2、设备安装调试的污染分析

本项目射线装置的安装及调试由设备供货方专业人员进行，医院方不得自行安装及调试设备。安装调试阶段是在辐射防护设计完成后进行，在此过程中各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在机房门外设立辐射警示标志，禁止无关人员靠近。设备安装过程中会产生包装废物及电离辐射。

9.2.2 运行期正常工况污染源描述

由 3 号楼（门急诊综合楼）负一楼核医学科工作流程分析可知， γ 射线外照射将伴随核素在核医学诊疗项目整个开展过程中，包括供药、分装标记、注射(服药)等过程，并随后进入患者身体中。受诊患者注射(服药)放射性药物后，本身短时间内也成为“辐射体”，不但对周围环境有外照射影响，排泄物也成为放射性污染物。供药、分装、输液、注射(服药)操作过程产生的固体废物也可能受放射性污染而成为放射性固体废物，核医学科项目污染因子包括：

（1） γ 射线

3 号楼（门急诊综合楼）负一楼核医学科 PET 中心使用的 ^{18}F 非密封放射性物质、

^{68}Ge - ^{68}Ga 发生器及 ^{68}Ga 非密封放射性物质，3 号楼（门急诊综合楼）负一楼核医学科核素治疗区使用的 ^{131}I 、 ^{177}Lu 非密封放射性物质会自发的发生衰变，伴随产生 γ 射线，因此 γ 射线是核医学科项目的污染因子。

（2） β 表面污染

放射性药物使用活动过程中，不可避免地会引起工作台、设备、墙壁、地面、工作服、手套等产生放射性沾污，造成 β 放射性表面污染。因此， β 表面污染是该项目的污染因子。

（3）X 射线

本项目使用的 PET/CT 在曝光显像的过程中会发出 X 射线，以及放射性核素衰变过程中会产生韧致辐射，会对周围环境造成辐射影响，因此 X 射线是本项目的污染因子。

（4）放射性废水

本项目 ^{18}F 、 ^{68}Ga 显像诊断病人， ^{131}I 甲亢治疗病人及 ^{89}Sr 骨癌治疗病人均不需要进行住院观察，所以在注射（服药）后候诊过程中产生的废水主要来源于少量排泄废水、清洗废水，根据《建筑给排水设计规范》（GB50015-2010），使用时数 8h~12h 下门诊病人用水定额取 10L/次·人，但是本项目使用时数约 4h，用水定额取 5L/次·人，则门诊病人每人产生的放射性废水量为 5L/d； ^{131}I 甲癌病人、 ^{177}Lu 治疗病人由于需要进行留院观察，观察期间产生的废水主要来源于排泄废水、清洗用水及洗澡用水，而且人均住院 6 天，根据建设单位提供的资料，每天每人产生的废水量最大为 100L。本项目 3 号楼（门急诊综合楼）负一楼核医学科放射性废水产生情况见表 9-2。

表 9-2 核医学科放射性废水排放汇总表

核医学科 PET 中心								
病人产生的放射性废水								
核素名称		半衰期	产生来源	用水量 (L/d·人)	排放量 (L/d·人)	日最大病人 人数 (人)	日产生量 (L/d)	周产生量 (L/周)
¹⁸ F		1.83h	排泄、清洗	5	5	显像日最大 病人人数 为 30 人	150	750
⁶⁸ Ga		1.13h	排泄、清洗					
废水产生量合计								750
核医学科核素治疗区								
病人产生的放射性废水								
核素名称		半衰期	产生来源	用水量 (L/d·人)	排放量 (L/d·人)	日最大病人 人数 (人)	日产生量 (L/d)	周产生量 (L/周)
¹³¹ I	甲亢	8.03d	排泄、清洗	5	5	27	135	405

¹³¹ I	甲癌	8.03d	排泄、清洗、洗澡	100	100	6 ^①	600	4200
¹⁷⁷ Lu		6.71d						
周废水产生量合计								4605

注：①核医学科核素病房单日可接诊 3 名住院病人，最多可同时住院 6 名病人，待病人全部出院后再进行下批次病人预约接诊。

（5）放射性废气

3 号楼（门急诊综合楼）负一楼核医学科 PET 中心涉及使用 ^{18}F 、 ^{68}Ga 、 ^{89}Sr ，核医学科核素治疗区涉及使用 ^{131}I 、 ^{177}Lu ，核医学科核素治疗区核素病房使用独立的排风管道 1、核医学科 ^{131}I 分装服药室使用独立的排风管道 2，核医学科 PET 中心的部分区域（注射后候诊室、PET/CT 机房、病人通道、废物储存室、PET 留观室、注射室等）使用同一排风管道 3，PET 药物及放射性废物贮存室、洁具间、污存室、Ga-68、Lu-177 分装标记室、PET 药物分装室、被服间、洁净被服暂存室、甲亢留观室、核素治疗药物及放射性废物贮存室等共同使用同一排风管道 4，排风管道 1、排风管道 3、排风管道 4 汇合至室外排风管道直至屋顶，排风量为 $4000\text{m}^3/\text{h}$ ，排风口设置在 3 号楼楼顶东北侧；排风管道 1 为独立的排风管道，并排至屋顶，排风量为 $300\text{m}^3/\text{h}$ ，排风口设置在 3 号楼楼顶东北侧。其中 ^{89}Sr 、 ^{177}Lu 的挥发性较小，本次放射性废气仅考虑 ^{131}I 、 ^{18}F 、 ^{68}Ga 。 ^{18}F 、 ^{68}Ga 在手动分装过程中采取注射器进行抽取，并最终通过静脉注射进入病人体内，在整个过程中注射类药物放射性核素气溶胶挥发量极少； ^{131}I 属于碘化钠化合物，属于易挥发物质，且给药方式为服用，在整个过程中注射类药物放射性核素气溶胶挥发量极少。本次评价， ^{131}I 的挥发量按 1%保守估算， ^{18}F 、 ^{68}Ga 核素挥发量按 0.1%保守估算，经计算，各核素排放源强见表 9-3。

表 9-3 核医学科放射性废气排放量汇总表

核素	日最大操作量 (Bq)	场所名称	排放系数	日最大排放量 (Bq)
^{18}F	7.77×10^{10}	核医学科	0.1%	7.77×10^7
^{68}Ga	3.70×10^9	核医学科	0.1%	3.70×10^6
^{131}I	3.22×10^{10}	核医学科	1%	3.22×10^8

经高效过滤器(过滤器效率以 99%计)后，每天 ^{131}I 有约 $3.22 \times 10^6\text{Bq}$ 排入大气、 ^{18}F 有约 $7.77 \times 10^5\text{Bq}$ 排入大气， ^{68}Ga 有约 $3.70 \times 10^4\text{Bq}$ 排入大气，根据建设单位提供的信息可知：排风管道 1、排风管道 3、排风管道 4、排风管道 2 排风口风机的排风能力总共为 $4300\text{m}^3/\text{h}$ ，则排气口 ^{131}I 的释放率为 894.4Bq/s ，排放浓度为 748.84Bq/m^3 。排风管道 1、排风管道 3、排风管道 4 排风口风机的排风能力总共为 $4000\text{m}^3/\text{h}$ ，则排气口 ^{18}F 的释放率为 215.8Bq/s ，排放浓度为 194.25Bq/m^3 ；排气口 ^{68}Ga 的释放率为 10.28Bq/s ，排放浓度为 9.25Bq/m^3 。

(6) 放射性固废

3 号楼（门急诊综合楼）负一楼核医学科 PET 中心涉及使用的放射性药物为 ^{18}F 、 ^{68}Ga 、 ^{89}Sr 、 ^{177}Lu ， ^{18}F 、 ^{68}Ga 及 ^{89}Sr 均采用注射的方式进行给药， ^{177}Lu 在 PET 中心只涉及分装标记，产生的固体废物包括：一次性注射器、针头、棉签、口罩、擦拭纸、手套、药瓶等，产生量约 50g/人·次，此外，根据建设单位提供的资料：还有使用的锗镓发生器，产生量约 10 个/a。

核医学科核素治疗区使用的放射性药物为 ^{131}I 、 ^{177}Lu ， ^{131}I 用于甲亢治疗及甲癌治疗，采取口服的方式进行给药，产生的固体废物包括：使用过的一次性口杯、针头、吊瓶、棉签、擦拭纸巾和空药瓶等，其产生量约为 50g/人·次； ^{177}Lu 用于前列腺癌、肺癌等癌症治疗，采取输液的方式进行给药，产生的固体废物包括：使用过的一次性输源管、针头、吊瓶、棉签、擦拭纸巾和空药瓶等，其产生量约为 500g/人·次，同时住院病人每天还会产生带 ^{131}I 、 ^{177}Lu 核素的生活垃圾，产生量约 1kg/d·次。

本项目核医学科废气排风口设置有活性炭过滤器，建设单位将每半年进行更换，产生量约 40kg/a。

PET/CT 用 ^{68}Ge 校准源当达不到使用活度后就会进行退役，更换新放射源，此时产生 ^{68}Ge 废旧放射源。

^{90}Sr - ^{90}Y 敷贴器推荐使用年限为 20 年，达到使用年限后就会进行退役，并更换新放射源，此时会产生 ^{90}Sr - ^{90}Y 废旧放射源。

根据前述分析，核医学科放射性固废产生情况见表 9-4。

表 9-4 核医学科放射性固废汇总表

核素名称	产生来源	产生量 (g/d·人)	日最大病人 人数 (人)	日产生量 (kg/d)
^{89}Sr	一次性注射器、口罩、手套、棉签以及 擦拭废物等	50	2	0.1
^{18}F 、 ^{68}Ga	一次性注射器、口罩、手套、棉签、药 瓶以及擦拭废物等	50	30	1.5
^{131}I (甲癌)	口杯、擦拭纸巾、使用过的空药瓶以及 生活垃圾等	1000	6	6
^{177}Lu	输源管、擦拭纸巾、棉签、针头、吊瓶、 空药瓶等	500	2	1
^{131}I (甲亢)	口杯、擦拭纸巾、使用过的空药瓶	50	27	1.35
^{68}Ge - ^{68}Ga	锗镓发生器	10 个/a	/	/
废活性炭	过滤器	40kg/a	/	/

含 ^{68}Ge 放射性 固废	废旧放射源	3 枚/4 年	/	/
含 ^{90}Sr - ^{90}Y 放射 性固废	废旧放射源	1 枚/20 年		
合计				9.95

(7) 臭氧、氮氧化物

本项目 PET/CT 营运期还会产生氮氧化物、臭氧空气污染物。

9.2.3 运行期事故工况污染源

本项目使用 1 台 PET/CT (属于 III 类射线装置)、3 枚 V 类放射源 ^{68}Ge 、1 枚 V 类放射源 ^{90}Sr - ^{90}Y 、1 个乙级非密封放射性物质工作场所。参考国内外类似项目运营中的资料及国内相关场所的实际考查,现将项目运营中可能出现概率较大或后果较严重的事故分列如下:

- (1) 射线装置机房门一机联锁失效或操作人员失误,人员误入机房,造成误照射。
- (2) 由于管理不善,发生放射性药品以及放射源失窃,造成放射性污染事故。
- (3) 在转移过程中由于操作人员违反操作规程或误操作引起的意外泄露,造成台面、地面辐射污染。
- (4) 工作人员未按要求穿戴个人防护用品等,造成额外附加照射剂量。
- (5) 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外排。

事故工况下的污染因子与正常工况下基本相同,主要为:表面污染、 β 射线、 γ 射线、X 射线、放射性废液、放射性废水、放射性废气、放射性固体废弃物等。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

通过对污染源分析可知，本项目产生的主要污染物为γ射线、X 射线、β射线和表面沾污等。同时病人治疗和诊断过程中还会产生放射性废水、放射性气体、放射性固体废物、臭氧、氮氧化物。针对这些污染物，建设单位在设计阶段均制定了相应的污染防治措施。

10.1.1 项目辐射防护屏蔽措施

1、防护措施

本项目非密封放射性物质工作场所采取的辐射防护与放射性污染防治措施主要包括以下方面：

(1) 建筑物屏蔽设计

本项目辐射工作场所的四周、屋顶及下方均修建相应的屏蔽体对射线进行有效的屏蔽，屏蔽状况见表 10-1。

表 10-1 核医学科非密封放射性物质工作场所各功能用房防护情况一览表

功能用房	屏蔽体	屏蔽设计	通风	工作台面	地面及管道
PET 药物分装室	东侧、南侧、西侧墙体	240mm 实心砖+100mm 硫酸钡水泥	有通风橱并设置强制通风，并设负压	易清洗不锈钢台面	地面铺设高分子耐磨层，与墙壁设置无缝衔接，设计与衰变池相连的下水管道
	北侧墙体	240mm 实心砖+40mm 硫酸钡水泥			
	防护门（卫生通过间）	10mmPb			
	防护门（Ga-68 标记室）	10mmPb			
	防护门（PET 药物及放射性废物贮存室）	10mmPb			
	防护门（碘-131 分装控制室）	10mmPb			
	防护门（抢救室）	10mmPb			
	顶棚	120mm 混凝土+60mm 硫酸钡水泥			
	地板	120mm 混凝土+130mm 硫酸钡水泥			
	通风橱	60mmPb			
PET 药物及放射性	东侧、南侧墙体	240mm 实心砖+40mm 硫酸钡水泥	有抽风装置，并	易清洗	地面铺设高分子耐磨层，与墙壁设置无缝衔接

废物贮存间	西侧、北侧墙体	240mm 实心砖+100mm 硫酸钡水泥	设负压		接，不设计与衰变池相连的下水管道
	防护门（PET 药物分装室）	10mmPb			
	顶棚	120mm 混凝土+60mm 硫酸钡水泥			
	地板	120mm 混凝土+130mm 硫酸钡水泥			
PET/CT 注射室	四周墙体	240mm 实心砖+100mm 硫酸钡水泥	设置强制通风，并设负压	易清洗 不锈钢台面	地面铺设高分子耐磨层，与墙壁设置无缝衔接，不设计与衰变池相连的下水管道
	防护门（候诊大厅）	12mmPb+12mmPb			
	顶棚	120mm 混凝土+60mm 硫酸钡水泥			
	地板	120mm 混凝土+130mm 硫酸钡水泥			
	注射台观察窗	40mmPb			
Ga-68 分装标记室	东侧、南侧墙体	240mm 实心砖+40mm 硫酸钡水泥	设置强制通风，并设负压	易清洗 不锈钢台面	地面铺设高分子耐磨层，与墙壁设置无缝衔接，设计与衰变池相连的下水管道
	西侧、北侧墙体	240mm 实心砖+100mm 硫酸钡水泥			
	防护门（PET 药物分装室）	10mmPb			
	顶棚	120mm 混凝土+60mm 硫酸钡水泥			
	地板	120mm 混凝土+130mm 硫酸钡水泥			
	通风柜	60mmPb			
PET/CT 检查室	东侧、南侧、北侧墙体	240mm 实心砖+100mm 硫酸钡水泥	有抽风装置	易清洗	地面铺设高分子耐磨层，与墙壁设置无缝衔接，不设计与衰变池相连的下水管道
	西侧墙体	350mm 混凝土			
	东侧防护门（病人通道）	12mmPb			
	南侧防护门（PET 控制室）	12mmPb			
	观察窗	12mmPb			
	顶棚	120mm 混凝土+130mm 硫酸钡水泥			
	地板	120mm 混凝土+130mm 硫酸钡水泥			
PET/CT	东侧、南侧、	240mm 实心砖+100mm 硫	有抽风	易清洗	地面铺设高分子耐磨

注射后候 诊室	北侧墙体	酸钡水泥	装置		层，与墙壁设置无缝衔接，卫生间下水管道直接与衰变池相连
	西侧墙体	350mm 混凝土+100mm 硫酸钡水泥			
	防护门	10mmPb			
	顶棚	120mm 混凝土+175mm 硫酸钡水泥			
	地板	120mm 混凝土+130mm 硫酸钡水泥			
PET 留观 室	四周墙体	240mm 实心砖+100mm 硫酸钡水泥	有抽风 装置	易清洗	地面铺设高分子耐磨层，与墙壁设置无缝衔接，卫生间下水管道直接与衰变池相连
	西侧防护门 (病人通道)	10mmPb			
	东侧防护门 (出口)	8mmPb			
	顶棚	120mm 混凝土+150mm 硫酸钡水泥			
	地板	120mm 混凝土+130mm 硫酸钡水泥			
¹³¹ I 分装 服药室	四周墙体	240mm 实心砖+100mm 硫酸钡水泥	设置有 强制通 风，并设 负压	易清洗 不锈钢 台面	地面铺设高分子耐磨层，与墙壁设置无缝衔接，不设计与衰变池相连的下水管道
	顶棚	120mm 混凝土+80mm 硫酸钡水泥			
	地板	120mm 混凝土+130mm 硫酸钡水泥			
	东侧防护门 (核素治疗药物及放射性废物贮存室)	8mmPb			
	南侧防护门 (病人通道)	10mmPb			
	北侧防护门 (碘-131 分装控制室)	20mmPb			
	自动分装柜	35mmPb			
核素治疗 药物及放 射性废物 贮存室	东侧墙体	240mm 实心砖+40mm 硫酸钡水泥	设置强 制通风， 并设负 压	易清洗	地面铺设高分子耐磨层，与墙壁设置无缝衔接，不设计与衰变池相连的下水管道
	南侧、西侧、 北侧墙体	240mm 实心砖+100mm 硫酸钡水泥			
	顶棚	120mm 混凝土+60mm 硫酸钡水泥			
	地板	120mm 混凝土+130mm 硫酸钡水泥			
	东侧防护门	8mmPb			

	(甲癌病房通道)				
	西侧防护门 (碘-131 分装服药室)	8mmPb			
甲亢留观室	东侧墙体	240mm 实心砖+40mm 硫酸钡水泥	设置强制通风, 并设负压	易清洗	地面铺设高分子耐磨层, 与墙壁设置无缝衔接, 卫生间下水管道直接与衰变池相连
	西侧、北侧墙体	240mm 实心砖+100mm 硫酸钡水泥			
	南侧墙体	300mm 混凝土			
	顶棚	120mm 混凝土+80mm 硫酸钡水泥			
	地板	120mm 混凝土+130mm 硫酸钡水泥			
	东侧防护门	13mmPb			
	西侧防护门	8mmPb			
核素病房 (3 间)	四周墙体	240mm 实心砖+130mm 硫酸钡水泥	设置强制通风, 并设负压	易清洗	地面铺设高分子耐磨层, 与墙壁设置无缝衔接, 卫生间下水管道直接与衰变池相连
	顶棚	120mm 混凝土+175mm 硫酸钡水泥			
	地板	120mm 混凝土+130mm 硫酸钡水泥			
	防护门	10mmPb			
配餐窗	取餐口	20mmPb	有抽风装置	易清洗 不锈钢台面	地面铺设高分子耐磨层, 与墙壁设置无缝衔接, 不设计与衰变池相连的下水管道
出院剂量率测量室	东侧、西侧、北侧墙体	240mm 实心砖+40mm 硫酸钡水泥	有抽风装置	易清洗	地面铺设高分子耐磨层, 与墙壁设置无缝衔接, 不设计与衰变池相连的下水管道
	南侧墙体	240mm 实心砖+100mm 硫酸钡水泥			
	顶棚	120mm 混凝土+60mm 硫酸钡水泥			
	地板	120mm 混凝土+130mm 硫酸钡水泥			
	防护门	普通门			
敷贴治疗室	四周墙体	240mm 实心砖	有抽风装置	易清洗	地面铺设高分子耐磨层, 与墙壁设置无缝衔接, 不设计与衰变池相连的下水管道
	防护门	普通门			
	顶棚	120mm 混凝土			
	地板	120mm 混凝土			

¹³¹ I 治疗 患者走廊	顶棚	120mm 混凝土+130mm 硫酸钡水泥	有抽风 装置，并 设负压	易清洗	地面铺设高分子耐磨 层，与墙壁设置无缝衔 接，不设计与衰变池相 连的下水管道
	地板	120mm 混凝土+130mm 硫酸钡水泥			
	甲癌病房入口 防护门	12mmPb+10mmPb			
	甲癌病房走廊 出口防护门	10mmPb+10mmPb			
	病人入口防护 门	15mmPb			
备注：混凝土密度≥2.35t/m ³ ，砖密度≥1.65t/m ³ ，硫酸钡水泥密度≥3.2t/m ³ 。					

根据表 10-1，本项目核医学场所辐射防护设计满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）的防护要求。

（2）储存过程的防护措施

本项目订购的 ¹³¹I（单支玻璃药瓶最大 200mCi）、⁸⁹Sr（单支注射器 4mCi）、¹⁸F（单支玻璃药瓶最大 200mCi）、¹⁷⁷Lu（单支玻璃药瓶最大 200mCi）放射性药物、锗镓发生器均装入带有 50mmPb 的铅罐中，且转入医院前表面辐射剂量率水平满足《放射性物品安全运输规程》（GB11806-2019）的要求。

¹⁸F、⁸⁹Sr 及锗镓发生器均储存于 PET 药物储源间（PET 药物及放射性废物贮存室）以及通风柜中，¹³¹I 贮存于核素治疗区储源间（核素治疗药物及放射性废物贮存室）以及分装服药室自动分装柜中；PET 药物分装室、¹³¹I 分装服药室均设置有红外监控摄像头及红外报警装置，在核医学科内安装固定式剂量报警仪，防止放射性物品被盗或破坏。

（3）放射性药品操作过程防护措施

①核医学科 PET 中心

核医学科辐射工作人员在进行放射性药物 ¹⁸F 的分装操作、⁶⁸Ga 的制备和分装操作时首先做好个人防护，包括穿铅衣，戴铅眼镜、铅手套、口罩、工作帽等，PET 药物通风橱六面均设置有 60mm 铅当量防护层，通风橱设置排风口，从而保持分装设备内空气通畅，通风管引至屋顶。通风橱操作侧下方设两个活动式铅门，作为两个操作口，医生通过此操作口在通风柜内进行淋洗和分装操作。分药时铅罐均放置在垫有滤纸的瓷盘内进行，以防止放射性药液洒漏造成操作台污染。病人注射时，医生将分装后的放射性药物转入注射台，⁸⁹Sr 骨癌治疗病人、PET/CT 检查病人与医生之间设置的注射台为 40mm 厚铅当量。操作台下方设置一个放射性废物收集桶（20mm 铅当量），用于收集 PET 中心废弃的一次性注射器、棉球、擦拭纸、空药瓶等。

②核医学科核素治疗区

核医学场所在 ^{131}I 分装服药室内设置全自动核素分药仪进行 ^{131}I 的分装操作。分药操作前医生先做好个人防护，包括穿铅衣，戴铅眼睛、铅手套、口罩、工作帽等，然后将厂家送至核医学场所的 ^{131}I 装入全自动核素分装仪，该仪器自带内部屏蔽系统(35mm 铅当量)，医生只需在输入厂家标定的 ^{131}I 放射性药物活度、标定时间等参数，设定稀释蒸馏水的体积，系统会自动完成定量分配、在线活度测量和体积配比等全部工作。最后医生在计算机上输入病人姓名，服用药物的量等参数，系统会自动按照输入的药量给病人分装药物，减少了医生分装过程直接接触时间，在整个分装和取药过程设置了严密的监控系统和报警系统，以防止误入或误操作导致药品撒漏和丢失。分药后由病人自行取药服用，医生通过广播语音与病人交流。 ^{131}I 分装服药室内设置一个放射性废物收集桶(12mm 铅当量)，用于收集服药病人废弃的纸杯等。

(4) 对服药和注射后病人防护措施

本项目单个甲亢治疗病人 ^{131}I 服药量最大为 370MBq(10mCi)，低于 HJ1188-2021 对 ^{131}I 最低出院活度限值 $\leq 400\text{MBq}$ 或距离患者体表 1m 处的周围剂量当量率不大于 $25\mu\text{Sv/h}$ 的要求，可不住院观察；单个甲癌病人 ^{131}I 服药量最大为 7400MBq(200mCi) $>400\text{MBq}$ ，单个 ^{177}Lu 治疗病人输液量最大为 1850MBq(50mCi) $>400\text{MBq}$ ，由于用药量较大，因此甲癌服药病人以及 ^{177}Lu 治疗病人需住院观察，一般住院 5-7 天。不管是住院还是非住院用药病人，均实行病人与陪护人员及其他公众的隔离管理，隔离期间禁止病人随意流动(特别是甲癌用药病人)，并使用病人专用厕所进行大小便，在观察结束后按指定线路离开核医学场所。针对核素治疗病人住院期间有探视者进入病房的情况，需经管理人员同意并登记，探视前需提前告知辐射可能带来的危害性，探视期间严格控制探视时间及与病人之间的距离，并采取必要的辐射屏蔽措施，如穿着铅服或设置隔离铅屏风等。

(5) 对病人进行外科手术和尸体处理措施

如经过放射性核素治疗的病人需进行外科手术需遵循如下原则：

①应尽可能推迟到患者体内放射性活度降低到可接受水平不需要放射防护时再作手术处理；

②进行手术的外科医生及护理人员应佩戴个人剂量计；

③对手术后的手术间应进行放射防护监测和去污，对敷料、覆盖物等其他物件也应进行放射防护监测，无法去污时应作放射性废物处理。

本项目核医学科，对治疗过程出现意外死亡病人的处理不得超过《核医学辐射防护与安

全要求》(HJ 1188-2021)相关标准要求。

(6) 其他

①用药病人在入院前及出院前，医生需提前告知病人及家属辐射可能带来的危害性。

②医生及护士不得在核医学科控制区内进食、吸烟，也不得进行无关工作及存放无关物品。

3、核医学科射线装置辐射防护措施

(1) 设备固有安全性

①采用栅控技术：在每次脉冲曝光间隔向旋转阳极加一负电压，抵消曝光脉冲的启辉与余辉，起到消除软 X 射线、提高有用射线品质并减小脉冲宽度作用。

②采用光谱过滤技术：在 X 射线管头或影像增强器的窗口处放置合适铝过滤板，以多消除软 X 射线以及减少二次散射，优化有用 X 射线谱。

③采用脉冲透视技术：在透视图像数字化基础上实现脉冲透视(如每秒 25 帧、12.5 帧、6 帧等可供选择)，改善图像清晰度；并能明显地减少透视剂量。

④采用图像冻结技术：每次透视的最后一帧图像被暂存并保留于监视器上显示，充分利用此方法可以明显缩短总透视时间，达到减少不必要的照射。

⑤配备有相应的表征剂量的指示装置，当曝光室内出现超剂量照射时会出现报警。

⑥配备辅助防护设施：PET/CT 配备有 0.5mm 铅当量的铅衣等防护用品，可用于与注射后放射性药物的病人接触中的放射防护。

(2) 核医学科射线装置机房屏蔽设计

①主体结构屏蔽设计

根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)，X 射线装置设备机房屏蔽防护应满足表 10-2 所列要求。

表 10-2 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护要求

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	有用线束方向铅当量 mm	非有用线束方向铅当量 mm
CT	30	4.5	2.5	2.5

本项目核医学科射线机机房设计情况见表 10-3。

表 10-3 X 射线装置机房屏蔽状况

工作场所	有效使用面积	长×宽	墙体	顶棚	地面	防护门	观察窗
PET/CT 机房	49.2m ²	长 8.2m×	东侧、南侧、北侧：240mm 实	120mm 混凝土+60mm 硫	120mm 混凝土+130mm 硫酸	12mmPb	12mmPb

		宽 6.0m	心砖+100mm 硫酸钡水泥 (12mmPb) ; 西侧: 350mm 混凝土 (4mmPb)	酸钡水泥 (7mmPb)	钡水泥 (14mmPb)		
备注: 混凝土密度 $\geq 2.35\text{t/m}^3$, 砖密度 $\geq 1.65\text{t/m}^3$, 硫酸钡水泥密度 $\geq 3.2\text{t/m}^3$; 医用诊断 X 射线防护中不同屏蔽物质等效铅当量厚度见《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)附录 C 中表 C.4~表 C.7; 所有墙体拼接缝进行密封防护处理。							

根据表 10-2 和表 10-3 对照, 本项目所使用的 X 射线装置机房的设计屏蔽状况满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)屏蔽防护铅当量厚度要求。

②穿墙及防护门安装设计要求

PET/CT 机房内控制电缆和通风口, 采用 U 型穿墙, 并在电缆和通风口出入口处采用与机房设计相同铅当量的铅橡胶进行补偿防护, 为减少接缝处射线的泄漏, 本次环评要求防护门两侧铅板搭接宽度大于门缝宽度 10 倍以上。

(3) 曝光过程屏蔽防护

①医生在对注射了放射性药物的病人进行引导的过程中, 应佩戴好个人防护用具包括: 铅衣、铅围脖、铅眼镜等;

②对病人进行拍片显像的过程中, 应采用适当防护设施对病人非病灶部位进行遮挡。

10.1.2 辐射防护安全装置/设备

10.1.2.1 辐射防护安全装置配备综合要求

为防止发生辐射事故, 根据《环境保护部辐射安全与监督检查技术程序》中对医用射线装置、放射源和乙级非密封放射性物质工作场所辐射防护安全装置的要求, 本次评价根据建设单位采取的辐射安全装置及设备进行了对照分析, 具体情况见表 10-4。

表 10-4 辐射安全装置配置要求汇总对照分析表

1、PET/CT				
序号	项目	规定的措施和制度	落实情况	备注
1	场所 设施	隔室操作或防护屏	PET/CT 拟设置隔室操作	/
2		观察窗防护	PET/CT 拟设置	/
3		门窗防护	PET/CT 拟设置	/
4		候诊位设置合理或有合适的防护	PET/CT 拟设置合适的防护	/
5		辅助防护用品	PET/CT 拟配置	/
6		通风设施	PET/CT 拟设置	/

7	其它	入口处电离辐射警示标志	PET/CT 拟设置	/
8		入口处工作状态显示	PET/CT 拟配置	/
9		个人剂量计	PET/CT 拟配置	/
10		灭火器材	PET/CT 拟配置	/
2、乙级非密封放射性物质工作场所				
序号	项目	规定的措施和制度	落实情况	备注
1	场所设施	明确的监督区、控制区划分和标识	核医学科拟设置	/
2		场所门外电离辐射警示标志	核医学科场所门外拟设置	/
3		卫生通过间	核医学科拟设置	
4		人员出口污染监测仪	核医学科拟配置	/
5		独立的通风设施（流向、排风过滤）	核医学科拟设置独立的通风设施	/
6		有负压和过滤的工作箱/通风柜	核医学科拟配置有负压及过滤装置的通风柜	/
7		屏蔽防护设施	核医学科拟建设有，经估算，满足相关标准要求	/
8		防过热或超压保护（有易燃易爆和高温高压操作时）	核医学科不涉及	/
9		易去污的工作台和防污染覆盖材料	核医学科工作台面为不锈钢工作台面，拟配置应急去污用品	/
10		负压吸液器械（吸取液体时）	核医学科拟配置	/
11		移动放射性液体时容器不易破裂或有不易破裂的套	核医学科拟配置有不易破裂的防护套	/
12		机械手（强外照射操作时）	核医学科不涉及	/
13		火灾报警仪	核医学科拟配置	/
14		放射性下水系统或暂存设施	核医学科拟为核素治疗配置并列四级衰变池处理系统及一座应急衰变池，拟为 PET 诊断配置并列的三级衰变池处理系统	核素治疗区废水与 PET 中心废水独立排放
15		放射性下水系统标识	核医学科拟设置	/
16		放射性同位素暂存库或设施	核医学科拟配置暂存库，并在暂存库中配置铅罐	/
17		放射性固体废物暂存设施	核医学科拟设置 ¹³¹ I 废物间及 PET 药物废物间	/
18		安保设施	核医学科拟配置视频监控系统、红外线监控系统	/

			及报警系统	
19		防火设备、应急出口	核医学科拟配置灭火器，并设置应急出口	/
20	监测设备	固定式辐射监测报警仪	核医学科拟配置	/
21		固定式或移动式气溶胶取样监测设备	拟委托有资质的第三方进行取样监测	/
22		便携式辐射监测仪（污染、辐射水平等）	核医学科拟配置	/
23		个人剂量计	核医学科拟配置	/
24		个人剂量报警仪	核医学科拟配置	/
25		工作服、防火手套、口罩等个人防护用品	核医学科拟配置	/
26		去污用品和试剂	核医学科拟配置	/
27	应急物资	应急处理工具	核医学科拟配置	/
28		必备的警示标志和标识线	核医学科拟配置	/
29		灭火器材	核医学科拟配置	/
30		放射性同位素应急包装容器	核医学科拟配置	/

10.1.2.2 射线装置机房安全装置作用及安装要求

（1）门灯连锁：PET/CT 机房防护门外顶部设置工作状态指示灯，防护灯为红色，以警示人员注意安全；当防护门打开时，指示灯灭。

（2）紧急止动装置：PET/CT 操作台上、床旁均设置紧急止动按钮（各按钮分别与出束系统连锁），射线装置出束过程中，一旦出现异常，按动任一个紧急止动按钮，均可停止 X 射线系统出束。

（3）操作警示装置：PET/CT 的 X 射线系统出束时，控制台上的指示鸣器会发出声音。

（4）对讲装置：PET/CT 机房与操作室之间装有对讲装置，操作室内的工作人员通过对讲机与机房内的病人联系。

（5）警告标志：PET/CT 机房的防护门外的醒目位置设置有明显的电离辐射警告标志（见图 10-1）。



图 10-1 电离辐射标志和电离辐射警告标志

10.1.2.3 防护用品

本项目拟配备的防护用品见下表：

表 10-5 核医学科防护用品一览表

防护用品	防护用品数量
铅围裙	6 件
铅围脖	5 个
铅帽	6 顶
铅衣	2 件
铅方巾	1 块
铅眼镜	2 副
铅防护屏风	3 套
铅手套	3 副
放射性污染防护服	3 件
表面污染仪	1 台
剂量率监测仪	1 台
固定式剂量报警仪	2 台
个人剂量报警仪	4 台

上述辐射防护用品中个人辐射防护用品（铅围裙、铅围脖、铅帽、铅衣、铅眼镜、铅手套等）的铅当量应不低于 0.5mmPb，防护铅当量与数量能够满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）及《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）对防护用品的要求。

10.2 工作区域管理

10.2.1 工作场所布局

本项目涉及的工作场所位于 3 号楼（门急诊综合楼）负一楼北侧，核医学科东侧为楼梯间等，南侧为医用电梯间、应急配电房、库房等，西侧为门急诊综合楼楼前院内广场、英雄路、民房等，北侧为 2 号楼（医技楼）负一楼核医学科、院内道路、检验科等，核医学科上方为一楼交费大厅、药房等（核医学科上方详见附图 6），下方为摩托车停放区、水泵房、空房等（核医学科下方详见附图 5）。

核医学科按照使用功能区划分进行改扩建设计，具体设计图纸详见附图 4。由设计图可知，本项目住院及门诊诊断场所分开设置；钨分装室、固废间、碘-131 自动分装室等高活室相对集中，以防止交叉污染；放射性药物、放射性废物的存放范围小，并限制给药后患者的活动空间。根据表 9 中人流、物流的情况，本项目核医学科设有相对独立的工作人员、患者、

放射性药物和放射性废物路径，工作人员通道和患者通道分开，人员与放射性药物通道不交叉；本项目核医学场所设有门禁系统，以控制无关人员随意进入控制区和给药后患者的随意流动，避免工作人员和公众受到不必要的照射；控制区的出入口应设立卫生通过间或缓冲区，为工作人员和患者提供必要的可更换衣物、防护用品、冲洗设施和表面污染监测设备；控制区内设有给药后患者的专用卫生间，本项目平面布局相对合理。

10.2.2 工作场所分区

为加强辐射工作场所的辐射安全管理，限制无关人员受到不必要的照射，划定控制区和监督区。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)及《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021)控制区和监督区的定义划定控制区和监督区。其定义为“控制区：在辐射工作场所划分的一种区域，在这种区域内要求或可能要求采取专门的防护手段和措施；监督区：未被确定为控制区、通常不需要采取专门防护手段和措施但要不断检查其职业照射条件的任何区域”。结合定义与现场实际，本次环评对控制区和监督区的划分见表 10-6，详见附图 7，医院拟在各辐射工作场所控制区与监督区边界粘贴控制区与监督区标识。

表 10-6 控制区和监督区划分

工作场所	控制区	监督区	备注
核医学科	注射室、PET 分装室、PET 药物及放射性废物贮存室、 ⁶⁸ Ga、 ¹⁷⁷ Lu 分装标记室、PET/CT 检查室、PET 留观室、PET 注射后候诊室、PET/CT 检查患者走廊、 ¹³¹ I 分装服药室、核素药物及放射性废物贮存室、被服间、洁净被服间、核素病房（3 间）、甲亢留观室、抢救室、污存室、洁具间、废物储存室、出院病人体内活度测量室、核素治疗患者走廊、敷贴治疗室、衰变池区域等	诊室 3、云克治疗室、医务通道、门急诊综合楼前院内广场、候诊大厅、楼梯间、卫生通过间、淋浴间、云克治疗室、 ¹³¹ I 分装控制室走廊、病人出口通道、医生办公室、PET/CT 控制室等	控制区内禁止外来人员进入，职业工作人员在进行日常工作时尽量减小在控制区内居留时间，以减少不必要的照射。监督区范围内应尽量限制无关人员进入。另外本次环评要求：新建衰变池所在位置应进行隔离，防止无关人员进入。并张贴电离辐射警示标志。

本项目在采取相应管理措施的条件下，控制区、监督区设置合理。

本项目控制区相对集中，高活室相对集中，防止交叉污染，本项目分区合理。

10.3 核医学患者管理及隔离要求

10.3.1 患者出院的管理要求

接受 ¹³¹I 治疗、¹⁷⁷Lu 治疗的患者，应在其体内的放射性活度降至 400 MBq 或距离患者体表 1m 处的周围剂量当量率不大于 25μSv/h 方可出院，以控制该患者家庭与公众成员可能受

到的照射。医院在甲癌病房外出院剂量率测量室设置有固定式剂量监测仪，当患者达到出院条件后，经监测满足体表 1m 处的周围剂量当量率不大于 25 μ Sv/h 方可出院。

10.3.2 书面告知

患者在接受放射性药物诊断或是治疗时，护士站护士会告知患者及其家属辐射的危害，在患者同意的情况下进行放射诊断或治疗，并且在护士站处张贴告知单。病人在注射或服用放射性药物后，注射或服用药量 $\leq 400\text{MBq}$ 时，诊断、治疗完成后，经医生同意方可离开核医学科，医生并书面告知患者辐射可能对家属，尤其是小孩、怀孕的妇女或是哺乳期的妇女的危害。

10.4 辐射工作场所安全保卫措施

为确保本项目所使用的的射线装置、放射源和乙级非密封放射性物质工作场所的辐射安全，本项目采取的安全保卫措施见表 10-7。

表 10-7 辐射工作场所安防措施一览表

措施类别	对应措施
防火	3 号楼负一楼核医学科安装有烟气报警装置和消防栓，且各个房间功能单位需满足《建筑设计防火规范》(GB50016-2006)，本项目核医学科各个储源间禁止储存易燃、易爆、腐蚀性等其他一切与本项目无关的物品。同时人员易接触的地方均配备干粉式灭火器。
防水	本项目核医学科建设项目位于医技楼负四楼及门急诊综合楼负一楼，距离地表水体距离较远，不受地表水体影响，同时整个核医学科地面均做了较好的防水设计，项目区域不受地下水影响。
防盗、防抢和防破坏	①整个核医学科辐射工作场所控制区进行封闭管理，并设有门禁系统，非相关人员不能直接进入辐射工作场所内。 ②核医学科设置有保险柜并设置双人双锁，非密封放射性物质的转入、转出均由专人进行台账管理，射线装置均安排有专人进行管理和维护。 ③整个核医学科控制区设置严密的监控系统，实行 24h 实时监控，并将核医学科作为保安人员重点巡查范围。 ④射线装置机房、整个核医学科和邻近房间均不得存放易燃、易爆、腐蚀性等物品。
防泄漏	①核医学科使用的放射性药物、射线装置均来自于正规生产厂家，放射性药物出厂时包装用铅罐(50mm 厚铅)密闭，铅罐表面剂量满足标准要求，且用完后的空铅罐经表面去污处理后放置于核素治疗药物及放射性废物贮存室、PET 药物及放射性废物贮存室内待厂家进行回收； ②核医学科非密封放射性物质工作场所与射线装置机房均采取有效的实体屏蔽措施，核医学科能够达到《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021)中的防护要求，III类射线装置机房的屏蔽措施能够满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)的要求； ③核医学科出口处、 ^{131}I 分装控制室、PET/CT 控制室均设置固定式剂量报警仪，若出现辐射泄漏，将进行报警提示，建设单位还自行拟配备便携式 γ 辐射监测仪及 α 、 β 表面沾污仪，并定期或不定期进行场所监测，发现异常及时查明原因并进行处置。 ④本项目的射线装置工作场所及核医学科均已按照有关规范要求进行了辐射防护设计，只要按照设计和环评要求进行落实，射线装置机房、核医学科控制区边界是不存在辐射泄漏的情况，根据辐射影响分析，机房以及核医学科控制区边界屏蔽体外 30cm 处剂量率能满足不大

10.5 辐射安全和防护措施分析

为了防止污染事故的发生，项目建设单位应加强管理，为工作人员配备必备的防护器具；应建立污染防治管理制度，对人员进行上岗前辐射安全培训等；应按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中的安全与防护要求，结合本单位实际工作情况加强各方面的防护措施，以避免放射事故的发生。本项目的辐射安全和防护措施有：

（1）医院制定了一系列辐射安全相关规章与制度（见附件四），并已落实了辐射安全管理机构—核与辐射安全管理领导小组，并明确了辐射安全责任人。

（2）核医学科控制区和监督区分区明确；设有医生和病人独立通道，控制区入口处设置电离辐射警示标志，禁止非有关工作人员入内，不允许注射了药物的患者随便出入，病人出入口、医生通道设置相应的指示标志；监督区入口处张贴标牌，禁止无关公众人员进入。病人、医生和放射性物质运输线路指示路线，防止发生交叉污染。

（3）核医学科各功能用房均采用铅防护门，并在门上悬挂（张贴）辐射警示标志，制定严格的辐射防护规程和操作规程制度并张贴上墙。

（4）核医学科设置医生专用卫生通过间并在出入口安装表面污染检测仪。核医学科医生进、出 PET 分装室、碘-131 分装服药室等高污染子区需通过卫生通过间淋洗及表面污染检测仪。洗手水龙头应为光电感应龙头。

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

（6）核医学科放射性废气收集经活性炭吸附过滤装置处理后通过专用管道引至楼顶排放，工作场所的气流流向应遵循自清洁区向监督区再向控制区的方向设计，保持工作场所的负压和各区之间的压差，以防止放射性气体及气溶胶对工作场所造成交叉污染。

（7）为了减少放射性污染的扩散和相互影响，控制不必要的交叉污染，在核医学科进出口设置出入管理控制系统（门禁）和监控装置。

（8）通过制度规范辐射工作人员的操作、人员职责等。在任何情况下均不允许用裸露的手直接接触放射性物质或进行污染物件的操作。

（9）核医学科工作场所设计专用厕所、专用下水道，控制区的废水均进入衰变池。

（10）放射性废物和一般医疗废物分类收集，放射性废物收集后暂存于废物间专用衰变

箱内，经过一定时间衰变后经检测合格按医疗废物处置。实行联单管理制度，跟踪固废的处理方式和最终去向，做好产生、衰变时间、数量等相关的记录台账。

(11) 医院拟在核医学科配备 1 台表面污染仪用于日常监测；医院将为每位辐射工作人员配置个人剂量计，并委托有资质单位进行定期监测。需定期对辐射工作人员定期进行职业健康体检，并建立完整的个人剂量监测和职业健康防护档案。

(12) 清洁卫生要求：从非限制区到监督区到控制区，每个区一个单独的清洁工具。

(13) 在 PET/CT 控制台处设置观察窗，工作人员通过观察窗观察机房内患者状态。射线装置机房墙体对外无采光通风窗，在机房内设置独立新风送风和机械排风装置，使机房保持良好的通风，能充分保证室内空气流通。机房内不得堆放无关杂物。

(14) 在射线装置机房入口处设置符合规范的电离辐射警告标志和工作状态指示灯，且工作状态指示灯与机房相通的门设置联锁装置。机房的防护门上醒目位置拟贴“当心电离辐射”、“禁止入内”、“禁止停留”标志，用来提示人员不要进入处于工作状态的机房。操作室内需粘贴“戴防护眼镜”、“穿防护服”等提示标志。

(15) 工作状态指示灯：机房防护门上方拟设计工作指示灯以及电离辐射警告标志及其中文警示说明。用来警示人员不要进入处于工作状态的机房。

(16) 安全联锁系统需定期进行检查，由医院一个月自行检查一次，使其能保持正常工作。保持长期运行的可靠性和稳定性，方可保护操作人员的辐射安全，消除辐射事故和病人过剂量照射的隐患。

(17) 所有放射工作人员均需在网上进行辐射安全与防护知识的自主培训，并报名参加辐射安全与防护专业知识及相关法律法规的考核，通过考核后，每四年组织一次复训及考核。

(18) 医院应加强对辐射人员的培训，包括放射防护的培训，辐射人员应该技术熟练、动作迅速，以减少患者和辐射工作人员的剂量。医院应结合工作人员个人剂量监测的数据采取措施，控制和减少工作人员的受照剂量。

10.6 三废的治理（三废治理的设施、方案、预期效果；有废旧放射源的给出处理方案。）

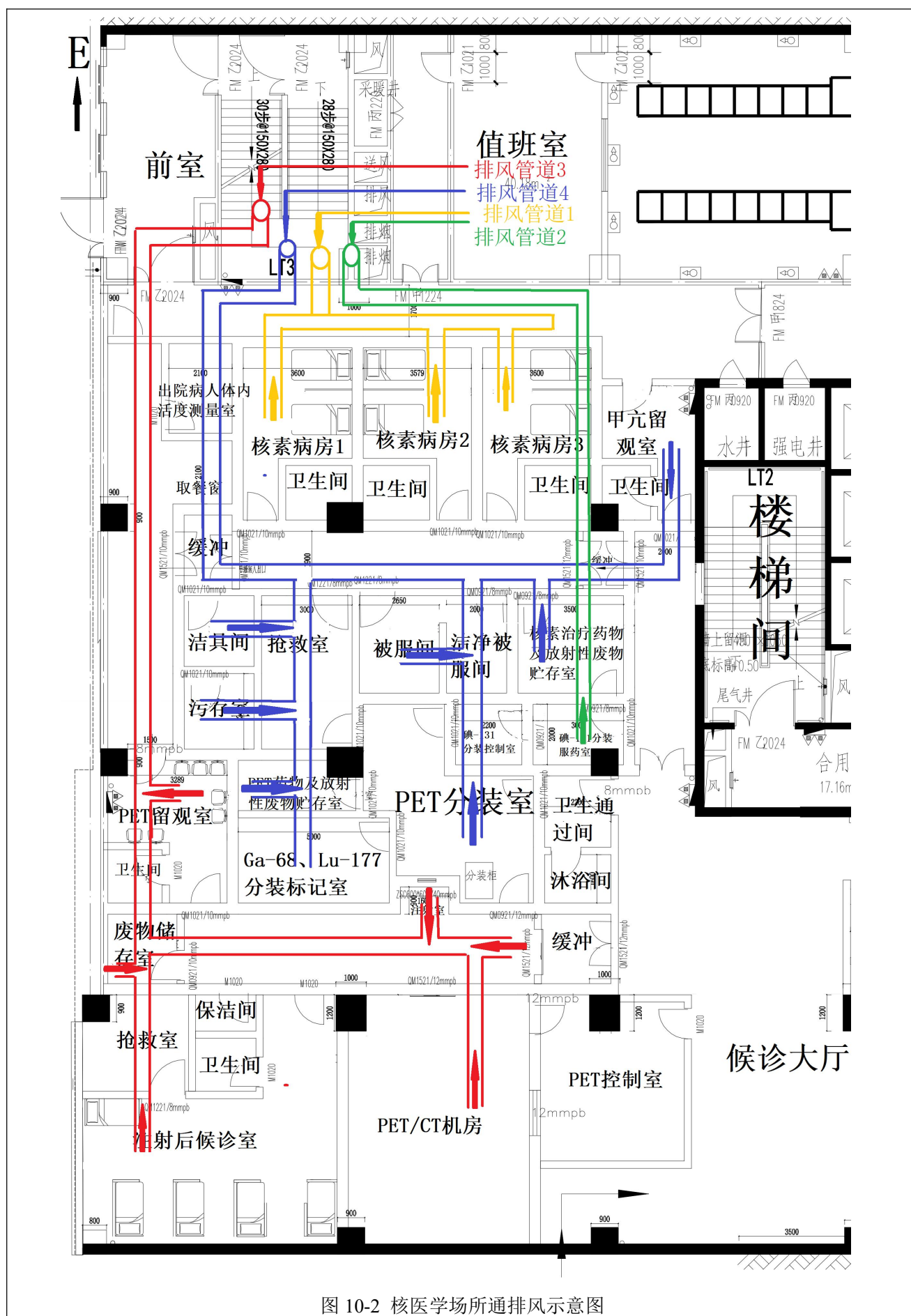
10.6.1 废气治理措施

本项目放射性废气产生环节主要为核医学场所 ^{131}I 分装服药室自动分装 ^{131}I 药物，在 PET 药物分装室分装 ^{18}F 、在 Ga-68、Lu-177 分装标记室分装 ^{68}Ga 、 ^{177}Lu 药物；非放射性气体主要为 PET/CT 射线装置工作过程中电离产生少量臭氧 (O_3) 和氮氧化物 (NO_x)。本项目核医学科控制区设置有 4 组排风系统，核医学科核素治疗区核素病房使用独立的排风管道 1、核医学科 ^{131}I 分装服药室使用独立的排风管道 2，核医学科 PET 中心的部分区域（注射后候

诊室、PET/CT 机房、病人通道、废物储存室、PET 留观室、注射室等)使用同一排风管道 3, PET 药物及放射性废物贮存室、洁具间、污存室、Ga-68、Lu-177 分装标记室、PET 药物分装室、被服间、洁净被服暂存室、甲亢留观室、核素治疗药物及放射性废物贮存室等共同使用同一排风管道 4, 排风管道 1、排风管道 3、排风管道 4 汇合至室外排风管道直至屋顶, 排风量为 4000m³/h, 排风口设置在 3 号楼楼顶东北侧; 排风管道 1 为独立的排风管道, 并排至屋顶, 排风量为 300m³/h, 排风口设置在 3 号楼楼顶东北侧。排风管道布置详见图 10-2。设置 1 组新风送风系统。产生的放射性废气经放射性废气收集管道收集后经高效过滤装置过滤后由专用通风管道引至楼顶排放, 总的过滤效率大于 99%, 排气筒高出楼顶, 且排口朝向东北侧, 不朝向周围高层建筑及周围环境保护目标, 同时为防止公众进入楼顶避免不必要的误照射, 要求建设单位将门急诊综合楼楼顶划为管控区域, 并进行封闭管理。核医学科使用的 4 套专用的排风管道不与其他公共通风管道混用, 屋顶设置抽风机与过滤装置联动控制。根据设计参数, 风机运行后核医学场所 4 套排风管道风速均不低于 0.5m/s。本项目核医学工作场所所在建筑(门急诊综合楼)为地上 17 层, 建筑高度约 77m, 核医学工作场所排风示意图见图 10-2。经估算排气口 ¹³¹I 的释放率为 894.4Bq/s, 排放浓度为 748.84Bq/m³; 排气口 ¹⁸F 的释放率为 215.8Bq/s, 排放浓度为 194.25Bq/m³; 排气口 ⁶⁸Ga 的释放率为 10.28Bq/s, 排放浓度为 9.25Bq/m³; 经过通排风装置能有效的排除 PET/CT 射线装置工作过程中电离产生少量臭氧(O₃)和氮氧化物(NO_x)。

本项目通风系统将核医学场所排风管道与普通通风管道分开设计, 气流各自经风道通向楼顶, 通风设计可满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188 -2021)要求。

本项目工作场所的有关控制区房间均采用有梯度的微负压通风, 监督区均采用正压通风, 以保证监督区的气流由清洁区进入污染控制区, 并且污染控制区的气流由低活区流向高活区, 以保证高污染区的气流不流入低污染区、污染区的气流不进入清洁区。



10.6.2 废水处理措施

10.6.2.1 放射性废水

本项目产生的放射性废水主要来自于核医学科病人的排泄废水和清洗废水，核医学科设置有独立的病人专用卫生间，且设置有独立的排水系统，并与衰变池相连，衰变池位于医技楼负四楼，对衰变池的池底以及池身进行了防渗处理，防渗系数 $\leq 10^{-8} \text{cm/s}$ ，且避开人群集中活动区域，衰变池平面布置图详见图 10-3。大部分下水管道位于建筑体内，垂直经过 2 号楼负二层（空房间）、2 号楼负三层（停车场）后到达 2 号楼负四层衰变池处理系统，不经过环境敏感区域，2 号楼负四层衰变池处理系统周边为停车场区域，无常驻人群，且衰变池位于 2 号楼的最底层，周围无建设衰变池处理系统的不利因素，衰变池选址合理，对于少部分外露管道将采取 2mmPb 当量铅皮进行管道包裹，确保管道外表面 0.3m 处辐射剂量率低于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ，并标识管道走向标志，尽量减小对公众的辐射影响，核医学科放射性废水排放管道见图 10-4。

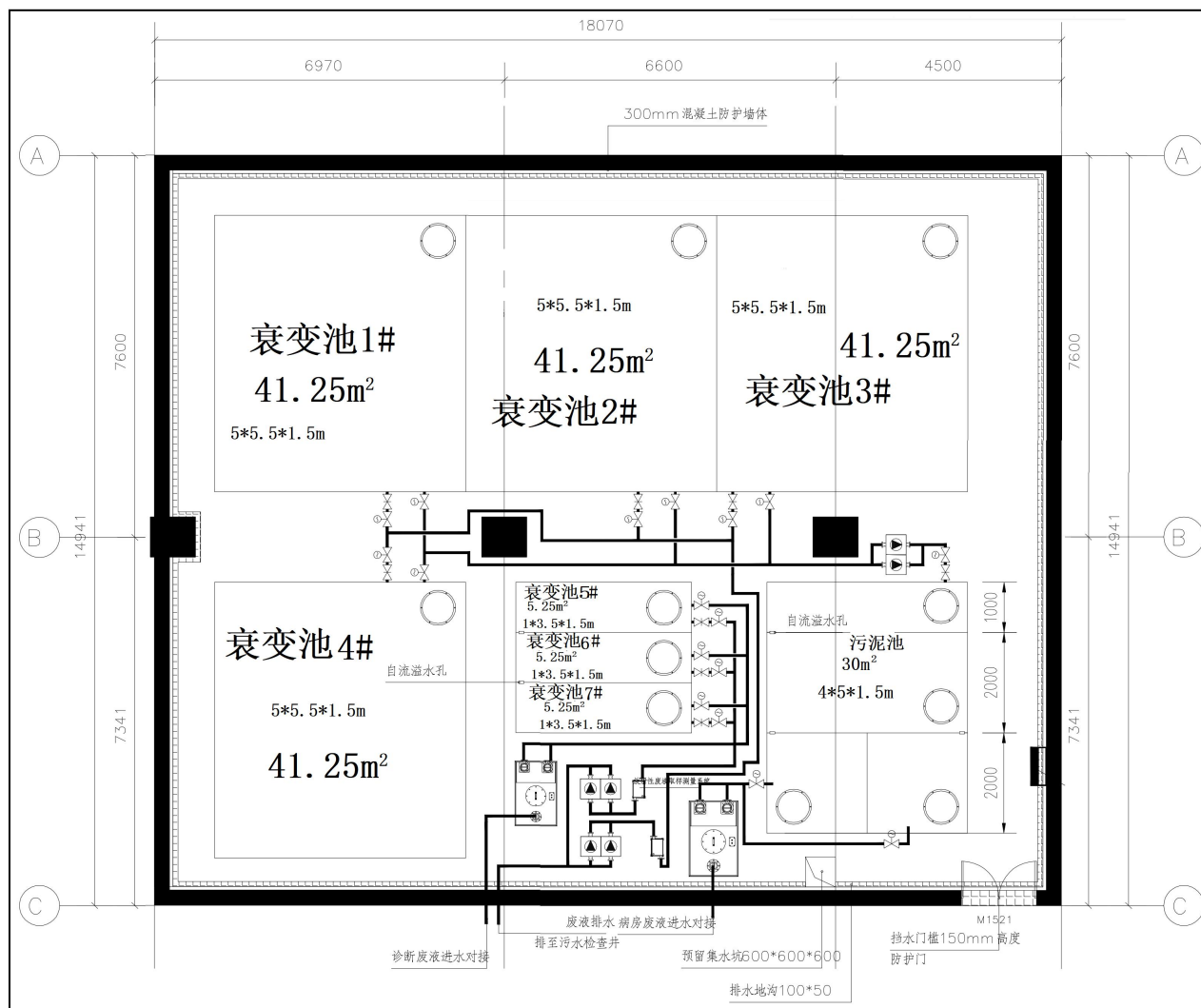


图 10-3 衰变池平面布置图

根据污染源分析，核医学科核素治疗区周最大放射性废水产生量约 4.605m^3 ，放射性废水核素主要为 ^{131}I 、 ^{177}Lu ；核医学科 PET 中心日最大放射性废水产生量约 0.75m^3 ，放射性核素组成包括 ^{68}Ga 、 ^{18}F 、 ^{89}Sr ，其中半衰期较长的核素为 ^{89}Sr （50.75d），但由于 ^{89}Sr 就诊病人量极少，且放射性药物用量也较小，相应产生的废水量也较小。

根据核医学科衰变池的设计，核医学场所核素治疗区新增衰变池总的有效容积为 165m^3 ，该衰变池处理系统由 4 格并联衰变池以及 1 格污泥池组成，单个池体有效容积均为 41.25m^3 ，每级均设置取样口，污泥池有效容积 30m^3 ；运行时当 1#池体内废水注满时关闭出水阀门和进水阀门进行封闭衰变，然后将废水接着排入 2#池体内，当 2#池废水注满时采取同样的操作方式进行封闭衰变，再将废水接着排入 3#池体内，当 3#池废水注满时采取同样的操作方式进行封闭衰变，最后将废水接着排入 4#池体内，当 4#池废水装满时采取同样的操作方式进行封闭衰变，依次往复循环使用；在 4#池体即将注满时，1#衰变池内废水贮存衰变超过 180 天，对 1#衰变池进行取样监测，监测达标后通过抽水泵将废水排入医院污水管网最后通过医院污水处理站处理后达标排放市政污水管网，当各个池内废水衰变大于 180 天后通过预留监测口进行取样监测，监测达标后通过抽水泵将废水排入医院污水管网最后通过医院污水处理站处理后达标排放市政污水管网，依次往复循环监测排放。核医学科 PET 中心新增衰变池总的有效容积为 15.75m^3 ，该衰变池为 3 格并联衰变池，单个池体有效容积为 5.25m^3 ，每级均设置取样口；运行时当 5#池体内废水装满时关闭出水阀门和进水阀门进行封闭衰变，然后将废水接着排入 6#池体内，当 6#池废水注满时采取同样的操作方式进行封闭衰变，最后将废水接着排入 7#池体内，当 7#池废水装满时采取同样的操作方式进行封闭衰变，依次往复循环使用。在 7#池体即将注满时，5#衰变池内废水贮存衰变超过 30 天，并通过抽水泵将废水排入医院污水管网最后通过医院污水处理站处理后达标排放市政污水管网，当各个池内废水衰变大于 30 天后通过抽水泵将废水排入医院污水管网最后通过医院污水处理站处理后达标排放市政污水管网，依次往复循环排放。出衰变池的排水管网与 2 号楼负一层核医学科出衰变池的排水管网共用，埋于地下。本项目衰变池池体采用砖混结构，厚度约 40cm，在砖混结构内部放置不锈钢罐体。同时为保障现核医学科衰变池以及新增衰变池的长效可靠运行还需采取如下管理措施：

①衰变后的含碘-131 废水需贮存衰变 180 天并监测达标（总 α 排放标准 1Bq/L ，总 β 排放标准 10Bq/L ， ^{131}I 活度浓度 10Bq/L ），含短半衰期核素的放射性废水需贮存衰变 30 天，才能排入医院污水处理站，池内沉渣如难于排出，可进行酸化预处理再排入下水系统；②医院需建立衰变池排放台账，记录每次排放时间、排放量及监测结果情况并由专人负责管理记录；③

衰变池需设立明显的电离辐射警告标志，同时衰变池四周应设立拦挡，并将衰变池区域划为控制区；④为防止衰变池过满溢出，要求在每个衰变池设置液位计，随时监控衰变池内水位，到达预定位置时即可报警并提示手动关闭进水阀门或自动关闭进水阀门，使废水进入另外的池体。⑤衰变池设置防雨水顶棚，四周设置排水沟防止雨水灌入池体，同时衰变池应作为重点防渗区进行管理，其防渗系数需 $\leq 10^{-8} \text{cm/s}$ 。

10.6.2.2 非放射性废水

本项目产生的非放射性废水主要为核医学科工作人员的生活污水，依托医院污水处理设施处置。

10.6.3 固体废弃物处理措施

10.6.3.1 放射性固废处理措施

本项目核医学科产生的放射性固体废物主要是一次性口杯、输液管、吊瓶、注射器、针头、棉签、手套等医用器具以及封装药物的铅罐和使用过的锝发生器，涉及的放射性核素包括： ^{18}F 、 ^{131}I 、 ^{89}Sr 、 ^{68}Ga 、 ^{68}Ge 、 ^{177}Lu 。

本项目核医学科 PET 中心所产生的放射性固体废物主要涉及 ^{18}F 、 ^{68}Ga 、 ^{68}Ge 、 ^{89}Sr 、 ^{177}Lu 放射性核素，医院拟在 PET 药物分装室、Ga-68、Lu-177 分装标记室、注射窗下方、PET 注射后候诊室配备放置放射性固废收集桶（防护铅当量 20mmPb），用于分核素种类收集产生的核素放射性固废，到达一定量时，PET 中心转入 PET 药物及放射性废物贮存室进行暂存衰变。核素治疗区所产生的放射性固体废物主要涉及 ^{131}I 、 ^{177}Lu ，医院拟在核素治疗区 ^{131}I 分装服药室、病房内配置放射性固废收集桶（防护铅当量 20mmPb），用于收集产生的 ^{131}I 核素放射性固废及 ^{177}Lu 核素放射性固废，到达一定量时，转入核素治疗区核素治疗药物及放射性废物贮存室进行暂存衰变。锝发生器直接交由生产厂家回收更换，敷贴治疗用的 ^{90}Sr - ^{90}Y 放射源在使用满 20 年后，由放射源生产厂家进行回收更换， ^{68}Ge 校准源当达不到使用活度时，由放射源生产厂家回收更换，同时本次要求建设单位将定期更换下的活性炭过滤作为放射性固废进行收集处理。根据《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021)针对放射性固废的收集、贮存和处理提出如下管理措施要求：

（1）放射性固体废物收集

①放射性固废收集桶应避开工作人员和经常走动的区域；②放射性固废收集桶内应放置于专用塑料袋直接收纳废物，分核素收集，装满后的废物袋应密封，不破漏，并及时转运至放射性固废间进行衰变处置；③对破碎玻璃器皿等含尖刺及棱角的放射性废物，应先装入硬纸盒或其它包装材料中，然后在装入专用塑料袋内；④每袋废物的表面剂量不超过 0.1mSv/h ，

表面污染水平对β和γ发射体应小于 4Bq/cm²，重量不超过 20kg。

(2) 放射性固废临时贮存和最终处理

①建立放射性废物收集、暂存、转运、回收台账，确保放射性固废不乱丢、不乱弃；②收集容器在密封衰变过程中需在外表面醒目处需张贴电离辐射警告标志，并注明固废的核素名称、重量、废物产生起始日期、责任人员、出库时间和监测结果等信息；③建立放射性固废来源、去向及监测结果台账记录，以便备查；④根据《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021)放射性固废收集容器密封暂存后保证外表面 30cm 处的周围剂量当量率小于 2.5μSv/h，β表面沾污小于 4Bq/cm²。⑤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，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平，β表面污染小于 0.8 Bq/cm² 的，可对废物清洁解控并作为医疗废物处理；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；经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平，β表面污染小于 0.8 Bq/cm² 的，可对废物清洁解控并作为医疗废物处理；含碘-131 核素的放射性固体废物暂存超过 180 天，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平，β表面污染小于 0.8 Bq/cm² 的，可对废物清洁解控并作为医疗废物处理。⑥暂存的放射性废物经储存衰变经监测达到清洁解控水平后按照普通医疗废物执行转移联单制度，由有资质单位统一回收处理。⑦标记、合成、淋洗放射性药物器皿等器材放置在放射固体储存箱中 10 个半衰期以上，再循环利用。⑧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发射体应小于 4Bq/cm²。

10.6.3.2 非放射性固废处理措施

本项目产生非放射性医疗废物包括一些药棉、纱布、手套等医用辅料，进入医疗废物暂存、管理系统。根据国家医疗垃圾管理制度，应严格执行医疗垃圾转移联单制度，由具备医疗垃圾回收处理资质的专业单位回收集中处理。同时工作人员也会产生少量的生活垃圾，经医院垃圾桶收集后定期由环卫部门清运。

10.7 环保措施及其投资估算

本项目的环境保护投资估算见表 10-8。

表10-8 环保投资一览表

辐射安全措施	设施（措施）	数量	投资金额（万元）	备注
辐射屏蔽措施	核医学科 PET 中心：PET 药物分装室、PET 药物及放射性废物贮存室、抢救室、PET/CT 检查室、PET 注射后候诊室、PET	37 扇	81	/

	留观室、PET 病人通道进口及出口防护门等（拟配置）； 核医学科核素治疗区： ¹³¹ I 分装服药室、核素治疗药物及放射性废物贮存室、被服间、出院剂量率测量室、核素病房 1、核素病房 2、核素病房 3、甲亢留观室、抢救室、病人通道进口及出口防护门等（拟配置）。			
	核医学科 PET 中心：PET/CT 机房铅防护玻璃	1 扇	1.8	/
	核医学科 PET 中心：PET/CT 注射室带屏蔽效果（40mmPb）注射台。	1 套	7	/
	核医学科：配餐传递窗（20mmPb）	1 扇	3	
	核医学科 PET 中心：带屏蔽效果（60mmPb）的 PET 药物分装柜及 ⁶⁸ Ga、 ¹⁷⁷ Lu 分装标记柜。 核医学科核素治疗区：带屏蔽效果（35mmPb）的自动核素分药仪。	2 套	65	/
	核医学科： ¹⁸ F 注射防护套（10mmPb）	2 套	2.6	/
	核医学科：3 间核医学病房内各设置 1 套移动铅屏风	3 套	12	/
	核医学科 PET 中心、核素治疗区屏蔽体建设	/	240	/
监控系统	核医学科 PET 中心：设置一套视频监控系统； 核医学科核素 I 治疗区：设置一套视频监控系统。	2 套	6	/
通风系统	核医学科 PET 中心、核医学科核素治疗区设置 2 套独立排风系统及两级过滤装置。	2 套	120	/
辐射安全培训	辐射工作人员定期进行辐射防护与安全培训和考核	/	5	/
个人剂量监测	辐射工作人员个人剂量定期监测	/	3.6	/
职业健康体检	辐射工作人员定期进行职业健康体检	/	6.5	/
监测仪器	1 台 X-γ 辐射剂量率监测仪、1 台 α/β 表面沾污仪、4 台个人剂量报警仪、固定式剂量报警仪 3 台	/	13	/
个人防护用品	铅围裙（6 件）、铅衣（2 件）、铅围脖（5 个）、铅防护眼镜（2 副）、铅方巾（1 块）、铅手套（3 副）、铅帽（6 顶）、铅防护屏风（3 套）、放射性污染防护服（3 件）等	/	11.5	/
放射性废水处置	核医学科 PET 中心及核素治疗区独立下水系统及排水管道屏蔽措施	2 套	4	/
	核医学科核素治疗区：4 格并联衰变池（有效容积 165m ³ ）+1 格污泥池（30m ³ ）；核医学科 PET 中心：3 格并联衰变池（有效容积 15.75m ³ ）； 一座应急衰变池（有效容积 30m ³ ）。	2 套	83	/
放射性固废处置	核医学科 PET 中心：PET 药物分装室、PET 药物注射室、PET 注射后候诊室、PET 留观室、Ga-68、Lu-177 分装标记室、PET 药物及放射性废物贮存室等分核素种类设置放射性废物铅桶； 核医学科核素治疗区： ¹³¹ I 分装服药室、核素药物及放射性废	18 个	45	/

	物贮存室、甲亢留观室、核素病房等配置放射性固废铅桶。			
	核医学科核素治疗区废物间、核医学科 PET 中心废物间	2 间	/	纳入改造屏蔽
安全设施	储源间保险柜（双人双锁）及备用铅罐	2 套	15	/
	PET 药物分装室、 ¹³¹ I 分装服药室红外监控及报警系统	2 套	6	/
	病人入口和出口单向门禁系统	5 套	8	/
	电离辐射警示标识及“两区”划分标识	若干	2	/
辐射环境监测	辐射工作场所辐射环境年度监测	/	16	/
应急及去污用品	一次性防水手套、气溶胶防护口罩、防水工作服、胶鞋、污染表面清洗剂、一次性毛巾、吸水纸、胶带、标签、塑料袋一次性镊子等应急及去污用品	若干	5	/
相关辐射安全管理制度制定及上墙		/	1	/
环保投资合计			763	/
本项目总投资			2100	/
环保投资占总投资比例			36.33%	/

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段环境影响分析

本次评价的核技术利用项目在施工阶段仅为辐射防护装修及安装调试。

11.1.1 装修施工的环境影响

兴义市人民医院 PET 中心及核素治疗改扩建项目建设期主要有声环境、空气环境、水环境和固体废物的影响，不涉及放射性影响。其中噪声和扬尘主要来自场地土建施工，但建设工程施工期比较短，且在独立的场地内部进行，采取各项措施对周围环境影响小，随施工期结束而消除，因此，施工在合理安排施工时间，对周围的影响可控。

本工程施工污水主要来自施工人员的生活污水和少量施工废水，其中施工废水主要包括砂石料加工水。医院现已建成生活、卫生设施、污水处理站和排水管网，施工人员的生活污水和施工废水经过沉淀澄清后将通过现有的生活、卫生设施排入医院污水处理站处理后排入市政管网。

施工期间固体废物主要为施工人员的生活垃圾和建筑垃圾。施工期的生活垃圾和建筑垃圾分别堆放，及时清运或定期运至环卫部门指定的地点安全处理处置，可以使工程建设产生的垃圾处于可控制状态。

综上所述，本工程在施工期的环境影响是短暂的、可逆的，严格按照建设项目常规环评的要求落实相关的措施后，随着施工期的结束而消失。施工单位应严格执行有关规定的污染防治措施，并加强监管，对建设期的声环境、空气环境、水环境和固体废物等进行防治，采取降噪、防尘措施，合理安排工作时间，避免夜间施工，尽可能对周围环境的影响降到最小。

11.1.2 设备安装调试的环境影响

本项目设备的安装由厂家专业人员进行，医院方不得自行拆卸、安装设备，安装调试期间操作人员必须持证上岗并采取足够的个人防护措施。

本项目核医学科使用的设备的安装和调试均在机房内完成，在设备安装调试阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中医院应保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在机房门外设立辐射警示标志，禁止无关人员靠近。人员离开时机房必须上锁并派人看守。由于设备的安装和调试均在机房内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响较小。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 β 射线辐射影响分析

本项目涉及使用的 ^{18}F 、 ^{131}I 、 ^{68}Ga 、 ^{89}Sr 、 ^{177}Lu 核素衰变过程中会有 β 粒子。根据《辐射防护手册》（第三分册，P20~P23）， β 粒子在不同介质中的射程按式 11-1 计算：

$$d = \frac{1}{2\rho} E_{MAX} \quad (\text{式 11-1})$$

式中：d—最大射程，cm； ρ—屏蔽材料密度，g/cm³

表 11-1 各核素β射线在空气中理论最大射程

核素	¹³¹ I	¹⁸ F	⁶⁸ Ga	⁸⁹ Sr	¹⁷⁷ Lu
β射线能量 (MeV)	0.606	0.64	0.573	1.463	0.497
空气密度 (g/cm ³)	1.29×10 ⁻³				
空气中的射程 (cm)	235	248	222	567	193
砖墙密度 (g/cm ³)	1.8				
砖墙中的射程 (cm)	0.17	0.18	0.16	0.41	0.14
铅玻璃密度 (g/cm ³)	7.36				
铅玻璃中的射程 (cm)	0.04	0.04	0.04	0.10	0.03

综上所述，本项目涉及使用的 ¹⁸F、¹³¹I、⁶⁸Ga、⁸⁹Sr、¹⁷⁷Lu 核素在整个过程中均采取了有效的屏蔽措施屏蔽β射线，同时在整个使用过程中职业人员还穿戴有 0.5mmPb 当量的防护铅服，且公众与放射性核素之间还采取了距离隔离措施，因此β射线对职业人员和公众辐射影响是很小的。

11.2.2 β表面沾污

β表面沾污的影响主要来源于医生操作时，放射性物质逸出或飞散在操作台、地板、墙壁、个人防护用品等表面，对职业人员和公众造成辐射影响，因此，为了使本项目非密封放射性物质工作场所的β表面污染水平达到 GB18871-2002 规定的要求，环评要求建设方要做到以下防护措施：

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

②开瓶、转移、标记、分离纯化等易产生放射性物质逸出或飞散的操作，其操作须在通风柜内进行；

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

④吸取液体的操作必须用合适的器具，严禁用口吸取；

⑤不允许用裸露的手直接接触放射性物质或进行污染物件操作；

⑥放射性操作之后应对工作台、设备、地面及个人防护用品等进行表面污染检查、清洗、去污，工作人员在表污检测有污染后应进行淋浴；

⑦放射性药品用后应及时存放在专用柜内，需防盗、防水、防火、柜外应有电离辐射标志；

⑧做好就诊病人的管理，特别是已服药和注射放射性药品的病人管理工作，严格划定好控制区和监督区，禁止无关人员随处走动。

⑨如 β 表面污染水平超过 GB18871-2002 规定值(规定限值见本报告表 7-5 工作场所放射性表面污染控制水平)，医院应暂停开展核医学活性区的相关业务，去污染经监测符合标准后方可重新开展业务，同时辐射工作人员出现手、皮肤、内衣、工作袜等出现污染情况(超过 $0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$)需及时进行去污操作并暂停放射性物质操作评估其受照射剂量，并根据评估结果采取下一步措施（调整工作或接受治疗等）。

11.2.3 X- γ 射线辐射影响分析

1、理论计算公式

因预测点位与放射性核素操作位置间的距离比装药瓶的几何尺寸大 5 倍以上，故可视为点源。职业人员操作过程中医生穿着有防护铅服，并在屏蔽体中进行操作，公众位于屏蔽房间外，本次评价还考虑屏蔽材料减弱因素。应用 γ 射线点源剂量率计算公式进行预测，计算公式参照《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）附录 I.2 ^{131}I 治疗、PET 等工作场所的屏蔽计算，如式 11-2、式 11-3 所示； ^{177}Lu 治疗场所的屏蔽计算如式 11-4、式 11-5 所示。

$$X = TVL \times \lg \left(\frac{A \times \Gamma}{H_p \times R^2} \right) \quad (\text{式 11-2})$$

$$H_p = \frac{A \Gamma}{R^2} \times 10^{-\frac{X}{TVL}} \quad (\text{式 11-3})$$

式中：A—放射源的活度，MBq；

Γ —距源 1 米处的周围剂量当量率常数， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{MBq}^{-1}$ ；

X—屏蔽厚度，mm；

R—参考点与放射源的距离，m；

H_p —参考点处辐射剂量率， $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；

TVL— γ 射线的十分之一值层厚度，mm。

$$X = A \Gamma / r^2 \quad (\text{式 11-4})$$

$$D = 8.73 \times 10^{-3} X \quad (\text{式 11-5})$$

式中：A—放射源的活度，Ci；

Γ —放射性核素的 Γ 常数， $\text{R} \cdot \text{m}^2/\text{h} \cdot \text{Ci}$ ；

X—照射量率，单位 R/h；

R—参考点距离源的距离，m；

D—吸收剂量率，Gy/h；

本次评价按什值层法进行减弱系数计算。

$$K = 10^{-\frac{x}{TVL}} \quad (\text{式 11-6})$$

式中：TVL—什值层厚度；

d—屏蔽厚度(cm)；

K—衰减系数。

本项目主要使用的非密封放射性核素屏蔽材料十分之一值层厚度（TVL）参照《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）附录 I.1，如下表所示。

表 11-2 本项目使用的非密封放射性核素屏蔽材料十分之一值层厚度（TVL）

核素	铅（11.3g/cm ³ ）	砖（1.65g/cm ³ ）	混凝土（2.35g/cm ³ ）	硫酸钡水泥（3.2g/cm ³ ）
¹⁸ F、 ⁶⁸ Ga	16.6mm	263mm	176mm	120mm
¹³¹ I	11mm	240mm	170mm	90mm
¹⁷⁷ Lu	5.0mm	220mm	155mm	60mm

备注：1、根据各核素的光子能量估算硫酸钡水泥（重混凝土）的十分之一值层厚度参见《辐射防护手册》（第三分册，P29 图 2.16 及 P30 表 2.12）；
2、⁶⁸Ga 衰变光子能量与 ¹⁸F 相同，故 ⁶⁸Ga 各屏蔽材料的 TVL 值参照 ¹⁸F。

2、预测计算所依据参数

各预测参数选取表 11-3。

表 11-3 预测参数表

核素	单个病人用药量（mCi）	Γ常数（μSv·m ² /h/MBq）	人员	操作方式	受照射时间（min）	年接诊人次（人）	年操作时间（h）
¹⁸ F	分药：200mCi； 注射及显像：10mCi	0.143	职业	分药	0.5	7500	62.5
				注射	0.5		62.5
				摆位	0.5		62.5
				显像	30		3750
			公众	分药	0.5		62.5
				注射	0.5		62.5
				显像	30		3750
⁶⁸ Ga	分药：100mCi； 注射及显像：5mCi	0.143	职业	制药、分药	1	5000	83.3
				注射	0.5		41.7
				摆位	0.5		41.7
				显像	30		2500

			公众	制药、分药	1		83.3
				注射	0.5		41.7
				显像	30		2500
¹³¹ I （甲亢）	自动分装柜内： 200mCi；自动分装柜外： 10mCi	0.0595	职业	分药	0.5	4050	33.75
				服药	0.5		33.75
			公众	分药	0.5		33.75
				服药	0.5		33.75
¹³¹ I （甲状腺癌）	自动分装柜内： 200mCi；自动分装柜外 200mCi	0.0595	职业	分药	0.5	300	2.5
				服药	0.5		2.5
				查房观察	5min/间		91.25
			公众	分药	0.5		2.5
				服药	0.5		2.5
				住院	480		2000
¹⁷⁷ Lu	分药：200mCi； 分装柜外： 50mCi；核素病房：100mCi	0.009R·m ² /h·Ci	职业	分药	1	50	0.83
				输液	0.5		0.42
				转移	1		0.83
			公众	分药	1		0.83
				输液及住院	480		400
注：在病人留观期间，医生一般不直接接触病人，病人直接在注射后休息区（或留观室）等待，因此不考虑此间用药病人对职业人员的影响。							

3、辐射环境影响分析计算结果

（1）PET 中心辐射环境影响分析

①PET/CT 机房屏蔽措施评价

根据兴义市人民医院采购计划，拟采购的 PET/CT 机型号为 uMI 780，管电压为 140kV，管电流为 833mA。PET/CT 机房四周墙体为实心砖加硫酸钡水泥，顶板、地面均为混凝土加上硫酸钡水泥，防护门使用的是铅门，观察窗使用的均是铅玻璃。使用的实心砖密度为 1.65g/cm³，混凝土密度为 2.35g/cm³，硫酸钡水泥密度为 3.2g/cm³。具体的防护见下表。

表 11-4 PET/CT 机房屏蔽措施评价分析

工作场所	墙体	顶棚	地面	防护门	观察窗
PET/CT 机房	东侧、南侧、北侧： 240mm 实心砖 +100mm 硫酸钡水	120mm 混凝土 +60mm 硫酸钡 水泥（7mmPb）	120mm 混凝土 +130mm 硫酸钡 水泥（14mmPb）	12mmPb	12mmPb

	泥（12mmPb）；西侧：350mm 混凝土（4mmPb）				
标准要求	2.5mm 铅当量				
符合性分析	符合	符合	符合	符合	符合
备注：混凝土密度 $\geq 2.35\text{t/m}^3$ ，砖密度 $\geq 1.65\text{t/m}^3$ ，硫酸钡水泥密度 $\geq 3.2\text{t/m}^3$ ； 医用诊断 X 射线防护中不同屏蔽物质等效铅当量厚度见《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录 C 中表 C.4～表 C.7； 所有墙体拼接缝进行密封防护处理。					

从 PET/CT 机房屏蔽措施评价分析可知，兴义市人民医院 PET/CT 机房的屏蔽措施能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。在 PET/CT 投入使用前，医院还应在控制室适当位置张贴岗位职责和操作规程，防护门外应张贴电离辐射警示志，并设置醒目的工作状态指示灯。

②核医学科 PET 中心核素辐射环境影响分析

本项目核医学科 PET 中心工作场所主要使用的放射性核素为 ^{18}F 、 ^{68}Ga 、 ^{89}Sr ， ^{18}F 患者最大给药量为 10mCi， ^{68}Ga 患者最大给药量为 5mCi，由于 ^{18}F 的周围剂量当量率常数比 ^{68}Ga 的周围剂量当量率常数大，且 ^{18}F 患者单人使用量比 ^{68}Ga 患者单人使用量大，除 Ga-68、Lu-177 分装标记室外，均以 ^{18}F 核素进行屏蔽设计计算。

计算时，给药病人按点源考虑，位于病房中央，分装工作人员在 60mm 铅当量的通风柜外操作，分装柜内 ^{18}F 单支药物最大量为 $7.4 \times 10^9\text{Bq}$ ，且只存放一支 ^{18}F 药物，其余的药物存放至 PET 药物及放射性废物贮存室，待分装柜内药物用完后，再从 PET 药物及放射性废物贮存室取 ^{18}F 药物，以此类推； ^{68}Ga 分装柜内 ^{68}Ga 药物最大淋洗药量为 $7.4 \times 10^9\text{Bq}$ ，锗镓发生器存放于 PET 药物及放射性废物贮存室，待分装柜内 ^{68}Ga 使用完毕后，再从锗镓发生器淋洗出 ^{68}Ga 。注射工作人员在 40mm 铅当量的药物注射窗后操作，摆位医生穿戴 0.5mmPb 的铅衣对病人进行摆位，PET 注射后候诊室按照 4 位注射 10mCi 放射性药物的患者进行计算，根据 ^{18}F 的半衰期可以估算 PET 留观室内 5 位注射 10mCi 放射性药物的患者的剩余药量约为 31mCi，并按照 31mCi 进行计算。计算公式见式（11-3）。

表 11-5 核医学科 PET 中心辐射剂量率估算结果

理论计算点位		核素种类	源活度 (MBq)	周围剂量当量率常数 ($\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{MBq}^{-1}$)	距离 (m)	屏蔽物质及厚度	屏蔽后的剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
核医学科 PET 药物分装室	南侧墙外 30cm（卫生通过间、淋浴间）	^{18}F	3.70×10^2	0.143	2.1	240mm 实心砖 +100mm 硫酸钡水泥	2.15E-01

	东侧墙外 30cm（碘-131 分装控制室）	¹⁸ F	3.70×10 ²	0.143	3.2	240mm 实心砖 +100mm 硫酸钡 水泥	9.28E-02
	西侧墙外 30cm（PET 病人通道）	¹⁸ F	3.70×10 ²	0.143	2.0	240mm 实心砖 +100mm 硫酸钡 水泥	2.37E-01
	北侧墙外 30cm（Ga-68 分装标记室）	¹⁸ F	3.70×10 ²	0.143	1.2	240mm 实心砖 +40mm 硫酸钡 水泥	2.09
	顶部外 30cm（一楼缴费大厅）	¹⁸ F	3.70×10 ²	0.143	3.8	120mm 混凝土 +60mm 硫酸钡 水泥	2.41E-01
	顶部外 1m （一楼缴费大厅）	¹⁸ F	3.70×10 ²	0.143	4.5		1.72E-01
	下方外 30cm	¹⁸ F	3.70×10 ²	0.143	1.5	120mm 混凝土 +130mm 硫酸钡 水泥	4.04E-01
	下方离地面 170cm（负二层摩托车停放区）	¹⁸ F	3.70×10 ²	0.143	5.0		3.63E-02
	南侧防护门外 30cm（卫生通过间）	¹⁸ F	3.70×10 ²	0.143	2.7	10mmPb	1.81
	北侧防护门外 30cm（抢救室）	¹⁸ F	3.70×10 ²	0.143	6.0	10mmPb	3.67E-01
	分装柜正表面 30cm	¹⁸ F	7.40×10 ³	0.143	0.5	60mmPb	1.03
	分装柜侧表面 30cm	¹⁸ F	7.40×10 ³	0.143	0.5	60mmPb	1.03
PET/C T 检查室	东侧墙外 30cm（PET 病人通道）	¹⁸ F	3.70×10 ²	0.143	4.7	240mm 实心砖 +100mm 硫酸钡 水泥	4.30E-02
	南侧墙外 30cm（PET 控制室）	¹⁸ F	3.70×10 ²	0.143	3.6		7.33E-02
	北侧墙外 30cm（注射后候诊室）	¹⁸ F	3.70×10 ²	0.143	3.6		7.33E-02
	西侧墙外 30cm（楼前广场）	¹⁸ F	3.70×10 ²	0.143	4.7	350mm 混凝土	2.46E-02
	顶部外 30cm（一楼缴费大厅）	¹⁸ F	3.70×10 ²	0.143	3.8	120mm 混凝土 +130mm 硫酸钡 水泥	6.29E-02
	顶部外 1m （一楼缴费大厅）	¹⁸ F	3.70×10 ²	0.143	4.5		4.49E-02

	下方外 30cm	¹⁸ F	3.70×10 ²	0.143	1.5	120mm 混凝土 +130mm 硫酸钡 水泥	4.04E-01
	下方离地面 170cm(负二 层水泵房)	¹⁸ F	3.70×10 ²	0.143	5.0		3.63E-02
	东侧防护门 外病人通 道)	¹⁸ F	3.70×10 ²	0.143	4.0	12mmPb	1.07E-02
	南侧防护门 外 30cm (PET 控制 室)	¹⁸ F	3.70×10 ²	0.143	3.5	12mmPb	1.40E-02
	观察窗外 30cm (控制 室)	¹⁸ F	3.70×10 ²	0.143	3.4	12mmPb	1.49E-02
PET/C T 注射 室及通 道	东侧墙外 30cm (Ga-68、 Lu-177 分装 标记室)	¹⁸ F	3.70×10 ²	0.143	1.2	240mm 实心砖 +100mm 硫酸钡 水泥	6.60E-01
	西侧墙外 30cm (PET 检查室)	¹⁸ F	3.70×10 ²	0.143	5.2		3.51E-02
	北侧墙外 30cm (2 号 楼核医学科 病人通道)	¹⁸ F	3.70×10 ²	0.143	1.2		6.60E-01
	顶部外 30cm (一楼 缴费大厅)	¹⁸ F	3.70×10 ²	0.143	3.8	120mm 混凝土 +60mm 硫酸钡 水泥	2.41E-01
	顶部外 1m (一楼缴费 大厅)	¹⁸ F	3.70×10 ²	0.143	4.5		1.72E-01
	下方外 30cm	¹⁸ F	3.70×10 ²	0.143	1.5	120mm 混凝土 +130mm 硫酸钡 水泥	4.04E-01
	下方离地面 170cm(负二 层水泵房)	¹⁸ F	3.70×10 ²	0.143	5.0		3.63E-02
	南侧防护门 外 30cm (候 诊大厅)	¹⁸ F	3.70×10 ²	0.143	4.3	12mmPb+12mm Pb	1.03E-01
PET 注 射后候 诊室	东侧墙外 30cm (病人 通道)	¹⁸ F	1.48×10 ³	0.143	3.3	240mm 实心砖 +100mm 硫酸钡 水泥	3.49E-01
	南侧墙外 30cm (PET 检查室)	¹⁸ F	1.48×10 ³	0.143	2.1		8.62E-01
	北侧墙外 30cm (2 号 楼负一楼核 医学科注射 前病人通	¹⁸ F	1.48×10 ³	0.143	3.0		4.22E-01

	道)						
	西侧墙外 30cm (楼前 广场)	^{18}F	1.48×10^3	0.143	2	350mm 混凝土 +100mm 硫酸钡 水泥	1.28E-02
	顶部外 30cm (一楼 缴费大厅)	^{18}F	1.48×10^3	0.143	3.8	120mm 混凝土 +175mm 硫酸钡 水泥	1.06E-01
	顶部外 1m (一楼缴费 大厅)	^{18}F	1.48×10^3	0.143	4.5		7.57E-02
	下方 30cm	^{18}F	1.48×10^3	0.143	1.5	120mm 混凝土 +130mm 硫酸钡 水泥	1.62
	下方离地面 170cm (负二 层摩托车停 放区)	^{18}F	1.48×10^3	0.143	5.0		1.45E-01
PET 留 观室	南侧墙外 30cm (Ga-68、 Lu-177 分装 标记室)	^{18}F	1147	0.143	1.8	240mm 实心砖 +100mm 硫酸钡 水泥	9.09E-01
	北侧墙外 30cm (2 号 楼负一楼核 医学科病人 通道)	^{18}F	1147	0.143	2.3		5.57E-01
	顶部外 30cm (一楼 缴费大厅)	^{18}F	1147	0.143	3.8	120mm 混凝土 +150mm 硫酸钡 水泥	1.33E-01
	顶部外 1m (一楼缴费 大厅)	^{18}F	1147	0.143	4.5		9.48E-02
	下方外 30cm	^{18}F	1147	0.143	1.5	120mm 混凝土 +130mm 硫酸钡 水泥	1.25
	下方离地面 170cm (负二 层摩托车停 放区)	^{18}F	1147	0.143	5.0		1.13E-01
Ga-68、 Lu-177 分装标 记室	南侧墙外 30cm (PET 药物分装 室)	^{68}Ga	1.85×10^2	0.134	2	240mm 实心砖 +40mm 硫酸钡 水泥	3.52E-01
	南侧防护门 外 30cm (PET 药物 分装室)	^{68}Ga	1.85×10^2	0.134	2.4	10mmPb	1.08
	顶部外 30cm (一楼 缴费大厅)	^{68}Ga	1.85×10^2	0.134	3.8	120mm 混凝土 +60mm 硫酸钡 水泥	1.13E-01
	顶部外 1m (一楼缴费 大厅)	^{68}Ga	1.85×10^2	0.134	4.5		8.05E-02

	下方 30cm	^{68}Ga	1.85×10^2	0.134	1.5	120mm 混凝土 +130mm 硫酸钡 水泥	1.89E-01
	下方离地面 170cm(负二 层水泵房)	^{68}Ga	1.85×10^2	0.134	5.0		1.70E-02
	分装柜正表面 30cm	^{68}Ga	3.70×10^3	0.134	0.5	60mmPb	4.82E-01
	分装柜侧表面 30cm	^{68}Ga	3.70×10^3	0.134	0.5	60mmPb	4.82E-01
分装医生	穿戴铅衣	^{18}F	7.4×10^3	0.143	0.5	60mmPb 分装柜 +0.5mmPb 铅衣	9.60E-01
	无铅衣	^{18}F	7.4×10^3	0.143	0.5	60mmPb 分装柜	1.03
注射医生	穿戴铅衣	^{18}F	3.70×10^2	0.143	0.3	40mmPb 注射台 +0.5mmPb 铅衣	2.14
	无铅衣	^{18}F	3.70×10^2	0.143	0.3	40mmPb 注射台	2.29
摆位医生	穿戴铅衣	^{18}F	3.70×10^2	0.143	0.5	0.5mmPb	197.46
	无铅衣	^{18}F	3.70×10^2	0.143	0.5	/	211.64
扫描医生	无铅衣	^{18}F	3.70×10^2	0.143	3.6	240mm 实心砖 +100mm 硫酸钡 水泥	7.33E-02
	穿戴铅衣	^{18}F	3.70×10^2	0.143	3.6	240mm 实心砖 +100mm 硫酸钡 水泥+0.5mmPb 铅衣	6.84E-02

根据表 11-5 核医学科 PET 中心屏蔽体外 γ 射线辐射剂量率计算结果可知,核医学科 PET 中心控制区边界屏蔽体外 30cm 处的辐射剂量率最大为 $1.81\mu\text{Sv/h}$, 满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021) 控制区边界 30cm 处辐射剂量率不超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的限值要求; 分装柜、注射窗表面 30cm 处人员操作位的周围剂量当量率最大为 $2.29\mu\text{Sv/h}$, 满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021) 中“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 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的限值要求; 分装柜非正对人员操作位表面 30cm 处的周围剂量当量率最大为 $1.03\mu\text{Sv/h}$, 满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021) 中“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 $25\mu\text{Sv/h}$ ”的限值要求; 根据计算, 医院对核医学科 PET 中心的屏蔽设计可行。

③核医学科核素治疗区工作场所辐射环境影响分析

医院 ^{131}I 药物采取全自动分装仪自动分装, 药物主要用于甲亢治疗及甲癌治疗。由医院提供资料可知, 甲癌患者最大服药量为 200mCi , 甲亢患者最大服药量为 10mCi , 由于甲亢病人及甲癌病人使用的药物分装均在同一分装室进行, 服药也在同一室内进行, 故分装室及服药廊按使用的最大用量 (^{131}I 治疗甲癌的药量) 进行辐射环境影响分析, 甲亢留观室按照

5 位服用 10mCi 进行计算，并且医生位于分装控制室内通过视频及语音进行指导服药；核素病房内均按照 2 位服用 3700MBq（100mCi）的甲癌患者，服药病人按点源考虑。¹⁷⁷Lu 药物于 Ga-68、Lu-177 分装标记室通风柜中分装，于核素病房中采取输液的方式给药，Ga-68、Lu-177 分装标记室按使用的 ¹⁷⁷Lu 最大用量 50mCi 进行计算，通风柜按每日使用的最大量 200mCi 进行计算，核素病房按 2 位用药 1850MBq（50mCi）的患者进行屏蔽防护计算。

核医学科核素治疗区工作场所对于 ¹³¹I 核素治疗屏蔽计算结果见表 11-6，计算公式见式 11-3；核医学科核素治疗区工作场所对于 ¹⁷⁷Lu 核素治疗屏蔽计算结果见表 11-7，计算公式见式 11-4、式 11-5、式 11-6。

表 11-6 核医学科核素治疗区 ¹³¹I 工作场所辐射剂量率估算结果

理论计算点位		核素种类	源活度 (MBq)	周围剂量当量率常数 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{MBq}^{-1}$)	距离 (m)	屏蔽物质及厚度	屏蔽后的剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
¹³¹ I 分装服药室	西侧墙外 30cm (卫生间通过间)	¹³¹ I	7.4×10^3	0.0595	1.4	240mm 实心砖 +100mm 硫酸钡水泥	1.74
	北侧墙外 30cm (分装控制室)	¹³¹ I	7.4×10^3	0.0595	2.3	240mm 实心砖 +100mm 硫酸钡水泥	6.44E-01
	顶部外 30cm (一楼药房、走廊)	¹³¹ I	7.4×10^3	0.0595	3.8	120mm 混凝土 +80mm 硫酸钡水泥	7.75E-01
	顶部外 1m (一楼药房、走廊)	¹³¹ I	7.4×10^3	0.0595	5		5.53E-01
	下方外 30cm	¹³¹ I	7.4×10^3	0.0595	1.5	120mm 混凝土 +130mm 硫酸钡水泥	1.38
	下方离地面 170cm (负二层摩托车停放区)	¹³¹ I	7.4×10^3	0.0595	5.0		1.25E-01
	北侧防护门外 30cm (分装控制室)	¹³¹ I	7.4×10^3	0.0595	2.4	20mmPb	1.74
甲亢留观室	东侧墙外 30cm (甲亢病人出口通道)	¹³¹ I	1.85×10^3	0.0595	1.8	240mm 实心砖 +40mm 硫酸钡水泥	1.22
	南侧墙外 30cm (楼梯间)	¹³¹ I	1.85×10^3	0.0595	2.2	300mm 混凝土	3.91E-01
	顶部外 30cm (一楼)	¹³¹ I	1.85×10^3	0.0595	3.8	120mm 混凝土 +80mm 硫酸钡水	1.94E-01

	药房、走廊)					泥	
	顶部外 1m (一楼药房、走廊)	^{131}I	1.85×10^3	0.0595	4.5		1.38E-01
	下方外 30cm	^{131}I	1.85×10^3	0.0595	1.5	120mm 混凝土 +130mm 硫酸钡 水泥	3.46E-01
	下方离地面 170cm (负二层摩托车停放区)	^{131}I	1.85×10^3	0.0595	5.0		3.11E-02
	东侧防护门外 30cm (甲亢留观室出口)	^{131}I	1.85×10^3	0.0595	1.8	13mmPb	2.24
核素病房 1	东侧墙外 30cm(甲亢病人出口外通道)	^{131}I	7.40×10^3	0.0595	2.0	240mm 实心砖 +130mm 硫酸钡 水泥	3.96E-01
	顶部外 30cm(一楼药房)	^{131}I	7.40×10^3	0.0595	3.8	120mm 混凝土 +175mm 硫酸钡 水泥	6.82E-02
	顶部外 1m (一楼药房)	^{131}I	7.40×10^3	0.0595	4.5		4.86E-02
	下方外 30cm	^{131}I	7.40×10^3	0.0595	1.5	120mm 混凝土 +130mm 硫酸钡 水泥	2.08
	下方离地面 170cm (负二层摩托车停放区)	^{131}I	7.40×10^3	0.0595	5.0		1.87E-01
	西侧防护门外 30cm	^{131}I	7.40×10^3	0.0595	4.0	10mmPb	5.09
核素病房 2	东侧墙外 30cm(甲亢病人出口外通道)	^{131}I	7.40×10^3	0.0595	2.0	240mm 实心砖 +130mm 硫酸钡 水泥	3.96E-01
	顶部外 30cm(一楼药房)	^{131}I	7.40×10^3	0.0595	3.8	120mm 混凝土 +175mm 硫酸钡 水泥	6.82E-02
	顶部外 1m (一楼药房)	^{131}I	7.40×10^3	0.0595	4.5		4.86E-02
	下方外 30cm	^{131}I	7.40×10^3	0.0595	1.5	120mm 混凝土 +130mm 硫酸钡 水泥	2.08
	下方离地面 170cm (负二层摩托车停放区)	^{131}I	7.40×10^3	0.0595	5.0		1.87E-01

	西侧防护门外 30cm	^{131}I	7.40×10^3	0.0595	4.0	10mmPb	5.09
核素病房 3	东侧墙外 30cm (甲亢病人出口外通道)	^{131}I	7.40×10^3	0.0595	2.0	240mm 实心砖 +130mm 硫酸钡水泥	3.96E-01
	顶部外 30cm (一楼药房)	^{131}I	7.40×10^3	0.0595	3.8	120mm 混凝土 +175mm 硫酸钡水泥	6.82E-02
	顶部外 1m (一楼药房)	^{131}I	7.40×10^3	0.0595	4.5		4.86E-02
	下方外 30cm	^{131}I	7.40×10^3	0.0595	1.5	120mm 混凝土 +130mm 硫酸钡水泥	2.08
	下方离地面 170cm (负二层摩托车停放区)	^{131}I	7.40×10^3	0.0595	5.0		1.87E-01
	西侧防护门外 30cm	^{131}I	7.40×10^3	0.0595	4.0	10mmPb	5.09
核医学科核素病房区走廊	顶部外 30cm (一楼药房)	^{131}I	7.4×10^3	0.0595	3.8	120mm 混凝土 +130mm 硫酸钡水泥	2.16E-01
	顶部外 1m (一楼药房)	^{131}I	7.4×10^3	0.0595	4.5		1.54E-01
	下方外 30cm	^{131}I	7.4×10^3	0.0595	1.5	120mm 混凝土 +130mm 硫酸钡水泥	1.38
	下方离地面 170cm (负二层摩托车停放区)	^{131}I	7.4×10^3	0.0595	5.0		1.25E-01
核医学科患者出口防护门外 30cm		^{131}I	病人 1m 处辐射剂量率以 $25\mu\text{Sv/h}$ 进行计算	/	1.2	12mmPb	1.41
核医学科核素治疗患者进口防护门外 30cm		^{131}I	7.4×10^3	0.0595	1.7	20mmPb	2.32
分装控制室医生		^{131}I	7.4×10^3	0.0595	2.4	20mmPb	1.74
查房医生	穿戴铅衣	^{131}I	7.4×10^3	0.0595	4.0	10mmPb+0.5mm Pb 铅衣	3.06
	无铅衣	^{131}I	7.4×10^3	0.0595	4.0	10mmPb	3.39
自动分装柜表面 30cm 处		^{131}I	7.4×10^3	0.0595	0.35	35mmPb	2.36

表 11-7 核医学科核素治疗区 ^{177}Lu 工作场所辐射剂量率估算结果

理论计算点位	核素种类	源活度 (Ci)	Γ 常数 ($\text{R}\cdot\text{m}^2/\text{h}\cdot\text{Ci}$)	距离 (m)	屏蔽物质及厚度	屏蔽后的剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
--------	------	----------	--	--------	---------	------------------------------

Ga-68、 Lu-177 分装标记	南侧墙外 30cm (PET 药物分装室)	^{177}Lu	0.05	0.009	2	240mm 实心砖 +40mm 硫酸钡水泥	1.72E-02
	南侧防护门外 30cm (PET 药物分装室)	^{177}Lu	0.05	0.009	2.4	10mmPb	6.82E-03
	顶部外 30cm (一楼缴费大厅)	^{177}Lu	0.05	0.009	3.8	120mm 混凝土 +60mm 硫酸钡水泥	4.58E-03
	顶部外 1m (一楼缴费大厅)	^{177}Lu	0.05	0.009	4.5		3.26E-03
	下方 30cm	^{177}Lu	0.05	0.009	1.5	120mm 混凝土 +130mm 硫酸钡水泥	2.00E-03
	下方离地面 170cm (负二层水泵房)	^{177}Lu	0.05	0.009	5.0		1.80E-04
	分装柜正表面 30cm	^{177}Lu	0.2	0.009	0.5	60mmPb	6.28E-11
	分装柜侧表面 30cm	^{177}Lu	0.2	0.009	0.5	60mmPb	6.28E-11
核素病房 1	东侧墙外 30cm (甲亢病人出口外通道)	^{177}Lu	0.1	0.009	2.0	240mm 实心砖 +130mm 硫酸钡水泥	1.09E-03
	顶部外 30cm (一楼药房)	^{177}Lu	0.1	0.009	3.8	120mm 混凝土 +175mm 硫酸钡水泥	1.11E-04
	顶部外 1m (一楼药房)	^{177}Lu	0.1	0.009	4.5		7.91E-05
	下方外 30cm	^{177}Lu	0.1	0.009	1.5	120mm 混凝土 +130mm 硫酸钡水泥	4.00E-03
	下方离地面 170cm (负二层摩托车停放区)	^{177}Lu	0.1	0.009	5.0		3.60E-04
	西侧防护门外 30cm	^{177}Lu	0.1	0.009	4.0	10mmPb	4.91E-03
核素病房 2	东侧墙外 30cm (甲亢病人出口外通道)	^{177}Lu	0.1	0.009	2.0	240mm 实心砖 +130mm 硫酸钡水泥	1.09E-03
	顶部外 30cm (一楼药房)	^{177}Lu	0.1	0.009	3.8	120mm 混凝土 +175mm 硫酸钡水泥	1.11E-04
	顶部外 1m (一楼药房)	^{177}Lu	0.1	0.009	4.5		7.91E-05

核素病房3	下方外30cm	^{177}Lu	0.1	0.009	1.5	120mm 混凝土+130mm 硫酸钡水泥	4.00E-03
	下方离地面 170cm (负二层摩托车停放区)	^{177}Lu	0.1	0.009	5.0		3.60E-04
	西侧防护门外 30cm	^{177}Lu	0.1	0.009	4.0	10mmPb	4.91E-03
	东侧墙外30cm(甲亢病人出口外通道)	^{177}Lu	0.1	0.009	2.0	240mm 实心砖+130mm 硫酸钡水泥	1.09E-03
	顶部外30cm(一楼药房)	^{177}Lu	0.1	0.009	3.8	120mm 混凝土+175mm 硫酸钡水泥	1.11E-04
	顶部外 1m (一楼药房)	^{177}Lu	0.1	0.009	4.5		7.91E-05
	下方外30cm	^{177}Lu	0.1	0.009	1.5	120mm 混凝土+130mm 硫酸钡水泥	4.00E-03
	下方离地面 170cm (负二层摩托车停放区)	^{177}Lu	0.1	0.009	5.0		3.60E-04
	西侧防护门外 30cm	^{177}Lu	0.1	0.009	4.0	10mmPb	4.91E-03
	顶部外30cm(一楼药房)	^{177}Lu	0.1	0.009	3.8	120mm 混凝土+130mm 硫酸钡水泥	6.23E-04
	顶部外 1m (一楼药房)	^{177}Lu	0.1	0.009	4.5		4.45E-04
	下方外30cm	^{177}Lu	0.1	0.009	1.5	120mm 混凝土+130mm 硫酸钡水泥	4.00E-03
	下方离地面 170cm (负二层摩托车停放区)	^{177}Lu	0.1	0.009	5.0		3.60E-04
核医学科患者出口防护门外 30cm		^{177}Lu	病人 1m 处辐射剂量率以 25 $\mu\text{Sv/h}$ 进行计算	/	1.2	12mmPb	6.91E-02
分装医生	穿戴铅衣	^{177}Lu	0.2	0.009	0.5	60mmPb 分装柜+0.5mmPb 铅衣	5.00E-11
	无铅衣	^{177}Lu	0.2	0.009	0.5	60mmPb 分装柜	6.28E-11

输液及转移医生	穿戴铅衣	^{177}Lu	0.05	0.009	0.2	0.5mmPb 铅衣	78.01
	无铅衣	^{177}Lu	0.05	0.009	0.2	0	98.21
查房医生	穿戴铅衣	^{177}Lu	0.1	0.009	4.0	10mmPb+0.5mm Pb 铅衣	3.90E-03
	无铅衣	^{177}Lu	0.1	0.009	4.0	10mmPb	4.91E-03

根据表 11-6、表 11-7 核医学科核素治疗区屏蔽体外 γ 射线辐射剂量率计算结果可知，核医学科核素治疗区工作场所控制区边界屏蔽体外 30cm 处的辐射剂量率最大为 $2.24\mu\text{Sv/h}$ ，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）控制区边界 30cm 处辐射剂量率不超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的限值要求； ^{131}I 自动分装柜表面 30cm 处辐射剂量最大为 $2.36\mu\text{Sv/h}$ ， ^{177}Lu 分装柜表面 30cm 处辐射剂量最大为 $6.28 \times 10^{-11}\mu\text{Sv/h}$ ，均满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）中“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 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ”的限值要求； ^{177}Lu 分装柜非正对人员操作位表面 30cm 处的周围剂量当量率最大为 $6.28 \times 10^{-11}\mu\text{Sv/h}$ ，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）中“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 $25\mu\text{Sv/h}$ ”的限值要求；根据计算，医院对核医学科核素治疗区的屏蔽设计可行。

④ ^{89}Sr 骨癌治疗的环境影响分析

^{89}Sr 为 β 纯衰变， β 射线能量最大为 1.463MeV 。 β 粒子能被体外衣服消减、阻挡或一张几毫米厚的铝箔完全阻挡。本项目辐射工作人员不会直接接触放射源，且在进行敷贴工作时会穿铅衣，因此 β 射线对本项目放射工作人员的影响可以忽略。但 β 射线被放射源本身以及源周围的其他物质阻止时产生韧致辐射，韧致辐射会对周围环境产生辐射污染，本项目考虑核素 ^{89}Sr 的韧致辐射影响。韧致辐射随距离变化的空气吸收剂量率计算公式为：

$$X=1.71 \times 10^{-4} A Z (E/r)^2 f \quad (\text{式 } 11-7)$$

式中：

X —距离韧致辐射源 r 米处的空气吸收剂量率， Gy/h ；

A —放射源活度， Ci ，本次取 0.004Ci ；

Z —电子屏蔽材料的有效原子序数，密封源包壳取 56；

E — β 射线的最大能量， MeV ；

r —参考点与韧致辐射源的距离， m ；

f —转换系数 $8.73 \times 10^{-3}\text{Gy/R}$ 。

表11-8 距离 ^{89}Sr 核素不同距离处空气吸收剂量率

放射源	距离 ⁸⁹ Sr核素不同距离处空气吸收剂量率（μGy/h）							
	0.25m	0.5m	1m	1.5m	2m	2.5m	3.8	5.0
⁸⁹ Sr	11.45	2.86	0.72	0.32	0.18	0.11	4.96×10 ⁻⁸	2.86×10 ⁻⁸

由上表可知，不考虑高活性室及注射室屏蔽情况下，按骨癌治疗最大使用活度计算，距离⁸⁹Sr核素0.5处空气吸收剂量率为2.86μGy/h，1m处空气吸收剂量率为0.72μGy/h，1.5m处γ辐射剂量率降至0.32μGy/h，对周围环境已没有显著影响。

在实际注射使用过程中，PET分装室及注射室实体屏蔽外表面及防护门外表面距离辐射源均大于1m，且PET分装室及注射室的墙为240mm砖+100mm硫酸钡水泥、顶部为120mm混凝土+60mm硫酸钡水泥、底板为120mm混凝土+130mm硫酸钡水泥，PET留观室的墙为240mm实心砖+100mm硫酸钡水泥、顶部为120mm混凝土+150mm硫酸钡水泥、地板为120mm混凝土+130mm硫酸钡水泥，在经过屏蔽后，骨癌治疗对周围环境环境影响很小。储源状态下⁸⁹Sr核素储存在60mmPb通风柜中，经过屏蔽后，分装柜外表面30cm处周围剂量当量率不低于《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）中“放射性药物合成和分装箱体正对人员操作位表面的周围剂量当量率小于2.5μSv/h，放射性药物合成和分装箱体非正对人员操作位表面的周围剂量当量率小于25μSv/h”的限值要求。

⑤敷贴治疗环境影响分析

⁹⁰Sr为β纯衰变，衰变的β射线能量最大为0.546MeV。β粒子能被体外衣服消减、阻挡或一张几毫米厚的铝箔完全阻挡。本项目辐射工作人员不会直接接触放射源，且在进行敷贴工作时穿铅衣，因此β射线对本项目放射工作人员的影响可以忽略。但β射线被放射源本身以及源周围的其他物质阻止时产生韧致辐射，韧致辐射会对周围环境产生辐射污染，本项目考虑核素⁹⁰Sr的韧致辐射影响。韧致辐射随距离变化的空气吸收剂量率计算公式参见式11-7，距离⁹⁰Sr敷贴器不同距离处空气吸收剂量率计算见表11-9。

表 11-9 距离⁹⁰Sr敷贴器不同距离处空气吸收剂量率

放射源	距离 ⁹⁰ Sr敷贴器不同距离处空气吸收剂量率（μGy/h）						
	0.25m	0.5m	1m	1.5m	2m	2.5m	3m
⁹⁰ Sr	19.94	4.98	1.25	0.55	0.31	0.20	0.14

由上表可知，不考虑敷贴室屏蔽情况下，按敷贴器最大活度计算，距离敷贴器0.5m处空气吸收剂量率为4.98μGy/h，1m处空气吸收剂量率为1.25μGy/h，1.5m处γ辐射剂量率降至0.55μGy/h，对周围环境已没有显著影响。

在实际敷贴过程中，敷贴室实体屏蔽外表面及防护门外表面距离放射源均大于1m，且

敷贴室墙为 240mm 的实心砖、顶部和底板为 120mm 混凝土，在经过墙体屏蔽后，敷贴治疗对周围环境环境影响很小。储源状态下 ^{90}Sr 敷贴器储存在铅罐中，并放置保险柜中，经过铅罐、保险柜的屏蔽后，保险柜外表面 5cm 和 100cm 处因泄漏辐射所致的周围剂量当量率分别不低于《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）中“距离贮源箱表面 5 cm 和 100 cm 处因泄漏辐射所致的周围剂量当量率分别不应超过 $10\mu\text{Sv/h}$ 和 $1\mu\text{Sv/h}$ ”的限值要求。

4、核医学科年附加有效剂量

由于核医学科内医生、护士是在穿戴铅衣、铅围脖等防护用品的条件下进行核素操作和诊断，故核医学科内医生、护士所受辐射剂量估算参照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）中外照射个人监测剂量评价方法“6.2.4 佩戴铅围裙内、外两个剂量计时，宜采用式 11-8 估算有效剂量”。

$$E=\alpha H_u+\beta H_o \quad (\text{式 11-8})$$

式中：

E —有效剂量中的外照射分量，单位为毫希沃特（mSv）；

α —系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.79，无屏蔽时，取 0.84；

H_u —铅围裙内佩戴的个人剂量计测得的 $\text{Hp}(10)$ ，单位为毫希沃特（mSv）；

β —系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.051，无屏蔽时，取 0.100；

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 $\text{Hp}(10)$ ，单位为毫希沃特（mSv）。

根据联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）—2000 年报告附录 A，X- γ 射线产生的外照射人均年有效剂量当量按下式计算：

$$H=D_r \times t \times k \times T / 1000 \quad (\text{式 11-9})$$

式中：

H —外照射附加年有效剂量，mSv；

D_r —外照射附加剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

t —年照射时间，h；

T —居留因子，职业人员全居留取 1，公众成员部分居留取 1/4，偶然居留因子取 1/16；

k —剂量换算系数，取 1。

（1）核医学科 PET 中心工作人员及公众年附加有效剂量

根据医院提供的资料可知，医院 PET 显像诊断患者约 7500 人/年（含使用 ^{18}F 患者及使用 ^{68}Ga 药物患者），根据前文内容以及建设单位提供的信息，核医学科 PET 中心工作场所工作人员及公众年附加有效剂量以使用 ^{18}F 药物患者来进行计算评价， ^{18}F 每天分装时间约

为 15 分钟，一年工作 250 天，年分装时间为 62.5 小时，锗镓发生器每天淋洗分装的时间为 30 分钟，一年 250 天，年淋洗分装时间为 125 小时；注射医生每人次注射时间约为 30 秒，年注射病人 7500 人，年注射时间为 62.5 小时；摆位医生每人次摆位时间约为 0.5 分钟，年摆位病人 7500 人，年摆位时间为 62.5 小时；病人注射后候诊时间平均为 40 分钟，留观时间平均为 20 分钟，医院拟设置 1 间 PET/CT 注射后候诊室供注射 PET 药物病人休息，1 间留观室供病人留观，注射后候诊室及留观室均最大容纳 5 名注射药物患者，则 ^{18}F 药物注射病人在注射后候诊室休息时间为 $40 \times 7500 / 5 = 60000$ 分钟（1000 小时），留观时间为 $20 \times 7500 / 5 = 30000$ 分钟（500h）；每次扫描时间约为 30 分钟，扫描时间为 3750 小时。

根据式 11-8、式 11-9 可得核医学科 PET/CT 显像区工作场所工作人员及公众的年有效剂量估算结果，详见表 11-10，核医学科 PET/CT 显像区工作场所内医生附加年有效剂量评价结果见表 11-11。

表 11-10 核医学科 PET 心工作人员及公众人员年有效剂量估算结果表

场所	位置	核素名称	辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	时间 (h)	居留因子	年有效剂量 (mSv/a)	备注
PET 注射后候诊室	南侧 (PET 检查室)	^{18}F	8.62E-01	1000	1/4	0.22	职业人员
	北侧 (2 号楼负一楼核医学科注射前病人通道)	^{18}F	4.22E-01	1000	1/16	2.64×10^{-2}	公众人员
	西侧 (楼前院内广场)	^{18}F	1.28E-02	1000	1/4	3.20×10^{-3}	公众人员
	上方 (缴费大厅)	^{18}F	7.57E-02	1000	1	7.57×10^{-2}	公众人员
	下方 (摩托车停放区)	^{18}F	1.45E-01	1000	1/16	9.06×10^{-3}	公众人员
PET/CT 注射室及通道	东侧 (Ga-68、Lu-177 分装标记室)	^{18}F	6.60E-01	62.5	1/4	1.03×10^{-2}	职业人员
	西侧 (PET 检查室)	^{18}F	3.51E-02	62.5	1/4	5.48×10^{-4}	职业人员
	南侧 (候诊大厅)	^{18}F	1.03E-01	62.5	1/4	1.61×10^{-3}	公众人员
	上方 (缴费大厅)	^{18}F	1.72E-01	62.5	1	1.08×10^{-2}	公众人员
	下方 (水泵房)	^{18}F	3.63E-02	62.5	1/16	1.42×10^{-4}	公众人员
PET/CT 检查室	南侧 (PET 控制室)	^{18}F	7.33E-02	3750	1	0.27	职业人员
	西侧 (楼前院内广场)	^{18}F	2.46E-02	3750	1/4	2.12×10^{-2}	公众人员
	上方 (缴费大厅)	^{18}F	4.49E-02	2000 (缴费大厅)	1	8.98×10^{-2}	公众人员

				工作人员每日工作 8h， 年工作时间 250 天)			
	下方（水泵房）	^{18}F	3.63E-02	3750	1/16	8.51×10^{-3}	公众人员
PET 留观室	南侧（Ga-68、Lu-177 分装标记室）	^{18}F	9.09E-01	500	1	0.45	职业人员
	北侧（2 号楼负一楼核医学科病人通道）	^{18}F	5.57E-01	500	1/16	1.74×10^{-2}	公众人员
	上方（缴费大厅）	^{18}F	9.48E-02	500	1	4.74×10^{-2}	公众人员
	下方（摩托车停放区）	^{18}F	1.13E-01	500	1/16	3.53×10^{-3}	公众人员
Ga-68、Lu-177 分装标记室	南侧（PET 药物分装室）	^{68}Ga	1.08	83.3	1	9.00×10^{-2}	职业人员
	上方（一楼缴费大厅）	^{68}Ga	8.05E-02	83.3	1	6.71×10^{-2}	公众人员
	下方（负二层水泵房）	^{68}Ga	1.70E-02	83.3	1/16	8.85×10^{-5}	公众人员
PET 药物分装室	南侧（淋浴间）	^{18}F	1.81	125（注射 $^{62.5}\text{Ga}$ + ^{18}F 分装 62.5）	1/4	5.75×10^{-2}	职业人员
	东侧（ ^{131}I 分装控制室）	^{18}F	9.28E-02		1	1.16×10^{-2}	职业人员
	北侧（Ga-68、Lu-177 分装标记室）	^{18}F	2.09		1/4	6.53×10^{-2}	职业人员
	上方（一楼缴费大厅）	^{18}F	1.72E-01		1	1.08×10^{-2}	公众人员
	下方（摩托车停放区）	^{18}F	3.63E-02		1/16	2.84×10^{-4}	公众人员
分装医生	穿戴铅衣	^{18}F	0.96	145.8（ ^{68}Ga 淋洗分装 83.3h + ^{18}F 分装 62.5h）	1	$H_u: 0.14$	职业人员
	无铅衣	^{18}F	1.03		1	$H_o: 0.15$	
注射医生	穿戴铅衣	^{18}F	2.14	62.5	1	$H_u: 0.13$	职业人员
	无铅衣	^{18}F	2.29	62.5	1	$H_o: 0.14$	
扫描医生（铅衣外）	摆位（无铅衣）	^{18}F	211.64	62.5	1	13.23	职业人员
	显像（无铅衣）	^{18}F	7.33E-02	3750	1	0.27	
扫描医生（铅衣内）	摆位（穿戴铅衣）	^{18}F	197.46	62.5	1	12.34	

	显像（穿戴铅衣）	^{18}F	6.84E-02	3750	1	0.26		
--	----------	-----------------	----------	------	---	------	--	--

表 11-11 核医学科 PET 中心工作场所内医生附加年有效剂量评价结果

人员类别	α	β	H_u (mSv/a)	H_o (mSv/a)	E (mSv/a)	辐射剂量约束值
分装医生（职业人员）	0.79	0.051	0.14	0.15	0.12	5mSv/a
注射医生（职业人员）	0.79	0.051	0.13	0.14	0.11	5mSv/a
扫描医生（职业人员）	0.79	0.051	13.5	12.6	3.77 (11.31÷3 人)	5mSv/a

备注：以分装医生（职业人员）所受的附加年有效剂量的计算为例， $E=\alpha\times H_u+\beta\times H_o=0.79\times 0.14\text{mSv/a}+0.051\times 0.15\text{mSv/a}=0.12\text{mSv/a}$ ；其中扫描医生（技师）配置 3 人，3 人轮流对病人进行摆位和显像操作。

由预测结果可知，核医学科 PET 中心工作场所工作人员在做好屏蔽防护的情况下受到的附加年有效剂量最大为 3.77mSv/a，公众成员受到的附加年有效剂量最大为 $9.46\times 10^{-2}\text{mSv/a}$ ，满足项目辐射剂量约束值（职业人员年有效剂量不超过 5mSv/a，公众年有效剂量不超过 0.1mSv/a）要求，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。

（2）核素治疗区域工作人员及公众年附加有效剂量

根据医院提供的资料，医院 ^{131}I 甲癌治疗病人约 300 人/年，甲癌病人每人每次服药时间均约为 30 秒，则年服药时间为 2.5 小时；医院拟设置 3 间核素病房（6 个床位）供癌症病人居住，由于病房上方为药房，故以药房工作人员工作时间来作为病房内病人日住院期间对环境影响的时间，工作时间为每天 8h，年工作时间 250 天，则核素治疗病人住院期间对环境的影响时间为 2000h；医生每日对每间病房进行查房，每间病房每次查房时间 5min，每日查房 1 次，则查房医生受照时间为 365 天 $\times$ 5min $\times$ 3=5475min（91.25h）。

医院 ^{131}I 甲亢治疗病人约 4050 人/年，每人每次病人服药时间约为 30 秒，则年服药时间为 33.75 小时。甲亢留观时间平均为 20 分钟/人次，留观室内最多容纳 5 位病人，则年留观时间为 $20\times 4050/5=16200$ 分钟（270h）。

医院 ^{177}Lu 治疗病人 50 人/年，每人每次分药时间 30 秒，转移 1min/人·次，输液医生接触时间 0.5min，则年分药时间 0.83 小时，年输液医生接触时间 0.42 小时，年转移医生接触时间 0.83 小时。由于 ^{177}Lu 住院病人与 ^{131}I 甲癌治疗病人共用三间核素病房，根据表 11-6 与表 11-7 中病房防护门外的剂量率比较，本次查房医生受照剂量选取病房内同时服用 ^{131}I 核素时进行剂量估算。

根据式 11-8、式 11-9 可得核医学科核素治疗区 ^{131}I 治疗工作人员及公众的年有效剂量估算结果, 详见表 11-12, 核医学科核素治疗区 ^{177}Lu 治疗工作人员及公众的年有效剂量估算结果, 详见表 11-13, 核医学科核素治疗区查房医生及 ^{177}Lu 核素治疗转移输液医生附加年有效剂量评价结果见表 11-14。

表 11-12 核医学科核素治疗区 ^{131}I 治疗工作人员及公众年附加有效剂量

场所	位置	核素名称	辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	时间 (h)	居留因子	年有效剂量 (mSv/a)	备注
^{131}I 分装服药室	北侧 (分装控制室)	^{131}I	1.74	36.25 (甲亢 33.75h+甲癌 2.5h)	1	6.31×10^{-2}	职业人员
	西侧 (卫生通过间)	^{131}I	1.74		1/4	1.58×10^{-2}	职业人员
	上方 (药房、走廊)	^{131}I	$5.53\text{E-}01$		1	2.00×10^{-2}	公众人员
	下方 (摩托车停放区)	^{131}I	$1.25\text{E-}01$		1/16	2.83×10^{-4}	公众人员
甲亢留观室	东侧 (甲亢病人出口通道)	^{131}I	2.24	270	1/16	3.78×10^{-2}	公众人员
	南侧 (楼梯间)	^{131}I	$3.91\text{E-}01$	270	1/16	6.60×10^{-3}	公众人员
	上方 (药房、走廊)	^{131}I	$1.38\text{E-}01$	270	1	3.73×10^{-3}	公众人员
	下方 (摩托车停放区)	^{131}I	$3.11\text{E-}02$	270	1/16	5.25×10^{-4}	公众人员
核素病房 1	东侧 (甲亢病人出口外通道)	^{131}I	$3.96\text{E-}01$	2000	1/16	4.95×10^{-2}	公众人员
	上方 (药房)	^{131}I	$4.86\text{E-}02$	2000	1	9.72×10^{-2}	公众人员
	下方 (摩托车停放区)	^{131}I	$1.87\text{E-}01$	2000	1/16	2.34×10^{-2}	公众人员
核素病房 2	东侧 (甲亢病人出口外通道)	^{131}I	$3.96\text{E-}01$	2000	1/16	4.95×10^{-2}	公众人员
	上方 (药房)	^{131}I	$4.86\text{E-}02$	2000	1	9.72×10^{-2}	公众人员
	下方 (摩托车停放区)	^{131}I	$1.87\text{E-}01$	2000	1/16	2.34×10^{-2}	公众人员
核素病房 3	东侧 (甲亢病人出口外通道)	^{131}I	$3.96\text{E-}01$	2000	1/16	4.95×10^{-2}	公众人员
	上方 (药房)	^{131}I	$4.86\text{E-}02$	2000	1	9.72×10^{-2}	公众人员
	下方 (摩托车停放区)	^{131}I	$1.87\text{E-}01$	2000	1/16	2.34×10^{-2}	公众人员
分装控制室		^{131}I	1.74	36.25 (甲亢 33.75h+甲癌 2.5h)	1	6.31×10^{-2}	职业人员
查房医生	铅衣外	^{131}I	3.39	91.25	1	$H_0: 0.31$	职业人员
	铅衣内	^{131}I	3.06	91.25	1	$H_u: 0.28$	

表 11-13 核医学科核素治疗区 ^{177}Lu 治疗工作人员及公众年附加有效剂量

场所	位置	核素名称	辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	时间 (h)	居留因子	年有效剂量 (mSv/a)	备注
Ga-68、 Lu-177 分装标记	南侧 (PET药物分装室)	^{177}Lu	1.72E-02	0.83	1	1.43×10^{-5}	职业人员
	上方 (一楼缴费大厅)	^{177}Lu	3.26E-03		1	2.71×10^{-6}	公众人员
	下方 (负二层水泵房)	^{177}Lu	1.80E-04		1/16	9.54×10^{-9}	公众人员
核素病房 1	东侧 (甲亢病人出口外通道)	^{177}Lu	1.09E-03	2000	1/16	1.36×10^{-4}	公众人员
	上方 (药房)	^{177}Lu	7.91E-05	2000	1	1.58×10^{-4}	公众人员
	下方 (摩托车停放区)	^{177}Lu	3.60E-04	2000	1/16	4.50×10^{-5}	公众人员
核素病房 2	东侧 (甲亢病人出口外通道)	^{177}Lu	1.09E-03	2000	1/16	1.36×10^{-4}	公众人员
	上方 (药房)	^{177}Lu	7.91E-05	2000	1	1.58×10^{-4}	公众人员
	下方 (摩托车停放区)	^{177}Lu	3.60E-04	2000	1/16	4.50×10^{-5}	公众人员
核素病房 3	东侧 (甲亢病人出口外通道)	^{177}Lu	1.09E-03	2000	1/16	1.36×10^{-4}	公众人员
	上方 (药房)	^{177}Lu	7.91E-05	2000	1	1.58×10^{-4}	公众人员
	下方 (摩托车停放区)	^{177}Lu	3.60E-04	2000	1/16	4.50×10^{-5}	公众人员
分装医生	穿戴铅衣	^{177}Lu	5.00E-11	0.83	1	$H_u:$ 4.14×10^{-14}	职业人员
	无铅衣	^{177}Lu	6.28E-11		1	$H_o:$ 5.21×10^{-5}	
输液医生	穿戴铅衣	^{177}Lu	78.01	1.25 (输液 0.42h+转移 0.83h)	1	$H_u:$ 9.75×10^{-2}	职业人员
	无铅衣	^{177}Lu	98.21		1	$H_o:$ 0.12	

表 11-14 核医学科核素治疗区查房医生及 ^{177}Lu 核素治疗转移输液医生附加年有效剂量评价结果

人员类别	α	β	H_u (mSv/a)	H_o (mSv/a)	E (mSv/a)	辐射剂量约束值
查房医生 (职业人员)	0.79	0.051	0.28	0.31	0.24	5mSv/a
分装医生及输液医生	0.79	0.051	$0.10=4.14\times 10^{-14}$ $+9.75\times 10^{-2}$	$0.12=0.12+5.21\times 10^{-5}$	8.51×10^{-2}	5mSv/a
备 注 : 查 房 医 生 (职 业 人 员) 所 受 的 附 加 年 有 效 剂 量 $E=\alpha\times H_u+\beta\times H_o=0.79\times 0.28\text{mSv/a}+0.051\times 0.31\text{mSv/a}=0.24\text{mSv/a}$ 。						

由预测结果可知,核医学科核素治疗区工作人员在做好屏蔽防护的情况下受到的附加年有效剂量最大为 0.24mSv/a,公众成员受到的附加年有效剂量最大为 $9.72\times 10^{-2}\text{mSv/a}$,满足项目辐射剂量约束值(职业人员年有效剂量不超过 5mSv/a,公众年有效剂量不超过 0.1mSv/a)要求,符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中关于“剂量限值”

的要求。

(3) 核医学科工作人员及公众年附加有效剂量汇总

根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中“核医学工作场所墙壁、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”的要求，本次各个功能用房对本项目评价范围内的保护目标剂量估算汇总见表 11-15。

表 11-15 核医学科工作人员及公众年附加有效剂量汇总

参考点环保目标名称	照射类型	辐射源位置	核素名称	年受照剂量（mSv/a）	年有效剂量合计（mSv/a）		剂量限值（mSv/a）	
核医学科西侧楼前院内广场公众	公众照射	PET 注射后候诊室	¹⁸ F	3.20×10 ⁻³	2.44×10 ⁻²		0.1	
		PET/CT 检查室	¹⁸ F	2.12×10 ⁻²				
核医学科北侧 2 号楼负一楼核医学科注射前病人通道公众	公众照射	PET 注射后候诊室	¹⁸ F	2.64×10 ⁻²	4.38×10 ⁻²		0.1	
		PET 留观室	¹⁸ F	1.74×10 ⁻²				
核医学科外东侧病人出口通道公众	公众照射	甲亢留观室	¹³¹ I	3.78×10 ⁻²	8.73×10 ⁻²		0.1	
		核素病房	¹³¹ I	4.95×10 ⁻²				
核医学科南侧楼梯间公众	公众照射	甲亢留观室	¹³¹ I	6.60×10 ⁻³	6.60×10 ⁻³		0.1	
核医学科 PET 中心上方缴费大厅公众	公众照射	PET 注射后候诊室	¹⁸ F	*3.13×10 ⁻²	7.07×10 ⁻²		0.1	
		PET/CT 检查室	¹⁸ F	*3.94×10 ⁻²				
核医学科核素治疗区上方药房公众	公众照射	核素病房	¹³¹ I	9.72×10 ⁻²	0.10		0.1	
		甲亢留观室	¹³¹ I	3.73×10 ⁻³				
Ga-68、Lu-177 分装标记室 ⁶⁸ Ga 分装、注射医生及 PET 药物分装室及卫生通过间 PET 药物分装、注射医务人员	职业照射	PET/CT 注射室及通道	¹⁸ F	4.12×10 ⁻²	0.35	0.69	5	
		PET 药物分装室	¹⁸ F	6.53×10 ⁻²				
		PET/CT 注射室及通道	¹⁸ F	1.03×10 ⁻²				
		分装柜	⁶⁸ Ga	0.12				
		注射窗	⁶⁸ Ga	0.11				
	职业照射	Ga-68、Lu-177 分装标记室	⁶⁸ Ga	9.00×10 ⁻²	0.34			
			¹⁷⁷ Lu	1.43×10 ⁻⁵				

		¹³¹ I 分装服药室	¹³¹ I	1.58×10^{-2}		
		分装柜	¹⁸ F	0.12		
		注射窗	¹⁸ F	0.11		
¹³¹ I 分装控制室操作人员	职业照射	¹³¹ I 分装服药室	¹³¹ I	6.31×10^{-2}	7.47×10^{-2}	5
		PET 药物分装室	¹⁸ F	1.16×10^{-2}		
PET 控制室及 PET/CT 检查室 PET 操作人员	职业照射	PET 室	¹⁸ F	3.77	3.80	5
		PET/CT 注射室及通道	¹⁸ F	5.48×10^{-4}		
		PET 注射后候诊室	¹⁸ F	2.70×10^{-2}		
病房查房医生	职业照射	核素病房	¹³¹ I、 ¹⁷⁷ Lu	0.24	0.24	5
Ga-68、Lu-177 分装标记室 ¹⁷⁷ Lu 分装及核素病房内输液医务人员	职业照射	分装柜及分装液	¹⁷⁷ Lu	8.51×10^{-2}	8.51×10^{-2}	5

备注：*表示选取两辐射源上方的交汇处来进行剂量估算，其中 PET 注射后候诊室的影响参数：距离 R=7.0m，活度为 0.04mCi，防护厚度为 120mm 混凝土+175mm 硫酸钡水泥；PET/CT 检查室的影响参数：距离 R=6.8m，活度为 0.01mCi，防护厚度为 120mm 混凝土+130mm 硫酸钡水泥。根据公式 11-3、式 11-9，可估算受照剂量。

综上所述，根据表 11-15 中核医学科工作人员及公众人员受照剂量的估算汇总可知，本项目运行后核医学科工作人员受到的附加年有效剂量最大为 3.80mSv/a，公众成员受到的附加年有效剂量最大为 0.10mSv/a，满足项目辐射剂量约束值（职业人员年有效剂量不超过 5mSv/a，公众年有效剂量不超过 0.1mSv/a）要求，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。对于表 7-1 中所列其他环境保护目标，由于与本项目的距离更远，考虑γ射线随着与射线源的距离增大能量呈递减趋势，因此，其他环境保护目标处受照射剂量均不超过 0.1mSv/a。因此本核医学科非密封放射性物质工作场所建设项目投入使用后对评价范围内环境保护目标环境的影响满足评价标准要求。

11.2.4 放射性废气环境影响分析

医院对核医学场所设计了给排风系统，各功能用房均设计有通风口，排风管汇流至排风井内，由风机独立排至大楼天面，活性炭吸附后排放，核医学排风管道为独立排风通道，不与其他非核医学排风管道共用，各自排放。核医学在通风系统中对气态污染物采用以下措施：

（1）换气次数：工作场所及设备间有足够的换气次数，以保证人员进入和设备正常运

行的环境条件。药物分装、标记过程均在分装柜中完成，分装柜设有抽风系统，风速不小于 0.5m/s，废气通过独立的排风管道接至大楼天面，排放口高于天面屋脊，经活性炭吸附后排放，满足《核医学辐射防护与安全要求》HJ 1188-2021 中对通风设施排气口的规定。

(2) 空气流向：本项目核医学场所的气流流向应遵循自清洁区向监督区再向控制区的方向设计，保持工作场所的负压和各区之间的压差，以防止放射性气体及气溶胶对工作场所造成交叉污染。

(3) 排风管道：排风管道立管直达楼顶，气体经过过滤系统过滤后排出室外。

(4) 医院核医学场所设有多个通风橱，用于放射性同位素药物的分装、药物汲取等操作，通风橱系统的排气速度不低于 0.5m/s，通风橱应设计单独的排风系统，并在密闭设备的顶壁安装活性炭或其他过滤装置。

(5) 碘-131 治疗病房（核素病房）设有独立的通风系统，排气口高于本建筑物屋顶，并尽可能远离邻近的高层建筑。

根据前文对于放射性废气的阐述分析，本次放射性废气计算仅考虑 ^{131}I 、 ^{18}F 、 ^{68}Ga 使用过程中产生的放射性废气。经估算排气口 ^{131}I 的释放率为 894.4Bq/s，排放浓度为 748.84Bq/m³；排气口 ^{18}F 的释放率为 215.8Bq/s，排放浓度为 194.25Bq/m³；排气口 ^{68}Ga 的释放率为 10.28Bq/s，排放浓度为 9.25Bq/m³。根据《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2008) 的规定，采用点源模式模拟计算大气污染，考虑点源释放，风场空间架设是均匀恒定、气流是平稳的。采用大气扩散模型的计算机程序，计算不同稳定度下，地面最大浓度 $C_m(\text{Bq/m}^3)$ 及其落地距离 X_m 。如下表所示：

表 11-16 不同稳定度 ^{131}I 、 ^{18}F 、 ^{68}Ga 最大的地面浓度及落地距离

稳定度	^{131}I		^{18}F		^{68}Ga	
	$C_m(\text{Bq/m}^3)$	$X_m(\text{m})$	$C_m(\text{Bq/m}^3)$	$X_m(\text{m})$	$C_m(\text{Bq/m}^3)$	$X_m(\text{m})$
A-B	0.076	76	0.018	76	0.0009	76
C	0.203	103	0.049	103	0.0023	103
D	0.112	147	0.027	147	0.0013	147
E-F	0.098	264	0.024	264	0.0011	264

注：核医学科排风管排气高度 77m，直径 0.5m。

从上表可见， ^{131}I 核素不同稳定度下最大的地面浓度 $C_m(\text{Bq/m}^3)$ 在 (0.076~0.203) Bq/m³ 之间， ^{18}F 核素不同稳定度下最大的地面浓度 $C_m(\text{Bq/m}^3)$ 在 (0.018~0.049) Bq/m³ 之间， ^{68}Ga 核素不同稳定度下最大的地面浓度 $C_m(\text{Bq/m}^3)$ 在 (0.0009~0.0023) Bq/m³ 之间， ^{131}I 采用最大

地面浓度值 0.203Bq/m^3 来计算周围公众的受照剂量， ^{18}F 采用最大地面浓度值 0.049Bq/m^3 来计算周围公众的受照剂量， ^{68}Ga 采用最大地面浓度值 0.0023Bq/m^3 来计算周围公众的受照剂量。

① ^{131}I 核素

根据外照射剂量转换因子 ^{131}I : $7.4 \times 10^{-9}\text{Sv/Bq}$ （根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）表 B7 查的），假设全年工作 2000h，假设人平均每分钟呼吸空气的体积取 0.02m^3 。则 ^{131}I 受照剂量为 $3.61 \times 10^{-3}\text{mSv/a}$ ($0.203\text{Bq/m}^3 \times 7.4 \times 10^{-9}\text{Sv/Bq} \times 2000\text{h/a} \times 60\text{min/h} \times 0.02\text{m}^3/\text{min} \times 1000\text{mSv/Sv} = 3.61 \times 10^{-3}\text{mSv/a}$)，远低于对公众受照剂量约束值 0.1mSv/a 。同时，由于 ^{131}I 为自动分装，隔室操作，分装室气流采用负压，分装控制室内含有碘-131 的废气中 ^{131}I 对辐射工作人员所致的内照射剂量为 0.14mSv/a ($402.5\text{Bq/m}^3 \times 7.4 \times 10^{-9}\text{Sv/Bq} \times 36.25\text{h/a}$ （甲亢 33.75h+甲癌 2.5h） $\times 60\text{min/h} \times 0.02\text{m}^3/\text{min} \times 1000\text{mSv/Sv} = 0.13\text{mSv/a}$)，低于职业受照剂量 5mSv/a 的限值。因此，本项目产生的 ^{131}I 放射性废气对周围环境影响较小。

② ^{18}F 核素与 ^{68}Ga 核素

由于 ^{68}Ga 核素与 ^{18}F 均在 PET 中心使用，且 ^{18}F 与 ^{68}Ga 核素均不同时使用， ^{18}F 核素的使用量比 ^{68}Ga 大，此处只计算 ^{18}F 对公众人员及职业人员的受照射剂量。根据外照射剂量转换因子 ^{18}F : $5.9 \times 10^{-11}\text{Sv/Bq}$ （根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）表 B7 查的），假设全年工作 2000h，假设人平均每分钟呼吸空气的体积取 0.02m^3 。则 ^{18}F 受照剂量为 $6.94 \times 10^{-6}\text{mSv/a}$ ($0.049\text{Bq/m}^3 \times 5.9 \times 10^{-11}\text{Sv/Bq} \times 2000\text{h/a} \times 60\text{min/h} \times 0.02\text{m}^3/\text{min} \times 1000\text{mSv/Sv} = 6.94 \times 10^{-6}\text{mSv/a}$)；远低于对公众受照剂量约束值 0.1mSv/a 。同时，由于 ^{18}F 为手动分装及注射，高活性室气流采用负压，则高活性室内含有 ^{18}F 的废气中 ^{18}F 对辐射工作人员所致的内照射剂量为 $3.82 \times 10^{-3}\text{mSv/a}$ ($215.8\text{Bq/m}^3 \times 5.9 \times 10^{-11}\text{Sv/Bq} \times 250\text{h/a}$ （注射 62.5h/a+ ^{68}Ga 淋洗分装 125h/a+ ^{18}F 分装 62.5h/a） $\times 60\text{min/h} \times 0.02\text{m}^3/\text{min} \times 1000\text{mSv/Sv} = 3.82 \times 10^{-3}\text{mSv/a}$)，低于职业受照剂量 5mSv/a 的限值。因此，本项目产生的 ^{18}F 、 ^{68}Ga 放射性废气对周围环境影响较小。

③放射性气体对公众、职业人员受照剂量汇总

表 11-17 放射性气体对公众、职业人员的受照剂量汇总一览表

放射性核素	公众人员	职业人员
^{131}I	$3.61 \times 10^{-3}\text{mSv/a}$	0.13mSv/a
^{18}F 、 ^{68}Ga	$6.94 \times 10^{-6}\text{mSv/a}$	$3.82 \times 10^{-3}\text{mSv/a}$

汇总	$3.62 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$	$1.34 \times 10^{-1} \text{mSv/a}$
----	------------------------------------	------------------------------------

由上表可知，本项目实施后产生的放射性气体对公众人员、职业人员的受照剂量低于本项目的辐射剂量约束值的要求，本项目核医学排风不会对周边区域产生放射影响。

11.2.5 废水环境影响分析

11.2.5.1 放射性废水对环境的影响分析

兴义市人民医院核医学科核素治疗区废水周产生量约为 4.605m^3 ，经核算核医学科核素治疗区经 180 天产生的废水量约为 118.41m^3 ($33.73 \text{m}^3 = 4.605 \text{m}^3/\text{周} \times 180 \text{d} \div 7 \text{d}/\text{周}$)；核医学科 PET/CT 中心废水产生量约 $0.15 \text{m}^3/\text{d} \times 5 = 0.75 \text{m}^3/\text{周}$ ，经核算核医学科 PET 中心经 30 天产生的废水量约为 3.21m^3 ($3.21 \text{m}^3 = 0.75 \text{m}^3/\text{周} \times 30 \text{d} \div 7 \text{d}/\text{周}$)。对核医学科 ^{131}I 治疗场所设置放射性废水衰变系统：设 4 个有效容积均为 41.25m^3 的衰变池，并联结构，单个衰变池可接受 9 周（核素治疗排放含周末）的废水，废水在其中停留时间超过 188 天，符合含 ^{131}I 核素的放射性废水贮存衰变不低于 180 天的要求，能够满足衰变池容量的要求；对核医学科 PET 中心设置放射性废水衰变系统：设 3 个有效容积均为 5.25m^3 的衰变池，并列结构，单个衰变池可接受 35 天（不含周末）PET 中心产生的废水，废水在其中停留时间超过 98 天，符合含半衰期小于 24h 的放射性核素的放射性废水贮存衰变不低于 30 天的要求，能够满足衰变池容量的要求。

核医学科核素治疗区放射性废水衰变池内为含 ^{131}I 、 ^{177}Lu 核素混合废水，进入废水的核素不超过核素用量的 10%（进入废水用于甲癌治疗的 ^{131}I 核素不超过用量的 83%，甲癌治疗碘-131 排放量参见《核医学含碘废水排放管理的一些问题》，邓飞等）；核医学科 PET 中心放射性废水衰变池内为 ^{18}F 、 ^{68}Ga 、 ^{89}Sr 核素混合废水，进入废水的核素不超过核素用量的 10%，由于 ^{89}Sr 的使用量很少，排放的废水量很小。本环评中 ^{131}I （甲亢）、 ^{68}Ga 、 ^{18}F 核素进入废水中按用量的 10%计，治疗甲癌的 ^{131}I 以及 ^{177}Lu 进入废水中的核素按用量的 83%计，则放射性废水中各核素含量情况见表 11-18。

表 11-18 放射性废水水中各核素含量情况

一、核医学科核素治疗区废水							
核素名称	半衰期	年最大用量 (Bq)	9 周收集的废水中核素含量 (Bq)	188 天排放的废水中核素含量 (Bq)		排放限值	
						月排放限值 (Bq)	一次排放限值 (Bq)
^{131}I	8.03d	甲癌： 2.22×10^{12}	3.32×10^{11}	2.98×10^4	3.22×10^4	4.545×10^6	4.545×10^5
		甲亢： 1.50×10^{12}	2.70×10^{10}	2.43×10^3			

^{177}Lu	6.71d	9.25×10^{10}	1.38×10^{10}	51.06	5.0×10^{11}	5.0×10^{10}
二、核医学科 PET 中心废水						
核素名称	半衰期	年最大用量 (Bq)	7 周收集的废水中核素含量 (Bq)	98 天排放的废水中核素含量 (Bq)	排放限值	
					月排放限值 (Bq)	一次排放限值 (Bq)
^{18}F	1.83h	1.94×10^{13}	2.72×10^{11}	0	9.259×10^8	9.259×10^7
^{68}Ga	1.13h	9.25×10^{11}	1.30×10^{10}	0	1.020×10^{12}	1.020×10^{11}

由表 11-18 可知，核医学科 PET 中心放射性废水经 98 天衰变后废水中 ^{18}F 、 ^{68}Ga 活度均可忽略不计；核医学科核素治疗区废水经 188 天衰变后废水中 ^{131}I 活度为 $3.22 \times 10^4 \text{Bq}$ ， ^{177}Lu 活度为 51.06Bq ，均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的月排放限值和一次排放限值的要求。核医学科核素治疗区衰变池废水中 ^{131}I 排放活度浓度为： 0.78Bq/L （ $0.78 \text{Bq/L} = 3.22 \times 10^4 \text{Bq} / 41.25 \text{m}^3 / 1000$ ），总 β 排放浓度为 0.78Bq/L （ $0.78 \text{Bq/L} = 3.22 \times 10^4 \text{Bq} / 41.25 \text{m}^3 / 1000 + 51.06 \text{Bq} / 41.25 \text{m}^3 / 1000$ ），总 β 排放浓度满足《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 综合医疗机构水污染物总 β 排放标准限值 10Bq/L 要求， β 排放浓度、 ^{131}I 排放活度浓度满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）中“放射性废液总排放口总 β 不大于 10Bq/L 、碘-131 的放射性活度浓度不大于 10Bq/L ”的限值要求。

环评要求核医学科核素治疗区衰变池设置便利取样口，以便在废水排放前取样监测，放射性废水经有资质的检测单位检测合格后，由环保部门同意排放后进入医院污水处理总站作进一步处理后外排。

11.2.5.2 非放射性废水对环境的影响分析

本项目核医学科产生的非放射性废水主要由与本项目相关医护人员产生的少量生活污水，并依托医院配套建设的污水处理设施处置。

11.2.6 固体废物环境影响分析

11.2.6.1 放射性固体废物

本项目核医学科放射性固废产生量约为 9.95kg/d ，核素种类包含： ^{131}I 、 ^{18}F 、 ^{68}Ga 、 ^{89}Sr 、 ^{177}Lu ，医院采用专门固废收集桶分类收集后，核医学科核素治疗区产生的放射性固体废物存放至核医学场 PET 药物及放射性废物贮存室，核医学科 PET 中心产生的放射性固体废物存放至核医学场核素治疗药物及放射性废物贮存室。含碘-131 核素的放射性固体废物暂存超过 180 天，含 ^{18}F 、 ^{68}Ga 的放射性固体废物暂存超过 30 天，含 ^{177}Lu 的放射性固体废物暂存超过其 10 倍半衰期（68 天），含 ^{89}Sr 的放射性固体废物暂存超过其 10 倍半衰期（508 天），

待其衰变时间满足以上要求后，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， β 表面污染小于 0.8 Bq/cm^2 的，可对废物清洁解控并作为医疗废物处理，由有资质单位统一回收处理，不外排；废锞镓发生器及其包装由厂家定期回收，对周围环境影响较小。更换下的活性炭过滤器产生量为 40kg/a ，于核医学科核素治疗药物及放射性废物贮存室衰变贮存超过 180 天后，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， β 表面污染小于 0.8 Bq/cm^2 的，可对废物清洁解控并作为医疗废物处理； ^{68}Ge 校准源当达不到使用活度后，由供货方进行回收更换； ^{90}Sr - ^{90}Y 放射源使用达到 20 年后，由厂家进行回收更换。

11.2.6.2 非放射性固体废物

本项目产生非放射性医疗废物包括一些药棉、纱布、手套等医用辅料，进入医疗废物暂存、管理系统。根据国家医疗垃圾管理制度，应严格执行医疗垃圾转移联单制度，由具备医疗垃圾回收处理资质的专业单位回收集中处理。医护人员产生的少量生活垃圾，经医院垃圾桶收集后定期由环卫部门清运。

本项目产生的固体废物经上述措施处理后对周围环境影响较小。

11.2.7 声环境影响分析

本项目核医学科的风机工作时会产生一定的噪声，通排风管道连接处采用石棉板垫片进行减振降噪，同时所有通风设备均采用低噪声设备噪声经机房隔声和距离衰减后噪声值较小。

11.3 辐射事故影响分析

11.3.1 可能发生的辐射事故

- (1) 射线装置机房门一灯联锁失效或操作人员失误，人员误入机房，造成误照射。
- (2) 由于管理不善，发生放射性物品失窃，造成放射性污染事故。
- (3) 在转移过程中由于操作人员违反操作规程或误操作引起的意外泄露，造成台面、地面辐射污染。
- (4) 工作人员未按要求穿戴个人防护用品等，造成额外附加照射剂量。
- (5) 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。

事故情景假设

I、非密封放射性物质泄漏

①判定因子：环境剂量率

a、假设放射性核素分装过程中导致放射性药物试剂瓶或铅罐打翻或破碎，或放射性药物分装过程中造成放射性药物泄漏或丢失，以 ^{131}I 泄漏或丢失为例，泄漏量为 200mCi ；因此，本项目事故计算以 ^{131}I （泄漏量 200mCi ）计算；

b、若发生洒漏，事故持续过程中按点源考虑；

c、受照人员不考虑任何屏蔽措施；

d、事故持续最长时间为 2h；

分别计算距放射源 0.1m、0.2m、0.5m、1.0m、2.0m、5.0m、10m、12.6m 处的剂量率。

计算结果见表 11-19。

表 11-19 核素丢失事故下不同距离处个人有效剂量分布

距源距离 (m)	¹³¹ I 丢失或泄露事故持续时段的γ射线剂量率 (mSv/h)
0.1	3.98E+01
0.2	9.98E+00
0.5	1.60E+00
1.0	3.98E-01
2.0	9.98E-02
5.0	1.60E-02
10.0	3.98E-03
12.6	8.36E-03

根据《贵州省环境保护厅辐射事故应急预案》中“一般辐射事故”规定：事故造成气态放射性物质的释放量小于 $5.0\text{E}+11\text{Bq}$ 的 ¹³¹I 当量，或者事故造成小于 500m^2 范围的环境剂量率达到或超过 0.1mSv/h ，或者β/γ沉积水平达到或超过 1000Bq/cm^2 ，或者α沉积活度达到或超过 100Bq/cm^2 以及放射性物质泄漏，造成厂区内或设施内局部辐射污染后果。结合表 11-19 可知，本项目为一般辐射事故。

②判定因子：事故造成水环境、地表、土壤污染时放射性物质的释放量（以 Sr-90 当量为标准）

A、查 GB18871-2002 得：公众人员食入 ¹⁸F 所致待积有效剂量 $e(g)=4.9\text{E}-11\text{Sv/Bq}$ ，公众人员食入 ¹³¹I 所致待积有效剂量 $e(g)=2.2\text{E}-8\text{Sv/Bq}$ ，公众人员食入 ⁹⁰Sr 所致待积有效剂量 $e(g)=2.8\text{E}-8\text{Sv/Bq}$ 。

B、本项目事故计算以 ¹⁸F（泄漏量 200mCi ）、¹³¹I（泄漏量 200mCi ）计算。

C、释放当量转换：

以 ¹³¹I 为例，核素 ¹³¹I 事故造成水环境、地表、土壤污染时放射性物质的释放量 $=200\text{mCi} \times 3.7 \times 10^7 \text{ Bq/mCi} \times e(g)_{\text{I-131}} / e(g)_{\text{Sr-90}} = 5.81 \times 10^9 \text{ Bq}$ ，同理求得：核素 ¹⁸F 释放量为 $1.30 \times 10^7 \text{ Bq}$ 。

根据《贵州省环境保护厅辐射事故应急预案》中“一般辐射事故”规定：事故造成水环境污染时放射性物质的释放量小于 $1.0E+11Bq$ 的 ^{90}Sr 当量时为一般辐射事故；事故造成地表、土壤污染时放射性物质的释放量小于 $1.0E+12Bq$ 的 ^{90}Sr 当量时为一般辐射事故；根据上述计算，本项目发生辐射事故，各核素事故造成水环境、地表、土壤污染时放射性物质的释放量均小于上述限值，为一般辐射事故。

综上，本项目放射性药物操作过程中发生辐射事故时，为一般辐射事故。

II、放射源丢失、被盗

假设医院使用的 V 类放射源 ^{90}Sr 敷贴器及 ^{68}Ge 校准源丢失或被盗，造成人员受照剂量超过年剂量限值，根据《贵州省环境保护厅辐射事故应急预案》中规定：IV、V 类放射源丢失、被盗，属于一般辐射事故。

11.3.2 辐射事故预防措施

对前述本项目可能发生的事故情况，医院已成立了辐射安全与防护管理委员会，负责有关正常工作条件的保障及解决放射实践中出现的各种防护问题。并已制定应急预案、辐射安全管理制度、辐射工作人员剂量管理制度、安全操作规程、岗位职责、监测计划和培训制度。此外，为了防止辐射事故发生，还采取了多种防范措施：

(1) 定期开展安全装置与设施检查，保证门-灯联锁装置有效。制定并落实操作规范，工作人员定期培训。

(2) 做好设备保养维护工作，定期对设备开展维护维修。

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

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

(5) 加强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。

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

(7) 药品的分装在通风柜中进行，当发生事故时及时处理。事故处理过程中会产生少量含放射性的固废和清洗废水。

以上的各种安全装置和防范措施，符合了国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标

准》（GB18871-2002）及《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）中规定的要求。有了以上安全防范设施、加上人员的正确操作和认真执行各种安全规章制度，即可减少或避免人员误入和超剂量照射事故的发生，从而保证项目的正常运营，也保障了工作人员、公众的健康与安全。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

12.1.1 管理机构

按照国务院令第 449 号《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与防护管理办法》及环境保护主管部门的要求，兴义市人民医院已制定各项辐射环境管理规章制度，成立了由院长为负责人的兴义市人民医院核与辐射安全管理领导小组（兴医发〔2020〕276 号）包括组长 1 名、副组长 2 名、成员 12 名，负责对辐射防护相关工作进行控制和管理，核与辐射安全管理领导小组具体组成见下表：

表 12-1 放射安全防护小组成员一览表

序号	职务	人员
1	组长	王忠安
2	副组长	陈春、刘祥尧
3	成员	赵富伦、陈明颖、邓琼、周罡、王红俊、罗伟雄、舒福杉、封江平、王靖、代莹、刘长江、陈杰、黄霖、肖仁举、刘成华、孙荣、李迎霞、包艳、黄元美、温小晓、张翠、明承玉、周萍、黄仕卿、杨井涛

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021）修订》，生态环境部令第 3 号第十六条要求：“使用 I 类、II 类、III 类放射源，使用 I 类、II 类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有大专以上学历的技术人员专职或兼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”。从兴义市人民医院目前配置的核与辐射安全管理领导小组人员信息看，小组成员有一定的管理能力，本项目开展后，兴义市人民医院的管理人员也能满足配置要求。

兴义市人民医院设置的核与辐射安全管理领导小组职责包括：研究部署全院核与辐射安全管理工作，负责医院辐射防护安全检查、监督、协调和指导等工作，负责协调处理辐射事故突发事件；负责建立核与辐射安全管理的相关制度及应急预案等，并组织实施；负责监督、落实医院核与辐射安全各项规章制度、避免辐射事故的发生；负责建立射线装置档案资料，做到一档一档；组织实施放射工作人员职业健康检查及个人剂量监测，建立个人健康档案，做到一人一档；定期对辐射安全与防护工作进行督查，对于在工作上出现“不履职”、“软作为”、“慢作为”、“不作为”等情况的，一经查实，按医院纪委相关纪律要求从严处理。

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021）修订》，环境保护部令第3号第十六条要求：“辐射安全管理机构成员和辐射工作人员均需参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核，并通过考核”。兴义市人民医院现有部分辐射工作人员未参加贵州省生态环境厅组织的辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的考核，医院应及时安排相关的辐射工作人员（包括本次拟新聘的工作人员）尽快参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规培训及考核，做到持证上岗，辐射安全与防护知识培训合格证书见附件三。医院应每四年组织一次复训及考核，并按照《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部公告2019年第57号，2020年1月1日施行）的要求参与贵州省生态环境厅组织的辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的考核。

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和防护条例》(国务院令第449号)、《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)和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环境保护部令第18号)中的有关要求，使用射线装置、放射性同位素的单位要健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、设备台账登记制度、人员培训计划、监测方案等；有完善的辐射事故应急预案；产生放射性废气、废液固体废物的，还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放可行的处理方案；使用放射性同位素和射线装置开展诊断和治疗的单位，还应制定相应的质量保证大纲和质量控制检测计划。

医院已根据相关标准要求制定了《放射卫生与辐射安全管理制度》（包括《兴义市人民医院放射诊断影像设备质量检测制度》、《兴义市人民医院X射线机操作规程》、《兴义市人民医院SPECT操作规程》、《兴义市人民医院安全防护设施维护及维修制度》、《辐射防护和安全保卫制度》、《兴义市人民医院后装治疗操作规程》、《兴义市人民医院核与辐射管理监测方案》、《兴义市人民医院职业健康管理制度》、《兴义市人民医院辐射工作场所岗位职责》、《兴义市人民医院医用直线加速器操作规程》、《兴义市人民医院核与辐射安全事故应急预案》、《兴义市人民医院辐射工作人员培训/再培训管理制度》、《兴义市人民医院个人剂量监测管理制度》、《兴义市人民医院核医学科放射性药品使用登记及安全管理制度》等制度，同时按照相关要求在工作场所粘贴上墙，医院还应根据相关条例、办法以及本报告的要求对制度的内容进行补充，并在今后运行中结合实际工作不断完善，使其具有较强的针对性和可操作性，现对各项制度提出相应的建议如下：

操作规程：明确核医学场所辐射工作人员的资质条件要求、操作过程中采取的具体

防护措施及具体操作步骤。重点是：①确保开展辐射工作时所有辐射屏蔽措施均已到位，严格按照规定操作流程操作，防止发生辐射事故；②从事辐射工作时必须佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。

辐射防护和安全保卫制度：根据核医学辐射工作场所操作的具体情况制定相应的辐射防护和安全保卫制度。重点是：①定期检查相关的辐射安全装置及检测仪器，发现问题及时修理或更换，确保辐射安全联锁装置、个人剂量报警仪、环境辐射剂量监测仪保持良好工作状态；②工作人员定期开展个人剂量检测和职业健康监护。

台账登记制度：建立非密封放射性物质的台账管理制度，放射源交接制度，重点是：核医学科使用的射线装置及放射性同位素的使用情况等由专人负责登记、专人形成台帐、每月核对，确保使用情况与登记相符。

人员培训计划：明确培训对象、内容、周期、方式以及考核的办法等内容，并强调对培训档案的管理，做到有据可查。相关辐射工作人员应及时学习最新的国家政策法规及标准，熟练掌握放射性防护知识、最新的操作技术。根据 18 号令，取得辐射安全培训合格证书的人员，应当每四年接受一次再培训、考核，并按照《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部公告 2019 年第 57 号，2020 年 1 月 1 日施行）的要求参与贵州省生态环境厅组织的辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的考核。

监测方案：明确监测频次和监测项目。监测结果定期上报环境保护行政主管部门。为了确保Ⅲ类射线装置、V 类放射源及乙级非密封放射性物质工作场所的辐射安全，该单位应制定监测方案，重点是：①配备 2 台环境辐射巡测仪以及 2 台 α 、 β 表面沾污仪，用于辐射工作场所定期自行检测；②为本项目各辐射工作场所均配备 1 台个人剂量报警仪，定期开展放射性监测工作；③辐射工作人员个人剂量监测数据应建立个人剂量档案；④委托有资质监测单位对本项目的辐射工作场所的安全和防护状况进行年度检测，每年 1 月 31 日前在全国辐射安全申报系统向生态环境部提交上一年度的评估报告，年度评估发现安全隐患的，应当立即整改。

岗位职责：明确各辐射工作场所操作人员及辐射安全管理人员的岗位责任，并落实到个人，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任。

质量保证大纲和质量控制检测计划：明确各放射设备的质量控制检测项目，制定质量保证大纲，医院拟为核医学场所配备三台活度计，发现设备不能满足质控要求时，应及时委托设备厂家进行维修、调试。

病房管理制度：明确病房内病人服药的总量不超过本次环评的用量，由于病房涉及使用两种核素治疗的病人，须对病房进行使用登记，记录涵盖病人的基本情况，治疗的

核素名称，药量、时间等基本信息，以备待查。

综上所述，医院在落实上述制度后，能够确保医院核医学场所的安全使用，满足国家相关的管理及技术层面要求。

12.3 辐射监测及验收

1、辐射监测及个人剂量监测

本项目核医学科属于乙级非密封放射性物质工作场所，根据国家环境保护部令第 3 号《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，本项目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，包括个人剂量报警仪、辐射剂量巡测仪、表面污染监测仪等仪器，用于对辐射工作场所周围的辐射水平进行巡测。

根据相关规定医院应为本项目辐射工作场所配备 1 台辐射巡测仪、1 台表面污染测量仪及 4 台个人剂量报警仪，方能满足审管部门对于监测仪器的要求。

医院应定期请有资质的单位对辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测，包括仪器设备防护性能的检测，每年 1~2 次；医院定期对辐射场所周围辐射水平进行监测，并对监测结果进行记录，定期对放射性废水、放射性固体废物、放射性废气进行核素分析和总 β 放射性活度；本项目辐射工作人员均应佩戴个人剂量计监测累积剂量，核医学场所核素操作人员在穿戴防护用品的情况下铅衣内外分别进行个人剂量监测，定期(不少于 1 次/季度)送有资质部门进行个人剂量测量，并建立个人剂量档案，辐射环境监测计划及方案要求见表 12-2。同时医院应定期安排辐射工作人员进行职业健康体检，并建立职业健康档案。

落实以上措施后，医院安全措施能够满足辐射安全的要求。

表 12-2 监测计划及方案要求一览表

监测对象	具体内容	监测频率		监测项目
对放射工作人员	佩戴个人剂量卡（核医学场所核素操作人员铅衣内外各一个），个人剂量监测	三个月为一周期，一年监测四次		X- γ 累积剂量
工作场所和周围环境	核医学科控制区内、辐射工作人员活动区，辐射工作场所屏蔽体外 30cm 处（包括场所周边及楼上、楼下）	自行监测	每三个月一次	X- γ 、 β 表面污染
		委托监测	每年一次	X- γ 、 β 表面污染
	核医学科辐射工作人员操作核素工作结束后辐射工作人员的衣物表面、鞋子表面及底部、手等部位	自行监测	每天一次	β 表面污染
放射性废物	核医学科核素治疗区放射性废水	委托监测	排放前	总 β 放射性活度、 ^{131}I 活度浓度

	核医学科 PET 中心放射性废水	委托监测	一年一次	总 β 放射性活度
	核医学科放射性固体废物	委托监测	处理前	X- γ 、 β 表面污染
	核医学科放射性废气	委托监测	每年一次	核素分析 (^{131}I 、 ^{18}F 、 ^{68}Ga)
防护性能	放射性设备性能的自主稳定性和质量控制检测	每年一次；设备初次投入使用、大修及更换关键组件时		质量控制性能及防护检测

2、竣工环境保护验收

兴义市人民医院 3 号楼负一楼核医学科改扩建项目，在通过审批取得辐射安全许可证后，设施投入使用后应立即自主组织验收，验收内容见表 12-3。

表 12-3 环境保护验收项目一览表

项目	“三同时”验收内容	验收要求
防护措施	废水：放射性废水单独收集，经衰变池处理后排入医院污水处理站。医院在 2 号楼负四楼设置 2 套衰变池废水处理系统，分别用于收集处理核医学科 PET 中心、核医学科核素治疗区产生的放射性废水。用于收集处理核医学科 PET 中心产生的放射性废水的衰变池为三级衰变，为砖混结构，总容积约为 15.75m³；用于收集处理核医学科核素治疗区产生的放射性废水的衰变池为四级衰变，为砖混结构，总容积约为 165m³。	核医学科核素治疗衰变池污水处理系统满足衰变贮存时间超过 180 天，并经监测满足要求后经环保部门同意排入医院污水处理设施；核医学科 PET 中心衰变池污水处理系统满足衰变贮存时间超过 30 天的要求。
	废气：四套排风系统及一套通风系统。通风柜的废气通过管道在核医学科所在楼的屋顶高出屋脊的排放口排放，通风柜风速不小于 0.5m/s，且设置活性炭过滤装置。核医学科其他房间则通过空调系统进行通风换气。	减少放射性废气对工作人员的影响
	固废：PET/CT 用 ^{68}Ge 校准源、^{90}Sr 敷贴源当活度达不到使用要求后，由厂家更换后回收，锗镓发生器一般使用两年后，因放射性活度下降已无实际医用价值，便连同原包装容器退还给供方，其他放射性废物则储存在核医学科放射性废物贮存室的铅废物桶中，达到本环评要求的衰变时间后，经检测达到清洁解控水平后，由环保主管部门批准后，方可作为普通废物处理。	不会产生二次污染
	屏蔽措施：具体防护屏蔽措施参见前文表 10-1 核医学科非密封放射性物质工作场所房间防护情况一览表。	满足 HJ1188-2021 要求，辐射工作人员年有效剂量不超过

			5mSv, 公众年有效剂量不超过 0.1mSv。
安全措施		核医学科严格分区管理, 各区之间通过门禁系统进行分隔, 限制人员流通	满足 HJ1188-2021 要求
		机房外均张贴警示标志、安装工作指示灯, 放射性废物桶张贴电离辐射标志	按要求张贴
		岗位职责和操作规程等工作制度在合适处张贴上墙	按要求张贴
个人防护		拟配置的新增辐射工作人员, 均计划参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规培训考核, 考核合格后上岗。	辐射工作人员均取得辐射安全与防护知识考核合格证
		拟购置辐射巡测仪、剂量报警仪和表面沾污仪	按要求送检, 并确保运行正常
		辐射工作人员均佩戴个人剂量计, 开展个人剂量监测	按 GBZ128-2019 要求佩带/送检
		配置铅衣、铅橡胶颈套、铅橡胶围裙、铅防护眼镜、铅方巾等防护用品	按要求配置/佩带
管理措施	管理机构	建立、补充医院辐射安全与环境保护管理领导小组, 辐射安全和防护负责人需参加辐射安全与防护知识考核。	辐射安全负责人取得考核合格证
	管理制度	拟制定或补充了《辐射事故应急预案》、《辐射防护与安全保卫制度》、《辐射工作人员的岗位职责》、《核医学科放射防护管理规定》、《操作规程与安全防护》、《射线装置操作规程》、《PET/CT 操作规程》、《放射性同位素及射线装置台账管理制度》、《设备检修维护制度》、《放射工作人员剂量监测制度》、《放射工作人员健康体检制度》、《放射工作人员培训制度》等一系列规章制度。	根据要求制定

12.4 辐射事故应急

该院已制定了《核与辐射安全事故应急预案》，成立了核与辐射安全事故应急工作领导小组，组织、开展放射事件的应急处理救援工作，并对放射安全与防护、辐射事故应急措施、辐射事故调查处理等做出规定。医院还应根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第 449 号）第四十条、国家环保总局《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）及《突发环境事件信息报告办法》（环保部令第 17 号）的有关规定，对可能发生的辐射事故，不断修订和完善本单位的应急方案，做好应急准备，核与辐射安全事故应急处理预案应按下列内容进行补充：

（1）放射事件应急处理机构与职责

①单位成立辐射事故应急处理领导小组，组织开展风险事件的应急处理救援工作。

②应急处理领导小组职责

a.定期组织对设备和人员进行辐射防护情况自查和监测，发现事故隐患及时督导整改；

b.发生人员受超剂量照射事故，应启动应急预案；

c.事故发生后立即组织有关部门和人员进行事故应急处理；

d.负责向环保及卫生行政部门及时报告事故情况；

e.负责辐射事故应急处理具体方案的研究确定和组织实施工作；

f.人员受照时，要通过个人剂量计或其它工具、方法迅速估算受照人员的受照剂量；

g.负责迅速安置受照人员就医，及时控制事故影响。

(2) 辐射事故应急处理程序

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

如发生一般辐射事故和较大辐射事故应立即报告上级环保、卫生及公安部门；如发生特别重大，重大辐射事故应在事故发生后两小时内报告国务院，并同时逐级上报环保、卫生及公安部门。

a.核与辐射安全事故发生后，操作者应立即停止治疗关上机器，安抚病人通知科室主任，并及时上报核与辐射监管科。

b.核与辐射监管科根据放射事故情况上报核与辐射安全事故应急救援领导小组，核与辐射安全事故应急救援领导小组根据具体情况迅速制定事故处理方案。

c.事故处理必须在组长、副组长的领导下，在有经验的工作人员和卫生防护人员的参与下进行。未得到防护检测人员的允许不得进入事故区。

d.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报警仪。对严重剂量事故，应尽可能记下现场辐射强度和有关情况。并对现场重复测量，估算当事人所受剂量，根据受照剂量情况决定是否进行医学处理或治疗。

e.各种事故处理以后，必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生原因，从中吸取经验教训，采取措施防止类似事故再次发生。

总之，为减少事故发生，须加强管理力度，提高职业人员的技术水平，严格按规范操作，减少故障发生，提高单位应急能力，从而确保系统安全。

（3）事故调查和处理程序

a.成立事故调查小组。

b.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，记录要妥善保管。

c.调查小组向医院应急救援领导小组汇报事故调查报告书方面的工作，同时，协助卫生行政部门、公安部门进行事故调查、处理等各方面的相关事宜。

（4）事故处理措施

核医学工作场所发生辐射损伤、放射源和药物失控等事故时，应对事故场所划定一定范围的控制区，限制人员进入，及时安排专业人员进行去污处理，对环境所造成的辐射剂量进行估算；处理后对事故场所的辐射剂量进行检测，待无辐射污染时，解除控制区。

医院制定的《核与辐射安全事故应急预案》应具有针对性，建议医院对其制定的《核与辐射安全事故应急预案》进行进一步完善，对于射线装置误照射及核医学科放射性药物泄露等不同的事故类型制定不同的应急处理方案，并定期开展开展应急培训和演练。

辐射事故应急培训和演练的要求如下：

①每年进行一次综合性辐射事故应急培训，并作好培训记录。

②参加培训的人员为各级应急指挥机构成员和应急保障系统、应急信息系统的有关人员。

③培训的主要内容是应急管理程序的有关规定以及放射事故发生后的应急基础知识、运行组织方式和抢险救助措施。

④结合本单位实际情况制定放射事故应急救援培训计划，每年进行一次有针对性的应急救援培训并作好应急培训记录，参加培训的人员和培训的主要内容。

⑤应急演习

a、应急领导小组制定应急演习计划。

b、每年至少组织一次应急演习，针对具体的放射事件进行演习，由医院应急小组和有关科室人员参加演习，必要时还应联络各有关单位和应急保障系统参加演习。

c、每次演习前，应制定详细的演习流程，包括演习时间、地点、人员等。

d、演习结束后，由应急领导小组负责人组织对整个演习情况进行讨论总结，并作好记录。

医院应按以上要求完善辐射事故应急预案后，该辐射事故应急预案方可适用于医院

现有辐射项目以及本次评价项目。

12.5 从事辐射活动能力评估结论

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》使用射线装置及放射性同位素的单位应具备的条件，对建设方建设本项目应具备的能力进行分析并提出完善措施。兴义市人民医院辐射防护所采取的技术措施和管理措施进行对照分析见表 12-4。

表 12-4 建设单位能力分析

序号	应具备的条件	规定要求	拟落实情况	环评要求
场所的安全和防护				
1	放射性诊疗项目的屏蔽设计	放射性诊疗项目机房建筑(包括辐射防护墙、门、辐射防护迷路)的防护厚度应充分考虑 X、 γ 射线直射、散射、漏射效应。	委托了具备建筑工程设计资质的单位进行设计，机房的防护厚度满足要求。	定期对各机房和场所周围环境开展辐射监测，保持屏蔽措施的有效性，避免出现射线泄漏
2	安全联锁	放射性同位素与射线装置使用场所所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	III类射线装置机房设置门灯联锁装置。	建设方要严格执行检修、检验工作，定期维护，确保辐射安全。
3	紧急止动装置	在诊疗室内应安装多个串联并有明显标识的“紧急止动”开关，该开关应与控制台上的“紧急止动”按钮联动。一旦按下按钮，放射性诊疗设备的高压电源被切断，人员通道门可以从内侧打开。	射线装置机房均设置紧急停机按钮，使误留于室内人员可通过紧急停机按钮使照射终止或终止开启源，再开启出口防护门。	运营时严格按照计划执行，定期维护，确保辐射安全。
4	警示标志	放射性诊疗项目机房防护门外及与其他公共场所相连接处应设置固定的电离辐射警示标志和工作状态指示灯，控制区边界应设置明显可见的警示标志。	本项目各辐射工作场所防护门外拟设置有辐射警示标志和工作状态指示灯。	运营时严格按照计划执行，定期维护，确保辐射安全。
5	通风系统	根据辐射工作场所空间大小、诊疗设备的主要工作参数、以及工作时间，放射性诊疗项目机房内应设置相应排风量的通风系统，使臭氧浓度低于国家标准要求。并采取相应的辐射屏蔽措施。	本项目各区域均设置了独立的通风系统，并保持工作场所的负压和各区之间的压差。	做好通风系统的定期维护。
6	档案记录	应建立设备运行、维修、辐射环境监测记录、个人剂量管理	建设方对新增辐射工作人员拟建立个人剂量档案，	医院应及时更新并妥善保存相关档

		及维修记录制度，并存档备查。	并定期对其进行个人辐射剂量监测；医院拟建立设备运行、维修档案。	案。
7	评估报告	使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前向生态环境部提交上一年度的评估报告。	医院拟在项目正式运行后于每年1月31日前通过全国辐射安全申报系统向生态环境部提交上一年度的评估报告。	医院须将本项目的辐射安全与防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前通过全国辐射安全申报系统向生态环境部提交上一年度的评估报告。
8	设备维护	每个月对本项目诊疗设备的配件、机电设备和监测仪器，特别是安全联锁装置，进行检查、维护、及时更换部件。	定期对本项目诊疗设备进行检查、及时维护更换部件。	医院应按计划认真做好相应的防护工作，完善相关制度和记录。
9	辐射监测方案	应建立放射性诊疗项目的日常辐射监测方案。	医院拟建立辐射监测方案	医院应落实好日常辐射监测计划
人员安全和防护				
1	管理人员要求	使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置的、使用Ⅲ类、Ⅴ类放射源的、使用乙级非密封放射性物质工作场所的，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名具有大专以上学历的技术人员专职或兼职负责辐射安全与环境保护管理工作。	医院成立了核与辐射安全管理领导小组，负责有关正常工作条件的保障及解决放射实践中出现的各种防护问题，在本项目投入营运前对小组职责进行补充完善后满足要求。	确保有符合要求的辐射安全与环境保护工作管理人员，开展这方面的工作。
2	操作人员要求	从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	本项目辐射工作人员一部分为原有，一部分为新增，医院应尽快安排新增辐射工作人员参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训考核，并取得考核合格证书。	对于取得了合格证书满四年的人员，应安排复训及考核。
3	个人剂量管理	每名放射性仪器设备的工作人员应配备1个个人剂量计（核医学科内核素操作人员佩戴2个，铅衣内、铅衣外各1个）。个人剂量计应并编号定人配戴，定期送交有资质的检测部门进行测量，并建立个人剂量档案	本项目医院拟为每个辐射工作人员购买个人剂量计，并指导其正确佩戴，个人剂量计每3个月送检一次，数据归档。	个人剂量计应编号定人并正确配戴，建设单位应每个季度定期送检，并对检测结果及时分析，对检测结果存在超过个人剂量管理现值的情况及时上报查明原因，及时解决。

环保制度、应急报告与处理、废物处理				
1	废物处理方案	应具有确保项目产生固体废物、废气达标排放的处理能力或者可行的处理方案。	建设方拟对项目运用过程中产生的废气采用排气管、风机强制排出，对于放射性气体的排放，在排风口处设置过滤装置；放射性废水采用槽式排放的方式处理；放射性固体废物在在核医学场所内放射性废物贮存室衰变暂存处理，达到清洁解控水平后按医疗废物处理。	建设方须严格按照设计要求以及配套的设施进行施工和配备。
2	辐射防护安全管理制度	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、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	环评报告已要求医院应根据科室具体情况制定有人员培训制度、操作规程、岗位职责管理制度、辐射防护安全保卫制度，结合医院实际情况制定辐射事故应急预案等。	警示标志张贴规范，进一步完善各项规章制度和操作规程，所有制度应张贴上墙等。
3	辐射事故应急预案	有完善的辐射事故应急措施。	医院拟制定辐射损伤处置流程和规范，该规范包括：指挥体系、辐射事件应急处置的原则、医院辐射事故应急处理程序。	该应急预案应增加应急仪器、设备的准备，做好应急和救助的装备、资金、物资准备。
4	辐射安全许可证	必须取得省级环境保护行政主管部门颁发的辐射安全许可证。	医院已于 2021 年 1 月 6 日办理了《辐射安全许可证》(黔环辐证[00162])的增项换证工作，目前医院在用的所有核技术利用项目均登记在辐射安全许可证上。	建设单位应严格落实本次环评报告表和批复提出的各项环保措施，并在环评批复后及时向贵州省生态环境厅申请《辐射安全许可证》增项。
5	质量控制与质量保证	使用射线装置开展诊疗的单位，应当配备质量控制检测设备，制定相应的质量保证大纲和质量控制检测计划。	医院应根据各科室具体情况建立《质量控制规程》，用于质量保证与质量控制。	医院应落实好该规程。
通过对照国家有关要求对本项目从事辐射活动能力的逐项分析，兴义市人民医院依据已经基本具备了使用本次评价的核技术利用项目的综合能力。				

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

项目名称：兴义市人民医院PET中心及核素治疗建设项目

项目性质：改扩建

建设单位：兴义市人民医院

建设地点：兴义市英雄路1号，兴义市人民医院3号楼（门急诊综合楼）负一楼北侧

项目建设内容及规模：本项目位于兴义市英雄路1号兴义市人民医院，拟改扩建的核医学科位于兴义市人民医院3号楼（门急诊综合楼）负一楼北侧。①将位于3号楼（门急诊综合楼）负一楼北侧的场地建设为核医学科，核医学科分为PET中心及核素治疗区，并且与2号楼（医技楼）负一楼现在使用的核医学科相邻，根据《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》（环办辐射函〔3016〕430号）中“满足以下特点的放射性药品生产、使用场所，应当作为一个单独场所进行日等效操作量核算：1、有相对独立、明确的监督区和控制区划分；2、工艺流程连续完整；3、有相对独立的辐射防护措施”，根据该文件，3号楼负一楼改扩建的核医学场与2号楼核医学科相对独立，故3号楼负一楼核医学科作为独立的乙级非密封放射性物质工作场所进行管理；②在3号楼负一楼核医学场所PET中心新增一台PET/CT，并使用 ^{18}F 、 ^{68}Ga 开展PET/CT显像诊断，为PET/CT配备3枚 ^{68}Ge 校准源用于PET/CT校准，使用锗镓发生器淋洗制备 ^{68}Ga ；③在3号楼负一楼核医学场所核素治疗区，使用 ^{131}I 进行甲亢治疗及甲癌治疗，使用 ^{177}Lu 进行前列腺癌、乳腺癌、肺癌等癌症的治疗；④在3号楼负一楼核医学场所PET中心使用 ^{89}Sr 进行核素治疗；⑤在敷贴治疗室使用 ^{90}Sr - ^{90}Y 放射源进行敷贴治疗。本项目依托兴义市人民医院3号楼（门急诊综合楼）及2号楼（医技楼）主体工程建设。

13.1.2 辐射安全与防护分析结论

（1）项目选址合理性、辐射工作场所布置及分区合理性分析

①项目选址合理性分析：兴义市人民医院地处贵州省黔西南布依族苗族自治州兴义市英雄路1号，项目用地为医院建设用地。本次评价范围50m以内无生态环境敏感目标及学校、集中居民区、文物保护区、风景名胜区、饮用水源保护区等环境敏感区域和生态敏感点，医院周围没有项目建设的制约因素，且本项目的核医学科辐射工作场所按照相关规范要求建有良好的实体屏蔽设施和防护措施，产生的辐射经屏蔽和防护后对周

围环境影响较小，因此本项目选址是合理的。

②辐射工作场所分区合理性分析：经过控制区与监督区的分区情况，医院拟在各场所出入口处均粘贴控制区标识，在各辐射场所控制室门外粘贴监督区的标识，并限制无关人员进入。本项目分区符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）及《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）中有关辐射工作场所的分区规定，故本项目辐射工作场所分区合理。

③本项目各辐射工作场所所在区域位置相对独立，工作区域专人管理，除需诊断、治疗患者和医院医生、护士外，医院无关人员不得入内，并且在进入辐射区域的时候需经过严格身份确认，这样不但减少了无关公众受照射的概率，同时，也降低了其他工作人员受照射的概率。同时，各辐射工作场所均采取了有效的屏蔽措施，防护设计参数均达到了相关技术规范对辐射工作场所的辐射防护要求，并且各辐射工作场所均按规范要求设置电离辐射警告标志，合理划分控制区，监督区，且无关人员不得进入。但由于各辐射工作场所周围有常驻人员，考虑到可能会造成的影响，本报告通过对各辐射工作场所防护进行理论计算，结果显示在进行治疗或诊断过程中产生的电离辐射，经过屏蔽防护和距离衰减后，对周围工作人员和公众所致的辐射剂量符合剂量约束限值的要求。通过以上场所独立、划分区域等措施，本项目不会产生交叉污染，对外环境造成辐射影响很小，因此，本项目平面布局是合理的。

（2）辐射安全措施

①辐射屏蔽措施

本项目各辐射工作场所拟设置的辐射屏蔽措施与相关标准对照，能够满足相关标准的防护厚度的要求。

②监控系统、通风系统

拟为改扩建后的核医学科核素治疗区、核医学科PET中心各设置一套视频监控系统，设置四套排风系统和一套系统送风系统，工作场所的有关控制区房间均采用有梯度的微负压通风，能够满足HJ 1188-2021的要求。

③辐射安全培训、职业健康体检、个人剂量监测

医院拟安排本项目新配备的辐射工作人员在网上进行辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的自主培训，然后报名参与并通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的考核；安排本项目新配备的辐射工作人员进行岗前职业健康检查；委托第三方有资质的检测机构对本项目辐射工作人员进行个人剂量监测，满足相关标准的要求。

④拟配备监测仪器与个人防护用品

医院拟为本项目配备1台X- γ 辐射剂量率监测仪、1台 α/β 表面沾污仪、4台个人剂量

报警仪、3台固定式剂量报警仪等监测设备，铅围裙（6件）、铅衣（2件）、铅围脖（5个）、铅防护眼镜（2副）、铅方巾（1块）、铅帽（6顶）、铅防护屏风（3套）、放射性污染防护服（3件）等，能够满足GBZ120-2020及HJ 1188-2021的要求。

⑤辐射环境监测

医院拟为本项目制定辐射环境监测方案，并定期按照辐射环境监测方案对本项目进行辐射环境监测，同时委托有资质的检测机构对本项目进行年度监测，能够满足相关标准的要求。

⑥应急及去污用品

医院拟为本项目核医学科配备一次性防水手套、气溶胶防护口罩、防水工作服、胶鞋、污染表面清洗剂、一次性毛巾、吸水纸、胶带、标签、塑料袋一次性镊子等应急及去污用品若干，以预防可能发生的辐射安全事故，本项目配备的应急及去污用品能够满足辐射事故的应急要求。

（3）辐射安全管理

医院目前已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责。医院须根据相关法律、法规、条例及本环评报告提出的要求，对现有辐射安全管理制度进行补偿完善。对于本项目的辐射工作人员，医院应及时安排其在网上进行辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的自主培训，然后报名参与并通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的考核；并委托有资质的单位对本项目辐射工作人员进行个人剂量监测及职业健康检查，建立完整的个人剂量监测档案和职业健康监护档案。

（4）年度评估

兴义市人民医院每年应编制辐射安全与防护年度评估报告，并于次年1月31日前通过全国核技术利用辐射安全申报系统上报国家生态环境部。

13.1.3 环境影响分析结论

（1）辐射环境现状

现场监测数据表明：兴义市人民医院核技术利用建设项目场址周围环境的辐射环境现状处于黔西南布依族苗族自治州陆地 γ 辐射空气比释动能率本底范围内，项目建设场址及其周围环境的辐射环境无异常。

（2）辐射防护影响预测

①经过理论计算可知，本项目核医学科控制区边界屏蔽体外30cm处辐射剂量率满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）控制区边界30cm处辐射剂量率不超过2.5 μ Sv/h的限值要求；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 μ Sv/h的限值

要求；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 μ Sv/h的限值要求。对于少部分外露管道将采取2mmPb当量铅皮进行管道包裹，确保管道外表面0.3m处辐射剂量率低于2.5 μ Sv/h；放射性固废收集容器密封暂存后保证外表面30cm处的周围剂量当量率小于2.5 μ Sv/h。

②经模式预测，PET机房的辐射防护屏蔽措施符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中屏蔽体外30cm处周围剂量当量率不超过2.5 μ Sv/h的限值要求。

（3）人员剂量估算分析

根据理论计算结果，在正常工况下，本项目对职业人员造成的年附加有效剂量不超过本次评价5mSv/a的职业人员年有效剂量约束值；对公众造成的年附加有效剂量不超过本次评价0.1mSv/a的公众人员年有效剂量约束值。

（4）三废处理处置

①核医学科产生的放射性废气处置

医院对核医学场所设计了给排风系统，各功能用房均设计有通风口，由风机独立排至大楼天面，活性炭吸附后排放，核医学排风管道为独立排风通道，不与其他非核医学排风管道共用，各自排放，经过本项目内照射剂量估算结果，本项目核医学科产生的放射性废气核医学排风对周边区域产生放射影响较小。

②核医学科产生的放射性废水及放射性固废处置

本项目核医学科设置独立下水系统，并对排水管道进行防护屏蔽，为核医学场所核素治疗区设置4格并联衰变池（有效容积165m³），为核医学科PET中心设置3格并列衰变池（有效容积15.75m³），经计算，衰变池的废水经过衰变贮存，排放活度能够满足《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）排放要求以及《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）的排放要求；同时为核医学科配置足够数量的固废收集桶，并设置2间废物间，用于暂存衰变核医学科产生的放射性固体废物。放射性废水及放射性固体废物处置措施能够满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）的要求。

13.1.4 可行性分析结论

（1）产业政策符合性分析结论

本项目属于国家发展和改革委员会2019年第29号《产业结构调整指导目录(2019年本)》中鼓励类项目(第十三项医药 第5条 新型医用诊断设备和试剂、数字化医学影像设备，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备，电子内窥镜、手术机器人等高端外科设备，新型支架、假体等高端植入介入设备与材料及增材制造技术开发与应用，危重病用生命支持设备，移动与远程诊疗设备，新型基因、蛋白和细胞诊断设备)。本工程不

涉及自然保护区、风景名胜区、森林公园、饮用水水源保护区等生态敏感区域。项目建设符合国家产业政策、环保政策和相关规划。

(2) 代价利益分析

符合区域医疗服务需要，能有效提高区域医疗服务水平，核技术在医学上的应用有利于提高疾病的诊断正确率和有效治疗方案的提出，能有效减少患者疼痛和对患者损伤，总体上大大节省了医疗费用，争取了宝贵的治疗时间，该项目在保障病人健康的同时也为医院创造了更大的经济效益。为保护该项目周边其他科室工作人员和公众，均加强了防护，从剂量预测结果可知，该项目周围公众年所受附加剂量满足项目管理限值0.1mSv的要求，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。因此，从代价利益分析看，该项目是正当可行的。

(3) 实践的正当性分析

兴义市人民医院拟建设的核技术利用项目用于临床诊断及治疗。核技术利用项目运行期间会对周围环境产生一定的辐射影响，但是它在医学诊断、治疗方面有着其他技术无法替代的特点，对保障健康、拯救生命起到十分重要的作用，为病人提供优越的诊疗环境，具有明显的社会效益；同时也提高了医院医疗服务水平，满足了更多患者的需要，在保障病人健康的同时也为医院创造了更大的经济效益。在完全落实国家有关法律法规和标准及本报告提出的辐射防护和安全措施，做到辐射防护最优化的前提下，本项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB18871-2002中关于辐射防护“实践的正当性”的要求。

(4) 项目环保可行性分析结论

经采取切实可行的环保、防护措施，特别是认真落实本报告提出的各项污染防治措施后，本评价认为：兴义市人民医院申请从事相关辐射工作的种类、范围、场所满足辐射安全相关要求，具备使用Ⅲ类射线装置、使用V类放射源、使用乙级非密封放射性物质工作场所的相关能力。

13.1.5 项目验收

项目经审批取得辐射安全许可证以后，必须根据《建设项目竣工环境保护验收管理办法》的要求自主组织验收，并将验收结果在网上公示，公示时间不得低于20个工作日，如果没有意见，然后在环保部网上备案待查。

13.2 建议和承诺

13.2.1 建议

1、医院要严格执行辐射污染防治与辐射环境管理的法律法规；认真落实各项污染防治措施和要求，认真落实岗位辐射防护制度和岗位责任制制度，落实培训计划及应急

监测计划等各项规章制度。

2、医院对从事放射性医疗及放射治疗的工作人员要经常进行辐射防护知识的教育，并形成长效机制，提高辐射防护意识，提高自我防护意识，定期检查和评估工作人员的个人剂量，建立个人剂量档案。

3、医院要定期检查使用射线装置机房门灯安全联锁装置、防护仪表，发现问题及时解决，不得在没有启动防护装置的情况下强制运行射线装置，以杜绝辐射事故的发生。

4、该院应加强施工中的监理及管理，确保按设计要求进行施工。

13.2.2 承诺

1、为本项目配备相应的防护用品，确保核医学科辐射工作人员穿戴防护用品进行屏蔽后方可工作，防止其所受照射超过国家规定的限值。

2、制定具体的 PET/CT 诊断质控方案，保障诊断的有效、安全。

3、在实施核医学治疗前，应事先告知患者或检查者辐射对健康的潜在影响。

4、医院在取得本次项目环评批复后，应当按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年 1 月 4 日修改）规定的许可证申请程序，重新申请领取《辐射安全许可证》。兴义市人民医院应按《建设项目竣工验收暂行办法》自主完成环境保护竣工验收工作。

5、医院若未来如需增加本报告表所涉及之外的污染源和射线装置或对其使用功能进行调整变动，则应按要求向有关环保部门进行申报，并按污染控制目标采取相应的污染治理措施，主动接受环保部门的监督管理。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：

经办人：

单位盖章

年 月 日

审批意见：

经办人：

单位盖章

年 月 日

附件

附件一：委托书

兴义市人民医院

委托书

核工业二三〇研究所：

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》等有关法律法规的规定，现委托贵所承担“兴义市人民医院 PET 中心及核素治疗建设项目”的环境影响评价工作。

请贵所按照国家有关法律法规和技术规范的要求抓紧实施。



二〇二二年三月三十一日

	
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：	兴义市人民医院
地 址：	贵州省黔西南布依族苗族自治州兴义市英雄路1号、沙井北路31号
法定代表人：	王忠安
种类和范围：	使用Ⅲ类、V类放射源；使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所。
证书编号：	黔环辐证[00162]
有效期至：	2026 年 01 月 05 日
	发证机关：贵州省生态环境厅 发证日期：2021 年 01 月 06 日 
中华人民共和国生态环境部制	

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

单位名称	兴义市人民医院		
地 址	贵州省黔西南布依族苗族自治州兴义市英雄路1号、沙井北路31号		
法定代表人	王忠安	电话	
证件类型	身份证	号码	522323197503190616
涉 源 部 门	名 称	地 址	负责人
	口腔二科	英雄路1号	李迎霞
	医学影像科	英雄路1号、沙井北路31号	陈杰
	创伤骨科	英雄路1号	江深河
	手术室	英雄路1号	张翠
	核医学科	英雄路1号	刘长江
	发热门诊	英雄路1号	陈杰
种类和范围	使用III类、V类放射源;使用II类、III类射线装置;使用非密封放射性物质,乙级非密封放射性物质工作场所。		
许可证条件			
证书编号	黔环辐证[00162]		
有效期至	2026 年 01 月 05 日		
发证日期	2021 年 01 月 06 日		



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

单位名称	兴义市人民医院		
地 址	贵州省黔西南布依族苗族自治州兴义市英雄路1号、沙井北路31号		
法定代表人	王忠安	电话	
证件类型	身份证	号码	522323197503190616
涉 源 部 门	名 称	地 址	负责人
	导管室	英雄路1号	温小晓
	内分泌代谢病科	英雄路1号	刘成华
	肿瘤放疗室	英雄路1号	王靖
	儿童保健科	沙井北路31号	包艳
	口腔一科	沙井北路31号	孙荣
种类和范围	使用III类、V类放射源;使用II类、III类射线装置;使用非密封放射性物质,乙级非密封放射性物质工作场所。		
许可证条件			
证书编号	黔环辐证[00162]		
有效期至	2026 年 01 月 06 日		
发证日期	2021 年 01 月 06 日 (发证机关章)		



活动种类和范围

(一) 放射源

证书编号: 黔环辐证[00162]

[illegible]

(二) 非密封放射性物质

证书编号: 黔环辐证[00162]

[illegible]

活动种类和范围

(三) 射线装置

证书编号：黔环辐证[00162]

序号	装置名称	类别	装置数量	活动种类
1	医用直线加速器	II类	2	使用
2	牙片机	III类	1	使用
3	牙片机	III类	1	使用
4	小型C臂X线机	III类	1	使用
5	小型C臂X线机	III类	4	使用
6	口腔全景X射线机	III类	1	使用
7	口腔CT	III类	1	使用
8	口腔CT	III类	1	使用
9	骨密度仪	III类	1	使用
10	骨龄测试仪	III类	1	使用
11	床旁X光机	III类	2	使用
12	车载CT	III类	1	使用
13	x射线机	III类	9	使用
14	SPECT/CT	III类	1	使用
15	DSA	II类	2	使用
16	CT	III类	4	使用
	以下空白			

台帐明细登记

(一) 放射源

证书编号：黔环辐证[00162]

序号	核素	出厂日期	出厂活度 (Bq)	标号	编 码	类 别	用 途	场 所	来源/去向	来源/去向	审核人	审核日期
1	Gd-153	20140328	3.7E+6		US14GD0000055	V	刻度/校准源		来源 去向	北京树威科技发展有限公司		
2	Gd-153	20140328	3.7E+6		US14GD0000065	V	刻度/校准源		来源 去向	北京树威科技发展有限公司		
3	Gd-153	20140328	3.7E+6		US14GD0000025	V	刻度/校准源		来源 去向	北京树威科技发展有限公司		
4	Gd-153	20140328	3.7E+6		US14GD0000035	V	刻度/校准源		来源 去向	北京树威科技发展有限公司		
5	Gd-153	20140328	3.7E+6		US14GD0000015	V	刻度/校准源		来源 去向	北京树威科技发展有限公司		
6	Gd-153	20140328	3.7E+6		US14GD0000045	V	刻度/校准源		来源 去向	北京树威科技发展有限公司		
7	Ir-192	20201118	3.7E+11	NLF01 24- 003- 0126	NL201R005733	III	后装治疗机	5号楼1楼肿瘤 放疗室后装机房	来源 去向	比利时	王波	20201125
	以下								来源			
	空白								去向			

台帐明细登记 (三) 射线装置

证书编号：黔环辐证[00162]

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所	来源/去向		审核人	审核日期
1	口腔全景 X 射线机	Planmeca ProlineXC	III类	口腔（牙科）X 射线装置	口腔一科：沙井街门诊 部 4 楼	来源			
						去向			
2	牙片	RX DC Plus/I	III类	口腔（牙科）X 射线装置	口腔一科：沙井街门诊 部 4 楼	来源			
						去向			
3	医用直线加速器	CLINAC IX	II类	粒子能量小于 100 兆电子伏的 医用加速器	5 号楼 1 楼肿瘤放疗室：住 院综合楼 1 楼	来源			
						去向			
4	医用直线加速器	CLINAC CX	II类	粒子能量小于 100 兆电子伏的 医用加速器	5 号楼 1 楼肿瘤放疗室：住 院综合楼 1 楼	来源			
						去向			
5	单光子计算机断层扫描 与螺旋 CT 复合诊断系	飞利浦 Precedence	III类	医用 X 射线计算机断层 扫描（CT）装置	2 号楼负 1 楼核医学科 SPECT/CT 检查室：医技楼负 1 楼	来源			
						去向			
6	CT	AQUILION PRIME TSX-302A	III类	医用 X 射线计算机断层 扫描（CT）装置	医学影像科：5 号楼（住院 综合楼）1 楼 CT 检查室	来源			
						去向			
7	CT	Brilliance i6 CT	III类	医用 X 射线计算机断层 扫描（CT）装置	医学影像科：门诊部 CT 检查室	来源			
						去向			
8	小型 C 臂 X 射线机	BV Libra	III类	医用诊断 X 射线装置	创伤骨科：4 号楼（外科大 楼）4 楼	来源			
						去向			

台帐明细登记 (三) 射线装置

证书编号：黔环辐证[00162]

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所	来源/去向		审核人	审核日期
9	血管造影 X 射线系统	ALLURA XPER FD20	II 类	医用诊断 X 射线装置	导管室：2 号楼（医技楼）1 楼 2 手术室	来源			
						去向			
10	骨密度仪	Prodigy	III 类	医用诊断 X 射线装置	内分泌代谢病科：3 号楼（门诊综合楼）8 楼骨密度检查室	来源			
						去向			
11	小型 C 臂 X 射线机	BV Endura	III 类	医用诊断 X 射线装置	手术室：4 号楼（外科大楼）8 楼	来源			
						去向			
12	小型 C 臂 X 射线机	BV Libra	III 类	医用诊断 X 射线装置	手术室：4 号楼（外科大楼）8 楼	来源			
						去向			
13	3 维小型 C 臂 X 射线机	ARCADIS ORBIT	III 类	医用诊断 X 射线装置	手术室：4 号楼（外科大楼）8 楼	来源			
						去向			
14	移动式数字化 X 射线摄影系统	Mobile Evolution Drut	III 类	医用诊断 X 射线装置	医学影像科：病房（流动场所）	来源			
						去向			
15	数字化 X 射线摄影系统	CHORUS	III 类	医用诊断 X 射线装置	医学影像科：2 号楼（医技楼）4 楼 DR 检查室 1	来源			
						去向			
16	数字化 X 射线摄影系统	OPERA T90 fpe	III 类	医用诊断 X 射线装置	医学影像科：2 号楼（医技楼）4 楼特检室 2	来源			
						去向			

台帐明细登记

(三) 射线装置

证书编号：黔环辐证[00162]

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所	来源/去向		审核人	审核日期
17	数字乳腺 X 射线系统	Mammomat Inspiration	III类	医用诊断 X 射线装置	医学影像科：2 号楼（医技楼）4 楼乳腺钼靶检查室	来源			
						去向			
18	医用 X 线摄影系统	AXIOM Aristos VX plus	III类	医用诊断 X 射线装置	医学影像科：门诊部负 1 楼 DR 检查室	来源			
						去向			
19	数字化 X 射线摄影系统	Digital Diagnost	III类	医用诊断 X 射线装置	医学影像科：2 号楼（医技楼）4 楼 DR 检查室 3	来源			
						去向			
20	数字化 X 射线摄影系统	CHORUS	III类	医用诊断 X 射线装置	医学影像科：2 号楼（医技楼）8 楼 DR 检查室	来源			
						去向			
21	口腔 CT 机	RAYSCAN S300 u -	III类	口腔（牙科）X 射线装置	口腔二科：1 号楼（门诊楼）4 楼口腔 CT 检查室	来源			
						去向			
22	数字化 X 射线摄影系统	CHORUS	III类	医用诊断 X 射线装置	医学影像科：5 号楼（住院综合楼）1 楼 DR 检查室	来源			
						去向			
23	CT	Brilliance iCT	III类	医用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置	医学影像科：2 号楼（医技楼）3 楼 CT 检查室 2	来源			
						去向			
24	数字化 X 射线摄影系统	CALYPSO	III类	医用诊断 X 射线装置	医学影像科：2 号楼（医技楼）3 楼急诊 DR 检查室	来源			
						去向			

台帐明细登记 (三) 射线装置

证书编号：黔环辐证[00162]

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所	来源/去向	审核人	审核日期
25	CT	Aquilion ONE TSX-301C	III类	医用X射线计算机断层 扫描（CT）装置	医学影像科：2号楼（医技 楼）3楼CT检查室3	来源 去向		
26	数字减影血管造影 机	Innova IGS 530	II类	医用诊断X射线装置	导管室；2号楼（医技楼） 1楼1手术室	来源 去向		
27	移动式数字化X射 线摄影系统	ND-M600	III类	医用诊断X射线装置	医学影像科：病房 （流动场所）	来源 去向		
28	数字化X射线摄影 系统	KD-RF2000	III类	医用诊断X射线装置	医学影像科：2号楼（医技 楼）4楼特检室1	来源 去向		
29	牙片机	MSD-III	III类	口腔（牙科）X射线装 置	口腔二科：1号楼（门诊 楼）4楼牙片室	来源 去向		
30	骨龄测试仪	KP-XPB	III类	医用诊断X射线装置	儿童保健科骨龄测试室，门诊 部3楼儿童保健科骨龄测试室	来源 去向		
31	移动式C型臂X射 线机	Brivo ONEC 715	III类	医用诊断X射线装置	手术室：4号楼（外 科大楼）8楼	来源 去向		
32	X射线计算机体层 摄影设备	SOMATOM go. Top	III类	医用X射线计算机断层 扫描（CT）装置	流动场所	来源 去向		

附件三：部分辐射工作人员信息

2020/9/10

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



邓洪, 男, 1988年04月06日生, 身份证: 520202198804068513, 于2020年09月参加 核医学 辐射安全与防护考核, 成绩合格。

编号: FS20GZ0300003

有效期: 2020年09月10日至 2025年09月10日

报告单查询网址: fushe.mee.gov.cn



截图(Alt + A)

https://kaowu.chinansc.cn/open/cert-view?guid=3f4f4643-3DC8-BC86-4BDE-ECC92A31B2BE

1/1

辐射安全与防护培训

合格证书



(印章)

黄元美

姓名: 黄元美 性别: 女

身份证号: 522321198907101706

工作单位: 兴义市人民医院

从事辐射

工作类别: 核医学

黄元美 同志于 2018 年9 月 27 日至 2018 年9 月 28 日在 兴义市 参加辐射安全与防护培训班学习, 通过规定的课程考试, 成绩合格, 特发此证。



培训机构(章)

2018 年 9 月 28 日

证书编号: GZ1815173

有效期至 2022年9月

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



侯方雄，男，1996年09月06日生，身份证：522323199609060018，于2020年09月参加 核医学 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS20GZ0300004 有效期：2020年09月10日至 2025年09月10日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn



<https://kaowu.chinansc.cn/open/cert-view?guid=0D6583EA-8222-BF92-EBB2-27697667F0F3>

1/1

辐射安全与防护培训

合格证书



刘长江 同志于 2018 年 9 月 27日至 2018 年 9 月 28 日在 兴义市 参加辐射安全与防护培训班学习，通过规定的课程考试，成绩合格，特发此证。

姓名：刘长江 性别：男

身份证号：320502197212290510

工作单位：兴义市人民医院

从事辐射工作类别：核医学




培训机构（章）
2018 年 9 月 28 日

证书编号：GZ1814191

有效期至：2022年9月

辐射安全与防护培训

合格证书



(印章)

姓名：王才顺 性别：男
身份证号：522325199411202810
工作单位：兴义市人民医院
从事辐射
工作类别：核医学

王才顺 同志于 2018 年 9 月

27日至 2018年 9 月 28 日在
兴义市 参加辐射安全与防护培训班
学习，通过规定的课程考试，成
绩合格，特发此证。



证书编号：GZ1814192
有效期至 2022年9月

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



邹佳佳，男，1988年07月01日生，身份证：522321198807017611，于2020年09月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS20GZ0200015 有效期：2020年09月10日至 2025年09月10日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn



核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



李吉艳，女，1994年06月19日生，身份证：522423199406195321，于2020年10月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS20GZ0200024

有效期：2020年10月16日至 2025年10月16日



报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



付光亚，男，1994年09月03日生，身份证：522321199409031914，于2020年09月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS20GZ0200019

有效期：2020年09月10日至 2025年09月10日



报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn



贵阳市公共卫生救治中心 (贵阳市职业病防治医院) 职业健康检查报告书

用人单位：兴义市人民医院

检查类别：上岗前、在岗期间、离岗时

危害因素：射线

报告日期：2020-09-25

体检机构：贵阳市公共卫生救治中心
(贵阳市职业病防治医院)

联系电话：

地 址：贵阳市云岩区大营路6号



第四章 受检单位基本情况

一、委托单位及用人单位名称

用人单位：兴义市人民医院

委托单位：兴义市人民医院

二、体检时间

2020年08月13日 至 2020年09月23日

三、体检地点

兴义市人民医院

四、体检人数

职业健康检查实检人数 218 人。

五、职业健康检查类别

本次职业健康检查为上岗前、在岗期间、离岗时职业健康检查。

六、职业病危害因素

本次职业健康检查职业病危害因素主要有：射线。



第六章 本次职业健康检查结论及建议

本次职业健康检查实检人数 218 人；其中，上岗前检查 40 人；在岗期间检查 156 人；离岗时检查 22 人。详见附表5。

一、职业健康体检结论及建议

1、职业健康检查（上岗前）40 人：目标疾病为职业禁忌证，本次检查目前未发现相应作业职业禁忌证（可从事放射作业）31 人。

* 发现职业禁忌证 2 人，暂不宜从事相应作业，详见附表1。

(1) 杨浩誉、王大敏2人 因孕期，暂不宜从事有毒有害工种。

* 发现职业相关复查 6 人，复查期间不宜从事相应作业，详见附表2。

(1) 施官尖1人 复查甲状腺功能3项；

(2) 韦冬蜜、刘厚保、肖跃东、余成水和双变等5人 复查血常规。

* 发现未完善职业健康相关检查 1 人，完善检查前暂不宜从事相应作业，详见附表3。

(1) 瞿金环1人 未完善胸部正位片检查。

2、职业健康检查（在岗期间）156 人：目标疾病为职业病及职业禁忌证，本次检查目前未发现相应作业职业病及职业禁忌证（可继续从事放射作业）139人。

* 发现职业相关复查 17 人，复查期间不宜从事相应作业，详见附表2。

(1) 王靖、马英、龙德辉、谢伟、龙永学、骆锋、李迎霞、颜忠丽和谭恒等9人 复查甲状腺功能3项；

(2) 张卜方、褚静、刘长江、黄元美、王才顺、刘誉、郑周鹏和潘正菊等8人 复查血常规。

3、职业健康检查（离岗时）22 人：目标疾病为职业病，本次检查目前未发现相应作业职业病 18 人。

* 发现职业相关复查 4 人，复查期间不宜从事相应作业，详见附表2。

(1) 杨璐、郭玉敏和彭鑫等3人 复查甲状腺功能3项；

(2) 陈忠美1人 复查甲状腺功能3项和血常规。



二、其他体检结论及建议

眼底检查异常1人，血常规异常7人，肝功能异常21人，内科常规检查异常6人，肾功能3项异常39人，辨色力异常3人，胸部正位片异常3人，血压异常9人，血糖异常3人，心电图检查异常8人，腹部B超（肝、胆、胰、脾、双肾）异常94人，甲状腺功能3项异常15人，肺功能检测异常13人，详见附表4。

三、其余已做检查未见异常

四、温馨提示：

首先，感谢您对我们医院的信任，感谢您的配合和理解。鉴于职业健康检查的特殊性以及本次检查项目的局限性，我们建议您对本次检查的异常结果进行随诊复查和其他相关检查，以获得更可靠的医学证据建立准确地职业健康状况评估。



五、职业健康检查相关统计

本次职业健康检查实检218人。其中发现职业病0人；疑似职业病0人；职业禁忌证2人；职业相关复查27人；未完善检查（职业相关）1人。





贵州省疾病预防控制中心
Guizhou Center for Diseases Prevention and Control

检测报告

TEST REPORT

报告编号：	FS2019-0201
Report No.	
委托单位：	兴义市人民医院
Applicant Name	
检测项目：	x、 ☒ 射线个人剂量监测
Test item(s)	
报告日期：	2020年07月20日
Date Reported	



说明

- 一、对检验检测结果如有异议，应于收到检验检测报告书之日起十五日内以书面形式向中心综合业务大厅提出复核申请，逾期不予受理；
- 二、检验检测报告的修改及遗失后的补发，自检验检测报告签发后1年以内提出申请，逾期不予受理；
- 三、本检验检测报告涂改、增删无效；无唯一性标识，无检验检测人、无审核人、无授权签字人签章，未加盖本中心检验检测专用章无效；
- 四、本检验检测报告及本机构名称未经许可，不得用于向社会发布信息，不得用于产品标签、广告、商品宣传和评优等；
- 五、本检验检测报告书每页须盖章方能有效；检验检测报告的复印件必须经本机构核对原件，加盖中心检验检测专用章后，方能生效；
- 六、委托检验检测的报告仅对送检样品或指定的实验对象负责，抽检样品仅对该批次样品负责；
- 七、本检验检测报告一式两份，正本交被检单位/受检者或有关部门，副本由本机构存档。

INSTRUCTION

1. Objection, if any, with the result of the examination should be within 15 days from the date of receipt of the inspection report in written form to the Guizhou Center for Disease Control and Prevention, Comprehensive Professional Work Hall of the center to apply for review, within the time limit shall not accept it.
2. Application for modification of inspection and test report and replacement of lost , that should be submitted within 1 year after the issuance of inspection and test report.
3. The test report is invalid in the situation of alter, add or delete, and also invalid in any situation of no unique identifier, no inspection tester signature, no reviewer signature, no authorized person signature, and uncapped central inspection and inspection special seal.
4. Without permission, this inspection report and the name of the organization shall not be used to release information to the public, as well as product labeling, advertising, product promotion and evaluation.
5. This inspection report must be stamped on each page to be effective. A copy of the inspection report must be checked against the original, and take effect only after the central inspection and test special seal is stamped.
6. The entrusted inspection report is only responsible for the inspection sample or the designated experimental object, the sample is only responsible for the batch.
7. This test report is in duplicate, the original is handed over inspected unit, inspected person or relevant departments, the copy is archived by the agency.

本中心联系地址：贵阳市八鸽岩路73号 邮编（P.C.）：550004
GZCDC Add: No. 73, ba ge yan Road, Guiyang city, Guizhou province, China
P.C: 550004
综合业务大厅电话：
Comprehensive Professional Work Hall Tel:

贵州省疾病预防控制中心

检测报告

报告编号: FS2019-0201

检测项目	x、γ射线个人剂量监测	检测方法	热释光剂量法
用人单位	兴义市人民医院	委托单位	兴义市人民医院
检测/评价依据	GBZ128-2019《职业性外照射个人监测规范》、GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》		
检测室名称	放射卫生检验科	检测类别/目的	委托/常规
检测仪器名称/型号/编号	个人监测用 X、γ 辐射热释光测量系统探测器 /RE2000/370015 热释光剂量计 (TLD)-片状(圆片)-LiF(Mg, Cu, P)		
监测日期:	2019-06.26--2020-06.23		

评价结论:

你单位岑元秋、叶俊辉等一百六十三人年受照剂量均小于 20mSv, 符合 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》第 B1.1 的规定。

检测结果:

编号	姓名	性别	职业类别	本年度监测次数	$H_p(10)$ (mSv)
0587	龚志友	男	诊断放射学(2A)	4	0.20
0588	罗开毅	男	诊断放射学(2A)	4	0.21
0589	杨喆	男	诊断放射学(2A)	4	0.20
0591	王刚	男	诊断放射学(2A)	4	0.16
0592	黄发友	男	诊断放射学(2A)	4	0.21
0593	李梅	女	诊断放射学(2A)	4	0.15
0594	徐锐	男	诊断放射学(2A)	4	0.08
0595	陈明江	男	诊断放射学(2A)	4	0.25
0597	龙德辉	男	诊断放射学(2A)	4	0.18
0598	龚俊	男	诊断放射学(2A)	4	0.16
0601	杨井涛	男	诊断放射学(2A)	4	0.11
0603	黄霖	男	诊断放射学(2A)	4	0.23

检测结果:

编号	姓名	性别	职业类别	本年度监测次数	$H_p(10)$ (mSv)
0604	王清镇	男	诊断放射学(2A)	4	0.31
0608	陈杰	男	诊断放射学(2A)	4	0.19
0609	封江平	男	放射治疗(2D)	4	0.17
0611	余彪	男	放射治疗(2D)	4	0.22
0612	吴勇	男	放射治疗(2D)	4	0.29
0613	黄艺	男	放射治疗(2D)	4	0.14
0614	黎友波	男	放射治疗(2D)	4	0.20
0615	陈明	男	介入放射学(2E)	4	0.10
0620	王朝富	男	介入放射学(2E)	4	0.13
0624	刘金辉	男	介入放射学(2E)	4	0.14
0625	龚光辉	男	介入放射学(2E)	4	0.19
3890	王靖	女	放射治疗(2D)	4	0.28
4111	姜建彪	男	X-CT	4	0.13
4112	李克忠	男	X-CT	4	0.18
4114	张勇	男	X-CT	4	0.19
4115	岑柱宝	男	X射线诊断	4	0.13
4116	钱红	女	X射线诊断	4	0.32
4118	曾骅	男	X射线诊断	4	0.31
4120	李懿	女	放射治疗(2D)	4	0.13
4121	彭震	男	放射治疗(2D)	4	0.13
4123	龚明	男	介入放射学(2E)	4	0.12
4125	彭超	女	介入放射学(2E)	4	0.10
4126	刘全义	男	介入放射学(2E)	4	0.11
4130	周建华	男	X射线诊断	4	0.13
4698	梁勇	男	诊断放射学(2A)	4	0.17
4703	韦康生	男	放射治疗(2D)	4	0.18

检测结果:

编号	姓名	性别	职业类别	本年度监测次数	$H_p(10)$ (mSv)
4706	冯再萍	女	放射治疗(2D)	4	0.22
4709	邱海燕	女	放射治疗(2D)	4	0.19
4710	王平	男	放射治疗(2D)	4	0.28
4711	罗安毅	男	放射治疗(2D)	4	0.20
4715	马咏涛	男	诊断放射学(2A)	4	0.19
4716	韦道福	男	放射治疗(2D)	4	0.15
5482	黄元美	女	核医学(2C)	4	0.57
5483	李列阳	男	介入放射学(2E)	4	0.22
5484	邓洪	男	核医学(2C)	4	0.22
5949	刘长江	男	核医学(2C)	4	0.71
7128	陈德荣	男	介入放射学(2E)	4	0.16
7540	杨凯	男	诊断放射学(2A)	4	0.29
7541	吴昊曦	女	介入放射学(2E)	4	0.19
8267	岑元秋	女	放射治疗(2D)	4	0.19
8269	程道友	男	介入放射学(2E)	4	0.38
8270	代莹	女	放射治疗(2D)	4	0.20
8271	邓驰	男	放射治疗(2D)	4	0.15
8273	黄优	女	诊断放射学(2A)	4	0.09
8274	姜媛媛	女	放射治疗(2D)	4	0.17
8277	马英	女	放射治疗(2D)	4	1.23
8278	温小晓	女	介入放射学(2E)	4	0.18
8279	吴容	女	介入放射学(2E)	4	0.09
8284	朱怀蝶	女	放射治疗(2D)	4	0.21
8743	严力	男	放射治疗(2D)	4	0.09
9971	陆契秋	男	介入放射学(2E)	4	0.22
9972	吴学谦	男	介入放射学(2E)	4	0.14

检测结果:

编号	姓名	性别	职业类别	本年度监测次数	$H_p(10)$ (mSv)
9973	叶俊辉	男	介入放射学(2E)	4	0.23
10229	刘达英	女	诊断放射学(2A)	4	0.24
10956	田景友	男	介入放射学(2E)	4	0.68
11497	陈春丽	女	放射治疗(2D)	4	0.26
11498	邓波	男	介入放射学(2E)	4	0.10
11501	徐佐厅	男	介入放射学(2E)	4	0.10
11502	张卜方	女	诊断放射学(2A)	4	1.67
11917	蔡丽	女	诊断放射学(2A)	4	0.11
11918	曹仁顺	男	介入放射学(2E)	4	0.10
11920	褚静	女	诊断放射学(2A)	4	0.22
11921	代礼帆	男	诊断放射学(2A)	4	0.94
11922	范莉莎	女	诊断放射学(2A)	4	0.15
11923	方艺华	女	诊断放射学(2A)	4	0.16
11924	丰秋婧	女	诊断放射学(2A)	4	0.13
11925	邹佳佳	男	放射治疗(2D)	4	0.43
11926	冯锐	男	诊断放射学(2A)	4	0.15
11927	付鹏	男	诊断放射学(2A)	4	0.17
11928	付银霞	女	诊断放射学(2A)	4	0.13
11929	龚光耀	男	诊断放射学(2A)	4	0.31
11933	李凤	女	诊断放射学(2A)	4	0.12
11935	李江龙	男	诊断放射学(2A)	4	0.16
11936	李翔	男	介入放射学(2E)	4	0.11
11937	李迎霞	女	诊断放射学(2A)	4	0.12
11938	刘贵林	男	诊断放射学(2A)	4	0.12
11939	刘厚志	男	诊断放射学(2A)	4	0.22
11940	刘继波	男	诊断放射学(2A)	4	0.22

放射医学

检测结果:

编号	姓名	性别	职业类别	本年度监测次数	$H_{p,10}$ (mSv)
11942	刘庭庭	男	诊断放射学(2A)	4	0.12
11945	龙乐	男	诊断放射学(2A)	4	0.12
11946	龙永学	男	诊断放射学(2A)	4	0.17
11948	耿邦宾	男	诊断放射学(2A)	4	0.12
11949	彭兵	男	诊断放射学(2A)	4	0.12
11950	彭永梅	女	诊断放射学(2A)	4	0.31
11951	青德纯	女	诊断放射学(2A)	4	0.11
11952	任厚相	男	诊断放射学(2A)	4	0.23
11954	宋林	男	介入放射学(2E)	4	0.09
11956	苏德丽	女	诊断放射学(2A)	4	0.13
11957	苏忠林	男	诊断放射学(2A)	4	0.11
11958	孙锦波	男	诊断放射学(2A)	4	0.17
11959	孙荣	男	诊断放射学(2A)	4	0.18
11960	谭国兵	男	诊断放射学(2A)	4	0.47
11961	谭通夏	男	诊断放射学(2A)	4	0.20
11962	唐浩洲	男	诊断放射学(2A)	4	0.14
11963	王海艳	女	诊断放射学(2A)	4	0.15
11965	王小强	男	诊断放射学(2A)	4	0.19
11969	谢大伟	男	诊断放射学(2A)	4	0.29
11970	谢亮亮	男	诊断放射学(2A)	4	0.21
11971	谢伟	男	诊断放射学(2A)	4	0.14
11972	熊天平	男	诊断放射学(2A)	4	0.12
11973	严雪岗	男	介入放射学(2E)	4	0.10
11975	颜忠丽	女	诊断放射学(2A)	4	0.21
11976	杨昌全	男	诊断放射学(2A)	4	0.09
11978	余成水	女	诊断放射学(2A)	4	0.14

检测结果:

编号	姓名	性别	职业类别	本年度监测次数	$H_p(10)$ (mSv)
11980	袁大胜	男	诊断放射学(2A)	4	0.13
11981	张丽	女	诊断放射学(2A)	4	0.11
11985	赵副皓	男	诊断放射学(2A)	4	0.18
11988	周鹏	男	诊断放射学(2A)	4	0.29
11989	谢琳	女	诊断放射学(2A)	4	0.11
13358	刘鹏	男	诊断放射学(2A)	4	0.22
13359	刘誉	男	诊断放射学(2A)	4	0.40
13360	潘正菊	女	诊断放射学(2A)	4	1.19
13362	王红	女	诊断放射学(2A)	4	0.31
13363	伍胜香	女	诊断放射学(2A)	4	0.25
13365	曾继刚	男	诊断放射学(2A)	4	0.09
13590	彭延春	男	介入放射学(2E)	4	0.59
13591	舒昌凯	男	介入放射学(2E)	4	0.11
13593	詹大云	男	介入放射学(2E)	4	2.21
13594	张萍	女	介入放射学(2E)	4	1.13
13595	赵可卫	男	介入放射学(2E)	4	0.38
14032	付光亚	男	放射治疗(2D)	4	0.30
14324	陈颖	女	介入放射学(2E)	4	0.19
14325	付汝梅	男	介入放射学(2E)	4	0.23
14565	陈冠宏	男	诊断放射学(2A)	4	0.24
14567	汪强莲	女	诊断放射学(2A)	4	0.17
14568	魏家书	男	诊断放射学(2A)	4	1.25
14570	刘迪	男	诊断放射学(2A)	4	0.20
14867	陈林	男	诊断放射学(2A)	4	0.17
14868	陈忠美	女	介入放射学(2E)	4	0.16
14869	范鹏洲	男	诊断放射学(2A)	4	0.26

检测结果:

编号	姓名	性别	职业类别	本年度监测次数	$H_p(10)$ (mSv)
14870	苟婕茜	女	诊断放射学(2A)	4	0.29
14871	焦伟	女	诊断放射学(2A)	4	0.11
14872	李秋超	女	诊断放射学(2A)	4	0.15
14873	龙海燕	女	诊断放射学(2A)	4	0.14
14874	骆锋	男	诊断放射学(2A)	4	0.19
14875	孙文举	男	诊断放射学(2A)	4	0.57
14876	谭恒	男	诊断放射学(2A)	4	0.19
14877	田发宝	男	诊断放射学(2A)	4	0.13
14878	王才顺	男	核医学(2C)	4	0.29
14879	王丹	女	诊断放射学(2A)	4	0.15
14880	文鑫	女	诊断放射学(2A)	4	0.29
14881	向慧	女	介入放射学(2E)	4	0.13
14882	杨冰丽	女	介入放射学(2E)	4	0.17
14883	杨颂	男	介入放射学(2E)	4	0.15
14884	詹发平	男	放射治疗(2D)	4	0.16
14885	郑传珍	女	诊断放射学(2A)	4	0.12
14886	郑周鹏	男	诊断放射学(2A)	4	0.25
14887	王朋飞	男	诊断放射学(2A)	4	0.19
15669	熊飞龙	男	诊断放射学(2A)	4	0.25
15670	王大敏	女	诊断放射学(2A)	4	0.25
15671	侯方雄	男	诊断放射学(2A)	4	0.33

(以下空白)

检测人:



审核人:



签发人:



2020年07月10日

2020年07月14日
第8页 共8页

2020年07月26日

兴义市人民医院文件

兴医发〔2020〕276号

关于第一次修订兴义市人民医院核与辐射安全管理领导小组的通知

各科室：

根据国家《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等相关管理规定，为规范医院核与辐射安全管理，确保放射工作人员、患者和公众的健康与安全，现结合我院实际，经2020年第41次院长办公会研究，特对核与辐射安全管理工作组织架构进行调整，具体如下：

一、核与辐射安全管理领导小组

组 长：王忠安 党委书记、院长

副组长：陈 春 副院长

刘祥尧 党委委员、副院长

纪检监察：郑毅文 纪委书记

赵光英 监察室主任

—1—

资金保障: 杨放忠 总会计师
熊建兴 财务科科长

物资保障: 陈 春 副院长
李 寅 设备物资供应科科长

医疗废物管理: 郑丽波 副院长
吴增华 院感科科长
郭 薇 院感科副科长

放射性药品管理: 查高飞 副院长
陈明颖 药学部主任
舒福杉 药房副主任

护理管理: 王开标 副院长
邓 琼 护理部主任

成 员: 赵富伦 医务部主任
陈明颖 药学部主任
邓 琼 护理部主任
周 罡 医务部副主任
王红俊 总务部副主任
罗伟雄 医学装备管理科科长
舒福杉 药房副主任
封江平 肿瘤科主任
王 靖 肿瘤放疗室主任
代 莹 肿瘤科副主任

刘长江	核医学科主任
陈 杰	医学影像科主任
黄 霖	医学影像科副主任
肖仁举	急诊医学科主任
刘成华	内分泌代谢病科主任
孙 荣	口腔一科主任
李迎霞	口腔二科主任
包 艳	儿童保健科副主任
黄元美	核医学科护士长
温小晓	导管室护士长
张 翠	手术室护士长
明承玉	法律法规科副科长、代管保卫科
周 萍	核与辐射安全管理科科长
黄仕卿	医学装备科干事
杨井涛	医学影像科干事

秘 书: 陈文莉。

职 责:

1. 研究部署全院核与辐射安全管理工作, 负责医院辐射防护安全检查、监督、协调和指导等工作, 负责协调处理辐射事故突发事件。

2. 负责建立核与辐射安全管理的相关制度及应急预案等, 并组织实施。

3. 负责监督、落实医院核与辐射安全各项规章制度，避免辐射事故的发生。

4. 负责建立射线装置档案资料，做到一源一档。

5. 组织实施放射工作人员职业健康检查及个人剂量监测，建立个人健康档案，做到一人一档。

6. 定期对辐射安全与防护工作进行督查，对于在工作上出现“不履职”、“软作为”、“慢作为”、“不作为”等情况的，一经查实，按医院纪委相关纪律要求从严处理。

核与辐射安全管理领导小组（以下简称领导小组），下设核与辐射安全管理委员会、放射诊疗质量管理委员会，办公室在核与辐射安全管理科，负责院内核与辐射安全管理的相关工作。

二、核与辐射安全管理委员会

主 任：王忠安 书记、院长

副 主 任：陈 春 副院长

赵富伦 医务部主任

纪检监察：赵光英 监察室主任

物资保障：熊建兴 财务科科长

李 寅 设备物资供应科科长

成 员：陈明颖 药学部主任

邓 琼 护理部主任

周 罡 医务部副主任

王红俊 总务部副主任

罗伟雄	医学装备管理科科长
舒福杉	药房副主任
封江平	肿瘤科主任
王 靖	肿瘤放疗室主任
代 莹	肿瘤科副主任
刘长江	核医学科主任
陈 杰	医学影像科主任
黄 霖	医学影像科副主任
肖仁举	急诊医学科主任
刘成华	内分泌代谢病科主任
孙 荣	口腔一科主任
李迎霞	口腔二科主任
包 艳	儿童保健科副主任
黄元美	核医学科护士长
温小晓	导管室护士长
张 翠	手术室护士长
明承玉	法律法规科副科长、代管保卫科
周 萍	核与辐射安全管理科科长
黄仕卿	医学装备科干事
杨井涛	医学影像科干事

秘 书: 陈文莉。

职 责:

1. 在核与辐射安全管理领导小组领导下开展工作。

2. 负责医院辐射安全许可证的申领和检验工作。

3. 涉及射线装备的科室需认真履行本部门的工作、岗位职责，加强学习、加强内部管理，负责拟出需自查、自检的内容，列出日常工作，建立工作台帐，并实施。

4. 各职能部门履行监管职责，每月 20 日前将监管情况书面发核与辐射安全管理科。

5. 核与辐射安全管理科每月汇总各职能部门督导检查内容，并形成简讯，对于不履职、不作为的部门，直接报院纪委进行处理。

三、放射诊疗质量管理委员会

主 任：陈 春 副院长

副主任：赵富伦 医务部主任

陈 杰 医学影像科主任（常务）

成 员：陈 映 医务部副主任、神经内科主任

刘继波 脊柱外科主任

江深河 创伤骨科副主任

包远祥 手足外科主任

孙锦波 矫形关节运动医学小儿骨科主任

苏忠林 整形烧伤血管介入科主任

封江平 肿瘤科主任

王 靖 肿瘤放疗室主任

刘长江 核医学科主任

龚 明 神经外科一病区主任

刘全义	心血管内科一病区
彭 超	心血管内科二病区
肖仁举	急诊医学科主任
刘成华	内分泌代谢病科主任
孙 荣	口腔一科主任
李迎霞	口腔二科主任
包 艳	儿童保健科副主任
黄 霖	医学影像科副主任
温小晓	导管室护士长
罗伟雄	医学装备管理科科长
周 萍	核与辐射安全管理科科长
黄仕卿	医学装备科干事
杨井涛	医学影像科干事

秘 书: 陈文莉、龙德辉。

职 责:

1. 在医院核与辐射安全管理领导小组、医院质量与安全管理委员会领导下开展工作。
2. 负责医院放射诊疗许可证的申领和检验工作。
3. 负责建立和落实放射医疗工作制度。
4. 负责建立放射诊疗医疗质量标准及措施、操作规程等。
5. 对放射医疗质量进行监督检查,发现问题及时解决,并将检查结果报医院核与辐射安全管理领导小组、医院质量与安全管

理委员会。

6. 对职能部门反馈的质量问题及时进行落实整改。

7. 落实医、技、护人员的放射诊疗安全管理及教育，不断提高医、技、护人员的职业素质和业务水平。

8. 负责督导相关科室防止医疗差错事故措施的落实。

9. 负责参与医院相关涉及放射安全防护的房屋建设，并提出安全防护方案。

10. 每年至少向医疗质量与安全管理委员会汇报工作一次。

本文从印发之日起执行。



兴义市人民医院办公室

2020年8月27日印发

兴义市人民医院核与辐射安全事故 应急预案

(2020年7月第一次修订)

一、目的

为有效防范突发性核与辐射安全事故,提高医院对突发的核与辐射安全事故的处理能力,最大程度地减少事故造成的损害,保护环境,保障公众身体健康,维护社会稳定,特制定本预案。

二、依据

《中华人民共和国放射性污染防治法》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《国家环境保护部辐射事故应急预案》、《贵州省突发环境事件应急预案》《贵州省环境保护厅辐射事故应急响应预案》等有关法律、法规和规范性文件。

三、适用范围

本预案主要适用于在我院发生的所有突发性核与辐射安全事故。

四、工作原则

依靠各级党委、政府、行政主管部门及各位领导、专家及群众的力量,建立我院防范有力、指挥有序、机动灵活、协调一致的突发性核与辐射安全事故的应急处置体系。医院统一指挥,各部门分工负责,妥善处理突发性核与辐射安全事故,消除或减轻污染危害。

五、组织机构与职责

(一) 医院成立核与辐射安全事故应急工作领导小组(以下简称应急工作领导小组), 下设办公室在核与辐射安全管理科, 负责院内核与辐射安全事故应急管理工作。医院党委书记/院长任核与辐射安全事故应急领导小组组长, 分管副院长任副组长, 具体如下:

组 长: 王忠安 党委书记/院长
副组长: 陈 春 副院长
成 员: 陈正丽 党委副书记
郑毅文 纪委书记
刘祥尧 党委委员、副院长
王开标 党委委员、副院长
查高飞 副院长
郑丽波 副院长
李江龙 副院长
李安梅 工会主席
杨放忠 总会计师

职 责:

1. 研究部署全院突发性核与辐射安全事故应急工作, 组织制定或修订实施医院突发性核与辐射安全事故应急预案。
2. 负责组织协调医院核与辐射安全事故应急处理处置工作。
3. 向上级各级主管部门报告医院核与辐射安全事故有关情

况。

(二) 医院核与辐射安全事故应急工作领导小组，下设办公室在核与辐射安全管理科，具体如下：

主 任：	陈 春	副院长
副主任：	赵富伦	医务部主任
成 员：	陈明颖	药学部主任
	陈 映	医务部副主任
	邓 琼	护理部主任
	封江平	肿瘤科主任
	王 靖	肿瘤放疗室主任
	周 罡	医务部副主任
	代 莹	肿瘤科副主任
	刘长江	核医学科主任
	肖仁举	急诊医学科主任
	刘成华	内分泌代谢病科主任
	孙 荣	口腔一科主任
	李迎霞	口腔二科主任
	包 艳	儿童保健科副主任
	陈 杰	医学影像科主任
	黄 霖	医学影像科副主任
	舒福杉	药房副主任
	罗伟雄	医学装备管理科科长

黄元美 核医学科护士长
温小晓 导管室护士长
张 翠 手术室护士长
王红俊 总务部副主任
明承玉 法律法规科副科长、代管保卫科
周 萍 核与辐射安全管理科科长
黄仕卿 医学装备科干事
杨井涛 医学影像科干事

秘 书：陈文莉。

职 责：

1. 组织核与辐射安全事故卫生应急技术人员和管理人员进行国家有关法规和应急专业知识培训和继续教育，提高应急技能。
2. 负责落实医院突发性核与辐射安全事故各项日常工作。
3. 督导检查各相关科室落实医院核与辐射安全事故应急工作领导小组安排部署的各项工作。
4. 组织院内相关科室开展核与辐射安全事故卫生应急演练，积极组织人员参加各级主管部门举办的核与辐射安全事故应急演练。督导检查各科室对应急预案进行演练情况。
5. 及时收集各类核与辐射安全事故应急处置的信息，不断完善本预案。
6. 加强与生态环境局、卫健局、公安局、食品与药品监督局

等部门的联系，并负责报告核与辐射安全事故发生和应急救援情况。

（三）相关科室职责

各相关科室应配备应急物资（包括核和辐射应急药品、医疗器械、辐射防护装备、辐射测量仪器设备、个人剂量盒等），并及时更新或维护，各科室应急救护人员统一服从核与辐射安全事故应急工作领导小组的指令。

医务部、护理部等部门负责组织医务人员按照现场抢救、院前急救、专科收治等原则实施救护，负责应急工作中救护保障的具体实施。

院感科、预防保健科做好医院感染控制、疾病控制和事故现场的卫生防疫等工作。

药学部、设备物资供应科负责必需物资、器械和药品等的储存、调拨和紧急供应工作，药学部负责放射性药品审核、剂量监管等工作。

总务部、保卫科、车队等部门负责核与辐射安全事故应急处置期间的后勤保障工作，确保应急工作的快速、高效、顺畅，保卫科还需做好与 110 联动的相关工作。

六、预测与预警

（一）医院突发性核与辐射安全事故应急工作坚持“早发现、早报告、早处置”的方针，并按照“分级负责、逐级上报”的原则报送。

(二)各相关科室的负责人为医院核与辐射安全管理工作的第一责任人，负责本科室的核与辐射安全的管理工作。

1.建立健全本科室核与辐射安全管理的相关制度、操作规程，做好射线装置运行台账、年度评估、个人剂量档案、职业人员健康体检、放射工作场所监测方案等，严格落实辐射防护各项规章制度，做到专人负责辐射安全管理工作。

2.定期参加省级以上生态环境部门组织的辐射工作人员培训，禁止无证上岗，严格操作规程。

3.定期检查辐射防护设施，如门机联锁装置、工作指示灯等，发现问题，及时检修。

(三)根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级进行预警，分别用红色、橙色、黄色和蓝色标示。

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

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

3.较大辐射事故，是指：Ⅲ类放射源丢失、被盗、失控，或

者放射性同位素和射线装置失控导致9人以下(含9人)急性重度放射病、局部器官残疾。

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

(四) 当突发性核与辐射安全事故已经发生,但尚未达到一般(IV级)预警标准时,医院预警;当达到一般(IV级)预警标准时,医院立即启动应急预案,并向黔西南州生态环境局兴义分局、兴义市卫健局、兴义市公安局报告;当超过一般(IV级)预警标准时,医院向黔西南州生态环境局兴义分局、兴义市卫健局、兴义市公安局预警并立即上报。

七、应急响应

(一) 迅速报告

一旦发生或者发现核与辐射安全事故,知情的科室和个人必须立即向医院核与辐射安全事故应急工作办公室(正常工作日,电话:)或医院总值班(夜间及节假日期间,电话:)报告。

(二) 快速处置

1. 医院核与辐射安全事故应急工作办公室(或院总值班)应立即向应急工作领导小组汇报,相关人员迅速赶赴现场,初步确定污染性质和控制范围,划定警戒范围,迅速布控现场,禁止无关人员进入。最大限度控制事态发展。

2. 事故处理必须在医院核与辐射安全事故应急领导小组的领导下，在有经验的工作人员和辐射安全管理人员的参与下进行。

3. 确定事故发生的时间、地点、原因、污染物种类、性质、数量，已造成的污染范围、影响程度及事件性质，将事故情况报告医院应急工作领导小组。

4. 根据医院应急工作领导小组的指示，填报《辐射事故初始事故表》（附件三），并在事故发生 2 小时内报告黔西南州生态环境局兴义分局、兴义市卫健局、兴义市公安局。

5. 根据事故的实情及上级有关领导的指示，快速有序地开展应急工作，对各科室工作做出明确分工，做好人员疏散和安置工作，稳定局面。防止事故事件的放大效应和次生、衍生灾害。

八、各项事故处置应急措施

（一）密封源、非密封放射性物质丢失、被盗、失控应急措施

当医院的密封源、非密封放射性物质发生丢失、被盗、失控等突发事件时，应保护好现场，立即通知应急领导小组，启动应急预案。第一时间向公安、生态环境、卫生部门报告。通知医院相关部门负责人到达现场，对事件进行评估、分析因放射性物质扩散造成的危害，并请公安部分协助侦破，请生态环境部门对环境进行监控，争取把放射性物质造成的危害、损失降到最低限度。

（二）密封源、非密封放射性物质失控导致人员受到意外照

射应急措施

一旦发生密封源、非密封放射性物质失控导致大剂量误照时，立即疏散人群至安全区域，保护好现场，并立即上报医院应急领导小组，启动应急预案，请相关专家对误照及超剂量照射者进行评估，做出治疗、体检方案，把被误照、过量照射者的健康损失减少到最小程度。

（三）射线装置失控导致人员受到意外照射应急措施

一旦发生射线装置失控导致大剂量 X 射线误照时，立即终止原放射诊疗工作，关闭射线机电源，如发生在加速器机房应立即将受照人员转移到机房外，并立即上报医院应急领导小组，启动应急预案，请相关专家对误照及超剂量照射者进行评估，做出治疗、体检方案，把被误照、过量照射者的健康损失减少到最小程度。

（四）放射性物质对环境造成污染应急措施

使用非密封放射性物质时，一旦产生辐射环境剂量异常，应第一时间将人员疏散至安全区域，设立警示标志，并上报医院应急领导小组，启动应急预案，通知应急处置小组进行处理，污染现场尚未达到安全水平以前，不得解除封锁。如确实无法处理的，向生态环境部门报告请求指导和帮助。

（五）自然灾害造成的应急措施

若发生自然灾害所引起放射性物资、设备受损，应立即上报生态环境部门，请求技术增援。

九、应急终止

经上级有关部门批准后，宣布终止应急状态。妥善安置受害和受影响人员，尽快恢复正常的工作秩序。

十、事故责任处理

（一）配合有关部门对现场进行勘查、辐射事故后处理等工作，协助有关部门对事故责任人进行调查。

（二）各种事故处理以后，组织有关人员进行讨论，分析事故发生原因，从中吸取经验教训，采取措施防止类似事故重复发生。

十一、奖惩

对在突发性核与辐射安全事故应急工作中各个环节有突出贡献的人员给予精神奖励；对在应急工作中出现过失行为及畏缩不前的人员，视其情节轻重给予处分，对犯有严重过失，造成严重后果、构成犯罪的，要移送有关部门依法追究法律责任。

附件 1

核与辐射安全应急机构联系电话

一、黔西南州生态环境局兴义分局联系电话：

联系人龙培源：

二、黔西南州生态环境局联系电话：

三、兴义市公安局报警电话：

四、向阳派出所电话：

联系人陈海滨：

五、兴义市卫生健康局应急办公室电话：

联系人方浩：

附件 2

兴义市人民医院核与辐射安全事故应急工 作领导小组及办公室成员联系电话

姓名	所在部门	职务	电话
王忠安（组长）	院领导	党委书记、院长	
陈春（副组长）	院领导	副院长	
陈正丽	院领导	党委副书记	
郑毅文	院领导	纪委书记	
刘祥尧	院领导	党委委员、副院长	
王开标	院领导	党委委员、副院长	
查高飞	院领导	副院长	
郑丽波	院领导	副院长	
李江龙	院领导	副院长	139 8760 1000
李安梅	院领导	工会主席	139 8760 1000
杨放忠	院领导	总会计师	139 8760 1003
赵富伦	医务部	主任	139 8760 1001
邓 琼	护理部	主任	139 8760 1002
陈明颖	药学部	主任	139 8760 1004
陈 映	医务部	副主任	139 8760 1005
周 翌	医务部	副主任	139 8760 1006
封江平	肿瘤科	主任	139 8760 1007

代 莹	肿瘤科	副主任	1	29
王 靖	肿瘤放疗室	主任	1	55
刘长江	核医学科	主任	1	9
肖仁举	急诊医学科	主任	1	6
刘成华	内分泌代谢病科	主任	1	0
孙 荣	口腔一科	主任	1	7
李迎霞	口腔二科	主任	1	3
包 艳	儿童保健科	副主任	1	2
陈 杰	医学影像科	主任	1	1
黄 霖	医学影像科	副主任	1	1
舒福彬	药房	副主任	1	1
罗伟雄	医学装备管理科	科长	1	1
黄元美	核医学科	护士长	13	1
温小晓	导管室	护士长	18	1
张 翠	手术室	护士长	15	1
王红俊	总务部	副主任	13	1
明承玉	法律法规科	副科长	18	1
周 萍	核与辐射安全管理科	科长	17	1
黄仕卿	医学装备科	干事	1	1
杨井涛	医学影像科	干事	1	1
陈文莉	核与辐射安全管理科	干事	1	1

附件 3

辐射事故初始报告表

事故单位名称		(公章)					
法定代表人		地址				邮编	
电话		传真		联系人			
许可证号		许可证审批机关					
事故发生时间		事故发生地点					
事故类型	☐ 人员受照 ☐ 人员污染		受照人数		受污染人数		
	☐ 丢失 ☐ 被盗 ☐ 失控		事故源数量				
	☐ 放射性污染		污染面积 (m ²)				
序号	事故源核素名称	出厂活度 (Bq)	出厂日期	放射源编码	事故时活度 (Bq)	非密封放射性物质状态 (固/液态)	
序号	射线装置名称	型号	生产厂家	设备编号	所在场所	主要参数	
事故经过情况							
报告人签字		报告时间		年 月 日 时 分			

注：射线装置的“主要参数”是指 X 射线机的电流 (mA) 和电压 (kV)、加速器线束能量等主要性能参数。

兴义市人民医院核与辐射安全事故报告及应急处理流程图



兴义市人民医院安全防护设施 维护与维修制度

1. 目的

为加强医院安全防护设施的维护与维修管理工作,保障全院职工、病人的健康及周围环境安全,根据国家有关法律法规精神,结合医院实际,制定本制度。

2. 适用范围

适用于本院内所有涉及安全防护设施的科室、医学装备科、总务部。

3. 职责

本院内所有涉及安全防护设施的人员需严格按本制度要求履行职责。

4. 内容

4.1 安全防护设施的维护与维修小组

组 长: 罗伟雄、王红俊

成 员: 王雯泰、黄仕卿、蓝祥建、方仕榕

4.2 使用科室严格操作规程,操作设备人员每天进行检查,如有故障及时报修。

4.3 设备及设施维护维修成员,填写设备及设施故障有关维护保养的记录。

4.4 每季度检查有关部件,更换损坏的零部件,防患于未然。

4.5 检查及维修内容

4.5.1 电动、手动铅门，开合是正常。

4.5.2 所有限位开关是否正确，是否可靠工作。

4.5.3 设备工作状态联动指示灯是否显示正常，损坏应及时更换。

4.5.4 各机房线洞铅封是否破损。

4.5.5 排风是否正常。

4.5.6 电动门红外感应（如有）是否灵敏，保证病人的安全。

4.6 使用过程中如何防护设施出现严重射线泄漏问题

4.6.1 立即停止射线装置使用。

4.6.2 维修小组立即对防护设施进行修复。

4.6.3 修复后应请有资质的单位对防护设施进行监测。

4.6.4 检测合格后报主管部门审批，审批通过后方可投入使用。

兴义市人民医院核与辐射管理监测方案

1. 目的

为了加强辐射污染防治工作，预防和减少辐射污染事故危害，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的规定，结合诊所实际情况，特制定辐射监测方案。

2. 适用范围

适用于本院内所有涉及核与辐射管理的科室。

3. 职责

本院内所有涉及辐射工作人员需严格按本制度要求履行职责。

4. 内容

4.1 做好放射工作人员的个人防护

从事放射工作的医务人员在从事放射诊断及放射诊疗操作时必须佩戴放射防护设施（包括防护服、防护手套、带铅防护镜等）及个人剂量计，个人剂量计定期送有检测资质的单位进行个人剂量检测，辐射事故应急处理领导小组定期对放射科内的放射设备进行检查，确保使用安全。

4.2 做好放射工作环境年度监测

放射工作环境辐射监测工作由辐射事故应急处理领导小组组织核与辐射安全管理科委托有资质的监测单位具体实施，每年

由具有相关资质的监测单位对放射装置、周围环境辐射剂量进行监测,放射装置进行维修前后应分别进行一次监测,事故发生后,在事故处理前后对周围环境分别进行一次监测,确保空气吸收剂量率达到国家规定胡相关要求。

4.3 做好院内监测工作

核与辐射安全管理科根据各辐射场所射线装置或放射性同位素的使用情况,对核医学科、医学影像科、导管室、肿瘤放疗室等科室每季度进行院内相关辐射场所进行监测。

4.4 配合上级部门做好辐射环境监测

自觉接受卫生行政主管部门和环保行政主管部门对场所进行的辐射环境监测。当防护装置发生变化时,主动邀请卫生、环保部门对新装置的效果进行监测。

兴义市人民医院核医学科放射性药品使用登记及安全管理制度

1. 目的

为加强兴义市人民医院核医学科放射性药品使用登记及安全管理，依据《电离辐射防护与辐射源安全标准》（GB 18871-2002）和其他有关法律法规的规定，制定本制度。

2. 适用范围

兴义市人民医院核医学科工作人员。

3. 职责

核医学科人员需严格遵守本制度，并按要求落实。

4. 内容

4.1 放射性同位素操作人员需有强烈责任心，并具有安全意识。操作技术规范、科学、熟练、快速、准确，做好放射性药品质量控制，保证临床工作正常进行。

4.2 放射性同位素操作必须严格遵守操作规程，发现问题应及时处理并报告有关部门。操作中采取必要的防护措施，凡开瓶分装或从事可能产生气溶胶的操作，必须在通风橱内进行。

4.3 使用放射性同位素时，将其移入专用铅罐，盖上铅盖，贴妥标签，注明放射性核素种类、放射性浓度及其日期，出厂说明书妥以保存，以备查对。

4.4 放射性同位素使用剂量需两位技术人员共同核准、签

字。详细记录每日放射性药品初始量、使用量、应用对象，做到帐目详细。

4.5 标记放射性药物时，要查对药物种类是否与检查目的相符，查对注射放射性药物的剂量是否符合检查要求，查对注射方法是否符合检查目的。

4.6 放射性同位素结束后，操作人员脱去手套，对手、工作服等用表面污染仪监测，确认无污染后方可离开工作场所，并做好监测记录。

4.7 放射性废物不能随意丢弃，严格按放射性废物处理原则分门别类处理。

4.8 放射性同位素购买需医院相关领导和科室负责人同意后，方可到指定单位购买。放射性同位素购买数量应以临床用量为依据， ^{99}Tc - $^{99\text{m}}$ 钼发生器、 ^{131}I 碘等放射性同位素即买即用，同一时间同一种类只存放一个（ ^{99}Tc - $^{99\text{m}}$ 钼发生器 $<700\text{mCi}$ ， ^{131}I 碘 $<300\text{mCi}$ ）。

4.9 放射性同位素由专人领取，及时登记，妥善保管，严防丢失。放射性同位素操作室禁止无关人员进出，操作人员离开高活性室前关好水电、锁好门窗。

兴义市人民医院 Allura Xper FD20 DSA 操作规程

1. 目的

为规范医院放射医疗设备的管理和使用,规范操作人员的操作行为,保障设备的正常运行及使用寿命,使设备始终处于良好工作状态,以满足临床和病人的医疗需求。

2. 适用范围

兴义市人民医院导管室(心血管内科一病区、心血管内科二病区、介入科、神经内科、神经外科一病区、肝胆外科)。

3. 职责

操作人员需按照此流程进行操作。

4. 流程

4.1 开机

4.1.1 开机前,检查所有待用附属设备的连接。

4.1.2 打开设备间温度调节设备,保持标准室温。

4.1.3 打开设备电源时注意仪器的状态、系统自检信息,发现异常时记录相关信息,及时关闭总电源,并报告维护人员。

4.2 Emergency Stop 紧急止动

4.2.1 紧急情况下,可按C-ARM上红色按钮“Emergency Stop”切断C-ARM电源。

4.2.2 按 POWER ON 复位或关闭 WORKSTATION 后可以重新启

动系统。

4.3 操作准备

4.3.1 检查 DSA 主机的功能状态,磁盘空间。

4.3.2 检查相关连入设备(高压注射器、图像处理工作站等)的性能、状态。

4.3.3 按照待检病例的 DSA 检查/治疗要求准备导管床、C-ARM 的机位。

4.3.4 按照病人的个体情况、检查/治疗部位的特性,制定检查模式,X 线发生模式、采集频率、高压注射器速率、采集视野(影像增强器尺寸)。

4.4 接诊操作

4.4.1 于 PACS 系统分诊患者信息按次序从 RIS Worklist 调取或手工输入并核对患者的基本信息,选择合适的检查模式,准备开始检查。

4.4.2 接诊病人,按要求摆设预制体位,并向患者详细介绍检查方式、过程及注意事项,以取得最大程度的配合。

4.4.3 检查/治疗过程中密切配合手术医生,以取的最佳的检查效果

4.4.4 根据检查过程中获取图像的质量状况和检查需求,修正检查模式、X 线的强度、照射野、采集频率、高压注射器速率,以提高影像质量,减少患者接受的额外辐射。

4.4.5 曝光时注意仪器的工作状态,发现异常时记录相关信

息,及时通知手术医生,暂停手术(必要时终止手术,关闭总电源),并报告维护人员。

4.4.6 检查结束,及时将有临床意义的序列(或单帧图像)复制到 ARCHIVE 文件夹后再传送到 PACS 服务器:拍摄照片,填写技术参数、材料使用明细表。

4.5 关机

结束检查后将机器复位至初始状态,并关闭设备电源,填写设备使用日志。

4.6 环境条件

4.6.1 温度:20℃-26℃。

4.6.2 相对湿度:45%~65%(非冷凝状态下)。

4.6.3 非照射部位给以适当屏蔽防护。

4.6.4 设备使用频率较低时,应在开机前保证足够的预热时间。

4.6.5 保持设备表面清洁,使用中性清洁剂擦拭设备表面。

4.6.6 遇突发停电恢复供电后 15 分钟再开启系统。

兴义市人民医院后装治疗操作规程

1. 目的

为规范医院放射医疗设备的管理和使用，规范操作人员的操作行为，保障设备的正常运行及使用寿命，使设备始终处于良好工作状态，以满足临床和病人的医疗需求。

2. 适用范围

兴义市人民医院肿瘤科一病区、肿瘤科二病区、肿瘤放疗室

3. 职责

操作人员需按照此流程进行操作。

4. 流程

4.1 需要后装治疗的病人，到指定场所后，先由医生按要求安放好施源器，并固定稳妥。

4.2 在模拟机下观察施源器安放位置是否恰当，准确。不准确时需反复调整，直至准确无误后，拍摄正侧位定位片，片上十字中心，施源器方位，组织结构等应清晰可见。

4.3 将定位片按要求输入治疗计划系统，并进行三维重建。

4.4 按治疗计划步骤和医生对治疗计划的要求，作治疗计划及计划优化。

4.5 医生查看计划不符合要求时，应反复调整修改，直至医生满意，认可为止。

4.6 打印输出治疗计划。

4.7 物理师、医生在计划上签名存档备用。

4.8 把病人送入治疗室，将施源器与治疗机输出的相应端口一一连接，不能接错，各接头必须到位。

4.9 治疗：

4.9.1 将计划提供的治疗参数输入治疗机。

4.9.2 查看治疗计划参数是否准确无误。

4.9.3 输入计划源强。

4.9.4 选择治疗计划及相应通道，吐源长度等。

4.9.5 推源治疗。

4.9.6 因故中断治疗必须修改好计划后，再按 4.9.2、4.9.4、4.9.5 进行治疗。

4.9.7 治疗结束后，打印当次治疗日志，治疗操作者及医生必须在治疗单上签名存档备查。

4.10 由医师取下施源器，并进行相应处理。

4.11 安放、取下施源器时应严格无菌操作。

4.12 术中植管，术后治疗者每次治疗前必须在模拟机下核实置管位置，若有明显变化，必须重新摄片，从新计划，然后才能实施治疗。

4.13 后装治疗为放射性同位素源，操作过程中，应尽量减少射线对人体的损害和环境污染。

兴义市人民医院移动 DR 操作规程

1. 目的

为规范医院放射医疗设备的管理和使用,规范操作人员的操作行为,保障设备的正常运行及使用寿命,使设备始终处于良好工作状态,以满足临床和病人的医疗需求。

2. 适用范围

兴义市人民医院医学影像科。

3. 职责

操作人员需按照此流程进行操作。

4. 流程

4.1 操作人员必须经过培训后方可上机操作。

4.2 检查过程中严格按照《X线防护》进行操作,病房内家属及可移动的患者让其到室外较远处等候,不能移动的患者使用铅屏风遮挡,用铅衣或铅围裙遮盖。

4.3 开机:

4.3.1 打开电源开关;

4.3.2 待设备启动正常后打开电脑,自动进入摄片界面,从工作列表中选择患者信息进行摄片,根据患者情况选择KV及mAs,摄片结束后传 PACS。

4.4 关机:

4.4.1 按电脑正常关机关闭电脑;

- 4.4.2 切断电源开关。
- 4.5 随时检查蓄电池电量情况，低于 50%应及时充电。
- 4.6 如果机器出现故障，立即向科主任或二线医师汇报。
- 4.7 做好每日工作日志并做好记录。

附加五：辐射环境本底监测报告



贵州辐源环保科技有限公司

监测报告

报告编号： GZFY/HJ-FSJC2022-095

委托单位： 兴义市人民医院

项目名称： 核医学科扩建项目辐射环境本底监测

报告日期：2022 年 4 月 9 日



检验检测机构 资质认定证书

副本

证书编号: 192415101304

名称: 贵州辐源环保科技有限公司

地址: 贵州省贵阳市贵阳国家高新技术产业开发区沙文科技园区白金大道(3491号)
7号楼第4层7-4-2、3、4号

经审查,你机构已具备国家有关法律、行政法规规定的基本条件和能力,现予批准,可以向社会出具具有证明作用的数据和结果,特发此证。资质认定包括检验检测机构计量认证。

检验检测能力及授权签字人见证书附表。

你机构对外出具检验检测报告或证书的法律責任由贵州辐源环保科技有限公司承担。

许可使用标志



192415101304

发证日期: 2019年08月13日

有效期至: 2025年08月12日

发证机关:



本证书由国家认证认可监督管理委员会监制。在中华人民共和国境内有效。

192415101304

监测报告说明

1. 本报告依据国家有关法律法规、标准、协议和技术文件进行。本机构保证检测工作的公正性、独立性和可靠性，对检测的数据负责；不对部分摘录或引用本报告的有关数据造成的后果负责。
2. 本报告无监测人（或编制人）、审核人、签发人签名无效；报告中有涂改或未盖本公司红色检验检测专用章、无骑缝章和无  章无效。
3. 对本监测报告有异议者，请于收到报告书之日起十五日内向本单位提出复核申请，逾期不予受理。
4. 委托现场监测对委托单位现场实际状况负责；送样委托检测，仅对来样负责。
5. 未经本单位书面允许的对本报告的任何局部复制、使用和引用均为无效，本单位不承担任何法律责任。
6. 监测结果仅对本次监测项目负责。
7. 本报告一式叁份，客户方贰份，本公司留存壹份。

检测单位：贵州辐源环保科技有限公司

联系地址：贵州省贵阳市贵阳国家高新技术产业开发区沙文科技园区白金大道
(3491 号) 7 号楼第 4 层 7-4-2、3、4 号

联系电话：☎

手 机：1☎

联 系 人：肖建炫

邮 箱：✉

委托单位	兴义市人民医院		
单位地址	贵州省黔西南布依族苗族自治州兴义市英雄路1号		
项目名称	核医学科扩建项目辐射环境本底监测		
监测项目	陆地 γ 辐射剂量率	监测点数	12
环境温湿度	19.8℃, 56%RH	监测日期	2022年4月6日
监测类别	委托监测	监测方式	现场瞬时测量
海拔(m)	1227.6	天气情况	晴
监测地点	3号楼负一楼拟建核医学科及周围环境(经纬度: 25°5'20"N, 104°54'12"E)		
监测依据	1、《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021); 2、《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)。		
监测仪器	BH3103B 型便携式 X、 γ 剂量率仪, 编号: 047, 检定有效期至 2023.3.2		

[illegible]

监测报告

三、监测结果

监测点号	监测位置	陆地γ辐射剂量率 (单位: $\times 10^{-4}\text{Gy/h}$)		
		读数范围	平均读数	测量结果
γ1	拟建 PET 显像区空地	5.0-8.0	6.3	4.60 ± 0.90
γ2	拟建核数治疗区空地	5.0-8.0	6.7	4.98 ± 0.76
γ3	拟建核医学科东侧楼梯间	6.0-9.0	7.5	5.74 ± 0.90
γ4	拟建核医学科南侧医用电梯厅	6.0-9.0	7.5	5.55 ± 0.76
γ5	拟建核医学科南侧办公区	6.0-8.0	7.5	5.74 ± 0.70
γ6	拟建核医学科西侧外院内广场	5.0-8.0	6.5	4.45 ± 0.90
γ7	拟建核医学科西侧外道路 (英雄路)	5.0-8.0	6.4	4.35 ± 0.88
γ8	拟建核医学科西侧外民房	5.0-7.0	6.0	4.14 ± 0.60
γ9	拟建核医学科北侧现核医学科办公区	9.0-12.0	10.2	8.31 ± 0.84
γ10	拟建核医学科上方门诊综合楼一楼 交费大厅	6.0-9.0	7.2	5.46 ± 0.84
γ11	拟建核医学科上方门诊综合楼一楼 药房	6.0-9.0	7.7	5.93 ± 0.76
γ12	拟建核医学科下方门诊综合楼负二 楼摩托车停放区	6.0-8.0	6.9	5.17 ± 0.72
备注: 测量结果=平均读数 $\times$ 校准因子 (0.95) $-k_1 \times$ 测点处宇宙射线响应值 ($1.73 \times 10^{-4}\text{Gy/h}$)				
k_1 : 建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子, 楼房取 0.8, 平房取 0.9, 原野、道路取 1。				

编制人: 杨明签发人: 李审核人: 刘永芳签发日期: 2022 年 4 月 9 日

(加盖公司检验检测专用章)

四川省环境保护局

川环建函〔2007〕1238号

关于对成都云克药业有限责任公司 锝^[99Tc]亚甲基二膦酸盐注射液（云克） 产品中放射性同位素锝^[99Tc]实行豁免管理的复函

成都云克药业有限责任公司：

你公司《关于锝^[99Tc]亚甲基二膦酸盐注射液（云克）产品豁免的申请报告收悉》。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 第 449 号）的有关规定和专家审查意见，经研究，函复如下：

一、你公司生产的锝^[99Tc]亚甲基二膦酸盐注射液（云克）产品中，每瓶云克 A 剂所含放射性同位素锝^[99Tc]为 0.05 μg ，放射性活度为 31.54Bq，且一个生产批次为 20000 瓶，其放射性活度为 6.31E+5Bq，均低于 GB18871-2002 附录 A 表 A1 中规定的 ⁹⁹Tc 的豁免活度 1.0E+7Bq。该活度的放射性同位素锝^[99Tc]对环境、公众和工作人员的影响很小。因此我局同意对云克中放射性同位素锝^[99Tc]实行豁免管理。

二、使用及销售锝[⁹⁹Tc]亚甲基二膦酸盐注射液（云克）产品可以免于办理辐射安全许可证；转让该产品无需办理放射性同位素转让审批及备案手续；出口上述产品无需办理放射性同位素出口审批手续。

三、使用该产品的单位其锝[⁹⁹Tc]亚甲基二膦酸盐注射液（云克）不作为放射性物质进行管理。如发生丢失或洒漏事件，也不作为辐射事故处理。

四、你公司应健全相关制度，建立锝[⁹⁹Tc]亚甲基二膦酸盐注射液（云克）生产、销售台帐。



主题词：环保 辐射 放射性同位素 豁免 复函

抄送：国家环保总局，成都市环保局。

四川省环境保护局办公室

2007年9月19日印发

国家环境保护总局

环函[2003]139 号

关于批准尿素呼气试验药盒运输和 临床使用豁免管理申请的复函

上海市欣科医药有限公司：

你公司《“尿素[^{14}C]呼气试验药盒”运输和临床使用豁免申请》(沪欣科序[2003]第 008 号)及上海市环境保护局《关于“尿素[^{14}C]呼气试验药盒”申请豁免管理地方环保意见的报告》(沪环保管[2003]91 号)收悉。我局组织专家赴你公司进行了现场检查，召开了专家审查会，现函复如下：

一、含有 1 微居里的尿素[^{14}C]胶囊用于幽门螺杆菌感染体内诊断，辐射影响微小，从辐射防护角度分析，对环境、患者和医生都是安全的，诊断过程中产生的废物可作为普通医疗废物处理。

二、我局批准你公司提出的“尿素[^{14}C]呼气试验药盒”运输和临床使用豁免管理的申请。本项批准不适用于尿素[^{14}C]胶囊用于幽门螺杆菌感染体内诊断之外的任何其他用途。

— 1 —

三、你公司应重点做好以下几方面工作：

1. 每次运输时,保证最大包装不得超过 1000 个药盒,每个药盒中含尿素[^{14}C]胶囊一粒,总活度不超过 1 毫居里。
2. 建立各项规章制度和应急事件处理预案。
3. 你公司生产多种放射性药品,必须防止交叉污染。
4. 闪烁液是有害的化学物质,应按照国家有关规定妥善处理。



主题词:环保 辐射 豁免 申请 复函

抄 送:国家食品药品监督管理局办公厅,上海市环境保护局

国家环境保护总局

2003 年 5 月 21 日印发

— 2 —

放射性同位素与射线装置豁免备案表

填报日期: 2020 年 07 月 29 日

备案文号: 辐豁免[] 号

											
基本情况											
备案单位名称(公章)		兴义市人民医院									
注册地址		贵州省黔西南布依族苗族自治州兴义市英德路1号				邮编		562400			
辐射安全许可证持证情况		☒ 有 ☐ 无		许可证编号		黔环辐证[00162]		有效期至		2025-08-13	
				许可证的种类和范围		使用Ⅲ类、Ⅴ类放射源;使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置;使用非密封放射性物质,乙级非密封放射性物质工作场所。					
法定代表人		王忠安		联系人		周萍		联系电话			
证件类型		☒ 营业执照 ☐ 法人证书 ☐ 其他		证件号码		☒ 统一社会信用代码 ☐ 其他					
						915223014297000264					
备案单位类别		☒ 使用单位		对本单位使用本表中放射性同位素与射线装置的活动予以豁免管理							
		☐ 生产单位		对本表中本单位生产/代理进口的放射性同位素与射线装置的销售、使用活动(持有或转让大批量放射性同位素的除外)予以豁免管理							
		☐ 进口总代理单位									
附件											
☒ 1.符合豁免水平的证明材料 ☒ 2.使用和销售情况说明 ☒ 3.辐射安全许可证或营业执照(法人证书及其他有效证件)正、副本复印件 ☒ 4.生产厂家及进口总代理证明文件及产品说明书样本 ☐ 5.其他											
备案内容											
放射源											
序号	核素名称	生产单位	型号	活度(Bq)	数量(枚)	用途			进出口		
非密封放射性物质											
序号	核素名称	生产单位	型号	总活度(Bq)	活度浓度(Bq/g, Bq/ml)	数量(g/ml)	物理形态	用途	进出口		
1	C-14	上海欣科医药有限公司	/	9.25E+8	2.3125E+5 Bq/g	4000 g	固态	幽门螺杆菌检测	不涉及		
射线装置											
序号	装置名称	生产单位	型号	最大能量(keV)	最大管电压(kV)	最大管电流(mA)	剂量当量率(uSv/h)	数量(台)	用途		

附图 1: 医院地理位置图



项目范围及位置

评价范围

图例:

- 用地红线
- 原有建筑
- 新建建筑
- 道路/管线
- 地下车库范围
- 场地标高
- 道路坡度
- 坐标
- 生化池
- 挡土墙

贵州省人民医院

综合楼 (3号楼)

急诊楼

2号楼核医学科

改扩建核医学科

6号楼

50m

总务楼 (2号楼)

1号楼

2号楼

3号楼

4号楼

5号楼

6号楼

7号楼

8号楼

9号楼

10号楼

11号楼

12号楼

13号楼

14号楼

15号楼

16号楼

17号楼

18号楼

19号楼

20号楼

21号楼

22号楼

23号楼

24号楼

25号楼

26号楼

27号楼

28号楼

29号楼

30号楼

31号楼

32号楼

33号楼

34号楼

35号楼

36号楼

37号楼

38号楼

39号楼

40号楼

41号楼

42号楼

43号楼

44号楼

45号楼

46号楼

47号楼

48号楼

49号楼

50号楼

51号楼

52号楼

53号楼

54号楼

55号楼

56号楼

57号楼

58号楼

59号楼

60号楼

61号楼

62号楼

63号楼

64号楼

65号楼

66号楼

67号楼

68号楼

69号楼

70号楼

71号楼

72号楼

73号楼

74号楼

75号楼

76号楼

77号楼

78号楼

79号楼

80号楼

81号楼

82号楼

83号楼

84号楼

85号楼

86号楼

87号楼

88号楼

89号楼

90号楼

91号楼

92号楼

93号楼

94号楼

95号楼

96号楼

97号楼

98号楼

99号楼

100号楼

101号楼

102号楼

103号楼

104号楼

105号楼

106号楼

107号楼

108号楼

109号楼

110号楼

111号楼

112号楼

113号楼

114号楼

115号楼

116号楼

117号楼

118号楼

119号楼

120号楼

121号楼

122号楼

123号楼

124号楼

125号楼

126号楼

127号楼

128号楼

129号楼

130号楼

131号楼

132号楼

133号楼

134号楼

135号楼

136号楼

137号楼

138号楼

139号楼

140号楼

141号楼

142号楼

143号楼

144号楼

145号楼

146号楼

147号楼

148号楼

149号楼

150号楼

151号楼

152号楼

153号楼

154号楼

155号楼

156号楼

157号楼

158号楼

159号楼

160号楼

161号楼

162号楼

163号楼

164号楼

165号楼

166号楼

167号楼

168号楼

169号楼

170号楼

171号楼

172号楼

173号楼

174号楼

175号楼

176号楼

177号楼

178号楼

179号楼

180号楼

181号楼

182号楼

183号楼

184号楼

185号楼

186号楼

187号楼

188号楼

189号楼

190号楼

191号楼

192号楼

193号楼

194号楼

195号楼

196号楼

197号楼

198号楼

199号楼

200号楼

201号楼

202号楼

203号楼

204号楼

205号楼

206号楼

207号楼

208号楼

209号楼

210号楼

211号楼

212号楼

213号楼

214号楼

215号楼

216号楼

217号楼

218号楼

219号楼

220号楼

221号楼

222号楼

223号楼

224号楼

225号楼

226号楼

227号楼

228号楼

229号楼

230号楼

231号楼

232号楼

233号楼

234号楼

235号楼

236号楼

237号楼

238号楼

239号楼

240号楼

241号楼

242号楼

243号楼

244号楼

245号楼

246号楼

247号楼

248号楼

249号楼

250号楼

251号楼

252号楼

253号楼

254号楼

255号楼

256号楼

257号楼

258号楼

259号楼

260号楼

261号楼

262号楼

263号楼

264号楼

265号楼

266号楼

267号楼

268号楼

269号楼

270号楼

271号楼

272号楼

273号楼

274号楼

275号楼

276号楼

277号楼

278号楼

279号楼

280号楼

281号楼

282号楼

283号楼

284号楼

285号楼

286号楼

287号楼

288号楼

289号楼

290号楼

291号楼

292号楼

293号楼

294号楼

295号楼

296号楼

297号楼

298号楼

299号楼

300号楼

301号楼

302号楼

303号楼

304号楼

305号楼

306号楼

307号楼

308号楼

309号楼

310号楼

311号楼

312号楼

313号楼

314号楼

315号楼

316号楼

317号楼

318号楼

319号楼

320号楼

321号楼

322号楼

323号楼

324号楼

325号楼

326号楼

327号楼

328号楼

329号楼

330号楼

331号楼

332号楼

333号楼

334号楼

335号楼

336号楼

337号楼

338号楼

339号楼

340号楼

341号楼

342号楼

343号楼

344号楼

345号楼

346号楼

347号楼

348号楼

349号楼

350号楼

351号楼

352号楼

353号楼

354号楼

355号楼

356号楼

357号楼

358号楼

359号楼

360号楼

361号楼

362号楼

363号楼

364号楼

365号楼

366号楼

367号楼

368号楼

369号楼

370号楼

371号楼

372号楼

373号楼

374号楼

375号楼

376号楼

377号楼

378号楼

379号楼

380号楼

381号楼

382号楼

383号楼

384号楼

385号楼

386号楼

387号楼

388号楼

389号楼

项目评价范围内周边关系图

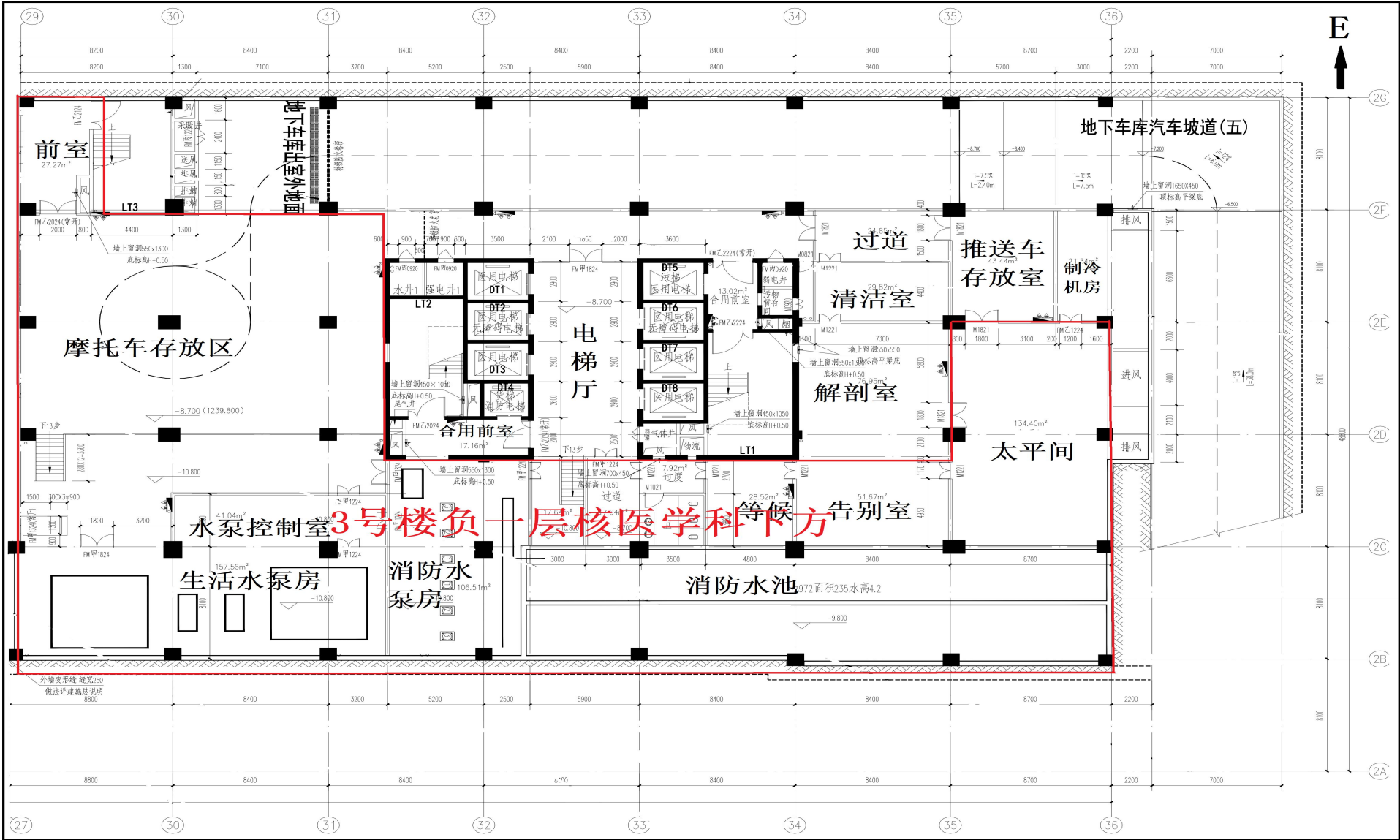
附图 3：医院平面图



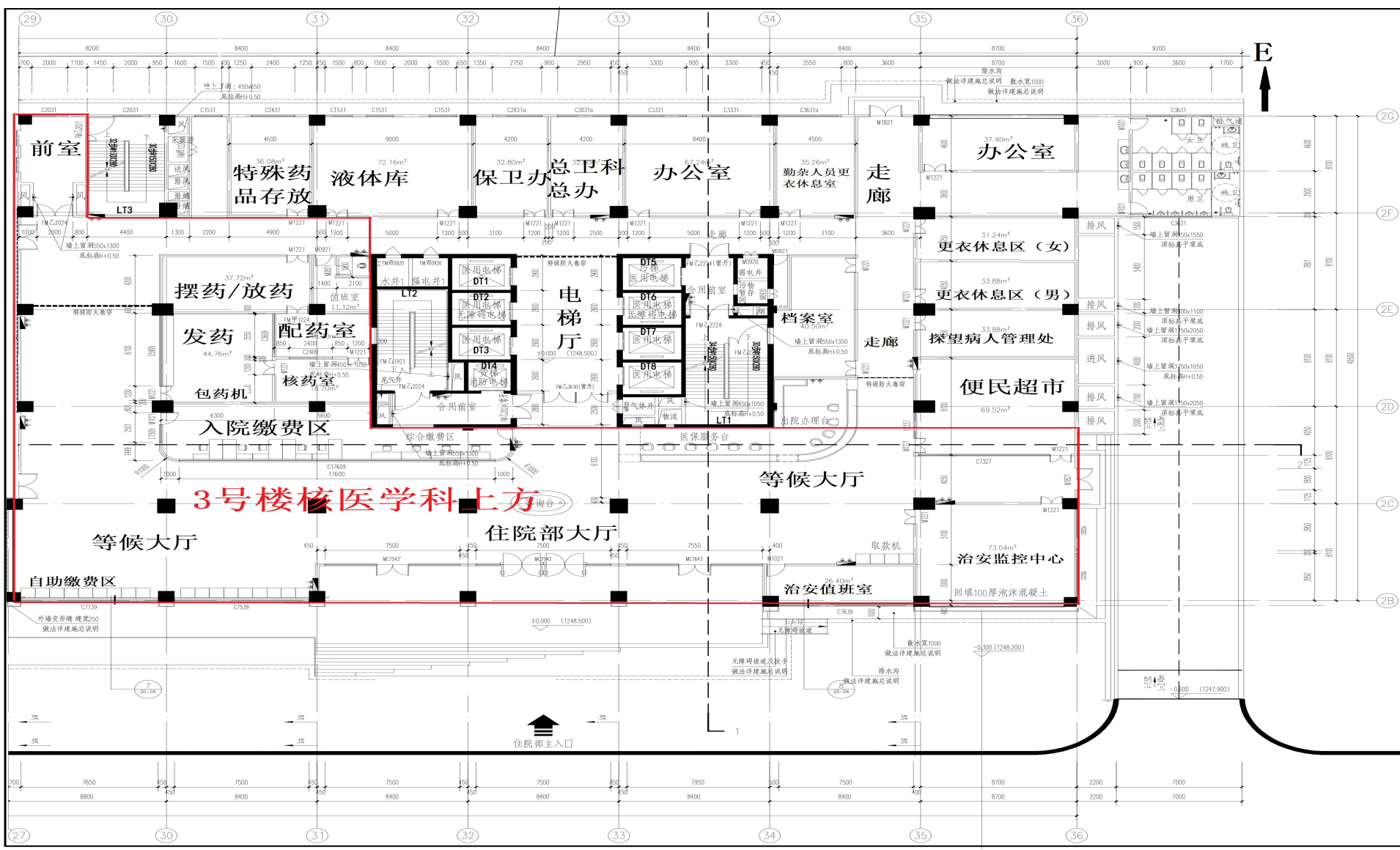
兴义市人民医院平面布置图

[illegible]

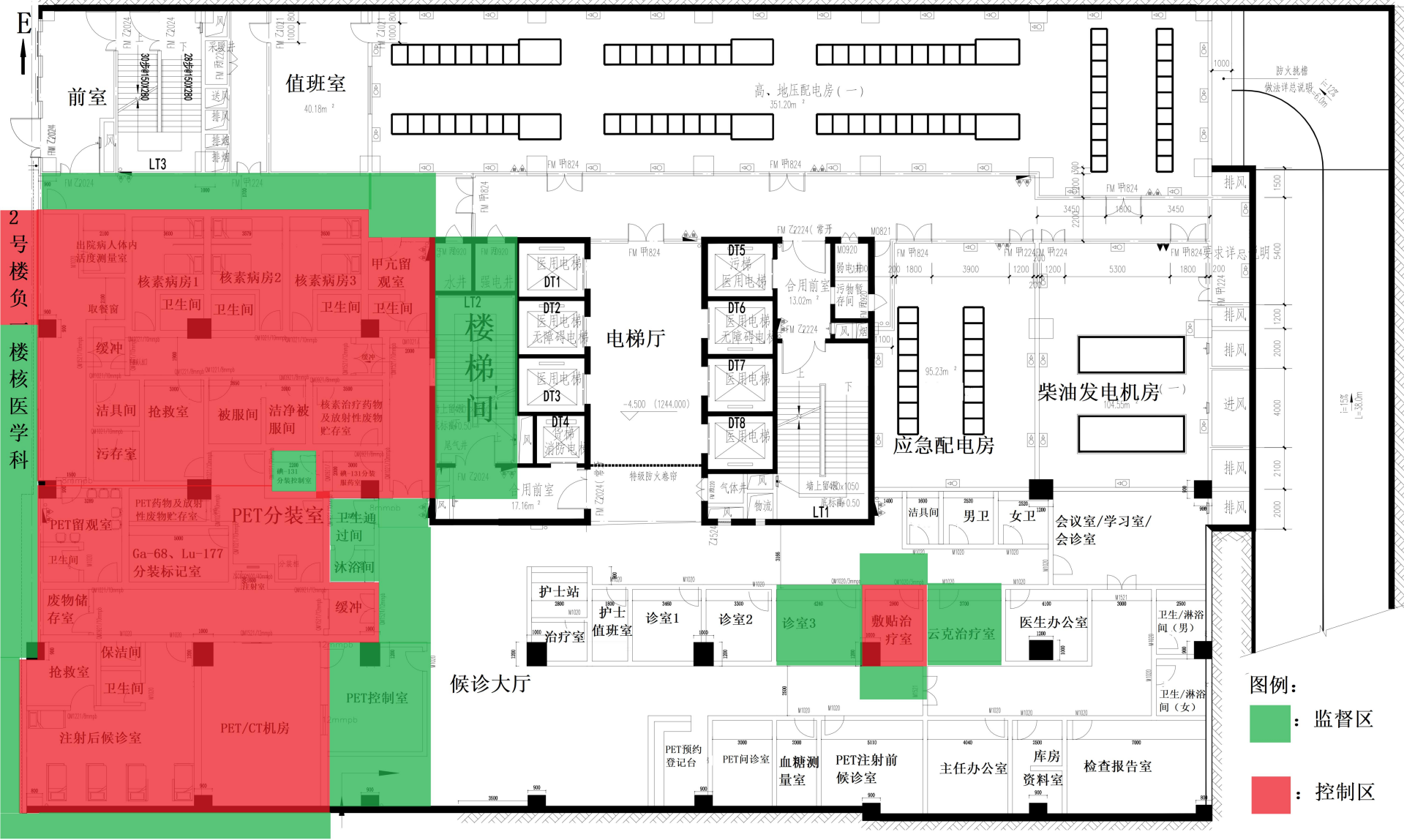
附图 5：3 号楼负一楼核医学科下方负二楼平面布置图



附图 6：3 号楼负一楼核医学科上方一楼平面布置图



附图 7：3 号楼负一楼核医学科分区图



图例：
■：监督区
■：控制区