

核技术利用建设项目

湖南省中医药研究院附属医院 PET 影像
诊断建设项目环境影响报告表

湖南省中医药研究院附属医院（盖章）



2021年07月

环境保护部监制

核技术利用建设项目

湖南省中医药研究院附属医院 PET 影像 诊断建设项目环境影响报告表



建设单位名称： 湖南省中医药研究院附属医院

建设单位法人代表（签名或签章）： _____

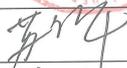
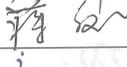
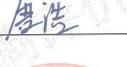
通讯地址： 长沙市岳麓区麓山路 58 号

邮政编码： 410006 联系人： 唐浩

电子邮箱： 1427225009@qq.com 联系电话： 18890011901

打印编号: 1625186628000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	q25f9o		
建设项目名称	湖南省中医药研究院附属医院PET影像诊断建设项目		
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）	湖南省中医药研究院附属医院		
统一社会信用代码	PDY20021443010411A2101		
法定代表人（签章）	苏新平		
主要负责人（签字）	蒋爱华		
直接负责的主管人员（签字）	唐浩		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	长沙宏伟环保科技有限公司		
统一社会信用代码	91430111MA4T62MN7D		
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
李照新	12354143511410350	BH027275	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
范博成	项目基本情况、放射源、非密封性放射性物质、射线装置、废弃物（重点是放射性废弃物）、评价依据、保护目标与评价标准、环境质量和辐射现状、项目工程分析与源项、辐射安全与防护、环境影响分析、辐射安全管理、结论和建议	BH045604	

目录

表 1 项目基本情况.....	1
表 2 放射源.....	12
表 3 非密封放射性物质.....	12
表 4 射线装置.....	13
表 5 废弃物.....	14
表 6 评价依据.....	15
表 8 环境质量和辐射现状.....	25
表 9 项目工程分析与源项.....	27
表 10 辐射安全与防护.....	34
表 11 环境影响分析.....	46
表 12 辐射安全管理.....	60
表 13 结论与建议.....	68
表 14 审批.....	72

附件：

附件 1、环境影响评价委托书

附件 2、关于成立辐射安全小组的通知

附件 3、现状检测报告

附件 4、辐射安全许可证

附件 5、现有放射设备一览表

附件 6、辐射工作人员培训证书

附件 7、辐射工作人员剂量报告

附件8、体检报告

附件9、防护管理制度

附图：

附图1、项目地理位置示意图

附图2、医院总平面图

附图3、人流物流图

附图4、PET/CT项目平面布局图

附图5、衰变池结构图

表 1 项目基本情况

建设项目名称		湖南省中医药研究院附属医院 PET 影像诊断建设项目			
建设单位		湖南省中医药研究院附属医院			
法人代表	苏新平	联系人	唐浩	联系电话	18890011901
注册地址		长沙市岳麓区麓山路 58 号			
项目建设地点		长沙市岳麓区麓山路 58 号湖南省中医药研究院附属医院医技楼 1 楼			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)	1700	项目环保投资 (万元)	280	投资比例 (环保投资/总投资)	16%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积 (m ²)	/
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类 (医疗使用) <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input checked="" type="checkbox"/> V 类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input checked="" type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
	其他	无			

1.1 建设单位概况

湖南省中医药研究院附属医院坐落于国家级风景名胜区岳麓山下，是一所集医疗、科研、教学、预防、保健、社区医疗服务为一体的综合性三级甲等中医医院，也是湘江新区唯一一家三级甲等中医医院。医院坚持“以中为主、中西结合”的办院方针和“名院、名科、名医、名术、名药”的品牌发展战略，致力打造为特色更鲜明、环境更优雅、患者公认、职工满意的高水平研究型中医医院。

医院始点 1957 年 3 月 17 日，其前身是湖南中医药研究所临床研究室。湖南省中医药研究所 1966 年并入湖南中医学院，1985 年 10 月升格为厅局级科研事业单位，更名为湖南省中医药研究院。1991 年 5 月成立湖南省中医药研究院附属医院（与

中医临床研究所一个机构两块牌子)。2003年5月增名为湖南中医学院附属中西医结合医院(大学升格后改为湖南中医药大学附属中西医结合医院)。

1.2 项目由来

为了满足医院的发展和患者就医需求,提高医疗服务质量,湖南省中医药研究院附属医院拟将医技楼1楼南侧办公室与天井进行改造,并建设“湖南省中医药研究院附属医院PET影像诊断建设项目”。项目拟使用非密封放射性药物 ^{18}F -FDG(氟代脱氧葡萄糖)并配置1台PET/CT开展核医学影像诊断工作。其中PET/CT机属于III类射线装置,PET/CT使用1枚 ^{68}Ge (活度为 $7.4\times 10^7\text{Bq}$,为V类放射源)作为校准源,使用量单人次最大药物用量为 $3.7\times 10^8\text{Bq}(10\text{mCi})$,日最大检查人数20人次,日等效最大操作量 $7.4\times 10^6\text{Bq}$,为丙级非密封放射性物质工作场所,本次项目主要是对丙级非密封放射性物质工作场所进行环境影响评价,III类射线与V类放射源另外单独进行环境影响评价登记表备案,本项目不在进行重复评价。

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》以及《建设项目环境保护管理条例》等相关规定,该项目的建设应进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》(环境保护部令第44号)及《关于修改<建设项目环境影响评价分类管理名录>部分内容的决定》(生态环境部令第1号)的分类,“乙、丙级非密封放射性物质工作场所”项目环境影响评价文件形式为编制环境影响报告表。评价单位在进行现场踏勘及收集有关资料的基础上,并按照《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《湖南省中医药研究院附属医院PET影像诊断建设项目》。

1.3 本项目概况

项目名称:湖南省中医药研究院附属医院PET影像诊断建设项目

建设单位:湖南省中医药研究院附属医院

建设地点:长沙市岳麓区麓山58号湖南省中医药研究院附属医院医技楼1楼

建设性质:改扩建

建设规模和内容:拟将医技楼1楼南侧办公室与部分天井改建为“PET/CT诊断中心”(以下简称PET/CT中心),包括PET/CT检查室、分装注射室、注射后候诊室、检查后留观室、淋浴间、更衣间、卫生间等辅助用房。拟使用放射性药物 ^{18}F

开展核医学影像诊断工作，使用量单人次最大药物用量为 $3.7 \times 10^8 \text{Bq}$ (10mCi)，日最大检查人数 20 人次，年最大用量为 $1.78 \times 10^{12} \text{Bq}$ (年工作 240 天)，日等效最大操作量 $7.4 \times 10^6 \text{Bq}$ ，为丙级非密封放射性物质工作场所。配置 PET/CT 机 (III 类射线装置) 1 台，并配套 1 枚 ^{68}Ge 校准源 (活度为 $7.4 \times 10^7 \text{Bq}$ ，为 V 类放射源)。项目建筑面积约 192m^2 ，项目总投资 1700 万，其中环保投资 280 万，项目施工期预计 3 个月。

本项目工程组成一览表见表 1-1。

表 1-1 项目组成一览表

分类	项目	工程组成	备注
主体工程	PET/CT 中心用房	设置 PET/CT 检查室 1 间、操作室、注射后候诊室、检查后留观室、更衣室、淋浴间、放射性废物暂存间、分装注射室、储源室、抢救用品室、清洁间等	新建
	核素	外购非密封放射性药物 ^{18}F -FDG 氟代脱氧葡萄糖)，全年注射 ^{18}F 标记药物进行显像诊断的病人约 4800 人，日注射 ^{18}F 标记药物扫描显像病人不超过 20 例，每人注射最大放射性药物活度约 $3.7 \times 10^8 \text{Bq}$ (10mCi)，年最大药物用量 $1.78 \times 10^{12} \text{Bq}$ 。	新建
辅助工程	办公区	注射前候检区	新建
储运工程	校准源储存	设置储源室，位于项目东侧，建筑面积约 0.5m^2 ，主要用于校准源的储存	新建
	放射性药物储存	PET/CT 诊断使用的放射性药物在分装注射室内暂存	新建
	放射性药物运输	项目所使用放射性药物均由专业厂家供货，厂家根据医院订购需求，由室外通道送至项目南侧药物专用入口直接送入分装注射室内	新建
公用工程	给水	依托院内供水管网供给	
	排水	实行雨污分流、污水分流，放射性废水经单独排水管网接至拟建衰变池处理达标后接入医院污水处理设施处理 (设计处理能力 $200 \text{m}^3/\text{d}$) 达标后，然后排入市政管网	依托医院污水处理设施处理，新建衰变池及项目内部排水管网
	供配电	依托院内供配电系统	依托
	通风	PET/CT 中心控制区使用独立机械排风系统，最终排风口位于项	新建

		目所在医院大楼屋顶（6层）。	
环保工程	地面清洁	分区清洁，控制区内清洁间内拖把标识属控制区放射性专用拖把	新建

续表 1-1 项目组成一览表

分类	项目	工程组成	备注
	放射性废水处理设施	在项目东南侧室外设置1个独立的地理式化粪池+三级推溢式衰变池，容积约3m ³ 经衰变池衰变后接入医院污水处理设施处理	新建
	放射性废气	设置独立排风管道收集PET/CT中心控制区内每间房间的废气，收集后引至项目所在医院大楼屋顶排放。每个房间排风口处单独设置排风风机，并设置止回阀，保证废气由低放射区至高放射区收集至主管道	新建
	医疗垃圾	依托医院原有医疗垃圾暂存间	依托
	放射性固废	PET/CT中心：设置1个放射性废物暂存间，放射性废物暂存间设置1个专用铅防护污物箱，分装注射室设置1个专用铅防护污物箱，注射后候诊室各设置1个专用铅防护污物箱，放射性固废储存时间达到10个半衰期后，做为普通医疗固废进行处置	新建
	辐射防护	PET/CT中心控制区四周墙体、楼板、防护门、观察窗均采用足够厚的相应材质（混凝土、硫酸钡水泥、实心页岩砖、铅玻璃等）进行辐射屏蔽防护	新建

1.4 项目改造及辐射防护方案

项目在现有放射科办公用房的基础上改造，改变房间使用功能，部分墙体进行拆除或改造，部分防护门更换，部分环保设施依托，部分新建，部分改建。改造前后变化见表 1-2.1，项目用房改造前后防护方案详见表 1-2.2。

表 1-2.1 本项目改造前后变化情况一览表

序号	项目	原有情况	本项目建设后情况
1	墙体、辐射防护等		详见表 1-2.2
2	放射性废水处理设施	无相应处理设施	设置化粪池+三级推式衰变池一座，有效容积 3m ³
3	排水管网	实行雨污分流、污污分流	依托原有，不进行造
4	放射性废气	无相应处理设施	设置管道收集 PET/CT 中心诊断场所控制区内每间房间的废气，通风换气次数为 4 次/h，收集经活性炭吸附后引至项目楼顶排放，排口朝向西侧。风机、活性炭装置均安装项目 1 层南侧注射分装室处。收集管内设置防倒灌装置并保持负压，保证废气由低放射区至高放射区收集至主管道。

表 1-2.2 本项目用房改造防护方案设计

序号	原有情况		现有情况		
	名称	防护方案	名称	防护方案	面积
1	值班室 (1)	顶棚：12cm 砼； 四周墙体：24cm 实心页岩砖； 普通门窗	淋浴间、更衣间	四周墙体：24cm 实心页岩砖+5cm 硫酸钡粉； 顶棚：12cm 砼+1cmPb 当量的铅木复合板；	有效使用面积约为 3.3m ²
2	值班室 (2)	顶棚：12cm 砼； 四周墙体：24cm 实心页岩砖； 普通门窗	废物暂存间 (源库)	南墙体：37cm 实心页岩砖+4cm 硫酸钡粉 东西北墙体：24cm 实心页岩砖+5cm 硫酸钡粉； 顶棚底板：12cm 砼+1cmPb 当量的铅木复合板	有效使用面积约为 3.1m ²
3	主任办公室	顶棚：12cm 砼； 四周墙体：24cm 实心页岩砖； 普通门窗	注射分装室	南墙体：37cm 实心页岩砖+4cm 硫酸钡粉； 东西北墙体：24cm 实心页岩砖+5cm 硫酸钡粉； 顶棚底板：12cm 砼+1cmPb 当量的铅木复合板；	有效使用面积约为 10m ²

				防护门：25mmPb	
4	登记室	顶棚：12cm 砼； 四周墙体：24cm 实心页岩砖； 普通门窗	检前 休息 室	南墙体：37cm 实心页岩 砖+4cm 硫酸钡粉； 东、西、北墙体：24cm 实心页岩砖+5cm 硫酸钡 粉； 顶棚底板：12cm 砼 +1cmPb 当量的铅木复合 板； 防护门：25mmPb	有效使用面 积约为 11.4m ²
5	阅片室	顶棚：底板：12cm 砼； 四周墙体：24cm 实心页岩砖； 普通门窗	卫生 间、 清洗 间	南墙体：37cm 实心页岩 砖+4cm 硫酸钡粉 东、西、北墙体：24cm 实心页岩砖+5cm 硫酸钡 粉； 顶棚底板：12cm 砼 +1cmPb 当量的铅木复合 板；	有效使用面 积约为 4.5m ²
6	阅片室	顶棚：12cm 砼； 四周墙体：24cm 实心页岩砖 普通门窗	检查 后留 观室	西、南墙体：37cm 实心 页岩砖+4cm 硫酸钡粉 东、北墙体：24cm 实心 页岩砖+5cm 硫酸钡粉 防护门窗：25mmPb	有效使用面 积约为 9.6m ²
7	过道	顶棚：12cm 砼； 四周墙体：24cm 实心页岩砖 出入口防护门：普通门	PET/ CT 中心 诊断 场所 过道	四周墙体：24cm 实心页 岩砖+5cm 硫酸钡 顶棚：12cm 砼+1cmPb 当 量的铅木复合板； 防护门：10mmPb	/
8	天井	/	PET/ CT 机房	四周墙体：24cm 实心页 岩砖+6cm 硫酸钡 ； 顶棚：30cm 砼； 防护门：12mmPb； 防护窗：20mmPb	有效使用面 积约为 42m ²

备注：混凝土密度 2.35g/cm³，硫酸钡密度 3.5g/cm³，铅密度 11.3g/cm³，实心页岩砖密度 1.85g/cm³，铁的密度 7.8g/cm³。

1.5 配套设施、设备

项目拟配套设施设备见表 1-3。

表 1-3 项目拟配套设施设备一览表

序号	名称	数量	型号	位置	备注
1	PET/CT	1 台	uMI 550	医技楼一楼核医学科 PET/CT 检查室	III 类射线装置
2	分装柜+通风橱 一体机	1 台	/	分装注射室	铅当量整体 ≥40mmpb
3	注射器防护套	1 套	/	分装注射室	铅当量 10mmPb
4	注射转运盒	2 套	/	分装注射室	铅当量 10mmPb
5	药品防护铅罐	2 套	/	分装注射室	铅当量 40mmPb
6	放射废物桶	4 个	/	放射性废物暂存间、分装注射室、注射后候诊室	铅当量 8mmPb
7	注射台	1 个	/	注射窗口	观察窗、注射台整体铅当量：20mmPb
8	移动注射车	1 个	/	分装注射室	铅当量 20mmPb
9	移动铅屏风	2 个	/	PET/CT 机房、注射后候诊室	铅当量 10mmPb
10	防护手套	2 双	/	分装注射室	铅当量 0.25mmPb
11	活度计	1 套	/	分装注射室	/

12	器械柜	1 套	/	分装注射室	/
13	医用推车	1 个	/	抢救室	/
14	数字式表面沾污计量仪	1 台	/	卫生通过间、分装注射室	/
15	个人剂量报警仪	2 台	/	工作人员携带	/
16	排风系统	2 套	/	PET/CT 中心控制区	分装柜与其他功能用房为独立两套排风管道
17	对讲、监控系统	1 套	/	PET/CT 中心控制区	监控和指导患者在控制区内的活动
18	衰变池	1 套	/	项目西北侧	处理放射性废水
19	长柄钳、常规护士器械	2 套	/	分装注射室	/

1.6 劳动定员及工作制度

本项目劳动定员 8 人，包括核医学医师 2 人，护师 3 人，技师 2 人，物理师 1 人。年工作 240 天，轮休。

1.7 工作负荷

预计全年注射 ^{18}F 标记药物进行显像诊断的病人最多约 4800 人次，日注射 ^{18}F 标记药物扫描显像病人不超过 20 例，单人次最大药物使用量不超过 $3.7 \times 10^8 \text{Bq}$ (10mCi)，年最大放射性药物使用量为 $1.78 \times 10^{12} \text{Bq}$ 。PET/CT 仅用于核医学显像诊断。

1.8 项目周边环境保护目标

本项目位于长沙市岳麓区麓山路 58 号湖南省中医药研究院附属医院医技楼 1 楼南侧，根据本项目周围环境敏感目标分布情况，项目所在位置周围 50m 范围内有医院外科楼、研究院宿舍、医院宿舍等，确定项目周边保护目标主要为医院从事本项目辐射影像诊断的工作人员以及机房外活动的其他公众成员。

1.9 与项目有关的环境保护问题

1.9.1 项目用地环保手续情况

该项目原有用房为医院医技楼放射科办公室、阅片室、登记室等区域，属于医院原有诊疗项目中涉及辐射项目的场所。医院在 2018 年 4 月对医技楼新建介入中心进行了环评，取得了环评批复（湘环评辐表【2018】39 号）。

1.9.2 与医院发展衔接性分析

医院原已设置有放射科和核医学科，本项目在医院医技大楼内原有区域内进行建设，根据项目设计要求进行布局和建设。建成后，项目与医院放射科相邻，新增了 PET/CT 影像诊断项目，提高了医院医疗服务质量，与医院的发展相适应。

1.9.3 环保设施可依托性

根据建设单位提供资料显示，湖南中医药研究院附属医院设有 1 套污水处理装置收集处理医院的医疗废水、生活污水，污水处理工艺为：化粪池---厌氧池---调节池---好氧池---沉淀池---清水池---消毒池---吸附池。该污水处理装置设计处理能力为 $200\text{m}^3/\text{d}$ ，有效日处理能力为 $180\text{m}^3/\text{d}$ ，现日处理量为 $60\text{m}^3/\text{d}$ ，处理余量为 120m^3 。根据对污水处理系统的现场监测与验收，医院办理了排污许可，医疗废水的排放能满足《医疗机构污染物排放标准》（GB18466-2005）的预处理要求。

该项目放射性废水和废气系统均为重新设置，放射性废水满足 10 个半衰期的要

求后，依托医院医院原有的污水处理系统进行排放。

对于医疗垃圾，医院在院区设置 1 间医疗废物暂存间，内置医疗废物收集桶，医疗废物分类收集和暂存。旁边设置有单独医疗废物登记室，建立台账，统一交由有资质的单位处置。

表 1-4 环保设施依托可行性一览表

序号	类别	依托情况	备注
1	生活污水、医疗废水	利用医院原有污水处理站，废水经处理后，可以达标排放，污水处理站冗余处理能力较大，可以接收该项目产生的污水	依托可行
2	医疗废物	利用医院现有医疗废物暂存间，医疗废物统一交由废物处理公司处置，医疗废物两天转运一次。项目固体废物主要为一次性注射针头、棉签等，产生量很小。该医疗废物暂存间内可以满足项目的暂存需要	依托可行
3	生活垃圾	利用医院现有生活垃圾暂存间，生活垃圾每天转运一次，项目工作人员产生生活垃圾量很小，暂存间垃圾及时转运，现有设施可以满足项目需求	依托可行

1.9.4 与项目相关辐射问题

(1) 医院原有核技术利用项目情况

根据调查，医院现有辐射安全许可证号为湘环辐证【02349】（详见附件 4），有效期至 2023 年 10 月 18 日。目前在许可范围内使用的有 3 台 II 类射线装置，8 台 III 类射线装置。现有核技术利用项目情况见表 1-5。（详见附件 5）

表 1-5 建设单位现有核技术利用项目情况一览表

现有射线装置				环保手续	备注
装置名称	设备型号	类别	场所		
直线加速器	Clinac23EX	II 类	放疗中心负一楼	已办证	在使用
DSA	UNIQ FD20	II 类	医技楼介入中心一楼	已办证	在使用
DSA	Intergris Allura	II 类	医技楼介入中心一楼	已办证	在使用

续表 1-5 建设单位现有核技术利用项目情况一览表

16 排 CT	Briliance CT16	III 类	医技楼放射科一楼		已办证	在使用
DR	Digital Diagnost	III 类	医技楼放射科一楼		已办证	在使用
X 光机	ZKXZ-50P	III 类	医技楼放射科一楼		已办证	在使用
64 排 CT	Briliance CT64	III 类	医技楼放射科一楼		已办证	在使用
牙科全景机	ORTHOPH OSXG 5 ceph	III 类	医技楼放射科一楼		已办证	在使用
骨密度仪	MEDIX90	III 类	医技楼放射科一楼		已办证	在使用
数字肠胃机	ZKXZ-80P	III 类	医技楼放射科一楼		已办证	在使用
模拟定位机	/	III 类	医技楼放射科一楼		已办证	在使用
非密封放射性物质						
核素	工作场所名称	场所等级	日等效最大 操作量（贝 可）	年最大用 量（贝可）	环保手 续	备注
I-125	核医学科	乙级	2.37E+7	7.1E+11	已办证	在使用

经现场调查，医院放射工作人员配备满足原有项目使用要求，建立了个人剂量监测档案和职业健康检查档案。现有放射工作人员均进行了辐射工作安全防护培训，并取得合格证。医院运营至今，辐射设备及工作场所运营良好，无辐射安全事故发生，无环保遗留问题，湖南省生态环境厅和长沙市生态环境局也未收到环保投诉和产生环保纠纷。

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	7.4×10 ⁷ Bq×1	V 类	使用	校准	PET/CT 机房	放在储源间保险柜内，每天质控用	/

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

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
1	¹⁸ F	液态低毒组	使用	7.4×10 ⁹	7.4×10 ⁶	1.78×10 ¹²	核医学显像	很简单的操作	分装室	暂存于分装室的核素贮存柜内
	以下空白									

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

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
本项目不涉及加速器										

(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 (台)	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	MI550	140	420	核医学显像	PET/CT 检查 室	拟购
	以下空白								

(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 (mA)	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	
本项目不涉及中子发生器													

表 5 废弃物

名称	状态	核素名称	活度	日排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
含放射性核素的废水	液态	¹⁸ F	/	0.27m ³ /d	64.92m ³ /a	总 β <10Bq/L	衰变池处理	放射性废水经衰变池处理后接入医院污水处理装置处理后达标排放至市政管网
放射性废气	气态	/	/	少量	少量	/	/	经专用的抽风管道收集后引至项目所在大楼最高层排放
放射性固体废物	固体	¹⁸ F	/	/	废棉签、一次性手套、滤纸、清洁用抹布、活性炭等放射性废物 220kg/a	/	放射性废物暂存间	放射性废物达到清洁解控水平按一般医疗废物处理

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

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

表 6 评价依据

法律法 规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日施行修订版；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 19 日施行修订版；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日施行；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日施行修订版；</p> <p>(5) 《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，2005 年 12 月 21 日施行，国务院令第 709 号，2019 年 3 月 2 日修订实施；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，原国家环境保护总局令第 31 号公布，自 2006 年 3 月 1 日起施行，2021 年 1 月 4 日生态环境部令第 20 号《关于废止、修改部分生态环境规章和规范性文件的决定》；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环保部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日施行；</p> <p>(8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日施行）</p> <p>(9)《射线装置分类》，环境保护部和国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日施行；</p> <p>(10)《关于发布<放射性废物分类>的公告》，公告 2017 年第 65 号，2018 年 1 月 1 日起施行；</p>
------------	--

<p>技术标准</p>	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>(2) 《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）；</p> <p>(3) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）；</p> <p>(4) 《操作非密封源的辐射防护规定》（GB11930-2010）；</p> <p>(5) 《医用放射性废物的卫生防护管理》（GBZ133-2009）；</p> <p>(6) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；</p> <p>(7) 《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）；</p> <p>(8) 《医疗废物集中处置技术规范（试行）》；</p> <p>(9) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）；</p> <p>(10) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）；</p> <p>(11) 《医院污水处理工程技术规范》（HJ2029-2013）；</p> <p>(12) 《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）；</p>
<p>其他</p>	<p>(1) 环境影响评价委托书（见附件 1）</p> <p>(2) 检测报告（见附件 3）</p> <p>(3) 建设单位提供的其他资料</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

根据本项目辐射源为能量流污染及其能量流的传播与距离相关的特性，结合《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)的相关规定，并结合项目辐射源传播与距离相关的特性，确定以本项目用房为边界水平 50m 区域及相邻楼上对应区域作为辐射环境的评价范围。

7.2 保护目标

(1) 项目外环境概况

本项目位于长沙市岳麓区麓山路 58 号湖南省中医药研究院附属医院医技楼 1 楼南侧。项目北侧紧邻介入中心，外为外科楼，项目西侧为医院放疗中心和医院宿舍楼，项目东侧紧邻停车场，外为医院病理科及学员宿舍，项目南侧紧邻停车场，外为煎药房、基建办及医院警务室。

本项目所在医院医技楼现有地面结构：北侧楼 6 层及其他三侧楼均为 5 层，中间为天井，无地下层。

本项目场所位于医技楼 1 层，范围涉及南侧楼及部分天井。医院准备在天井往上加盖 5 层，加盖后本项目对应 2 层为检验科用房。

该项目于医院医技楼平面关系见图 7-1，项目与医院建筑立面关系见图 7-2 所示。

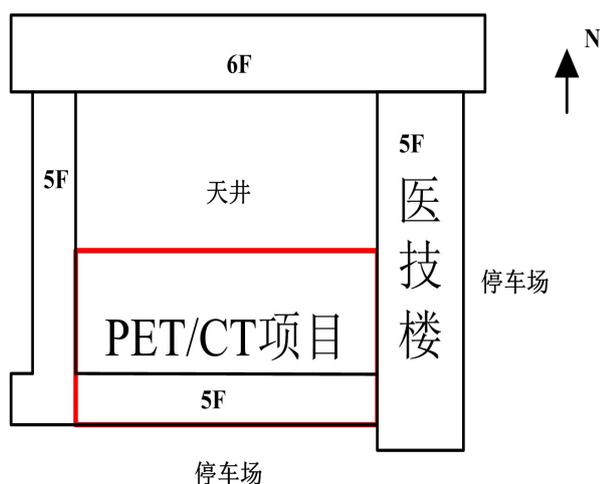


图 7-1 平面示意图



图 7-2 项目与医院 A-A 剖面示意图（从南往北的立面图）

(2) 项目环境保护目标

本项目位于医技楼南侧，项目东侧约 5m 为候诊大厅，南侧为停车场、煎药房、基建办及医院警务室，西侧约 3m 为 CT 机房，北侧紧邻医院介入中心，楼上为检验科用房。衰变池位于项目东南侧空地，放射性废气经活性炭吸附后引至项目楼顶排放，项目废气排放口 50m 范围环境保护目标与前文一致。

本项目周围 50m 范围内环境保护目标见表 7-1，项目所在地卫星地图见附图 2。

表7-1 本项目周边环境保护目标一览表

序号	敏感点名称	方位	水平距离 (m)	高差 (m)	环境特征	保护对象	影响因子
本项目用房							
1	医技楼 2 层	楼上	/	约 3.6	检验科	公众成员	电离辐射
2	CT 机房	西侧	约 3	0	医技楼	公众成员	
3	放疗中心	西北 侧	约 40	约 4	医院用房	公众成员	
4	外科楼	北侧	约 38	0	医院大楼	公众成员	
5	候诊大厅	东侧	约 5	0	宿舍楼	公众成员	
6	煎药房	南侧	约 35	约 2	医院用房	公众成员	
7	停车场	南侧	约 6	0	平地	公众成员	

表7-2 项目衰变池、废气排放口与周边环境位置关系表

衰变池放射性、放射性废气							
1	医技楼 2 层	楼上	约 3	3.6	检验科	公众成员	电离辐射
2	CT 机房	西侧	约 3	0	医技楼	公众成员	
3	放疗中心	西北侧	约 40	约 4	宿舍楼	公众成员	
4	外科楼	北侧	约 38	0	医院大楼	公众成员	
5	候诊大厅	东侧	约 5	0	宿舍楼	公众成员	
6	煎药房	南侧	约 35	约 2	医院用房	公众成员	
7	停车场	南侧	约 2	0	平地	公众成员	

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)

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

4.3.2 剂量限制和潜在照射危险限制

B1 剂量限值

第 B1.1.1.1 款 应对任何工作人员的职业照射水平进行控制,使之不超过下述限值: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 作为职业照射剂量限值。

第 B1.2 款 公众照射

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不超过下述限值:年有效剂量,1mSv。

6.2.3 表面放射性污染的控制

工作人员体表、内衣、工作服、以及工作场所的设备和地面等表面放射性污染的控制应遵循附录 B(标准的附录 B)B2 所规定的限值要求。

工作场所的表面污染控制水平如表 B11(本环评表 7-2)所列。

表 7-2 工作场所的反射性表面污染控制水平表 单位 Bq/cm²

表面类型		β反射性物质
工作台、设备、墙壁、地面	控制区	40
	监督区	4
工作服、手套、工作鞋	控制区	4
	监督区	
手、皮肤、内衣、工作袜		0.4
该区内的高污染子区除外		

6.4 辐射工作场所的分区

应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

6.4.3 非密封源工作场所的分级

非密封源工作场所的分级应按附录 C（标准的附录）的规定进行。

第 C1 款 应按表 C1（本环评表 7-3）将非密封源工作场所按放射性核素日等效最大操作量的大小分级。

表 7-3 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 $\sim 2 \times 10^7$

第 C2 款 放射性核素的日等效操作量的计算

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 C2（本环评表 7-4）和表 C2（本环评表 7-5）。放射性核素的毒性分组见附录 D（标准的附录）。

表 7-4 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 7-5 操作方式与放射源状态修正因子

操作方式	放射源状态			
	表面污水水平较 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， 力很大的液体，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

本项目使用 ^{18}F 放射性药物属于低毒组， ^{18}F 放射性药物为液体，根据《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》（环办辐射函[2016]430号），操作方式属于很简单的操作。

8.6 放射性物质向环境排放的控制

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 10ALImin (ALImin 是相应于职业照射的食入和吸入 ALI 值中的较小者)；

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

(2) 《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）

2020-10-26 发布，2021-05-01 实施。

5.2 放射防护措施要求

5.2.1 核医学的工作场所应按照非密封源工作场所分级规定进行分级，并采取相应的防护措施。

5.2.2 应依据计划操作最大量放射性核素的加权活度对开放性放射性核素工作场所进行分类管理，把工作场所分为 I、II、III 三类。不同类别的核医学工作场所用房室内表面及装备结构的基本放射防护要求见表 1，核医学工作场所分类的加权活度计算方法见附录 G。

表 7-6 非密封源工作场所的分级

分类	操作最大量放射性核素的加权活度，MBq
I	>50000
II	50~50000
III	<50

供计算操作最大量放射性核素的加权活度用的核医学常用放射性核素的毒性权重因子和不同操作性质的修正因子分别见表 2 和表 3（本环评表 7-7 和 7-8）。

表 7-7 核医学常用放射性核素的毒性权重因子

类别	放射性核素	核素的毒性权重因子
----	-------	-----------

B	^{11}C 、 ^{13}N 、 ^{15}O 、 ^{18}F 、 ^{51}Cr 、 ^{67}Ga 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{123}I 、 ^{111}In 、 $^{113\text{m}}\text{In}$ 、 ^{201}Tl 、 ^{128}I	1
---	--	---

本项目使用放射性核素为 ^{18}F ，核素的毒性权重因子取 1。

表 7-8 不同操作性质的修正因子

操作方式和地区	操作性质修正因子
贮存	100
废物处理、闪烁法计数和显像、候诊区及诊断病床区	10
配药、分装以及施给药、简单放射性药物制备、治疗病床区	1
复杂放射性药物制备	0.1

5.2.3 核医学工作场所的通风按表 1 要求，通风系统独立设置，应保持核医学工作场所良好的通风条件，合理设置工作场所的气流组织，遵循自非放射区向监督区再向控制区的流向设计，保持含放射性核素场所负压以防止放射性气体交叉污染，保证工作场所的空气质量。合成和操作放射性药物所用的通风橱应有专用的排风装置，风速应不小于 0.5m/s。排气口应高于本建筑物屋顶并安装专用过滤装置，排出空气浓度应达到环境主管部门的要求。

5.3 工作场所的防护水平要求

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

(3) 《医用放射性废物的卫生防护管理》(GBZ133-2009)

4.4 如果经审管部门确认或批准，凡放射性核素活度浓度小于或等于附录 B 所示清洁解控水平推荐值的放射性废物，按免管废物处理。

B.1 清洁解控水平推荐值（本环评表 7-9）

表 7-9 以核素活度浓度表示的清洁解控水平推荐值

解控水平 (Bq/g)	核素
1×10^1	^{18}F 、 ^{59}Fe

本项目使用放射性核素为 ^{18}F 。

5.1.1 使用放射性核素其日等效最大操作量等于或大于 $2 \times 10^7 \text{Bq}$ 的临床核医学单位和医学科研机构,应设置有放射性污水池以存放放射性废水直至符合排放要求时方可排放。放射性污水池应合理选址,池底和池壁应坚固、耐酸碱腐蚀和无渗透性,应有防泄漏措施。

6.1.5 每袋废物的表面剂量率应不超过 0.1mSv/h , 重量 $\leq 20 \text{kg}$ 。

6.2.4 废物包装外表面的污染控制水平: $\alpha < 0.04 \text{Bq/cm}^2$; $\beta < 0.4 \text{Bq/cm}^2$ 。

6.3.3 未知核素的废物在其活度浓度小于或者等于 $2 \times 10^4 \text{Bq/kg}$ 时,或废物中的核素已知且其活度浓度符合 4.4 或者 4.5 时,可作免管固体废物处理。

(4) 《放射性废物分类》(公告 2017 年第 6 号)

第七条 豁免或者解控的剂量准则:在合理预见的一切情况下,被豁免的实践或源(或者被解控的物质)使任何个人一年内所受到的有效剂量在 $10 \mu\text{Sv}$ 量级或更小,而且即使在发生低概率的意外不利情况下,所受到的年有效剂量不超过 1mSv 。

(5) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)

第 6.1.5 款 除床旁摄影设备、便携式 X 射线设备和车载式诊断 X 射线设备外,对新建、改建和扩建项目和技术改造、技术引进项目的 X 射线设备机房,其最小有效使用面积、最小单边长度应符合表 2 的规定(本环评表 7-10)规定。

表 7-10 X 射线设备机房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(不含头颅移动 CT)	30	4.5

(6) 《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)

4.1.2 县级及县级以上或 20 张床位及以上的综合医疗机构和其他医疗机构污水排放执行表 2 的规定。直接或间接排入地表水体和海域的污水执行排放标准,排入终端已建有正常运行城镇二级污水处理厂的下水道的污水,执行预处理标准。

6.1.2 总 α 、总 β 在衰变池出口取样检测。

本项目废水最终进入市政污水管网后进入污水处理厂,总 α 、总 β 执行预处理标准(日均值): 1Bq/L 、 10Bq/L 。

(7) 医疗垃圾

医疗垃圾属于危险废物,按国家危险废物名录分为医疗废物(HW01,废物代码 841-004-01),按《医疗废物管理条例》要求进行收集处置;其贮存按《医疗废物集中处置技术规范(试行)》(环发[2003]206 号)、《危险废物贮存污染控制标准》

(GB18597-2001) 执行。

(9) 评价标准及相关参数值

本评价综合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)、《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)、《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)等标准以及建设单位制定的个人剂量管理目标,取 5mSv/a 作为放射工作人员的年有效剂量管理目标,取 0.25mSv/a 作为公众成员年管理目标值。

综上所述,确定本项目的评价标准见表 7-11 所示。

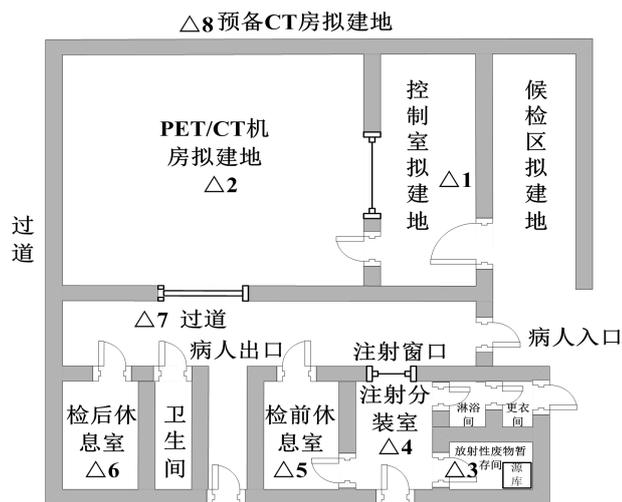
表 7-11 评价标准汇总

年有效剂量控制要求			执行依据
执行对象	标准限值 (mSv/a)	年有效剂量管理目标 (mSv/a)	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 及建设单位确定
放射工作人员	20	5	
公众人员	1	0.25	
周围剂量当量率要求			执行依据
机房外 30cm 处	PET/CT 中心诊断场所控制区用房屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率不大于 2.5μSv/h		《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)
机房面积及最小单边长要求			执行依据
设备名称	机房内最小有效使用面积 (m ²)	机房内最小单边长度 (m)	《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)
PET/CT	30	4.5	
放射性废物排放			执行依据
表面污染	控制区: <4×10Bq/cm ² ; 监督区: <4Bq/cm ² 其他: <0.4Bq/cm ²		《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB18871-2002
放射性固体废物	每袋废物重量≤20kg, 表面辐射剂量率≤0.1mSv/h		《医用放射性废物的卫生防护管理》(GBZ133-2009)
	废物包装盒外表面: β<0.4Bq/cm ²		
	清洁解控水平<10Bq/g		
放射性废水	总α放射性<1Bq/L; 总β放射性<10Bq/L		《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)
核医学通风要求			执行依据
核医学影像诊断	风速应不小于 0.5m/s, 排气口应高于本建筑物屋顶并安装专用过滤装置		《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)
医疗垃圾、医疗废水			执行依据
非放射性废水	经消毒处理后方可排放		《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)
医疗垃圾	交具有相应资质的单位处置		

表 8 环境质量和辐射现状

为掌握本项目所在位置的辐射环境背景水平，长沙市鹏悦环保工程有限公司于 2020 年 9 月 28 日对本项目建设地的辐射剂量率背景值进行了监测（鹏辐（检）[2020]094 号）。

(1) 监测点位：本次监测 6 个点位，监测布点示意图见图 8-1。



备注：△为检测点位置。

图 8-1 监测布点示意图

监测点位合理性分析：根据以上监测布点可知，在项目主要的用房（PET/CT 机房、控制室、注射后候诊室、检查后留观室、分装注射室）内均布置有监测点，项目外过道、候诊大厅均设置监测点位，能够反映本项目用房内外的辐射环境背景水平。因此，项目监测布点合理可行。

(2) 监测因子：地表 γ 辐射剂量率。

(3) 监测方法和依据：

监测方法和依据见表 8-2。

表 8-2 监测方法和依据

监测项目	监测方法	监测依据
地表 γ 辐射剂量率	仪器法	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002） 《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》（GB/T 14583-93）

(4) 监测仪器

监测仪器情况见表 8-3。

表 8-3 监测仪器情况

仪器名称	仪器型号	出厂编号	计量检定证书编号	有效日期
X、 γ 剂量率仪	RM-2030	2886	hnjln2019102-269	2020.11.19

(5) 质量保证措施

监测人员持证上岗，监测仪器每年送剂量部门检定合格后在有效期内使用；监测时获取足够的数量，以保证监测结果的统计学精度；监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术负责人审定。

(6) 监测结果统计

监测结果统计见表 8-4。

表 8-4 拟建项目监测结果统计

序号	测量位置	地表 γ 辐射剂量率 (nGy/h)					计算值
		测量值					
		1	2	3	4	5	
1	控制室拟建地	101	100	98	99	100	100±1
2	PET/CT 机房拟建地	102	104	100	103	102	102±1
3	放射性废物暂存间拟建地	99	101	97	100	100	99±2
4	注射分装室拟建地	101	102	104	103	104	103±1
5	注射后候诊室拟建地	101	103	102	102	101	102±1
6	检查后留观室拟建地	102	100	99	102	101	101±1
7	过道	101	100	98	100	99	100±1
8	预备 CT 机房拟建地	101	103	102	98	97	100±3

根据监测统计结果可知，拟建项目所在位置 γ 剂量率的监测值在 97nGy/h~104nGy/h 之间，与《2019 年全国辐射环境质量报告》（中华人民共和国生态环境部）中长沙市多个点位的 2019 年环境地表 γ 辐射空气吸收剂量率测量值 61.3-112.2nGy/h 相比较处于本底涨落范围内。项目周围环境的辐射环境质量现状无异常。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

9.1 施工期污染工序及污染物产生情况

施工期主要为新房建设以及现有房间部分墙体改造、墙体防护、通风、净化等设备安装、室内装修、衰变池建设等，需要使用到的主要施工机械设备包括塔吊、搅拌机、人工锤和气锤、电锯、切割机、冲击钻等。

本项目主要是在医技楼天井中打地桩进行加建，基本不产生土方，对原有的医技楼一层南侧办公用房的改建产生的建筑垃圾，依托医院现有的固废处理设施，施工中产生少量的废水依托医院现有的污水处理系统。项目新建以及现有房改造、设备安装、内部装修等主要的污染因子有：噪声、粉尘、弃渣、生活生产污水、生活垃圾和建筑垃圾等，

噪声：各施工设备噪声源强约 75~95dB（A）

扬尘：扬尘主要来自于施工过程中建筑材料（水泥、沙子、石子等）现场搬运及堆放产生的扬尘、切割打磨装饰材料产生的粉尘、建筑垃圾清理及堆放产生的扬尘。

生活生产污水：生活生产污水主要为施工工人产生。项目施工期每天最大约 50 人在施工现场作业，生活用水量约为 50L/人·d 计，污水产生系数按用水量的 0.9 计，则生活污水排放量为 2.25m³/d。生活污水依托医院现有的污水处理设施处理后达标后排入市政污水管网。

生活垃圾：施工期产生的生活垃圾按每天 50 人计，每人每天产生生活垃圾 0.5kg，则每天产生 25kg。依托医院现有的生活垃圾收集系统收集后交环卫部门统一收运处理。

建筑垃圾：依托医院现有的固废处理设施收集后交环卫部门统一收运处理。

9.2 运行期污染工序及污染物产生情况

9.2.1 PET/CT

(1) 工作原理

在临床医学中，应用放射性同位素进行疾病诊断已是常用的一种方法。根据患者的病症、部位以及诊断项目，将一定剂量的放射性同位素注射或食入体内，进行病灶器官的扫描，确定病灶部位特征。

PET 是专为探测体内正电子发射体湮没辐射时同时产生的方向相反的能量为

0.511MeV 的两个 γ 光子的显像仪器。18F-FDG 注射到受检者体内，让受检者在 PET 的有效视野范围内进行 PET 显像 18F 发射出的正电子在体内移动大约 1mm 后与组织中的负电子结合发生湮灭辐射，产生两个能量相等（511KeV）、方向相反的 γ 光子。由于两个光子在体内的路径不同，到达两个探测器的时间也有一定差别，如果定的时间窗内（一般为 0~15 μ s），探头系统探测到两个互成 180 度（ ± 0.25 度）的光子时，即为一个符合事件。探测器便分别送出一个时间脉冲，脉冲处理器将脉冲变为方波，符合电路对其进行数据分类后，送入工作站进行图像重建。便得到人体各部位横断面、冠状断面和矢状断面的影像。PET 特别适用于心脏、脑神经和肿瘤的代谢显像，本项目应用 PET 显像诊断使用的正电子放射性核素为 18F，拟使用放射性同位素特性见表 9-1。

表 9-1 放射性同位素特性

核素名称	半衰期	衰变模式	β 辐射能量	主要辐射类型	γ 射线能量 MeV	物理性状	毒性分组	周围剂量当量率常数 (μ Sv·/MBq·h)
18F	109.8min	β^+ , EC	633.5KeV	γ	0.511	液态	低毒	0.143

备注：参数取自《简明放射性同位素应用手册》中 4.2 同位素表

PET/CT 是把 PET 和 CT 联合在一起，通过 PET 扫描和 CT 扫描重建，联合扫描，使两者的硬件和软件有机地融合在一起。CT 的球管发射 X 射线，穿透人体组织，探测器在对侧获得数据来重建结构图像；同时又提供给 PET 作为衰减校正的参数，在此基础上再进行 PET 图像的重建，因此所显示的图像为两者图像的融合的结果，即细胞的代谢图像和所处的解剖位置图像，一次检查可快速了解全身的整体状况。

PET/CT 照片见图 9-1。



图9-1 PET/CT（示例）

(2) 工作流程

本项目使用的 ^{18}F 药物拟外购，医院根据与病人预约情况提前向药物供货商定药，由药物供货商负责在合理时段内将药物运输至项目核素贮存柜储存，每次使用时，医护人员取出针剂，测定活度，在带铅屏蔽的通风橱内分装（即注射器吸药），然后再在注射台为病人注射。病人在项目 1F 核医学候检区预约后，凭预约单由病人专用入口（单向门）在注射窗口注射药物，注射根据每人不同情况而定在 5~10mCi 之间，平均每人注射按单次最大注射量 10mCi 计，病人注射后在扫描前观察室等待约 45~60min，待药物在体内代谢达到平衡后，进入 PET/CT 机房进行扫描，每次扫描约 15~20min，病人扫描后进入检后留观室，在医生确认无问题后，病人通过南侧单开门离开。应用 ^{18}F 标记药物在 PET/CT 下开展显像诊断流程图见图 9-2。

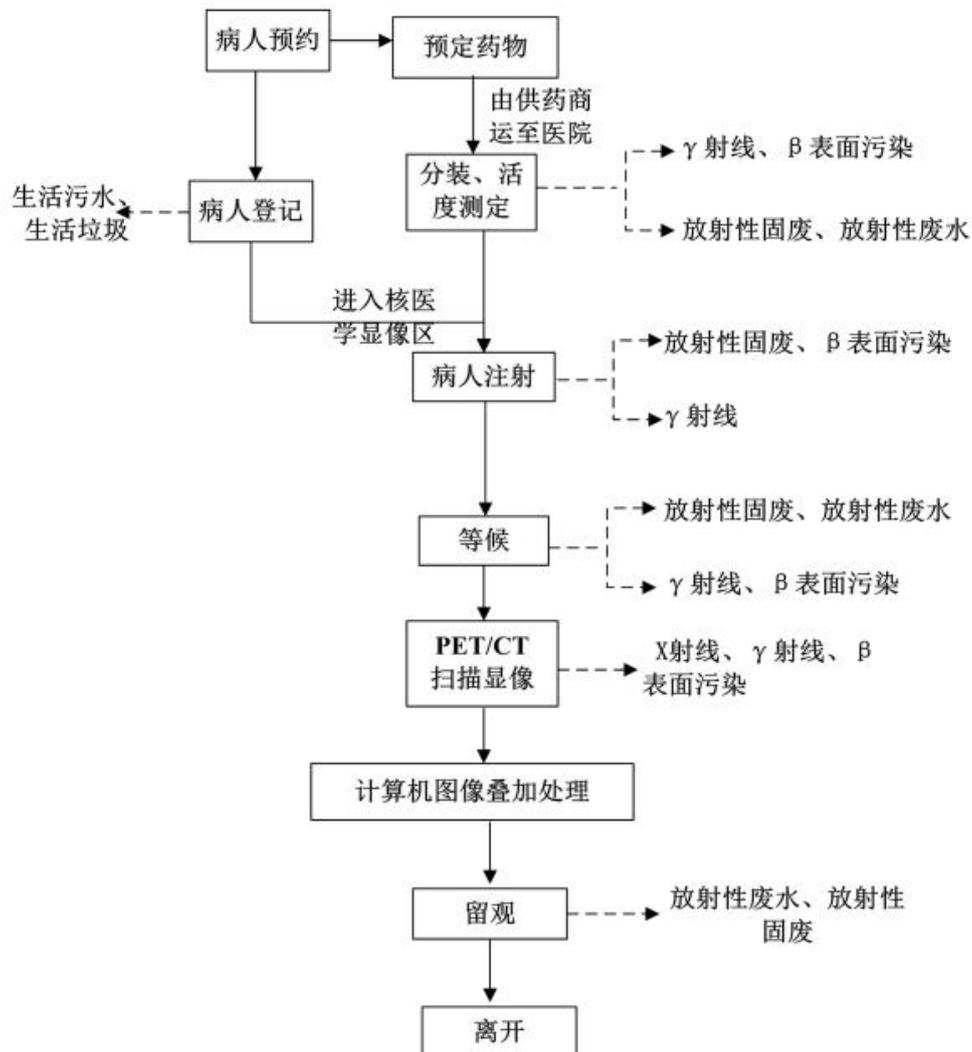


图 9-2 应用正电子放射性药物在 PET/CT 下显像诊断流程图

窗口用来照射人体，形成诊断影像的射线。距靶 1m 处主射束的输出量约为 13.5mGy/mA·m²·min（根据射线衰减原理和 ICRP33 号报告，在不同过滤材质的屏蔽体外剂量率，本项目 PET/CT 额定电压为 140kV，过滤板均 3mmAl），能量不大于 140keV。其射线能量、强度与 X 射线管靶物质、管电压、管电流有关。靶物质原子序数，加在 X 射线管的管电压、管电流越高，光子束流越强。

(1) 漏射线：由 X 射线管发射的透过 X 射线管组装体的射线。

(2) 散射线：由有用线束及漏射线在各种散射体（限束装置、受检者、射线接收装置及检查床、墙壁等）上散射产生的射线。一次散射或多次散射，其强度与 X 射线能量、X 射线机的输出量、散射体性质、散射角度、面积和距离有关。

9.3.2 废气

X 射线、γ射线与空气作用，产生少量的臭氧和氮氧化物等废气。

本项目使用的放射性同位素 ¹⁸F-FDG 为购买成品针剂，操作比较简单，在正常工作情况下均不会产生气溶胶和蒸汽，若由于操作失误，放射性物质泼洒在工作台面或地面，可能会有微量药物挥发进入空气中。

9.3.3 废水

(1) 放射性废水

本项目采用污污分流的方式。放射性废水主要来自病人排泄物；工作人员操作过程中手部可能受到微量 ¹⁸F 标记液污染的洗手水；清洗控制区室内地面、工作台和一些重复使用的医疗器械带有微量 ¹⁸F 标记液的清洗水等。本项目参与放射性药物的操作的 2 名护师淋浴、洗手水按核医学工作人员人员用水定额 50L/人·d 考虑，本项目病人每天平均约 20 人，病人在注射 ¹⁸F-FDG 药物后停留时间总计最多为 1.5 小时，排泄 2 次，使用节水型马桶冲洗，冲洗厕用水及洗手用水 8L/次，项目放射性排水情况见表 9-3。

表 9-3 项目放射性废水排放情况表

用水类别		用水额定	用水规模	用水量 (L/d)	排水量 (L/d)	去向
PET/CT 中心诊断场所	核医学护师	50L/人·班	2 人	100	90	接入衰变池处理后排入医院污水处理设施。
	病人	8L/人·d	20 人	160	144	
	清洁用水	0.1L/m ² ·次	约 132m ² (控制区)	13.2	11.88	
	未预见水量按以上水量的 10%计			27.3	24.6	

	总计	300.5	270.48	
备注：年运营 240 天，清洁用水排水系数取 0.9。				

(2) 非放射性废水

项目其他不接触放射性药物的医生也会产生一定量的普通生活污水，这一部分水直接排入医院污水处理设施处理。其水量核算见表 9-4。

表 9-4 项目非放射性废水用量核算

用水类别	用水额定	用水规模	用水量 (m ³ /d)	排水量 (m ³ /d)	去向
医务人员	50L/d·人·班	8 人	0.4	0.36	直接排入医院污水处理设施处理
病人	10L/人·d	20 人	0.2	0.18	
清洁用水	1.0 L/m ² ·次	约 80m ² (非控制区)	0.08	0.072	
未预见水量	按每日最高用水量的 10%计		0.07	0.06	
合计			0.75	0.68	

备注：年运营 240 天，清洁用水排水系数取 0.9。

9.3.4 固废

(1) 放射性固废

本项目 PET/CT 中心诊断场所控制区产生的废棉签、注射器及试管、清洁用抹布及购置未用完的含 ¹⁸F 放射性药物原液等，产生量约 200kg/a。收集在专用防护废物箱内，每天下班专人统一放至放射性废物暂存间内暂存，达到清洁解控水平后送至项目医院医疗废物暂存间，交有资质单位处置。

本项目 PET/CT 中心诊断场所放射性废气经收集后采用活性炭吸附，活性炭定期更换，产生废活性炭约 0.02t/a。

(2) 非放射性固废

项目主要产生少量生活垃圾，产生情况见表 9-5。

表 9-5 非放射性固废产生情况

序号	固废类别	来源	定额	规模	产生量 (t/a)	合计 (t)	固废性质	处理措施
1	生活垃圾	医务人员	1.5kg/d	8 人	2.88	3.36	一般固废	生活垃圾分类收集，交由市政环卫部门外运处理
		病人	0.1kg/d	20	0.48			

综上，本项目主要污染物产生情况统计汇总见表 9-6。

表 9-6 本项目主要污染物情况统计汇总表

分类	场所	污染物	主要污染因子	产生量
PET/CT 中心诊断场所	PET/CT 机房	电离辐射	X 射线、γ射线、β面污染	X 射线能量不大于 140keV
	分装注射室、注射后候诊室、检查后留观室、卫生通过间	电离辐射	γ射线、β表面污染	γ射线： 0.511MeV
		放射性固废	放射性废物：废棉签、注射器及试管、清洁用抹布、废原液等	200kg/a
			废活性炭	0.02t/a
		放射性废水	患者的排泄物、操作放射性药物人员洗手、淋浴废水等	0.27m ³ /d
	放射性废气	含 ¹⁸ F 废气	少量	
	校准源 ⁶⁸ Ge	电离辐射	γ射线	γ射线： 0.511MeV
		固体废物	退役废源	/
非放射性废水	本项目用房	医疗废水、生活污水	医疗废水、生活污水	0.68m ³ /d
非放射性固废	本项目用房	生活垃圾	医生、病人生活垃圾	3.36t/a

9.4 非密封放射性物质工作场所分级、分类

(1) 非密封源工作场所分级

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 C 提供的非密封源工作场所放射性核素日等效最大操作量计算方法，日等效最大操作量的计算公式如下：

$$\text{日等效操作量} = \frac{\text{实际日操作量} \times \text{核素毒性因子}}{\text{操作规程方式修正因子}}$$

放射性工作场所因操作放射性物质的毒性组别和操作量的不同，产生的放射性

危害的机率也不同，为了便于管理，非密封性工作场所按所用放射性核素日等效最大操作量并考虑操作因素分为甲、乙、丙三级。根据建设单位提供的放射性同位素用量，可以计算本项目使用的放射性同位素日等效最大操作量见表 9-7。

表 9-7 非密封源工作场所分级

核素名称	年最大用量 (Bq)	日最大操作量 (Bq)	毒性组修正因子	操作方式修正因子	日等效最大操作量 (Bq)
¹⁸ F	1.78×10 ¹²	7.4×10 ⁹	0.01	10	7.4×10 ⁶

根据该项目使用的放射性核素的毒性组别、用量及操作因子，本项目日等效最大操作量 7.4×10⁶Bq，根据 GB18871-2002 的分级，核定本项目 PET/CT 中心诊断场所为丙级非密封放射性物质工作场所。

(2) 临床核医学工作场所分类

根据《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)的要求，本项 PET/CT 中心诊断场所房间功能及放射性同位素的使用情况对其进行分类，具体见表 9-8。

表 9-8 本项目 PET/CT 中心诊断场所分类计算

房间名称	非密封性物质操作最大活度 (MBq)	毒性权重因子	操作性质修正因子	该房间操作最大量放射性核素的加权活度 (MBq)	分类
注射窗口	7400	1	1	7400	II
分装台	7400		1	7400	II
分装注射室	7400		1	7400	II
注射后注射后候诊室	7400		10	740	II
放射性废物暂存间	7400		100	74	II
PET/CT 机房	7400		10	740	II
检查后留观室	7400		10	740	II

由上表的计算结果显示，按照《核医学放射防护要求》(GB120-2020)中表 1 工作场所具体分类，本项目注射窗口、分装台、注射后扫描前观察室、扫描后观察室、PET/CT 机房、放射性废物暂存间（核素贮存）、分装注射室核均定为 II 类场所。其室内表面及装备基本放射防护要严格按照 GB120-2020 的要求实施。

表 10 辐射安全与防护

10.1 布局与分区

10.1.1 项目布局

本项目共一层，布置有等候区和候诊大厅（注射前候诊）、更衣间、淋洗间、注射分装室、放射性废物暂存间、注射后候诊息室、检查后留观室、PET/CT 检查机房、控制室等。

10.1.2 机房面积

项目 X 射线装置机房尺寸和标准要求见表 10-1 所示。

表 10-1 机房建设要求对比表

设备名称	机房设计		标准要求		是否满足要求
	最小单边长 (m)	有效使用 (m ²)	最小单边长 (m)	面积 (m ²)	
PET/CT	5.3	43.99	≥4.5	≥30	满足

由表 10-1 可知，本项目 X 射线装置机房最小单边长及机房内最小有效使用面积均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求。

10.1.3 路径规划情况

(1) 项目人流规划

①病人路径规划：PET/CT 中心诊断病人从项目东侧大门进入，候检区登记。

预约了 PET/CT 的病人→病人专用单向防护门进入放射性药物诊断区→注射窗口静脉注射 ¹⁸F-FDG 放射性药物→注射后进入检前候诊室喝水、排泄（在控制区专用厕所内如厕）等待药物代谢至靶器官→PET/CT 机房扫描→扫描后在检后留观室留观→南侧专用通道单向防护门离开。

②PET/CT 技师路线：从项目东侧大门进入候检区后再进入控制室（利用对讲机、视频监控等手段在控制室内指挥病人摆位，操作人员不进入机房）→原路返回。

③操作放射性药物护士路径规划：从事放射性药物分装、注射的 1 名护师从项目东侧卫生通过间进入分装注射室分装、注射窗口注射→按原路径在卫生通过间更衣淋浴进行表面污染监测达标后方可离开。

(2) 项目物流规划

①放射性药物院内路径规划

供货方送至项目处→项目专人手提放射性药物铅罐进入项目南侧放射性药物、废物专用门→分装注射室内核素贮存柜暂存。

②放射性废物运出路径规划

每日下班后，控制区内注射后候诊室、PET/CT 检查室、注射分装室的放射性废物专用污物箱内污物由专人收集至放射性废物暂存间内→放射性废物暂存达到清洁解控水平（一般为 2 天）作为医疗垃圾→放射性药物、废物专用门→医院医疗废物暂存间后交有资质单位处理。

（3）项目气流路径规划

根据项目排风管道布置图可知，PET/CT 中心诊断场所控制区采用单独排风系统，设置管道收集核医学影像诊断控制区内每间房间的废气，通风换气次数为 4 次/h，收集经活性炭吸附后引至项目楼顶排放，排口朝向西侧。风机、活性炭装置均安装项目一层中部门上方招牌处。收集管内设置防倒灌装置并保持负压，保证废气由低放射区至高放射区收集至主管道。

（4）项目废水流向

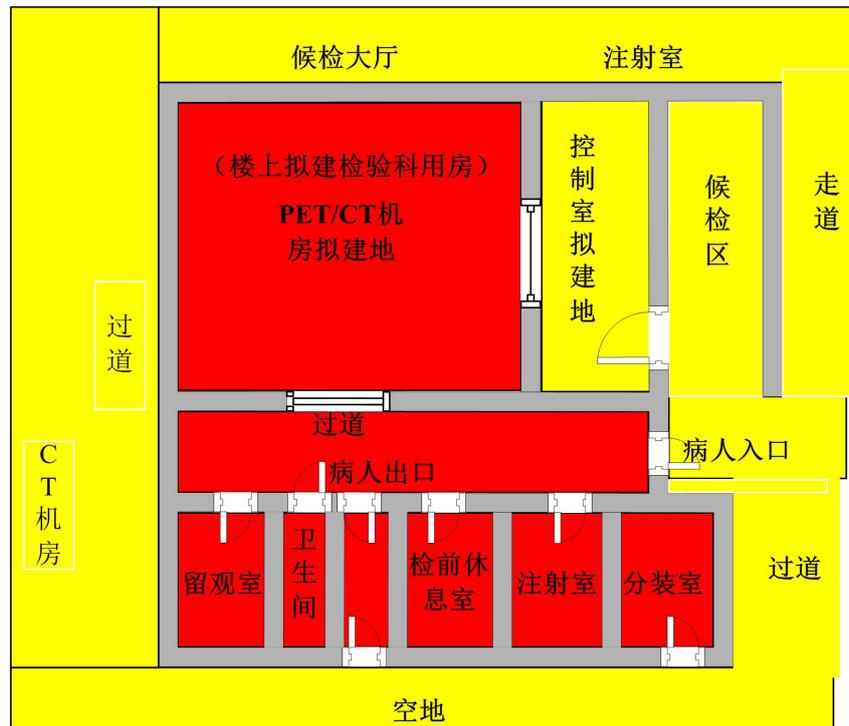
PET/CT 中心诊断场所控制区卫生间排水点接入医院衰变池，经衰变后排入医院污水处理设施处理。

10.1.4 工作场所分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，本项目 PET/CT 中心拟采取分区管理，划分为控制区及监督区，限制无关人员受到不必要的照射。GB18871-2002 定位为“控制区”：在辐射工作场所划分的一区域，在这种区域内要求或可能要求采取专门的防护手段和安全措施；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安全措施但要不断检查其职业照射条件控制区周边的区域”。具体划分见表 10-2 及图 10-1。

表 10-2 本项目控制区、监督区划分

工作场所	控制区范围	监督区范围
PET/CT 中心诊断场所	放射性废物暂存间、分装注射室、放射性废物暂存间、PET/CT 机房、注射后候诊室、检查后留观室、病人区域走廊	控制室、等候区、用房四周墙体外过道、控制区楼上及停车场等



备注：红色为控制区，黄色为监督区

图 10-1 项目分区图

10.1.5 布局合理性分析

综上，各功能用房基本上按照低活性区向高活性区、清洁区向污染区分布的原则进行布置，诊断流程、路线清晰。按照丙级非密封放射性物质工作场所进行控制区、监督区划分。本项目 PET/CT 中心诊断场所医护人员、患者、药物及放射性废物通道独立，可有效避免交叉污染，医护人员高、低活性区分界处设有卫生通过间，注射了放射性药物病人设置有专门厕所，控制区病人进出口、医生通道等均设置门禁，保证单向线路唯一。该布局符合核医学诊断场所功能需要，便于核医学场所辐射防护管理。因此该项目布局合理。

10.2 辐射安全与防护

10.2.1 工作场所装修及防护要求

根据表 9-8，本项目注射窗口、分装台、注射后注射后候诊室、检查后留观室核定为 II 类场所，PET/CT 机房、放射性废物暂存间、分装注射室为 III 类场所。其室内表面及装备基本防护要严格按照 GB120-2020 的要求实施。

表 10-3 本项目 PET/CT 中心诊断场所室内表面及装备结构设计防护与标准对照表

项目	分类	GB120-2020 要求	设计方案	是否符合标准要求
注射窗口、分装台、注射后候诊室、检查后留观室分装注射室、放射性废物暂存间（核素贮存）、PET/CT 机房	II 类	地面：易清洗且不易渗透	地面：PVC 地板胶铺设	是
		表面：易清洗	墙壁表面：乳胶漆	
		通风橱：需要	分装柜上方设有通风橱	
		室内通风：有较好通风	室内通风：设新风系统	
		管道：一般要求	管道：采用耐腐蚀的排污管道	
		清洗及去污设备：需要	清洁及去污设备：配备吸水纸、消毒液等	

由上表可知，本项目 PET/CT 中心诊断场所设计符合《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）中对核医学场所室内表面及装备结构要求。

10.2.2 建设单位拟采取的辐射安全与防护措施

(1) 本项目 PET/CT 中心诊断场所控制区四周墙体采用实心页岩砖+硫酸钡粉，顶棚 30cm 砵+1cmPb 当量的铅木复合板，PET/CT 机房四周墙体采用 24cm 实心页岩砖+6cm 硫酸钡粉，顶棚底板采用 12cm 砵+1cmPb 当量的铅木复合板等，防护门窗均达到 10mmPb 以上。同时严格监理施工过程，保证施工质量。

(2) 按照丙级非密封放射性工作场所管理，注射放射性药物的病人在具有电离辐射警告标志的专用卫生间内入厕。设置工作人员卫生通过间，操作放射性药物的护师离开控制区前应清洗并进行表面污染监测，合格后方可离开。

(3) 拟在本项目 PET/CT 中心诊断场所控制区入口、出口放射性废物暂存间门口等设置电离辐射警告标志，放射性废物桶、核素贮存柜设置电离辐射标志。

(4) 病人专用出入口均为单向防护门，医生通道入口、病人通道入口等处均设置门禁，禁止无关人员入内。

(5) 本项目 PET/CT 中心诊断场所控制区设置清洁间（位于卫生间处），该清洁间拖把仅用于控制区，不可与其他区域清洁拖把混用。

(6) 设置项目控制区和监督区的标识，同时在地面设置病人、医生在项目 PET/CT 中心诊断场所的行走箭头标识，指示各类人员在项目内的活动路径。

(7) 张贴通俗易懂的告知病人流程，在 PET/CT 中心诊断场所控制区病人入

口、出口等区域安装门禁，禁止人员随意不按照规定的路线行走。病人活动区域设置对讲、视频监控装置，指导病人就诊，保持 PET/CT 中心诊断场所良好的就医秩序。

(8) 通过管理措施，尽量避免放射性药物和医生的交叉、受药病人之间的交叉影响、告知病人就诊、离开注意事项。

(9) 核素贮存柜及放射性废物暂存间设置防盗设施，钥匙专人保管，接收、使用放射性药物及放射源及时登记建档，建做到交接账目清楚、账物相符。

(10) 放射性废物每日由专人分类、打包、记录后转移至放射性废物暂存间，建立放射性废物暂存间接收、转移台账。本项目 PET/CT 中心诊断场所地面、墙体表面采用易清洗材料装修。

(11) 分装放射性药物时，通风柜保持负压。核医学工作人员定期检查通风柜及通风风机运行效能，形成检查记录，定期更换活性炭，对于更换的活性炭作为放射性废物处置。

(12) 拟配置移动铅屏风、注射器屏蔽套、带有屏蔽的容器、托盘、镊子、钳子、分装柜屏蔽运输容器、放射性废物桶等辅助用品，具体见表 1-3。

(13) 各防护门和观察窗的生产应由有生产资质的厂家承担，X 射线装置机房内建设的穿越防护墙的导线、导管等不影响墙体的屏蔽防护效果。

(14) 拟在配备铅防护污物箱、铅衣、铅帽、铅眼镜、铅围裙、个人剂量计、表面污染监测仪等个人防护用品和监测设备，具体见表 10-4。

表 10-4 拟配置的个人防护用品和监测设备

序号	设备名称	数量	拟安装/使用位置
1	个人剂量报警仪	2	PET/CT 中心诊断场所使用、注射分装室
2	β 表面污染检测仪	1	卫生通过间、分装注射室
3	个人剂量计	8	每名放射工作人员佩戴
4	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜、铅防护手套	2	分装注射室
5	铅橡胶性腺防护围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子	1	PET/CT 机房内
6	污染防护服	8	卫生通过间、分装注射室

备注：成人防护用品不低于 0.25mmPb。

(15) 放射性药物通道设置标识，禁止无关人员进入该通道。建立核医学诊断场工作制度、受检者管理制度等，约束诊断病人按照指定路线就诊，告知注射放射性药物病人不宜乘坐公共交通。

10.2.3 拟采取辐射安全与防护措施与相关要求的符合性分析

本项目拟采取的辐射安全与防护措施与《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）相关要求对比情况见表 10-5 所示。

根据表 10-5 可知，本项目拟采取的辐射安全与防护措施满足《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）及《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求。

表 10-5 项目辐射防护措施与标准要求对比情况表

标准号	标准要求	项目情况	
GBZ120-2020 GB18871-2002	工作场所 平面布局 和分区	临床核医学的工作场所应按照 GB18871 非密封源工作场所分级规定进行分级，并采取相应放射防护措施。	按照 GB18871，项目 PET/CT 中心诊断场所核定为丙级非密封放射性物质工作场所，并采取了相应的防护措施。
		一般临床核医学的活性实验室、病房、洗涤室、显像室等工作场所属于 GB18871 规定的乙级或丙级非密封源工作场所。为便于操作，针对临床核医学实践的具体情况，可以依据计划操作最大量放射性核素的加权活动，把工作场所分为 I、II、III 类（见附录 G）	分装注射室、注射后扫描前观察室、扫描后观察室、PET/CT 机房、放射性废物暂存间核定为 II 类场所。
		按附录 G 划分的三类核医学工作场所室内表面及装备结构的基本放射防护要求见表 10-4。	根据表 10-4 可知，本项目 PET/CT 中心诊断场所室内及表面装备结构满足要求。
		临床核医学工作场所备有收集放射性废物的容器，容器上应有放射性标志。放射性废物应按长半衰期和短半衰期分别收集，并给予适当屏蔽。固体废物如污染的针头、注射器和破碎的玻璃器皿等应贮于不泄露、较牢固、并有合适屏蔽的容器内。	拟在放射性废物容器张贴放射性标志，放射性废物分类收集在铅污物桶内，衰变 10 个半衰期后作为医疗垃圾处理。
		在医疗机构内部区域选择核医学场址，应充分考虑周围场所的安全，不应邻接产科、儿科、食堂等部门，这些部门选址时也应避开核医学场所。尽可能做到相对独立布置或集中设置，宜有单独出、入口，出口不宜设置在门诊大厅、收费处等人群稠密区域。	按照上述要求进行布局，本项目选址一端，相对封闭，能避免无关人员通过。根据分析，项目布局合理。
		对于单一的诊断工作场所应设置给药前患者或受检者候诊区、放射性药物贮存室、分装给药室（可含质控室）、给药后患者或受检者候诊室(根据放射性核素防护特性分别设置)、质控（样品测量）室、控制室、机房、给药后患者或受检者卫生间和放射性废物储藏室等功能用房	已按照要求设计了给药前患者或受检者候诊区、放射性药物贮存室、分装给药室、给药后患者或受检者候诊室、控制室、机房、给药后受检者卫生间和放射性废物储藏室。
		核医学工作场所平面布局设计应遵循如下原则：a) 使工作场所的外照射水平和污染发生的概率达到尽可能小；b) 保持影像设备工作场所内较低辐射水平以避免对影像质量的干扰；c) 在核医学诊疗工作区域，控制区的入口和出口应设置门锁权限控制	医院将核医学科显像诊断区及病房区分开设置，核医学科显像诊断区位于医技楼南侧，以避免对影像质量。核医学科控制区的入口

		和单向门等安全措施，限制患者或受检者的随意流动，保证工作场所内的工作人员和公众免受不必要的照射；d) 在分装和给药室的出口处应设计卫生通过间，进行污染检测。	和出口设置带门禁的单向门安全措施，在分装室的出口处设计卫生通过间，进行污染检测。
GBZ120-2020	放射防护措施要求	核医学的工作场所应按照非密封源工作场所分级规定进行分级，并采取相应防护措施。	按照要求进行了分级并采取了相应措施，见表 10-3。
		应依据计划操作最大量放射性核素的加权活度对开放性放射性核素工作场所进行分类管理，把工作场所分为 I、II、III 三类。不同类别核医学工作场所用房室内表面及装备结构的基本放射防护要求见表 1。	按照要求对核医学科工作场所进行了分类，见表 9-8，不同类别核医学工作场所用房室内表面及装备结构符合性分析见表 10-3。
		核医学工作场所的通风按表 1 要求，通风系统独立设置，应保持核医学工作场所良好的通风条件，合理设置工作场所的气流组织，遵循自非放射区向监督区再向控制区的流向设计，保持含放射性核素场所负压以防止放射性气体交叉污染，保证工作场所的空气量。合成和操作放射性药物所用的通风橱应有专用的排风装置，风速应不小于 0.5m/s。排气口应高于本建筑物屋顶并安装专用过滤装置，排出空气浓度应达到环境主管部门的要求。	分装工作在密闭的通风橱内进行，风速不低于 1m/s，废气经收集后经活性炭吸附后在引至项目裙楼楼顶南侧排放。
		放射性废液衰变池的设置按环境主管部门规定执行。暴露的污水管道应做好防护设计。	放射性废液衰变池及其污水管道均采用地埋式。
		控制区的入口应设置电离辐射警告标志	控制区的入口拟设置电离辐射警告标志。
		核医学场所中相应位置应有明确的患者或受检者导向标识或导向提示。	控制区内设置明确的患者、受检者导向标识。
		给药后患者或受检者候诊室、扫描室应配备监视设施或观察窗和对讲装置。	给药后受检者的 PET 注射后候诊室拟设置对讲装置。
		应为放射性物质内部运输配备有足够屏蔽的储存、转运等容器。容器表面应设置电离辐射标志。	放射性物质内部运输拟配备有足够屏蔽的储存、转运等容器，容器表面应设置电离辐射标志
	扫描室外防护门上方应设置工作状态指示灯。	PET-CT 机房防护门上方拟设置工作状态指示灯。	
个人防	对操作 ^{68}Ga 、 ^{18}F 等正电子放射性药物和 ^{131}I 的场所，此时应考虑其他的防护措	拟为工作人员配备合适的防护用品和去污用	

护用品、 辅助用品 及去污用 品配备	施，如：穿戴放射性污染防护服、熟练操作技能、缩短工作时间、使用注射器防护套和先留置注射器留置针等措施	品，对陪检者配备铅橡胶防护衣，使用注射器防护套，见表 10-4
	辅助用品根据工作内容及实际需要，合理选择使用移动铅屏风、注射器屏蔽套、带有屏蔽的容器、托盘、长柄镊子、分装柜或生物安全柜、屏蔽运输容器/放射性废物桶等辅助用品。防护通风柜的典型屏蔽厚度参见附录	配备通风橱、铅防护屏、注射器屏蔽套、铅罐、铅屏蔽废物桶长柄镊子等辅助用品，见表 1-3。
放射性 药物操作 的放射防 护要求	操作放射性药物应有专门场所，如临床诊疗需要在非专门场所给药时则需采取适当的防护措施。放射性药物使用前应适当屏蔽。	核医学科显像诊断区设置有分装室、注射室用于放射性药物相关的操作，放射性药物在铅罐、通风橱内操作，注射使用注射器屏蔽套。
	装有放射性药物的给药注射器，应有适当屏蔽。	注射器屏蔽套防护铅当量为 20mmPb
	操作放射性药物时，应根据实际情况，熟练操作技能、缩短工作时间并正确使用个人防护用品。	训练操作放射性药物护士操作技能，拟根据实际情况，熟练操作技能、缩短工作时间并正确使用个人防护用品。
	控制区内不应进食、饮水、吸烟、化妆，也不应进行无关工作及存放无关物品。	拟制定制度，在控制区内拟不进食、饮水、吸烟、化妆，也不进行无关工作及存放无关物品。
	操作放射性核素的工作人员，在离开放射性工作场所前应洗手和进行表面污染检测，如其污染水平超过表 2 规定值，应采取相应去污措施。	在核医学科显像诊断区及病房区均设置卫生通过间，操作放射性核素的工作人员，在离开放射性工作场所前应洗手和进行表面污染检测。
	从控制区取出物品应进行表面污染检测，以杜绝超过表 2 规定的表面污染控制水平的物品被带出控制区	从控制区取出物品拟进行表面污染检测
	放射性物质的贮存容器或保险箱应有适当屏蔽。放射性物质的放置应合理有序、易于取放，每次取放的放射性物质应只限于需用的部分。	拟在核医学科显像诊断区准备间设置核素储存柜，拟在核医学科病房区准备间设置核素储存柜，放射性药物存放在铅罐内。
	放射性物质贮存室应定期进行放射防护监测，无关人员不应入内。	拟对核医学科工作场所进行定期的监测，包

			括准备间核素储存柜。
		贮存和运输放射性物质时应使用专门容器，取放容器中内容物时，不应污染容器。容器在运输时应有适当的固定措施。	贮存和运输放射性物质时拟使用专门容器，取放容器中内容物时，不污染容器。容器在运输时有适当的固定措施。
		贮存的放射性物质应及时登记建档，登记内容包括生产单位、到货日期、核素种类、理化性质、活度和容器表面放射性污染擦拭试验结果等。	贮存的放射性药物拟登记建档，登记内容包括生产单位、到货日期、核素种类、理化性质、活度和容器表面放射性污染擦拭试验结果等。
		所有放射性物质不再使用时，应立即送回原地安全储存。	所有放射性药物不再使用时，拟立即送回放射性废物暂存间内储存。
		当发生放射性物质溢出、散漏事故时，应根据单位制定的放射事故处置应急预案，参照使用 6.1.2 和附录 K 所列用品，及时控制、消除放射性污染；当人员皮肤、伤口被污染时，应迅速去污并给予医学处理。	医院拟制定应急预案，发生放射性物质溢出、散漏事故时，按要求进行处理。
		核医学放射工作人员应按 GBZ 128 的要求进行外照射个人监测，同时对于近距离操作放射性药物的工作人员，宜进行手部剂量和眼晶状体剂量监测，保证眼晶状体连续 5 年期间，年平均当量剂量不超过 20 mSv，任何 1 年中的当量剂量不超过 50 mSv；	核医学放射工作人员拟按要求进行外照射个人监测。
GBZ120-2020	医用放射性废物的放射防护管理要求	放射性废物分类，应根据医学实践中产生废物的形态及其中的放射性核素种类、半衰期、活度水平和理化性质等，将放射性废物进行分类收集和分别处理。核医学常用放射性核素的物理特性参见附录 H。	在核医学科显像诊断区及病房区均设置有放射性废物暂存间，放射性废物拟按要求进行分类。
		设废物储存登记表，记录废物主要特性和处理过程，并存档备案。	拟设废物储存登记表，记录废物主要特性和处理过程，并存档备案。
		放射性废液衰变池应合理布局，池底和池壁应坚固、耐酸碱腐蚀和无渗透性，并有防泄漏措施。	衰变池布置在医技楼东南侧，池底和池壁采用混凝土结构，并涂有防渗材料。
		收集废物的污物桶应具有外防护层和电离辐射警示标志。在注射室、注射后病人候诊室、给药室等位置放置污物桶。	收集废物的污物桶拟设置外防护层和电离辐射警示标志。在注射室、注射后病人候诊室

			等位置放置铅屏蔽废物桶。
		污物桶内应放置专用塑料袋直接收纳废物，装满后的废物袋应密封，不破漏，及时转送存储室，放入专用容器中存储。	污物桶内拟放置专用塑料袋直接收纳废物，装满后的废物袋应密封，不破漏，及时转送存储室，放入专用铅屏蔽废物桶中存储。
		对注射器和碎玻璃器皿等含尖刺及棱角的放射性废物，应先装入利器盒中，然后再装入专用塑料袋内。	对注射器和碎玻璃器皿等含尖刺及棱角的放射性废物，拟先装入利器盒中，然后再装入专用塑料袋内。
		每袋废物的表面剂量率应不超过 0.1 mSv/h，质量不超过 20 kg。	拟制定放射性废物管理制度，每袋废物的表面剂量率应不超过 0.1mSv/h，质量不超过 10kg。
		储存场所应具有通风设施，出入口设电离辐射警告标志。	放射性废物暂存间拟设置通风设施，门上张贴电离辐射警告标志
		废物袋、废物桶及其他存放废物的容器应安全可靠，并在显著位置标有废物类型、核素种类、存放日期等说明。	拟设置安全可靠的废物袋、废物桶及其他存放废物的容器，并在显著位置标有废物类型、核素种类、存放日期等说明。
		废物包装体外表面的污染控制水平： $\beta < 0.4 \text{ Bq/cm}^2$ 。	确保废物包装体外表面的污染控制水平： $\beta < 0.4 \text{ Bq/cm}^2$ 。

10.3 三废的处理

10.3.1 非放射性废物

(1) 固废：本项目主要产生的固废来源于医生、病人及家属产生少量的生活垃圾，生活垃圾交市政环卫部门处理。

(2) 废水：本项目主要产生的非放射性废水来源于医生、未接受放射性药物的病人及家属产生少量的生活污水等，直接排入医院现有污水处理设施处理达标后接入医院市政污水管网最终排入污水处理厂深度处理后排出。

(3) 废气：本项目 PET/CT 运行时产生少量的臭氧和氮氧化物，臭氧和氮氧化物是一种对人体健康有害的气体，消除有害气体对诊断室的影响，关键在于加强室内通风。本项目射线装置运行时输出 X 线功率低，剂量小，光子能量低，产生臭氧和氮氧化物量极少，机房安装有新风系统，能有效保证机房内的通风换气，将室内空气中的有害气体臭氧和氮氧化物浓度降低到国家规定的浓度限值以下。臭氧在空气中分解时间较短（约 0.83h），因此，其废气将很快恢复到原来的空气浓度水平，不会对公众造成危害，对环境带来影响。

10.3.2 放射性废物

(1) 放射性废水

本项目 PET/CT 中心诊断场所卫生通过间、注射后注射后候诊室、检查后留观室卫生间排水点均接入西北侧衰变池，经衰变后排入医院现有污水处理设施处理后排入接入市政污水管网最终排入污水处理厂深度处理后排出。

(2) 放射性固体废物

由污染源分析可知，放射性固体废弃物主要为一次性注射器、手套等物品及购置未用完的含 ^{18}F 放射性药物废原液。核医学显像诊断控制区各放射性废物产生点设置专用防护污物箱，每天下班专人统一放至放射性废物暂存间铅制污物防护桶内暂存，暂存至其活度低于 GB18871 清洁解控水平（10Bq/g）后，作为普通医疗废物处理。

(3) 放射性废气

本项目 PET/CT 中心诊断场所控制区采用单独排风系统，设置管道收集控制区内每间房间的废气，通风换气次数为 4 次/h，收集经活性炭吸附后引至项目楼顶南侧排放，排口朝向西侧。收集管内设置防倒灌装置并保持负压，保证废气由低放射区至高放射区收集至主管道。

表 11 环境影响分析

11.1 施工期环境影响

本项目施工期主要为机房、辅助用房的墙体建设和装修。施工期主要的污染因子有：噪声、扬尘、废水、固体废物等。

(1) 扬尘影响及防治措施

项目施工主要为装修时机械敲打、钻洞墙体等产生的粉尘。其工程量小，影响有限。为减小施工期间扬尘对外界环境的影响，施工单位应做到以下几点：封闭施工现场；加强施工现场管理，进行适当的加湿处理；施工运送建筑垃圾车辆，车厢应严密清洁，避免产生扬尘对周边居民正常生活造成影响。

(2) 废水影响及防治措施

施工期间产生的废水主要表现为施工人员的生活污水。生活污水依托医院现有污水处理设施处理后进入市政污水管网。不会对环境产生影响。

(3) 噪声影响及防治措施

主要来自于机房装修及现场处理等。选取噪音低、振动小的设备操作，合理安排施工时间，不在午休期间和夜间施工。采取上述措施能减轻项目施工期间对外界的影响。

(4) 固体废物及防治措施

主要为建筑垃圾以及施工人员产生的生活垃圾。施工期产生的固体废物应妥善处理，无回收价值的建筑废料统一收集后，运输至合法堆场堆放。生活垃圾医院现有的生活垃圾收集系统收集后交由环卫部门处理。

综上所述，本项目工程量小，施工期短，对外界的影响是暂时的，随着施工期的结束，影响也将消失。通过采取相应的污染防治措施后，本项目对外界的影响小。

11.2 营运期辐射环境影响分析

11.2.1 非密封放射性物质工作场所屏蔽效能核算

(1) 屏蔽核算条件

根据 ^{18}F -FDG 正电子放射性药物物理特性，发射 β^+ 粒子和 γ 射线； β^+ 粒子射程短，穿透力弱，且很快通过湮灭辐射发射 511keV 的 γ 光子， γ 光子穿透力强，仅考虑 γ 射线屏蔽。

(2) 计算公式

$$H_R = A \times f \times R^{-2} \times 10^{-X/TVL} \quad (\text{公式 11-1})$$

式中 H_R : 经屏蔽后关注点的剂量率, $\mu\text{Sv/h}$ 。

A: 药物的放射性活度, MBq。

f: ^{18}F 剂量率常数, 距源 1m 处的周围剂量当量率常数, 单位为 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{MBq}\cdot\text{h}$, 对 ^{18}F 裸源为 $0.143\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{MBq}\cdot\text{h}$; ^{18}F 在人体内的剂量率不同于体外情况, 主要是因组织的吸收有一定程度减少, 患者的吸收因子取 0.36 (取自 Angular width of a narrow beam for X-ray linear attenuation coefficient measurements), 经修正后使用患者剂量率常数为 $0.092\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{h}\cdot\text{MBq})$ 。扫描前患者需要排空, 大约排泄掉给药活度的 15%, 排泄导致的衰减校正因子为 0.85, 假设患者注射药物经至少 45min 后到机房接受检查, 衰变因子为 $\text{EXP}(-0.693 \times 45/110) = 0.75$ 。那么距患者 1m 处的辐射剂量率为: $370 \times 0.85 \times 0.75 \times 0.092 = 21.70\mu\text{Sv/h}$ 。

R: 关注点到“点源”距离, m。对于四周墙体, 参考点距墙体外表面 30cm 处; 考虑顶棚之上 1.0m 处。

X: 屏蔽体的屏蔽厚度, cm。

(3) 计算参数

计算参数见表 11-1。

表 11-1 计算参数

项目	对于裸源单位放射性活度所致体外 1m 处的周围剂量当量率 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2(\text{h}\cdot\text{MBq})^{-1}$	患者体内单位放射性活度所致体外 1m 处的周围剂量当量率 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2(\text{h}\cdot\text{MBq})^{-1}$	TVL			
			铅	混凝土	实心页岩砖	硫酸钡粉
^{18}F	0.143	0.092	16.6mm	176mm	224mm	118mm

注: 正电子发射核素资料来自 AAPM 108-2009

各房间核算条件见表 11-2。

表11-2 各房间屏蔽计算核算条件

机房名称	核算条件	1m 处的辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
PET/CT 机房、走廊	考虑病人候诊期间放射性药物的衰变, 根据候诊时间约为 45-60min (核算时按 45min), PET/CT 机房按单个病人 (1 个病人) 体内活度 315MBq 核算。把注射药物后的病人视为“点源”, 考虑吸收因子和透射因子的影响, ^{18}F 剂量率常数取 $0.092\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{h}\cdot\text{MBq})$ 。则衰变因子为 $\text{EXP}(-0.693\times 45/110)=0.75$ 。 另本项目 PET/CT 中 CT 机为 III 类射线装置, 相对于 γ 光子能量低, 屏蔽 0.511MeV γ 射线即可屏蔽 X 射线, 不再单独核算 X 射线屏蔽。	21.70
核素贮存柜	放射性药物盛装在铅罐中 (铅罐 45mmPb 当量), 活度 7400MBq, ^{18}F 剂量率常数取 $0.143\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{h}\cdot\text{MBq})$ 。	2.06
分装柜	最大持有量情况下, 放射性药物每天分装 1 次, 一次 7400MBq 进行核算。自动分装柜分装, 放射性药物在 45mmPb 当量分装柜内分装, ^{18}F 剂量率常数取 $0.143\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{h}\cdot\text{MBq})$ 。	2.06
分装室、注射室	PET 注射窗口放射性药物活度按每支 370MBq 进行核算, ^{18}F 剂量率常数取 $0.143\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{h}\cdot\text{MBq})$	52.91
注射窗口	放射性药物活度按每支 370MBq (10mCi) 进行核算。 ^{18}F 剂量率常数取 $0.143\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{h}\cdot\text{MBq})$ 。防护当量注射区立屏 25mmPb 当量。	1.65 (注射窗口)
放射性废物暂存间	废液、固废均存放在铅废物防护箱 (20mmPb 当量) 内。放射性废物按 74MBq (取每日用放射性药物活度 1%) 进行核算, ^{18}F 剂量率常数取 $0.143\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{h}\cdot\text{MBq})$ 。	0.66
洗手间	按单个患者 (1 个患者) 体内活度 370MBq 核算。把给药后的患者视为“点源”, 考虑吸收因子和透射因子的影响, ^{18}F 剂量率常数取 $0.0920\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{h}\cdot\text{MBq})$ 。	单个患者: 34.04
注射后扫描前观察室 (考虑 2 人同时候诊)	注射药物后的病人进入休息室, 可同时候诊的 3 个病人, 放射性药物总活度按 1110MBq 核算。把注射药物后的病人视为“点源”, 考虑吸收因子和透射因子的影响, ^{18}F 剂量率常数取 $0.092\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{h}\cdot\text{MBq})$ 。	68.08
扫描后观察室 (考虑 2 人同时留观)	病人留观半个小时后离开, 留观室病人同时容纳 2 人, 则这些病人经注射后扫描前观察室 (至少 45min) 及 PET/CT 检查 (至少 20min), ^{18}F 至少经 65min 衰变, 扫描前患者需要排空, 大约排泄掉给药活度的 15%, 排泄导致的衰减校正因子为 0.85, 衰变因子为 $\text{EXP}(-0.693\times 65/110)=0.66$ 。距患者 1m 处的辐射剂量率为: $740\times 0.85\times 0.66\times 0.092=38.20\mu\text{Sv/h}$ 。	38.20

(4)计算结果

控制区各房间屏蔽效能核算结果见表 11-3。

表11-3 本项目PET/CT 中心诊断场所主要房间屏蔽效能核算结果

房间名称	墙体名称	1m 处周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	距离 (m)	设计厚度	设计厚度下周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
PET/CT 机房	四周墙体	21.79	1	6cm 硫酸钡粉+24cm 实心页岩砖	0.57
	机房防护门		2.7	12mmPb	0.57
	控制室防护门		4.7	12mmPb	0.19
	观察窗		2.6	12mmPb	0.61
	顶棚		3.3	30cm 砼	0.04
注射分装室	东墙	52.91	1	4cm 硫酸钡粉+37cm 实心页岩砖	0.54
	南墙		1	4cm 硫酸钡粉+37cm 实心页岩砖	0.54
	西墙		1	4cm 硫酸钡粉+24cm 实心页岩砖	2.06
	北墙		1	4cm 硫酸钡粉+24cm 实心页岩砖	2.06
	防护门		1	25mmPb	1.63
	顶棚		3.3	12cm 砼+10mmPb 铅木复合防辐射板	1.04
检前休息室	东墙	68.08	1	5cm 硫酸钡粉+24cm 实心页岩砖	2.18
	南墙		1	4cm 硫酸钡粉+37cm 实心页岩砖	0.70
	西墙		1	5cm 硫酸钡粉+24cm 实心页岩砖	2.18
	北墙		1	5cm 硫酸钡粉+24cm 实心页岩砖	2.18
	防护门		1	25mmPb	2.12
	顶棚		3.3	12cm 砼+10mmPb 铅木复合防辐射板	1.33
扫描后观察室 (考虑2人同时留观)	东墙	38.20	1	4cm 硫酸钡粉+24cm 实心页岩砖	1.48
	南墙		1	4cm 硫酸钡粉+37cm 实心页岩砖	0.39
	西墙		1	4cm 硫酸钡粉+37cm 实心页岩砖	0.39
	北墙		1	4cm 硫酸钡粉+24cm 实心页岩砖	1.48
	防护门		1	25mmPb	1.19
	顶棚		3.3	12cm 砼+10mmPb 铅木复合防辐射板	0.75

洗手间	南墙	34.04	1.0	4cm 硫酸钡粉+37cm 实心页岩 砖	0.35
	顶棚		3.3	2cm 砷+10mmPb 铅木复 合防辐射板	0.67
走廊	东侧（进口处）	21.79	3	10mmPb	0.60
	南侧（出口处）		2	10mmPb	1.36

备注：顶棚取楼上 1.0m，PET/CT 机房按照人体挨着墙体位置为源项位置；四周墙体考虑控制区外最薄墙体核算，按照距离源强 1m 处保守考虑，项目楼层净空高约 3.6m。

根据表 11-3 可知，按照项目屏蔽防护设计方案进行建设，本项目核医学控制区墙体外 30cm 处周围剂量当量率均小于 2.5 μ Sv/h。

11.2.3 剂量估算

X- γ 射线产生的外照射人均年有效剂量当量按下列公式计算：

$$H_{Er} = H(10) \times T \times t \times 10^{-3} \quad (11-2)$$

其中： H_{Er} ：X 或 γ 射线外照射人均年有效剂量，mSv；

H(10)：X 或 γ 射线周围剂量当量率， μ Sv/h；

T：居留因子

t：X 或 γ 射线照射时间，小时。

(1) X 射线装置机房外剂量估算

表11-5 PET/CT 机房外剂量估算结果

序号	设备	考虑类型射线类型	墙体外剂量率限值 (μ Sv/h)	年受检时间 (h/a)	年有效剂量当量 (mSv)	
					放射工作人员	公众成员
1	PET/CT	γ 射线	0.61	1200	0.73	0.09

备注：公众成员居留因子取 1/8 进行估算；其中 PET/CT 年受检时间为 4800*15/60=1200h。

(2) PET/CT 中心诊断场所放射工作人员

①操作放射性药物护师（分装、注射）

本项目 PET/CT 中心诊断场所放射工作人员在放射性药品分装、注射等环节与患者距离较近，若不注意防护，则工作人员可能受到大剂量辐射。

分装是在分装柜内自动分装， ^{18}F 距源 1m 处的辐射剂量率为 13.2 μ Sv/h（考虑注

射器 20mm 铅当量防护套，一次最多连续注射 4 人，按每例注射最大用药量 370MBq 计算），注射距离考虑 0.5m，则 ^{18}F 距源 0.5m 处的辐射剂量率为 $52.8\mu\text{Sv/h}$ ，每年患者 4800 人次，注射每次约 0.5min，全年累计 40h，年有效剂量为 2.1mSv。

②PET/CT 技师（摆位、显像）

摆位： ^{18}F 距源 0.5 米处辐射剂量率为 $87.0\mu\text{Sv/h}$ （按每次注射最大用药量 370MBq 计算，考虑吸收因子、透射因子及衰变因子），每年患者 4800 人次，摆位每次约 1min，假设有 1/10 病人需要辅助摆位，全年累计约 8h，年有效剂量为 0.70mSv。

核素显像：核素显像过程中的剂量估算见表 11-6。

表11-6 核医学放射工作人员年有效剂量估算结果

分类	分装、注射 (mSv/a)	核素显像		年有效剂量小计 (mSv/a)
		摆位 (mSv/a)	显像 (mSv/a)	
PET/CT 技师	/	0.70	0.73	1.43
操作放射性 药物护师	2.1	/	/	2.1

由表 11-6 可知，假设由一名操作放射性药物护师、一名 PET/CT 技师完成核医学显像工作，其受到年有效剂量分别为 1.43mSv/a、2.1 mSv/a，根据本项目劳动定员，这两个岗位均配置 2 名放射工作人员，则每名放射工作人员年有效剂量小于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和建设单位制定的年有效剂量管理目标 5.0mSv/a。以上估算仅考虑了注射器 20mm 铅当量防护套的屏蔽，实际工作中，放射工作人员在进行放射性药物操作要求穿戴防护衣、铅防护眼镜等，PET/CT 技师也尽量采用语音指导病人摆位，减少放射工作人员不必要的照射。

(2) 公众成员

根据表 11-3 核算结果，在现有设计条件下，本项目 PET/CT 中心诊断场所控制区墙体外周围剂量当量率均小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。此外项目是个相对封闭的区域，一般公众成员不会到达控制区，公众成员不会受到额外的辐射。因此，项目致公众成员所受的最大年附加剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，可以保证周围公众的安全。

11.2.4 对环境敏感点的影响分析

根据表 11-3 预测结果，结合辐射源为能量流污染及其能量流的传播与距离的平方呈反比的特性，项目周围环境敏感点处周围剂量当量率预测结果见表 11-7。

表 11-7 敏感点处周围剂量当量率预测结果表

序号	敏感点名称	方位	与控制区边界的距离 (m)	控制区边界周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	敏感点仅考虑距离衰减理论预测值 ($\mu\text{Sv/h}$)
1	医技楼 2F	楼上	/	1.33	1.33
2	放射科	西侧	约 3	0.39	0.04
3	放疗中心	西南侧	约 40	0.39	<0.01
4	外科楼	北侧	约 38	0.43	<0.01
5	候诊大厅	东侧	约 5	0.43	0.02
6	煎药房	南侧	约 35	1.36	<0.01
7	停车场	南侧	约 6	1.36	0.04

由上表可知，各敏感点仅考虑距离衰减的情况下，本项目对各敏感点的贡献值已在国家控制限值以内，若考虑实际情况楼板、墙体、泥土、人员穿戴防护用品屏蔽等因素，本项目对各环境敏感点的影响值将更小。

11.2.5 放射性“三废”环境影响分析

(1) 放射性废水影响分析

①放射性废水收集系统

建设单位拟将本项目产生的放射性废水（由注射放射性药物病人排泄、接触放射性药物医护人员洗手、淋浴及控制区清洁用水）设置单独的收集系统，收集放射性废水的管道均采用耐腐蚀的特种管道，放射性废水通过独立管道收集至项目北侧衰变池，衰变池池壁为 15cm 厚钢筋混凝土结构，具有一定的防渗和辐射屏蔽能力，放射性废水排水管网图见附图 6，衰变池平面布置图见附图 8。

②衰变池容积的确定

本评价按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求，本项目放射性废水的排放应满足排放总量限值和浓度限值。本项目衰变池应满足：

(a) 每月排放的总活度不超过 $10\text{ALI}_{\text{min}}$ (ALI_{min} 是相应于职业照射的食入和吸入 ALI 值中的较小者)；

(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。

本评价以 ^{18}F 的排放为对象对核医学衰变池放射防护设计及容积进行计算，计算过程如下：

A、计算 ALI_{\min} 值

年摄入量限值（ALI）：参考人在一年时间内经吸入、食入或通过皮肤所摄人的某种给定放射性核素的量，其所产生的待积剂量等于相应的剂量限值。ALI 用活度的单位表示。根据 GB18871-2002 计算：放射性核素 j 的年摄入量限值（ I_{IL} ）计算公式：

$$I_{\text{IL}}=D_{\text{L}}/e_{\text{j}}$$

式中：

D_{L} ：相应的有效剂量的年剂量限值，mSv。（本项目公众为 1mSv，职业为 20mSv）

e_{j} ：核素 j 的单位摄入量所致的待积有效剂量的相应值，Sv/Bq。

查 GB18871-2002 表 B3， ^{18}F 吸入 $e(\text{g})_{1\mu\text{m}}$ 为 3.0×10^{-11} ， $e(\text{g})_{5\mu\text{m}}$ 为 5.4×10^{-11} ，食入 $e(\text{g})$ 为 4.9×10^{-11} 。由此可得， ^{18}F 的工作人员 ALI_{\min} 为：

$$\text{ALI}_{\min}=D_{\text{L}}/e_{\text{j}}=20\text{mSv}/4.9\times 10^{-11}\text{ Sv/Bq}=4.08\times 10^8\text{Bq}$$

则可以计算 ^{18}F 每月排放的总活度限值： $10\text{ALI}_{\min}=4.08\times 10^9\text{Bq}$ 。

B、每月排放 ^{18}F 衰变至 10ALI_{\min} 所需时间

计算的基本假设：①每名病人 ^{18}F 治疗最大用量： $3.7\times 10^8\text{Bq}$ ；②根据 AAPM Task Group 108: PET and PET/CT Shielding Requirements，给药 2 小时后，膀胱排出活度约 15%-20%，评价保守按照排入衰变池活度为 20%计算，因此，每月 400 名病人总排放 ^{18}F 活度为 $2.96\times 10^{10}\text{Bq}$ ，其衰变至 10ALI_{\min} 约需 13.3h。

C、衰变池容积的确定

项目满负荷每天最大排水量为 $0.27\text{m}^3/\text{d}$ ，由此可计算容纳 13.3h 污水的衰变池容积为 0.15m^3 ，此排水量以及每月排放 ^{18}F 衰变至 10ALI_{\min} 所需时间均从保守角度考虑，已经预留有安全系数，门诊楼东南侧设置了衰变池（1 个化粪池+3 个衰变池），根据建设单位提供衰变池尺寸，总有效容积 25m^3 。经该衰变池衰变后，本项目放射性废水的排放满足 GB18871-2002 排放总量限值要求。

另外，根据《医院污水处理工程技术规范》（HJ2029-2013），衰变池的容积按

最长半衰期同位素的 10 个半衰期计算，则本项目 0.27m³/d 放射性废水经 10 个半衰期衰减需要有效容积 0.21m³，本项目设计衰变池有效容积为 25m³，满足上述技术规范要求。

③放射性废水处理工艺可行性分析

根据建设单位提供资料，放射性废水采用“化粪池+三级推溢式衰变”工艺处理，如工艺图所示，放射性废水先经化粪池厌氧处理后经三级推溢式衰变处理，其他污染因子与普通医疗废水浓度类似，接入医院污水处理设施处理对进水浓度负荷影响不大。由于放射性废水的产生量及浓度存在波动性，因此为了确保安全，废水衰变池排放口留有取样口，确保废水经衰变处理后达到排放标准，严禁将废水稀释后排放。

综上，项目设置有独立的放射性废水收集系统，放射性废水经衰变池处理后，排入医院污水处理设施处理，医院污水处理设施已建成运行多年，能达标排放。因此，项目产生的放射性废水能够得到有效处理，达标排放。

(2) 放射性固废影响分析

本项目产生放射性废物种类单一，均为含 ¹⁸F 废物，¹⁸F 半衰期短，每天下班专人统一放至放射性废物暂存间内暂存至其活度低于清洁解控水平 10Bq/g 后，作为普通医疗废物处理。医疗废物从南侧放射性药物、废物专用门运出再运至医院医疗废物暂存间后交由资质单位处置。项目固废应严格采取以下治理措施：

①严格区分放射性废物与非放射性废物，不可混同处理。应力求控制和减少放射性废物产生量。

②放射性固废应按照医疗废物（危险废物）的管理要求，实行联单管理制度，跟踪固废的处理方式和最终去向，做好产生、衰变时间、数量等相关的记录台账。

③供收集的专用污物桶应具有外防护层和电离辐射警告标志，污物桶放置点应避开工作人员作业和经常走动的地方。

④内装注射器及碎玻璃等物品的废物袋应附加不易刺破的外套（如硬牛皮纸外套）。

另外，对购置未用完的 ¹⁸F 放射性药物废原液，应严格控制其产生，根据病人的实际或预计使用量，根据最优化原则预定放射性药物，对于残余的微量余液应存放在原容器内衰减至达到清洁解控水平（10Bq/g）作为医疗废物处置。

(3) 放射性废气影响分析

项目使用的 ^{18}F -FDG 非气态放射性药物,为防止非正常情况下放射性药物泼洒在工作台面或地面,可能会有微量药物挥发进入空气中。建设单位拟设置专用负压通风橱,放射性药物的分装操作在负压通风橱内进行(风速一般大于 1m/s),食入、吸入等内照射较小,满足《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)相关要求。同时本项目 PET/CT 中心诊断场所控制区采用单独的排风系统收集各房间内废气,收集管内设置防倒灌装置并保持负压,保证废气由低放射区至高放射区收集至主管道。废气出口端设置活性炭吸附装置,风机风量达 $5000\text{m}^3/\text{h}$,放射性废气经活性炭吸附后至引至项目裙楼楼顶南侧排放,排口朝向西侧。项目所在地主导风向为东南风,距离下风向最近建筑医院外科楼约 30m ,本项目非密封放射性物质工作场所的废气经活性炭吸附后排出,经空气稀释后对外科楼影响很小,对周围环境影响很小。

11.3 事故影响分析

11.3.1 辐射潜在事故风险分析

(1) 项目潜在辐射事故风险分析

- 1) 由于误操作,导致较大放射性剂量给药的情况。
- 2) 由于管理不善,导致放射性物品失窃,造成放射性污染事故。
- 3) 操作放射性药物时发生容器破碎、药物泼洒等意外事件,可能污染工作台、地面、墙壁、设备等,甚至造成手和皮肤污染。泼洒的药物挥发将产生少量放射性废气,擦除污染物将产生少量的放射性固体废物。
- 4) 手部有伤仍从事放射性物质操作,可能造成内照射。
- 5) 违反核医学管理规定在 PET/CT 中心诊断场所控制区内吸烟、进食,可能吸入和食入放射性物质造成人员内照射。
- 6) 工作人员存在不良工作习惯,对自身的防护不重视,注射用棉签,一次性手套乱扔,致使室内受到污染,辐射水平增高。

距 ^{18}F 裸源 1m 处的 γ 射线剂量率为 $52.9\mu\text{Sv/h}$ (按每次注射最大用药量 370MBq 计算),在没有防护情况下,接触源的时间不一样,人体受到的损伤不一样。

11.3.2 事故风险危害后果分析

电离辐射引起生物效应的作用是一种非常复杂的过程。目前仍不清楚,但是大多数学者认为放射损伤发生是按一定的阶梯进行的。生物基质的电离和激发引起生物分子结构和性质的变化,由分子水平的损伤进一步造成细胞水平、器官水平的损伤,继

而出现相应的生化代谢紊乱，并由此产生一系列临床症状。

这类症状存在阈值效应，其严重程度取决于剂量大小，只有在剂量超过一定的阈值时才能发生，我们称之为确定性效应，该效应是高水平辐射照射导致细胞死亡，细胞延缓分裂的各种不同过程的结果。确定性效应常出现在短时间间隔内的高剂量照射的情况（急性照射）。除了受控制的医学照射外，高剂量照射一般不会出现在工作场所。因此，确定性效应一般也不会出现在常规的工作场所，仅在事故情况下被观察到。

确定性效应定义为通常情况下存在剂量阈值的一种辐射效应，超过阈值时，剂量越高则效应的严重程度越大。同时不同个体不同组织和器官对射线照射的敏感度差异较大。在非正常情况下，急性大量辐射照射可以造成人或者生物的死亡。成年人敏感部位的确定性效应阈值估计值表 11-8。

表 11-8 成年人敏感部位的确定性效应阈值估计值

组织和效应		在一单次短时照射中受到的总剂量 (Sv)	分很多次的照射或迁延照射中受到的总剂量 (Sv)	多年中每年以很多分次照射或迁延照射接受剂量时的年剂量 (Sv/a)
睾丸	暂时不育	0.15	NA	0.4
	永久不育	3.5~6.0	NA	2.0
晶状体	查出的浑浊	0.5~2.0	5	>0.1
	视力障碍 (白内障)	2.0~10.0	>8	>0.15
骨髓—造血功能低下		0.5	NA	>0.4

备注：表格来自 ICRP, 1984; NA 表示不适用，因为该阈值取决于剂量率而不取决于总剂量。

表 11-11 不同照射剂量对人体损伤的估计

剂量 (Gy)	类型		初期症状和损伤程度
<0.25 0.25~0.5 0.5~1	/		不明显和不易察觉的病变 可恢复的机能变化，可能有血液学的变化 机能变化，血液变化，但不伴有临床症状
1~2 2~4 4~6 6~10	髓型 急性 放射 病	轻度 中度 重度 极重度	乏力，不适，食欲减退 头昏，乏力，食欲减退，恶心，呕吐，白细胞短暂上升后下降 多次呕吐，可有腹泻，白细胞明显降 多次 呕吐，腹泻，休克，白细胞急剧下降

10~50	肠型急性放射病	频繁呕吐，腹泻严重，腹疼，血红蛋白升高
>50	脑型急性放射病	频繁呕吐，腹泻，休克，共济失调，肌张力增高，震颤抽搐，昏睡，定向和判断力减退

备注：来自《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104-2017）和《辐射防护导论》P33。

根据上表可知，本项目 F-18 泼撒后，放射工作人员处理（擦拭、检测）过程受照剂量很小，单次事故照射不会达到发生确定性效应阈值，但可能增加发生随机性效应的概率。但本项目发生极端事故情况下，放射工作人员可能会受到超剂量照射，可能会产生机能变化、血液变化，但不伴有临床症状。

11.3.3 风险防范措施

（1）项目事故风险防范措施

发生在非密封源工作场所的放射事故主要是污染事故，导致人员的照射方式主要是内照射。应急措施从以下几个方面体现：

1) 人员

①尽快消除有害因素，使受照人员尽快撤离现场，检查人员受害程度，采取措施，同时向上级部门报告。

②对疑有污染人员，应进行体表污染监测，确有污染应进行去除污染处理，防止污染进一步扩散；疑有吸入或食入者，应尽早选择适当的促排剂进行促排。

2) 污染控制

放射事故一般处理原则是：控制事故源，防止蔓延。控制事故处理时限，把危害降低到最低限度，控制事故影响。

①控制污染，禁止无关人员出入现场，以防扩大污染范围，在采取控制污染措施时，要注意保护好现场。

②发生场所、地面、设备污染事故时，在确定同位素、范围、水平后，尽快地采取相应的去污措施去污。

③发生放射性液体、气体、气溶胶污染空气事故时，要根据监测数据采取相应吸附、过滤、通风等除污净化措施。

④当人员皮肤、伤口被污染时要迅速除去污染和医学处理。

（2）应急措施

1) 发生少量放射性液体洒落的地面或者操作台时，可立即用吸水纸、纱布等自

外而内螺旋形吸水，换用吸水纸或纱布自外而内擦干，再次基础上用温水仔细清洗污染处，检测安全后方可结束。使用过的吸水纸或纱布视为放射性废物。经检测安全后方可结束。用过的纱布视为放射性废物。当发生人员身体、衣物受到表面污染时，受沾污人员应及时去污，防止污染扩散。体表沾污应用温水加肥皂或者洗涤剂冲洗，配合软毛刷或棉签刷洗。注意操作要轻柔，防止皮肤损伤，去污后经检测合格方能离开。

2) 当发生射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射时，首先应立即切断电源，对可能受放射损伤的人员，应第一时间将伤员撤离到相对安全区域后，采取暂时隔离和应急救援措施。事故中受超剂量照射需转送到指定救治基地进行救治观察者，应及时由救护车转送。

3) 当发生放射源或者放射性药物被盗、丢失时，应第一时间向公司辐射事故应急小组及向生态环境、公安、卫生主管部门和疾病控制机构报告。

4) 去污后建设单位应根据人员受照剂量，判定事故类型和级别，提出控制措施及救治方案，迅速安排受照人员接受医学检查、救治和医学监护。具体处理方法按《核与放射事故干预及医学处理原则》（GBZ113-2006）和《辐射损伤医学处理规范》（卫生部、国防科委文件卫法监发[2002]133号）进行。发生照射事故时，人员接受医学检查或在指定的医疗机构救治，并在2小时内向市生态环境局和卫生主管部门报告

11.4 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辐射危害时，该实践才是正当的。

放射性同位素的应用及X射线装置在医疗诊断方面有其他技术无法替代的特点，对保障健康、拯救生命起了十分重要的作用。本项目营运以后，将为病人提供良好的影像诊断选择，具有明显的社会效益。同时提高体检档次，在项目营运过程中建设单位应掌握好适应证，正确合理地使用诊断性医疗照射。不得将核素显像检查列入对婴幼儿及少年儿童体检的常规检查项目；对育龄妇女腹部或骨盆进行核素显像检查前，应问明是否怀孕；实施放射性药物给药操作时，应当禁止非受检者进入操作现场，因

患者病情需要其他人员陪检时，应当对陪检者采取防护措施。

因此，本项目应用放射性同位素和射线装置对受电离辐射照射的个人和社会所带来的利益远大于其引起的辐射危害，项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

11.5 产业政策符合性

根据《产业结构调整指导目录》（2013年修正）第一类——鼓励类中新型医用诊断医疗仪器设备、微创外科和介入治疗装备及器械、医疗急救及移动式医疗装备、康复工程技术装置、家用医疗器械、新型计划生育器具（第三代宫内节育器）、新型医用材料、人工器官及关键元器件的开发和生产，数字化医学影像产品及医疗信息技术的应用。本项目使用 PET/CT，符合产业政策。

11.6 工作场所选址合理性

项目用房位于长沙市麓山路 58 号湖南省中医药研究院附属医院医技楼 1 楼，场址的辐射环境质量状况良好，项目距离其他办公等环境敏感点较远。项目选址在一楼，人流、物流通道独立，且经核医学显像诊断病人出口远离一般诊疗区，可直接离开。放射性药物、废气、废水、固废等通道独立，规划路径远离一般诊疗区病人，与其独立。从辐射环境护角度分析，项目选址可行。

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

(1) 辐射安全与环境保护管理机构

按照《电离辐射防护与辐射安全基本标准》关于“营运管理”的要求，为确保辐射防护可靠性，维护辐射工作人员和周围公众的权益，履行放射防护职责，尽可能的避免事故的发生，医院应培植和保持良好的安全文化素养，减少因人为因素导致人员意外照射事故的发生。另外，按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条要求：使用 I 类、II 类、III 类放射源，使用 I 类、II 类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作；其他辐射工作单位应当有 1 名具有大专以上学历的技术人员专职或者兼职负责辐射安全与环境保护管理工作。

医院辐射安全防护领导小组成员情况见下表所示。

表 12-1 辐射安全防护领导小组成员名单

序号	姓名	性别	学历	工作岗位	是否专职人员
1	苏新平	男	研究生	院长	否
2	胥新元	男	研究生	副院长	否
3	喻正科	男	本科	副院长	否
3	杨立	男	本科	放射科主任	是
4	黄上	男	本科	医务部部长	否
5	刘靓	女	研究生	医务部干事	否
6	蒋爱华	男	本科	基建科科长	否
7	郭玉星	男	研究生	骨科主任	否
8	彭力	男	本科	/	否
9	海军	男	本科	/	否
10	彭小玉	女	研究生	护理部主任	否
11	刘嵘	男	本科	/	否
12	兰东强	男	研究生	放疗科主任	否
13	邓湘生	男	研究生	微创科主任	否
14	邓毫斌	男	研究生	神经科主任	否

15	肖长江	男	本科	心血管内科主任	否
----	-----	---	----	---------	---

从医院目前配置的辐射领导小组人员学历构成看，绝大部分为本科学历，有一定的管理的能力。本项目开展后，目前医院的管理人员也能满足配置要求。

(2) 放射工作人员配置

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十五条的规定：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。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第二十二条规定：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。根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（公告 2019 年第 57 号），辐射安全与防护培训需求的人员可通过我部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（以下简称培训平台，网址：[ttp://fushe.mee.gov.cn](http://fushe.mee.gov.cn)）免费学习相关知识。原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过我部培训平台报名并参加考核。2020 年 1 月 1 日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效。

根据建设单位资料，本项目医院核医学科公作人员配备情况见下表。

表 12-1 项目已招聘放射工作人员

序号	姓名	年龄	性别	学历	职称	工作岗位	最近一年年剂量	培训合格证
1	颜学兵	45	男	本科	主任医师	放射诊断	0.2mSv	F1407409
2	邱玲玲	34	女	本科	主管护师	放射诊断	0.2mSv	F1804079
3	郭幼麟	26	男	本科	护师	放射诊断	0.2mSv	F1804083
4	彭龙	35	男	本科	主管技师	放射诊断	0.2mSv	F1407051
5	龚逢杰	38	男	本科	技师	放射诊断	0.2mSv	F1407057
6	康复亮	39	男	本科	主治医师	放射诊断	0.2mSv	F1407048
7	贺琨	37	男	本科	护师	放射诊断	0.2mSv	F1407052
8	曹海兵	34	男	本科	物理师	放射诊断	0.2mSv	F1407050

从表 12-1 可知，医院已招聘放射工作人员已培训，在本项目营运前，要求本项

目全部放射工作人员应取得初级培训合格证，并每五年组织一次复训。后续会根据医院发展继续招聘补充放射工作人员。发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。

12.2 辐射安全管理规章制度

(1) 辐射安全管理规章制度

根据环境保护部令第 3 号第十六条规定：使用放射性同位素、射线装置的单位申请领取许可证，应当具备下列条件：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。

目前，建设单位已制定了《PET/CT 检查流程》、《PET/CT 基本操作规范》、《PET/CT 核素显像室工作制度》、《放射性药物管理规定》、《医用放射性废物管理制度》、《辐射安全培训制度》、《放射性同位素使用登记制度》、《个人剂量监测方案》、《放射医生岗位职责》、《设备检修维护制度》、《辐射防护与安全保卫制度》、《辐射安全应急预案》等制度。上述各种制度基本健全，具有一定的可操作性。医院还应不断完善放射工作人员培训计划、放射性药物安全操作规程、辐射监测方案与放射设备维护保养等制度，进一步补充、完善环境影响评价提出的防护措施和管理制度后，医院能满足辐射环境管理要求。

(2) 档案管理

根据环境保护部令第 18 号第二十三条规定：生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当安排专人负责个人剂量监测管理，建立放射工作人员个人剂量档案。个人剂量档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。个人剂量档案应当保存至放射工作人员年满七十五周岁，或者停止辐射工作三十年。

建设单位按照《放射工作人员健康及个人剂量管理制度》的要求，建立了放射工作人员个人剂量档案，包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等，并且组织上岗后的放射工作人员定期进行职业健康检查，两次检查的时间间隔不超过 2 年。

本项目放射工作人员到位后，应认真落实相关制度，将放射工作人员的健康体检报告、个人剂量监测报告、辐射安全培训合格证等建立档案保存。档案信息和保存等按照环境保护部令第 18 号规定执行。

档案资料分以下九大类：“制度文件”、“环评资料”、“许可证资料”、“射

线装置台账”、“监测和检查记录”、“个人剂量档案”、“培训档案”、“年度评估”、“辐射应急资料”。建设单位应根据自身辐射项目开展的实际情况将档案资料整理后分类管理。

(3) 年度评估

根据环境保护部令第18号第十二条规定：生产、销售、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日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

12.3 辐射活动能力评价

建设单位从事辐射活动的的能力情况见表 12-2 所示。

表 12-2 从事辐射活动能力评价

应具备条件	落实情况
使用 I 类、II 类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作；其他辐射工作单位应当有 1 名具有大专以上学历的技术人员专职或者兼职负责辐射安全与环境保护管理工作。	成立了辐射防护领导机构，并指定了 1 名具备本科学历的专人负责射线装置运行时的安全和防护工作。
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。	项目目前拟配置的放射工作人员均已参加培训，并承诺确保放射工作人员按照要求持证上岗，并保证五年一次复训。
使用放射性同位素的单位应当有满足辐射防护和实体保卫要求的放射源暂存库或设备。	拟设置专门贮源保险柜，放射性药品贮存在专用核素贮存柜中。
放射性同位素与射线装置使用场所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	拟在设备机房设置门灯联锁装置、相关场所张贴辐射警告标识，项目 PET/CT 中心诊断场所地面指示箭头指导病人就诊。
配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。使用非密封放射性物质的单位还应当有表面污染监测仪。	各放射工作人员均配备了个人剂量计，配备一定数量的辐射防护用品供放射工作人员和病员使用。拟配置与开展项目相适应的监测仪器及表面污染监测仪。
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。	医院建立健全本项目的相关规章制度。在本项目建成后，将制定齐全各射线装置操作规程，并将操作规程等相关制度在本项目工作场所张贴上墙。
有完善的辐射事故应急措施。	已制定辐射事故应急预案，应定期演练。
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	根据前表分析，项目产生放射性废气、废液、固体废物的处理方案可行。

达标排放的处理能力或者可行的处理方案。	
放射性同位素应当单独存放，不得与易燃、易爆、腐蚀性物品等一起存放，并指定专人负责保管。	订购的放射性同位素拟暂存在专用核素贮存柜内，由专人保管，仅存放放射性药物。
对放射性同位素贮存场所应当采取防火、防水、防盗、防丢失、防破坏、放射线泄漏的安全措施。	拟配置的核素贮存柜为保险柜，药品放在药品铅罐内，核素贮存柜具有防火、防水、防盗、防丢失、防破坏功能。

根据上表可知，因此本项目的管理工作依托医院现有的管理体系，已具备了一定的能力，但还应在本项目建设完成后运营前，针对本项目完善相应管理规定，认真落实上述要求后，医院才具备从事本项目辐射活动的能力。

12.4 辐射环境监测

根据《放射性同位素与射线装置放射安全和防护条例》（国务院第 449 号令）等相关法规和标准，必须对射线类装置使用单位进行个人剂量监测、工作场所监测、开展常规的防护监测工作。

建设单位可配备相应的监测仪器，或委托有资质的单位定期对医用 X 射线装置机房周围环境进行监测，按规定要求开展各项目监测，做好监测记录，存档备查。辐射监测内容包括：

（1）个人剂量监测

对放射工作人员进行个人照射累积剂量监测。要求放射工作人员在工作时必须佩戴个人剂量计，并将个人剂量结果存入档案。个人剂量监测应由具有个人剂量监测资质的单位进行。

监测频率：90 天测读一次个人剂量计；如发现异常可加密监测频率。

（2）工作场所外环境监测

项目建成后应委托有资质的单位对本项目 PET/CT 中心诊断场所周围剂量当量率进行监测，监测包括验收监测和日常监测。监测频度：验收时监测一次；日常监测每年监测一次，监测内容如下表 12-3 所示。

表 12-3 监测内容一览表

科室名称	监测地点	监测项目	限值要求
项目与 PET/CT 中心诊断场所	PET/CT 机房四周及顶棚墙体、防护门外 30cm 处、PET/CT 中心诊断场所控制区墙体、防护门外 30cm 处、顶棚、底板	周围剂量当量率	$\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$
	工作场所	β 表面污染	控制区 $<40\text{Bq/cm}^2$

			监督区<4Bq/cm ² 其他<0.4Bq/cm ²
	放射性固废（每袋废物重量 ≤20Kg）	废物包装外表面	≤0.1mSv/h; β表面污染<0.4Bq/ cm ²

12.4 辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部令第18号）要求，辐射工作单位应建立完善的辐射事故应急方案或具有针对性与操作性的应急措施。

医院设置有放射事件应急处理领导小组，制定了《关于医院辐射事件应急处理的预案》，医院还应在实践中不断完善应急预案。

根据《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》在事故发生后2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向省生态环境厅、市生态环境局、省卫健委等部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

报告联系电话如下：环境保护举报热线电话：12369

湖南省生态环境厅电话：0731-85698110

长沙市生态环境局电话：0731-12345

湖南省卫健委电话：0731-84822000

（1）辐射事故应急措施

事故发生后，除了上述工作外，还应进行以下几项工作：

①确定现场的辐射强度及影响范围，划出禁入控制范围，防止外照射的危害。

②现场处置任务的工作人员应佩带防护用具及个人剂量计。

③应尽可能记录现场有关情况，对工作人员可能受到的事故照射剂量，可针对事故实际情况进行评估，并对工作人员进行健康检查和跟踪，按照国家有关放射卫生防护标准和规范以及相关程序，评估事故对工作人员健康的影响。

④事故处理后必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生的原因，从中吸取经验和教训，必须采取措施防止类似事故再次发生。

12.5 竣工验收

根据《建设项目环境保护管理条例》，工程建设执行污染治理设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”制度。建设项目正式投产运行前，建设

单位应进行自主竣工环保验收。本工程竣工环境保护验收一览表见表 12-4。

表 12-4 环保设施竣工验收要求一览表

序号	验收内容	验收要求	备注
1	环保资料	项目建设的环境影响评价文件、环评批复、有资质单位出具的验收监测报告	齐全
2	环境管理制度	有专人负责，制度上墙	档案管理规范
3	辐射防护与安全措施	<p>①项目 PET/CT 中心诊断场所设置电离辐射警告标志，划分控制区和监督区，在地面设置病人、医生在项目内的行走箭头标识，规定各类人员的活动路径。</p> <p>②核医学室内表面及装备结构要求满足 GB120-2020，控制区墙体屏蔽防护满足要求。</p> <p>③设置卫生通过间，工作人员离开时进行表面污染监测，放射性废物暂存间设防盗门。</p> <p>④设置放射性废气活性炭吸附装置，并设置电离辐射警告标志。</p> <p>⑤机房墙体、防护门、观察窗防护当量满足要求，设置有门灯连锁装置、急停开关、电离辐射警告标志、工作状态指示灯。</p> <p>⑥门与墙搭接满足要求、机房内通风良好。</p> <p>⑦机房内设置对讲装置，观察窗或摄像监控装置。</p> <p>⑧建立完善的就医流程、放射性药物、放射性废物管理台账。</p> <p>⑨配备个人防护用品及辅助防护设施，每个放射工作人员佩戴个人剂量计，项目 PET/CT 中心诊断场所配置表面污染监测仪等监测设备。</p>	齐全
4	人员要求	配备影像技师、影像诊断医师、护士等技术人员，持证上岗，5 年进行 1 次复训	《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等
5	机房面积	PET/CT 机房最小使用面积： $\geq 30\text{m}^2$ ，机房内最小单边长度 $\geq 4.5\text{m}$	GBZ130-2020
6	电离辐射	剂量限制	放射工作人员年有效剂量 $\leq 5\text{mSv}$ 公众成员年有效剂量 $\leq 0.25\text{mSv}$ GB18871-2002
		周围剂量率控制	项目 PET/CT 中心诊断场所控制区边界 30cm 处周围剂量当量率 $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$ 。 机房顶棚、地板、四周墙外、防护门外 30cm 处周围剂量当量率 $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$ 。 GBZ120-2020
		表面污染	(1) 工作台、设备、墙壁、地面： 控制区： $\beta \leq 4 \times 10\text{Bq/cm}^2$ ；监督区： $\beta \leq 4\text{Bq/cm}^2$ ； (2) 工作服、手套、工作鞋：控制区/监督区： $\beta \leq 0.4\text{Bq/cm}^2$ ； GB18871-2002

			(3) 手、皮肤、内衣、工作袜: $\beta \leq 4 \times 10^{-1} \text{ Bq/cm}^2$ 。	
7	放射性废水	衰变池及放射性废水收集管道采用防渗、防腐蚀材料, 医院总排口总 $\beta < 10 \text{ Bq/L}$; 总 $\alpha < 10 \text{ Bq/L}$;		GB18466-2005
8	放射性固废	设置废物间用于暂存项目产生放射性废物, 废物间内设置铅防护污物桶, 按放射性固废沾染核素类型、时间分类收集, 单独暂存衰变。各放射性废物包装袋上设置标签, 标注放射性废物的基本情况。废物衰变至清洁解控水平后作为普通医疗废物交有资质单位处置。每袋废物(重量 $\leq 10 \text{ kg}$)的表面辐射剂量率 $\leq 0.1 \text{ mSv/h}$; 废物包装盒外表面: $\beta < 0.4 \text{ Bq/cm}^2$ 。		GBZ120-2020、 GBZ133-2009
9	放射性废气	在项目核医学科分别设置两套独立的机械排风系统, 各支管设置止回阀, 汇入主管, 分装室通风橱由专业厂家提供带高效过滤器的排风装置, 通风橱风速不低于 0.5 m/s 。主管均设置活性炭吸附装置, 主管高于 6F 顶排放。		GBZ120-2020、

表 13 结论与建议

13.1 结论

(1) 项目概况

湖南省中医药研究院附属医院“PET/CT 建设项目”位于长沙市岳麓区麓山路 58 号湖南省中医药研究院附属医院医技楼 1 楼。

项目拟使用非密封放射性药物 ^{18}F -FDG（氟代脱氧葡萄糖）并配置的 1 台 PET/CT 开展核医学影像诊断工作。其中 PET/CT 机属于 III 类射线装置，PET/CT 使用 V 类放射源（1 枚 ^{68}Ge ）作为校准源。经核定项目 PET/CT 中心属于非密封放射性物质丙级工作场所。项目总建筑面积约 192m^2 ，总投资 1700 万元，其中环保投资约 280 万。

(2) 实践正当性

使用 X 射线装置及放射性同位素的配置对受电离辐射照射的个人和社会所带来的利益远大于其引起的辐射危害，项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

(3) 产业政策符合性

项目属于中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 9 号《产业结构调整指导目录》（2011 年本，2013 年修正）中第一类——鼓励类，符合国家产业政策。

(4) 辐射环境现状

根据监测统计结果可知，拟建项目所在位置 γ 剂量率的监测值在 $97\text{nGy/h}\sim 104\text{nGy/h}$ 之间，与《2018 年全国辐射环境质量报告》（中华人民共和国生态环境部）中长沙市多个点位的 2018 年环境地表 γ 辐射空气吸收剂量率测量值 $61.3\text{-}112.2\text{nGy/h}$ 相比较处于本底涨落范围内。项目周围环境的辐射环境质量现状无异常。

(5) 选址合理性

项目用房位于长沙市岳麓区麓山路 58 号湖南省中医药研究院附属医院医技楼 1 楼，场址的辐射环境质量状况良好，本项目属于医院一部分，业务相互衔接，项目距离其他办公等环境敏感点较远。项目选址在一楼，人流、物流通道独立，且经核医学显像诊断病人出口远离一般诊疗区，可直接离开。放射性药物、废气、废水、固废等通道独立，规划路径远离一般诊疗区病人，与其独立。从辐射环境保护角度分析，项目地址可行。

(6) 布局合理性分析

项目各功能用房基本上按照低活性区向高活性区、清洁区向污染区分布的原则进行布置，诊断流程、路线清晰。项目医护人员、患者、药物及放射性废物通道独立，可有效避免交叉污染，医护人员高、低活性区分界处设有卫生通过间等，控制区病人进出口、医生通道等均设置门禁，保证单向线路唯一。放射性废气、废水、固废处理措施有效布局合理，满足《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）的要求。

(7) 辐射防护与安全措施结论

①项目控制区四周墙体采用 4cm 硫酸钡粉+37cm 实心页岩砖、顶棚、底板 30cm 混凝土+5cm 硫酸钡粉，控制区内部房间墙体主要采用 37cm 实心页岩砖+5cm 硫酸钡粉等，防护门窗达到 8-25mmPb。同时严格监理施工过程，保证施工质量。

②按照丙级非密封放射性工作场所管理，注射放射性药物的病人在具有防护标志的专用卫生间内入厕。设置工作人员卫生通过间，操作放射性药物的医生离开控制区前应清洗并进行表面污染监测，合格后方可离开。

③在项目 PET/CT 中心诊断场所控制区入口、出口、衰变池表面、放射性废物暂存间门口等设置电离辐射警告标志。

④PET/CT 机房门外拟设置电离辐射警告标志、放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯；工作状态指示灯和与机房门联动。

⑤设置项目控制区和监督区的标识，同时在地面设置病人、医生在项目 PET/CT 中心诊断场所的行走箭头标识，指示各类人员在项目内的活动路径。

⑥张贴通俗易懂的告知病人流程，在核医学控制区病人入口、出口、放射性药物工作人员入口等区域安装门禁，禁止人员随意不按照规定的路线行走。病人活动区域设置对讲、视频监控装置，指导病人就诊，保持核医学工作场所良好的就医秩序。

⑦通过管理措施，尽量避免放射性药物和医生的交叉、受药病人之间的交叉影响、告知病人离院注意事项。

⑧放射性药物核素贮存柜及放射性废物暂存间设置防盗设施，钥匙专人保管，以确保放射性药品的安全。接收、使用放射性药物及放射源及时登记建档，建做到交接账目清楚、账物相符。

⑨放射性废物每日由专人分类、打包、记录后转移至放射性废物暂存间，建立放射性废物暂存间接收、转移台账。核医学科用房地面采用地面、墙体表面采用易清洗

材料装修，所有管线均为暗装。

⑩分装放射性药物时，通风柜保持负压，通风管道经放射性废气从低活性区向高活性区收集，核医学工作人员定期检查通风柜及通风风机运行效能，形成检查记录，定期更换活性炭，对于更换的活性炭作为放射性废物处置。

⑪各防护门和观察窗的生产应由有生产资质的厂家承担，其搭接长度不小于缝隙的 10 倍。机房内建设的穿越防护墙的导线、导管等不影响墙体的屏蔽防护效果。

⑫X 射线装置有用射线束的方向，避开防护门、观察窗等区域。机房设计通风换气不小于 4 次/h，保证机房内良好的通风。

⑬拟在配备铅防护污物箱、铅衣、铅帽、铅眼镜、铅围裙、个人剂量计、表面污染监测仪和 X-γ辐射监测仪等个人防护用品和监测设备。

经分析，本项目拟采取的辐射安全与防护措施满足《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）及《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求。

（7）环境影响分析结论

①辐射环境影响分析

在现有建设条件下，项目控制区墙体外的瞬时剂量小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，各房间四周墙体及顶棚设计厚度均满足辐射屏蔽的要求。

通过核算，本项目放射工作人员和公众成员的年附加有效剂量均满足本环评的剂量管理目标的要求（辐射工作人员 5mSv/a ，公众成员 0.25mSv/a ），符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871—2002）及相关标准的要求。

②废气影响

X 射线装置运行中 X 射线与空气电离，产生少量的臭氧和氮氧化物，项目设置新风系统，可满足 X 射线装置室内通风换气需要，不会对公众造成危害，对环境带来影响。

③放射性“三废”污染防治措施

项目产生放射性废水全部接入项目西北侧衰变池内处理后排入医院现有污水处理设施处理后再通过市政污水管网进入污水处理厂深度处理后排入湘江。

项目放射性固体废物收集在专用污物桶内，将污物桶内的固体废弃物连同垃圾袋存放到放射性废物室内，暂存至其活度低于 GB18871 清洁解控水平后，作为普通医疗废物处理。放射性固废应按照医疗废物的管理要求，实行联单管理制度，跟踪固废的

处理方式和最终去向，做好产生、衰变时间、数量等相关的记录台账。严格区分放射性废物与非放射性废物，不可混同处理，力求控制和减少放射性废物产生量。

项目 PET/CT 中心诊断场所各房间废气经分支管道收集汇至主管道，主管道内安装活性炭吸附装置，放射性废气经活性炭吸附后引至项目楼顶排放。活性炭应定期更换，更换下来的活性炭过滤网按放射性固体废物处理。校准源为 V 类放射源，当密封源退役处理时，废密封源由厂家回收。

④非放射性废水、固废污染防治措施

项目控制区域外产生的普通生活污水直接排入医院现有污水处理设施处理后排入市政污水管网，然后通过市政污水管网进入污水处理厂深度处理后排入湘江。

项目产生的少量生活垃圾交环卫部门处理。

(8) 辐射安全管理

本项目拟配置放射工作人员目前均能保证持证上岗，工作时还应保证放射工作人员必须佩戴个人剂量计，定期进行检查并安排健康体检。建设单位还应不断完善就医流程、操作、管理及辐射防护制度、人员培训、工作场所监测等制度，配备相关应急物资并定期开展应急演练等，以满足环保部令第 3 号和 18 号令的要求。在今后的工作中，加强管理，杜绝辐射事故的发生。

综上所述，湖南省中医药研究院附属医院 PET/CT 建设项目在完善相应的污染防治措施和管理措施后，项目运行时对周围环境和人员产生的影响满足环境保护的要求。在项目运行中，只要严格落实各项污染防治措施和环境保护措施，按照有关法规和安全操作的要求进行，不会对公众造成影响。因此，从环境保护的角度来看，该项目的建设是可行的。

13.2 建议

(1) 加强对设备的性能检测和维护管理，严格杜绝在非正常工况下，对受检者或患者进行照射。同时定期检查各项辐射防护措施的有效性，如辅助防护设施、联锁装置等，确保项目辐射环境安全。

(2) 项目在正式投运前应取得《辐射安全许可证》，在许可范围内开展工作。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：

公章

经办人

年 月 日

审批意见：

公章

经办人

年 月 日

附件 1：委托书

委托书

长沙宏伟环保科技有限公司

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》和《建设项目环境保护管理条例》等有关法律规定和要求，我单位特委托贵公司承担“湖南省中医药研究院附属医院 PET 影像诊断建设项目的环境影响评价工作。

特此委托！

委托单位（盖章）：湖南省中医药研究院附属医院

委托日期：2021 年 03 月 10 日



湖南省中医药研究院附属医院文件

附院行发〔2020〕26号

湖南省中医药研究院附属医院 关于成立辐射安全防护领导小组的通知

各科室：

为认真贯彻国务院第 449 号令和国家环保总局第 31 号令，为加强辐射安全防护工作，保障辐射工作者和受检、受治患者的健康和安全，防止有害的非随机性效应，并将随机效应的发生率限制到可以接受的水平，我院成立辐射防护安全管理领导小组，以加强辐射安全防护工作的监督和指导，领导小组成员如下：

组 长：苏新平

副组长：胥新元 喻正科

成 员：黄 上 郭玉星 彭 力 海 军

蒋爱华 彭小玉 刘 嵘 杨 立

兰东强 邓湘生 肖长江 邓毫斌

陆 胜 刘 靛

湖南省中医药研究院附属医院

2020年9月8日



长沙市鹏悦环保工程有限公司

检测报告

鹏辐（检）[2020]094号

项目名称：湖南省中医药研究院附属医院核技术利用项目

委托单位：湖南省中医药研究院附属医院

报告日期：二〇二〇年九月



检测报告说明

- 一、 由委托检测单位自行采样送检的样本，报告只对送检的样本负责，不作为验收、成果鉴定、评价用。
- 二、 报告无本公司业务专用章无效。
- 三、 报告出具的数据涂改无效。
- 四、 报告无审核、签发者无效。
- 五、 对检测报告若有异议，应于收到报告之日起十五日内向我公司提出书面意见，逾期不予受理。但对不能保存的特殊样品，本公司不予受理。
- 六、 报告未经同意，不得用于广告宣传。
- 七、 未经同意，不得复制本报告；经批准的报告必须全文复制，复制的报告未重新加盖本公司业务专用章无效。

单位：长沙市鹏悦环保工程有限公司

地址：长沙市雨花区万家丽中路三段120号和景园四栋504室

邮编：410014

电话：0731-88033266



检验检测机构 资质认定证书

证书编号: 161812050507

名称: 长沙市鹏悦环保工程有限公司

地址: 长沙市雨花区万家丽中路三段120号和景园四栋504室/410014

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责任由长沙市鹏悦环保工程有限公司承担。

许可使用标志



发证日期: 2016年 05月 06日

有效期至: 2022年 05月 05日

发证机关: 湖南省质量技术监督局

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。

保用

受湖南省中医药研究院附属医院委托，长沙市鹏悦环保工程有限公司于2020年9月28日对该医院（E: 116°41'33", N: 39°91'09"）的1台PET/CT拟安装地周围的辐射环境进行了检测。

一、检测项目：地表γ辐射剂量率。

二、检测方法：

检测方法	检测依据
仪器法	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 《环境地表γ辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-93)

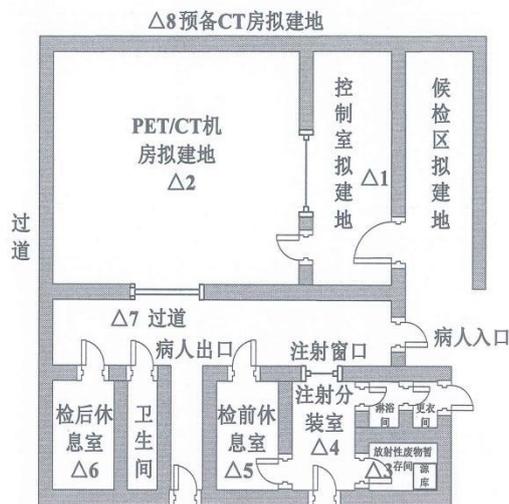
三、检测仪器及检定：

仪器名称	仪器型号	出厂编号	计量检定证书编号	有效日期
X、γ剂量率仪	RM-2030	2886	hnjln2019102-269	2020.11.19

四、检测结果：

1、医技楼一楼PET/CT拟安装地检测结果：

1) 检测点位示意图：



备注：△为检测点位置。

长沙市鹏悦环保工程有限公司 章

2) 检测结果:

序号	测量位置	地表γ辐射剂量率 (nGy/h)					
		测量值					计算值
		1	2	3	4	5	
1	控制室拟建地	101	100	98	99	100	100±1
2	PET/CT 机房拟建地	102	104	100	103	102	102±1
3	放射性废物暂存间拟建地	99	101	97	100	100	99±2
4	注射分装室拟建地	101	102	104	103	104	103±1
5	检前休息室拟建地	101	103	102	102	101	102±1
6	检后休息室拟建地	102	100	99	102	101	101±1
7	过道	101	100	98	100	99	100±1
8	预备 CT 机房拟建地	101	103	102	98	97	100±3

(以下空白)

编制人: 肖鹏
2020年9月29日

审核: 饶石龙
2020年9月29日

签发: 李学峰
2020年9月30日
长沙市鹏悦环保工程有限公司
检测专用章 (盖章)

附件4：辐射安全许可证



填写说明

一、本证由发证机关填写（正本尺寸为：25.7×36.4厘米，副本采用大32开本，14×20.3厘米）。

二、证书编号

证书编号形式为：A环编号[序列号]。A为各省的简称，环境保护部简称国；序列号为5位。

三、种类和范围

(一) 种类分为生产、销售、使用。

(二) 正本内，范围分为I类放射源、II类放射源、III类放射源、IV类放射源、V类放射源、I类射线装置、II类射线装置、III类射线装置。

副本内，范围写明放射源的核素名称、类别、总活度，非密封放射性物质工作场所级别、日等效最大操作量，射线装置的名称、类别、数量。

(三) 正本内，种类和范围填写种类和范围的组合，如生产I类放射源和II类放射源，销售和使用II类射线装置。特别的，生产、销售、使用非密封放射性物质的，种类和范围填写甲级非密封放射性物质工作场所、乙级非密封放射性物质工作场所或丙级非密封放射性物质工作场所。

建造医射线装置的填写销售（含建造）I类射线装置。

四、“日等效最大操作量”、“工作场所等级”按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）确定。

五、许可内容明细表为活页。



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	湖南省中医药研究院附属医院		
地址	长沙市岳麓区麓山路59号		
法定代表人	苏新平	电话	0731-89813292
证件类型	身份证	号码	430103196308181517
涉源部门	名称	地址	负责人
	放射科	麓山路59号	苏新平
	口腔科	麓山路88号	苏新平
	介入中心	麓山路88号	邓继生
	放疗中心	麓山路59号	兰东强
	新介入中心	麓山路59号	邓继生
	超声科	麓山路59号	苏新平
种类和范围	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	湘环辐证(022949)		
有效期至	2023年10月18日		
发证日期	2019年10月19日(发证机关章)		

再复印无效



活动种类和范围

(三) 射线装置

证书编号：湘环辐证[02349]

序号	装置名称	类别	装置数量	活动种类
1	Integratis Allura 2005k	II类	1	使用
2	Clinac 型直线加速器	II类	1	使用
3	Digital Diagnost 3008	III类	1	使用
4	Z007-501P型数字胃肠机	III类	1	使用
5	CERTIPHOS X0 Scopix牙科全景机	III类	1	使用
6	Brilliance 64型 CT	III类	1	使用
7	模拟定位机	III类	1	使用
8	Z007-502P型放疗机	III类	1	使用
9	Brilliance 16型 CT	III类	1	使用
10	普密度仪	III类	1	使用
11	飞利浦310 FD 30 3005A	II类	1	使用
以下空白				

活动种类和范围

(二) 非密封放射性物质

证书编号：湘环辐证[02349]

序号	工作场所名称	场所等级	核素种类	日等效最大操作量(Bq可)	年最大用量(Bq可)	活动种类
1	核医学科	乙级	1-135I 75Se	2.37E+7	7.1E+11	使用
以下空白						



台帐明细登记

(三) 射线装置

证书编号: 湘环辐证[02349]

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	模拟定位机		III类	放射治疗模拟定位装置	医技楼一楼	来源 去向		
2	Clinac型直线加速器	Clinac型 15MV	II类	电子束能量小于100keV电子束的医用加速器	放疗中心负一楼	来源 去向		
3	Intensar-Allura IGA	Intensar Allura	II类	血管造影用X射线装置	医技楼一楼介入中心	来源 去向		
4	Brightness 16型 CT	Brightness 16	III类	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	医技楼一楼	来源 去向		
5	ZKXZ-50P型X光机	ZKXZ-50P型	III类	医用诊断X射线装置	医技楼一楼	来源 去向		
6	Digital Diagnostic II	Digital Diagnostic II	III类	医用诊断X射线装置	医技楼一楼	来源 去向		
7	ZKXZ-80型数字胃肠机	ZKXZ-80型	III类	医用诊断X射线装置	医技楼一楼	来源 去向		
8	Intensar 20 2001 IGA	Intensar 20 2001	II类	血管造影用X射线装置	介入中心	来源 去向		

再复印无效

台帐明细登记

(三) 射线装置

证书编号: 湘环辐证[02349]

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	Optima 3000ct 口腔全景机	Optima 3000ct	III类	口腔(牙科)X射线装置	医技楼一楼, 牙科全景机房	来源 去向		
10	Brightness 64型 CT	Brightness 64	III类	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	医技楼一楼	来源 去向		
11	普密度位	MEDI190	III类	医用诊断X射线装置	医技楼一楼	来源 去向		
	以下空白					来源 去向		
						来源 去向		
						来源 去向		
						来源 去向		
						来源 去向		
						来源 去向		
						来源 去向		

附件5：医院现有放射设备一览表

医院已许可的现有放射诊疗设备及分布与分类情况一览表

设备名称	型号	生产厂家	数量	管电压 (kV)	管电流 (mA)	具体位置 (详细到大楼楼层及科室)	所在 楼层	验收情况	办证情况
直线加速器	Clinac23EX	瓦里安	1	X线最大能量 15mv		放疗中心	负一楼	已验收	有证
数字平板血管造影系统	UNIQ FD 20	飞利浦	1	125kv	1250mA	医技楼介入中心	一楼	已验收	有证
16排CT	Brilliance CT16	飞利浦	1	140kV	1500mA	医技楼放射科	一楼	已验收	有证
DR	Digital Diagnost	飞利浦	1	150kV	1100mA	医技楼放射科	一楼	已验收	有证
X光机	ZKXZ-50P	上海中科	1	100kV	320mA	医技楼放射科	一楼	已验收	有证
64排CT	Brilliance CT64	飞利浦	1	140kV	500mA	医技楼放射科	一楼	已验收	有证
牙科全景机	ORTHOPH OSXG 5 ceph	Sirona Dental Systems GmbH	1	90kV	10mA	医技楼放射科	一楼	已验收	有证
骨密度仪	MEDIX90	MEDILINK SARL	1	75KV	2mA	医技楼放射科	一楼	已验收	有证
模拟定位机	-	-	1	-	-	医技楼放射科	一楼	已验收	有证
数字胃肠机	ZKXZ-80P	上海中科	1	100kV	320mA	医技楼放射科	一楼	已验收	有证
数字影像增强血管造影系统	INTEGRIS	飞利浦	1	125kv	1000mA	医技楼介入中心	一楼	已验收	有证



附件6：辐射防护初级培训证书

辐射安全与防护培训

合格证书

(印章)

姓名：邱玲玲 性别：女

身份证号：370983198612224924

工作单位：湖南省中医药研究院附属医院

从事辐射
工作类别：放射诊断

邱玲玲 同志于 2018 年 1 月 20 日至 2018 年 1 月 21 日在 长沙 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，特发证书。

证书编号：F1804079

湖南省
环境保护厅监制
2018年1月21日
培训专用章

辐射安全与防护培训

合格证书



郭幼勋 同志于 2018 年 1 月
20 日至 2018 年 1 月 21 日在
长沙 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，特发证书。

姓名：郭幼勋 性别：男
身份证号：4304821994090683X
工作单位：湖南省中医研究院附属医院
从事辐射
工作类别：放射诊断



证书编号：F1804083

依照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令449号）规定：

第三条 国务院环境保护主管部门对全国放射性同位素、射线装置的安全和防护工作实施统一监督管理。

第二十八条 生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位，应当对直接从事生产、销售、使用活动的工作人员进行安全和防护知识教育培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。

依照《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）：

第十七条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照环境保护部审定的辐射安全培训和考试大纲，对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。

第三十九条 设区的市级、县级人民政府环境保护主管部门辐射防护安全监督员应当具备大专以上学历，并通过初级以上辐射安全培训。

第五十五条 违反本办法规定，生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位有下列行为之一的，由原辐射安全许可证发证机关给予警告，责令限期改正；逾期不改正的，处一万元以上三万元以下的罚款：

(三) 未按规定对辐射工作人员进行辐射安全培训的。



姓名：颜仁兵
 性别：男
 身份证号码：430424197510050038
 文化程度：
 工作单位：湖南中医药大学附属医院
 岗位类别：放射科住院医师
 证件编号：71407049



初训证明

时间	地点	学时	合格与否
2016.6.16	长沙	16	合格
培训机构(章)		核定(章)	

复训证明

时间	地点	学时	合格与否
2018.12.1	长沙	16	合格
培训机构(章)		核定(章)	

复训证明

时间	地点	学时	合格与否
培训机构(章)		核定(章)	

复训证明

时间	地点	学时	合格与否
培训机构(章)		核定(章)	

依照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院令449号)规定:

第三条 国务院环境保护主管部门对全国放射性同位素、射线装置的安全和防护工作实施统一监督管理。

第二十八条 生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位,应当对直接从事生产、销售、使用活动的工作人员进行安全和防护知识教育培训,并进行考核;考核不合格的,不得上岗。

依照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环境保护部令18号):

第十七条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位,应当按照环境保护部审定的辐射安全培训和考试大纲,对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训,并进行考核;考核不合格的,不得上岗。

第三十九条 设区的市级、县级人民政府环境保护主管部门辐射防护安全监督员应当具备大专以上学历,并通过初级以上辐射安全培训。

第五十五条 违反本办法规定,生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位有下列行为之一的,由原辐射安全许可证发证机关给予警告,责令限期改正;逾期不改正的,处一万元以上三万元以下的罚款:

(三)未按规定对辐射工作人员进行辐射安全培训的。



姓名: 彭涛

性别: 男

身份证号码: 420981198510265050

文化程度:

工作单位: 湖南省中医院研究院附属医院

岗位类别: 放射科门诊医师

证件编号: F1407051

初训证明

时间	地点	学时	合格与否
2016.6.16	长沙	16	合格
培训机构(章)		核定(章)	

复训证明

时间	地点	学时	合格与否
2018.12.1	长沙	16	合格
培训机构(章)		核定(章)	

复训证明

时间	地点	学时	合格与否
培训机构(章)		核定(章)	

复训证明

时间	地点	学时	合格与否
培训机构(章)		核定(章)	

依照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院令449号)规定:

第三条 国务院环境保护主管部门对全国放射性同位素、射线装置的安全和防护工作实施统一监督管理。

第二十八条 生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位,应当对直接从事生产、销售、使用活动的工作人员进行安全和防护知识教育培训,并进行考核;考核不合格的,不得上岗。

依照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环境保护部令18号):

第十七条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位,应当按照环境保护部审定的辐射安全培训和考试大纲,对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训,并进行考核;考核不合格的,不得上岗。

第三十九条 设区的市级、县级人民政府环境保护主管部门辐射防护安全监督员应当具备大专以上学历,并通过初级以上辐射安全培训。

第五十五条 违反本办法规定,生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位有下列行为之一的,由原辐射安全许可证发证机关给予警告,责令限期改正;逾期不改正的,处一万元以上三万元以下的罚款:

(三)未按规定对辐射工作人员进行辐射安全培训的。



姓名: 董逢杰
 性别: 男
 身份证号码: 420302198203050031
 文化程度:
 工作单位: 湖南省中医学院附属医院
 岗位类别: 放射医学影像医师
 证件编号: F1407057

初训证明

时间	地点	学时	合格与否
2016.8.16	湖南学院	16	合格
培训机构(章)		核定(章)	

复训证明

时间	地点	学时	合格与否
2018.1.21	长沙	16	合格
培训机构(章)		核定(章)	

复训证明

时间	地点	学时	合格与否
培训机构(章)		核定(章)	

复训证明

时间	地点	学时	合格与否
培训机构(章)		核定(章)	

依照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院令449号)规定:

第三条 国务院环境保护主管部门对全国放射性同位素、射线装置的安全和防护工作实施统一监督管理。

第二十八条 生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位,应当对直接从事生产、销售、使用活动的工作人员进行安全和防护知识教育培训,并进行考核;考核不合格的,不得上岗。

依照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环境保护部令18号):

第十七条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位,应当按照环境保护部审定的辐射安全培训和考试大纲,对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训,并进行考核;考核不合格的,不得上岗。

第三十九条 设区的市级、县级人民政府环境保护主管部门辐射防护安全监督员应当具备大专以上学历,并通过初级以上辐射安全培训。

第五十五条 违反本办法规定,生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位有下列行为之一的,由原辐射安全许可证发证机关给予警告,责令限期改正;逾期不改正的,处一万元以上三万元以下的罚款:

(三)未按规定对辐射工作人员进行辐射安全培训的。



姓名: 贺玉磊
 性别: 男
 身份证号码: 430104198308154610
 文化程度: 本科
 工作单位: 湖南省中医院放射科(门诊)
 岗位类别: 放射线治疗师
 证件编号: F1407052

初训证明

时间	地点	学时	合格与否
2016.6.16	长沙	16	合格
培训机构(章)		核定(章)	

复训证明

时间	地点	学时	合格与否
2018.12.1	长沙	16	合格
培训机构(章)		核定(章)	

复训证明

时间	地点	学时	合格与否
培训机构(章)		核定(章)	

复训证明

时间	地点	学时	合格与否
培训机构(章)		核定(章)	

依照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令449号）规定：

第三条 国务院环境保护主管部门对全国放射性同位素、射线装置的安全和防护工作实施统一监督管理。

第二十八条 生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位，应当对直接从事生产、销售、使用活动的工作人员进行安全和防护知识教育培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。

依照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令18号）：

第十七条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照环境保护部审定的辐射安全培训和考试大纲，对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。

第三十九条 设区的市级、县级人民政府环境保护主管部门辐射防护安全监督员应当具备大专以上学历，并通过初级以上辐射安全培训。

第五十五条 违反本办法规定，生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位有下列行为之一的，由原辐射安全许可证发证机关给予警告，责令限期改正；逾期不改正的，处一万元以上三万元以下的罚款：

（三）未按规定对辐射工作人员进行辐射安全培训的。



姓名：曹海军

性别：男

身份证号码：431228198605290616

文化程度：

工作单位：湖南省中医研究院附属医院

岗位类别：放射科医师

证件编号：F1407050

初训证明

时间	地点	学时	合格与否
2016.11.16	长沙	16	合格
培训机构（章）		核定（章）	

复训证明

时间	地点	学时	合格与否
2018.12.1	长沙	16	合格
培训机构（章）		核定（章）	

复训证明

时间	地点	学时	合格与否
培训机构（章）		核定（章）	

复训证明

时间	地点	学时	合格与否
培训机构（章）		核定（章）	



湖南省职业病防治院
Hunan prevention and treatment institute for occupational disease

检测报告

TEST REPORT

项目受理编号：FJG-2020-085
(NO. received item)

项目名称：职业性外照射个人监测
(Name of item)

委托单位：湖南省中医药研究院附属医院
(Deliver unit)

2020年3月20日



湖南省职业病防治院 检测报告

项目名称: 外照射个人监测	样品名称: 个人剂量计
委托单位: 湖南省中医药研究院附属医院	统一社会信用代码: -
地 址: 长沙市麓山路 58 号	邮 编: 412000
联系人: 苏湘艳	电 话: 13469072091
元件类型: LiF(Mg、Cu、P)	采/送样方式: 现场佩戴
元件状态/包装: 圆片状	样品数量: 39 个
元件发放日期: 2019 年 9 月 30 日	检测日期: 2020 年 3 月 16 日

检测方法 (标准代号): 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2016)

检测仪器名称 (型号、检定有效期)	FF-2-106 RGD-3B 热释光剂量仪 有效日期至 2020 年 7 月 10 日, X 刻度系数: 0.061, Y 刻度系数: 0.063。
----------------------	--

检测结论:

湖南省中医药研究院附属医院 36 名放射工作人员本监测周期内个人剂量当量见检测结果表。

以下空白。

报告编写人 陈波 审核人 谭雄 签发人 刘建云 2020 年 3 月 20 日

(检测专用章)



职业性外照射个人检测结果表

编号	姓名	性 别	放射 工种	佩 带 日 期	本佩带期间个人剂 量当量 $H_p(10)$ (mSv)
001	杨 立	男	诊断放射	2019-10-4 至 2020-1-4	0.05
002	颜学兵	男	诊断放射	2019-10-4 至 2020-1-4	0.05
003	尹 健	男	诊断放射	2019-10-4 至 2020-1-4	0.05
004	李国明	男	诊断放射	2019-10-4 至 2020-1-4	0.05
005	王则谋	男	放射治疗	2019-10-4 至 2020-1-4	0.05
006	冯叶超	男	放射治疗	2019-10-4 至 2020-1-4	0.05
007	康复亮	男	诊断放射	2019-10-4 至 2020-1-4	0.05
008	曹海兵	男	诊断放射	2019-10-4 至 2020-1-4	0.05
009	彭 龙	男	诊断放射	2019-10-4 至 2020-1-4	0.05
010	贺 琨	男	诊断放射	2019-10-4 至 2020-1-4	0.05
012	任彬骅	女	诊断放射	2019-10-4 至 2020-1-4	0.05
014	邓湘生	男	介入放射	2019-10-4 至 2020-1-4	(铅衣内) 0.05 (铅衣外) 0.05
015	高文辉	男	介入放射	2019-10-4 至 2020-1-4	(铅衣内) 0.05 (铅衣外) 0.10
016	夏文辉	男	介入放射	2019-10-4 至 2020-1-4	(铅衣内) 0.13 (铅衣外) 0.60
018	唐剑晖	男	诊断放射	2019-10-4 至 2020-1-4	0.13
020	龚逢杰	男	诊断放射	2019-10-4 至 2020-1-4	0.05
021	兰东强	男	放射治疗	2019-10-4 至 2020-1-4	0.05
022	王 柱	男	放射治疗	2019-10-4 至 2020-1-4	0.05
023	刘 伟	男	放射治疗	2019-10-4 至 2020-1-4	0.05
024	楼屹立	男	放射治疗	2019-10-4 至 2020-1-4	0.05
025	傅 锦	女	诊断放射	2019-10-4 至 2020-1-4	0.05
027	肖长江	男	介入放射	2019-10-4 至 2020-1-4	(铅衣外) 1.39
030	严恩奇	女	诊断放射	2019-10-4 至 2020-1-4	0.05
031	牛俊杰	男	诊断放射	2019-10-4 至 2020-1-4	0.05

职业性外照射个人检测结果表

编号	姓名	性 别	放射 工种	佩 带 日 期	本佩带期间个人剂 量当量 $H_p(10)(\text{mSv})$
033	田亚辉	女	诊断放射	2019-10-4 至 2020-1-4	0.05
034	胡红英	女	诊断放射	2019-10-4 至 2020-1-4	0.05
037	郭呦麟	女	诊断放射	2019-10-4 至 2020-1-4	0.05
038	朱国雄	男	诊断放射	2019-10-4 至 2020-1-4	0.05
040	唐 欢	女	介入放射	2019-10-4 至 2020-1-4	0.05
041	吴唯唯	女	诊断放射	2019-10-4 至 2020-1-4	0.05
042	唐伟智	男	放射治疗	2019-10-4 至 2020-1-4	0.05
043	卿 俊	男	诊断放射	2019-10-4 至 2020-1-4	0.05
044	聂福如	男	介入放射	2019-10-4 至 2020-1-4	0.05
045	戴 颖	女	介入放射	2019-10-4 至 2020-1-4	0.05
046	兰珊珊	女	诊断放射	2019-10-4 至 2020-1-4	0.05
047	李文全	男	介入放射	2019-10-4 至 2020-1-4	0.05

备注: 1、介入放射学工作人员所受有效剂量 $E=0.5H_w+0.025H_n$ 或 $H_w/21$, w 是腰部的缩写, H_w 铅衣下胸部或腰部佩戴的剂量计测量值。 n 是颈部的缩写, H_n 铅衣外颈部佩戴的剂量计测量值, 其它放射工作人员个人剂量当量 $H_p(10)$ 在 20mSv 以下时近似等值于所受有效剂量;

2、最低可探测水平 MDL=0.10mSv。



湖南省职业病防治院
Hunan prevention and treatment institute for occupational disease

检测报告

TEST REPORT



项目受理编号: FJG-2020-363
(NO. received item)

项目名称: 职业性外照射个人监测
(Name of item)

委托单位: 湖南省中医药研究院附属医院
(Deliver unit)

2020年8月5日

湖南省职业病防治院 检测报告

项目名称: 外照射个人监测	样品名称: 个人剂量计
委托单位: 湖南省中医药研究院附属医院	统一社会信用代码: 12430000444876791Q
地 址: 长沙市麓山路 58 号	邮 编: 412000
联系人: 刘靛	电 话: 15973342257
元件类型: LiF(Mg、Cu、P)	采/送样方式: 现场佩戴
元件状态/包装: 圆片状	样品数量: 44 个
元件发放日期: 2020 年 3 月 16 日	检测日期: 2020 年 7 月 24 日

检测方法 (标准代号): 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)

检测仪器名称 (型号、检定有效期)	FF-2-106 RGD-3B 热释光剂量仪 有效日期至 2021 年 4 月 28 日, X 刻度系数: 0.059, γ 刻度系数: 0.057。
----------------------	--

检测结论:

湖南省中医药研究院附属医院 40 名放射工作人员本监测周期内个人剂量当量见检测结果表。

以下空白。

报告编写人 陈波 审核人 谭雄 签发人 刘靛 2020年8月1日



职业性外照射个人检测结果表

编号	姓名	性 别	放射 工种	佩 带 日 期	本佩带期间个人剂 量当量 $H_p(10)$ (mSv)
001	杨立	男	诊断放射	2020-4-6 至 2020-7-6	0.05
002	颜宇兵	男	诊断放射	2020-4-6 至 2020-7-6	0.05
003	尹健	男	诊断放射	2020-4-6 至 2020-7-6	0.05
004	李国明	男	诊断放射	2020-4-6 至 2020-7-6	0.05
005	王则谋	男	放射治疗	2020-4-6 至 2020-7-6	0.05
006	冯叶超	男	放射治疗	2020-4-6 至 2020-7-6	0.05
007	康复亮	男	诊断放射	2020-4-6 至 2020-7-6	0.05
008	曹海兵	男	诊断放射	2020-4-6 至 2020-7-6	0.05
009	彭龙	男	诊断放射	2020-4-6 至 2020-7-6	0.05
010	贺琨	男	诊断放射	2020-4-6 至 2020-7-6	0.05
012	任彬骅	女	诊断放射	2020-4-6 至 2020-7-6	0.05
013	邱玲玲	女	诊断放射	2020-4-6 至 2020-7-6	0.47
015	高文辉	男	介入放射	2020-4-6 至 2020-7-6	(铅衣内) 0.12 (铅衣外) 0.18
016	夏文辉	男	介入放射	2020-4-6 至 2020-7-6	(铅衣内) 0.43 (铅衣外) 1.18
018	唐剑晖	男	诊断放射	2020-4-6 至 2020-7-6	0.21
020	龚逢杰	男	诊断放射	2020-4-6 至 2020-7-6	0.05
021	兰东强	男	放射治疗	2020-4-6 至 2020-7-6	0.05
022	王柱	男	放射治疗	2020-4-6 至 2020-7-6	0.05
023	刘伟	男	放射治疗	2020-4-6 至 2020-7-6	0.05
024	楼屹立	男	放射治疗	2020-4-6 至 2020-7-6	0.05
025	傅锦	女	诊断放射	2020-4-6 至 2020-7-6	0.05
027	肖长江	男	介入放射	2020-4-6 至 2020-7-6	(铅衣内) 0.05 (铅衣外) 0.05
028	蔡朝霞	女	介入放射	2020-4-6 至 2020-7-6	0.05
030	严恩奇	女	诊断放射	2020-4-6 至 2020-7-6	0.05

职业性外照射个人检测结果表

编号	姓名	性 别	放射 工种	佩 带 日 期	本佩带期间个人剂 量当量 $H_p(10)(\text{mSv})$
031	牛俊杰	男	诊断放射	2020-4-6 至 2020-7-6	0.05
033	田亚辉	女	诊断放射	2020-4-6 至 2020-7-6	0.05
034	胡红英	女	诊断放射	2020-4-6 至 2020-7-6	0.05
035	简小兰	女	诊断放射	2020-4-6 至 2020-7-6	0.05
036	匡雨倩	女	诊断放射	2020-4-6 至 2020-7-6	0.46
037	郭呦麟	女	诊断放射	2020-4-6 至 2020-7-6	0.05
038	朱国雄	男	诊断放射	2020-4-6 至 2020-7-6	0.05
040	唐 欢	女	介入放射	2020-4-6 至 2020-7-6	0.05
041	吴唯唯	女	诊断放射	2020-4-6 至 2020-7-6	0.05
042	唐伟智	男	放射治疗	2020-4-6 至 2020-7-6	0.05
043	卿 俊	男	诊断放射	2020-4-6 至 2020-7-6	0.05
044	聂福如	男	介入放射	2020-4-6 至 2020-7-6	0.05
045	戴 颖	女	介入放射	2020-4-6 至 2020-7-6	0.05
046	兰珊珊	女	诊断放射	2020-4-6 至 2020-7-6	0.05
047	李文全	男	介入放射	2020-4-6 至 2020-7-6	(铅衣内) 0.23 (铅衣外) 0.28
048	伍君子	男	诊断放射	2020-4-6 至 2020-7-6	0.05

备注: 1、介入放射学工作人员所受有效剂量 $E=0.1H$ 或者 $E=\alpha H_1+\beta H_2$, E 为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_1 铅围裙内佩戴的个人剂量计测得的 $H(10)$, 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_2 铅围裙外锁骨对应的衣领位置佩戴的个人剂量计测得的 $H(10)$, 单位为毫希沃特 (mSv)。

2、最低可探测水平 MDL=0.10mSv。



湖南省职业病防治院
Hunan prevention and treatment institute for occupational disease

检测报告

TEST REPORT



项目受理编号: FJG-2020-549
(NO. received item)

项目名称: 职业性外照射个人监测
(Name of item)

委托单位: 湖南省中医药研究院附属医院
(Deliver unit)

2020年11月16日

湖南省职业病防治院 检测报告

项目名称: 外照射个人监测	样品名称: 个人剂量计
委托单位: 湖南省中医药研究院附属医院	统一社会信用代码: 12430000444876791Q
地 址: 长沙市麓山路 58 号	邮 编: 412000
联系人: 刘靛	电 话: 15973342257
元件类型: LiF(Mg、Cu、P)	采/送样方式: 现场佩戴
元件状态/包装: 玻璃管状	样品数量: 42 个
元件发放日期: 2020 年 6 月 22 日	检测日期: 2020 年 11 月 13 日

检测方法 (标准代号): 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)

检测仪器名称 (型号、检定有效期)	FF-2-088 RGD-3B 热释光剂量仪 有效日期至 2020 年 12 月 23 日, X 刻度系数: 0.274, γ 刻度系数: 0.255。
----------------------	---

检测结论:

湖南省中医药研究院附属医院 38 名放射工作人员本监测周期内个人剂量当量见检测结果表。

以下空白。

报告编写人 陈波 审核人 谭雄 签发人 刘连香 2020 年 11 月 16 日



职业性外照射个人检测结果表

编号	姓名	性别	放射工种	佩带日期	本佩带期间个人剂量当量 $H_p(10)(mSv)$
001	杨立	男	诊断放射	2020-7-7 至 2020-10-7	<MDL
002	颜学兵	男	诊断放射	2020-7-7 至 2020-10-7	<MDL
003	尹健	男	诊断放射	2020-7-7 至 2020-10-7	<MDL
004	李国明	男	诊断放射	2020-7-7 至 2020-10-7	0.10
005	王则谋	男	放射治疗	2020-7-7 至 2020-10-7	<MDL
006	冯叶超	男	放射治疗	2020-7-7 至 2020-10-7	<MDL
007	康复亮	男	诊断放射	2020-7-7 至 2020-10-7	<MDL
008	曹海兵	男	诊断放射	2020-7-7 至 2020-10-7	<MDL
009	彭龙	男	诊断放射	2020-7-7 至 2020-10-7	<MDL
010	贺琨	男	诊断放射	2020-7-7 至 2020-10-7	<MDL
012	任彬骅	女	诊断放射	2020-7-7 至 2020-10-7	<MDL
014	邓湘生	男	介入放射	2020-7-7 至 2020-10-7	(铅衣内) <MDL
					(铅衣外) <MDL
015	高文辉	男	介入放射	2020-7-7 至 2020-10-7	(铅衣内) <MDL
					(铅衣外) 0.48
016	夏文辉	男	介入放射	2020-7-7 至 2020-10-7	(铅衣外) 1.53
018	唐剑晖	男	诊断放射	2020-7-7 至 2020-10-7	0.10
020	龚逢杰	男	诊断放射	2020-7-7 至 2020-10-7	<MDL
021	兰东强	男	放射治疗	2020-7-7 至 2020-10-7	0.11
022	王柱	男	放射治疗	2020-7-7 至 2020-10-7	<MDL
023	刘伟	男	放射治疗	2020-7-7 至 2020-10-7	<MDL
024	楼屹立	男	放射治疗	2020-7-7 至 2020-10-7	<MDL
025	傅锦	女	诊断放射	2020-7-7 至 2020-10-7	<MDL
027	肖长江	男	介入放射	2020-7-7 至 2020-10-7	(铅衣内) <MDL
					(铅衣外) <MDL
028	蔡朝霞	女	介入放射	2020-7-7 至 2020-10-7	<MDL
030	严恩奇	女	诊断放射	2020-7-7 至 2020-10-7	<MDL

INS
业
★
专用

职业性外照射个人检测结果表

编号	姓名	性 别	放射 工种	佩 带 日 期	本佩带期间个人剂 量当量 $H_p(10)$ (mSv)
031	牛俊杰	男	诊断放射	2020-7-7 至 2020-10-7	<MDL
033	田亚辉	女	诊断放射	2020-7-7 至 2020-10-7	<MDL
034	胡红英	女	诊断放射	2020-7-7 至 2020-10-7	<MDL
035	简小兰	女	诊断放射	2020-7-7 至 2020-10-7	<MDL
037	郭呦麟	女	诊断放射	2020-7-7 至 2020-10-7	<MDL
038	朱国雄	男	诊断放射	2020-7-7 至 2020-10-7	<MDL
040	唐 欢	女	介入放射	2020-7-7 至 2020-10-7	0.10
042	唐伟智	男	放射治疗	2020-7-7 至 2020-10-7	<MDL
043	卿 俊	男	诊断放射	2020-7-7 至 2020-10-7	0.12
044	聂福如	男	介入放射	2020-7-7 至 2020-10-7	<MDL
045	戴 颖	女	介入放射	2020-7-7 至 2020-10-7	<MDL
046	兰珊珊	女	诊断放射	2020-7-7 至 2020-10-7	<MDL
047	李文全	男	介入放射	2020-7-7 至 2020-10-7	(铅衣内) 0.11 (铅衣外) 0.13
048	伍君子	男	诊断放射	2020-7-7 至 2020-10-7	<MDL

备注: 1、介入放射学工作人员所受有效剂量 $E=0.1H_1$ 或者 $E=\alpha H_1+\beta H_2$, E 为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_1 铅围裙内佩戴的个人剂量计测得的 $H(10)$, 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_2 铅围裙外锁骨对应的衣领位置佩戴的个人剂量计测得的 $H(10)$, 单位为毫希沃特 (mSv)。

2、最低可探测水平 MDL=0.10mSv。





湖南省职业病防治院

Hunan prevention and treatment institute for occupational disease

检测报告

TEST REPORT

项目受理编号: FJG-2021-085

(NO. received item)

项目名称: 职业性外照射个人监测

(Name of item)

委托单位: 湖南省中医药研究院附属医院

(Deliver unit)

2021年2月2日

湖南省职业病防治院 检测报告

项目名称: 外照射个人监测	样品名称: 个人剂量计
委托单位: 湖南省中医药研究院附属医院	统一社会信用代码: 12430000444876791Q
地 址: 长沙市麓山路 58 号	邮 编: 412000
联系人: 刘靛	电 话: 15973342257
元件类型: LiF(Mg、Cu、P)	采/送样方式: 现场佩带
元件状态/包装: 圆片状	样品数量: 93 个
元件发放日期: 2020 年 9 月 23 日	检测日期: 2021 年 2 月 1 日
检测方法 (标准代号): 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)	
检测仪器名称 (型号、检定有效期)	FF-2-177 RE2000 热释光剂量测量装置 有效日期至 2021 年 4 月 29 日, X 线刻度系数: 4.31×10^{-1} , γ 线刻度系数: 4.25×10^{-1}

检测结论:

湖南省中医药研究院附属医院 86 名放射工作人员本监测周期内个人剂量当量见检测结果表。

以下空白。

报告编写人 陈政 审核人 张雷 签发人 刘佳 2021 年 2 月 2 日



职业性外照射个人检测结果表

编号	姓名	性 别	放射 工种	佩 带 日 期	本佩带期间个人剂 量当量 $H_p(10)(mSv)$
001	杨 立	男	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
002	颜学兵	男	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
003	尹 健	男	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
004	李国明	男	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
005	王则谋	男	放射治疗	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
006	冯叶超	男	放射治疗	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
007	康复亮	男	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
008	曹海兵	男	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
009	彭 龙	男	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
010	贺 琨	男	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	0.19
012	任彬骅	女	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
013	邱玲玲	女	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
014	邓湘生	男	介入放射	2020-10-8 至 2021-1-8	(铅衣内) 0.29 (铅衣外) 0.59
015	高文辉	男	介入放射	2020-10-8 至 2021-1-8	(铅衣内) 0.40 (铅衣外) 1.88
016	夏文辉	男	介入放射	2020-10-8 至 2021-1-8	(铅衣内) 0.36 (铅衣外) 0.80
018	唐剑晖	男	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	0.19
020	龚逢杰	男	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
021	兰东强	男	放射治疗	2020-10-8 至 2021-1-8	0.12
022	王 柱	男	放射治疗	2020-10-8 至 2021-1-8	0.11
023	刘 伟	男	放射治疗	2020-10-8 至 2021-1-8	0.11
024	楼屹立	男	放射治疗	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
025	傅 锦	女	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
027	肖长江	男	介入放射	2020-10-8 至 2021-1-8	(铅衣内) 0.10 (铅衣外) 0.10

职业性外照射个人检测结果表

编号	姓名	性 别	放射 工种	佩 带 日 期	本佩带期间个人剂 量当量 $H_p(10)(mSv)$
028	蔡朝霞	女	介入放射	2020-10-8 至 2021-1-8	(铅衣外) <MDL
030	严恩奇	女	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	0.14
031	牛俊杰	男	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	0.12
033	田亚辉	女	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
034	胡红英	女	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
035	简小兰	女	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	0.10
037	郭幼麟	女	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
038	朱国雄	男	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
040	唐 欢	女	介入放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
042	唐伟智	男	放射治疗	2020-10-8 至 2021-1-8	0.13
043	卿 俊	男	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	0.10
044	聂福如	男	介入放射	2020-10-8 至 2021-1-8	0.13
045	戴 颖	女	介入放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
046	兰珊珊	女	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
047	李文全	男	介入放射	2020-10-8 至 2021-1-8	(铅衣内) 0.18 (铅衣外) 0.22
048	伍君子	男	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
049	彭 锋	男	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
050	李明武	男	介入放射	2020-10-8 至 2021-1-8	(铅衣内) <MDL (铅衣外) <MDL
051	陆 胜	男	介入放射	2020-10-8 至 2021-1-8	(铅衣内) 0.10 (铅衣外) 0.12
052	陈希维	男	放射治疗	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
053	刘振航	男	放射治疗	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
054	吴官保	男	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
055	彭志飞	男	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
056	易振宇	男	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL

职业性外照射个人检测结果表

编号	姓名	性 别	放射 工种	佩 带 日 期	本佩带期间个人剂 量当量 $H_p(10)(mSv)$
057	杨 屈	男	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
058	冯帅华	男	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
059	廖建晖	男	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
060	孙湘云	男	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
061	朱群丽	女	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
062	肖蕾蕾	女	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
063	王莉娟	女	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
064	彭 娟	女	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
065	刘 帆	女	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
066	朱 窈	女	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
067	刘 伟	男	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
068	莫妙扬	女	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
069	唐 艳	女	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
070	张慧阳	女	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
071	李 娜	女	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
072	张 行	女	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
073	郑方坤	女	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
074	刘海娥	女	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
075	吴仕杰	男	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
077	朱 立	男	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
078	唐 皓	男	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
079	黄 刚	男	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
080	王哲享	男	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
081	蒋盛昶	男	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
082	罗 继	男	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
083	蔡 炎	男	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
084	邹 震	男	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL

职业性外照射个人检测结果表

编号	姓名	性别	放射工种	佩带日期	本佩带期间个人剂量当量 $H_p(10)(\text{mSv})$
085	李志强	男	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
086	姚力	男	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
087	罗海恩	男	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
088	许辉	男	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
089	吴芳	男	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
090	蔡博	男	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
091	仇杰	男	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
092	谭旭仪	男	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
093	张信成	男	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
094	何灿宇	男	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
095	郭玉星	男	诊断放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL
096	颜琼倩	女	介入放射	2020-10-8 至 2021-1-8	<MDL

备注: 1、介入放射学工作人员所受有效剂量 $E=0.1H_1$ 或者 $E=\alpha H_1+\beta H_2$, E 为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_1 铅围裙内佩戴的个人剂量计测得的 $H(10)$, 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_2 铅围裙外锁骨对应的衣领位置佩戴的个人剂量计测得的 $H(10)$, 单位为毫希沃特 (mSv)。

2、最低可探测水平 MDL=0.10mSv。

附件8：体检报告

放射工作人员体检表



体检编号	2009220003	姓名	曹海兵		
工号		性别	男	年龄	34
职业危害	电离辐射	监护种类	在岗期间		
工作单位	湖南省中医药研究院附属医院	车 间	放射科		
身份证号	431228198605290616	体检时间	2020/9/22		

职业健康检查结论

(一) 目标疾病检查结果及处理意见

1. 体检结果：

游离三碘甲状腺原氨酸升高
淋巴细胞染色体畸变率增高

2. 职业建议

复查甲状腺激素5项，甲状腺专科或内分泌科进一步咨询或诊治。
复查淋巴细胞染色体畸变率。

(二) 其他检查结果及处理意见

1. 体检结果：

- (1) 脂肪肝
- (2) 双肾结石
- (3) 双眼屈光不正
- (4) 谷丙转氨酶升高
- (5) 完全性右束支传导阻滞

2. 健康建议

(1) 脂肪肝是指各种原因引起的脂肪异常大量地在肝脏内蓄积，是一种常见的临床病症。脂肪肝分为轻度、中度、重度。注意控制体重、合理调整膳食结构、加强运动等生活方式的改善是治疗脂肪肝的重要措施，如伴发不适症状，可遵医嘱进行治疗，并半年左右检查一次腹部超声。

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

(3) 屈光不正是由于眼球的屈光力与眼轴不相适应，平行光线经眼屈折后，不能准确地视网膜上形成焦点。包括远视、近视和散光三种类型。屈光不正可通过改善视觉环境和养成良好的用眼习惯进行预防，到专业机构进行精确验光可以做出诊断，对于确诊为屈光不正的患者，根据个人情况和用眼需要可选择框架眼镜、隐形眼镜或角膜屈光手术加以矫正。

(4) 谷丙转氨酶是测定肝功能的重要指标之一，谷丙转氨酶升高见于各类肝炎、脂肪肝以及一些药物如抗肿瘤药、抗结核药，都会引起肝脏功能损害。此外，大量喝酒、食用某些食物也会引起肝功能短时间损害。初次发现建议2-3周后复查。

(5) 为常见的室内传导阻滞，可见于健康人，常发生于冠心病、风心病、高心病、心肌病等，慢性单纯右束支阻滞者多无症状，无需接受针对性治疗。

放射工作人员体检表

	体检编号	2009220101	姓名	龚逢杰		
	工号		性别	男	年龄	38
	职业危害	电离辐射		监护种类	在岗期间	
	工作单位	湖南省中医药研究院附属医院		车 间	放射科	
	身份证号	420302198203050037		体检时间	2020/9/22	

职业健康检查结论

(一) 目标疾病检查结果及处理意见

1. 体检结果:
电离辐射作业检查未见异常
2. 职业建议
可以继续从事原放射工作。

(二) 其他检查结果及处理意见

1. 体检结果:
(1) 轻度脂肪肝
(2) 左肾结石

2. 健康建议

(1) 脂肪肝是指各种原因引起的脂肪异常大量地在肝脏内蓄积, 是一种常见的临床病症。脂肪肝分为轻度、中度、重度。注意控制体重、合理调整膳食结构、加强运动等生活方式的改善是治疗脂肪肝的重要措施, 如伴发不适症状, 可遵医嘱进行治疗, 并半年左右检查一次腹部超声。

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

主检医生:



2020年10月26日

审核医生:



2020年10月

体检专用章

放射工作人员体检表

	体检编号	2009230056	姓名	郭幼麟		
	工号		性别	男	年龄	26
	职业危害	电离辐射	监护种类	在岗期间		
	工作单位	湖南省中医药研究院附属医院	车间	放射科		
	身份证号	43048219940906813X	体检时间	2020/9/23		

职业健康检查结论

(一) 目标疾病检查结果及处理意见

1. 体检结果:

电离辐射作业检查未见异常

2. 职业建议

可以继续从事原放射工作。

(二) 其他检查结果及处理意见

1. 体检结果:

- (1) 谷丙转氨酶升高
- (2) 胆囊息肉样病变
- (3) 左眼屈光不正

2. 健康建议

(1) 谷丙转氨酶是测定肝功能的重要指标之一, 谷丙转氨酶升高见于各类肝炎、脂肪肝以及一些药物如抗肿瘤药、抗结核药, 都会引起肝脏功能损害。此外, 大量喝酒、食用某些食物也会引起肝功能短时间损害。初次发现建议2-3周后复查。

(2) 胆囊息肉样病变是泛指胆囊壁向腔内呈息肉状生长的所有非结石性病变总称。胆囊息肉样病变可分为良性或恶性病变, 但以非肿瘤性病变为多, 一般认为直径15mm以上的胆囊息肉样病变恶性肿瘤性病变可能性大, 故胆囊息肉样病变近年来倍加重视。一般症状轻微, 甚至无症状, 多在B超检查胆囊时发现。极少数病人有上腹不适、恶心呕吐、食欲减退, 可伴有腹痛, 疼痛部位在右上腹或右季肋部, 伴有向右肩背放射, 也可引起黄疸、胆囊炎、胆道出血、胰腺炎等。建议低胆固醇规律饮食, 忌烟酒, 肝胆外科进一步咨询或诊治。

(3) 由于眼球的屈光力与眼轴不相适应, 平行光线经眼屈折后, 不能准确的在视网膜上结成焦点, 称为屈光不正, 包括远视、近视和散光三种类型。屈光不正可通过改善视觉环境和养成良好的用眼习惯进行预防, 到专业机构进行精确验光可以做出诊断, 对于确诊为屈光不正的患者根据个人情况和用眼需要可以选择框架眼镜、隐形眼镜或角膜屈光手术加以矫正。

主检医生:



2020年10月27日

审核医生:



2020年10月

放射工作人员体检表

	体检编号	2009280115	姓名	贺琨		
	工号		性别	男	年龄	37
	职业危害	电离辐射		监护种类	在岗期间	
	工作单位	湖南省中医药研究院附属医院		车 间	放射科	
	身份证号	430104198308154610		体检时间	2020/9/28	

职业健康检查结论

(一) 目标疾病检查结果及处理意见

1. 体检结果:

电离辐射作业检查未见异常

2. 职业建议

可以继续从事原放射工作。

(二) 其他检查结果及处理意见

1. 体检结果:

- (1) 肝内钙化斑
- (2) 餐后胆囊
- (3) 异常左偏电轴

2. 健康建议

(1) 肝内钙化灶是肝实质细胞炎症后形成的“疤”,一般无大碍,它的原因多由于炎症、结核等引起,也可能是肝内钙化灶及肝组织局部坏死后的纤维化瘢痕。一般不做处理,必要时到肝胆科咨询或诊治。

(2) 空腹复查胆囊B超。

(3) 心电图为心电图学中借以说明心室在除极过程这一总时间内的平均电势方向和强度。心电图轴的偏移,一般受心脏在胸腔内的解剖位置、两侧心室的质量比例、心室内传导系统的功能以及年龄、体型等因素影响。左心室肥大、左前分支阻滞等可使心电图轴左偏。如无症状,一般不做处理。必要时心内科进一步咨询。

主检医生:



2020年11月9日

审核医生:



2020年11月9日

康

放射工作人员体检表

	体检编号	2009250091	姓名	康复亮	
	工号		性别	男	年龄 38
	职业危害	电离辐射		监护种类	在岗期间
	工作单位	湖南省中医药研究院附属医院		车间	放射科
	身份证号	433122198110043515		体检时间	2020/9/25

职业健康检查结论

(一) 目标疾病检查结果及处理意见

1. 体检结果:

电离辐射作业检查未见异常

2. 职业建议

可以继续从事原放射工作。

(二) 其他检查结果及处理意见

1. 体检结果:

- (1) 餐后胆囊
- (2) 早期复极
- (3) 左眼屈光不正

2. 健康建议

- (1) 空腹复查胆囊B超。
- (2) 如无症状, 一般不做处理, 必要时到心血管内科咨询或诊治。
- (3) 由于眼球的屈光力与眼轴不相适应, 平行光线经眼屈折后, 不能准确的在视网膜上结成焦点, 称为屈光不正, 包括远视、近视和散光三种类型。屈光不正可通过改善视觉环境和养成良好的用眼习惯进行预防, 到专业机构进行精确验光可以做出诊断, 对于确诊为屈光不正的患者根据个人情况和用眼需要可以选择框架眼镜、隐形眼镜或角膜屈光手术加以矫正。

主检医生:

李艳慧

审核医生:



2020年11月10日

2020年11月

放射工作人员体检表

	体检编号	2009230052	姓名	彭龙		
	工号		性别	男	年龄	34
	职业危害	电离辐射		监护种类	在岗期间	
	工作单位	湖南省中医药研究院附属医院		车 间	放射科	
	身份证号	430381198510165050		体检时间	2020/9/23	

职业健康检查结论

(一) 目标疾病检查结果及处理意见

1. 体检结果:

电离辐射作业检查未见异常

2. 职业建议

可以继续从事原放射工作。

(二) 其他检查结果及处理意见

1. 体检结果:

- (1) 脂肪肝
- (2) 窦性心律不齐

2. 健康建议

(1) 脂肪肝是指各种原因引起的脂肪异常大量地在肝脏内蓄积, 是一种常见的临床病症。脂肪肝分为轻度、中度、重度。注意控制体重、合理调整膳食结构、加强运动等生活方式的改善是治疗脂肪肝的重要措施, 如伴发不适症状, 可遵医嘱进行治疗, 并半年左右检查一次腹部超声。

(2) 窦性心律不齐多见于健康人和青年人, 临床上分为(1)呼吸性窦性心律不齐, 最常见, 无病理意义。(2)非呼吸性窦性心律不齐, 较少见, 如伴心脏病者请到心内科进一步诊治。

主检医生:



2020年10月27日

审核医生:



2020年10月

放射工作人员体检表

	体检编号	2009210078	姓名	邱玲玲		
	工号		性别	女	年龄	33
	职业危害	电离辐射		监护种类	在岗期间	
	工作单位	湖南省中医药研究院附属医院		车 间	放射科	
	身份证号	37098319861222492X		体检时间	2020/9/21	

职业健康检查结论

(一) 目标疾病检查结果及处理意见

1. 体检结果:

电离辐射作业检查未见异常

2. 职业建议

可以继续从事原放射工作。

(二) 其他检查结果及处理意见

1. 体检结果:

- (1) 双眼屈光不正
- (2) 肝实质光点稍粗
- (3) 早期复极
- (4) 尿白细胞可疑阳性

2. 健康建议

(1) 屈光不正是由于眼球的屈光力与眼轴不相适应, 平行光线经眼屈折后, 不能准确地视网膜上形成焦点。包括远视、近视和散光三种类型。屈光不正可通过改善视觉环境和养成良好的用眼习惯进行预防, 到专业机构进行精确验光可以做出诊断, 对于确诊为屈光不正的患者, 根据个人情况和用眼需要可选择框架眼镜、隐形眼镜或角膜屈光手术加以矫正。

(2) 建议定期复查肝功能和肝脏B超检查。

(3) 如无症状, 一般不做处理, 必要时到心血管内科咨询或诊治。

(4) 多为泌尿系统感染如膀胱炎、尿道炎、肾盂肾炎等所致, 也可见于阴道分泌物污染所致, 建议平时多饮水, 外阴清洁后留中段尿复查尿液分析, 如仍异常, 建议到泌尿外科或肾脏内科咨询或诊治。

主检医生:



2020年10月26日

审核医生:



2020年10月

放射工作人员体检表

	体检编号	2009230051	姓名	颜学兵		
	工号		性别	男	年龄	44
	职业危害	电离辐射		监护种类	在岗期间	
	工作单位	湖南省中医药研究院附属医院		车 间	放射科	
	身份证号	430424197510050038		体检时间	2020/9/23	

职业健康检查结论

(一) 目标疾病检查结果及处理意见

1. 体检结果:

电离辐射作业检查未见异常

2. 职业建议

可以继续从事原放射工作。

(二) 其他检查结果及处理意见

1. 体检结果:

- (1) 高血压病 (据病史)
- (2) 轻度脂肪肝
- (3) 左肾囊肿伴囊壁钙化灶

2. 健康建议

(1) 是以血压升高为主要临床表现的综合征, 是多种心、脑血管疾病的重要危险因素, 影响重要脏器如心、脑、肾的功能, 最终可导致这些器官的功能衰竭。高血压的诊断收缩压 $\geq 140\text{mmHg}$ 和 (或) 舒张压 $\geq 90\text{mmHg}$; 并需要一段时间的随访, 观察血压变化和总体水平方能确定。原发性高血压目前无根治方法, 原则为首先改善生活行为: 减轻体重、减少钠盐摄入、补充钙和钾盐、减少脂肪摄入、戒烟并限制饮酒、适当增加运动、减轻精神压力、保持心态平衡。其次为药物治疗, 对象为高血压2级或以上患者 ($\geq 160/100\text{mmHg}$), 高血压合并糖尿病或已有心、脑、肾靶器官损害和并发症者, 凡血压持续升高、改善生活行为后血压仍未获得有效控制者; 从心血管危险分层的角度, 高危和极高危患者必须使用降压药物强化治疗。血压控制的目标原则上应将血压降至患者能最大耐受的水平, 一般主张至少降到 $< 140/90\text{mmHg}$; 糖尿病或慢性肾脏病合并高血压者, 血压控制目标值 $< 130/80\text{mmHg}$; 老年收缩期性高血压的降压目标, 收缩压 $140\text{--}150\text{mmHg}$, 舒张压 $< 90\text{mmHg}$ 但不得低于 $65\text{--}70\text{mmHg}$, 舒张压降得过低可能抵消收缩压下降得到的益处。

(2) 脂肪肝是指各种原因引起的脂肪异常大量地在肝脏内蓄积, 是一种常见的临床病症。脂肪肝分为轻度、中度、重度。注意控制体重、合理调整膳食结构、加强运动等生活方式的改善是治疗脂肪肝的重要措施, 如伴发不适症状, 可遵医嘱进行治疗, 并半年左右检查一次腹部超声。

(3) 肾囊肿是成年人肾脏最常见的一种结构异常, 可以为单侧或双侧, 一个或多个, 直径一般 2cm 左右, 也有直径达 10cm 的囊肿, 多发于男性。单纯肾囊肿一般没有症状, 但是当囊肿压迫引起血管闭塞或尿路梗阻时可出现相应表现。一般不需治疗, 只要6个月到1年随访。如果囊肿直径较大, 超过 5cm 或产生周围组织压迫症状, 引起尿路梗阻, 则需要行囊液抽吸术并囊内注射硬化剂。如果囊肿巨大, 直径超过 10cm 则可能需要手术治疗。建议定期复查肾脏B超, 如肾囊肿短期内明显增大, 建议到泌尿外科咨询或诊治。

附件9: 辐射防护制度

辐射工作人员个人剂量监测方案

1、辐射工作单位应当按照本方法和国家有关标准。规范的要求。安排本单位的辐射工作人员接受个人剂量检测，并遵守下列规定：

（一）外照射个人剂量检测周期一般为 30 天，最长不应超过 90 天；内照射个人剂量监测周期按照有关标准执行；

（二）建立并终生保存个人剂量监测档案；

（三）允许辐射工作人员查阅、复印本人的个人剂量监测档案。

2、个人剂量监测档案应当包括：

（一）常规监测的方法和结果等相关资料；

（二）应急或者事故中受到照射的剂量和调查报告等相关资料。辐射工作单位应当将个人剂量监测结果及时记录在《辐射工作人员证》中。

3、辐射工作人员进入辐射工作场所，应当遵守下列规定：

（一）正确佩戴个人剂量计；

（二）进入辐射装置、辐射治疗等强辐射工作场所时，应随身佩戴常规个人剂量计。

放射医师岗位职责

一、放射医、技师应熟悉并遵守国家有关辐射诊疗管理的有关规定和要求，认真做好自身及有关人群的辐射卫生防护工作。

二、爱护辐射诊疗设备，进行经常性保养，及时调整机房温、湿度，保证设备正常运行，各种仪器设备及附属用品使用完毕后必须归还原位。

三、放射医、技师应熟悉放射诊疗设备的性能及各部件的使用方法，业务技能熟练。严格遵守操作规程，不得擅自更改设备的性能参数，避免工作的随意性。

四、进行辐射诊疗操作前应事先告知受检者辐射对其健康的影响。扫描前仔细阅读申请单，了解病情及检查要求，合理选择胶片大小及投照条件，查对号码姓名，检查完后详细填写各有关项目，特检需记载造影剂名称、用量、反应及处理过程。

五、增强防护意识，开展辐射诊疗工作时，尽量使用小照射野，对患者敏感部位进行必要的防护。

六、对病人热情耐心，检查中随时注意病人情况，发现问题立即停止检查并及时处理；对陪护人员应事先告知辐射对健康的影响和提供必要的防护措施。

七、爱护设备及室内设施，及时整理机房，清洁设备，保持室内整洁，下班前切断电源，关好门窗。

影像设备检修维护制度

- 1、院内所有射线装置设备、工作场所及防护设施按国家有关规定由有资质的部门进行检测，检测合格后方可开展工作
- 2、设备按保养手册定期保养维护，如有故障及时上报维修，不带病工作
- 3、设备更新时，工作场所、防护设施新建、改扩建后，由有资质的部门进行检测，并通过卫生监督部门的卫生审查、环保部门的验收后方可开展工作
- 4、辐射防护领导小组定期对设备、工作场所机防护设施进行检查发现问题及时汇报、及时整改，督促按期年检，保证设备、工作场所机防护设施运行状态良好。
- 5、每台设备防护及性能检测:每年由有资质的放射防护检测单位进行一次检测。
- 6、每台设备相应的墙、门、面等周围环境:每年由有资质的放射防护检测单位进行一次检测。

辐射防护和安全保卫制度

一、公司各级领导及主管职能部门要重视辐射防护安全工作，定期检查，监督落实，并将该项工作纳入对有关科室和部门的业务工作考核。各级各类工作人员都要有辐射防护安全意识，从事辐射操作工作时做好本人、病人和周围人群及环境的防护工作。

二、辐射工作人员在进行透视、摄片和其它放射性检查和治疗工作时，必须关好机房大门，同时机房的红色警示灯亮起，警示无关人员禁止接近辐射线。

三、加强对受检者的防护工作，正确掌握对投照部位的辐射剂量，加强对非照射部位进行防护，尤其是对非照射部位的重要器官组织要进行必要的屏蔽。对妇女、儿童的照射防护要给予特别的重视。

四、拍片时无特殊情况不得有陪伴和其他无关人员进入机房。必须进入机房的人员应当做好相应的防护工作。

五、主动接受环保主管部门对辐射工作场所的监督检查，听取意见，接受指导，改进防护工作，定期组织辐射工作人员参加辐射法律法规及防护知识培训；并定期委托有资质的检验检测机构对辐射工作场所、辐射设备、辐射工作人员个人剂量进行定期检测，定期委托有资质的职业健康检查机构对辐射工作人员进行职业健康检查。

六、如发生辐射事件时，应立即启动单位的辐射事件应急处理预案。

湖南省中医药研究院附属医院

辐射事故应急预案

为了提高对突发性辐射事故的应急能力和救治处理水平,保障辐射事故处理工作的正常运行,避免环境污染和减少人员伤亡,维护正常稳定的社会秩序。根据中华人民共和国国务院第 449 号令《放射性同位素与射线装置安全和防条例》、《放射诊疗管理规定》,并结合我院实际情况,制定本处理预案。

一、总则

(一) 目的

有效预防、规范辐射事故的应急处置工作,提高应对辐射事故能力。

(二) 工作原则

统一指挥、明确职责、大力协同、常备不懈、保护公众、保护环境。

(三) 适用范围

放射装置应用中发生的事故。

二、辐射事故分级

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

特别重大辐射事故,是指射线装置失控导致 3 人以上(含 3 人)急性死亡。重大辐射事故,是指射线装置失控导致 2 人以下(含 2 人)

急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾。

较大辐射事故，是指射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾。一般辐射事故，是指射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

三、成立辐射事故应急处置领导小组

应急领导小组组成人员与职责：

组 长：苏新平

副组长：胥新元 喻正科

成 员：黄 上 郭玉星 彭 力 海 军

蒋爱华 彭小玉 刘 嵘 杨 立

兰东强 邓湘生 肖长江 邓毫斌

陆 胜 刘 靓

主要职责：

1. 贯彻执行国家、省、市、区辐射应急的方针政策和具体要求；
2. 负责向市（区、县）环保局报告院内发生的辐射应急事故；
3. 负责组织辐射应急响应准备工作，达到应急状态标准；
4. 配合辐射安全事故调查，并对有关科室和人员进行责任追究；
5. 配合做好辐射污染事故的医疗救护工作；
6. 组织实施辐射事故的应急演练工作；
7. 积极参加区相关部门组织的辐射事故防范的培训和演习工作；

四、辐射事故应急响应程序



1. 发生辐射事故时，有关科室或人员要立即报告行政总值班和医院辐射事故应急处置领导小组。

2. 医院辐射事故应急处置领导小组接到报告后要立即报告市生态局（电话：12369）、卫健委（电话：0731-88666175）、公安局（电话：0731-82587705）、省生态环境厅（0731-85698110）。

3. 医院辐射事故应急处置领导小组要初步判断事件等级，立即启动本预案；发生较大辐射以上事故，在上级辐射事故调查机构未到场时，应急领导小组要设立现场指挥，迅速控制事态和现场，配合区辐射事故调查机构进行事故应急监测核实事故情况，监测并估算受照剂量，判定事故类型级别；并立即上报上一级辐射应急机构处理。

五、事故报告和管理

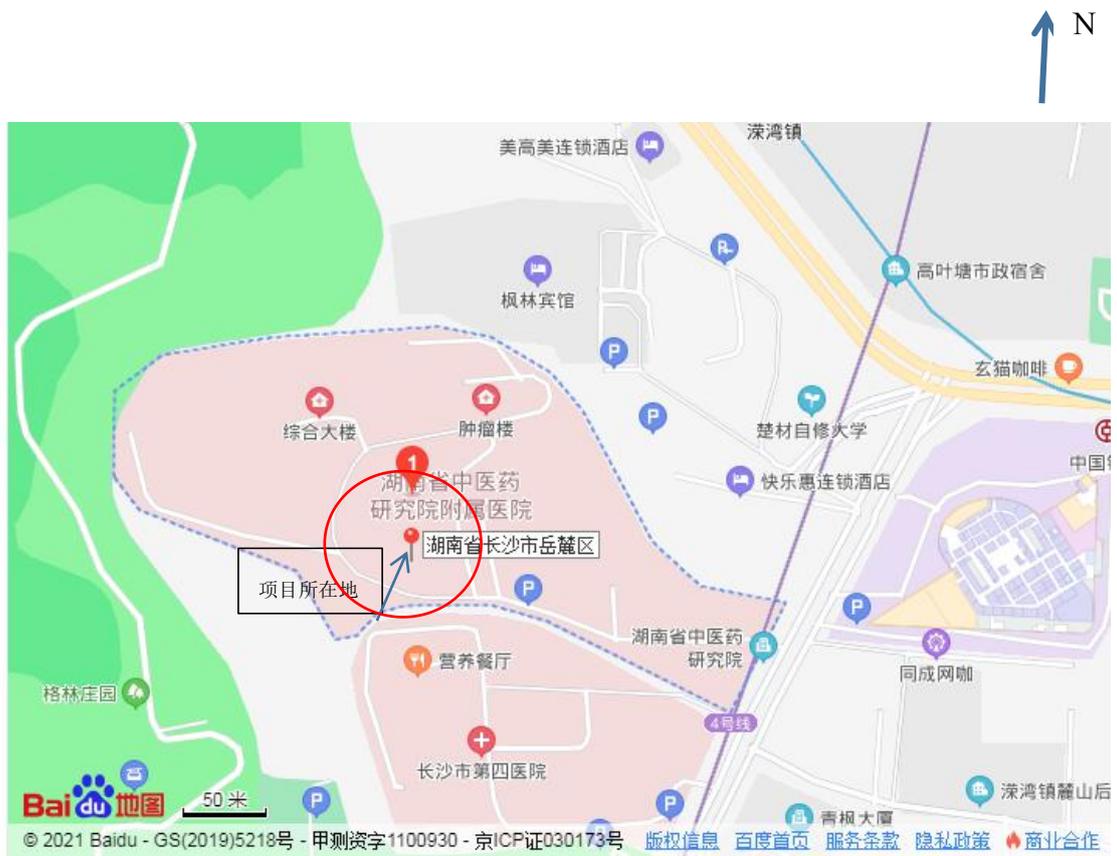
（一）严格执行事故报告和管理制度。做好各类事故的预防、调查、分析及处理工作，并负责事故的上报。

（二）发生辐射事故及时按要求填报事故报告表，要对事故报告的及时性、全面性和真实性负责，对于隐瞒不报、虚报、漏报和无故拖延报告的，要追究责任。

（三）建立全面系统和完整的事故档案，认真总结教训，防止事故的发生。



附图1：项目地理位置图

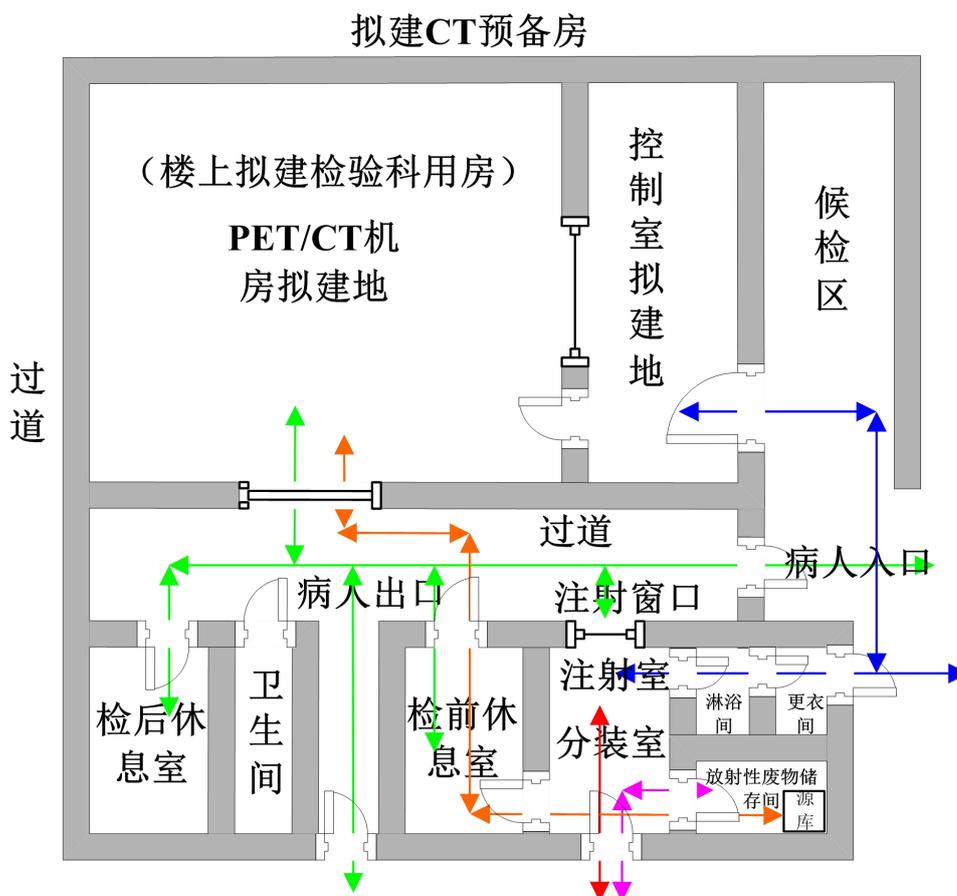


附图2：PET/CT拟建位置与医院平面位置图



备注：红框为项目拟建地，黄框为衰变池位置

附图3：人流物流图



备注：蓝色箭头为医生通道,绿色箭头为病人通道，红色为放射性药物路线，紫色为放射性废物路线，橙色为校准源路线

附图4：项目平面布局图

