

核技术利用建设项目

南华大学附属南华医院

核医学科一楼改建核技术利用建设项目

环境影响报告表

(送审稿)



核技术利用建设项目

南华大学附属南华医院

核医学科楼一楼改建核技术利用建设项目

环境影响报告表

(送审稿)



建设单位名称：南华大学附属南华医院

1.10

建设单位法人代表（签名或盖章）：贺

通讯地址：衡阳市东风南路 336 号

邮政编码：421000 联系人：

电子邮箱： 联系电话

打印编号: 1786344346000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	kx6507		
建设项目名称	南华大学附属南华医院核医学科楼一楼改建核技术利用建设项目		
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）	南华大学附属南华医院		
统一社会信用代码	12430000445437272H		
法定代表人（签章）	贺军		
主要负责人（签字）	汤国辉		
直接负责的主管人员（签字）	罗平		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	湖南省湘核检测科技有限公司		
统一社会信用代码	91430121785365551B		
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	
郭小莲	11354343510430344	BH008909	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	
郭小莲	全文本	BH008909	

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（重点是放射性废弃物）	14
表 6 评价依据	15
表 7 保护目标与评价标准	17
表 8 环境质量和辐射现状	23
表 9 项目工程分析与源项	26
表 10 辐射安全与防护	32
表 11 环境影响分析	40
表 12 辐射安全管理	59
表 13 结论	63
表 14 审批	65
附件 1 委托书	66
附件 2 现有辐安证	67
附件 3 废水检测报告	82
附件 4 关于年剂量管理目标值确定的文件	88
附件 5 关于调整辐射环境与安全防护委员会的通知	89
附件 7 关于设计的说明	113
附件 8 职业健康体检报告（节选）	114
附件 9 个人剂量检测报告	119
附件 10 核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单（部分人员）	130

表 1 项目基本情况

建设项目名称		南华大学附属南华医院核医学科楼一楼改建核技术利用建设项目			
建设单位		南华大学附属南华医院			
法人代表		联系人		联系电话	
注册地址		衡阳市东风南路 336 号			
项目建设地点		南华大学附属南华医院核医学科楼一楼			
立项审批部门			批准文号		
建设项目总投资（万元）		项目环保投资（万元）		投资比例（环保投资/总投资）	
项目性质		☐ 新建 ☒ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其他		占地面积（m ² ）	
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I 类 ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
		☐ 使用	☐ I 类（医疗使用） ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物		
		☐ 销售	/		
		☒ 使用	☒ 乙 ☐ 丙		
	射线装置	☐ 生产	☐ II 类 ☐ III 类		
		☐ 销售	☐ II 类 ☐ III 类		
		☐ 使用	☐ II 类 ☐ III 类		
	其他				
	项目概述 1、建设单位概况 南华大学附属南华医院（以下简称“南华医院”）坐落于衡阳市珠晖区东风南路 336 号，前身为核工业 415 医院，始建于 1958 年，2002 年成建制划转至南华大学，是湘南地区久享盛誉的集医疗、教学、科研、预防和康复于一体的大型三级甲等综合医院。医院所属核工业卫生学校是国家重点中等职业学校、湖南省唯一的公办卓越中等卫生职业学校、中央财政支持的紧缺型护理人才培养基地。 2、项目由来 南华医院拟对核医学科楼一楼进行改建，同时拟新增放射性核素 Lu-177 开展放射治疗。为保护环境和公众利益，防止辐射污染，根据《中华人民共和国生态环境法典》、《建				

设项目环境保护管理条例》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的要求，南华大学附属南华医院委托湖南省湘核检测科技有限公司承担“南华大学附属南华医院核医学科一楼改建核技术利用项目”的环境影响评价工作。我公司接受委托后，组织技术人员对项目现场进行了踏勘和调查，并收集和分析了相关资料，在完成辐射环境现状监测等工作的基础上，依照《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响文件的内容和格式》编制完成了本报告表。

3、建设规模

本项目拆除核医学科楼一楼内部的部分墙体、通风管道、排水管道，重新规划布局，封堵窗洞、门洞，新建部分墙体，新建一楼的通风管道、排水管道，在核医学科楼东南侧新建一座衰变池用于一楼放射性废水的衰变。项目改建完成后，一楼使用放射性核素 I-131、Sr-89 和 Lu-177 开展放射治疗，有独立的排风、排水以及放射性废水衰变池，与二楼的甲癌治疗场所分开，作为一个独立的乙级非密封放射性物质工作场所。本项目改建前平面布局及拆除墙体示意图见附图 1，改建后平面布局及新建墙体示意图见附图 2，放射性核素使用情况详见表 1-1，本项目工程组成情况见表 1-2。

表 1-1 改建后核医学科一楼非密封放射性物质情况一览表

工作场所名称	核素	理化状态	使用时间	活动种类	来源	日最大操作量 (Bq)	年最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)		场所等级
核医学科一楼	I-131	液体，中毒 半衰期 8.02d	周一到周三	使用	外购	3.704E+9 (100.1mCi)	5.778E+11 (15615.6mCi)	3.704E+8		日等效 最大操作量 3.704E+08Bq 乙级
	Sr-89	液体，中毒 半衰期 50.53d	周四	使用	外购	2.96E+08 (8mCi)	1.421E+10 (384mCi)	2.96E+06	3.70E+06	
	Lu-177	液体，中毒 半衰期 6.73d	周四	使用	外购	7.40E+9 (200mCi)	3.552E+11 (9.6Ci)	7.40E+07		

表 1-2 本项目工程组成情况表

类别	项目	内容	备注
拆除工程	拆除门窗	拆除窗户：1800mm×2000mm：13 处；1500mm×2000mm：2 处； 1200mm×1700mm：1 处； 拆除门：900mm×2100mm：19 处；1200mm×2100mm：4 处； 1800mm×2100mm：1 处；	尺寸为洞口尺寸
	拆除墙体	4120mm（长）×240mm（厚）：1 处； 3060mm（长）×240mm（厚）：2 处； 1160mm（长）×240mm（厚）：1 处； 2860mm（长）×100mm（厚）：1 处； 900mm（长）×240mm（厚）：7 处； 1200mm（长）×240mm（厚）：2 处； 300mm（长）×240mm（厚）：2 处；	一楼层高 3.2m
	通风橱	现有通风橱全部拆除	
	通风系统	一楼通风系统全部拆除	
新建工程	封堵门窗	封堵窗户：1800mm×2000mm：8 处； 封堵门：900mm×2100mm：5 处；	
	更换门窗	更换窗户：1800mm×2000mm：5 处；1500mm×2000mm：2 处； 1200mm×1700mm：1 处； 更换门：900mm×2100mm：9 处；1200mm×2100mm：4 处； 1800mm×2100mm：1 处；	尺寸为洞口尺寸
	新装门	900mm×2100mm：9 处；1200mm×2100mm：4 处；	
	新建墙体	4120mm（长）×240mm（厚）：1 处（预留宽 900mm×高 2100mm 门洞 1 个）； 2000mm（长）×120mm（厚）：1 处； 1500mm（长）×120mm（厚）：1 处； 1160mm（长）×240mm（厚）：1 处（预留宽 900mm×高 2100mm 门洞一个）； 3410mm（长）×240mm（厚）：1 处； 4360mm（长）×240mm（厚）：1 处； 5560mm（长）×240mm（厚）：1 处； 2860mm（长）×120mm（厚）：1 处（预留宽 900mm×高 2100mm 门洞 2 个）；	一楼层高 3.2m
	衰变池	槽式，1 个调节池+1 个设备检修池+4 个衰变池 调节池：长×宽×深：1800mm×1600mm×2900mm，外池壁厚 500mm， 与设备检修池共用池壁厚 300mm； 设备检修池：长×宽×深：5400mm×1400mm×3000mm，外池壁厚 500mm， 与调节池共用池壁厚 300mm，与衰变池共用池壁厚 300mm； 衰变池：长×宽×深：2000mm×1200mm×2900mm，外池壁厚 500mm， 相邻池壁厚 200mm，与设备检修池共用池壁厚 300mm；	各池体的尺寸为内空尺寸，同时 配套建设排水管网
	通风系统	新建一楼通风系统，分装柜设独立排风管，控制区呈微负压状态， 气流遵循从“清洁-低活区-高活区”的顺序	楼顶设活性炭吸附装置
依托工程	固体废物	①本项目生活垃圾、医疗废物依托现有处理方式	依托

4、项目选址及周边环境

(1) 建设单位位置

南华大学南华附属医院位于湖南省衡阳市珠晖区东风南路 336 号，院区红线东侧为南华医院新研究生宿舍和天井小区，南侧为核工业卫生学校，西侧为部队，北侧为东风路。院内由北向南依次为（体检中心、第一住院部、卒中中心）、外科楼（第二住院楼）、老研究生宿舍楼、食堂、核医学科楼、肿瘤防治中心、药学部、医院家属区等。医院地理位置图见图 1-1、医院平面布局图见图 1-2。



图 1-1 建设单位地理位置示意图



图 1-2 医院平面布局示意图

(2) 本项目位置

本项目对核医学科楼的一楼进行改建，改建完成后，一楼继续使用放射性核素 I-131 开展甲亢治疗、甲状腺功能检查，Sr-89 开展放射治疗，同时新增放射性核素 Lu-177 开展放射治疗。

6 本项目所在的核医学科楼是一栋二层建筑，无地下室。核医学科楼位于医院用地范围的西南，核医学科楼西侧是肿瘤防治中心（三层建筑，无地下室），南侧是核医学楼前坪、院内道路（路面低于核医学科楼一层地面及前坪约 1.5m）及药学部（三层建筑，一层地面低于核医学科楼一层地面及前坪约 1.5m），西侧是配电房、后勤仓库（地面低于核医学科楼一层地面约 2m）、研究生宿舍楼（一层地面低于核医学科楼一层地面约 4m）及院内道路。北侧山体。周边情况示意图 1-3。



图 1-3 核医学科楼周边关系示意图

（3）项目选址合理性分析

本项目在原核医学科楼改造，不毗邻产科、儿科、食堂等部门，项目选址合理。

（4）平面布局合理性分析

本项目改造完成后，工作场所内部工作人员、放射性药物和放射性废物路径相对独立，并且设有卫生通过间。因此，项目平面布局合理。

5、实践正当性评价

本项目的建设对保障健康、拯救生命有着十分重要的作用。项目运营以后，将为病人提供一个优越的诊疗环境，具有明显的社会效益，医院在保障病人健康的同时也为医院创造了更大的经济效益。因此，本项目的实施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。

6、产业政策符合性分析

根据《产业结构调整指导目录(2024 年本)》，本项目使用的放射性核素属于鼓励类“六、核能 4、核技术应用：同位素、加速器及辐照应用技术开发、辐射防护技术开发与检测”，属于国家鼓励类产业，项目符合国家产业政策。

7、现有核技术利用项目情况

1、辐射安全许可情况

根据医院提供的资料，医院于 2025 年 2 月 8 日重新申领了辐射安全许可证（湘环辐证[00345]，见附件 2），许可证有效期至 2029 年 4 月 9 日，许可种类和范围包括使用Ⅲ类、Ⅴ类放射源；使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所。医院现有核技术利用情况见表 1-4～表 1-6。

表1-4 医院现许可的放射源情况一览表

序号	核素名称	放射源类别	总活度（贝可）/ 活度（贝可）×枚数	所在场所	环评情况	验收情况
1	Ge-68	Ⅴ类	7.4E+7*1	肿瘤防治中心 三楼PET-CT 中心	备案号： 202543040500000001	
2	Ir-192	Ⅲ类	3.7E+11*2	肿瘤防治中 心一楼后装机 房	湘环评辐表 [2022]105号，2025 年3月已自主验收	2025年3月 已自主验收

表1-5 医院现许可使用的非密封放射性物质情况一览表

序号	核素名称	日等效最大操作量 (Bq)	年最大 用量（Bq ）	场所 等级	所在场所	活动 种类	环评情况	验收情况
1	Sr-89	1.48E+7	1.48E+9	乙级	核医学科 楼	使用	湘环评表 [2005]4号	未开展
2	Tc-99m	3.7E+7	4.44E+11			使用		
3	I-131	3.51E+9	1.613E+12			使用		
4	Tc-99m	3.24E+8	9.72E+12	乙级	肿瘤防治 中心二楼 SPECT-CT	使用	湘环评辐 表 [2022]105 号	2025年3月 已自主验收
5	F-18	7.4E+6	1.9E+12	乙级	肿瘤防治中 心三楼 PET-CT中心	使用	湘环评 辐表 [2022]10 5号	2026年5 月已自 主验收
6	Ga-68	2.37E+7	2.37E+11			使用		
7	C-11	1.11E+7	1.33E+11			使用		
8	N-13	3.7E+7	5.55E+11			使用		

表1-6 医院现许可射线装置情况一览表

序号	名称	型号	数量	类别	位置	环评情况	验收情况
1	移动式 G 臂	Jz18-B	1 台	III 类	第二住院 10 楼 3-6 手术室	备案号: 202343040500000013	
2	小 C 臂机	SIREMOBIL Compact L	1 台	III 类	第二住院楼 10 楼 15 手术室	已环评及验收	
3	小 C 臂机	Brivo OEC 785	1 台	III 类	第二住院楼 10 楼 16 手术室	拟报废	
4	DR	DigitalDiagnost C50 65	1 台	III 类	第一住院楼 3 楼健康管理中心 DR 室	已环评及验收	
5	加速器	Primus-M	1 台	II 类	放疗科楼一楼直线加速器机房	拟报废	
6	ECT	NME.CAM Gantry Single Head Ext B	1 台	III 类	核医学科楼	湘环评表[2005]4 号, 报废停用	
7	CT 机	LightSpeed Ultra	1 台	III 类	门急诊医技住院综合大楼 1 楼放射科 1 号机房	已环评及验收	
8	CR	Q-Rad(规格一)	1 台	III 类	门急诊医技住院综合大楼 1 楼放射科 2 号机房	湘环评辐验表[2017]9 号	
9	CT	Discovery CT	1 台	III 类	门急诊医技住院综合大楼 1 楼放射科 4 号机房	湘环评辐验表[2017]9 号	
10	移动 DR	sedecal, SM-50HF-B-D-C	1 台	III 类	门急诊医技住院综合大楼 1 楼放射科 6 号机房	已环评及验收	
11	DR	DigitalDiagnost	1 台	III 类	门急诊医技住院综合大楼 1 楼放射科 6 号机房	湘环评辐验表[2017]9 号	
12	DR 机	Multix Select DR	1 台	III 类	门急诊医技住院综合大楼 1 楼放射科 8 号机房	已环评及验收	
13	CT	SOMATOM go.top	1 台	III 类	门急诊医技住院综合大楼 1 楼放射科 CT 机房	已环评及验收	
14	数字乳腺 X 射线摄影系统	Selenia Dimensions	1 台	III 类	门急诊医技住院综合大楼 1 楼放射科乳腺机房	备案号: 202143040500000020	
15	胃肠机	D-VISION PLUS SOS	1 台	III 类	门急诊医技住院综合大楼 1 楼放射科胃肠机房	湘环评辐验表[2017]9 号	
16	DSA	Azurion7 M20	1 台	II 类	门急诊医技住院综合大楼 1 楼急症创伤中心 DSA 室	湘环评辐表 [2022]8 号	2022 年 5 月已自主验收
17	DSA	Allura Xper FD20	1 台	II 类	门急诊医技住院综合大楼 4 楼导管室 DSA(1)室	已环评及验收	

18	DSA	Artis zee III ceiling	1 台	II类	门急诊医技住院综合大楼4楼导管室DSA(2)室	已环评及验收	
19	多功能口腔 CBCT	Smart3D	1 台	III类	门急诊医技住院综合大楼4楼口腔科CBCT室	备案号: 202143040500000020	
20	牙科 X 射线机	RX DC Plus/I	1 台	III类	门急诊医技住院综合大楼4楼口腔科牙片室		
21	双能 X 射线骨密度仪	Magic DXA6100	1 台	III类	门急诊医技住院综合楼二楼体检中心骨密度室	备案号: 202443040500000005	
22	X 射线计算机体层摄影设备	ingenuity core 128	1 台	III类	门急诊医技住院综合楼一楼CT室		
23	骨密度仪	Discovery Ci	1 台	III类	门诊二楼内科门诊骨密度室		
24	SPECT-CT	NM/CT 860 Beyond	1 台	III类	肿瘤防治中心二楼SPECT-CT中心	湘环评辐表[2022]105号	2025年3月 已自主验收
25	正电子发射 X 射线计算机断层成像系统	uMI Panorama 28C	1 台	III类	肿瘤防治中心三楼PET-CT中心	湘环评辐表[2022]105号	2026年5月 已自主验收
26	模拟定位 CT	Discovery RT	1 台	III类	肿瘤防治中心一楼模拟定位CT机房	备案号: 202443040500000005	
27	10MV 直线加速器	Infinity	1 台	II类	肿瘤防治中心一楼直线加速器机房	湘环评辐表[2022]105号	2025年3月 已自主验收

2、医院辐射安全管理现状

南华医院严格遵守《中华人民共和国生态环境法典》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关辐射防护法律、法规，配合各级生态环境部门监督和指导，辐射防护设施运行良好。

①医院辐射工作场所设置有电离辐射警示标志和工作指示灯。屏蔽防护措施满足要求；每个机房周围外照射辐射水平符合相关标准规定的要求。

②为加强辐射安全和防护管理工作，医院成立了辐射环境与安全防护委员会的领导小组，负责医院的辐射安全防护管理工作的领导与协调工作。

③医院已制定了《辐射防护应急处理预案》、《设备维修维护制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射监测计划》、《岗位职责》、《人员培训计划》、《辐射防护和安全保卫制度》等相关制度。

3、防护措施落实情况

医院在开展核技术项目过程中，落实了环评及批复的要求，制定了相关管理制度，采取了必要的防护措施，医院现有辐射防护措施主要有以下几点：

(1) 射线装置

①屏蔽防护：各机房屏蔽防护措施满足要求，各机房周围外照射辐射水平符合相关标准规定的要求。

②警示标志：防护门上方有工作状态指示灯，防护门上粘贴有电离辐射警示标志等警示标识。

③机房内通风：各机房均按要求设有通风装置，通风良好。

（2）非密封放射性物质工作场所

①医院现有核医学科用房独立，布局合理，避免与其它科室交叉；辐射工作场所设置了醒目的辐射警示标志，患者通道设置有就诊指引标识，各功能用房设有表明房间功能的标牌；

②医院采取了相应的辐射屏蔽措施，为操作放射性同位素的人员配备了必要的辐射防护用品，各核医学用房均具有一定的屏蔽效果；

③控制区和监督区的地面和工作台面均铺设易清洗的材料，有利于表面污染的控制；

④放射性废水排放至衰变池，经存放达到排放标准后排入医院污水处理系统，核医学科放射性废气通过专用管道引至楼顶排放，放射性固体废物采用先收集在各自相关工作场所的专用污物桶（铅桶）内，再将污物桶内的固体废弃物分期存放到放射性固体废物间内，集中贮存达到清洁解控水平后再处理；

⑤核医学科设有储源室，室内配备了储源保险柜，实行双人双锁，放射性药物、放射源的入库、存取、领用等均建立有相应登记记录台账，并由专人负责管理；

⑥核医学科工作场所内分别设有PET和SPECT扫描患者给药后休息室和患者卫生间，对给药后病人进行了宣教和管理。

（3）现有辐射工作人员情况

医院现有辐射工作人员均佩戴了个人剂量计，并定期委托了有资质的单位进行检测；均进行了职业健康体检，体检结果为可从事放射工作；操作II类射线装置的辐射工作人员均进行了辐射安全与防护培训和考核且成绩合格，操作III类射线装置的辐射工作人员取得了医院自主考核的辐射安全与防护考核成绩报告单。

4、现有核医学楼情况

南华医院核医学科楼许可使用核素 Sr-89 日最大操作量 $1.48\text{E}+8\text{Bq}$ 、Tc-99m 日最大操作量 $3.7\text{E}+9\text{Bq}$ 、I-131 日最大操作量 $3.51\text{E}+10\text{Bq}$ ，其中 I-131 的日最大操作量包括甲癌、甲亢和甲状腺功能检查三种患者的用药量。

核医学科一楼开展 Sr-89 放射治疗、Tc-99m 诊断和 I-131 甲亢治疗和甲状腺功能检查，二楼开展 I-131 甲癌治疗。医院肿瘤防治中心二楼的 SPECT-CT 于 2025 年 3 月验收投入使用后，核医学科楼一楼的 Tc-99m 停用。核医学科楼一楼各房间墙体为 240mm 实心砖墙。

核医学科楼一楼和二楼设有独立的排风管道；共用一个衰变池，由 2026 年 3 月 27 日检测报告可知，衰变池总 α 放射性检测结果 0.233Bq/L，总 β 放射性 0.378Bq/L，检测报告见附件 3，衰变池废水经检测满足排放标准。

根据现场调查可知，核医学科楼一楼已停用 9 个月，Sr-89 暂停接诊，I-131 甲亢和甲状腺功能检查在二楼开展（已进行辐射安全分析）。

核医学科楼二楼 I-131 核素治疗情况详见表 1-7。

表1-7 核医学科二楼I-131核素使用情况一览表

核素	用途	患者数量	单人最大用药量	日最大操作量	日等效最大操作量	时间
I-131	甲癌	4 人/批次	5.55E+09Bq (150mCi)	2.22E+10Bq	2.22E+09Bq	周四-周六
	甲亢	10 人/天	3.70E+08Bq (10mCi)	3.70E+09Bq	3.704E+08Bq	周一-周三
	甲测	10 人/天	3.70E+05Bq (0.01mCi)	3.70E+06Bq		

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) /活度 (Bq) × 枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大 操作量 (Bq)	日等效最大操 作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式和 地点
1	I-131	液体，中毒 半衰期 8.02d	使用	3.704E+9	3.704E+08	5.778E+11	治疗	简单操作	核医学科一 楼	储源间
2	Sr-89	液体，中毒 半衰期 50.53d	使用	2.96E+8	2.96E+06	1.421E+10		很简单操作		
3	Lu-177	液体，中毒 半衰期 6.73d	使用	7.40E+9	7.40E+07	3.552E+11		很简单操作		

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)。

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表 6 评价依据

法规文件	1. 《中华人民共和国生态环境法典》，2026 年 8 月 15 日起施行； 2. 《建设项目环境保护管理条例》，1998 年 11 月 29 日国务院令第 253 号发布，2017 年 7 月 16 日国务院令第 682 号修改，2017 年 10 月 1 日起施行； 3. 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，2023 年 12 月 27 日，国家发展改革委令第 7 号令发布，2024 年 2 月 1 日起施行； 4. 《医院污水处理技术指南》，2003 年 12 月 10 日，环发[2003]197 号。 5. 《放射性药品管理办法》，2024 年 12 月 6 日修订并施行； 6. 《放射性废物安全管理条例》，国务院令第 612 号，2012 年 3 月 1 日起实施； 7. 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，2005 年 9 月 14 日国务院令第 449 号公布，2019 年 3 月 2 日国务院令第 709 号修订，2019 年 3 月 2 日起施行； 8. 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，2006 年 1 月 18 日总局令第 31 号发布，2021 年 1 月 4 日生态环境部令第 20 号修订，自公布之日起实施； 9. 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，2011 年 4 月 18 日环保部令第 18 号公布，2011 年 5 月 1 日起施行； 10. 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，2021 年 1 月 1 日实施； 11. 《放射工作人员职业健康管理暂行办法》，2007 年 6 月 3 日中华人民共和国卫生部令第 55 号发布，2007 年 11 月 1 日起施行； 12. 《关于发布<放射性废物分类>的公告》，2017 年 12 月 1 日环境保护部、工业和信息化部、国家国防科技工业局公告 2017 年第 65 号公布，自 2018 年 1 月 1 日起施行； 13. 《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》，2019 年 12 月 23 日生态环境部公告 2019 年第 57 号公告，2020 年 1 月 1 日起施行； 14. 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》，2021 年 3 月 12 日生态环境部公告 2021 年第 9 号公告，2021 年 3 月 15 日起实施； 15. 《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》，2016 年 3 月 7 日，环办辐射函[2016]430 号； 16. 《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》，
------	--

	2006 年 9 月 26 日，环发[2006]145 号； 17.《核应急管理导则—放射源和辐射技术应用应急准备与响应》，2003 年 2 月 21 日，国防科工委、卫生部发布，科工二司[2003]147 号；
技术标准	1.《建设项目环境影响评价技术导则总纲》（HJ2.1-2016）； 2.《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）； 3.《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； 4.《工作场所职业病危害警示标识》（GBZ158-2003）； 5.《辐射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ98-2020）； 6.《操作非密封源的辐射防护规定》（GB11930-2010）； 7.《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）； 8.《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）及《关于核医学标准相关条款咨询的复函》（辐射函 2023[20]号）； 9.《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）； 10.《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）； 11.《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）； 12.《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）； 13.《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ 1326-2023）。
其他	1.项目委托书； 2.李德平潘自强主编《辐射防护手册第一分册辐射源与屏蔽》、《辐射防护手册第三分册辐射安全》，原子能出版社，1987 年； 3.《发射光子的放射性各向同性点源的剂量学常数（续 I）》，辐射防护，2000 年 5 月，第 20 卷第 3 期； 4.霍雷、刘剑利等编著《辐射剂量与防护》，电子工业出版社，2015 年； 5.方杰主编《辐射防护导论》，原子能出版社，1988 年； 6.建设单位提供的项目相关资料。

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

根据《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）中的相关规定，“以项目实体边界为中心，放射性药物生产及其他非密封放射性物质工作场所项目的评价范围，甲级取半径 500m 的范围，乙、丙级取半径 50m 的范围。”。

本项目涉及乙级非密封放射性物质工作场所，因此本项目评价范围乙级非密封放射性物质工作场所实体边界外 50m 范围，评价范围见图 7-1。



图 7-1 评价范围示意图

保护目标

根据本项目特点，项目环境保护目标为辐射工作场所内的职业人员和工作场所周围的公众。项目环境保护目标详见下表。

表 7-1 环境保护目标一览表

污染源	方位	与场所的距离	功能	环境保护目标	规模
核医学科楼一层	一楼	内部	核医学科	辐射工作人员	11 人
	东	0-19m	室外通道、配电房	公众	流动人员
		19-50m	研究生宿舍楼、病案室、仓库	公众	约 200 人
	南	0-26m	核医学科楼前坪、院内道路	公众	流动人员
		26-40m	药学部	公众	
		40-50m	道路（通往核工业卫生学校）	公众	流动人员
	西	0-11m	绿化（地埋式衰变池上方）	/	/
		11-50m	肿瘤防治中心	辐射工作人员、公众	辐射工作人员：11 人； 公众：流动人员
	北	0-2m	雨水沟	/	/
		2-50m	山体	/	流动人员
	楼上	紧邻	甲癌治疗场所	辐射工作人员、公众	辐射工作人员：2 人；公 众：6 人
	楼下	紧邻	土层	/	/

评价标准

1、剂量限值

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）（节选）

附录 B 剂量限值和标明污染控制水平

B1 剂量限值

B1.1 职业照射

B1.1.1 剂量限值

B1.1.1.1 应对任何工作人员的这也照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

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

20mSv；

b) 任何一年中的有效剂量，50mSv；

c) 眼晶体的年当量剂量，150mSv；

d) 四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。

B1.2 公众照射

B1.2.1 剂量限值

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a) 年有效剂量，1mSv；

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

c) 眼晶体的年当量剂量，15mSv；

d) 皮肤的年当量剂量，50mSv。

2、剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)，结合医院实际情况，本项目辐射工作人员剂量约束值不超过 5mSv/a，公众年剂量约束值不超过 0.1mSv/a。

3、辐射剂量控制水平

(1)《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)(节选)

6.1.5 距核医学工作场所各控制区内房间防护门、观察窗和墙壁外表面 30cm 处的周围剂量当量率应小于 2.5 μ Sv/h，如屏蔽墙外的房间为人员偶尔居留的设备间等区域，其周围剂量当量率应小于 10 μ Sv/h。

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

6.1.7 固体放射性废物收集桶、曝露于地面致使人员可以接近的放射性废液收集罐体和管道应增加相应屏蔽措施，以保证其外表面 30cm 处的周围剂量当量率小于 2.5 μ Sv/h。

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

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

6.3.5 通风橱应有足够的通风能力。制备放射性药物的回旋加速器工作区域、碘-131 治疗病房以及设有通风橱、手套箱等场所的通风系统排气口应高于本建筑物屋顶，尽可能远离邻近的高层建筑。

7.2.3.1 固体放射性废物暂存时间满足下列要求的，经监测辐射剂量率满足所处环境

本底水平， α 表面污染小于 0.08Bq/cm^2 、 β 表面污染小于 0.8Bq/cm^2 的，可对废物清洁解控并作为医疗废物处理：

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

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

c) 含碘-131 核素的放射性固体废物暂存超过 180 天。

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

7.3.3.1 对于槽式衰变池贮存方式：

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

b) 所含核素半衰期大于 24 小时的放射性废液暂存时间超过 10 倍最长半衰期（含碘-131 核素的暂存超过 180 天），监测结果经审管部门认可后，按照 GB18871 中 8.6.2 规定方式进行排放。放射性废液总排放口总 α 不大于 1Bq/L 、总 β 不大于 10Bq/L 、碘-131 的放射性活度浓度不大于 10Bq/L 。

(2) 《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020) (节选)

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 0.3m 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，控制区内屏蔽体外表面 0.3m 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 $25\mu\text{Sv/h}$ ，宜不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；核医学工作场所的分装柜或生物安全柜，应采取一定的屏蔽防护，以保证柜体外表面 5cm 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 $25\mu\text{Sv/h}$ ；同时在该场所及周围的公众和放射工作人员应满足个人剂量限值要求。

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

服务机构进行检测。核医学工作场所的放射性表面污染控制水平见表 2（本报告表中表 7-2）。

表 7-2 核医学工作场所的放射性表面污染控制水平

单位: Bq/cm²

表面类型		α 放射性物质		β 放射性物质
		极毒性	其他	
工作台、设备、墙壁、地面	控制区 ^a	4	40	40
	监督区	0.4	4	4
工作服、手套、工作鞋	控制区 监督区	0.4	0.4	4
手、皮肤、内衣、工作袜		0.04	0.04	0.4
^a 该区内的高污染子区除外。				

4、场所分级

(1)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)(节选)

非密封源工作场所的分级应按表 C1(本报告表中表 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 $\sim 2 \times 10^7$

5、标准汇总

根据以上所列标准,本项目执行标准汇总如下:

表 7-4 标准汇总

项目		控制值
年有效剂量	剂量限值	辐射工作人员: 20mSv/a; 公众: 1mSv/a
	剂量约束值	辐射工作人员: 5mSv/a; 公众: 0.1mSv/a
核医学科楼一楼	分装柜	分装柜外表面 30cm 处人员操作位的周围剂量当量率小于 2.5μSv/h, 非正对人员操作位表面的周围剂量当量率小于 25μSv/h
	各治疗房间	核医学科一楼控制区内房间的防护门、墙壁外表面 30cm 处的周围剂量当量率小于 10μSv/h, 控制区外人员可达处的墙壁外表面 30cm 处的周围剂量当量率小于 2.5μSv/h
	放射性固体废物收集池、衰变池	放射性固体废物收集池、衰变池壁外表面 30cm 处的周围剂量当量率小于 2.5μSv/h

		放射性废水		放射性废水在衰变池暂存时间超过 10 倍最长半衰期，或经检测衰变池总排放口总 α 不大于 1Bq/L，总 β 不大于 10Bq/L，I-131 的放射性活度浓度不大于 10Bq/L	
通风				满足 HJ1188 中 6.3.1、6.3.4、6.3.5 的要求	
表面污染	工作台、设备、墙壁、地面	控制区 ^a	β 放射性物质	40Bq/cm ²	
		监督区		4Bq/cm ²	
	工作服、手套、工作鞋	控制区 监督区		4Bq/cm ²	
	手、皮肤、内衣、工作袜			0.4Bq/cm ²	

表 8 环境质量和辐射现状

项目位置

本项目是南华医院核医学科楼一层的改建项目，核医学科楼位于南华医院用地范围的东侧，是一栋的二层砖混结构的建筑，无地下室。

辐射环境现状监测

湖南省湘核检测科技有限公司对核医学科一楼采取了巡测的方式进行检测，结果取最大值。现状检测时，二楼甲癌病房有患者住院，放射性固废衰变池内有放射性固体废物。

1、辐射环境现状监测目的：对核医学科一楼的 γ 辐射剂量率及表面污染进行监测，了解现状水平，评估是否可以进行施工。详情见监测报告（附件 10）。

2、监测因子：环境 γ 辐射剂量率、表面污染。

3、监测时间及频次：2026 年 5 月 29 日，1 次。

4、监测点位：核医学科一楼

监测方案及质量保证

1、监测依据：《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）。

2、质量保证：该项目测量所用的仪器性能参数均符合国家标准方法的要求，有有效的国家计量部门检定的合格证书，并有良好的日常质量控制程序。监测人员均经具有相应资质的部门培训，考核合格持证上岗。数据分析及处理采用国家标准中相关的数据处理方法，按国家标准和监测技术规范有关要求进行处理和填报，并按有关规定和要求进行三级审核。本次监测所使用的仪器情况见表 8-1。

表 8-1 监测所使用的仪器情况

仪器名称	环境 X- γ 剂量率仪
仪器型号	FH40G+FHZ672E-10
量程	主机 10nSv/h-1Sv/h 探头 1nSv/h-100 μ Sv/h
检定/校准有效期至	2026 年 6 月 9 日
仪器名称	α 、 β 表面污染测量仪
仪器型号	CoMo-170
检定/校准有效期至	2026 年 6 月 19 日

监测结果及评价

本次 γ 辐射剂量率检测结果详见监测数据详见表 8-2，表面污染检测结果见表 8-3。

表 8-2 γ 辐射剂量率检测结果一览表

点位 编号	检测点位置	检测结果 (nGy/h)		备注
		γ 辐射剂量率	标准偏差	
1	一楼大厅	101.9	5.1	楼房
2	一楼更衣室	101.6	3.1	楼房
3	一楼报告室	94.8	1.2	楼房
4	一楼 ECT 室	201.8	3.6	楼房
5	一楼甲测室	111.9	2.4	楼房
6	一楼厕所	131.3	5.8	楼房
7	一楼 ECT 候诊室	214.9	4.8	楼房
8	一楼抢救室	118.7	3.6	楼房
9	一楼甲吸室	106.3	4.2	楼房
10	一楼注射室	122.1	2.4	楼房
11	一楼质控室	105.8	3.7	楼房
12	一楼储源仓库	123.8	4.4	楼房
13	二楼楼梯口	108.6	4.5	楼房
14	一楼固废衰变池口上方	574.1	48.7	楼房
备注	1、监测区域中心经纬度(取 1 号监测点位坐标): E 112°65'66.4158"; N 26°86'75.4712" (奥维地图,海拔高度 77m), 仪器设备宇宙射线监测点经纬度: E 113°5'52.974"; N 29°29'31.675" (奥维地图,海拔高度 20m), 仪器宇宙射线响应值为 11.5nGy/h₀, 本次监测区域中心经纬度与宇宙射线监测点的海拔高度差别<200 m, 经度差别≤5°, 纬度差别>2°, 需要进行宇宙射线响应值(D_c)修正, 修正后的宇宙射线响应值(D_c)为 11.5nGy/h, 监测结果已扣除宇宙射线响应值(D_c)。 2、依据 HJ 1157-2021, 监测结果按照 $D_{\gamma}=k_1 \times k_2 \times R_{\gamma}-k_3 \times D_c$ 得出。 3、本次监测仪器(检定证书编号:DLJL20250328-1122)使用 ¹³⁷Cs 作为检定/校准参考辐射源时, 换算系数取值 1.20Sv/Gy, 仪器校准因子(k₁)为 1.06; 仪器检验源效率因子(k₂)取 1, 宇宙射线屏蔽因子(k₃): 楼房取 0.8, 平房取 0.9, 原野、道路取 1。			

根据检测结果可知, 南华医院核医学科一楼 γ 辐射剂量率在 94.8-574.1nGy/h 之间, 满足 HJ1188-2021 中“各控制区内房间防护门、观察窗和墙壁外表面 30cm 处的周围剂量当量率应小于 2.5 μ Sv/h, 固体放射性废物收集桶外表面 30cm 处的周围剂量当量率小于 2.5 μ Sv/h”的要求。

表 8-3 表面污染检测结果一览表

点位 编号	检测点位置	检测结果(Bq/cm ²)	
		α 表面污染	β 表面污染
1	一楼更衣室地面	<0.014	<0.043
2	一楼报告室地面	<0.014	<0.043
3	一楼 ECT 室地面	<0.014	<0.043
4	一楼甲测室地面	<0.014	<0.043
5	一楼厕所地面	<0.014	0.043
6	一楼 ECT 候诊室地面	<0.014	<0.043
7	一楼抢救室地面	<0.014	<0.043
8	一楼甲吸室地面	<0.014	<0.043
9	一楼甲吸室台面	<0.014	0.045
10	一楼注射室地面	<0.014	0.105
11	一楼注射室台面	<0.014	<0.043
12	一楼质控室地面	<0.014	<0.043
13	一楼质控室台面	<0.014	<0.043
14	一楼储源仓库地面	<0.014	<0.043
15	二楼楼梯口地面	<0.014	<0.043
16	一楼固废衰变池台面	<0.014	0.143
备注	1、 α 表面污染测检出限为 0.014Bq/cm ² ， β 表面污染检出限为 0.043Bq/cm ² 。		

由表 8-3 可知，核医学科一楼各房间地面、台面、二楼楼梯口地面的表面污染满足 GB18871-2002 中 α 放射性物质表面污染控制水平 0.08Bq/L， β 放射性物质表面污染控制水平 0.8Bq/L” 的要求，可以施工。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备与工艺分析

本项目改建完成后，核医学科楼一楼使用放射性核素 I-131 治疗甲亢，开展甲状腺功能检查、Lu-177、Sr-89 开展放射治疗。各核素工艺分析如下：

1、I-131 甲亢治疗、甲状腺功能检查

(1) 核素特性

I-131 的半衰期为 8.02 天，衰变方式为 β^- 衰变，发射 β 射线（99%）和 γ 射线（1%），其中 β 射线分支比最大的为 89.2%，能量为 606.3keV，还能释放出多条 γ 射线，其中分支比最大的为 81.1%，能量为 364.5keV， γ 射线能量最大的为 722.89keV，占比 1.8%。

(2) 工作原理

①甲亢治疗：甲状腺具有高度选择性摄取 I-131 的功能，功能亢进的甲状腺组织摄取能量将更多。I-131 在甲状腺内停留的时间较长，在甲亢患者甲状腺内的有效半衰期约 3-5 天。在患者服用 I-131 后，90%以上的 I-131 都会聚集到患者的甲状腺，其余的 I-131 随代谢排出体外。I-131 衰变时主要发射 β^- 粒子，且射程短，仅约 2-3mm，对周围正常组织一般无影响。因此，I-131 治疗可使部分甲状腺组织收到 β 射线的集中照射，使部分甲状腺细胞萎缩直至功能丧失，从而减少甲状腺激素的分泌，使亢进的功能恢复正常，达到治疗的目的。由于本项目甲亢患者最大服药量活度为 10mCi（370MBq），低于 400MBq，因此，甲亢患者服药后无需住院，短暂留观后直接离开。

②甲状腺功能检查：碘是甲状腺合成甲状腺激素的原料之一，放射性的 I-131 也能被摄取并参与甲状腺激素的合成，其被摄取量和速度与甲状腺功能密切相关。将 I-131 引入受检者体内，利用体外探测仪器测定甲状腺部位放射性计数的变化，可以了解 I-131 被甲状腺摄取的情况，从而判断甲状腺的功能。甲状腺功能测定单人次 I-131 给药量很小，本项目最大用量仅 10 μ Ci（3.7E+05Bq），低于 GB18871 规定的豁免水平（1.0E+06Bq）

(3) 工作流程

①甲亢治疗

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

2) 医院根据患者预约情况向供药方定药，供药方将药物装在试剂瓶内，用铅屏蔽容

器装载送至核医学科储源间。核医学科工作人员核对药物信息无误后签收。

3) 每日给药前, 工作人员从储源间取出装有 I-131 药物的铅屏蔽容器转移至分装柜内, 在分装柜内手动分装所需的 I-131 药物 (包括分装、测活等操作, 总计时长不超过 2min), 分装完成的药物拟置于服药杯内, 服药杯放置在垫有吸水纸的托盘内, 放入服药窗口。

4) 甲亢患者根据现场叫号进入服药室, 按照指示取药服用。

5) 甲亢患者服药后在留观室内留观, 无异常后离开, 留观时长不超过 10min, 留观室内最多 1 人留观。

②甲状腺功能检查

1) 根据患者病情进行综合评估, 告知患者可能的辐射危害及注意事项, 根据患者预约情况制定放射性药物订购计划。

2) 医院根据患者预约情况向供药方定药, 供药方将药物装在试剂瓶内, 用铅屏蔽容器装载送至核医学科储源间。核医学科工作人员核对药物信息无误后签收。

3) 每日给药前, 工作人员从储源间取出装有 I-131 药物的铅屏蔽容器转移至分装柜内, 在分装柜内手动分装所需的 I-131 药物 (包括分装、测活等操作, 总计时长不超过 2min), 分装完成的药物拟置于服药杯内, 服药杯放置在垫有吸水纸的托盘内, 放入服药窗口。甲测患者最大用药量不超过 $10 \mu\text{Ci}$, 低于 GB18871 规定的豁免水平。

4) 甲测患者根据现场叫号进入服药室, 按照指示取药服用。服药后无异常离开, 无需留观。

5) 甲亢患者服药后 2 小时、24 小时到加工测定室测摄点率。

(4) 工作负荷

①甲亢治疗

根据医院提供资料, 甲亢患者每天最多 10 人, 每名患者最大用药量 $3.70\text{E}+08\text{Bq}$ (10mCi), 每周最多治疗天数 3 天, 全年工作时间按 52 周计, 则全年患者 1560 名, 年最大用药量 $5.772\text{E}+11\text{Bq}$ (15.6Ci)。

②甲状腺功能检查

根据医院提供资料, 甲测患者每天最多 10 人, 每名患者最大用药量 $3.70\text{E}+05\text{Bq}$ ($10 \mu\text{Ci}$), 每周最多治疗天数 3 天, 全年工作时间按 52 周计, 则全年患者 1560 名, 年最大用药量 15.6mCi ($5.772\text{E}+8\text{Bq}$)。

甲亢和甲测每周开展三天，安排在周一到周三，核医学科一楼 I-131 用量详见表 9-1。

表 9-1 改建后核医学科一楼 I-131 用药情况一览表

核素	用途	患者数量 (人/天)	单人最大用量 (Bq)	日最大操作量 (Bq)	年最大操作量 (Bq)
I-131	甲亢治疗	10	3.70E+08	3.70E+09 (100mCi)	5.772E+11 (15.6Ci)
	甲测	10	3.70E+05	3.70E+06 (0.1mCi)	5.772E+8 (15.6mCi)

2、Lu-177 治疗

(1) 核素特性

Lu-177 属于镧系金属类，半衰期为 6.73 天，衰变方式为 β 衰变 (100%)，发射 3 种能量 β 射线，其中 β 射线最大能量为 497keV，同时，Lu-177 可发射 2 个特征的 γ 射线，最大能量 208keV。

(2) 工作原理

Lu-177 通过特定分子与肿瘤细胞表面受体结合，实现精准定位。通过释放 β 射线破坏肿瘤细胞 DNA，抑制其生长或直接导致细胞死亡，对周围正常组织影响较小。

(3) 工作流程

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

②根据患者预约情况订购药物，供药单位按约定时间将药物按照 1 人份的规格送到核医学科。经验收合格后送到储源间。

③患者入院登记及准备：患者按照预约时间前往核医学科进行登记、办理住院。Lu-177 患者给药前，需在患者手臂建立静脉留置针通路，并按要求给予常规药物，做好给药前准备。

④患者注射药物：本项目按照 1 人份的规格来药，无需进行分装。工作人员将药物送至病房，连接药物输注管道，采用静脉输液方式通过留置针给药，输液时间一般不超过 30min。

⑤患者留观：注射药物后患者在病房内进行留观，留观期间通过视频监控及语音通话系统密切观察患者情况。如出现不良反应，立刻采取措施；患者留观 6h-1d 后，无异常，且经检测满足出院要求后方可由患者专用出口离开。

(4) 工作负荷

根据医院提供资料，预计 Lu-177 患者最大用药量 $7.4\text{E}+09\text{Bq}$ (200mCi)，每周 1 名患者，每月最多 4 名患者，全年工作时间按 48 周计，则全年共 48 名患者。年最大用药量 $3.552\text{E}+11\text{Bq}$ (9.6Ci)。

根据医院计划，每周四开展 Lu-177 的治疗。核医学科一楼 Lu-177 用量详见表 9-2。

表 9-2 改建后核医学科一楼 Lu-177 用药情况一览表

核素	用途	患者数量(人/周)	单人最大用药量(Bq)	日最大操作量(Bq)	年最大操作量(Bq)
Lu-177	放射治疗	1	$7.40\text{E}+09$	$7.40\text{E}+09$ (200mCi)	$3.552\text{E}+11$ (9.6Ci)

3、Sr-89 治疗

(1) 核素特性

Sr-89 半衰期为 50.5 天，衰变方式为 β 衰变 (100%)， β 射线最大能量为 1.46MeV 。在骨组织射程约 3mm，软组织约 8mm。

(2) 工作原理

Sr-89 放射治疗是利用机体内能高度选择性地聚集在病变组织的化合物作为载体，将 Sr-89 运送到病变组织或细胞，使放射性核素与病变细胞紧密结合，对病变进行集中照射，在局部产生足够的电离辐射生物学效应，达到抑制或破坏病变组织的目的，其有效射程很短，因而临近正常组织和全身辐射吸收剂量很低，从而达到止痛和破坏肿瘤的目的。

(3) 工作流程

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

②根据患者预约情况订购药物，供药单位按约定时间将药物按照预约的药物送到核医学科。经验收合格后送到储源间。

③药物注射：患者按照预约时间前往核医学科进行登记、注射药物。

④留观：注射后患者进入骨转移留观室留观，无异常后离开。

(4) 工作负荷

根据医院提供资料，预计 Sr-89 患者最大用药量 $1.48\text{E}+08\text{Bq}$ (4mCi)，每周 2 名患者，全年工作时间按 48 周计，则全年共 96 名患者。

根据医院计划，每周四开展 Sr-89 的治疗。核医学科一楼 Sr-89 用量详见表 9-3。

表 9-3 改建后核医学科一楼 Sr-89 用药情况一览表

核素	用途	患者数量 (人/周)	单人最大用药量 (Bq)	日最大操作量 (Bq)	年最大操作量 (Bq)
Sr-89	放射治疗	2	1.48E+08	2.96E+08 (8mCi)	1.421E+10 (384mCi)

综上，核医学科一楼改建后，场所日等效最大操作量详见表 9-4。

表 9-4 改建后核医学科一楼日等效最大操作量计算一览表

核素	日最大操作量 (Bq)	毒性组别	毒性组别修正因子	操作方式	操作方式修正因子	日等效最大操作量 (Bq)	总的日等效最大操作量 (Bq)	场所等级
I-131	3.704E+09	中毒	0.1	简单操作	1	3.704E+08	3.704E+08 (I-131 与	乙级
Lu-177	7.40E+09	中毒	0.1	很简单的操作	10	7.40E+07	Lu-177、Sr-89	
Sr-89	2.96E+08	中毒	0.1	很简单的操作	10	2.96E+06	不在同一天使用，不叠加)	

3、人员配备

医院核医学科现有辐射工作人员 11 人，可满足工作需要。

污染源项描述

1、建设阶段的污染源项

本项目建设阶段主要是项目的拆改工程、装饰装修工程等，该过程会产生废气、噪声、固体废物等。

废气：主要为拆除墙体、钻孔等产生的扬尘和装修过程产生的装修废气。

噪声：主要为墙体拆除时敲打、装修时的噪声。

废水：主要为施工人员产生的生活污水及施工废水。

固体废物：主要为拆除的墙体、建设过程中产生的建筑垃圾以及施工人员的生活垃圾。

2、运营期的污染源项

本项目使用放射性核素 I-131、Lu-177、Sr-89，运营期污染源项如下：

(1) β 射线及韧致辐射：本项目使用的放射性核素在衰变过程中释放 β 射线。 β 射线在组织中的射程较短，患者的身体或储源容器完全能够阻挡 β 射线，主要考虑 β 射线与物质相互作用时产生的韧致辐射造成外照射危害。

(2) γ 射线：放射性药物释放的 γ 射线。

(3) 表面污染：操作放射性药物时产生的表面污染

(4) 放射性废气：本项目分装柜、储源室、留观室、放射性固体废物间的放射性废气。

(5) 放射性废水：本项目的放射性废水主要是患者留观产生的盥洗废水、核医学科工作人员清洗废水以及工作场所清洁废水。

(6) 放射性固体废物：本项目固体废物主要包括废弃一次性防护用品（口罩、手套、鞋套、放射性污染防护服等）、服药口杯、吸水垫材、污染的棉签等、

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

1、工作场所布局与分区

(1) 工作场所布局

本项目在核医学科楼一楼进行改造，

(2) 辐射工作场所分区管理

本项目是在原非密封放射性物质工作场所进行改造，辐射工作场所分区与原来基本一致，核医学科一楼大厅、导诊台医生值班室、甲测室划为监督区，其余为控制区。

①控制区：在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散，以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。

②监督区：未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但要不断检查其职业照射状况的指定区域。在监督区入口处的合适位置张贴辐射危险警示标识；并定期检查工作的状况，确认是否需要防护措施和安全条件，或是否需要更改监督区的边界。

本项目辐射工作场所分区详见表 10-1，分区示意图见附图 2。

表 10-1 本项目分区一览表

工作场所	控制区	监督区
核医学科 一楼	储源固废室、质控室、分装室、卫生通过间、注射给药室、Lu-177 病房、抢救室、敷贴治疗室、骨转移留观室、甲亢留观室、2 间预留房间、卫生间等	导诊台、值班室、大厅、甲测室

2、辐射屏蔽设计

本项目原有墙体为 240mm 实心砖墙，砖的密度是 $1.65\text{g}/\text{cm}^3$ 。新砌墙体采用实心砖，密度不小于 $1.65\text{g}/\text{cm}^3$ 。各墙体粉刷 20mm 硫酸钡水泥，硫酸钡水泥密度不小于 $3.2\text{g}/\text{cm}^3$ 。混凝土密度不小于 $2.35\text{g}/\text{cm}^3$ ，铅密度不小 $11.3\text{g}/\text{cm}^3$ ，铅玻璃密度不小于 $4.2\text{g}/\text{cm}^3$ 。

核医学科一楼改建后，控制区边界的墙壁为 240mm 实心砖+20mm 硫酸钡水泥。各房间屏蔽情况详见表 10-2。

表 10-2 核医学科一楼改建后屏蔽设计一览表

房间名称	屏蔽体	屏蔽材料及厚度
储源固废室	四周墙壁	240mm 实心砖墙+20mm 硫酸钡
	天花板	150mm+8mm 铅板
	地板	150mm 混凝土
	防护门	1 扇, 2mm 铅门
	固废池	池壁 200mm 混凝土, 池盖 5mm 铅板
质控室	四周墙壁	240mm 实心砖墙+20mm 硫酸钡
	天花板	150mm+8mm 铅板
	地板	150mm 混凝土
	防护门	2 扇 (1 扇与分装室共用), 2mm 铅门
分装室	四周墙壁	240mm 实心砖墙+20mm 硫酸钡
	天花板	150mm+8mm 铅板
	地板	150mm 混凝土
	防护门	2 扇 (1 扇与质控室共用, 1 扇与注射给药室共用), 2mmPb
	分装柜 (Lu-177、Sr-89 用)	内衬 2cm 有机玻璃+10mmPb
	分装柜 (I-131 用) /注射窗	40mmPb/5mmPb
	Sr-89 注射窗	5mmPb
注射给药室	四周墙壁	240mm 实心砖墙+20mm 硫酸钡
	天花板	150mm+8mm 铅板
	地板	150mm 混凝土
	防护门	3 扇, 其中 2 扇 (1 扇与分装室共用) 2mmPb; 1 扇 (与 Lu-177 病房共用) 5mmPb
Lu-177 病房	四周墙壁	240mm 实心砖墙+20mm 硫酸钡
	天花板	150mm+6mm 铅板 (二楼地板屏蔽)
	地板	150mm 混凝土
	防护门	3 扇, 其中 2 扇 (1 扇与注射给药室共用) 5mmPb; 1 扇钢塑玻璃门 (卫生间门)
抢救室	四周墙壁	240mm 实心砖墙+20mm 硫酸钡
	天花板	150mm+6mm 铅板 (二楼地板屏蔽)
	地板	150mm 混凝土
	防护门	1 扇 5mmPb
预留房间 (走廊北侧)	四周墙壁	240mm 实心砖墙+20mm 硫酸钡
	天花板	150mm+6mm 铅板 (二楼地板屏蔽)
	地板	150mm 混凝土
	防护门	2 扇, 其中 1 扇 (房间门) 2mmPb; 1 扇钢塑玻璃门 (卫生间门)
敷贴治疗室 (预留)	四周墙壁	240mm 实心砖墙+20mm 硫酸钡
	天花板	150mm+6mm 铅板 (二楼地板屏蔽)
	地板	150mm 混凝土
	防护门	1 扇 2mmPb

	窗户	1 扇, 铅玻璃, 4mmPb
骨转移留观室 (Sr-89)	四周墙壁	240mm 实心砖墙+20mm 硫酸钡
	天花板	150mm+6mm 铅板 (二楼地板屏蔽)
	地板	150mm 混凝土
	防护门	1 扇 2mmPb
	窗户	1 扇, 铅玻璃, 4mmPb
甲亢留观	四周墙壁	240mm 实心砖墙+20mm 硫酸钡
	天花板	150mm+6mm 铅板 (二楼地板屏蔽)
	地板	150mm 混凝土
	防护门	1 扇 2mmPb
	窗户	1 扇, 铅玻璃, 4mmPb
预留房间 (走廊南侧)	四周墙壁	240mm 实心砖墙+20mm 硫酸钡
	天花板	150mm+6mm 铅板 (二楼地板屏蔽)
	地板	150mm 混凝土
	防护门	1 扇 2mmPb
	窗户	1 扇, 铅玻璃, 4mmPb

3、衰变池设计

本项目新建一座槽式衰变池, 位于核医学科楼东南侧。衰变池由 1 个调节池+4 个废水衰变池+1 个设备池组成。衰变池四周池壁、池底、池顶 (不含盖板处) 采用 500mm 厚混凝土, 调节池与设备池之间的池壁为 300mm 厚混凝土, 设备池与衰变池之间的池壁为 300mm 厚混凝土, 废水衰变池之间的池壁为 200mm 厚混凝土。本项目放射性废水排水管理埋于地下, 在核医学科楼地板下的部分外包 2mm 铅皮。衰变池各池体尺寸如下表所示。

表 10-3 衰变池各池体设计一览表

池体名称	项目	尺寸
调节池	池体 (长×宽×深, 内部尺寸)	1800mm×1600mm×2400mm
	池口 (长×宽×深, 内部尺寸)	2 个, 700mm×450mm×500mm
	盖板	2 个, 30mmPb
设备池	池体 (长×宽×深, 内部尺寸)	5400mm×1400mm×2500mm
	池口 (长×宽×深, 内部尺寸)	650mm×650mm×500mm
	盖板	50mm 厚水泥盖板
废水衰变池	池体 (长×宽×深, 内部尺寸)	共 4 个, 单个池体: 2000mm×1200mm×2400mm
	池口 (长×宽×深, 内部尺寸)	共 4 个, 单个池口: 700mm×450mm×500mm
	盖板	共 4 个, 30mmPb

调节池内有铰刀、提升泵, 根据池内液位高度自动控制。每个废水衰变池设有液位计、提升泵、搅拌机、连接自动采样装置。废水进入下一个废水衰变池。放射性废水经排水管道进入调节池, 调节池内的铰刀将池内大块物质切碎, 铰刀运行时避免了废水中的物质在调节池中沉淀, 经提升泵将废水泵入 1 号废水衰变池, 废水衰变池中的液位计

探测到废水达到预设的高度时，进水阀门关闭，1号池进入静置期，废水切换到2号废水衰变池。1号池静置期满，系统自动开启取样泵进行检测，检测达标后，排水阀打开，同时启动池内搅拌泵，避免池底沉淀。4个废水衰变池循环使用。本项目排水路径及衰变池设计详见附图5。

4、通风设计

本项目放射性废气主要来源于药物分装以及用药后患者呼出的含放射性废气。工作场所的气流流向遵循自清洁区向监督区下乡控制区的方向设计，在开展治疗时，工作场所保持负压状态。核医学科一楼设独立的排风系统，排风管引至楼顶排放，在楼顶设活性炭吸附装置，排放管高出屋顶。本项目分装柜设有独立的排风系统，在分装柜壁顶设活性炭吸附装置。经过滤后的废气汇入一楼的主排风管，引至楼顶排放。本项目排风设计示意图见附图6。

5、辐射防护安全措施及安全管理措施

（1）警示标志和指示标识

本项目辐射工作场所拟按要求实行分区管理，在控制区入口地面醒目位置张贴分区标识，在控制区对外的防护门上张贴“禁止入内”、“禁止停留”等警示标识以警示无关人员不要在此区域停留。拟在控制区各功能用房出入口醒目位置设置符合国家标准要求的电离辐射警示标志，此外，拟在控制区各功能用房出入口设置标明房间功能的标牌，在工作场所内张贴患者指示路线标识。

（2）门禁控制系统：拟在核医学科一楼药物出入口、患者入口、患者出口、辐射工作人员卫生通过间出入口设置门禁系统，限制无关人员进入控制区。门禁系统只能辐射工作人员控制打开，患者无法自行开门。在储源间设双人双锁。

（3）对讲系统：在一楼控制区内设置对讲系统，在走廊设置吸顶式扩音装置，用于提示患者服药、指导路径等。

（4）监控系统：在控制区出入口、储源间、固废间、分装置、走廊、留观室等位置设监控，便于观察控制区内的情况。

（5）患者离院管理：所有服药患者从东侧门离开核医学科一楼，给药前、后患者路线不交叉，在服药前告知离院注意事项。

（6）医护人员防护：医护人员经过卫生通过间出入，并配备个人防护用品、佩戴个人剂量计进出，每次离开前通过进行表面污染监测。

(7) 放射性药物管理：本项目放射性药物由西侧药物通道门进入储源室，储源室实行双人双锁管理，放射性药物只能在分装柜内进行分装。放射性药物实行台账管理。

(8) 放射性废物管理：本项目设有放射性废物暂存间，在分装室、服药间、Lu-177病房等可能产生放射性废物的场所设置放射性废物收集桶。放射性废物收集桶应具有相应辐射屏蔽能力并粘贴有电离辐射标志，使用时，放射性废物收集桶应放置在避开工作人员作业和经常走动的地方，桶内应放置专用塑料袋直接收纳废物，含尖刺及棱角的放射性废物，应预先进行包装处理，再装入废物桶，防止刺破废物袋。放射性废物须做好产生、衰变时间、数量等相关的记录台账，拟于当天治疗工作结束后或患者全部出院后将收集的放射性废物转移至对应废物间专用衰变箱/桶内分类存放衰变，衰变后经检测合格再按要求进行处置。

6、核医学科安全操作及辐射防护管理要求

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

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

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

(4) 不允许用裸露的手直接接触放射性物质或进行污染物件操作。

(5) 工作场所应配备表面污染监测仪，放射性药物操作之后应对工作台、地面及个人防护用品等进行表面污染检查，如表面污染水平超过 GB18871-2002 中规定的控制水平，应采取去污措施直至监测达标。

(6) 放射性药品应存放在专用柜内，需防盗、防水、防火、柜外应有电离辐射标志，并设置双人双锁管理。

(7) 做好就诊病人的管理：对于注射Sr-89药物的患者，用药前进行宣教，告知其不得在控制区使用卫生间；对于注射Lu-177药物的患者，通过采用节水阀等措施限制其在控制区内的用水量；对于服用I-131药物的患者，告知其在控制区内须按标线指示活动，不得随意走动。

(8) 实施治疗前，工作人员需仔细核对人员身份信息及治疗处方信息，确认无误后方可实施治疗。

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

7、辐射防护用品及检测设备

本项目拟配备的辐射防护用品详见表 10-4。项目投运后，随着工作量的增加，及时增加防护用品以保证日常工作的需要。

表 10-4 拟配备辐射防护用品及检测设备一览表

工作场所	防护用品及检测仪器		说明
	名称	数量	
核医学科一楼	0.5mmPb 铅衣/铅围裙、铅围脖	3 套	新增
	放射性污染防护服	若干	新增
	个人剂量计	2 个/人	利旧
	活度计	2 台	新增
	表面污染监测仪	1 台	新增
	便携式 X-γ 辐射监测仪	1 台	新增
	转运防护罐	2 个	新增
	放射性废物桶	5 个	新增
	注射器铅防护套	4 个	新增

9、环保投资

本项目环保投资估算表详见表 10-5，不包括机房土建。

表 10-5 环保投资估算表

项目	内容	金额（万元）
辐射防护	辐射防护专项设计、施工	30
环境管理	环评、验收等技术咨询服务、制度上墙等	15
辐射安全措施	视频监控系统、分区管理、个人防护用品、双人双锁等辐射安全控制措施等	6
放射性三废	通风系统、过滤装置、衰变池、放射固体废物暂存等	24
检测仪器	便携式 X-γ 辐射监测仪、表面污染监测仪、活度计等	5
防护用品、应急物资及演练	防护服、一次性手套、胶鞋、防护口罩、长柄夹、镊子等	2
合计		82

三废的治理

1、放射性废物的治理

(1) 放射性废气

本项目放射性废气主要来源于放射性药物分装、患者服药过程挥发的废气以及诊疗

患者呼出的废气。

本项目外购分装好的 Lu-177，无需分装，Sr-89 不易挥发，放射性废气中主要核素是 I-131。

放射性药物在分装柜内进行操作，分装柜壁顶有活性炭吸附装置，经吸附后的废气汇入一楼的主排风管经分装室北墙穿出，引至楼顶，在楼顶设有活性炭吸附装置后经高出屋面的排放管排放。

（2）放射性废水

本项目放射性废水是主要是辐射工作人员清洗废水、患者如厕废水。

本项目放射性废水收集到位于核医学科楼东南侧的衰变池，衰变池采用地埋式，地面上设围栏。衰变池采用槽式衰变池，经衰变池衰变后的废水排入医院污水处理站做进一步处理。由表 11 计算可知，本项目衰变池可满足相关标准要求。每次废水排放前对其进行检测。

（3）放射性固体废物

本项目放射性固体废物包括患者服药用的一次性杯子、注射器、医护人员用的废手套、更换下来的活性炭等。在控制区内设放射性废物收集桶（粘贴电离辐射），废物收集桶内放置专用塑料袋，装满走的废物带应密封、不破损，并在每日下班且并离开后，由专人转送固废暂存间，放入衰变箱衰变。对于玻璃、含尖刺及有棱角的放射性服务应先装入利器盒中。每袋废物的表面剂量率应不超过 0.1mSv/h，质量不超过 20kg。废物包装体外表面的污染控制水平： $\beta < 0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 。

本项目放射性固体废物分类收集、分类存放，每个废物包装袋贴有标签，标签上注明核素名称、废物类型、存放时间等内容。放射性废物转移时应做好台账管理。

2、非放射性废物的治理

（1）扬尘

本项目改造过程中会产生扬尘，但是项目在建筑物内进行拆除，拆除工程扬尘主要限于在一楼内。

（2）废水

项目产生的废水是卫生间的废水，经医院污水管网进入院内的污水处理站处理后排入市政污水管网。

（3）噪声

项目噪声在拆除墙体、改建过程中会产生噪声，会对二楼甲癌病房的患者有一定影响，但是本项目施工在白天，且工程量小，影响不大。

（4）固体废物

本项目产生的办公垃圾分类收集由环卫部门统一清运。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目施工期主要是各功能用房及辅助设施的建设与装修，施工期主要的污染有：扬尘、废水、噪声、固体废物及设备调试过程可能产生的辐射。

1、大气影响及防治措施

项目建设及装修过程产生的粉尘及装修材料释放的有机废气对周围环境有一定影响。在施工过程中，施工单位应加强施工现场管理，进行适当的加湿处理。在装修施工中，选用通过国家质量检验的低污染建材，可有效减少有机废气的产生，所产生的少量有机废气经大气扩散后，对当地大气环境质量无明显影响。

2、水环境影响及防治措施

施工期间产生的废水主要为施工人员的生活污水。生活污水依托医院现有的排水系统进入市政污水管网，正常情况下对当地水环境无明显影响。

3、声环境影响及防治措施

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

4、固废废物影响及防治措施

本项目施工期固体废物主要是建筑垃圾、装修垃圾，施工期产生的无回收价值的固体废物统一收集后，运输至合法堆场堆放。

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

运行阶段对环境的影响

11.1 关注点的选取及距离

(1) 关注点选取参考《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)附录 J.1 均取四周及顶棚屏蔽体外 0.3m、底板(控制区房间下方距地面 1.7m)处。放射性药品分装柜外表面 5cm、30cm 处；放射性药品辐射屏蔽容器(铅罐)外表面 30cm 处以及其他人员可能受照剂量大的位置为本次环评的关注点。

(2) 本项目核医学科所在楼层(一层)层高为 3.2m，楼下为土层，楼上为甲癌区，距离取值时按源项距地 1m 估算，则源项距楼上关注点 $2.5\text{m}=3.2\text{m}-1\text{m}+0.3\text{m}$ ；参考同类型

核医学科分装柜内药品距离分装柜边缘取 0.25m，因此分装柜外 5cm 的关注点距离辐射源点为 0.3m=0.25m+0.05m，分装柜外 0.3m 的关注点距离辐射源点为 0.55m=0.25m+0.3m。

(3) 核医学科周边关注点取辐射源点距离四周墙体内侧 1m，距离防护门外侧 2m；则墙体外关注点距离为 1m+墙体厚度+0.3m，防护门外关注点距离为 2.3m=2m+0.3m。

11.2 辐射防护评价

(1) β射线辐射环境影响分析

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

$$d = \frac{1}{2\rho} E_{\beta\max}$$

式中：

d ——最大射程，cm；

ρ ——屏蔽材料密度，g/cm³；

$E_{\beta\max}$ ——β粒子的最大能量，MeV。

表 11-1 β射线在各种介质中理论最大射程

核素	¹³¹ I	¹⁷⁷ Lu	⁸⁹ Sr
β射线最大能量(MeV)	0.6063	0.497	1.46
空气 (ρ: 1.29×10 ⁻³ g/cm ³) 中的射程 (cm)	235.000	192.636	565.891
组织或水(ρ: 1g/cm ³)中的射程 (cm)	0.303	0.249	0.730
砖墙 (ρ: 1.65g/cm ³) 中的射程 (cm)	0.184	0.151	0.442
混凝土 (ρ: 2.35g/cm ³) 中射程 (cm)	0.129	0.106	0.311
有机玻璃 (ρ: 1.19g/cm ³) 中射程 (cm)	0.255	0.209	0.613
铅 (ρ: 11.35g/cm ³) 中射程 (cm)	0.027	0.022	0.064
硫酸钡防护涂料(ρ: 3.2g/cm ³)中射程 (cm)	0.095	0.078	0.228

根据上表可知，本项目使用的核素衰变过程释放的β射线射程较短，易被放射性药液本身、盛放放射性核素的玻璃器皿/外部屏蔽层吸收，且放射性核素仅在控制区特定区域使用，不可随意带出控制区，因此β射线穿过工作场所屏蔽体对外界环境及周围工作场所造成外照射危害的影响是很小的。本项目放射性核素的操作在屏蔽防护设备内进行，整个过程中拟穿戴铅防护服等个人防护用品，并严格控制接触时间，因此β射线对职业人员辐射影响是很小的。

(2) β射线所致韧致辐射影响分析

将放射性药物简化成点源，其周围空气比释动能率可近似按照点源模式计算，采用方杰主编的《辐射防护导论》P133 公式 4.20 计算在无屏蔽时β射线产生的韧致辐射在关

注点处空气中的吸收剂量率：

$$\dot{D} = 4.58 \times 10^{-14} A Z_e \left(\frac{E_b}{r} \right)^2 \cdot \left(\frac{u_{en}}{\rho} \right)$$

式中：

$\dot{D}$ ——距离韧致辐射源 r 米处的空气吸收剂量率，Gy/h；

A ——放射源活度，Bq；

Z_e ——吸收 β 粒子的屏蔽材料（或靶核）的有效原子序数，由《辐射防护导论》P129表 4.4 查得；玻璃的有效原子序数为 10.6；

E_b —— β 粒子的平均能量，MeV；根据报告表第 9 章可知， ^{131}I 、 ^{177}Lu 、 ^{89}Sr 核素的 β 粒子的最大能量分别为 0.6063MeV、0.497MeV、1.46MeV；根据《辐射防护导论》P132，在实际屏蔽计算时，可以假定韧致辐射的平均能量 E_b 是入射 β 粒子的最大能量的 1/3，即 ^{131}I 、 ^{177}Lu 、 ^{89}Sr 核素的 β 粒子的平均能量分别为 0.2021MeV、0.1657MeV、0.4867MeV；

r ——参考点与屏蔽层的距离，m；

u_{en}/ρ ——平均能量为 E_b 的韧致辐射在空气中的质量能量吸收系数， m^2/kg ，根据《辐射防护导论》P302 附表 1，采用内插法计算出平均能量为 0.2021MeV、0.1657MeV、0.4867MeV 的韧致辐射在空气中的质量能量吸收系数分别为 $2.550 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{kg}$ 、 $2.676 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{kg}$ 、 $2.964 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{kg}$ 。

表 11-2 无屏蔽时韧致辐射所致的辐射剂量率

核素	A(单次最大操作活度) Bq	E_b (MeV)	Z	$(\mu_{en}/\rho)_a$	1m 处辐射剂量率 H_0 ($\mu\text{Sv/h}$)
^{131}I	3.70E+08	0.2021	10.6	2.550E-03	1.96E-02
^{177}Lu	7.40E+09	0.1657	10.6	2.676E-03	2.52E-01
^{89}Sr	1.48E+08	0.4867	10.6	2.964E-03	5.04E-02

注：考虑韧致辐射由盛放的玻璃容器发出， Z 取 10.6。

根据上表可知，即使不考虑任何辐射屏蔽时，在考虑单人最大用药量的前提下， ^{131}I 、 ^{177}Lu 核素韧致辐射在 1m 处的源强分别 $1.96\text{E-}02 \mu\text{Sv/h}$ 、 $2.52\text{E-}01 \mu\text{Sv/h}$ ，远低于 γ 射线造成的辐射剂量率，故本次环评仅对 ^{131}I 、 ^{177}Lu 核素的 γ 射线造成的辐射影响进行评价。 ^{89}Sr 为近纯 β 发射核素，需考虑韧致辐射的影响。

有屏蔽时 β 射线产生的韧致辐射在关注点处空气中的吸收剂量率：

$$D = \dot{D} \times 2 \frac{d_p}{HVL}$$

式中：

D ——屏蔽后韧致辐射空气吸收剂量率，Gy/h；

$\dot{D}$ ——未屏蔽的韧致辐射空气吸收剂量率，Gy/h；

d_p ——屏蔽层厚度，mm；

HVL ——半值层厚度，mm。 ^{89}Sr 核素的 β 粒子平均能量为0.4867MeV，本次参照《辐射防护导论》P98表3.5相关参数，保守取0.5MV宽束X射线的参数，对应的铅和混凝土半值层分别为0.31cm、3.6cm；实心砖、硫酸钡涂料为低原子序数材料（ <56 ），根据《放射卫生学》P141相关内容，采用密度比（ $d_{\text{混凝土}} \times \rho_{\text{混凝土}} = d_{\text{材料}} \times \rho_{\text{材料}}$ ）换算，得出半值层厚度分别为5.1cm、2.6cm。

表 11-3 本项目核医学科使用 ^{89}Sr 辐射影响分析

关注点位置		计算参数			计算结果	剂量率控制水平
		放射源活度 (Bq)	距离 (m)	屏蔽材料及厚度	($\mu\text{Sv/h}$)	($\mu\text{Sv/h}$)
铅罐	外 30cm 处	2.96E+08	0.3	5mmPb	1.83E-01	2.5
分装柜	外 5cm 处	2.96E+08	0.3	10mmPb	5.99E-02	25
	外 30cm 处	2.96E+08	0.55	10mmPb	1.78E-02	2.5
分装室	北、东北墙外 30cm	1.48E+08	1.56	240mm 实心砖 +20mm 硫酸钡	4.66E-04	2.5
	其他墙外 30cm	1.48E+08	1.56	240mm 实心砖 +20mm 硫酸钡	4.66E-04	10
	防护门外 30cm	1.48E+08	1.3	2mmPb	1.91E-02	10
	楼上 30cm	1.48E+08	2.5	150mm 混凝土 +8mm 铅板	7.51E-05	2.5
	注射窗外 30cm	1.48E+08	0.5	5mmPb	6.59E-02	10
	注射器外 50cm	1.48E+08	0.5	0	2.02E-01	/
注射给药室	北墙外 30cm	1.48E+08	1.56	240mm 实心砖 +20mm 硫酸钡	4.66E-04	2.5
	其他墙外 30cm	1.48E+08	1.56	240mm 实心砖 +20mm 硫酸钡	4.66E-04	10
	Lu-177 病房防护门外 30cm	1.48E+08	1.3	5mmPb	9.75E-03	10
	其他防护门外 30cm	1.48E+08	1.3	2mmPb	1.91E-02	10
	楼上 30cm	1.48E+08	2.5	150mm 混凝土 +8mm 铅板	7.51E-05	2.5
骨转移留	南墙外 30cm	1.48E+08	1.56	240mm 实心砖 +20mm 硫酸钡	4.66E-04	2.5

观室	其他墙外 30cm	1.48E+08	1.56	240mm 实心砖 +20mm 硫酸钡	4.66E-04	10
	防护门外 30cm	1.48E+08	1.3	2mmPb	1.91E-02	10
	楼上 30cm	1.48E+08	2.5	150mm 混凝土 +6mm 铅板	1.17E-04	2.5
	防护窗外 30cm	1.48E+08	1.3	4mmPb	1.22E-02	2.5
抢救室	墙外 30cm	1.48E+08	1.56	240mm 实心砖 +20mm 硫酸钡	4.66E-04	10
	防护门外 30cm	1.48E+08	1.3	5mmPb	9.75E-03	10
	楼上 30cm	1.48E+08	2.5	150mm 混凝土 +6mm 铅板	1.17E-04	2.5
走廊	东、西、西南墙外 30cm	1.48E+08	1.56	240mm 实心砖 +20mm 硫酸钡	4.66E-04	2.5
	其他墙外 30cm	1.48E+08	1.56	240mm 实心砖 +20mm 硫酸钡	4.66E-04	10
	东、西防护门外 30cm	1.48E+08	1.3	5mmPb	9.75E-03	2.5
	楼上 30cm	1.48E+08	2.5	150mm 混凝土 +6mm 铅板	1.17E-04	2.5

由上表估算结果可知，本项目核医学科使用 ^{89}Sr 产生的韧致辐射对周边辐射影响满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)和《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)中周围剂量率控制水平要求。

(3) 使用过程中 γ 射线的辐射防护评价

① γ 射线剂量率计算公式：

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

$$H_p = A \times \Gamma \times R^{-2} \times 10^{-x/TVL}$$

式中：

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

A ——放射源的预期最大放射性活度，MBq；

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

R ——关注点距辐射源的距离，m；

x ——屏蔽层厚度，mm；

TVL —— γ 射线在相应屏蔽材料中的什值层厚度，mm。

②计算参数

A.放射源的预期最大放射性活度（A），MBq

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

表 11-4 放射源的预期最大放射性活度取值一览表

场所	核素	说明	A（MBq）
铅罐	¹³¹ I	日最大操作量 3.704E+09Bq	3704
分装柜	¹³¹ I	日最大操作量 3.704E+09Bq	3704
分装室	¹³¹ I	按单个患者最大给药量 3.70E+08Bq(10mCi)裸源	370
注射给药室	¹³¹ I	最多 1 人，单个患者最大给药量 3.70E+08Bq(10mCi)	370
甲亢留观室	¹³¹ I	最多 1 人，单个患者最大给药量 3.70E+08Bq	370
抢救室	¹³¹ I	最多 1 人，单个患者最大给药量 3.70E+08Bq	370
走廊	¹³¹ I	最多 1 人，单个患者最大给药量 3.70E+08Bq	370
铅罐	¹⁷⁷ Lu	日最大操作量 7.40E+09Bq	7400
分装柜	¹⁷⁷ Lu	日最大操作量 7.40E+09Bq	7400
分装室	¹⁷⁷ Lu	按单个患者最大给药量 7.40E+09Bq	7400
注射给药室	¹⁷⁷ Lu	最多 1 人，单个患者最大给药量 7.40E+09Bq	7400
Lu-177 病房	¹⁷⁷ Lu	最多 1 人，单个患者最大给药量 7.40E+09Bq	7400
抢救室	¹⁷⁷ Lu	最多 1 人，单个患者最大给药量 7.40E+09Bq	7400
走廊	¹⁷⁷ Lu	最多 1 人，单个患者最大给药量 7.40E+09Bq	7400

B.剂量率常数（Γ），μSv·m²/MBq·h

剂量率常数取值见下表：

表 11-5 放射性核素剂量率常数一览表

核素名称	单人给药量（Bq）	剂量率常数（μSv·m ² /MBq·h）		裸源所致 1m 处的辐射剂量率（μSv/h）
		注射前（裸源）	注射后（患者体内）	
¹³¹ I	3.70E+08	0.0595	0.0583	22.015
¹⁷⁷ Lu	7.40E+09	0.0047		34.78

注：①¹³¹I 剂量率常数根据 GBZ120-2020 附录 H 和附录 L 取值；¹⁷⁷Lu 剂量率常数根据《EXPOSURE RATE CONSTANTS AND LEADSHIELDING VALUES FOR OVER 1,100 RADIONUCLIDES》(David S. Smith and Michael G. Stabin*)取值；

②本项目甲亢患者采用口服含 ¹³¹I 药品溶液，服药前后剂量率常数分别参考注射前后裸源和患者体内剂量率常数取值。

C.TVL——γ射线在相应屏蔽材料中的什值层厚度，mm

根据 GBZ120-2020 附录 I，本项目屏蔽材料 TVL 见下表：

表 11-6 TVL 取值表

核素	TVL (mm)			
	铅 (11.3g/cm ³)	混凝土 (2.35g/cm ³)	砖 (1.65g/cm ³)	硫酸钡 (3.2g/cm ³)
¹³¹ I	11	170	240	125
¹⁷⁷ Lu	5	142	163	58

注：①¹³¹I 常用屏蔽材料（铅、砖、混凝土）的什值层厚度依据《核医学放射防护要求》GBZ120-2020 附录 I 取值，硫酸钡涂料为低原子序数材料（<56），什值层厚度根据《放射卫生学》P141 相关内容，采用密度比（ $d_{\text{混凝土}} \times \rho_{\text{混凝土}} = d_{\text{材料}} \times \rho_{\text{材料}}$ ）换算而来。

②¹⁷⁷Lu 的 TVL 值查《辐射防护手册(第三分册)》表 2.12，采用插值法算得并根据密度近似换算。

③计算结果

核医学科周边 γ 辐射剂量率计算参数及结果如表 11-7、11-8 所示。

表 11-7 本项目核医学科 ^{131}I 核素所致 γ 辐射剂量率估算结果一览表

关注点位置		计算参数				计算结果	剂量率控制水平
		放射源活度 (MBq)	Γ , $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{MBq}\cdot\text{h})$	距离 (m)	屏蔽材料及厚度	($\mu\text{Sv/h}$)	($\mu\text{Sv/h}$)
铅罐	外 30cm 处	3704	0.0595	0.3	40mmPb	5.66E-01	2.5
分装柜	外 5cm 处	3704	0.0595	0.3	30mmPb	4.59E+00	25
	外 30cm 处	3704	0.0595	0.55	30mmPb	1.37E+00	2.5
分装室	北、东北墙外 30cm	370	0.0595	1.56	240mm 实心砖+20mm 硫酸钡	6.26E-01	2.5
	其他墙外 30cm	370	0.0595	1.56	240mm 实心砖+20mm 硫酸钡	6.26E-01	10
	防护门外 30cm	370	0.0595	2.3	2mmPb	2.74E+00	10
	楼上 30cm	370	0.0595	2.5	150mm 混凝土+8mm 铅板	8.65E-02	2.5
	注射窗外 30cm	370	0.0595	0.5	5mmPb	3.09E+01	10
注射给药室	北墙外 30cm	370	0.0583	1.56	240mm 实心砖+20mm 硫酸钡	6.13E-01	2.5
	其他墙外 30cm	370	0.0583	1.56	240mm 实心砖+20mm 硫酸钡	6.13E-01	10
	Lu-177 病房防护门外 30cm	370	0.0583	2.3	5mmPb	1.43E+00	10
	其他防护门外 30cm	370	0.0583	2.3	2mmPb	2.68E+00	10
	楼上 30cm	370	0.0583	2.5	150mm 混凝土+8mm 铅板	8.48E-02	2.5
甲亢留观室	南墙外 30cm	370	0.0583	1.56	240mm 实心砖+20mm 硫酸钡	6.13E-01	2.5
	其他墙外 30cm	370	0.0583	1.56	240mm 实心砖+20mm 硫酸钡	6.13E-01	10
	防护门外 30cm	370	0.0583	2.3	2mmPb	2.68E+00	10
	楼上 30cm	370	0.0583	2.5	150mm 混凝土+6mm 铅板	1.29E-01	2.5
	防护窗外 30cm	370	0.0583	2.3	4mmPb	1.77E+00	2.5
抢救室	墙外 30cm	370	0.0583	1.56	240mm 实心砖+20mm 硫酸钡	6.13E-01	10
	防护门外 30cm	370	0.0583	2.3	5mmPb	1.43E+00	10
	楼上 30cm	370	0.0583	2.5	150mm 混凝土+6mm 铅板	1.29E-01	2.5
走廊	东、西、西南墙外 30cm	370	0.0583	1.56	240mm 实心砖+20mm 硫酸钡	6.13E-01	2.5
	其他墙外 30cm	370	0.0583	1.56	240mm 实心砖+20mm 硫酸钡	6.13E-01	10

	东、西防护门外 30cm	370	0.0583	2.3	5mmPb	1.43E+00	2.5
	楼上 30cm	370	0.0583	2.5	150mm 混凝土+6mm 铅板	1.29E-01	2.5

表 11-8 本项目核医学科 ^{177}Lu 核素所致 γ 辐射剂量率估算结果一览表

关注点位置		计算参数				计算结果	剂量率控制水平
		放射源活度 (MBq)	f, $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{MBq}\cdot\text{h})$	距离 (m)	屏蔽材料及厚度	($\mu\text{Sv/h}$)	($\mu\text{Sv/h}$)
铅罐	外 30cm 处	7400	0.0047	0.3	20mmPb	3.86E-02	2.5
分装柜	外 5cm 处	7400	0.0047	0.3	10mmPb	3.86E+00	25
	外 30cm 处	7400	0.0047	0.55	10mmPb	1.15E+00	2.5
分装室	北、东北墙外 30cm	7400	0.0047	1.56	240mm 实心砖+20mm 硫酸钡	2.18E-01	2.5
	其他墙外 30cm	7400	0.0047	1.56	240mm 实心砖+20mm 硫酸钡	2.18E-01	10
	防护门外 30cm	7400	0.0047	2.3	2mmPb	2.62E+00	10
	楼上 30cm	7400	0.0047	2.5	150mm 混凝土+8mm 铅板	1.23E-02	2.5
	注射器外 50cm	7400	0.0047	0.5	5mmPb 铅套筒	1.39E+01	/
注射给药室	北墙外 30cm	7400	0.0047	1.56	240mm 实心砖+20mm 硫酸钡	2.18E-01	2.5
	其他墙外 30cm	7400	0.0047	1.56	240mm 实心砖+20mm 硫酸钡	2.18E-01	10
	Lu-177 病房防护门外 30cm	7400	0.0047	2.3	5mmPb	6.57E-01	10
	其他防护门外 30cm	7400	0.0047	2.3	2mmPb	2.62E+00	10
	楼上 30cm	7400	0.0047	2.5	150mm 混凝土+8mm 铅板	1.23E-02	2.5
Lu-177 病房	北墙外 30cm	7400	0.0047	1.56	240mm 实心砖+20mm 硫酸钡	2.18E-01	2.5
	其他墙外 30cm	7400	0.0047	1.56	240mm 实心砖+20mm 硫酸钡	2.18E-01	10
	防护门外 30cm	7400	0.0047	2.3	5mmPb	6.57E-01	10
	楼上 30cm	7400	0.0047	2.5	150mm 混凝土+6mm 铅板	3.08E-02	2.5
抢救室	墙外 30cm	7400	0.0047	1.56	240mm 实心砖+20mm 硫酸钡	2.18E-01	10
	防护门外 30cm	7400	0.0047	2.3	5mmPb	6.57E-01	10
	楼上 30cm	7400	0.0047	2.5	150mm 混凝土+6mm 铅板	3.08E-02	2.5
走廊	东、西、西南墙外 30cm	7400	0.0047	1.56	240mm 实心砖+20mm 硫酸钡	2.18E-01	2.5

	其他墙外 30cm	7400	0.0047	1.56	240mm 实心砖+20mm 硫酸钡	2.18E-01	10
	东、西防护门外 30cm	7400	0.0047	2.3	5mmPb	6.57E-01	2.5
	楼上 30cm	7400	0.0047	2.5	150mm 混凝土+6mm 铅板	3.08E-02	2.5

根据上表估算结果可知，本项目核医学工作场所外周围剂量率满足《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）与《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）标准中的剂量率限值要求。

11.3 个人剂量估算

(1) 剂量估算公式

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

$$H_d = H \times t \times T \times 10^{-3}$$

式中： H_d ——X、 γ 射线所致外照射剂量，mSv/a；

H ——关注点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

t ——X、 γ 射线照射时间，h/a；

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

表 11-9 不同场所的居留因子

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

(2) 辐射工作人员剂量分析评价

A. 受照时间

本项目核医学科主要考虑药物接收、准备、转运和注射以及患者休息等过程的辐射影响，详见下表：

表 11-10 本项目核医学科主要工序时间估算

涉及核素	工作场所/操作	每次操作时长	年操作次数	年照射时间(h/a)
I-131	药物接收	1min/次	1 次/天，156 次/年	2.6
	药物转运	1min/次	1 次/天，156 次/年	2.6
	药物分装	2min/人次	10 次/天，1560 次/年	52
	患者留观	10min/人次	10 次/天，1560 次/年	260
	控制区走廊	约 0.5min/人次	10 次/天，1560 次/年	13

Lu-177	药物接收	1min/次	1次/天, 48次/年	0.8
	药物转运	1min/次	1次/天, 48次/年	0.8
	药物准备	2min/次	1次/天, 48次/年	1.6
	药物转移及床旁注射	3min/人次	1次/天, 48次/年	2.4
	控制区走廊	约 0.5min/人次	1次/天, 48次/年	0.4
	患者住院	24h/人次	1次/天, 48次/年	1152
Sr-89	药物接收	1min/次	1次/天, 48次/年	1.6
	药物转运	1min/次	1次/天, 48次/年	1.6
	药物准备	2min/次	2次/天, 96次/年	3.2
	药物转移及注射	2min/人次	2次/天, 96次/年	3.2
	控制区走廊	约 0.5min/人次	2次/天, 96次/年	0.8
	患者留观	10min/人次	2次/天, 96次/年	16

B. 计算结果及评价

本项目核医学科操作放射性核素时辐射工作人员及周边公众个人剂量估算见下表:

表 11-11 附加有效剂量估算结果一览表

敏感目标	关注点			居留因子	剂量率计算值 H _i (μ Sv/h)	年照射时间 t/a	计算结果 mS/a
辐射工作人员	I-131	药物接收	铅罐外 30cm 处	1	5.66E-01	2.6	1.47E-03
		药物转运	铅罐外 30cm 处	1	5.66E-01	2.6	1.47E-03
		药物分装	分装柜外 30cm 处	1	1.37E+00	52	7.10E-02
	Lu-177	药物接收	铅罐外 30cm 处	1	3.86E-02	0.8	3.09E-05
		药物转运	铅罐外 30cm 处	1	3.86E-02	0.8	3.09E-05
		药物准备	分装柜外 30cm 处	1	1.15E+00	1.6	1.84E-03
		药物转移及床旁注射	注射器外 50cm 处	1	1.39E+01	2.4	3.34E-02
	Sr-89	药物接收	铅罐外 30cm 处	1	1.83E-01	1.6	2.93E-04
		药物转运	铅罐外 30cm 处	1	1.83E-01	1.6	2.93E-04
		药物准备	分装柜外 30cm 处	1	1.78E-02	3.2	5.70E-05
		药物转移及注射	注射器外 50cm 处	1	2.02E-01	3.2	6.45E-04
公众	甲亢留观室南侧 (室外坡道)			1/20	1.77E+00	260	2.29E-02
	骨转移留观室南侧 (室外坡道)			1/20	3.90E-03	16	3.12E-06
	Lu-177 病房北侧 (室外空地)			1/20	2.18E-01	1152	1.25E-02
	控制区走廊西侧 (大厅)			1/5	1.43E+00	14.2	4.07E-03

	控制区走廊东侧（室外坡道）	1/20	1.43E+00	14.2	1.02E-03
	甲亢留观室楼上（二楼甲癌病房）	1	1.29E-01	14.2	1.83E-03
	骨转移留观室楼上（二楼甲癌病房）	1	1.17E-04	276	3.24E-05
	Lu-177 病房楼上（二楼甲癌病房）	1	3.08E-02	14.2	4.38E-04
	控制区走廊楼上（二楼甲癌病房走廊）	1/5	1.29E-01	14.2	3.66E-04

根据上表计算，本项目核医学科辐射工作人员的总有效剂量为 $1.116\text{E-}01\text{mSv/a}$ ，周边公众可能受到的照射附加剂量最大值为 $2.29\text{E-}02\text{mSv/a}$ （甲亢留观室南侧室外坡道），低于《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）及本项目的管理目标值要求。

甲亢留观室与骨转移留观室相邻，考虑叠加辐射影响，南侧室外坡道公众年有效剂量为 $2.29\text{E-}02\text{mSv/a}$ ，楼上二楼甲癌病房公众年有效剂量为 $1.86\text{E-}03\text{mSv/a}$ ，依然低于《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）及本项目的管理目标值要求。

医院核医学辐射工作人员个人剂量监测结果统计见表 11-12。

表 11-12 本项目辐射工作人员外照射剂量率统计一览表

姓名	个人剂量（mSv）				年剂量（mSv）
	2025.6-2025.9	2025.9-2025.12	2025.12-2026.3	2026.3-2026.6	
赵小艳	0.006	0.006	0.006	0.006	0.024
付亮	0.143	0.073	0.069	0.073	0.358
张少江	0.006	0.106	0.146	0.106	0.363
王剑雄	0.166	0.043	0.082	0.056	0.346
杨青	0.024	0.097	0.145	0.089	0.355
陈子然	0.005	0.073	0.163	0.171	0.412
周佳鹏	0.006	0.232	0.005	0.005	0.248
程立萍	0.006	0.120	0.090	0.006	0.222
冯季果	0.020	0.050	0.050	0.030	0.150
汪嘉豪	0.005	0.194	0.196	0.079	0.475
彭娇丽	0.005	0.074	0.182	0.090	0.352

叠加本项目所受的剂量后，仍低于《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）及本项目的管理目标值要求。

11.4 放射性三废处置分析

①放射性废气环境影响分析

^{131}I 核素易挥发，本项目场所内放射性废气主要来源于 ^{131}I 药物分装及患者服药、甲亢治疗患者呼出的含 ^{131}I 废气。 ^{177}Lu 、 ^{89}Sr 不易挥发。

依据生态环境部核与辐射安全中心 2021 年 12 月 13 日发布的《碘-131 胶囊使用过程辐射安全研究报告》，并结合相关美国专利文献资料分析可知：常规碘[^{131}I]化钠胶囊挥发性极弱，在 3~24 天观测周期内，其最大挥发率仅为 $1.6\times 10^{-4}\%$ 。

依据《辐射研究与辐射工艺学报》2015 年第 33 卷第 5 期刊载文献《甲亢患者碘治疗

后 ^{131}I 滞留量与周围剂量当量率的关系》实测结论：患者服碘 4h 时体内留存 ^{131}I 活度为服药活度的 99%。仅有 1% 的放射性核素会排出体外，且排出途径以液态排泄为主。

本项目采用 ^{131}I 溶液开展诊疗工作，患者服药后仅在现场短期留观 10 分钟。为从严考虑辐射环境影响，本次环评对 ^{131}I 挥发量采用保守取值，按核素总操作量的 0.1% 进行核算。 ^{89}Sr 、 ^{177}Lu 挥发量，按核素总操作量的 $1.0\text{E-}6$ 计算。

本项目核医学放射性废气采用 10%TEDA 浸渍活性炭吸附处理，活性炭的吸附效率按保守 90% 估算。

表 11-13 放射性废气排放统计表

核素名称	日最大操作量 (Bq)	挥发率	日挥发量 (Bq)	活性炭吸附效率	排放天数	年排放量 (Bq)
^{131}I	3.704E+09	0.10%	3.704E+06	90%	156	5.78E+07
^{89}Sr	2.96E+08	$1.00\text{E-}06$	2.96E+02	90%	48	1.42E+03
^{177}Lu	7.4E+09	$1.00\text{E-}06$	7.4E+03	90%	48	3.55E+04

本项目核医学科各分装柜顶部拟安装活性炭过滤装置，各排风口前端拟设置活性炭过滤装置，收集的放射性废气经过滤后排放，对项目周围环境影响很小。

建设单位应该严格落实通风系统过滤装置性能的检测和维护，按要求定期更换活性炭，更换下来的废活性炭按照放射性固体废物进行处理。

②放射性废水环境影响分析

本项目工作人员提醒患者进入控制区前如厕，减少患者在控制区内的废水产生量，核医学科 ^{89}Sr 核素治疗患者每周 2 人，注射后仅留观 10min，禁止其在控制区内如厕。 ^{89}Sr 核素用量较少，药物操作时仅少数情况可能洒在带有吸水纸的托盘内，因此不考虑 ^{89}Sr 核素废水的产生。 ^{131}I 甲亢治疗门诊病人服药后仅留观 10min，废水产生量按平均每人 3L/d 计算。

根据《建筑给水排水设计标准》(GB50015-2019)，医务人员平均用水量为 60~80L/(人*班)，废水产生量按用水量 90% 计，医务人员平均产生废水量为 54~72L/(人*班)，医务人员废水产生量取 72L/(人*班)。参考《医院污水处理技术指南》(环发〔2003〕197 号)“第 7 章 放射性废水处理技术 7.2.2 废水量为 100~200L/床·d”， ^{177}Lu 核素治疗患者留观 6h-1d，废水量取 100L/人·d。以上取值均含场所清洁废水。

废水产生情况如下所示：

表 11-14 放射性废水产生情况表

废水来源	所含核素	废水产量	接诊人数	接诊天数	年产生量
甲亢患者留观产生的废水	^{131}I	3L/d/人	10 人/d	156d	4.68m^3
Lu-177 患者留观产生的废水	^{177}Lu	100L/d/人	1 人/d	48d	4.8m^3
核素操作人员清洗废水	^{131}I 、 ^{177}Lu	72L/班/人	1 人/d	204d	14.69m^3
合计					24.17m^3

本项目衰变池系统由 4 个有效容积为 4.62m^3 的衰变池构成，总有效容积 18.48m^3 。

本项目年产生放射性废水 24.17m^3 ，核医学科放射性废水产生量为 $2.01\text{m}^3/\text{月}$ $=24.17\text{m}^3 \div 12$ 月，单个衰变池可以容纳 $4.62\text{m}^3 \div 2.01\text{m}^3/\text{月} \approx 2.3$ 个月（约 68 天）的放射性废水。根据衰变池工艺设计，放射性废水在衰变池内最长可存放 $68 \times 3 = 204$ 天（考虑单个衰变池停止进水起至下一次排水时最大可存放时间）， ^{177}Lu 核素半衰期为 6.73d，10 倍半衰期为 67.3d，放射性废水排放满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)及《关于核医学标准相关条款咨询的复函》(辐射函 2023[20]号)中：“槽式衰变池中含碘-131 放射性废水暂存 180 天后，衰变池废水可以直接排放”的放射性废液排放要求。

本项目 ^{131}I 日最大操作量为 $3.704\text{E}+09\text{Bq}$ ，甲亢患者服药后留观 10min，如厕废水排入衰变池的 ^{131}I 活度按服药总活度的 1%取值；取值依据《辐射研究与辐射工艺学报》2015 年第 33 卷第 5 期刊载文献《甲亢患者碘治疗后 ^{131}I 滞留量与周围剂量当量率的关系》实测结论：患者服碘 4h 时体内留存 ^{131}I 活度为服药活度的 99%。排出比例为 1%，本项目患者仅短期留观 10min，为保守核算废水活度，仍参照 4h 排出比例取值核算。）

综上，每个 ^{131}I 诊疗工作日排入衰变池的 ^{131}I 初始活度 $A_0=3.704\text{E}+07\text{Bq}$ 。单个衰变池可以容纳 68d 的废水， $68\text{d} \div 7 = 9$ 周余 5d，本项目固定每周一二三患者服药，因此 68d 最多可以容纳 10 周共计 30 批次放射性废水。

各批次废水衰变时长依次递减：首批排放废水衰变时长 67d，第 2、3、4……批次废水衰变时长分别为 66d、65d、60d……，以此规律逐次顺延递减。依据放射性指数衰变公式：

$$A_t = A_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T_{1/2}}}$$

式中：

A_t ——衰变 t 天后剩余活度，Bq；

A_0 ——废水初始排入活度，Bq；

t ——衰变时间，d；

$T_{1/2}$ —— ^{131}I 半衰期，取值 8.02d。

将 30 批次废水衰变后剩余活度逐一代入公式累加求和，计算得出第 68d，池内 ^{131}I 总活度为 $1.89\text{E}+08\text{Bq}$ 。

根据《 ^{177}Lu -Dotatate 治疗的放射防护评估》（中国辐射卫生，2021 年 12 月第 30 卷第 6 期），患者体内药物在给药后 5h 内累积清除 44%，24h 内累积清除 58%，本环评按照 ^{177}Lu 治疗过程中 58%核素进入废水中进行核算。每人最大用药量为 $7.4\text{E}+09\text{Bq}$ 。

综上，每个 ^{177}Lu 诊疗工作日排入衰变池的 ^{177}Lu 初始活度 $A_0=4.292\text{E}+09\text{Bq}$ 。单个衰变池可以容纳 68d 的废水， $68\text{d}\div 7=9$ 周余 5d，本项目固定每周四患者服药，因此 68d 最多可以容纳 10 周共计 10 批次放射性废水。

各批次废水衰变时长依次递减：首批排放废水衰变时长 64d，第 2、3、4……批次废水衰变时长分别为 57d、50d、43d……，以此规律逐次顺延递减。

将 10 批次废水衰变后剩余活度逐一代入公式累加求和，计算得出第 68d，池内 ^{177}Lu 总活度为 $7.53\text{E}+09\text{Bq}$ 。

衰变池蓄满后继续密闭暂存 204d，对池内放射性核素进一步衰变消减，再次通过衰变公式核算，废水拟排放时剩余总活度降至 9.81Bq 。

表 11-15 衰变池废水中放射性核素排放活度计算表

核素名称	衰变池蓄满时总活度 (Bq)	半衰期 (d)	后续暂存衰变 时间 (d)	排放时的剩余活度 (Bq)
^{131}I	$1.89\text{E}+08$	8.02	204	4.16
^{177}Lu	$7.53\text{E}+09$	6.73	204	5.65
合计				9.81

该排放活度完全满足《关于核医学标准相关条款咨询的复函》（辐射函〔2023〕20 号）管控要求：“根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》第 8.6.2 条规定，经监管部门确认单次排入普通下水道的废水中碘-131 活度不超过 1ALImin （ $9\text{E}+05$ 贝可），每月排放的废水中碘-131 总活度不超过 10ALImin （ $9\text{E}+06$ 贝可）。”废水排放合规可行。

以上废水仅考虑在 4 级衰变池中停留时间，本项目还有容积约 7m^3 的调节池可增加废水停留时间。

③放射性固体废物环境影响分析

本项目放射性固废产生量核算如下：

表 11-16 放射性固废产生量核算

类型	核素	产生量	产生频次	日最大产生量 kg	年工作天数 d	年产生量 kg
甲亢治疗	¹³¹ I	50g/人天	10 人/天	0.5	156	78
甲测	¹³¹ I	50g/人天	10 人/天	0.5	156	78
¹⁷⁷ Lu 治疗	¹⁷⁷ Lu	200g/人天	1 人/天	0.2	48	9.6
骨转移治疗	⁸⁹ Sr	50g/人天	2 人/天	0.1	48	4.8
合计						170.4

本项目核医学科设计有固废室，并拟在产生废物的场所内设置铅污物桶，桶内内衬专用放射性废物收集塑料袋，收集的放射性固体废物拟于工作结束/患者出院后转入固废室专用衰变箱/桶内存放衰变，对于含 Sr-89 核素的放射性固体废物拟暂存不少于 505.3 天，对于含 Lu-177 核素的放射性固体废物拟暂存不少于 67.3 天，对于含 I-131 的放射性固体废物拟暂存不少于 180d，经检测满足清洁控制水平后作为一般废物分别交由有资质单位处置。

建设单位拟定期检查本项目核医学科通风系统中活性炭过滤装置的性能，根据实际情况及时更换活性炭，一般 6-12 个月更换一次，更换下来的废活性炭作为放射性固体废物进行处理，更换的活性炭重量拟依据实际情况确定。此外，如发生放射性药物撒漏等造成工作场所放射性表面污染，拟依据污染程度及核素特性等采取封闭衰变或去污等方法，去污过程拟采用擦拭法，去污产生药棉、吸水纸、毛巾、一次性防护用品等均作为放射性废物处置。

本项目放射性固体废物可均得到妥善处置，不会对外环境造成影响。

11.5 出院后的影响分析

为确保核素治疗患者出院后，不至于使接触患者的家庭成员及公众超过相关的剂量限值，根据《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)及《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)中相关要求:I-131 患者出院时体内放射性活度分别要求不大于 400MBq，其余核素参照执行距离患者体表 1m 处的周围剂量当量率不大于 25uSv/h。

本项目 Lu-177 患者的最大给药量为 200mCi(7400MBq)，根据《¹⁷⁷Lu-Dotatate 治疗的放射防护评估》(中国辐射卫生，2021 年 12 月第 30 卷第 6 期)中相关研究成果，给药量为 7400MBq 的 Lu-177 患者给药后 6h 时，距患者 1m 处剂量率为 11.91uSv/h，满足距离患者体表 1m 处的周围剂量当量率不大于 25uSv/h 要求。因此，Lu-177 患者给药后进行 6 小时的医学留观即可满足出院要求。考虑患者个体化特性可能导致药物代谢速度存在差异，为进一步保证出院患者体外剂量率满足出院要求，医院拟在辐射检测室设置辐射检测探

头，患者经监测满足要求后方可离开。

11.6 事故影响分析

①可能发生的辐射事故

本项目可能发生的事故主要是放射性药品丢失/被盗事故、放射性表面污染事故、人员误入控制区事故、排风系统故障事故等，事故情形详见前文表9工程分析。

②事故预防措施

(1) 制定并落实放射性核素管理制度，设专人负责，做好核素的接收、使用登记工作，确保放射性药物的安全。剩余核素药品存储采用双人双锁管理，做好防盗工作。

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

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

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

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

(6) 在操作放射性核素之前和期间，必须确认排风系统运行正常，并定期对通风系统进行维护维修。

(7) 拟建的衰变池为钢筋混凝土结构，混凝土要求 C30 防水混凝土，具有防水、防渗、防腐功能，设置液位传感器能实时反馈存储槽的放射性废水量，防止溢出。

11.7 应急措施

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

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

(3) 各类应急救助物资应准备充分、调配及时。

(4) 发生事故后应在 2 小时内报告生态环境部门、卫生行政部门。

11.8 环境风险影响分析

针对项目可能的环境风险，医院将制定针对性的预防措施，可以将项目的辐射事故发生概率降到较低的水平。同时在事故情况下启动应急预案，可以将事故影响降到最低。

总体而言，在落实环评提出的措施前提下，本项目的辐射事故及辐射事故影响是可防可控的。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

1、辐射安全与防护管理小组

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，使用射线装置、放射性同位素的单位应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。建设单位成立了辐射环境与安全防护委员会，办公室设在医务部，设置主任委员 2 名，副主任委员 2 名、委员 7 名，领导小组成员详见表 12-1。

表 12-1 辐射环境与安全防护委员会成员领导小组一览表

职务	人员
主任委员	周玉生 贺军
副主任委员	汤国辉 袁梅
委员	陈勇军 杨伟军 廖红伍 马小峰 欧军 高栋 邹艳
办公室主任	周克兵
秘书	唐杰枚 周行军

辐射环境与安全防护委员会职责如下：

（1）按照国家法律法规、行业管理条例制定并实施全院安全防护管理规章制度，严格各项操作规程，防止辐射安全事故发生。

（2）定期组织对辐射工作场所进行辐射安全防护工作的监督和辐射安全防护监测，发现事故隐患及时上报。

（3）审核辐射安全事故预防措施及应急预案，发生辐射安全事故应按规定上报并采取相应应急措施。

（4）协助上级机关做好辐射监测及防护工作。

2、辐射工作人员

本项目辐射工作人员为核医学科现有工作人员，不新增人员。核医学科现有辐射工作日内 11 人，已按要求进行了辐射安全与防护考核、职业健康体检、佩戴个人剂量计并定期检测。

如需需要新增辐射工作人员时，新进的辐射工作人员需进行上岗前的职业健康体检，体检结果必须为可从事辐射工作。体检合格人员须参加核技术利用辐射安全与防护考核，考核合格后持证上岗。医院为新进人员配备个人剂量计。

项目投入使用后，医院需继续按要求对辐射工作人员进行职业健康体检和个人剂量检测，在辐射安全与防护培训证书到期前进行复训。

辐射安全管理规章制度

为保障核技术利用项目正常运行时周围环境的安全，确保公众、辐射工作人员避免遭受意外照射和潜在照射，医院制定了相关辐射安全管理规章制度，部分制度名称如下：

- (1) 《辐射事故预防果实及应急处理预案》
- (2) 《核医学放射源的管理制度》
- (3) 《核医学科表面污染处理制度》
- (4) 《核医学科放射性废物管理制度》
- (5) 《核医学科放射性核素查对制度》
- (6) 《核医学科放射性核素的订购、领取、保管、使用制度》
- (7) 《核医学放射卫生防护管理制度》
- (8) 《辐射安全防护和管理制度》
- (9) 《辐射工作人员个人剂量管理制度》
- (10) 《辐射监测计划》
- (11) 《岗位职责》
- (12) 《人员培训计划》
- (13) 《辐射防护和安全保卫制度》

在今后的工作中，医院应不断总结经验，根据实际情况对各项辐射防护管理制度加以完善和补充，并确保各项制度的落实。

辐射监测

为了及时掌握项目周围的辐射水平，根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）、《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）的要求，医院应建立必要的监测计划，包括项目运行期的场所检测和个人剂量检测，同时要建立监测资料档案。

(1) 工作场所和周围环境监测

监测项目:X-γ空气吸收剂量率、表面污染、放射性废水活度浓度、放射性固体废物包装外表面剂量率以及表面污染等。

监测频次及点位：详见表12-2。

(2) 个人剂量监测

医院需对辐射工作人员开展个人剂量监测，委托具有相应资质的放射防护技术服务机构承担，常规个人剂量监测的周期应综合考虑工作人员的工作性质、所受剂量的大小、剂量变化程度及剂量计的性能等诸多因素，监测周期最长不得超过 90 天，医院需配合委托单位及时收发个人剂量卡。个人剂量监测档案包括辐射工作人员姓名、性别、起始工作时间、监测年份、职业类别、每周期受照剂量、年有效剂量、多年累积有效剂量等内容。

表 12-2 辐射监测计划一览表

监测项目	监测点位	监测频次	说明
X- γ 空气吸收剂量率	工作场所屏蔽体外 30cm 处；转运容器外 5cm 和 30cm 处、放射性废物暂存容器外 30cm 处、分装柜外表面 5cm 和 30cm 处、衰变池上方	每季度 1 次	自主监测
		每年 1 次	委托检测
表面污染	工作人员体表，工作场所地面、墙面及台面、物品表面	每次工作结束后	自行检测
		每年 1 次	委托检测
放射性废水活度浓度（总 α 、总 β ）	衰变池排放口取样装置处	废水排放前	委托检测
放射性固体废物包装外表面剂量率以及表面污染	放射性固体废物包装外表面	放射性固体废物处置前	自行检测
个人剂量监测	-	每季度 1 次， 每年 4 次	委托检测

辐射事故应急

为加强辐射工作过程中的辐射安全和管理，预防和控制辐射突发事件的发生而造成的危害，保证辐射工作人员和周围公众的健康与安全，建设单位制定了辐射事故应急预案。该预案包括辐射事故应急响应机构、应急准备、辐射事故分级与应急响应、人员培训和演习计划等。

医院应急响应机构为辐射防护管理领导小组。应急响应机构负责医院辐射事故应急预案的审定和组织实施，组织、协调和指挥医院应急准备和应急响应工作，包括组织事故调查、评价、审定事故应急处理报告等工作；发生辐射应急事故时，向生态环境主管部门和卫生部门报告工作等。

根据辐射事故应急预案，医院每年至少组织1次应急预案的培训，医院各放射工作相关科室每年组织1次处置辐射突发环境事件的应急演练，采取桌面应急演练或实地模拟演练等形式。

竣工环境保护验收

本项目竣工后，建设单位应开展竣工环境保护验收工作，验收内容见表12-3。

表 12-3 本项目竣工环境保护设施验收一览表

序号	验收内容	验收要求
1	环保文件	建设项目的环境影响评价文件及环评批复、取得辐射安全许可证
2	环境管理制度及应急措施	成立专门的辐射领导机构，制定相应的规章制度、修订了辐射事故应急预案，具有可操作性，有相应的操作规程及制度上墙
3	辐射工作人员管理	①辐射工作人员配备个人剂量计，定期送检 ②现有辐射工作人员体检结果为可继续从事原放射工作 ③所有辐射工作人员取得辐射安全与防护培训证书并在有效期内
4	监测仪器	按要求配备监测仪器
5	辐射安全防护措施	①设置门禁，禁止无关人员随意进出控制区 ②控制区内设有监控、语音系统 ③放射性核素操作设备的表面、工作台台面等平整光滑，室内地面与墙壁衔接处应无接缝，易于清洗、去污 ④控制区出口应配有表面污染检测仪器，从控制区离开的人员和物品均应进行表面污染监测 ⑤放射性药物在核医学工作场所内部运送配备有足够屏蔽的贮存、转运容器，容器表面张贴电离辐射警告标志
6	放射性废气	①控制区内呈微负压状态，气流遵循从“清洁区-低活区-高活区”的顺序 ②放射性药物分装在分装柜中进行，并设有单独的排风系统，在密闭设备顶壁安装活性炭或其他过滤装置，分装的密闭设备排风装置风速不小于0.5m/s ③分装柜及控制区其他房间的排风引至核医学科楼楼顶排放
7	放射性废水	放射性药物生产区的废水排至东南角的衰变池，停留33天且满足排放要求后排至医院污水处理站做进一步处置
8	放射性固体废物	设有专用废物间，产生的放射性固体废物收集后，暂存在专用衰变箱内，经贮存衰变满足HJ1188中的要求，且经检测达到清洁解控水平后作为医疗废物处置
9	辐射监测	配备相应的检测设备，定时进行自检，并且有监测计划
10	个人剂量监测	每名辐射工作人员配备个人剂量计
11	屏蔽体外剂量率、表面污染	各工作场所屏蔽体外周围剂量当量率满足相应标准要求；配置的贮存、转运容器、放射性废物暂存容器、分装柜等具有电离辐射屏蔽能量，其外表面周围剂量当量率满足相应标准要求；非密封工作场所放射性表面污染水平满足相应标准要求

表 13 结论

辐射安全与防护综合结论

1、项目概况

南华大学附属南华医院拟对核医学科楼一楼进行改建，同时拟新增放射性核素 Lu-177。改建完成后，核医学科一楼作为一个独立的乙级非密封放射性物质工作场所，使用放射性核素 I-131、Sr-89 和 Lu-177 开展放射治疗。本次改建一楼通风系统、排水系统，新建一座衰变池。

2、实践正当性

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

3、产业政策符合性

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目使用的放射性核素属于鼓励类“六、核能 4、核技术应用：同位素、加速器及辐照应用技术开发、辐射防护技术开发与检测”，属于国家鼓励类产业，项目符合国家产业政策。

4、选址可行性分析

本项目在核医学科楼一层进行改建，不毗邻产科、儿科、食堂等部门，项目选址合理。

5、平面布局合理性分析

本项目控制区采用门禁，场所独立，无关人员无法进入。控制区相对集中，高活室集中在东北侧。工作场所内部工作人员、患者放射性药物和放射性废物路径相对独立。因此，项目平面布局合理。

6、环境影响分析结论

根据估算结果，本项目各屏蔽墙体、防护门的屏蔽厚度设计满足《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）及《核医学辐射安全与防护要求》（HJ 1188-2021）。

7、剂量估算

通过核算，从事本项目的辐射工作人员的年附加有效剂量均满足职业人员受照年剂

量约束值（5mSv/a），符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》等相关标准的要求。本项目周边公众成员的年附加有效剂量均满足公众受照年剂量约束值（0.1mSv/a），符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》等相关标准的要求。

8、放射性三废治理

根据分析，本项目工作场所产生的放射性废气、放射性固体废物、放射性废水均可得到有效处置，满足《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）、《核医学辐射安全与防护要求》（HJ 1188-2021）中的相关要求。

9、辐射与环境保护管理

建设单位已成立了辐射安全防护管理机构，制定了相关的辐射安全制度、辐射事故应急处理预案、安全操作规程等相应的制度和规程，基本能满足日常工作要求。本项目建成运行后，应及时修订辐射事故应急预案。

综上所述，南华医院在切实按照本环评提出的相关要求建设，并贯彻落实本次环评提出的各项辐射防护和污染防治措施后，项目运行时对周围环境产生的辐射影响较小，符合环境保护的要求。该项目的辐射防护安全措施可行、规章制度健全、项目对环境的辐射影响是可接受的，从生态环境保护的角度来看，项目建设是可行的。

建议和要求

(1) 建设单位应严格落实放射性工作场所通风系统性能的检测和维护，按要求定期更换过滤装置，做好放射性废物产生及处理记录，详细记录放射性废物产生、处理时间、性质等，避免放射性废物污染环境，并采取双签联单制度。

(2) 建设单位应按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的要求，制定工作场所和周围环境监测等相关监测计划以及职业健康监护工作计划，确保周围环境的辐射安全和职工健康，并加强对辐射装置的安全和防护状况的日常检查。

(3) 建设单位应加强内部管理，明确管理职责，杜绝各类辐射事故的发生，应结合实际情况和监管部门要求制定各项辐射安全管理制度，完善辐射应急预案，严格按照各项规章制度、操作规程执行。

(4) 建设单位应配备必要的个人防护用品、辅助防护设施及监测设备，加强管理及维护，确保各类防护用品、设备设施均能正常使用。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：	
公 章 年 月 日	
经办人	

审批意见：	
公 章 年 月 日	
经办人	

附件 1 委托书

环评委托书

湖南省湘核检测科技有限公司：

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》、《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 版）等的有关规定，我单位委托贵公司承担南华大学附属南华医院核医学科楼一楼改建核技术利用建设项目环境影响评价工作。我单位对提供的项目相关资料的真实性、真实性、合法性负责。

特此委托！

委托单位（盖章）：南华大学附属南华医院

2026 年 月 日



附件 2 现有辐安证



辐射安全许可证

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

单位名称：南华大学附属南华医院

统一社会信用代码：12430000445437272H

地址：湖南省衡阳市珠晖区东风南路336号

法定代表人：贺军

证书编号：湘环辐证[00345]

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

有效期至：2029年04月09日



发证机关：湖南省生态环境厅

发证日期：2025年02月08日

中华人民共和国生态环境部监制

CS 扫描全能王



辐射安全许可证

(副本)



中华人民共和国生态环境部监制



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

单位名称	南华大学附属南华医院		
统一社会信用代码	12430000445437272H		
地 址	湖南省衡阳市珠晖区东风南路 336 号		
法定代表人	姓 名	贺军	联系方式 18975461234
辐射活动场所	名 称	场所地址	负责人
	第二住院楼 10 楼 15 手术室	湖南省衡阳市珠晖区东风南路 336 号	郭方香
	第二住院楼 10 楼 16 手术室	湖南省衡阳市珠晖区东风南路 336 号	郭方香
	第二住院楼 10 楼 3-6 手术室	湖南省衡阳市珠晖区东风南路 336 号	郭方香
	核医学科楼	湖南省衡阳市珠晖区东风南路 336 号	杨青
	肿瘤防治中心三楼 PET-CT 中心	湖南省衡阳市珠晖区东风南路 336 号	杨青
	肿瘤防治中心二楼 SPECT-CT 中心	湖南省衡阳市珠晖区东风南路 336 号	杨青
	门诊二楼内科门诊骨密度室	湖南省衡阳市珠晖区东风南路 336 号	李国娟
证书编号	湘环辐证[00345]		
有效期至	2029 年 04 月 09 日		
发证机关	湖南省生态环境厅		
发证日期	2025 年 02 月 08 日		



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

单位名称	南华大学附属南华医院		
统一社会信用代码	1243000044543727211		
地 址	湖南省衡阳市珠晖区东风南路 336 号		
法定代表人	姓 名	贺军	联系方式 18975461234
辐射活动场所	名 称	场所地址	负责人
	门急诊医技住院综合大楼 1 楼急诊创伤中心 DSA 室	湖南省衡阳市珠晖区东风南路 336 号	邓小军
	门急诊医技住院综合大楼 4 楼导管室 DSA(2)室	湖南省衡阳市珠晖区东风南路 336 号	邓小军
	门急诊医技住院综合大楼 4 楼导管室 DSA(1)室	湖南省衡阳市珠晖区东风南路 336 号	邓小军
	门急诊医技住院综合楼二楼体检中心骨密度室	湖南省衡阳市珠晖区东风南路 336 号	王京微
证书编号	湘环辐证[00345]		
有效期至	2029 年 04 月 09 日		
发证机关	湖南省生态环境厅 (盖章)		
发证日期	2025 年 02 月 08 日		



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

单位名称	南华大学附属南华医院			
统一社会信用代码	12430000445437272H			
地 址	湖南省衡阳市珠晖区东风南路 336 号			
法定代表人	姓 名	贺军	联系方式	18975461234
辐射活动场所	名 称	场所地址		负责人
	门急诊医技住院综合楼 4 楼口腔科牙片室	湖南省衡阳市珠晖区东风南路 336 号		王立军
	门急诊医技住院综合楼 4 楼口腔科 CBCT 室	湖南省衡阳市珠晖区东风南路 336 号		王立军
	门急诊医技住院综合楼 1 楼 CT 室	湖南省衡阳市珠晖区东风南路 336 号		宋国军
	门急诊医技住院综合楼 1 楼放射科胃肠机房	湖南省衡阳市珠晖区东风南路 336 号		宋国军
	门急诊医技住院综合楼 1 楼放射科 2 号机房	湖南省衡阳市珠晖区东风南路 336 号		宋国军
证书编号	湘环辐证[00345]			
有效期至	2029 年 04 月 09 日			
发证机关	湖南省生态环境厅			
发证日期	2025 年 02 月 08 日			





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

单位名称			
统一社会信用代码			
地 址			
法定代表人			
辐射活动场所	名 称	场所地址	负责人
	门急诊医技住院综合楼1楼放射科6号机房	湖南省衡阳市珠晖区东风南路336号	宋国军
	门急诊医技住院综合楼1楼放射科4号机房	湖南省衡阳市珠晖区东风南路336号	宋国军
	门急诊医技住院综合楼1楼放射科1号机房	湖南省衡阳市珠晖区东风南路336号	宋国军
	门急诊医技住院综合楼1楼放射科CT机房	湖南省衡阳市珠晖区东风南路336号	宋国军
	第一住院楼3楼健康管理中心DR室	湖南省衡阳市珠晖区东风南路336号	宋国军
证书编号	湘环辐证[00345]		
有效期至	2029年04月09日		
发证机关	湖南省生态环境厅		
发证日期	2025年02月08日		





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

单位名称	南华大学附属南华医院		
统一社会信用代码	12430000445437272H		
地 址	湖南省衡阳市珠晖区东风南路 336 号		
法定代表人	姓 名	贺军	联系方式 18975461234
辐射活动场所	名 称	场所地址	负责人
	门急诊医技住院综合大楼 1 楼放射科 8 号机房	湖南省衡阳市珠晖区东风南路 336 号	宋国军
	门急诊医技住院综合大楼 1 楼放射科乳腺机房	湖南省衡阳市珠晖区东风南路 336 号	宋国军
	肿瘤防治中心一楼后装机房	湖南省衡阳市珠晖区东风南路 336 号	李章展
	肿瘤防治中心一楼模拟定位 CT 机房	湖南省衡阳市珠晖区东风南路 336 号	李章展
	放疗科楼一楼直线加速器机房	湖南省衡阳市珠晖区东风南路 336 号	李章展
	肿瘤防治中心一楼直线加速器机房	湖南省衡阳市珠晖区东风南路 336 号	李章展
证书编号	湘环辐证[00345]		
有效期至	2029 年 04 月 09 日		
发证机关	湖南省生态环境厅		
发证日期	2025 年 02 月 08 日		

生态环境厅
(盖章)



(一) 放射源

证书编号: 湘环辐证(00345)

序号	活动种类和范围					使用台账					备注		
	辐射活动场所名称	核素	类别	活动种类	总活度(贝可)/ 活度(贝可)× 枚数	编码	出厂活度 (贝可)	出厂日期	标号	用途	来源	申请 单位	监管 部门
1	肿瘤防治 中心三楼 PET-CT 中心	Ge- 68	V类	使用	7.4E+7*1								
2	肿瘤防治 中心一楼 后装机房	Ir- 192	III类	使用	3.7E+11*2	0324IR0189 83	3.7E+11	2024-12- 05	2426096	后装治 疗机	成都中 核高通 同位素 股份有 限公司		

6 / 21



(二) 非密封放射性物质

证书编号: 湘环辐证(00345)

序号	活动种类和范围							备注			
	辐射活动场所名称	场所等级	核素	物理状态	活动种类	用途	日最大操作量 (贝可)	日等效最大操作量 (贝可)	年最大用量 (贝可)	申请 单位	监管 部门
1	核医学科 楼	乙级	Sr-89	液态	使用	放射性 药物治 疗	1.48E+8	1.48E+7	3.70E+9		
2			Tc- 99m	液态	使用	放射性 药物诊 断	3.7E+9	3.7E+7	4.44E+11		
3			I-131	液态	使用	放射性 药物治 疗	3.51E+10	3.51E+9	1.613E+1 2		
4	肿瘤防治 中心二楼 SPECT- CT 中心	乙级	Tc- 99m	液态	使用	放射性 药物诊 断	3.24E+10	3.24E+8	9.72E+12		
5	肿瘤防治 中心三楼 PET-CT 中心	乙级	F-18	液态	使用	放射性 药物诊 断	7.4E+9	7.4E+6	1.9E+12		
6			Ga-68	液态	使用	放射性 药物诊	2.37E+9	2.37E+7	2.37E+11		

7 / 21



(二) 非密封放射性物质

证书编号: 湘环辐证[00345]

序号	活动种类和范围									备注	
	辐射活动场所名称	场所等级	核素	物理状态	活动种类	用途	日最大操作量 (贝可)	日等效最大操作量 (贝可)	年最大用量 (贝可)	申请单位	监管部门
7			C-11	液态	使用	放射性药物诊断	1.11E+9	1.11E+7	1.33E+11		
8			N-13	液态	使用	放射性药物诊断	3.7E+9	3.7E+7	5.55E+11		

8 / 21



(三) 射线装置

证书编号: 湘环辐证[00345]

活动种类和范围						使用台账				备注		
序号	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
1	第二住院楼 3-6 手术室	医用诊断 X 射线装置	Ⅲ类	使用	1	移动式 G 臂	Jz18-B	1850202209011	管电压 120 kV 管电流 12 mA	西安集智医疗器械科技有限公司		
2	第二住院楼 10 楼 15 手术室	医用诊断 X 射线装置	Ⅲ类	使用	1	小 C 臂机	SIREMO BIL Compact L	12149	管电压 110 kV 管电流 20 mA	上海西门子医疗器械有限公司		
3	第二住院楼 10 楼 16 手术室	医用诊断 X 射线装置	Ⅲ类	使用	1	小 C 臂机	Brivo OEC 785	B3SS170019	管电压 110 kV 管电流 20 mA	北京通用电子华伦设备有限公司		
4	第一住院楼 3 楼健康管理中心 DR 室	医用诊断 X 射线装置	Ⅲ类	使用	1	DR	DigitalDiagnost C50 65	190110	管电压 150 kV 管电流 1000 mA	飞利浦医疗(苏州)有限公司		
5	放疗科楼 一楼直线加速器机房	粒子能量小于 100 兆电子伏的医用加速器	Ⅱ类	使用	1	加速器	Primus-M	5194	粒子能量 14 MeV	西门子股份有限公司		
6	核医学科	其他不能被	Ⅲ	使用	1	ECT	NM	4381021	管电压 140	Siemens		

9 / 21



(三) 射线装置

证书编号：湘环辐证[00345]

活动种类和范围						使用台账					备注	
序号	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
	楼	豁免的 X 射线装置	类				E.CAM Gantry Single Head Ext B		kV 管电流 650 mA			
7	门急诊医技住院综合楼 1 楼放射科 1 号机房	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	Ⅲ类	使用	1	CT 机	LightSpeed Ultra	D8BS04007	管电压 140 kV 管电流 560 mA	航卫通用电气医疗系统有限公司		
8	门急诊医技住院综合楼 1 楼放射科 2 号机房	医用诊断 X 射线装置	Ⅲ类	使用	1	CR	Q-Rad(规格一)	KLQ20001	管电压 150 kV 管电流 800 mA	锐珂(上海)医疗器材有限公司		
9	门急诊医技住院综合楼 1 楼放射科 4 号机房	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	Ⅲ类	使用	1	CT	Discovery CT	HDDHX1600 001CN	管电压 140 kV 管电流 800 mA	GENERAL ELECTRIC COMPANY		
10	门急诊医	医用诊断	Ⅲ	使用	1	移动 DR	sedecal	G-84537	管电压 150	SEDECAL		

10/21

CS 扫描全能王
2亿人都在用的扫描App



(三) 射线装置

证书编号：湘环辐证[00345]

活动种类和范围						使用台账				备注		
序号	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
	技住院综合楼1楼放射科6号机房	X射线装置	类				SM-50HF-B-D-C		kV 管电流 500 mA	赛德科(西班牙电子医学和质量公司)		
11		医用诊断X射线装置	Ⅲ类	使用	1	DR	Digital Diagnost	10000331	管电压 130 kV 管电流 500 mA	飞利浦医疗(苏州)有限公司		
12	门急诊医技住院综合楼1楼放射科8号机房	医用诊断X射线装置	Ⅲ类	使用	1	DR-机	Multix Select DR	30176	管电压 135 kV 管电流 550 mA	上海西门子医疗器械有限公司		
13	门急诊医技住院综合楼1楼放射科CT机房	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	Ⅲ类	使用	1	CT	SOMATO M go.top	120208	管电压 140 kV 管电流 625 mA	上海西门子医疗器械有限公司		
14	门急诊医技住院综合楼1楼放射科	医用诊断X射线装置	Ⅲ类	使用	1	数字乳腺X射线摄影系统	Selenia Dimensions	SDM171700142	管电压 39 kV 管电流 500 mA	美国 HOLOGIC(豪洛捷)		

11/21



(三) 射线装置

证书编号: 湘环辐证[00345]

活动种类和范围						使用台账				备注		
序号	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
	乳腺机房											
15	门急诊医技住院综合楼1楼放射科胃肠机房	医用诊断X射线装置	Ⅲ类	使用	1	胃肠机	D-VISION PLUS SOS	61Z451	管电压 150 kV 管电流 630 mA	北京岛津医疗器械有限公司		
16	门急诊医技住院综合楼1楼急诊创伤中心DSA室	血管造影用X射线装置	Ⅱ类	使用	1	DSA	Azurion7 M20	703818	管电压 125 kV 管电流 1250 mA	飞利浦医疗系统荷兰有限公司		
17	门急诊医技住院综合楼4楼导管室DSA(I)室	血管造影用X射线装置	Ⅱ类	使用	1	DSA	Allura Xper FD20	002568	管电压 125 kV 管电流 1250 mA	飞利浦(中国)投资有限公司		
18	门急诊医技住院综合楼4楼导管室	血管造影用X射线装置	Ⅱ类	使用	1	DSA	Artis zee III ceiling	106366	管电压 125 kV 管电流 800 mA	西门子医疗系统有限公司		

12 / 21



(三) 射线装置

证书编号: 湘环辐证[00345]

活动种类和范围						使用台账				备注		
序号	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
	DSA(2)室											
19	门急诊医技住院综合楼4楼口腔科CBCT室	口腔(牙科)X射线装置	Ⅲ类	使用	1	多功能口腔CBCT	Smart3D	DGCACBAAJD	管电压 120 kV 管电流 5 mA	北京朗视仪器有限公司		
20	门急诊医技住院综合楼4楼口腔科牙片室	口腔(牙科)X射线装置	Ⅲ类	使用	1	牙科X射线机	RX DC Plus/I	706J3305	管电压 65 kV 管电流 7 mA	意大利赛弗莱集团		
21	门急诊医技住院综合楼二楼体检中心骨密度室	医用诊断X射线装置	Ⅲ类	使用	1	双能X射线骨密度仪	Magic DXA6100	610021004	管电压 50 kV 管电流 0.45 mA	重庆迈极柯医疗科技有限公司		
22	门急诊医技住院综合楼一楼CT室	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	Ⅲ类	使用	1	X射线计算机断层摄影设备	ingenuity core 128	345108	管电压 140 kV 管电流 665 mA	飞利浦医疗(苏州)有限公司		

13 / 21



(三) 射线装置

证书编号: 湘环辐证[00345]

活动种类和范围						使用台账				备注		
序号	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
23	门诊二楼内科门诊骨密度室	医用诊断X射线装置	Ⅲ类	使用	1	骨密度仪	Discovery CI	93247M	管电压 140 kV 管电流 10 mA	豪洛捷 HOLOGIC		
24	肿瘤防治中心二楼SPECT-CT中心	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	Ⅲ类	使用	1	SPECT-CT	NM/CT 860 Beyond	8BCC40003	管电压 130 kV 管电流 345 mA	以色列通用电气医疗影像系统有限公司		
25	肿瘤防治中心三楼PET-CT中心	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	Ⅲ类	使用	1	正电子发射X射线计算机断层成像系统	uMI Panorama 28C	11MI450010	管电压 140 kV 管电流 833 mA	上海联影医疗科技股份有限公司		
26	肿瘤防治中心一楼模拟定位CT机房	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	Ⅲ类	使用	1	模拟定位 CT	Discovery RT	CBDYG2300 063HM	管电压 140 kV 管电流 780 mA	航卫通用电气医疗系统有限公司		
27	肿瘤防治中心一楼直线加速	粒子能量小于 100 兆电子伏的医用直线加速器	Ⅱ类	使用	1	10MV 直线加速器	Infinity	157114	粒子能量 10 MeV	医科达系统有限公司		

14 / 21

CS 扫描全能王
3亿人都在用的扫描App



(三) 射线装置

证书编号: 湘环辐证[00345]

活动种类和范围					使用台账					备注		
序号	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
	器机房	加速器										

15 / 21

CS 扫描全能王
3亿人都在用的扫描App



(四) 许可证条件

证书编号：湘环辐证[00345]

此页无内容



16 / 21

CS 扫描全能王
让办公更简单



(五) 许可证申领、变更和延续记录

证书编号：湘环辐证[00345]

序号	业务类型	批准时间	内容事由	申领、变更和延续前许可证号
1	重新申请	2025-02-08	许可证重新申领	湘环辐证[00345]
2	重新申请	2024-04-10	许可证重新申领	湘环辐证[00345]
3	重新申请	2023-08-08	重新申领、法人变更	湘环辐证[00345]
4	重新申请	2022-04-06	重新申请，批准时间：2022-04-06	湘环辐证[00345]
5	重新申请	2020-08-10	重新申请，批准时间：2020-08-10	湘环辐证[00345]
6	重新申请	2020-06-09	重新申请，批准时间：2020-06-09	湘环辐证[00345]
7	重新申请	2018-09-17	重新申请，批准时间：2018-09-17	湘环辐证[00345]
8	申请	2009-01-04	申请，批准时间：2009-01-04	湘环辐证[00345]

17 / 21

CS 扫描全能王
让办公更简单



(六) 附件和附图

证书编号: 湘环辐证[00345]



18 / 21

CS 扫描全能王
让办公更简单



附图1 项目地理位置图

19 / 21



项目鸟瞰图

001 002 003 004 005 006 007 008 009 010 011 012 013 014 015 016 017 018 019 020 021 022 023 024 025 026 027 028 029 030 031 032 033 034 035 036 037 038 039 040 041 042 043 044 045 046 047 048 049 050 051 052 053 054 055 056 057 058 059 060 061 062 063 064 065 066 067 068 069 070 071 072 073 074 075 076 077 078 079 080 081 082 083 084 085 086 087 088 089 090 091 092 093 094 095 096 097 098 099 100



20 / 21

附件 3 废水检测报告



国检集团湖南华科
国检华科字环质第2603-02315号





231812050933

检测报告

593

项目名称：南华大学附属南华医院委托检测

委托单位：湖南衡标检测技术有限公司

单位地址：湖南省衡阳市雁峰区白沙工业园
富园路2号

样品类型：废水

检测类别：委托检测



国检测试控股集团（湖南）华电科技有限公司
二〇二六年二月二十七日





国检集团

第 1 页 共 6 页



扫描全能王
让办公更简单

报告编制说明

- 1、检测报告无本公司检验检测专用章、 检验检测机构资质认定标志、骑缝章无效。
- 2、检测报告内容需填写齐全、清楚；涂改、无审核/签发者无效。
- 3、委托方对本报告如有疑问或异议，请于收到本报告之日起七天内向本公司提出。逾期则视为认可检测结果。
- 4、由委托方送检的样品，检测报告仅对样品所检项目的符合性情况负责，送检样品的代表性和真实性由委托方负责。
- 5、未经本公司书面同意，不得部分复制本报告。
- 6、未经本公司书面批准，本报告数据不得用于商业广告、不得作为诉讼的证据材料。
- 7、对不可重复性试验的样品不进行复检。
- 8、除委托方特别申明并支付样品管理费，样品均不作留样。

国检测试控股集团（湖南）华中科技大学有限公司

公司地址：湖南省长沙市岳麓区学士街道学华村碧桂园智慧园 21 栋 102 号

实验场所：湖南省长沙市岳麓区学士街道学华村碧桂园智慧园 23 栋 101 号/102 号/103 号

电话：0731—84215738

传真：0731—84780446

CCTC 国检集团

第 3 页 共 6 页

84

类别	检测项目	分析方法	使用仪器编号/型号/名称	方法检出限
废水	志贺氏菌	《医疗机构水污染物排放标准》 (附录 C 医疗机构污水和污泥中 志贺氏菌的检验方法) GB 18466-2005	HK-855/HK-231 SPX-250P 型生化培养箱 /BSC-1500II A2-X 型生物 安全柜	—
	沙门氏菌	《医疗机构水污染物排放标准》 (附录 B 医疗机构污水和污泥中 沙门氏菌的检验方法) GB 18466-2005	HK-855/HK-231 SPX-250P 型生化培养箱 /BSC-1500II A2-X 型生物 安全柜	—
	总 α 放射性	《水质 总 α 放射性的测定 钍源 法》HJ 898-2017	HK-1181 FYFS-400X 型低本底 α/β 测量仪	0.043Bq/L
	总 β 放射性	《水质 总 β 放射性的测定 钍源 法》HJ 899-2017	HK-1181 FYFS-400X 型低本底 α/β 测量仪	0.015Bq/L

(本页以下空白)

3 检测结果

表 3-1 废水检测结果

采样点位	检测项目	采样时间及检测结果			
		2026.03.18			
		第一次	第二次	第三次	平均值
W1 废水总排口	样品状态	微黄微浊 弱异味	微黄微浊 弱异味	微黄微浊 弱异味	—
	志贺氏菌	未检出	未检出	未检出	未检出
	沙门氏菌	未检出	未检出	未检出	未检出

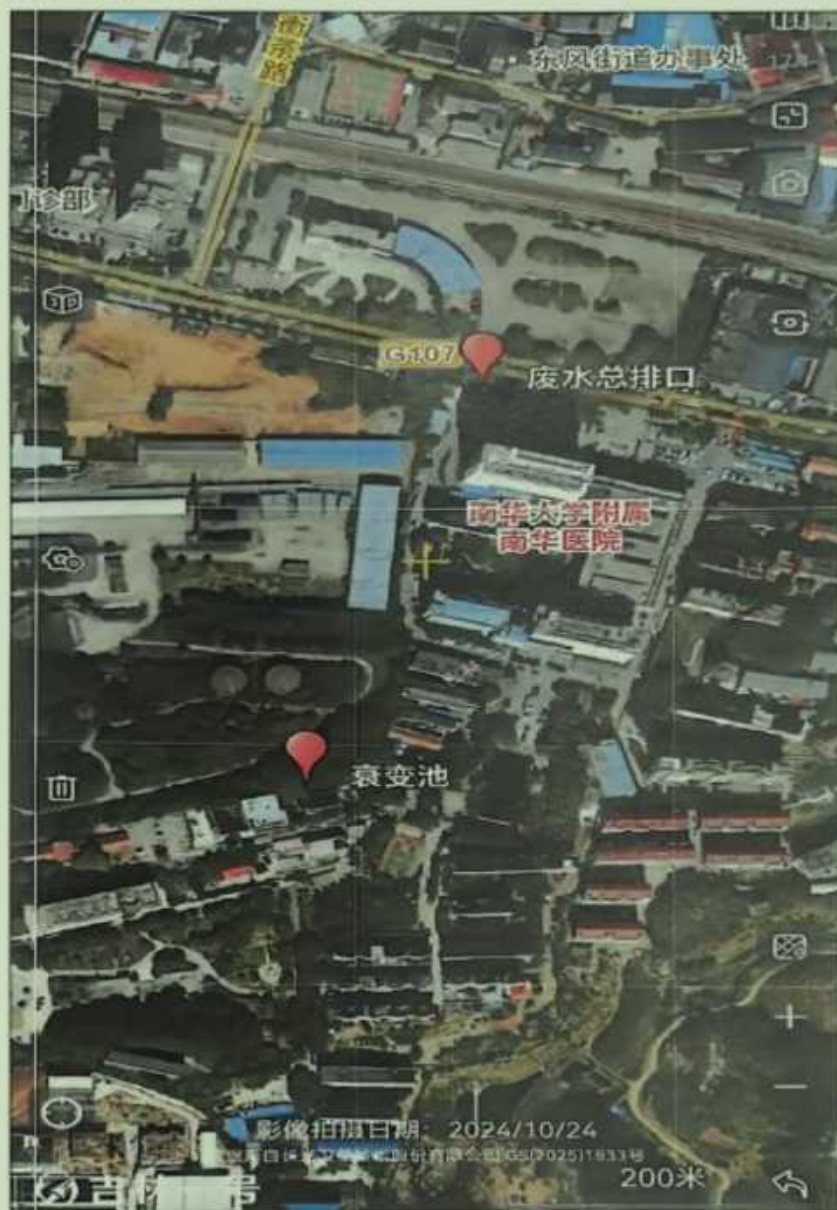
表 3-2 废水检测结果

采样时间	采样点位	样品状态	检测项目	
2026.03.18	W2 衰变池	无色透明 无味	总α放射性 (Bq/L)	
			总β放射性 (Bq/L)	
备注	标准限值参照《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）表 2 中预处理标准。			

（报告结束）

报

附图1 点位示意图



附图2 现场采样照片



附件 4 关于年剂量管理目标值确定的文件

关于我院核医学科辐射工作人员和公众 年剂量管理目标值的确定

为保证我院辐射项目的正常运行，加强对辐射工作人员剂量的管理，按照国家相关法律法规和标准的要求，结合我院辐射工作实际情况，现明确我院核医学科辐射工作人员和公众的年有效剂量管理目标值如下：

核医学科辐射工作人员的年有效剂量管理目标值 $\leq 5.0\text{mSv}$ ；公众的年有效剂量管理目标值 $\leq 0.1\text{mSv}$ 。



南华大学附属南华医院文件

南院行字〔2024〕96 号

关于调整南华大学附属南华医院学术委员会等 二十三个委员会的通知

各科室、各部门：

根据医院建设与发展的需要及各委员会成员变更情况，决定对医院学术委员会等二十三个委员会成员进行调整充实并明确工作职责。

一、学术委员会

主任委员：袁 梅

副主任委员：汤国辉

委 员：（按姓氏笔画排名）

王纪武 王 穆 刘晓日 陈勇军 周玉生

周克兵 胡 杨 钟哲峰 贺 军 唐三元

董立军 谢松林 廖红伍

1. 规划管控：根据国家、省财政部门和省卫健委有关固定资产管理的规定，负责制定并组织实施医院固定资产的具体管理制度和 workflows，并组织实施和监督检查，定期向领导小组汇报工作动态及持续改进建议。

2. 基础管理：（1）建立健全固定资产档案，便于管理和查询。（2）具体负责医院固定资产的登记、入账、清查、盘点等日常管理工作，确保资产账实相符。后勤保障部、装备部、信息科、教学科研部等部门分别对分管固定资产实施管理，各使用部门科室对本部门科室固定资产实施具体管理，每年度进行盘点工作。

3. 资产调配：根据医院业务发展的需要，合理调配固定资产。负责医院长期闲置、低效运转资产的调剂，优化资产配置，推动资产共享、共用。

4. 信息管理：（1）建立固定资产管理信息系统，实现资产信息的动态管理和共享，提高管理效率和信息化水平。（2）定期组织相关部门对固定资产的使用效益进行评估，为资产的优化配置和调整提供依据。

5. 宣传培训：宣传培训固定资产管理的政策法规和制度要求，提高员工的资产管理意识。

十六、医院辐射环境与安全防护委员会

（一）领导小组

主任委员：周玉生 贺 军

副主任委员：汤国辉 袁 梅

委 员：陈勇军 杨伟军 廖红伍 马小峰 欧 军

高 栋 邹 艳

办公室设在医务部

办公室主任：周克兵

秘 书：唐杰枚 周行军

职 责：

1. 按照国家法律法规、行业管理条例制定并实施全院安全防护管理规章制度，严格各项操作规程，防止辐射安全事故发生。

2. 定期组织对辐射工作场所进行辐射安全防护工作的监督和辐射安全防护监测，发现事故隐患及时上报。

3. 审核辐射安全事故预防措施及应急预案，发生辐射安全事故应按规定上报并采取相应应急措施。

4. 协助上级机关做好辐射监测及防护工作。

（二）工作小组

组 长：汤国辉 袁 梅

副组长：高 栋 周克兵

成 员：（按姓氏笔画排名）

王白云 王立军 王京薇 王振宇 邓小军

卢政好 阳美玲 苏小桃 李招兵 李国娟

李章展 杨 青 邹 钦 宋汶珂 宋国军

张 平 周行军 贺洪辉 郭方香 唐三元

唐杰枚 黄忠名 蒋小龙 曾德辉
谢松林 谢建军

职 责：

1. 负责全院安全防护管理规章制度的建立，严格各项操作规程，防止辐射安全事故发生。
2. 定期组织对辐射工作场所进行辐射安全防护工作的监督和辐射安全防护监测，发现事故隐患及时上报至医务部并落实整改措施。
3. 按规定组织安排放射工作人员接受辐射安全防护法规专业技术的培训、体格检查、个人剂量监测等。
4. 负责办理所有相关的辐射工作许可证，确保所有放射工作人员持证上岗。
5. 制定辐射安全事故预防措施及应急预案，发生辐射安全事故应按规定上报并采取相应应急措施。
6. 协助上级机关做好辐射监测及防护工作。从业人员管理员：周行军；信息联络员：唐杰枚。
7. 负责制定医院辐射事故应急处理预案。
8. 负责组织协调辐射事故应急处理工作。
9. 应急办公室(设医务部)，按照辐射事故应急处理预案的要求，落实应急处理的各项日常工作；组织辐射事故应急人员的培训。

十七、医院安全生产管理委员会

(一) 领导小组

发展规划、管理制度、实施方案及相关配套政策提供专家咨询服务。

2. 指导和审核制订住院医师培训方案、考核管理方案，体现分层递进，科学合理，保障住培教学活动的质量与效果。

3. 参加专业基地培训制度和设施建设、师资队伍培养、培训实施情况和考核管理情况的督导。对专业基地的培训质量与效果进行监测评估，提出相关意见和建议。

4. 根据工作推进需求随时召开专家指导委员会会议，研究提升住培质量的关键问题，为住院医师规范化培训领导小组决策提供参考。

5. 开展住培教学改革创新研究，加强住培学术交流工作。

6. 解决培训过程中的其他专业性问题。



南华大学附属南华医院院办公室

2024年12月16日印发

南华大学附属南华医院

辐射事故预防措施及应急处理预案

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

一、辐射事故分级

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

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

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

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

4、一般辐射事故，是指 IV 类放射源丢失、被盗、失控或者放射性同位素和射线装置失控导致人员收到超过年剂量限制的照射。

二、本预案适应范围

凡单位内发生的放射源丢失、被盗、失控或人员超剂量照射等所

致辐射事故均适应本应急预案。

三、辐射事故的预防

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

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

（二）组织放射防护知识培训，不准无证上岗，严格操作规程；

（三）定期检查放射防护设施，发现问题，及时检修。

（四）组织机构及职能

1、辐射安全和防护管理领导小组

领导小组下设办公室，设于医务部办公，领导小组办公室负责对各项制度及规范进行具体实施和监督，负责统筹协调放射防护与辐射安全的日常管理。

2、应急处理领导小组职责

（1）组织制定医院辐射事故应急处理预案；

（2）负责组织协调辐射事故应急处理工作；

3、应急办公室（设医务部）的职责

（1）按照辐射事故应急处理预案的要求，落实应急处理的各项日常工作；

（2）组织辐射事故应急人员的培训；

（3）负责与技术专家组、现在处理组的联络工作；

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

（5）负责辐射事故应急处理期间的后期保障工作；

（6）完成应急处理领导小组交办的其它工作；

四、辐射事故的报告

医院职工对发生和可能发生突发事件及其潜在隐患均应在发现情况后立即报告相关部分。医务科：电话，院办：电话，节假日休息报告院总值班：电话，报告最迟不得超过 2 小时；同时，医务部需在 24 小时内报出《辐射事故报告卡》。

部门	电话	部门	电话
衡阳市生态环境局	0734-2892828	湖南省生态环境厅	0731-85698110
衡阳市公安局	0734-110	湖南省公安厅	0731-84597110
衡阳市卫健委	0734-8223791	湖南省卫健委	0731-84822223

五、辐射事故的处理

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

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

1、对受照人员要及时估算受照剂量。

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

南华大学附属南华医院

二零二零年七月一日

南华大学附属南华医院

核医学放射源的管理制度

- 1、放射源实行专人管理、专人负责制度。
- 2、放射源须在医师的指导下使用。
- 3、放射源使用后须进行登记；交接班时需帐物相符。
- 4、放射源不得与易燃、易爆、腐蚀性物品放在一起。
- 5、放射源一旦丢失，立即逐级上报有关部门

南华大学附属南华医院

二零二零年七月一日

南华大学附属南华医院

核医学科表面污染处理制度

1、严格遵守操作规程，应严格避免发生污染，如发生污染事故（放射性药品的撒、漏等）应遵守以下原则：应及时封闭被污染的现场和迅速切断污染的来源，防止事故的扩大，对受污染的人员采取必要的去污措施，若污染严重须报告上级有关部门和领导。

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

3、器具去污染：用清水和洗衣粉交替刷洗，或用超声波洗涤器去污染。

4、尽快脱去污染的衣和鞋，并装入污染物品袋，备样测量。

5、按照核素污染的种类，选择相应的仪器测量，记录测量结果。

6、要遵循先低污染区，后高污染区和先上后下的顺序。优先处理人体孔腔处污染。注意皮肤皱折处和指甲缝处去污。

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

8、当体表有放射性核素污染时，立即停止工作，尽快离开现场，测量污染程度，尽早洗消去污。洗消时宜用软毛刷、温水或自来水，

按先低沾染区后高沾染区顺序洗消：

(1) 若体表有伤口或创面污染去污应用 5 号液。

(2) 头面部沾染时，取 1 号液少量洗发，然后用清水冲洗干净。

如仍有残留沾染时，可重复 1~2 次或选用 9 号液洗发亦可。

(3) 口腔污染时，取 8 号药半瓶（或一瓶），加水 50 mL（或 100 mL）。含漱 2~3 次。

(4) 眼的污染用 2 号液由眼的内侧向外侧冲洗 2~3 次。

(5) 手和体表部位的污染，先用去污皂刷洗，然后用清水冲洗干净，重复 1~2 次，去污皂一般沾染均可去除。仍未去除者，可根据沾染放射性核素种类选用复方去污剂。

南华大学附属南华医院

二零二零年七月一日

南华大学附属南华医院

核医学科放射性废物管理制度

1、放射性废物管理由核医学科科主任负责，由专门的管理员负责具体实施。

2、管理员将具体实施情况向科主任汇报，并登记在册。

3、放射性工作场所控制区内应备有放射性废物容器，容器上应有放射性标志。对注射或服用放射性药物患者应有专用厕所，对其排泄物统一收集何管理，储存 10 个半衰期后排入下水系统。放射性废物按长半衰期和短半衰期分别收集，并给予适当屏蔽。

4、具体放射性废物按具体情况处置：

①固体放射性废物：放置于周围加有屏蔽的污物桶内，长寿命的放射性废物，应定期集中送交区域废物库最终处理。短寿命的放射性废物（半衰期小于 15 天）放置 10 个半衰期后，作为非放射性废物处理。

②液体放射性废物：长寿命的液体放射性废物应先用沉淀凝集、离子交换等方法进行有效减容、固化后按固体放射性废物收集处置。短半衰期的液体放射性废物用稀释法或放置法处理。

③气载放射性废物：经高效过滤后，排入大气，滤膜定期更换，并作为固体放射性废物处理。

南华大学附属南华医院
二零二零年七月一日

南华大学附属南华医院

核医学科放射性核素查对制度

一、严格遵照医嘱执行各类放射性核素的使用，做好“三查七对”工作。

二、收集检测标本时，除做到上述“三查七对”外，还应检查样品是否符合检测要求

三、熟悉各类放射性核素的标记法、药品名、作用、放射性强度和半衰期等。

四、接收放射性药品时，应与发药者核对药品名称、剂量、数量、来源地和生厂厂家并登记，检查发药时间，测量放射性活度是否与订药标准一致。

五、执行放射性核素注射时。特殊治疗班和中班共同查对后，携带药品至患者床前，当面启封抽吸使用。

六、确保放射性药品的给药方法和剂量符合药物要求。

七、标记放射性药物时，要查药物种类是否与检查目的相符，查注射放射药物的剂量是否符合检查要求，查注射方法是否符合检查目的。

八、使用完毕的发生器及空瓶应归置于原装铅桶中，待厂家回收时双方再次核对。

九、严格按照护理质量安全管理制度的执行。

南华大学附属南华医院

二零二零年七月一日

南华大学附属南华医院

核医学科放射性核素的订购、领取、保管、使用制度

一、国家规定订购与使用放射性核素实行许可证制度。应根据工作实际需要，在规定允许使用范围内，制订年度订购计划。

二、放射性核素及放射免疫分析试剂盒应有专人领取和保管，到货后，迅速取回，及时登记，妥善保管，防止丢失或变性。

三、使用时，将放射性核素移入专用铅罐内，盖上铅盖，帖妥标签，注明放射性核素种类、放射性浓度及日期、出厂说明书妥加保存，以备核对。

四、 ^{99m}Tc 发生器按规定步骤与要求安装，质量检测符合要求后方可使用。

五、标记及注射放射性药物时应严格核对，防止发生差错。应定期质控检查。如需要可随时检测。

六、放射免疫分析试剂盒不符合质控指标者不得使用，以保证检测结果准确可靠。

七、放射性核素到货，由值班护士验收合格后，移送至高活性室保存，并及时登记，应及时通知患者检查或治疗以减少浪费。

八、放射性核素空容器应固定地点集中存放和按规定退回生产厂家。

九、发生放射性核素丢失事件时，按规定及时报告并协助查找。

南华大学附属南华医院

二零二零年七月一日

南华大学附属南华医院

核医学放射卫生防护管理制度

1、建立健全组织领导，成立南华大学附属南华医院放射卫生防护管理委员会和放射安全防护及应急组织组织，分工负责，专人专管。

2、按照《放射诊疗管理规定》、《放射性同位素与射线装置和防护条例》及《职业病防治法》的要求，落实放射防护安全管理各项工作。

3、对新建、扩建、改造放射建设项目在设施设计和已交工验收阶段，向卫生行政主管部门提交审查和验收申请，验收合格后方可施工和运行。

4、按照《规定》要求、定期对放射诊疗场所、设备及同位素储存场所和防护设施，进行放射防护检测，确保辐射标准符合有关规定。

5、对新建、维修或更换重要部件的设备，请通过卫生行政部门资质认证的检测机构进行检测；每年对设备稳定性检测、校正和维护保养，确保设备的放射技术指标和安全防护性能符合标准要求。

6、放射同位素储存场所由专人负责保管，有完善的登记制度，不得与易燃、易爆、腐蚀性物品同储存，严防泄漏和盗窃。

7、按《规定》要求，严格放射工作执业条件，做好新上岗人员和已在岗人员专业技术、放射防护知识和有关法律法规培训工作，所有放射工作人员必须持《放射工作人员证》上岗。

8、每年对全体放射诊疗工作人员进行健康体检一次，做好个人

防护，佩戴剂量计，建立职业健康和个人剂量档案。

9、放射同位素及放射工作场所设置明显的警示标记。对受照射诊疗患者在照射前进行事先告知制度，和严格遵守操作规程，控制照射剂量，避免不必要的照射。

10、按要求定期进行向上级主管部门申请职业许可证的变更管理。

南华大学附属南华医院

二零二零年七月一日

南华大学附属南华医院

辐射安全防护和管理制度

一、全体员工遵守《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素射线装置安全和防护条例》等有关辐射防护法律、法规，接受、配合各级环保部门的监督和指导。

二、成立辐射安全管理小组，加强对射线装置的监督和管理。

三、在使用射线装置前，向环保局申请办理《辐射安全许可证》，经环保局审批，领取《辐射安全许可证》后，从事许可证范围内的辐射工作，接受环保部门的监督和指导；许可证有效期（5年）满，需要延续的，于许可证有效期满30日前，向环保提出延续申请；购买新的射线装置重新做环境影响评价，并向环保部门申办辐射安全许可证，项目投入正式运行3个月内向环保部门提出验收申请，经验收合格后投入正式运行；单位变更（单位名称、地址、法定代表人）许可登记内容或终止放射工作时，应自变更登记之日起20日内，向颁发辐射许可证的环保局申请办理许可证变更手续或注销手续；射线装置退役或在使用期间破损，及时向环保部门做好射线装置档案的注销登记，不随意处置。

四、从事辐射工作人员定期参加环保部门组织的上岗培训，接受辐射防护安全知识和法律法规教育，提高守法和自我防护意识，获得培训合格证后，方上岗从事辐射相关工作，并每2年组织复训。从事辐射安全管理的人员也要定期接受辐射防护安全知识和法律法规教育，加强辐射安全管理。

五、从事辐射工作人员上岗前需进行职业健康体检，无禁忌症方可上岗，上岗后每年进行职业健康体检，必要时可增加体检次数，体检结果由科主任存档；辐射工作期间，辐射工作人员应佩戴个人剂量计，每季度接受剂量监测，尽可能做到“防护和安全的最优化”的原则，监测结果由主任负责记录，并存档；合理加强辐射工作人员的健康管理，定期发放相关津贴、加强营养。

六、射线装置的使用场所设置放射性标志和防护警戒线，报警装置或者工作批示灯；已鉴定委托检测合同，每年定期对射线装置的工作场所及周围环境进行监测并将监测结果上报当地环保部门；拟配备监测仪器以及剂量率仪器。

七、单位每年对辐射工作安全与防护状况进行一次自我安全评估，安全评估报告对存在安全隐患及时提出整改方案，安全评估报告每年1月20日前报当地环保部门，并抄送省级环保部门，由主任负责。年度评估报告包括射线装置使用台帐、辐射安全和防护设施的运行与维护、辐射安全和防护制度及措施的建立和落实、事故和应急以及档案管理等方面的内容。

八、辐射事故发生时，严格以《放射事故报告制度及应急处理方案》中的方案进行处理，必立即采取防护措施，控制事故影响，保护事故现场，并及时向环保、公安、卫生部门报告；辐射事故发生后由辐射安全管理小组总结报告，并提出整改方案加以落实，以防发生同类事故。

南华大学附属南华医院

二零二零年七月一日

辐射工作人员个人剂量管理制度

一、按照《放射工作人员职业健康管理辦法》和国家有关标准、规范的要求，安排本单位的放射工作人员接受个人剂量监测，并遵守以下规定：

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

(2) 建立并终身保存个人剂量监测档案。

(3) 允许放射工作人员查阅、复印本人的个人剂量监测档案。

二、个人剂量监测档案主要内容

1、常规监测方法和结果等相关资料。

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

三、放射工作人员进入放射工作场所，应当遵守以下规定：

1、正确佩戴个人剂量计，介入工作人员应佩戴 2 个人剂量计（1 个佩戴在胸前铅衣内，1 个佩戴在铅衣外）。

2、操作结束离开非密封放射性物质场所时，按要求进行个人体表、衣物及防护用品的放射性污染监测，发现污染要及时处理，做好记录并存档。

3、进入辐照装置、放射治疗等强辐射工作场所时，除佩戴常规个人剂量计外，还应当携带报警式剂量计。

4、工作人员工作时，应将个人剂量计随身佩戴，禁止将个人剂量计遗留在机房内，由此造成个人剂量计监测结果超标，造成影响和后果的，本人负全责。必要时，调离工作岗位。

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



辐射监测计划

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

一、个人剂量监测

1. 单位辐射环境监测工作由辐射安全与防护管理领导小组组织实施，负责联系有相关资质的机构对我院所有从事辐射工作的人员进行个人剂量监测。

2. 个人剂量监测期内，监测周期不超过三个月，期满后各部门统一收齐，由管理领导小组组织送检与发放新的个人剂量计，并按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128）和《辐射工作人员职业健康管理暂行办法》（卫生部令第55号）要求建立有个人剂量档案。

2. 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辐射工作人员年满七十五周岁，或者停止辐射工作三十年，允许辐射工作人员查阅、复印本人的个人剂量监测档案。

3. 监测结果一般每季度由管理领导小组向各有关部门通报一次，当次剂量监测结果如有异常，应当立即核实和调查，通知具体放射工作人员及部门分管领导，由当事人签字确认原因，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。

二、放射性工作人员健康管理制度



查找原因，采取有效措施，及时消除辐射安全隐患，隐患未消除前不得继续开展辐射工作。

四、环境辐射水平监测

我单位每年委托有资质的单位对辐射工作场所环境辐射水平进行监测，监测频次不少于每年一次，监测数据记录存档。



岗位职责

为加强辐射工作的管理,规范放射源使用和设备操作,消除辐射安全隐患,预防辐射事故的发生,保障辐射工作人员和公众的健康与安全,保护环境,我单位研究,决定成立辐射安全防护管理小组,并制订相应的岗位职责。

一、领导小组人员分工及职责

1.单位法人:作为第一责任人,对本单位辐射工作的安全和防护负总责,监督各项制度和措施的落实和执行,并依法对造成的放射性危害承担责任;

2.辐射安全负责人:负责各项辐射安全管理法律、法规、制度在本单位得到落实;

3.部门负责人:确保单位辐射安全规章制度和安全操作规程在设备管理、使用过程中的有效执行;确保单位组织的安全演练和安全体系审核得到积极配合。

二、辐射安全员职责

1.负责辐射安全及环境相关法律法规的追踪;

2.提出对相关法规在单位内部实施的方案;

3.负责安全相关规章制度的制定与更新;

4.负责组织外部培训及生产安全相关的培训及考核:定期组织辐射工作人员参加环保部门认可的培训机构组织的辐射防护与安全培训;

5.负责单位射线装置的台账管理,及时更新台账;

6.负责组织年度辐射安全演练及事故应急处理;

7.负责安全检测设备的配备、维护及辐射工作场所的检测:个人剂量及场所监控记录的收集与管理;

8.负责辐射监测仪表的校准及管理;

9.就辐射安全及环境相关报批事项的对外联络,包括许可证申请与更新、发放个人剂量及场所检测及提交年度报告等;

10.定期对辐射安全设施进行检查。

三、辐射工作人员职责

1.遵照安全规程进行生产活动;

2.合理佩个人剂量计,确保全人劳动过程中得到保护;

3.对工作过程中的安全事项提出合理化建议;

4. 参与事故后的救护行动。

辐射安全与防护管理小组成员发生变动时，及时做好辐射管理交接工作。辐射安全管理机构及单位的相关信息发生变动后，应及时上报环保主管部门，同时变更辐射安全管理系统单位信息。



附件 7 关于设计的说明

关于南华大学附属南华医院核医学科楼一楼改建 核技术利用建设项目 设计的说明

湖南省生态环境厅：

我院委托湖南省湘核检测科技有限公司开展的核医学科楼一楼改建核技术利用建设项目环境影响评价工作中的核医学科楼一楼改建方案，经我单位提供并确认。

特此说明。



附件 8 职业健康体检报告（节选）

报告编号	2026000292
总 页 数	共 99 页

南华大学附属南华医院

职业健康检查总结报告

Occupational health examination summary report

南华大学附属南华医院

Affiliated Nanhua Hospital, University of South China

体检时间：2025-12-29至2026-05-13

一、基本信息

委检单位：南华大学附属南华医院	
统一社会信用代码：12430000445437272H	体检类型：上岗前、在岗期间、离岗时
法人代表：贺军	地址：湖南省衡阳市珠晖区东风南路336号
联系人：周行军	电话：13187338800

检查单位：南华大学附属南华医院健康管理中心

联系人和电话：周珍0734-6358055

检查地点：湖南省衡阳市珠晖区东风南路336号

委托体检职业病危害因素或特殊作业名称：

X射线、β射线、γ射线。

二、职业健康检查依据和评价标准

(一) 依据：

1. 《中华人民共和国职业病防治法》；（2001.10.27颁布，主席令第60号2018.12.29修正，主席令第24号）
2. 《职业健康检查管理办法》。（2015.5.1实施，国家卫计委令第5号，2019.2.28修订，国家卫健委令第2号）
3. 《职业健康监护技术规范》；GBZ188-2014 4. 《放射工作人员健康要求及监护规范》；GBZ98-2020
5. 《放射性核素摄入量及内照射剂量估算规范》；GB/T 16148
6. 《外照射事故受照人员的医学处理和治疗方案》；GB/T 18199
7. 《职业性放射性白内障的诊断》；GBZ 95
8. 《内照射放射病诊断标准》；GBZ 96
9. 《职业性放射性肿瘤判断规范》；BZ 97
10. 《外照射亚急性放射病诊断标准》；GBZ 100
11. 《外照射放射性骨损伤诊断》；GBZ 100
12. 《放射性甲状腺疾病诊断标准》；GBZ 101
13. 《职业性外照射急性放射病诊断》；GBZ 104
14. 《职业性外照射慢性放射病诊断》；GBZ 105
15. 《职业性放射性皮肤损伤诊断》；GBZ 106
16. 《职业性放射性性腺疾病诊断》；GBZ 107
17. 《职业性放射性疾病诊断总则》；GBZ 112
18. 《核与放射事故干预及医学处理原则》；GBZ 113
19. 《职业性外照射急性放射病的远期效应医学随访规范》；GBZ/T 163
20. 《过量照射人员医学检查与处理原则》；GBZ 215
21. 《人体体表放射性核素污染处理规范》；GBZ/T 216
22. 《放射性皮肤癌诊断标准》；GBZ 219
23. 《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》；GBZ/T 244
24. 《放射工作人员职业健康检查外周血淋巴细胞染色体畸变检测》；GBZ/T
25. 《外照射辐射事故中受照人员器官剂量重建规范》；GBZ/T 261

三、检查项目及仪器、型号、编号与检定有效期

(一) 检查项目

医学史、职业史调查、X线—胸部正侧位, CT—胸部薄层扫描, 多功能心电图, 肝胆脾胰彩超、双肾B超(体检), 双肾输尿管膀胱前列腺彩超, 肝功能常规检查, 甲功五项(职业病体检), 尿液常规, 普通视力, 染色体畸变率检测, 微核试验, 身高, 体重, 血压, /, 腰围, 臂围, 肾功能常规检查, 内科检查, 外科检查, 皮肤常规检查, 血常规—五分群, 眼部裂隙灯检查, 眼科检查, 色觉检查, 裂隙灯下眼底检查。

(二) 检查仪器型号、编号与检定有效期

序号	项目	仪器	编号	检定有效期
1	心电图	MECG-200	C2019011406	2026.12
2	彩超	DC-80S	CB7-06000502	2026.12
3	尿常规	H-800	JL008	2026.12
4	血常规	Sysmex XN3000	JL001	2026.12
5	肝功能	罗氏Cobase 8000	JS001	2026.12
6	肾功能	罗氏Cobase 8000	JS001	2026.12
7	甲状腺功能	罗氏Cobase e601	JM001	2026.12
8	微核试验	奥林巴斯CX21	HNSZFY-J-2-004	2026.11
9	DR	DR VR/S	SN10000331	2026.12
10	身高体重	HW-600Y	60016032305	2026.12
11	裂隙灯检查	LS-5	131151297	2026.12
12	眼底检查	sk-650B	19102030009	2026.12
13	医用全自动电子血压计	HEP-9020	IQC300100	2026.12
14	染色体畸变率检测	奥林巴斯CX21	HNSZFY-J-2-004	2026.11

附件 9 个人剂量检测报告



检测报告

报告编号：XYD-FW-25GJ-0102-1

受检单位：南华大学附属医院

受检单位地址：衡阳市珠晖区东风南路 336 号

样品名称：个人剂量计

报告日期：2025 年 9 月 11 日

检测报告

湖南西雅德辐射防护科技有限公司

操作规范 数据准确 服务至上 持续改进

地址：湖南省长沙市雨花区人民东路 58 号新三诚大厦 1805 房
电话：0731-85228333

邮箱：xiyade@aliyun.com

邮编：410000



检测报告

报告编号: XYD-FW-25GJ-0102-2

受检单位: 南华大学附属医院

受检单位地址: 衡阳市珠晖区东风南路 336 号

样品名称: 个人剂量计

签发日期: 2025 年 12 月 19 日

湖南西雅德辐射防护科技有限公司

操作规范 数据准确 服务至上 持续改进

地址: 湖南省长沙市雨花区人民东路 58 号新三诚大厦 1805 房

电话: 0731-85228333

邮箱: xiyade@aliyun.com

邮编: 410000



检测报告

报告编号: XYD-FW-25GJ-0102-3

受检单位: 南华大学附属医院

受检单位地址: 衡阳市珠晖区东风南路 336 号

样品名称: 个人剂量计

签发日期: 2026 年 3 月 15 日

ALYUN

湖南西雅德辐射防护科技有限公司

操作规范 数据准确 服务至上 持续改进

地址: 湖南省长沙市雨花区人民东路 58 号新三诚大厦 1805 房

电话: 0731-85228333

邮箱: xiyade@aliyun.com

邮编: 410000



检测报告

报告编号：XYD-FW-25GJ-0102-4

受检单位：南华大学附属医院

受检单位地址：衡阳市珠晖区东风南路 336 号

样品名称：个人剂量计

签发日期：2026 年 6 月 16 日

湖南西雅德辐射防护科技有限公司

操作规范 数据准确 服务至上 持续改进

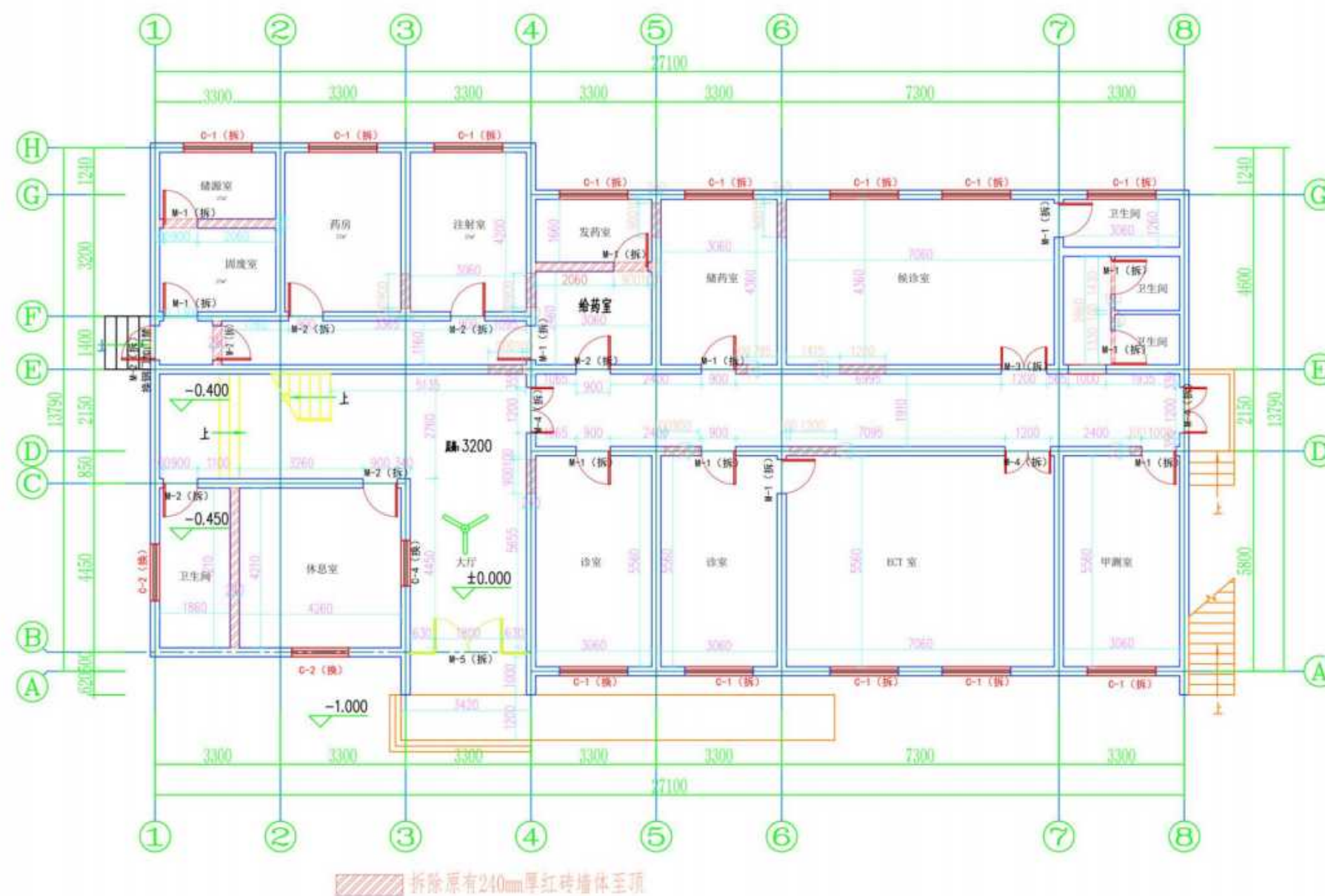
地址：湖南省长沙市雨花区人民东路 58 号新三诚大厦 1805 房

电话：0731-85228333

邮箱：xiyade@aliyun.com

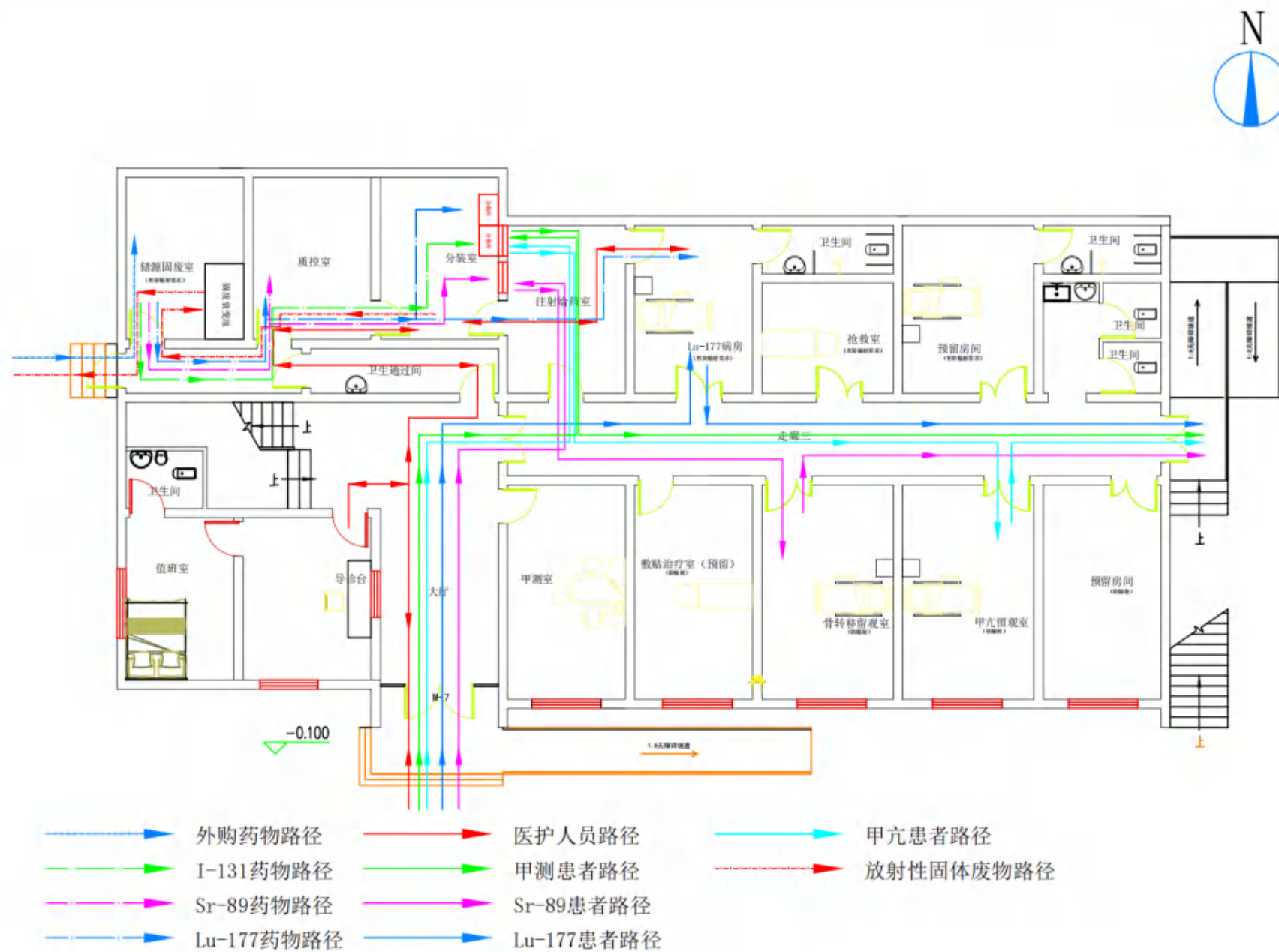
邮编：410000

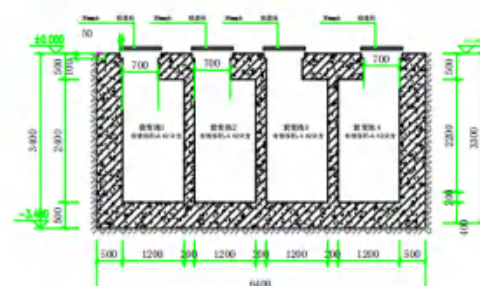
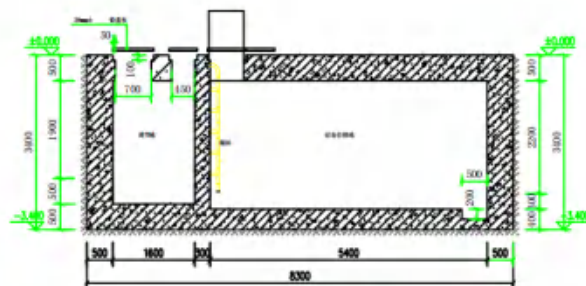
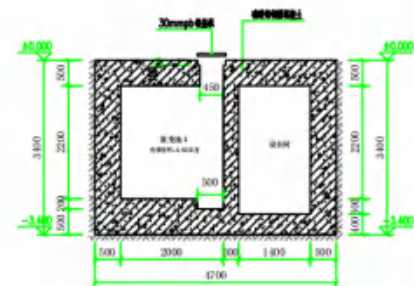
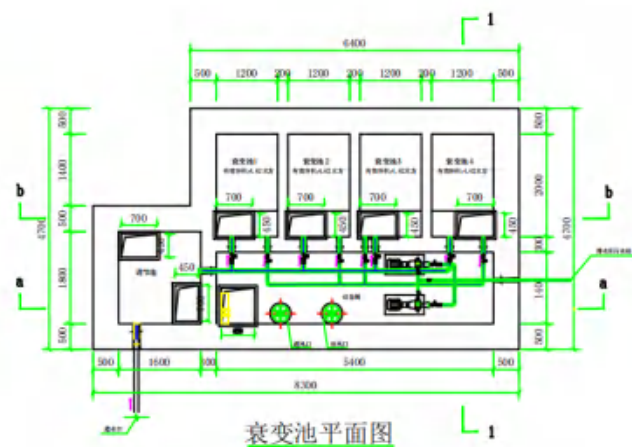
附件 10 核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单（部分人员）



核医学原始一层平面图 1:100

附图 1 核医学科一楼改建前平面布局及拆除墙体示意图





附图5-（2） 衰变池设计示意图