湖南省肿瘤医院核技术利用改建项目

环境影响报告表

建设单位名称：湖南省肿瘤医院

建设单位法人代表（签名或盖章）：肖亚洲

通讯地址：湖南省长沙市岳麓区桐梓坡路 283 号

邮政编码：410000　　联系人：陈[redacted]

电子邮箱：/　　联系电话：1[redacted]

打印编号：1709003899000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	04ia55
建设项目名称	湖南省肿瘤医院核技术利用改建项目
建设项目类别	55—172核技术利用建设项目
环境影响评价文件类型	报告表
一、建设单位情况	
单位名称（盖章）	湖南省肿瘤医院
统一社会信用代码	12430000444878092J
法定代表人（签章）	肖亚洲
主要负责人（签字）	石峰
直接负责的主管人员（签字）	石峰
二、编制单位情况	
单位名称（盖章）	核工业二三0研究所
统一社会信用代码	121000004448853130
三、编制人员情况	

1. 编制主持人

姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
张攸	2014035420350000003509420385	BH008788	

2. 主要编制人员

姓名	主要编写内容	信用编号	签字
张攸	全本	BH008788	

目　录

表 1 项目基本概况 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 7 保护目标与评价标准 17
表 8 环境质量和辐射现状 30
表 9 项目工程分析与源项 33
表 10 辐射安全与防护 54
表 11 环境影响分析 68
表 12 辐射安全管理 86
表 13 结论与建议 93
表 14 审批 96

严禁复制

附　件

附件 1　委托书
附件 2　现有辐射安全许可证
附件 3　湖南省肿瘤医院关于调整放射防护安全管理委员会成员的通知
附件 4　辐射事故应急预案
附件 5　放射防护与辐射安全管理制度
附件 6　放射工作人员管理及辐射监测计划
附件 7　核医学科辐射安全管理制度
附件 8　职业健康体检报告
附件 9　个人剂量检测结果
附件 10　环境现状辐射水平监测报告
附件 11　项目建设概况

附　图

附图 1　项目地理位置示意图
附图 2　医院平面布局及周边外环境关系图
附图 3　本项目核素治疗科工作场所改造前平面布局图
附图 4　本项目核素治疗科工作场所改造后平面布局图
附图 5　本项目核素治疗科工作场所楼上平面布局图
附图 6　本项目核素治疗科工作场所通风示意图
附图 7　本项目核素治疗科工作场所排风系统排风口示意图
附图 8　本项目核素治疗科工作场所给、排水系统图
附图 9　本项目放射性衰变池示意图

严禁复制

表 1 项目基本概况

<table>
<tr><td colspan="2">建设项目名称</td><td colspan="6">湖南省肿瘤医院核技术利用改建项目</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设单位</td><td colspan="6">湖南省肿瘤医院</td></tr>
<tr><td colspan="2">法人代表</td><td>肖亚洲</td><td>联系人</td><td colspan="2">陈[redacted]</td><td>联系电话</td><td>1[redacted]</td></tr>
<tr><td colspan="2">注册地址</td><td colspan="6">湖南省长沙市岳麓区桐梓坡路 283 号</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目建设地点</td><td colspan="6">湖南省肿瘤医院病房楼（6 号楼）一层</td></tr>
<tr><td colspan="2">立项审批部门</td><td colspan="2">-</td><td>批准文号</td><td colspan="3">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设项目总投资（万元）</td><td>[redacted]</td><td>项目环保投资（万元）</td><td>[redacted]</td><td>环保投资比例</td><td colspan="2">35.33%</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目性质</td><td colspan="4">☐新建 ☑改建 ☐扩建 ☐其它</td><td>占地面积（m^2）</td><td>/</td></tr>
<tr><td rowspan="10">本项目应用类型</td><td rowspan="2">放射源</td><td>☐销售</td><td colspan="6">☐I 类 ☐II 类 ☐III 类 ☐IV 类 ☐V 类</td></tr>
<tr><td>☑使用</td><td colspan="6">☐I 类（医疗使用） ☐II 类 ☐III 类 ☐IV 类 ☑V 类</td></tr>
<tr><td rowspan="3">非密封放射性物质</td><td>☐生产</td><td colspan="6">☐制备 PET 用放射性药物</td></tr>
<tr><td>☐销售</td><td colspan="6">/</td></tr>
<tr><td>☑使用</td><td colspan="6">☑乙 ☐丙</td></tr>
<tr><td rowspan="3">射线装置</td><td>☐生产</td><td colspan="6">☐II 类 ☐III 类</td></tr>
<tr><td>☐销售</td><td colspan="6">☐II 类 ☐III 类</td></tr>
<tr><td>☑使用</td><td colspan="6">☐II 类 ☑III 类</td></tr>
<tr><td>其他</td><td colspan="7">/</td></tr>
</table>

项目概述

（一）建设单位概况

湖南省肿瘤医院暨中南大学湘雅医学院附属肿瘤医院，位于湘江之滨，长沙市岳麓山西北、西湖文化公园咸嘉湖畔，占地 10.12 万平方米。医院始建于 1972 年，1994 年通过国家三甲肿瘤专科医院评审，2012 年挂牌“中南大学湘雅医学院附属肿瘤医院”，2014 年成为全国首家通过 JCI 国际标准认证的肿瘤医院，2015 年与美国 MD 安德森癌症中心结为姊妹医院，2017 年获批国家住院医师规范化培训基地，顺利通过国家“十二五”重点专科建设项目现场考核，进入疑难病症诊治能力提升工程全国百家医院行列。医院目前已发展成为集医疗、科研、教学、预防、康复于一体的三级甲等肿瘤专科医院，

是全省肿瘤防治研究中心，承担全省及周边地区 7000 余万人口的肿瘤临床诊疗及防治工作。

医院拥有国家级临床重点专科 3 个（肿瘤科、专科护理、中西医结合科），省级临床重点专科 7 个（妇科、医学影像科、临床药学、普通外科、胸外科、放疗科、麻醉科）。医院规划床位 1490 张，设有 41 个临床科室，13 个医技科室。截至 2017 年 12 月 31 日，医院在职职工 2189 人，专业技术人员 1925 人，约占 87.93%，高级职称 549 人，约占 25.07%，享受国务院政府特殊津贴专家 12 人、省政府特殊津贴专家 2 人，湘雅名医 1 人，“121 工程”专家 14 人，“225 工程”专家 9 人，省“百人计划”专家 2 人。

（二）项目由来

根据医院发展需要，医院拟对病房楼（6号楼）一层原消化泌尿内科病区进行改造，并将现有核医学科楼（12号楼）内核素治疗科搬迁至此。改造后，核素治疗科拟使用非密封放射性核素^{131}I、^{177}Lu、^{125}I粒子、^{89}Sr、^{223}Ra以及密封放射源^{90}Sr-^{90}Y开展核素治疗，为一处乙级非密封源放射性工作场所。此外，拟在病房楼南侧新建一间ECT机房，并新增一台SPECT-CT用于开展^{131}I患者显像诊断以及^{125}I粒子植入，属于III类射线装置。本项目投入运营后，核医学科楼内原有核医学工作场所拟进行退役，不存在同时运营的情况，该核医学工作场所退役项目拟另行评价，不在本次环评范围。

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条列》以及《放射性同位素与射线装置防护条例》等相关法律法规要求，建设单位须对该项目进行环境影响评价。同时，根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》，本项目为“使用III类射线装置、V类放射源、建设乙级非密封放射性物质工作场所”，应编制环境影响报告表。

因此，受湖南省肿瘤医院委托（委托书见附件1），核工业二三0研究所开展环境影响评价工作。我所接委托后，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、污染源分析等工作的基础上，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》（HJ 10.1-2016）编制完成了本报告表。

（三）项目建设规模

1、项目名称：湖南省肿瘤医院核技术利用改建项目

2、建设单位：湖南省肿瘤医院

3、建设地点：湖南省肿瘤医院病房楼（6 号楼）一层

4、项目性质：改建

5、项目投资：项目总投资[redacted]，占总投资 53.33%。

6、建设内容：拟将病房楼一层原消化泌尿内科病区改造为核素治疗科工作场所，配套建设相应辅助用房及设施。改造后，核素治疗科北侧拟规划为核素治疗诊区，使用非密封放射性核素 ^{89}Sr、^{223}Ra 以及密封放射源 ^{90}Sr-^{90}Y 开展核素治疗项目，南侧拟规划为核素治疗病区，使用非密封放射性核素 ^{131}I、^{177}Lu、^{125}I 粒子分别开展肿瘤治疗项目。此外，拟在病房楼南侧新建一间 ECT 机房，并新增一台 SPECT-CT 用于开展 ^{131}I 患者显像诊断以及 ^{125}I 粒子植入，属于 III 类射线装置。

本项目评价内容见表 1-1、表 1-2、表 1-3：

表 1-1 本项目新增射线装置一览表

序号	设备名称	型号	类别	数量	主要参数	拟安装场所
1	SPECT-CT	待定	III	1 台	最大管电压：150kV 最大管电流：1000mA	病房楼 1F，ECT 机房

表 1-2 本项目密封放射源使用情况一览表

序号	核素名称	活度（Bq）	数量	类别	用途	使用/暂存场所
1	^{90}Sr-^{90}Y	7.40×10^{8}	1 枚	V	敷贴治疗	病房楼 1F 核素治疗科敷贴室
2	^{90}Sr-^{90}Y	1.48×10^{9}	1 枚	V	敷贴治疗	病房楼 1F 核素治疗科敷贴室

表 1-3 本项目非密封放射性物质使用情况一览表

使用场所	病房楼 1F 核素治疗科				
	核素治疗病区		核素治疗诊区		
核素	^{131}I	^{177}Lu	^{125}I 粒子	^{89}Sr	^{223}Ra
物理状态	固态（胶囊）	液态	固态	液态	液态
核素毒性因子	中毒（0.1）	中毒（0.1）	中毒（0.1）	中毒（0.1）	极毒（10）
操作方式修正因子	简单操作（10）	简单操作（1）	很简单的操作（100）	简单操作（1）	简单操作（1）
最大工作负荷	16 人/批，2 批/周，1600 人/a	1 人/周，50 人/a	2 人/d，3d/周，300 人/a	3 人/d，2d/周，300 人/a	2 人/d，2d/周，200 人/a
每人次患者最大给药量	7.40×10^{9}Bq	7.40×10^{9}Bq	4.44×10^{9}Bq	1.85×10^{8}Bq	6.00×10^{6}Bq
实际日最大操作量	1.18×10^{11}Bq	7.40×10^{9}Bq	8.88×10^{9}Bq	5.55×10^{8}Bq	1.20×10^{7}Bq
日等效最大操作量	1.18×10^{9}Bq	7.40×10^{8}Bq	8.88×10^{6}Bq	5.55×10^{6}Bq	1.20×10^{8}Bq
年最大操作量	1.18×10^{13}Bq	3.70×10^{11}Bq	1.33×10^{12}Bq	5.55×10^{10}Bq	1.20×10^{9}Bq

由表 1-3 可知，本项目核素治疗科工作场所日等效最大操作量为 2.05E+9Bq，根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），为乙级非密封放射性工作场所。

7、放射工作人员配置：本项目运行后，核医学科楼内原有核医学科工作场所拟进行退役，核素治疗科放射工作人员拟统一调配至本项目工作场所。核素治疗科现有放射工作人员 14 名，均已取得有效期内的核技术利用辐射安全与防护考核合格成绩报告单，并按要求定期进行了职业健康检查和个人剂量监测。本项目放射工作人员配置情况见附件 11。

（四）周边环境概况

湖南省肿瘤医院位于湖南省长沙市岳麓区桐梓坡路 283 号，地处桐梓坡路以南，咸嘉湖路以北，西邻嘉桐街和湖南师范大学医学院，东侧为规划建设的双塘路、院外居民住宅区，医院地理位置详见附图 1。湖南省肿瘤医院院内为狭长布局，由南向北依次为家属区、PET-CT 中心（22 号楼）、健康管理中心（20 号楼）、办公楼（17 号楼）、科教楼（拟拆除）、核医学科楼（12 号楼，拟拆除）、肿瘤防治综合楼（在建）、老病房楼（9 号楼，拟拆除）、病房楼（6 号楼）、织物配送中心（8 号楼）、动力中心（7 号楼）、放疗中心（4 号楼）、放射治疗中心（5 号楼）、污水处理站（3 号楼）、医院餐厅（2 号楼）、门诊医技住院综合楼（1 号楼）等，医院平面布局图见图 1-1 及附图 2。

图 1-1 医院平面布局图

本项目位于医院病房楼，当前病房楼东侧依次为院内道路和织物配送中心，北侧依次为院内道路和放疗中心，南侧依次为老病房楼与在建的肿瘤防治综合楼，西侧依次为院内道路、院外嘉桐街和湖南师范大学医学院运动场。病房楼（6 号楼）共 6 层，当前 1、2 层为消化泌尿内科病区，3、4 层为中医/中西医结合科病区，5 层为胸部内科病区、6 层为肺/胃内科病区。

本项目核素治疗科工作场所位于病房楼 1 层，工作场所东侧为病房楼大厅，南侧为室外绿化地坪，本项目衰变池和 ECT 机房拟建于南侧地坪处，西侧和北侧则均为院内道路，上方拟改建为本项目核素治疗科办公区及普通病房区，下方无地下层，为房屋地基。本项目核素治疗科工作场所改造前、改造后的平面布局见附图 3、附图 4，其相邻楼层平面布局图见附图 5。

（五）现有核技术利用项目基本情况

1、现有核技术利用项目许可情况

湖南省肿瘤医院现有核技术利用项目均进行了环境影响评价，并于 2023 年 11 月 3 日重新申领了辐射安全许可证（证书编号为：湘环辐证[00088]，详见附件 2），许可种类和范围包括：使用 III、V 类放射源，使用 II、III 类射线装置，生产、使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所。医院射线装置、放射源、非密封放射性物质许可情况见下表：

表 1-4 医院已许可射线装置一览表

序号	装置名称	规格型号	类别	数量	工作场所	环评情况	验收情况
1	医用直线加速器	ELEKTA INFINITY	II类	1 台	1 号加速器室	已环评	已验收
2	医用直线加速器	Trilogy	II类	1 台	2 号加速器室	已环评	已验收
3	医用直线加速器	Trilogy	II类	1 台	3 号加速器室	已环评	已验收
4	医用直线加速器	ELEKTA Axesse	II类	1 台	4 号加速器室	已环评	正在验收
5	螺旋断层放射治疗装置	TOMO HD	II类	1 台	5 号加速器室（TOMO 机房）	已环评	已验收
6	医用直线加速器	uRT-linac560c	II类	1 台	6 号加速器室	已环评	正在验收
7	医用直线加速器	ELEKTA SYNERGY	II类	1 台	7 号加速器室	已环评	已验收
8	CT 模拟机	LightSpeed RT	III类	1 台	模拟定位机 1 室	登记备案	
9	大孔径 CT	BRILIANCE	III类	1 台	模拟定位机 2 室	登记备案	

10	CT 模拟定位机	Discovery RT	III类	1 台	模拟定位机 3 室	登记备案	
11	CT	IQon Spectral CT	III类	1 台	1 号楼 1 楼 CT 室（1）	登记备案	
12	CT	Revolution Ace	III类	1 台	1 号楼 1 楼 CT 室（2）	登记备案	
13	CT	Revolution CT	III类	1 台	1 号楼 1 楼 CT 室（3）	登记备案	
14	CT	somatom definition as	III类	1 台	1 号楼 1 楼 CT 室（4）	登记备案	
15	DR	新东方 1000	III类	1 台	1 号楼 2 楼 X 线检查室（1）	登记备案	
16	移动 DR	DRX-1	III类	1 台	1 号楼 2 楼 X 线检查室（1）	登记备案	
17	移动式摄影 X 射线机	M40-IA	III类	1 台	1 号楼 2 楼 X 线检查室（2）	登记备案	
18	DR	DR3000	III类	1 台	1 号楼 2 楼 X 线检查室（2）	登记备案	
19	CT	EMOTION 6	III类	1 台	1 号楼 2 楼 X 线检查室（4）	登记备案	
20	CT	Brilliance	III类	1 台	1 号楼 2 楼 X 线检查室（5）	登记备案	
21	口腔 X 射线数字化体层摄影设备	SMART 3D-Xs	III类	1 台	1 号楼 2 楼口腔治疗 1 室	登记备案	
22	高频直流牙片 X 射线机	RXDC plus/I	III类	1 台	1 号楼 2 楼口腔治疗 2 室	登记备案	
23	移动式 C 型臂 X 射线机	BV Libra	III类	1 台	1 号楼 4 楼 25 手术室	登记备案	
24	X 射线全身诊断系统	UCT760	III类	1 台	8 号楼 1 楼 CT 室（5）	登记备案	
25	PET-CT	Discovery MI	III类	1 台	PET-CT 中心 PET-CT2 号机房	已环评	已验收
26	质子回旋加速器	MINI trace	II类	1 台	PET-CT 中心加速器室	已环评	已验收
27	SPECT-CT	NM/CT870 DR	III类	1 台	核素诊断科 SPECT 室（二）	登记备案	
28	伽马照相机	INFINIA	III类	1 台	核素诊断科 SPECT 室（一）	已环评	已验收
29	DSA	Artis zee III ceiling	II类	1 台	介入手术室	已环评	已验收
30	数字乳腺 X 射线摄影系统	uMammo 890i	III类	1 台	乳腺机房（101 室）	登记备案	
31	乳腺 DR	Senographe DS	III类	1 台	X 线乳腺机房（103 室）	登记备案	
32	DR	KD500	III类	1 台	体检车（湘 AC3900）	登记备案	
33	乳腺 X 射线机	Mammomat 1000	III类	1 台	体检车（湘 AC3900）	登记备案	
34	数字胃肠机	AXIOM LUMINOS	III类	1 台	胃肠机房（102 室）	登记备案	

		DRF				
35	移动 C 型臂 X 射线机	OEC9900 ELITE	III类	1 台	血管通道中心置管室	登记备案
36	PET-CT	NeuEra Pro	III类	1 台	PET-CT 中心 PET-CT1 号机房	登记备案
37	DR	DRX-Compass A	III类	1 台	1 号楼 2 楼 X 线检查室（3）	登记备案
38	X 射线骨密度测定仪	EXA-PRESTO	III类	1 台	骨密度检测室	登记备案

表 1-5 医院已许可放射源一览表

放射源	使用源的设备型号	放射源活度（Bq）	放射源分类及数量	使用场所	环评情况	验收情况
^{192}Ir	核通 microSelectron	3.70E+11	III/2 枚	放疗中心三层放射治疗室	已环评	已验收
^{68}Ge	-	5.55E+7	V/1 枚	PET-CT 中心	已环评	已验收
^{68}Ge	-	3.50E+6	V/1 枚	PET-CT 中心	已环评	已验收
^{68}Ge	-	5.513E+7	V/1 枚	PET-CT 中心	已环评	已验收
^{68}Ge	-	7.40E+7	V/1 枚	PET-CT 中心	已环评	已验收
^{90}Sr-^{90}Y	-	7.48E+8	V/1 枚	核素治疗科 5 层	已环评	未开展
^{90}Sr-^{90}Y	-	1.48E+9	V/1 枚	核素治疗科 5 层	已环评	未开展

表 1-6 医院已许可非密封放射性物质一览表

核素名称	日等效最大操作量（Bq）	工作场所分级	使用场所	环评情况	验收情况
^{99m}Tc	3.00E+9	乙级	核素诊断科	已环评	已验收
^{125}I（粒子源）	5.33E+6				
^{131}I	3.885E+9	乙级	核素治疗科/甲癌治疗病房核医学科	已环评	正在验收
^{89}Sr	3.00E+9	乙级	核素治疗科/普通病房	已环评	已验收
^{153}Sm	1.11E+7		核素治疗科/普通病房	已环评	未开展
^{223}Ra	1.20E+9	乙级	核素治疗科 5 层	已环评	未开展
^{18}F	3.70E+7	乙级	PET-CT 中心	已环评	已验收
^{11}C	1.332E+7				
^{64}Cu	9.25E+6			已完成辐射安全分析	
^{68}Ga	1.85E+7				
^{68}Ge-^{68}Ga	1.85E+6				
^{89}Zr	7.40E+6				

2、医院辐射安全管理现状

湖南省肿瘤医院严格遵守《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关辐射防护法律、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、维护、检测工作良好，在辐射安全和防护制度的建立、落实以及档案管理等方面运行良好。

①医院对现有放射性同位素及射线装置使用严格按照生态环境部门下达的要求，制

定了辐射事故应急预案、各射线装置操作规章制度、辐射防护和安全管理制度、设备检修维护制度、放射性同位素管理制度、辐射监测方案等，并严格按照规章制度执行。

②为加强对辐射安全和防护管理工作，医院成立了放射安全防护管理委员会，明确辐射防护责任，并加强了对放射性工作场所的监督和管理，定期开展了内部监督检查、辐射应急演练等活动。

③医院射线装置使用场所按要求设置有电离辐射警示牌、报警装置、工作指示灯和门-灯联锁装置，各机房通风良好。各机房屏蔽防护措施满足要求；设置铅玻璃观察窗或监控系统，能清楚观察到机房内情况；操作室和机房之间设置对讲装置，方便医务人员和受检者沟通；每个机房周围外照射辐射水平符合相关标准规定的要求。核医学辐射工作场所设置醒目的警示标志、路面指引标识，配备了相应的辐射防护用品，产生的放射性废物均可得到有效处置，采取的屏蔽防护措施满足要求，场所周围外照射辐射水平符合相关标准规定的要求。

④医院每年均委托有资质的单位对现有射线装置设备性能和工作场所空气比释动能率进行了监测，监测结果满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）等相关标准规定的要求。

⑤医院核医学科工作场所进行了放射性表面污染和空气比释动能率监测，监测结果满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）等相关标准规定的要求。

⑥医院每年均委托有资质单位对核医学科衰变池排放废水进行了检测，检测结果符合相关标准规定的要求。

3、防护措施落实情况

医院在开展核技术项目过程中，基本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示。

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情况回顾

1）医院现有核医学科（核素治疗科、核素诊断科）、PET-CT 中心用房独立，布局基本合理，避免与其它科室交叉；

2）辐射工作场所设置醒目的警示标志，病人、医护人员通道用箭头标识进出方向；

3）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相应的辐射防护用品，各核医学用房均具有一定的屏蔽效果；

4）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；

5）设置了专用的放射性废水衰变池，放射性废水排放至衰变池存放衰变，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，并有相关放射性废物处置台账；

6）核医学科（核素治疗科、核素诊断科）、PET-CT 中心放射性药物购买/生产、使用等均有相应登记记录台账。购买的放射性药品由专人保管，暂存在贮源室内，实行双人双锁；

7）对注射后病人进行了管理，醒目位置张贴“病人须知”。

（3）现有放射工作人员情况

根据医院“全国核技术利用辐射安全申报系统”中相关信息，医院现有放射工作人员 226 人，均已按要求完成自主培训或取得辐射安全与防护考核合格成绩单，但仍存在少数放射工作人员个人剂量缺检情况。此外，根据医院提供的职业健康检查总结报告，医院已于 2022 年度安排放射工作人员参加了职业健康体检，其中仍有部分工作人员需进行进一步补查/复查。对于新上岗和离岗辐射工作人员，医院应在新上岗放射工作人员体检合格且通过辐射安全与防护考核后方可安排上岗，离岗放射工作人员则应完成离岗前职业健康体检，相关信息应及时更新。

根据调查情况可知，医院已采取相应的辐射防护措施以及管理制度，基本可满足目

前辐射防护工作要求。医院应进一步加强对放射工作人员的管理，落实个人剂量检测及职业健康检查制度，确保放射工作人员均持证上岗，相关档案应妥善保存并及时更新。

（4）存在的问题

根据医院“全国核技术利用辐射安全申报系统”中 2023 年 7 月的监督检查通知，医院辐射安全防护管理仍存在的部分问题，医院已对相关监督检查意见进行了整改并提交了有关整改落实情况，具体如下：

1）全院放射工作场所电离辐射警示标志不规范，部分场所内防护门无警示标志;

整改情况：医院已于 2023 年 9 月组织开展自查自纠专项督查放射防护专项督导组现场巡查，对存在电离辐射警示标志未设置/设置不规范的情况均进行了现场整改。

2）PET 磁共振机房没有操作规程，无警示灯；PET-CT 无操作规程；回旋加速器废靶管理不规范；在线监测探头位置未标明；回旋加速器应急预案未上墙；

整改情况：PET-CT 中心相关操作规程已粘贴至操作室，PET 磁共振机房防护门外补充安装了警示灯;已加对回旋加速器机房内废靶管理不规范;在线监测探头位置已标明;回旋加速器应急预案已粘贴上墙。

3）核医学科废水衰变池无电离辐射警示标识，监督区控制区未划分;储源室无警示标志；

整改情况：医院已在核医学科废水衰变池、储源室防护门外补充粘贴电离辐射警示标识，在核医学科出入口张贴了监督区、控制区分区标识。

4）直线加速器警示灯不亮，缺少设备维修维护制度并上墙；

整改情况：医院已于 2023 年 9 月组织开展自查自纠专项督查放射防护专项督导组现场巡查，对全院警示灯等辐射安全防护设施进行了检查，均可正常运行，直线加速器机房内已补充设备维修维护制度并上墙。

5）DSA 室所有制度均未上墙，建议 DSA 配备合适的铅眼镜。个人剂量计佩戴不规范，立行立改，加强个人剂量计管理；

整改情况：医院已于 2023 年 9 月组织开展自查自纠专项督查放射防护专项督导组现场巡查期间，已在 DSA 控制室内补充应急预案、操作规程等相关辐射防护制度，并粘贴上墙；已根据 DSA 介入手术工作人员视差个性化配置铅眼镜。对存在个人剂量计

佩戴不规范的相关人员进行了批评教育及整改，后续拟加强日常巡查并开展相关培训，进一步加强个人剂量计管理及辐射工作人员防护意识。

6）41 名辐射工作人员未培训合格。立行立改，加强新进人员培训，以文件形式确认未培训合格前不允许上岗，并上报省生态环境厅。

整改情况：医院已制定辐射工作人员管理制度及培训计划，明确了未培训合格前不允许上岗，并责令有关人员尽快完成辐射安全与防护培训及考核。当前，我院辐射工作人员均已取得了辐射安全与防护考核合格成绩单或通过了医院组织的自主考核，相关信息已在“全国核技术利用辐射安全申报系统”中进行了更新。

（六）产业政策符合性

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于“鼓励类”中“六、核能”中的“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监测设备制造”。本项目属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

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	^{90}Sr-^{90}Y	7.40E+8 Bq×1 枚	V	使用	敷贴治疗	核素治疗科敷贴室	核素治疗科敷贴室储源柜	/
2	^{90}Sr-^{90}Y	1.48E+9 Bq×1 枚	V	使用	敷贴治疗	核素治疗科敷贴室	核素治疗科敷贴室储源柜	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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	^{131}I	固态，中毒 半衰期 8.02d	使用	1.18E+11	1.18E+9	1.18E+13	甲癌治疗	简单操作	核素治疗科	核素治疗储源室
2	^{177}Lu	液态，中毒 半衰期 6.73d	使用	7.40E+9	7.40E+8	3.70E+11	核素治疗	简单操作	核素治疗科	核素治疗科储源室
3	^{125}I 粒子	固态，中毒 半衰期 59.4d	使用	8.88E+9	8.88E+6	1.33E+12	粒子植入治疗	很简单的操作	核素治疗科	核素治疗科储源室
4	^{89}Sr	液态，中毒 半衰期 50.53d	使用	5.55E+8	5.55E+6	5.55E+10	核素治疗	简单操作	核素治疗科	即到即用，不贮存
5	^{223}Ra	液态，极毒 半衰期 11.44d	使用	1.20E+7	1.20E+8	1.20E+9	核素治疗	简单操作	核素治疗科	即到即用，不贮存

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
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

（二）X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压（kV）	最大管电流（mA）	用途	工作场所	备注
1	SPECT-CT	III	1	待定	150	1000	显像诊断	核素治疗科 ECT 机房	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

（三）中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表 5 废弃物

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
放射性固体废物	固态	^{131}I、^{177}Lu、^{89}Sr、^{223}Ra	/	/	/	/	分类收集后，分别存放于各区的废物间专用衰变箱/桶内	经检测达到清洁解控水平后，作为医疗废物处理
通风系统废旧活性炭	固态	^{131}I、^{219}Rn（^{223}Ra子体）	/	/	/	/	收集后，存放于辐射废物暂存间专用衰变箱内	存放达到清洁解控水平后，作为医疗废物处理
放射性污染被服	固态	^{131}I、^{177}Lu	/	/	/	/	收集后，存放于辐射废物暂存间内暂存	存放至少 1 倍核素半衰期后，再进行洗消后利用
退役/废弃密封源	固态	^{90}Sr-^{90}Y 敷贴源、^{125}I粒子	/	/	/	/	暂存于原贮存容器内	由供源单位及时回收处置
放射性废水	液态	^{131}I、^{177}Lu、^{89}Sr、^{223}Ra	/	/	/	/	排放至新增放射性衰变池内存放衰变	存放时间达到 180d 以上时间，且经检测满足放射性废水排放要求后，排至医院污水处理站，最终排至市政污水管网
放射性废气	气态	^{131}I、^{219}Rn（^{223}Ra子体）	/	/	/	/	/	通过工作场所排风系统引至项目所在楼楼顶排风口，经活性炭吸附单元处置后排至室外环境
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m^3；年排放总量用 kg。

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

表 6 评价依据

法规文件	1.《中华人民共和国环境保护法》，2014 年修订，2015 年 1 月 1 日实施； 2.《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年修订，2018 年 12 月 29 日实施； 3.《中华人民共和国放射性污染防治法》，主席令第 6 号，2003 年 10 月 1 日实施； 4.《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第 449 号，2019 年 3 月 2 日修订并施行； 5.《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号发布，2017 年修订，2017 年 10 月 1 日起施行； 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.《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），环境保护部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日施行； 8.《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，国家环境保护总局令第 31 号，2021 年 1 月 4 日修订并施行； 9.《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，2011 年施行； 10.《放射工作人员职业健康管理办法》，卫生部令第 55 号，2007 年 11 月 1 日起施行； 11.《关于发布<放射性废物分类>的公告》，环境保护部、工业和信息化部、国家国防科技工业局公告 2017 年第 65 号； 12.《关于发布射线装置分类办法的公告》（环境保护部国家卫生和计划生育委员会公告，2017 年第 66 号）； 13.《关于发布放射源分类办法的公告》，国家环境保护总局公告，2005 年第 62 号； 14.《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》，环办辐射函[2016]430 号，2016 年 3 月 7 日； 15.《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，环发[2006]145 号，2006 年 9 月 26 日； 16.《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，中华人民共和国国家发展和

	改革委员会令第 7 号，2024 年 2 月 1 日起施行。
技术标准	1.《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）； 2.《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（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.《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ98-2020）； 6.《密封放射源及密封γ放射源容器的放射卫生防护标准》（GBZ114-2006）； 7.《操作非密封源的辐射防护规定》（GB11930-2010）； 8.《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）； 9.《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）； 10.《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）； 11.《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）； 12.《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）； 13.《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）； 14.《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）； 15.《表面污染测定 第 1 部分：β发射体（$E_{\beta max}$>0.15MeV）和α发射体》（GB/T 14056.1-2008）。
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.《辐射防护》（第 11 卷，第二期，湖南省环境天然贯穿辐射水平调查研究，湖南省环境监测中心站，1991 年 3 月）； 4.《治疗用碘[^{131}I]化钠胶囊说明书》（原子高科股份有限公司）； 5.《碘-131 胶囊使用过程辐射安全研究报告》（生态环境部核与辐射安全中心，2021 年 12 月 13 日）； 6. 霍雷、刘剑利、马永和编著《辐射剂量与防护》，电子工业出版社，2015 年； 7. 建设方提供的其他资料。

表 7 保护目标与评价标准

一、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》（HJ 10.1-2016）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。放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围，对于 I 类放射源或 I 类射线装置的项目可根据环境影响的范围适当扩大。”

本项目核素治疗科为乙级非密封放射性物质工作场所，评价范围取核素治疗科工作场所实体边界外 50m 范围。

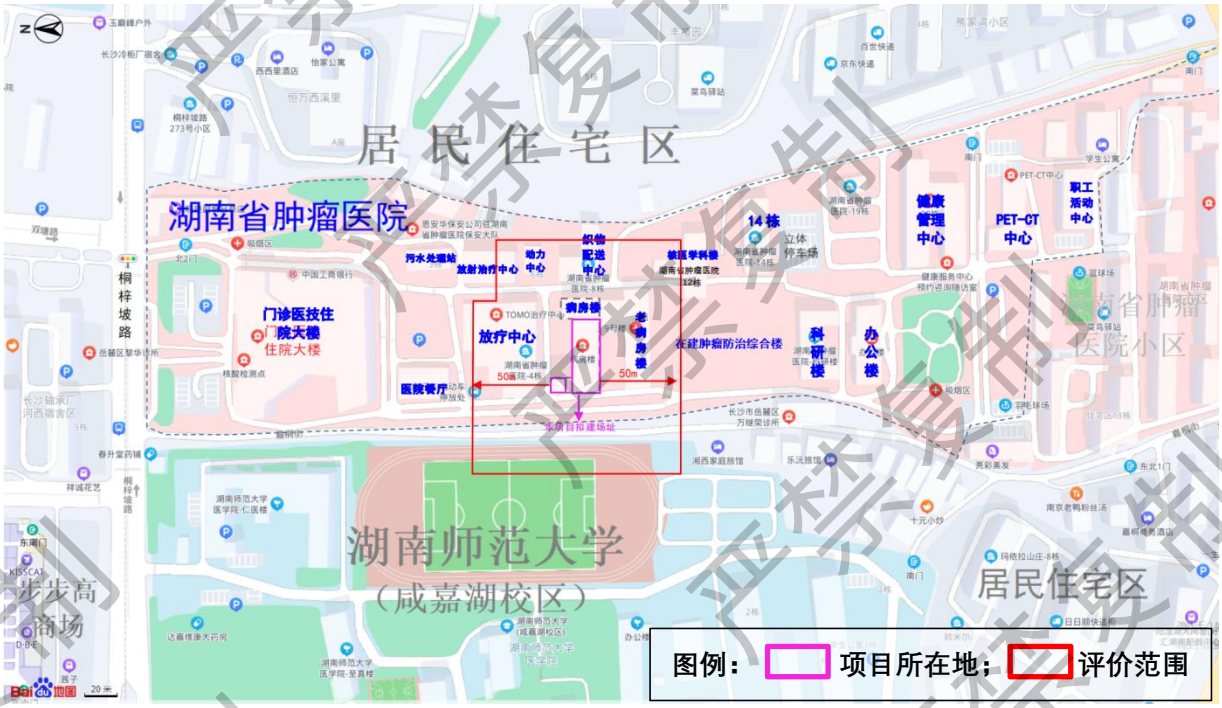


图 7-1 本项目评价范围示意图

二、保护目标

根据本项目特点，本项目环境保护目标为放射工作场所的职业工作人员和工作场所周围的其他公众人群，本项目环境保护目标见下表：

表 7-1 本项目环境保护目标一览表

工作场所	相对方位	相对距离	相对高差	环境情况	对象类别	敏感人数
核素治疗科工作场所核素治疗科病区	东	0-50m	/	病房楼大厅、院内道路、动力中心、织物配送中心	公众	流动人员
	南	0-18m	/	病房楼内检修室、新风机房、排烟机房、院内道路、绿化区	公众	流动人员
		18-50m	/	拟拆除 9 号楼、在建肿瘤防治综合楼	公众	流动人员
	西	0-10m	/	院内道路	公众	流动人员
		10-50m	+3m	嘉桐路、湖南师范大学医学院运动场	/	/
	北	0-50m	/	院内道路、消防水泵房、停车棚、放疗中心	公众	流动人员
	上	紧邻	-3.6m	核素治疗科办公区及普通病房	放射工作人员	15 人
					公众	~20 人
	下	紧邻	/	房屋地基	/	/
核素治疗科工作场所核素治疗科诊区	东	0-50m	/	院内道路、消防水泵房、停车棚	公众	流动人员
	南	0-20m	/	配电间、纯水机房、核素治疗科入口电梯间和楼梯间、核素治疗科病区等	公众	流动人员
		20-50m		院内道路	公众	流动人员
	西	0-10m	/	院内道路	公众	流动人员
		10-50m	+3m	嘉桐路、湖南师范大学医学院运动场	/	/
	北	0-50m	/	院内道路、放疗中心	公众	流动人员
	上	紧邻	-3.6m	核素治疗科办公区	放射工作人员	15 人
	下	紧邻	/	房屋地基	/	/

三、评价标准

（一）剂量限值与剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 B 中规定：

B1.1.1.1 “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：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”。

B1.2.1“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”。

此外，根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188—2021）4.4.2 条款：“一般情况下，职业照射的剂量约束值不超过 5mSv/a；公众照射的剂量约束值不超过 0.1mSv/a”。

综合考虑，本项目放射工作人员及公众个人剂量限值及管理目标值见下表：

表 7-2 本项目个人剂量限值及管理目标值一览表

人员	年剂量限值	年剂量管理目标值
放射工作人员	20 mSv/a	5 mSv/a
公众	1 mSv/a	0.1mSv/a

（二）放射工作场所分区

根据 GB18871-2002 中 6.4 规定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。

6.4.1 控制区

1）注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射范围。

2）在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的、符合规定的电离辐射警告标志，并给出相应的辐射水平和污染水平的指示。

3）制定职业防护与安全措施，包括适用于控制区的规则与程序。

4）运用行政管理程序和实体屏蔽限制进出控制区。

5）按需要在控制区的出口处提供皮肤和工作服的污染监测仪、被携出物品的污染监测设备、冲洗或淋浴设施以及被污染防护衣具的储存柜。

6）定期审查控制区的实际状况，以确定是否有必要改变该区的防护手段或安全措施或该区的边界。

6.4.2 监督区

1）注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定位控制区，

在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对照职业照射条件进行监督和评价。

2）在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌。

3）定期审查该区的条件，以确定是否有需要采取防护措施和作出安全规定，或是否需要更改监督区的边界。

（三）非密封源工作场所的分级与分类

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 C 给出了非密封源工作场所的分级标准，详见下表：

表 7-3 非密封源工作场所分级

级别	日等效最大操作量/Bq
甲	＞4×10^9
乙	2×10^7~4×10^9
丙	豁免活度值以上~2×10^7
注：日等效最大操作量=（实际日操作量×毒性修正因子）/操作方式修正因子	

根据《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）第 5.2.1 条：“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”和第 5.2.2 条：“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、Ш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（标准的表），核医学工作场所分类的加权活度计算方法见附录 G（标准的附录）”。

核医学工作场所室内表面及装备的基本放射防护要求及分类标准分别见下表：

表 7-4 不同核医学工作场所的室内表面及装备结构的基本放射防护要求

种类	分类		
	I类	II类	III类
结构屏蔽	需要	需要	不需要
地面	与墙壁接缝无缝隙	与墙壁接缝无缝隙	易清洗
表面	易清洗	易清洗	易清洗
分装柜	需要	需要	不必须
通风	特殊的强制通风	良好通风	一般自然通风
管道	特殊的管道[a]	普通管道	普通管道
盥洗与去污	洗手盆[b]和去污设备	洗手盆[b]和去污设备	洗手盆[b]
注：a：下水道宜短，大水流管道应有标记以便维修检测。b：洗手盆应为感应式或脚踏式等手部非接触开关控制。			

表 7-5 核医学工作场所分类一览表

分类	日操作最大量放射性核素的加权活度/MBq
I	＞50 000
II	50~50 000
III	<50
注：加权活度=（计划的日操作最大活度×核素的毒性权重因子）/操作性质修正因子	

（四）放射工作场所周围剂量率控制水平

根据《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）和《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）规定，本项目各辐射工作场所屏蔽体外剂量率控制水平见下表：

表 7-6 本项目各辐射工作场所屏蔽体外剂量率控制水平

工作场所	功能区域		周围剂量当量率控制水平
核素治疗科工作场所	ECT 机房四周屏蔽墙体、门、窗表面外 30cm 处、机房顶棚上方距顶棚地面 100cm 处、机房地面下方距楼下地面 170cm 处		≤2.5μSv/h
	控制区外人员可达处，核医学科屏蔽体外表面 30cm 处		≤2.5μSv/h
	控制区内屏蔽体外表面 30cm 处		≤10μSv/h
	合成和分装的箱体、通风柜等外表面	5m 处	≤25μSv/h
		30cm 处	人员操作位：≤2.5μSv/h 非人员操作位：≤25μSv/h
	敷贴器贮源箱外表面	5m 处	≤10μSv/h
		100cm 处	≤1μSv/h

（五）工作场所表面污染控制水平

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）的要求，本项目核医学科工作场所的放射性表面污染控制水平见下表：

表 7-7 核医学科工作场所放射性表面污染控制水平

表面类型		α放射性物质（Bq/cm²）		β放射性物质（Bq/cm²）
		极毒	其他	
工作台、设备、墙壁、地面	控制区（高污染子区除外）	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

（六）粒籽源植入放射防护要求

11.1 一般要求

11.1.1 应配备粒籽源剂量测量仪器（如井型电离室），测量仪器应定期校准。并配备探测光子能量下限低于 27 keV 的辐射防护监测仪。

11.1.2 应配备 CT 机、X 射线机、B 超等影像设备以及粒籽植入治疗的放射治疗计划系统。

11.1.3 应具备对放射性废物处置的设施和技术方案。

11.1.4 建立植入患者登记制度和档案。

11.1.5 制定粒籽植入治疗质量保证方案。

11.1.6 植入治疗室应为工作人员配备个人防护用品（见附录 K），数量应满足工作需求。

11.1.7 植入治疗室与贮存室应分开。

11.1.8 手术结束后应对手术区域使用剂量率仪进行检测，以排除粒籽源在手术植入过程中遗漏的可能。拿出手术室的辅料等均应进行检测，防止粒籽源粘连带出手术室。

11.2 粒籽源贮存

11.2.1 待用的粒籽源应装入屏蔽容器内,并存放在专用房间。

11.2.2 应建立粒籽源出入库登记制度，详细记录日期时间、入库活度/数量、送货人、接收人、出库活度/数量、去往场所、出库经手人、接收人等。

11.2.3 应定期检查粒籽源实际库存数量及贮存场所，对库存中的粒籽源应标明其用途。

11.2.4 应建立显示每个贮存器的标签，在标签上标明取出的粒籽源数量。

11.2.5 消毒室（供应室）应注意检查是否有遗漏。

11.2.6 废弃或泄漏的粒籽源应放置在专用铅罐内，退回厂家。

11.3 工作人员的放射防护要求

11.3.1 操作人员应在铅当量不低于 0.5 mmPb 的屏风后分装粒籽源，屏风上应有铅玻璃观察窗，铅玻璃铅当量不低于 0.5 mmPb。

11.3.2 工作人员防护用品配备见附录 K，操作前要穿戴好防护用品。防护衣厚度不应小于 0.25 mmPb 铅当量。对性腺敏感器官，可考虑穿含 0.5 mmPb 铅当量防护的三角裤或三角巾。

11.3.3 粒籽源分装操作室台面和地面应无渗漏易于清洗，分装应采取防污染措施。分装过程中使用长柄镊子，轻拿轻放，避免损伤或刺破粒籽源，不应直接用手拿取粒籽源。

11.3.4 在实施粒籽源手术治疗前，应制定详细可行的实施计划，并准备好所需治疗设备，如定位模板、植入枪等，尽可能缩短操作时间。

11.3.5 拿取掉落的粒籽源应使用长柄器具（如镊子），尽可能增加粒籽源与操作人员之间的距离。在整个工作期间，应快速完成必要的操作程序，所有无关人员尽可能远离放射源。

11.3.6 如粒籽源破损引起泄漏而发生污染，应封闭工作场所，将源密封在屏蔽容器中，控制人员走动，以避免放射性污染扩散，并进行场所去污和人员应急处理。

11.5 住院患者管理要求

11.5.1 植入粒籽源术后的患者，当有人接近时应当在植入部位对应的体表进行适当的辐射屏蔽。

11.5.2 植入粒籽源患者宜使用临时专用病房并将其划为临时控制区。如无专用病房，病人床边 1.5 m 处应划为临时控制区。控制区入口处应有电离辐射警示标志，除医护人员外，其他无关人员不应入内，患者也不应随便离开。医护人员查房，家属成员如需长时间陪护应与 患者保持 1 m 以上的距离。

11.5.3 接受植入粒籽源治疗的前列腺患者和胃肠道患者应使用专用便器或专用浴室和厕所。肺部或气管植入粒籽源患者，在住院期间应戴口罩，以避免粒籽源咳出丢失在周围环境中，如发现粒籽源咳出，应报告主管医生并采取相应的应急措施。前列腺植入粒籽源的患者为防止随尿液排出，在植入后两周内，应使用容器接尿液。如果发现植入的粒籽源流失到患者的膀胱或尿道,应用膀胱内镜收回粒籽源并放入铅罐中贮存。

11.5.4 当患者或家庭成员发现患者体外的粒籽源时，不应用手拿，应当用勺子或镊子夹取粒籽源，放在预先准备好的铅容器内（主管医师事先给予指导）。该容器返还给主管医师。

11.5.5 临时控制区内，任何物品在搬离病房之前应进行监测，被污染物品按放射性废物处理。

11.5.6 植入粒籽源出院患者应建立登记制度并给患者提供一张信息卡，信息卡内容应包括：患者姓名、住址、电话、年龄、有效个人证件号码、植入部位、医院及电话、植入粒籽源个数、植入时间、出院粒籽源数量、检查日期等。

11.7 粒籽源活度检测要求

11.7.1 对植入治疗的粒籽源，植入前应至少抽取 10%（至少不能少于 3 颗）或全部（植入数≤5 颗）进行源活度的质量控制检测。医院使用当前活度值与实际测量活度值相对偏差不超过 5%。

（七）放射性核素敷贴治疗放射防护要求

12.1 放射性核素敷贴治疗器的放射防护要求

12.1.2 外购放射性核素敷贴器应具有生产厂家或制作者的说明书及检验合格证书，并应有生产批号和检验证书号。说明书应载明敷贴器编号、核素名称及化学符号、辐射类型及能量、放射性活度、源面空气吸收剂量率、表面放射性污染与泄漏检测、检测日期、使用须知和生产单位名称。

12.1.8 废弃商品敷贴器应按放射性废源管理，自制敷贴器可根据核素的性质按放射性废物管理。

12.3 敷贴器贮源箱的放射防护要求

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

12.3.2 贮源箱的屏蔽层结构应分内外两层。内层为铝或有机玻璃等低原子序数材料，其厚度应大于β辐射在相应材料中的最大射程。外层为适当厚度的铅、铸铁等重金属材料，并具有防火、防盗的性能。

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

12.4 敷贴治疗设施的放射防护要求

12.4.1 敷贴治疗应设置专用治疗室，该治疗室应与诊断室、登记值班室和候诊室分开设置。治疗室内使用面积应满足治疗要求。

12.4.2 治疗室内高 1.5 m 以下的墙面应有易去污的保护涂层。地面，尤其在治疗患

者位置，应铺有可更换的质地较软又容易去污染的铺料。

12.4.3 治疗室内患者座位之间应保持 1.2 m 的距离或设置适当材料与厚度的防护屏蔽。

12.4.4 治疗室内应制定敷贴治疗操作规程及卫生管理制度，并配有 β 污染检查仪等检测仪器。

（八）X 射线设备机房防护要求

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），本项目 ECT 机房还应执行如下放射防护要求：

6.1.1 应合理设置 X 射线设备、机房的门、窗和管线口位置，应尽量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。

6.1.2X 射线设备机房（照射室）的设置应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。

6.1.3 每台固定使用的 X 射线设备应设有单独的机房，机房应满足使用设备的布局要求

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

6.2.1 不同类型 X 射线设备（不含床旁摄影设备和便携式 X 射线设备）机房的屏蔽防护应不低于表 3（标准的表）的规定。

综上，本项目 ECT 机房的最小有效使用面积、最小单边长度、屏蔽防护铅当量厚度要求见下表：

表 7-8 本项目 ECT 机房的防护设施的技术要求

机房名称	机房内最小有效使用面积	机房内最小单边长度	有用线束方向铅当量	非有用线束方向铅当量
ECT 机房	30 m^2	4.5m	2.5mm	

6.4 X 射线设备工作场所防护

6.4.1 机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。

6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

6.4.4 机房门外应有电离辐射警告标志；机房门上方应有醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。

6.4.5 平开机房门应有自动闭门装置；推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；工作状态 指示灯能与机房门有效关联。

6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。

6.4.7 受检者不应在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不应滞留在机房内。

6.4.9 CT 装置的安放应利于操作者观察受检者。

6.4.10 机房出入门宜处于散射辐射相对低的位置。

（九）个人防护用品和应急去污用品

根据《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）附录 K（标准的附录），本项目核医学科工作场所个人防护用品和应急去污用品的配置要求如下：

表 7-9 个人防护用品

场所类型	工作人员		患者和受检者
	必备	选备	
普通核医学和 SPECT 场所	铅橡胶衣、铅橡胶围裙和放射性污染防护服、铅橡胶围脖	铅橡胶帽、铅玻璃眼镜	-
正电子放射性药物和 ^{131}I 的场所	放射性污染防护服	-	-
敷贴治疗	宜使用远距离操作工具	有机玻璃眼镜或面罩	不小于 3 mm 厚的橡皮泥或橡胶板等
粒籽源植入	铅橡胶衣、铅玻璃眼镜、铅橡胶围裙或三角裤	铅橡胶手套、铅橡胶围脖、0.25mm 铅当量防护的三角裤或三角巾	植入部位对应的体表进行适当的辐射屏蔽
注：“-”表示不需要求，宜使用非铅防护用品。			

应急及去污用品主要包括下列物品：一次性防水手套、气溶胶防护口罩、安全眼镜、防水工作服、胶鞋、去污剂和/或喷雾（至少为加入清洗洗涤剂和硫代硫酸钠的水）；小刷子、一次性毛巾或吸水纸、毡头标记笔（水溶性油墨）、不同大小的塑料袋、酒精湿巾、电离辐射警告标志、胶带、标签、不透水的塑料布、一次性镊子。

（十）患者出院要求

根据《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）第 7.2 节，接受 ^{131}I 治疗的患者，应在其体内的放射性活度降至 400MBq 或距离患者体表 1m 处的周围剂量当量率不大于 25μSv/h 方可出院，以控制该患者家庭与公众成员可能受到的照射。对接受其他放射性药物治疗的患者仅当患者体内放射性活度低于附录 L 中 L.2（标准的附录）要求时才能出院。患者体内活度检测控制应按附录 L 中 L.3（标准的附录）推荐的方法进行

根据《核医学科辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）第 4.5 节，为确保放射性核素治疗患者出院后，不至于使接触患者的家庭成员及公众超过相关的剂量约束或剂量限值，出院患者体内放射性核素活度应符合附录 B（标准的附录）的相关规定。接受碘-131 治疗的患者，应在其体内的放射性活度降至 400MBq 以下或距离患者体表 1 米处的周围剂量当量率不大于 25μSv/h 方可出院。

表 7-10 放射治疗患者出院时体内放射性核素活度的要求（节选）

放射性核素	主要发射 keV			半衰期（d）	患者出院时体内放射性活度要求（MBq）
	β_{max}	β_{ave}	γ及 X		
^{131}I	606	-	364	8.02	≤400

（十一）污染物排放标准

1、放射性固体废物管理

根据《核医学科辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021），核医学科固体放射性废物的管理要求如下：

7.2.1 固体放射性废物收集

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

7.2.1.2 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。

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

7.2.2 固体放射性废物贮存

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

门批准的限制要求。

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

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

7.2.2.5 废物暂存间内不得存放易燃、易爆、腐蚀性物品。

7.2.3 固体放射性废物处理

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

7.2.3.3 固体放射性废物的存储和处理应安排专人负责，并建立废物存储和处理台账，详细记录放射性废物的核素名称、重量、废物产生起始日期、责任人员、出库时间和监测结果等信息。

2、放射性废液管理

根据《核医学科辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021），核医学科放射性废液的管理要求如下：

7.3.1 放射性废液收集

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

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

7.3.1.4 放射性废液收集的管道走向、阀门和管道的连接应设计成尽可能少的死区，

下水道宜短，大水流管道应有标记，避免放射性废液积聚，便于检测和维修

7.3.3 放射性废液排放

7.3.3.1 对于槽式衰变池贮存方式：b）所含核素半衰期大于 24 小时的放射性废液暂存时间超过 10 倍最长半衰期（含碘-131 核素的暂存超过 180 天），监测结果经审管部门认可后，按照 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 1 Bq/L、总β不大于 10 Bq/L、碘-131 的放射性活度浓度不大于 10 Bq/L。

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

根据《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005），医院的放射性废水（含放射性核素的清洗废水和病员的粪便水）先经衰变池存放 10 个半衰期以上，再进入医院废水处理站处理达标后排入市政污水管网至市政污水处理厂处理后排放。医院衰变池排放口废水执行《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）预处理标准，即：总β放射性<10Bq/L。

3、放射性废气管理

根据《核医学科辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021），核医学科放射性废气的管理要求如下：

7.4 气态放射性废物的管理

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

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

表 8 环境质量和辐射现状

（一）辐射现状监测方案

为了解本项目周围的辐射环境水平，核工业二三 0 研究所工作人员于 2023 年 11 月 23 日对项目场址周围的环境辐射水平进行了监测。

监测因子：环境γ辐射剂量率、放射性表面污染。

监测日期：2023 年 11 月 23 日。

监测点位：监测点位布置见图 8-1。

监测依据：《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）、《表面污染测定 第 1 部分：β发射体（$E_{\beta max}$>0.15MeV）和α发射体》（GB/T 14056.1-2008）。

监测仪器：监测仪器信息见表 8-1：

表 8-1 辐射监测仪器相关信息一览表

仪器名称	X、γ辐射空气比释动能率仪	α、β表面污染测量仪
仪器型号	主机：FH40G，探头：FHZ672E-10	CoMo-170
生产厂家	Thermo	NUVIA
出厂编号	主机：31951，探头：11453	9597
检定单位	湖南省电离辐射计量站	湖南省电离辐射计量站
检定有限期限	2023.03.03~2024.03.02	2023.11.01~2024.10.31
证书编号	hnjln2023036-77	hnjln2023246-602
量程	主机：10nSv/h~ 100μSv/h 探头：1nSv/h~ 100μSv/h	α：0-2500cps β：0-20000cps
能量响应	主机：36keV~1.3MeV 探头：40keV~4.4MeV	/

质量保证措施：①合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性。②监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗。③每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常，并用检验源对仪器进行校验。④由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。⑤监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术总负责人审定。

（二）辐射现状监测结果

项目所在场址环境γ辐射剂量率，放射性表面污染监测结果分别见表 8-2、表 8-3。

表 8-2 项目所在场址环境γ辐射剂量率监测结果一览表

点位编号	检测点位描述	监测结果（nGy/h）		备注
		平均值	标准差	
1	拟建场址西侧（道路）	59.8	1.2	道路
2	拟建场址北侧（道路）	58.6	1.7	道路
3	拟建场址北侧（停车处）	54.7	1.8	道路
4	拟建场址东侧（道路）	54.1	1.1	道路
5	拟建场址南侧（绿化区）	77.6	1.6	原野
6	拟建场址东侧（病房楼大厅）	70.0	1.6	楼房
7	拟建场址内部 1（39A 病区走道）	62.2	0.8	楼房
8	拟建场址内部 2（39A 病区走道）	54.3	1.3	楼房
9	拟建场址内部 3（39A 病区走道）	59.9	0.3	楼房
10	拟建场址顶部 1（39B 病区走道）	71.2	2.6	楼房
11	拟建场址顶部 2（39B 病区走道）	81.7	1.2	楼房
12	拟建场址顶部 3（39B 病区走道）	76.3	1.5	楼房

注：1、本次测量时，仪器探头垂直向下，距地面的参考高度为 1m，仪器读数稳定后，以 10s 为间隔读取 10 个数据；2、检测结果 $D_\gamma=(k_1*k_2*R_\gamma)-k_3*D_c$，检定系数 k_1=0.98，检验源效率因子 k_2=1，k_3 楼房取 0.8、平房取 0.9、原野和道路取 1；仪器对宇宙射线的响应值 D_c 为 19.3nGy/h，以上监测结果已扣除宇宙射线响应。

表 8-3 项目所在场址放射性表面污染监测结果

监测点号	监测点位描述	监测结果（Bq/cm²）	
		α放射性表面污染	β放射性表面污染
1	拟建场址西侧地面（道路）	＜MDL	＜MDL
2	拟建场址北侧地面（道路）	＜MDL	＜MDL
3	拟建场址北侧地面（停车处）	＜MDL	＜MDL
4	拟建场址东侧地面（道路）	＜MDL	＜MDL
5	拟建场址南侧地面（绿化区）	＜MDL	＜MDL
6	拟建场址东侧地面（病房楼大厅）	＜MDL	＜MDL
7	拟建场址内部地面 1（39A 病区走道）	＜MDL	0.04
8	拟建场址内部地面 2（39A 病区走道）	＜MDL	＜MDL
9	拟建场址内部地面 3（39A 病区走道）	＜MDL	＜MDL

注：1.监测结果已扣除本底；

2.表面污染测量仪α探测下限（MDL）：0.01Bq/cm²、β探测下限（MDL）：0.03Bq/cm²，若校准结果小于探测下限，则记录为＜MDL。

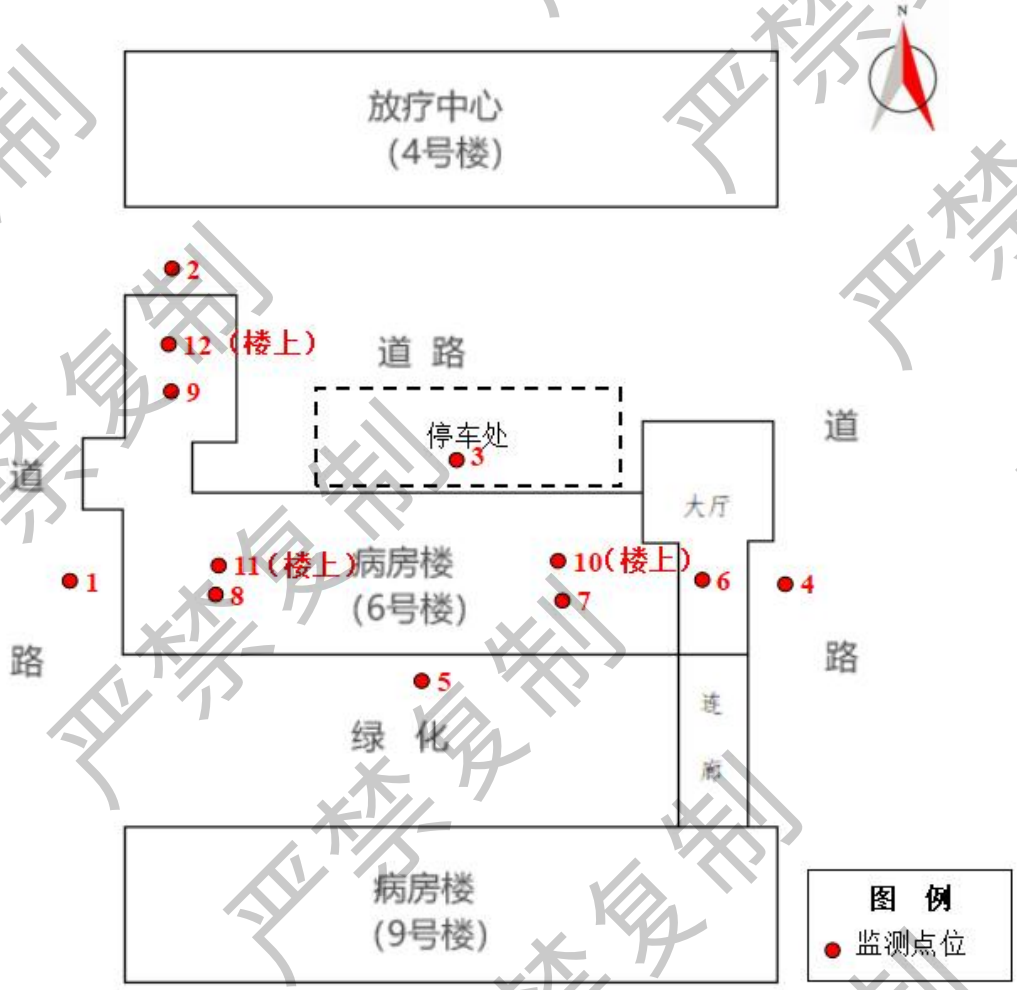


图 8-1 本项目拟建场址监测点位示意图

根据《辐射防护》（第 11 卷，第二期，湖南省环境天然贯穿辐射水平调查研究,湖南省环境监测中心站，1991 年 3 月）中辐射环境结果可知，长沙市 X-γ辐射空气吸收剂量率数据见表 8-4。

表 8-4 长沙市γ辐射空气吸收剂量率 （单位：nGy/h）

监测项目	原野	道路	室内
γ辐射平均值	70.2±16.1	65.9±18.3	106.2±20.7
范围	32.9-117.3	34.6-103.6	60.4-154.1

根据表 8-2 中的测量结果，项目所在场址室外环境γ辐射剂量率在 54.1~77.6nGy/h 范围内、室内环境γ辐射剂量率在 54.3~81.7nGy/h 范围内，对比表 8-4 可知，本项目所在场址的辐射水平处于长沙市天然本底辐射范围内，无异常。根据表 8-3 可知，本项目所在场址的放射性污染水平均低于放射性表面污染控制水平。

表 9 项目工程分析与源项

一、工程设备和工艺分析

9.1. 项目工程概况

本项目拟对病房楼（6 号楼）一层原消化泌尿内科病区进行改造，拟在原有平面布局基础上依据核医学科人流物流组织要求，局部调整部分门洞位置，增设隔墙和防护门，封闭部分窗户、拆除原有装饰层，并按照辐射防护要求进行场所辐射屏蔽改造，配套建设相应辅助防护设施（通风、给排水系统等）。此外，拟在病房楼（6 号楼）一层南侧新建一间 ECT 机房和一间衰变池机房。

核素治疗科拟设置核素治疗科诊区和核素治疗病区两个分区。核素治疗科诊区位于核素治疗科工作场所北侧，主要开展 ^{89}Sr、^{223}Ra 核素治疗以及 ^{90}Sr-^{90}Y 密封放射源敷贴治疗项目。核素治疗病区拟设置在核素治疗科工作场所南侧，其工作场所东部拟规划为甲癌治疗病区，拟设置 6 间单人病房、5 间双人病房，共 16 张病床，仅使用 ^{131}I 开展甲癌治疗项目；西部规划为镥/粒子治疗病区，拟设置 1 间 ^{177}Lu 治疗专用病房和 1 间粒子植入治疗专用病房。

9.2. 核素治疗科工作流程及污染源项分析

9.2.1. ^{131}I 治疗甲癌工作原理及工作流程

（1）核素特性及工作原理

^{131}I 主要发生β-衰变，半衰期为 8.02 天，β-衰变放出的β射线最大能量为 0.602MeV（89.2%），同时，还伴随释放出多条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 636.97keV，占比 7.25%。

^{131}I 作为元素碘的一种同位素，与碘具有相似的生化特性，主要用于甲状腺疾病的诊断和治疗。碘是人体用于合成甲状腺激素的一种必需微量元素，可被甲状腺细胞摄取，其被摄取的量和速度与甲状腺功能密切相关，分化型甲状腺癌细胞可以通过钠碘转运体蛋白选择性地将组织液里的 ^{131}I 主动转运到甲状腺癌及转移灶内，进而参与甲状腺激素合成途径而滞留在甲状腺癌组织内，通过靶向定位和 ^{131}I 衰变发射的β射线持续照射，使甲状腺癌细胞发炎症、萎缩、直至功能丧失，达到抑制或破坏病变组织的目的，从而破坏甲状腺及分化型甲状腺癌组织可清除残留甲状腺组织，降低甲状腺癌复发风险及破

坏残留、复发和转移灶。

随着放射性药物生产技术的发展和生产工艺的升级，我国当前已具备 ^{131}I 核素胶囊的制备技术。胶囊形式的药物使用简便、服用后可直接到达胃部，避免了目前常用的碘[^{131}I]化钠溶液药物易粘附在病人的口腔、鼻腔、食道等部位而引起的副作用和挥发性放射性污染，可有效改善场所放射性污染水平、降低对工作人员的辐射影响。根据《治疗用碘[^{131}I]化钠胶囊说明书》（原子高科股份有限公司）以及《碘-131 胶囊使用过程辐射安全研究报告》（生态环境部核与辐射安全中心，2021 年 12 月 13 日），碘[^{131}I]化钠胶囊主要由明胶空心胶囊、碘化钠固态板结块（由碘化钠溶液滴入无水磷酸氢二钠和无水亚硫酸钠填充剂内制成）等组成。正常情况下，碘[^{131}I]化钠板结块保存在完整的明胶空心胶囊壳中，不会脱离胶囊。

碘[^{131}I]化钠胶囊采用 7mml 中性硼硅玻璃瓶并采用橡胶塞和铝盖密封包装，每瓶胶囊单独放置在一个屏蔽容器中，再装入运输用容器内。每瓶碘[^{131}I]化钠胶囊的总活度可根据患者病情定制，一般情况下，每瓶中胶囊的数量有 1 粒/瓶、2 粒/瓶、3 粒/瓶三种规格，单粒胶囊的 ^{131}I 活度可制备为 3.7×10^{7}~3.7×10^{9}Bq（1mCi~100mCi）/粒。碘[^{131}I]化钠胶囊屏蔽容器及包装见图 9-1。

图 9-1 碘[^{131}I]化钠胶囊屏蔽容器及包装图

（2）工作负荷及工作流程

本项目核素治疗科拟采取预约制，使用的放射性药物为碘[^{131}I]化钠胶囊，口服给药，每周最多开展 2 批次治疗，每批次患者人数最多 16 人，年工作 50 周，即核素治疗科甲癌治疗患者年最大人数为 1600 人次，每人次患者给药量一般为 3.70×10^{9}~7.40×10^{9}Bq（100mCi~200mCi），平均给药量为 5.55×10^{9}Bq（150mCi）。根据本项目患者给药情况及碘[^{131}I]化钠胶囊产品规格，推测患者最多服用 2 粒 3.7×10^{9}Bq/粒规格的胶囊。

本项目使用碘[^{131}I]化钠胶囊开展甲癌治疗工作流程如下：

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 ^{131}I 治疗单，告知患者可能对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）根据患者预约情况订购药物，药物一般在当天给药前由供药单位送达至核素治疗科，并于储源室暂存。

3）患者入院登记：患者按照预约时间前往核素治疗科进行登记住院，并在给药前病区等候。

4）药物分装：给药前，工作人员穿戴个人防护用品，从储源室将药物铅罐取出转运至碘操作间，将药物铅罐放入手套箱/通风橱内，使用长柄镊子从铅罐内夹取出玻璃瓶放置在给药处，并按照治疗计划依次呼叫患者并通过语音监控远程指导患者服药。

5）给药：患者根据现场呼叫指示前往服碘室，自行将胶囊倒入口中并以水送服，并按指示处理服药后口杯等废物。

6）住院观察：服药后患者前往 ^{131}I 甲癌治疗病区相应病房进行住院留观，一般住院 2~3d，住院期间患者不可离开 ^{131}I 甲癌治疗病区，其日常饮食由医护人员通过专用传递窗口传送。

7）出院：出院前根据指示前往辐射检测处进行辐射水平检测，待检测结果满足出院标准后，方可批准由 ^{131}I 治疗区患者专用出口离开。

8）术后评估：患者出院前，需前往本项目 ECT 机房进行 SPECT-CT 扫描以评估治疗效果，扫描时间一般为 10min，患者根据现场呼叫，依次由病房前往机房扫描，扫描结束后原路返回病房。

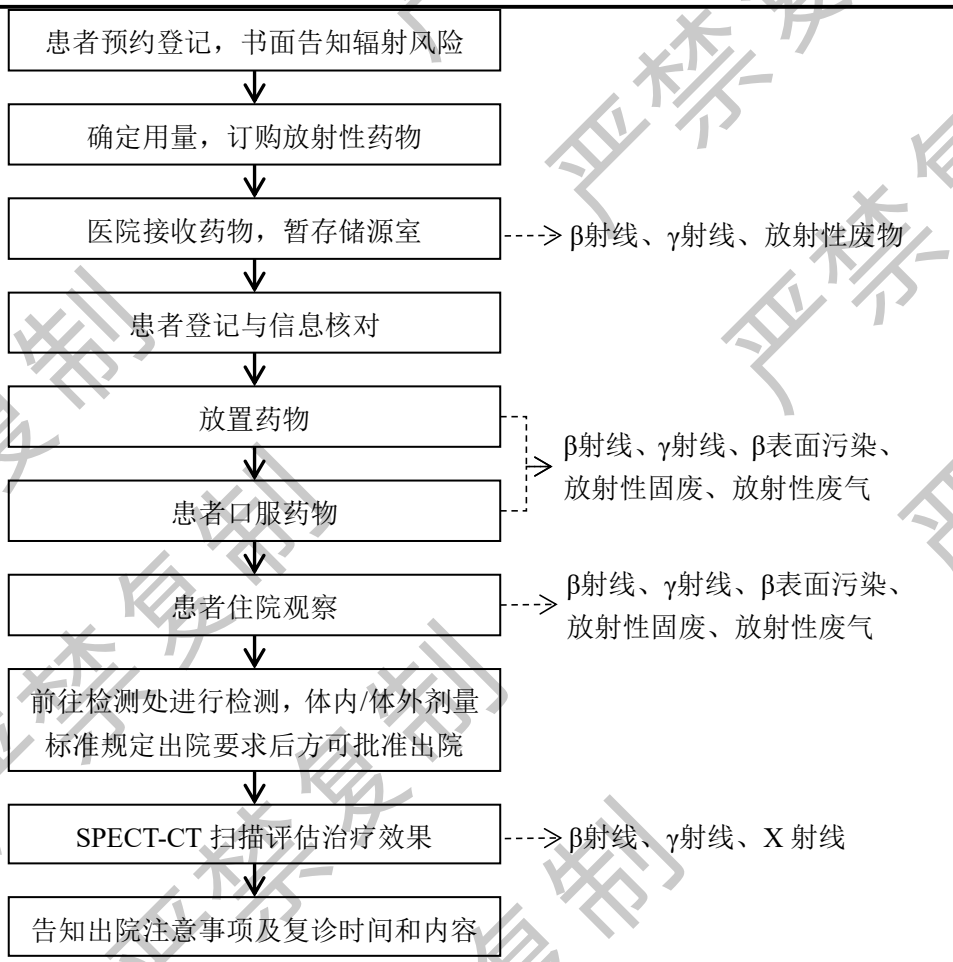


图 9-2 ^{131}I 治疗流程及产污环节图

（3）产污分析

^{131}I 为β衰变核素，衰变过程主要发出β射线和γ射线，主要污染因子为工作人员操作放射性药物以及服药后患者体内核素衰变放出的β射线和γ射线产生的外照射危害，以及在放射性药物给药过程和患者住院过程中产生的放射性废物。本项目使用的为固态胶囊制剂，可一定程度减少因放射性药物撒漏、挥发造成的场所放射性污染。此外，在 ^{131}I 患者扫描过程，SPECT-CT 出束期间还会产生 X 射线。

9.2.2. ^{177}Lu 治疗工作原理及工作流程

（1）核素特性及工作原理

^{177}Lu 属于镧系金属类，物理半衰期为 6.73 天，衰变方式为β衰变（β%=100），能发射 3 种能量β射线，其中β射线最大能量为 0.497MeV，同时，^{177}Lu 可发射 2 个特征的γ射线（208keV 和 113keV），其中分支比最大的为 10.36%，能量为 208keV。^{177}Lu 标记的药物目前主要分为单克隆抗体、适配体和小分子抑制剂，常用于前列腺癌、神经内

分泌肿瘤等原发肿瘤及其转移灶的治疗，其主要的治疗机理为 ^{177}Lu 标记药物可以识别位于癌细胞表面与之结合的靶向受体，从而可以将 ^{177}Lu 靶向递送至恶性细胞，利用 ^{177}Lu 衰变释放的β射线产生的电离辐射生物学效应，从而使肿瘤细胞受到损伤和破坏，达到治疗目的。

（2）工作负荷及工作流程

本项目核素治疗科拟采取预约制，每周 1 人次患者，年工作 50 周，即 ^{177}Lu 治疗患者年最大人数为 50 人次。^{177}Lu 放射性药物采用静脉输液给药，每人次患者给药量一般为 $7.40\times10^{9}Bq$（200mCi），^{177}Lu 通常需要进行多个周期的治疗，所需周期、治疗间隔时间取决于患者的反应、毒性和肿瘤负荷等。

本项目 ^{177}Lu 治疗工作流程如下：

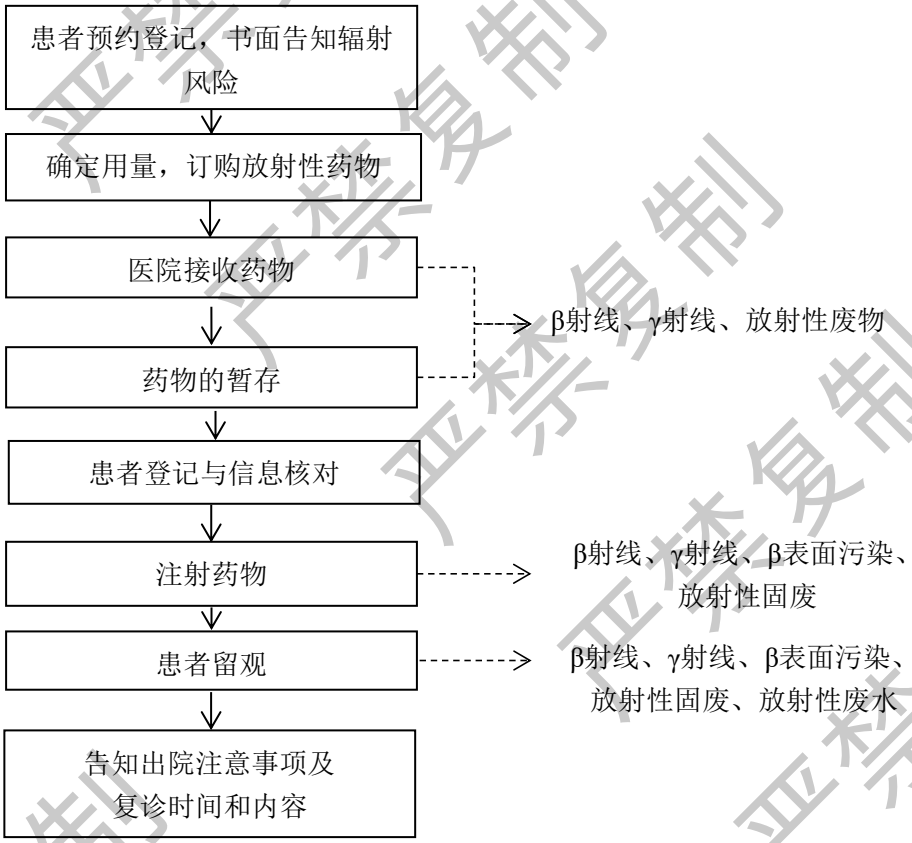


图 9-3 ^{177}Lu 治疗流程及产污环节图

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，告知患者可能对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送达，并暂存于储源

室；

3）患者入院登记及准备：患者按照预约时间前往核素治疗科进行登记和入住病房，核对信息无误后在患者双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：药物配置完成后，医务人员在铅屏风的屏蔽下连接药物输注管道，采用静脉输液方式通过留置针通路给药，输液时间一般不超过 30min。前列腺癌、神经内分泌肿瘤治疗用的 ^{177}Lu 药物一般由供药单位按照单个患者剂量分装针剂，无需本项目医务人员再分装；

5）患者留观：注射药物后患者在镥-177 病房进行留观，留观期间工作人员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应急措施，一般留观 6h~1d 后，如患者无异常情况，由镥、粒子患者专用出口离开。

（3）产污分析

^{177}Lu 为β衰变核素，衰变过程主要发出β射线和γ射线，主要污染因子为工作人员操作放射性药物以及服药后患者体内核素衰变放出的β射线和γ射线产生的外照射危害，以及在放射性药物给药过程和患者住院过程中产生的放射性废物。此外，如发生放射性药物意外撒漏，还会造成场所放射性污染。

9.2.3. ^{125}I 粒子植入治疗工作原理及工作流程

（1）核素特性及工作原理

放射性粒籽植入治疗是组织间插植治疗方法之一，是放射性核素内照射治疗的一种方法。它将一定规格的多个封装了的放射源通过植入器经植入针直接植入到肿瘤组织中，通过放射源发出持续低能量X、γ射线，使肿瘤组织受到最大程度毁灭性杀伤，而正常组织不损伤或轻微损伤，以达到治疗目的的一种治疗方法。放射性粒籽植入治疗的原理是通过放射性粒籽发射出的X、γ射线破坏肿瘤细胞核的DNA双链，使其失去繁殖能力，粒籽永久性植入肿瘤组织内，持续发射低能γ射线，持续作用于肿瘤细胞，经过足够剂量和足够半衰期，能使靶区肿瘤细胞全部失去繁殖能力，从而达到较彻底的治疗效果。该方法有创伤小、靶区剂量高、对周围正常组织损伤小等特点。

放射性粒籽植入治疗是对肿瘤组织三维立体定向的放射治疗方法，放射性粒籽组织

间永久插植放射治疗系统是一种电子计算机全监控定位、立体定向种植放射性粒籽的治疗系统。该系统主要由粒籽植入系统、植入防护系统和辅助设备组成。粒籽植入系统包括植入针、粒籽防护植入枪、推杆、粒籽专用镊、粒籽消毒盒等。植入防护系统包括粒籽分装防护台、医师用铅防护衣、铅防护眼镜、铅橡胶颈套、射线监测仪等。辅助设备包括用于治疗计划设计及准确定位的计算机三维治疗计划系统和质量验证系统以及CT等，该项目用于粒籽植入治疗的引导设备和质量验证的设备为核素治疗科拟新增的SPECT-CT。

本项目使用^{125}I放射粒籽源开展治疗的植入治疗，该粒子源是由吸附^{125}I的银棒以及钛合金外壳组成，外形总长4.5mm，呈圆柱形，直径为0.8mm，单颗粒籽源活度从0.3mCi至0.8mCi不等，粒籽源及常见植入器结构如下图所示：

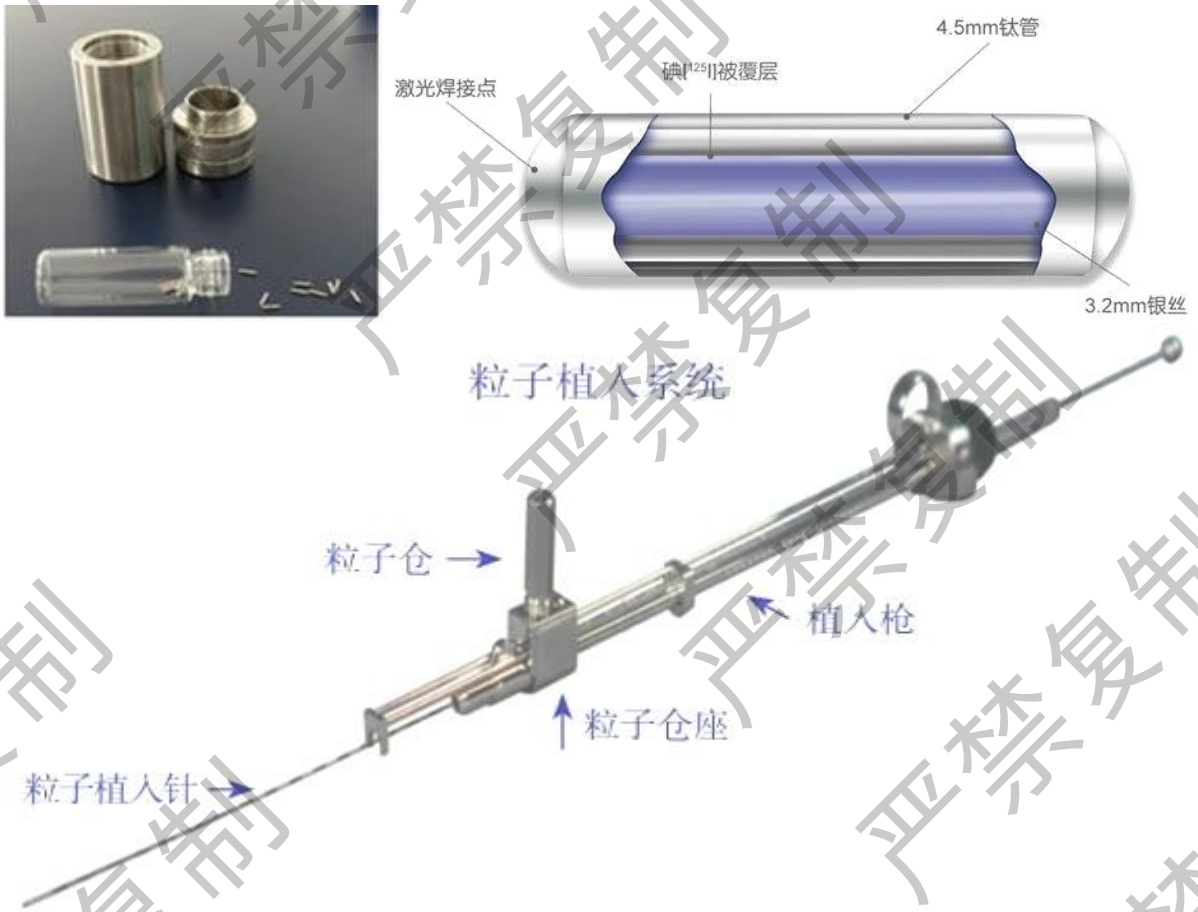


图 9-4 ^{125}I 粒籽源及笔式植入器结构示意图

^{125}I半衰期59.4天，主要通过电子俘获衰变伴随发射出能量范围为27.2keV至35.5keV的特征X射线及γ射线，以及其衰变发出射线与银棒作用产生能量为22.2keV和25.2keV的

荧光X射线。^{125}I的加权平均光子能量为28.37keV，组织穿透力为1.7cm。由于^{125}I的X射线能量低，在源体内辐射自吸收大，实际射出源体的光子数小于装源发射光子数的四分之一。因此，作为源的出厂指标，以源外观活度（又称等效活度）给出，它是实际射出源表面的粒籽的剂量，与同位素无自吸收的裸源剂量相同。本报告中放射源活度均指源外观活度。

（2）工作负荷及工作流程

本项目^{125}I粒籽植入治疗预计最大工作量最多300例/年（最多2例/d，每周开展3天，年工作50周），^{125}I粒籽源活度一般为0.3~0.8mCi/颗，每例患者单次最多植入^{125}I粒籽数不超过120颗。本项目开展^{125}I粒子植入治疗的工作流程如下：

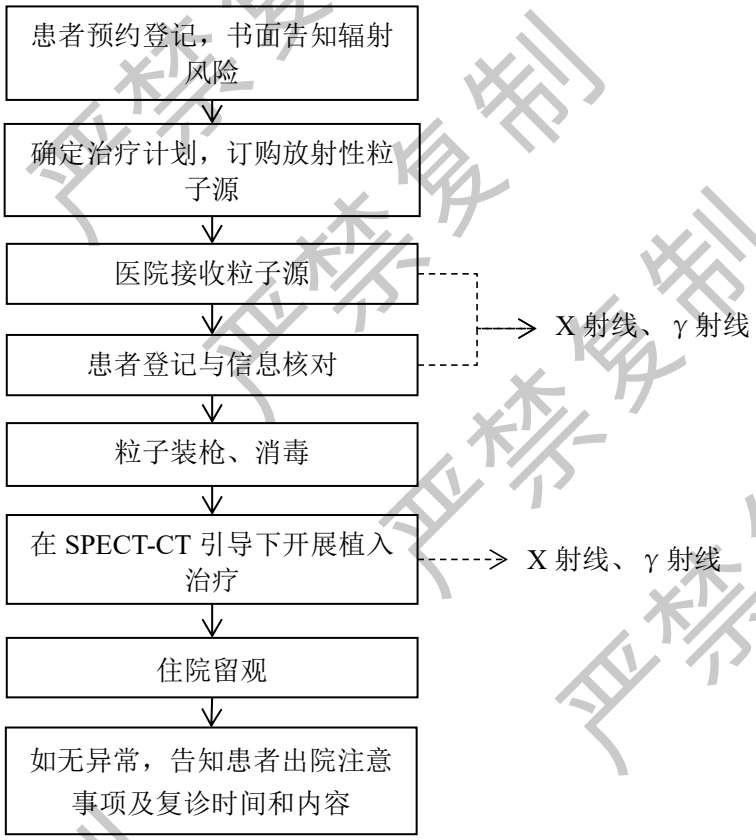


图 9-5 ^{125}I 粒子植入治疗流程及产污环节图

（1）患者预约：放射性粒籽植入医师根据患者影像学资料制订放射性粒子治疗计划，确定需要订购的粒子源数量、规格活度；

（2）订购粒子源：供药商根据订单要求将^{125}I粒籽源等送至本项目核素治疗科病区储源间，工作人员对购买的粒籽进行核实并登记，粒籽暂存于储源间的保险柜内；

（3）粒子装枪、消毒：手术前，工作人员将粒子源铅罐取出，在镥、粒子操作间内核对粒籽数量，抽检粒籽活度和检查粒籽源是否破损，相关质控操作均在通风柜中操作。并对相关植入系统设备、手术用具进行消毒；

（4）植入治疗：医护人员穿戴防护用品，在SPECT-CT的CT机引导下进行粒籽植入手术；植入一定数量粒籽源后，通过CT机扫描，评估验证^{125}I粒籽源植入情况，并重复该过程，直至完成手术；

（5）患者住院观察：在患者相应植入部位遮盖铅防护衣或铅橡胶方巾等进行屏蔽，并将患者送至核素治疗科粒子病房进行住院观察治疗；同时相关工作人员仔细对手术场地、术中废弃物和所有工作人员进行X、γ探测，确定有无污染或^{125}I粒籽遗漏；

（6）清洗手术器具、清点消耗材料并记录病历；术后记录；定期随访、记录。

（3）产污分析

开展^{125}I粒子植入治疗对周围环境的影响主要是^{125}I经电子俘获衰变伴随发射出能量范围为27.2keV及35.5keV的特征X射线和γ射线，以及^{125}I衰变发出射线银棒作用产生能量为22.2keV和25.2keV的荧光X射线。此外，本项目^{125}I粒子植入治疗需SPECT-CT影像引导下进行，SPECT-CT出束期间会产生X射线。综上，本项目主要的辐射危害为X、γ射线外照射。

9.2.4. ^{89}Sr 治疗的工作原理及工作流程

（1）核素特性及工作原理

^{89}Sr（锶）是纯β$^-$衰变核素，半衰期50.53d，最大β射线能量为1.460MeV，在组织中最大射程为8mm。锶在元素周期表中与钙同族，其在人体内的代谢与钙类似，是一种亲骨剂。经静脉注射趋骨性放射性药物^{89}Sr可很快积聚于骨组织中，而原发性骨肿瘤和转移灶对^{89}Sr的浓集量较正常骨组织高，保留时间也较长。通过高度选择性聚集在病变部位的放射性核素^{89}Sr所发射出的射程很短的β粒子，可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，因而邻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。^{89}Sr主要用于前列腺癌、乳腺癌等晚期恶性肿瘤继发骨转移所致骨痛的缓解，是转移癌性骨痛止痛的一种疗法。

（2）工作流程及产污环节

根据医院提供的资料，本项目拟每周最多开展 2 次 ^{89}Sr 治疗项目，每次最多 3 人次患者，年工作 50 周，即 ^{89}Sr 治疗患者不超过 300 人次/年。项目核素治疗科拟采取预约制，患者需提前预约治疗，医院根据患者预约情况订购药物，供药单位按订购用量分装针剂并按时发货，治疗时不需再分装。本项目 ^{89}Sr 治疗的工作流程如下：

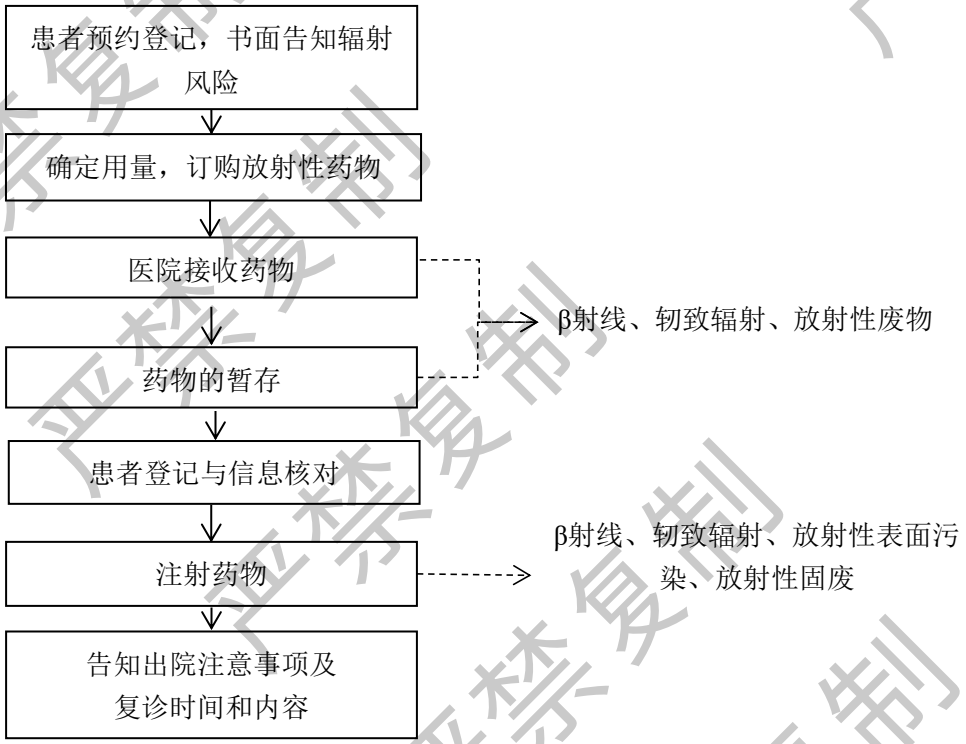


图 9-6 ^{89}Sr 治疗流程及产污环节图

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，告知患者可能对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，药物一般在治疗前 1d 或当天给药前由供药单位送达，并暂存于储源室；

3）患者登记：患者按照预约时间前往核素治疗科进行登记后，前往核素治疗诊区入口等候；

4）患者注射药物：患者根据现场呼叫前往注射窗口，医务人员手持注射器，在铅注射窗的屏蔽下，采用静脉注射方式给药，^{89}Sr 药物已由供药单位按照单个患者剂量分装针剂，无需本项目医务人员再分装；

5）离开：给药后，患者如无异常情况，由核素治疗诊区患者专用出口离开。

（3）产污分析

^{89}Sr 为纯β衰变核素，衰变过程释放的β射线能量较高，β射线与物质相互作用发生韧致辐射，造成外照射危害。此外，^{89}Sr 给药过程还会产生少量的放射性固体废气物和清洗废水，如发生放射性药物意外撒漏，还会造成场所放射性污染。

9.2.5. ^{223}Ra 治疗的工作原理及工作流程

（1）核素特性及工作原理

^{223}Ra 是一种发射α射线的放射性碱土金属元素，物理半衰期为 11.4d，经过 6 次衰变到稳定核素 ^{207}Pb，^{223}Ra 发射的α粒子的平均能量为 5.77MeV，平衡体系中α粒子能量范围 5.0~7.5MeV（95.3%），同时伴有部分β射线和γ射线发出，β^-粒子能量为 0.445MeV 和 0.492MeV（3.6%），γ辐射能量范围 0.01~0.269MeV（1.1%）。^{223}Ra 作为钙的类似物可以参与到骨质生成过程中，进而靶向浓聚于病理骨增生活跃的区域。^{223}Ra 发射的α射线属于高传能线密度射线，会引起肿瘤细胞 DNA 双链损伤，从而诱导肿瘤细胞凋亡，达到治疗的目的。同时，由于其α粒子发射半径小于 100 微米（不到 10 个细胞直径），能够最大限度地减少对周围正常组织的伤害。

本项目拟使用氯化镭[^{223}Ra]注射液，为透明无色溶液，通过对患者缓慢静脉注射 ^{223}Ra 药物，利用 ^{223}Ra 在体内释放α粒子，可用于前列腺癌、症状性骨转移和无已知内脏转移病患者的治疗。

图 9-7 氯化镭[^{223}Ra]注射液示意图

（2）工作流程及产污环节

根据医院提供的资料，本项目拟每周最多开展 2 次 ^{223}Ra 治疗项目，每次最多 2 人次患者，年工作 50 周，即 ^{223}Ra 治疗患者不超过 200 人次/年。根据 ^{223}Ra 标记药物使用说明，^{223}Ra 治疗通常需要每 4 周注射 1 次，全疗程共需注射 6 次，每人次患者推荐使用剂量为 $5.5\times10^{4}Bq/kg$，本项目单个患者最大使用量不超过 $6.00\times10^{6}Bq$。本项目核素治疗科拟采取预约制，患者需提前预约治疗，医院根据患者预约情况订购药物，供药单位按订购用量分装针剂并按时发货，治疗时不需再分装。本项目 ^{223}Ra 治疗流程与 ^{89}Sr 治疗流程基本一致，具体如下：

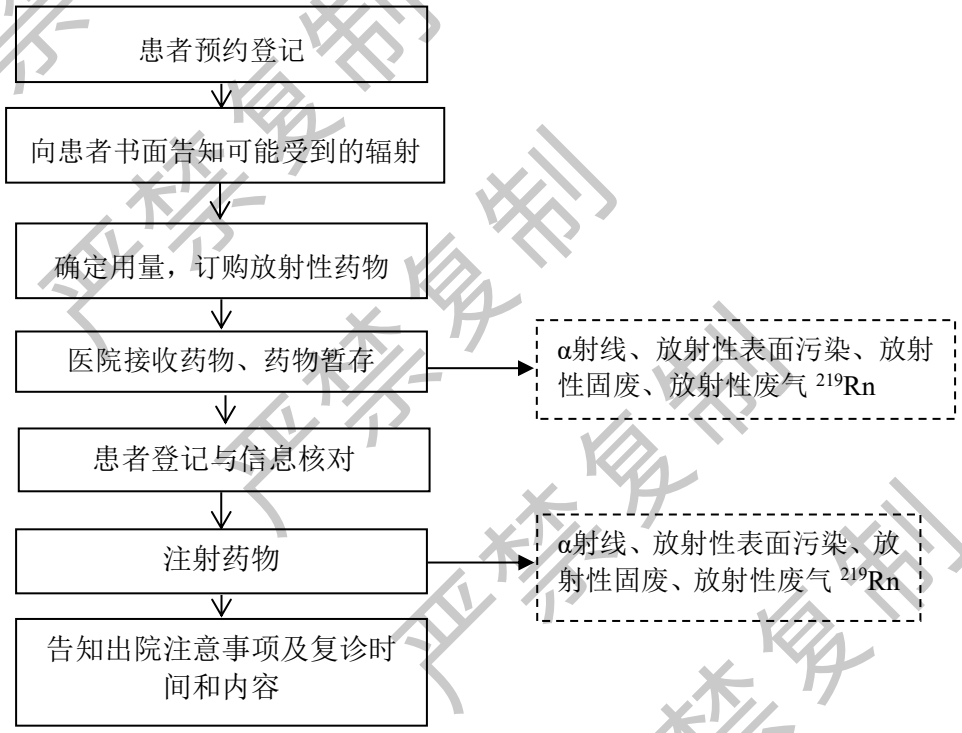


图 9-8 ^{223}Ra 治疗流程及产污环节图

（3）产污分析

^{223}Ra 是α衰变核素，平衡体系中β和γ射线所占的衰变比例较低，主要放出α射线，α粒子穿透性弱，极易屏蔽，因此采取佩戴医用手套、口罩等常规的防护措施即可保护操作人员的外照射辐射安全。本项目使用的氯化镭[^{223}Ra]注射液具有较低的蒸汽压，正常条件下不易挥发，但 ^{223}Ra 在衰变过程中会产生气态的子体核素 ^{219}Rn，^{219}Rn 的半衰期较短，为 3.96s，可通过工作场所设置的通风装置吸附后再排出。此外，本项目在给药过程中会产生少量的放射性固体废物，如使用放射性药物过程不慎发生药物洒落，还会引起场所放射性表面沾污。

9.2.6. ^{90}Sr-^{90}Y 敷贴治疗的工作原理与产污分析

（1）核素特性及工作原理

^{90}Sr 半衰期 28.1 年，衰变方式为β衰变（β%=100），发出的β射线最大能量为 0.546MeV，其子体 ^{90}Y 半衰期为 64.2 小时，发出的β射线最大能量为 2.284MeV。^{90}Sr-^{90}Y 敷贴治疗主要是利用子体核素 ^{90}Y 放射β射线，使局部病灶产生辐射生物效应而达到治疗目的，使用时根据病变形状在保护周围正常皮肤前提下直接敷贴，治疗可用一次大剂量法或多次小剂量法。^{90}Sr 是一种纯β放射源，主要治疗局限性毛细血管瘤，局限性慢性湿疹和牛皮癣等皮肤疾患等。^{90}Sr-^{90}Y 敷贴器由厂家制造，其结构为厚度 1mm 的含 ^{90}Sr 化合物银片或高分子材料，外部用一层金属薄膜做保护层，敷贴器形状一般为圆形或方形，大小不等，其活性区的面积有不同规格供选用。

图 9-9 ^{90}Sr-^{90}Y 敷贴器外观及治疗过程示意图

（2）敷贴治疗流程如下：

①核对患者信息：核对患者治疗卡信息，向患者说明治疗的目的、方法和注意事项等，并详细登记治疗日期、使用敷贴源的编号、辐射类型、活度、照射部位与面积、治疗次数以及患者个人信息等。

②使用 ^{90}Sr-^{90}Y 敷贴器前，需用防护材料（如橡皮或塑料等）将病灶周围正常皮肤

覆盖，避免受到不必要的照射。

③在周围已屏蔽的皮肤上覆盖一张玻璃纸或塑料薄膜后，用胶布或绷带将敷贴器紧密贴在病变处，记录敷贴时间，达到预定治疗剂量时及时取掉。

^{90}Sr-^{90}Y 敷贴治疗一般采用分次疗法，可一个疗程分多次间隔敷贴治疗，累计达到预定总剂量或出现干性皮炎及眼部不适应即结束治疗，也可采用一次治疗法，即总剂量一次敷贴。如治疗一个疗程后未愈或有复发者，可间隔一定周期后再进行下一个疗程治疗。

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

（3）污染源项分析

^{90}Sr-^{90}Y 放射源在使用及储源过程中主要的污染源为β射线、韧致辐射等，在使用期满后会产生废旧放射源，由厂家收回更换。

严禁复制

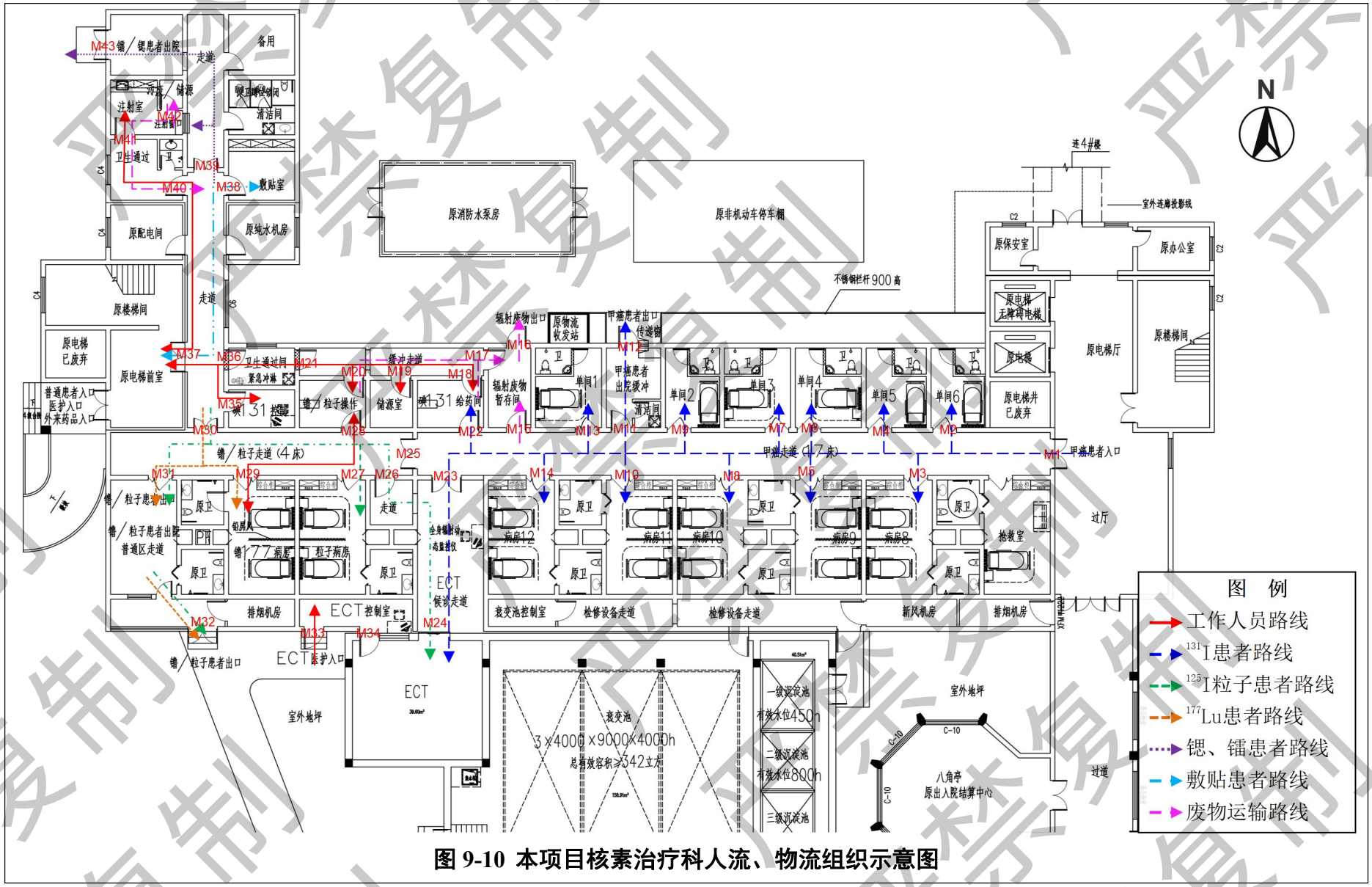


图 9-10 本项目核素治疗科人流、物流组织示意图

9.3. 人流、物流组织

本项目核素治疗科人流、物流组织见图 9-17：

（1）辐射工作人员通道

①ECT 控制室工作人员：工作人员直接通过核素治疗科工作场所南侧 ECT 医护入口（M33 门）进入控制室，扫描患者如需摆位或开展粒子植入治疗时，工作人员可通过 ECT 机房控制室侧防护门（M34 门）进入机房内，工作结束后原路返回卫生通过间，经检测确认无放射性污染后由 M40 离开。

②核素治疗病区辐射工作人员：工作人员由病房楼西侧 M37 进入，再依次经 M36、M21 通过卫生通过间后进入核素治疗病区控制区走道。开展 ^{131}I 甲癌治疗时，工作人员经 M19 至储源室取出药物铅罐，再经 M18 门至碘-131 给药室放置药物，随后依次经 M18、M21、M36、M35 进入碘-131 控制室远程指导患者取药服用。开展 ^{177}Lu 治疗时，工作人员经 M19 至储源室取出药物铅罐，再经 M20 门至镥、粒子操作间配置药物，随后通过 M28、M29 门至镥-177 病房进行床旁输液给药。开展 ^{125}I 粒子植入时，工作人员经 M19 至储源室取出药物铅罐，再经 M20 门至镥、粒子操作间完成粒子消毒装枪后经 M28、M26、M24 门送至 ECT 机房备用。工作人员工作结束后原路返回卫生通过间，经检测确认无放射性污染后由 M36 离开。

③核素治疗诊区辐射工作人员：工作人员由病房楼西侧 M37 进入，再依次经 M40、M41 通过卫生通过间后进入注射室，随后由 M42 至储源间取出药物为患者进行注射给药，工作结束后原路返回。

（2）患者就诊通道

①^{131}I 甲癌患者：^{131}I 甲癌患者由病房楼东侧 M1 进入碘-131 病区走道内，根据指示经 M22 门前往碘-131 给药室取药服用，服药后根据指示前往对应病房住院观察，2~3d 后经 M23 门前往辐射监测仪处进行辐射测量，经检测满足出院要求后，患者可依次经碘患者专用出口 M12 门离开。出院前，患者需经 M23、M24 门前往 ECT 机房进行扫描。

②^{177}Lu 患者：患者由病房楼西侧依次经 M37、M30、M29 门进入镥-177 病房接受治疗，治疗结束后，如无异常住院 1d 后经 M31、M32 由镥、粒子患者出口离开。

③^{125}I 粒子植入患者：患者由病房楼西侧依次经 M37、M30、M26、M24 门进入 ECT

机房，植入手术完成后再依次通过 M24、M26、M27 门进入粒子病房住院观察，如无异常住院 1d 后经 M31、M32 由镥、粒子患者出口离开

④镭、锶治疗患者：患者由病房楼西侧依次经 M37、M39 前往注射窗口，注射结束后如无异常，即可通过 M43 门由镭、锶患者出口离开

（3）放射性药物流向及管理

医院拟根据患者治疗计划订购放射性药物，供应单位负责于给药当天工作前

将放射性药物通过病房楼西侧 M37 门运送至核素治疗科，核素治疗科病区、诊区均设有储源室，科室拟设置专人负责接收药物，经确认无误完成相关交接手续后暂存在各区储源室中，储源室内应设置有相应屏蔽能力的放射性同位素储存容器，储源室拟设置监控系统和门禁系统，并实行双人双锁管理。工作人员应根据医院放射性核素的管理制度，做好核素的领取、使用登记工作。给药前，工作人员应核对患者及给药信息，经确认无误后，方可进行给药。敷贴器应定期进行衰变校正，以调整照射时间。每次治疗时应有专人使用能报警的计时器控制照射时间。治疗过程中应密切观察治疗反应和病变治疗情况，及时调整照射剂量，防止产生并发症。治疗结束后，工作人员应及时收回敷贴器放回贮源箱内保存。

（4）放射性废物流向及管理

①放射性固体废物：本项目核素治疗科病区、诊区分别设置辐射废物暂存间和污废间，并拟在注射室、核素操作间、给药室、核素治疗患者病房等场所设置专用污物桶用于放射性固废的收集，收集的废物拟定期集中转移至各区废物暂存间/污废间内的废物衰变容器内暂存衰变。本项目产生的 ^{131}I 放射性固体废物拟暂存至少 180d，其余放射性固体废物拟暂存至少 10 倍核素半衰期，且经监测满足清洁解控要求后按一般医疗废物处置。放射性污染被服拟于患者全部出院后，统一收集至辐射废物暂存间暂存至少 1 倍核素半衰期后，经洗消后再利用。

②放射性废水：本项目拟在病房楼南侧新建一座放射性废水衰变池，核素治疗科工作场所内卫生通过间、^{131}I、^{177}Lu 病房卫生间、清洁间区域的污水管均由专用管道引至新放射性废水衰变池，依次流经沉淀池、衰变池处置后，且经检测满足放射性废水排放要求或储存 180d 后排入医院污水管网，汇入医院污水处理站进行处理后，废水最终排

入市政污水管网。

如发生核素洒落等污染放射性工作场所或物品，拟采用擦拭法去污或封存后自然衰变，去污过程如产生废水拟用吸水纸/毛巾收集，去污过程产生的放射性废物拟统一收集后转移至衰变箱内暂存，经存放衰变满足清洁解控水平后作为一般医疗废物进行处置；本项目核素治疗科采取预约制，拟根据患者用量订购药物，正常情况下无放射性药物剩余，如发生患者未及时就诊等特殊情况，剩余放射性药物拟存于原药物铅罐内转移至废物间衰变箱中贮存衰变，拟存放自然衰变达到清洁解控水平后，按医疗废物处理。

③放射性废气：本项目拟在核素治疗科工作场所各区域分别设置排风系统，工作场所拟设置负压，场所内废气均由排风系统引至楼顶排放，医院拟在排气口前端安装活性炭过滤装置和高效过滤装置，废气经过滤后排放，对项目周围环境影响很小。医院应定期检查通风系统活性炭过滤装置的性能，根据实际情况及时更换活性炭，更换下来的废活性炭作为放射性固体废物进行处理。

二、污染源项描述

1. 运行期间正常工况下污染源分析

本项目核素治疗科正常运行期间的主要污染源项为：射线装置 SPECT-CT 出束期间产生的 X 射线，开展放射性核素治疗过程核素产生的γ射线、韧致辐射、β射线、α射线、放射性表面污染、放射性固体废物、放射性废水、放射性废气和废旧放射源。此外，射线与空气相互作用时产生的少量的有害气体。

（1）γ射线、X 射线：本项目使用的 ^{131}I、^{177}Lu、^{125}I 粒子和 ^{223}Ra 在衰变过程中会发出/伴随发出不同能量的光子，造成外照射危害。在使用 SPECT-CT 开展扫描和植入治疗时，设备出束期间还会产生 X 射线。

（2）β射线和韧致辐射：本项目使用的非密封放射性核素 ^{131}I、^{177}Lu、^{89}Sr、^{223}Ra 以及 ^{90}Sr-^{90}Y 密封放射源在衰变过程中会发出/伴随发出不同能量的β射线，β射线与物质相互作用发生韧致辐射，造成外照射危害。

（3）α射线：^{223}Ra 是α衰变核素，主要放出α射线，α粒子穿透性弱，极易屏蔽，因此采取佩戴医用手套、口罩等常规的防护措施即可保护操作人员的外照射辐射安全。

（4）放射性表面污染：在使用放射性药物开展治疗过程中，因人员操作不慎或给

药后患者发生呕吐等情况，均会不可避免地会引起工作台、设备、墙壁、地面、工作服、手套等产生放射性沾污，造成放射性表面污染。

（5）放射性固体废物：本项目放射性固体废物主要为给药时产生的一次性注射器、服药口杯、污染棉签、放射性药品包装、一次性防护用品（口罩、鞋套、手套等）等，给药后患者住院时产生的放射性污染废物，^{90}Sr-^{90}Y 密封放射源退役后产生的废旧放射源以及通风系统定期维护时更换的废旧活性炭。

1）核素治疗诊区：本项目 ^{89}Sr、^{223}Ra 治疗时放射性固体废物主要来自于使用 ^{89}Sr、^{223}Ra 注射给药时产生的一次性注射器、污染棉签、放射性药品包装、一次性防护用品（口罩、鞋套、手套等）等，拟收集至注射室铅污物桶内再转移至污废间的放射性衰变桶/箱内，拟暂存至少所含核素十倍半衰期，且经检测满足清洁解控水平后再作为普通医疗废物进行处置。敷贴室 ^{90}Sr-^{90}Y 密封放射源在使用期满后会产生废旧放射源，拟放置在原储源容器内并暂存在储源柜中，由厂家收回更换。

2）核素治疗病区：本项目核素治疗病区放射性固体废物主要来自于给药时产生的含 ^{131}I 一次性服药口杯、含 ^{177}Lu 一次性输注系统（注射器、输液管等）、放射性药品包装、一次性防护用品（口罩、鞋套、手套等）、吸水垫材等，以及患者住院过程中产生的放射性污染被服和其他废物，放射性污染被服拟在患者出院后收集至辐射废物暂存间内，拟至少存放衰变一倍核素半衰期后再进行洗消和再利用；其余放射性废物拟由工作场所内放置的铅污物桶收集，再转移至辐射废物暂存间的放射性衰变桶/箱内，拟暂存至少 180 天，且经检测满足清洁解控水平后再作为普通医疗废物进行处置。

3）其他放射性废物：本项目核素治疗科通风系统拟安装活性炭医院应定期检查通风系统活性炭过滤装置的性能，根据实际情况及时更换活性炭，更换下来的废活性炭作为放射性固体废物进行处理。此外，本项目核素治疗科如发生放射性药物撒漏、放射源破损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。开展 ^{125}I 粒子植入治疗项目时，如发生粒子源遗漏或从患者体内意外排出，拟采用镊子收集至铅罐内作为放射性废物存放衰变处置，直至其满足清洁解控水平。

（6）放射性废水：本项目放射性废液主要来自于 ^{131}I、^{177}Lu 治疗患者住院期间的排泄和冲洗废水，以及工作场所清洁、工作人员冲淋等清洁废水，废水总产生量约为 505.5m^3/年（约 10.11m^3/周），具体如下：

1）核素治疗科诊区：本项目 ^{89}Sr、^{223}Ra 患者给药后即可离开，且该区域未设置给药后患者卫生间，因此可不考虑 ^{89}Sr、^{223}Ra 放射性废液产生情况。^{89}Sr、^{223}Ra 均为外购成品药液，可直接注射给药，无需进一步合成或分装，操作简单，如操作核素过程发生 ^{89}Sr、^{223}Ra 撒漏，一般污染区域较小，拟按操作规程，先使用药棉、吸水纸等吸取撒漏药液，擦拭污染表面直至满足放射性表面污染控制水平，去污产生的废物拟作为放射性固体废物处置，不产生放射性废液；如发生工作人员体表放射性污染，拟先去除受污染衣物，并对受污染体表部位进行冲淋（工作人员拟按要求穿戴工作服和防护用品，一般情况不会发生大面积体表污染），紧急冲淋废水作为放射性废水排入衰变池，因核素治疗科诊区工作量较小，紧急冲淋废水产生量按每次不超过 50L 考虑，每年不超过 10 次考虑（取年工作频次的 1/10，每周工作 2 天，年工作 50 周），废水总产生量为 0.5m^3/年。

2）^{131}I、^{177}Lu 治疗患者需住院留观，为尽可能减少放射性废液产生量，患者病房卫生间内拟配置节水器具并采取适当的控制用水措施，患者住院期间每人次用水量不超过 100L/天（保守按 100%排出考虑），其中 ^{131}I 治疗项目患者每周最多 32 人次（分 2 批次），每人次患者住院 2~3 天、^{177}Lu 治疗项目患者每周最多 1 人次，每人次患者住院时间不超过 1 天，即 ^{131}I 治疗项目患者产生废水量为 9.6m^3/周、^{177}Lu 治疗项目患者产生废水量为 0.1m^3/周；工作场所拟每周清洁两次，每次清洁用水按 0.2m^3 考虑，总清洁废水量（含工作场所清洁、工作人员冲淋等）不超过 0.4m^3/周。综上，本项目核素治疗科病区放射性废水产生量为 10.1m^3/周，505m^3/年（年工作 50 周）。^{125}I 粒子植入患者使用的为密封放射源，正常情况下核素不易泄露，且植入后患者产生的废水内不含放射性核素（前列腺、胃肠等粒子植入患者住院期间拟采用容器接尿液，如发生粒子排出，拟采用镊子收集至容器内，并放置在铅罐内作为放射性固体废弃物处置），故不视为放射性废液。

（7）放射性废气：

1）核素治疗诊区：本项目核素治疗诊区使用的 ^{89}Sr、^{223}Ra 标记的放射性药液具有

较低的蒸汽压，正常条件下不易挥发。但 ^{223}Ra 在衰变过程中会产生气态子体核素 ^{219}Rn（$t_{1/2}$=3.96s），^{219}Rn 放射性废气可通过工作场所内通风装置过滤排出，对场所内人员及周围环境影响较小；

2）核素治疗病区：本项目核素治疗病区使用的 ^{125}I 为密封粒子源，^{177}Lu 标记的放射性药液具有较低的蒸汽压，正常条件下不易挥发。因此，本项目核素治疗病区的放射性废气主要来自于 ^{131}I 的挥发，本项目拟使用碘[^{131}I]化钠胶囊，根据《碘-131 胶囊使用过程辐射安全研究报告》（生态环境部核与辐射安全中心，2021 年 12 月 13 日），其挥发量极小，3 天内 ^{131}I 的挥发率最大为操作量的 1.6×10^{-4}%，^{131}I 放射性废气可通过工作场所通风系统内活性炭吸附装置过滤后排出，对场所内人员及周围环境影响较小。

（8）其他非放射性污染源项：射线与空气相互作用时产生的少量的有害气体，可通过场所通风系统排出，对工作人员及环境影响较小。

2. 非正常运行状态下污染途径分析

1）由于管理不善，导致放射性药物、放射源被盗、丢失。

2）操作核素过程中由于操作人员违反操作规程或误操作引起的意外泄露，造成台面、地面辐射污染及造成额外附加照射。

3）工作人员未按要求穿戴个人防护用品等，造成额外附加照射剂量。

4）SPECT-CT 控制系统出现故障，照射不能停止，患者受到计划外照射。

5）放射工作人员未按要求穿戴个人防护用品和使用辅助防护设施，而受到超剂量外照射。

6）人员在工作状态误入射线装置工作场所，由 X 射线直接或散射照射对人体造成潜在的照射伤害。

7）检修时，误开机时，维修人员受到潜在的照射伤害。

8）在药物分装施药过程发生意外或放射工作人员操作失误将导致患者施药剂量不准确，如任何诊断用药物的施用量远大于处方值，或多次重复照射，或大大超过设定的指导水平；任何设备故障、事故、错误或意外事件，使患者受到诊疗计划不一致的照射，或受到其他非正常发生的潜在照射。

9）防护用品或设施不能正常使用或管理不善造成工作人员超剂量照射。

表 10 辐射安全与防护

一、辐射安全与防护

10.1. 放射工作场所选址及平面布局

本项目核素治疗科工作场所拟建于医院中部病房楼 1 层，工作场所评价范围内东侧依次为病房楼大厅、院内道路和织物配送中心，南侧依次为室外绿化区、本项目拟建衰变池和 ECT 机房、院内道路、拟拆除老病房楼和在建的肿瘤防治综合楼，西侧依次为院内道路、院外嘉桐街和湖南师范大学医学院运动场，北侧依次为院内道路和放疗中心，顶部拟改建为本项目核素治疗科办公区及普通病房区，下方无地下层，为房屋地基。本项目拟在工作场所北侧、南侧分别设置核素治疗科诊区和核素治疗病区两个分区，从功能分区来看，工作人员办公区域、住院治疗场所和门诊治疗场所划分明确，各区域均设有相对独立的工作人员、患者、放射性药物和放射性废物通道，患者出口远离门诊大厅、收费处等人群稠密区域，可避免公众和医护人员受到不必要照射。

综上，本项目工作场所不邻接产科、儿科、食堂等部门，设有单独出、入口，临近区域无敏感区域及人群稠密区域，工作场所选址及布局规划合理，符合《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）要求。

10.2. 放射工作场所分区管理

根据国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的规定，医院拟将辐射工作场所分为控制区和监督区，便于辐射防护管理和职业照射控制。本项目工作场所的分区见图 10-1 和表 10-1。

（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。本项目拟采取实体屏蔽分隔控制区与监督区，并在控制区出入口设置标明控制区的标牌，在合适位置张贴辐射危险警示标识。

（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。本项目拟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，每年委托有资质单位开展辐射环境监测，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。

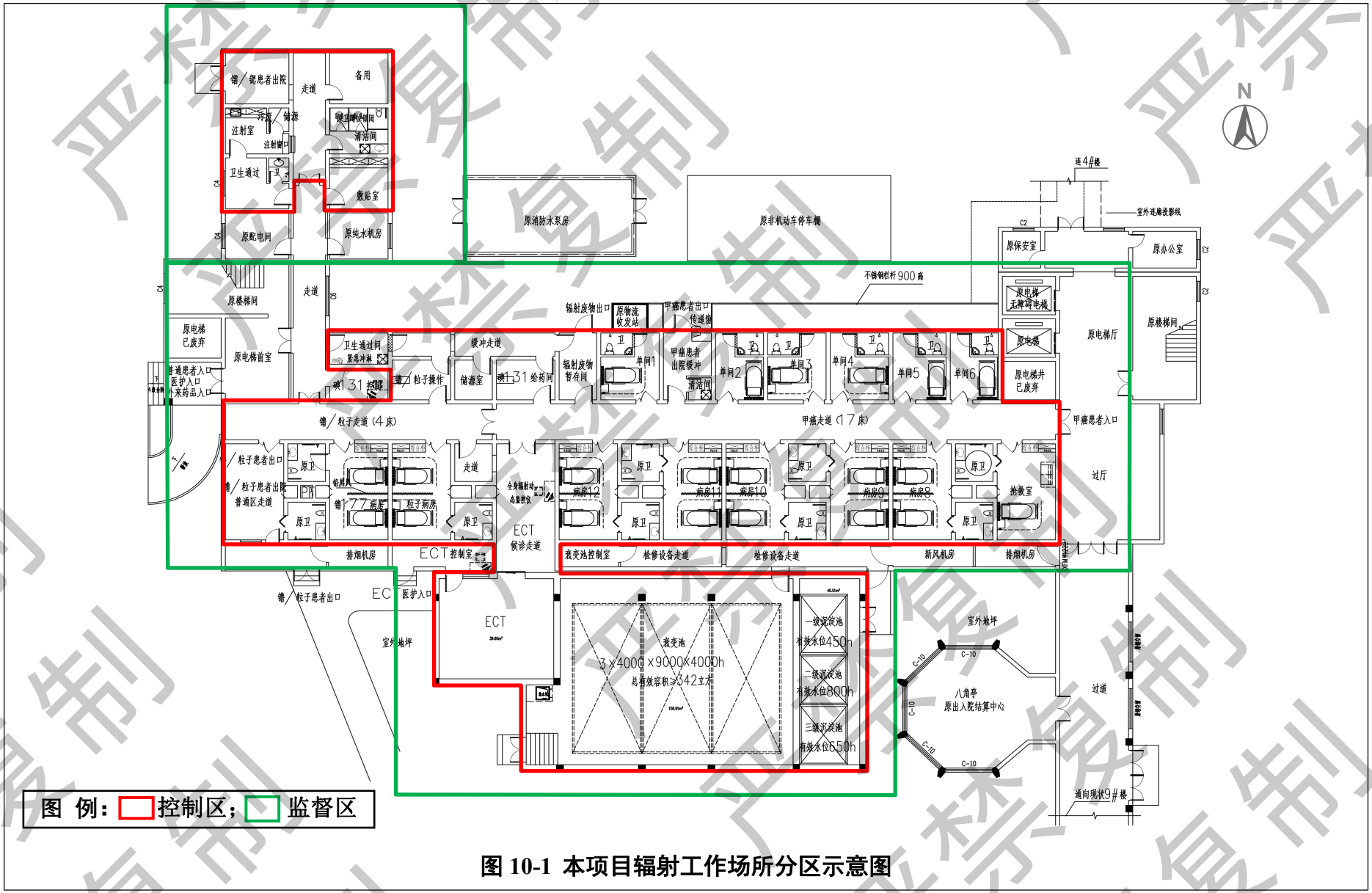


图 10-1 本项目辐射工作场所分区示意图

表 10-1 本项目核素治疗科辐射工作场所分区一览表

场所名称	控制区	监督区
核素治疗病区	卫生通过间、镥/粒子操作间、碘-131 给药间、储源室、辐射废物暂存间、清洁间、患者病房（病房 1~12、粒子病房、镥-177 病房）、抢救室、患者走道（甲癌走道、镥/粒子走道）、ECT 候诊走道、ECT 机房、衰变池机房	ECT 控制室、碘-131 控制室、衰变池控制室、检修设备走道、新风机房、排烟机房及核素治疗病区控制区周围相邻区域
核素治疗诊区	敷贴室、卫生通过间、注射室、污废/储源间、患者走道、清洁间、备用间	配电间、纯水机房及核素治疗诊区控制区周围相邻区域

10.3. 非密封放射性物质辐射工作场所分级及分类

（1）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 中非密封放射源工作场所分级要求，本项目核素治疗科工作场所分级见下表：

表 10-2 本项目核素治疗科工作场所的分级

序号	核素名称	理化性质	日最大操作量（Bq）	核素毒性因子	操作方式修正因子	日等效最大操作量（Bq）		工作场所等级
1	^{131}I	固态	1.18E+11	0.1	10	1.18E+9	2.05E+9	乙级
2	^{177}Lu	液态	7.40E+9	0.1	1	7.40E+8		
3	^{125}I 粒子	固态	8.88E+9	0.1	100	8.88E+6		
4	^{89}Sr	液态	5.55E+8	0.1	1	5.55E+6		
5	^{223}Ra	液态	1.20E+7	10	1	1.20E+8		

根据上表可知，本项目核素治疗科工作场所的日等效最大操作量为 2.05E+9Bq，根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），为乙级非密封放射性工作场所。

（2）工作场所分类

根据《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）附录 G 中核医学工作场所分类要求，本项目核素治疗科工作场所分类见下表：

表 10-3 本项目核素治疗科工作场所的分类

使用场所		使用核素	计划的日操作最大活度(MBq)	核素毒性权重因子	操作性质修正因子	加权活度(MBq)	工作场所分类
核素治疗病区	储源室	^{131}I	118400	100	100	118400	I
		^{177}Lu	7400	100	100	7400	II
		^{125}I 粒子	8800	100	100	8800	II
	辐射废物暂存间	^{131}I	1184*	100	10	11840	II
		^{177}Lu	74*	100	10	740	II
		^{125}I 粒子	88*	100	10	880	II

	镥/粒子操作间	^{177}Lu	7400	100	1	740000	I
		^{125}I 粒子	8800	100	1	880000	I
	碘-131 给药间	^{131}I	118400	100	1	11840000	I
	病房 1-6（单人间）、抢救室	^{131}I	7400	100	1	740000	I
	病房 8-12（双人间）	^{131}I	14800	100	1	1480000	I
	甲癌走道	^{131}I	118400	100	1	11840000	I
	镥-177 病房	^{177}Lu	7400	100	1	740000	I
	粒子病房	^{125}I 粒子	8800	100	1	880000	I
	镥/粒子走道	^{177}Lu	7400	100	1	740000	I
		^{125}I 粒子	8800	100	1	880000	I
	ECT 机房	^{131}I	6400**	100	10	64000	I
		^{125}I 粒子	8800	100	1	880000	I
	卫生通过间、清洁间、控制室	/	/	/	/	/	III
核素治疗诊区	卫生通过间	/	/	/	/	/	III
	注射室	^{89}Sr	555	100	1	55500	II
		^{223}Ra	12	100	1	1200	III
	污废/储源间	^{89}Sr	555	100	100	5550	III
		^{223}Ra	12*	100	100	120	III
		^{89}Sr	5.55	100	10	5550	III
		^{223}Ra	0.12*	100	10	120	III
	患者走道、出院通道	^{89}Sr	555	100	10	5550	III
		^{223}Ra	12	100	10	120	III
	清洁间、备用间	/	/	/	/	/	III

注：* 辐射废物暂存间、污废/储源间内核素操作最大活度取日操作最大活度的 1%进行计算；** ECT 机房内 ^{131}I 日操作最大活度按每位患者体内 ^{131}I 为 400MBq（满足出院要求），每天最大 16 人次患者计算。

根据上表可知，本项目核素治疗科核素治疗病区主要为I类、II类、III 类工作场所，核素治疗科核素治疗诊区主要为 II 类、III 类工作场所。

10.3.1. 辐射防护设计

表 10-4 本项目核素治疗科工作场所辐射屏蔽设计相关参数

工作场所	房间名称	屏蔽设计			
		四周墙体	顶板	门	窗
核素治疗病区	卫生通过间	240mm 砖	120mm 砼	/	/
	储源室	240mm 砖	100mm 砼	7mmPb	/
	缓冲走道	240mm 砖	100mm 砼	西侧：4mmPb 东侧：5mmPb	/
	辐射废物暂存间	240mm 砖	100mm 砼	南侧：10mmPb 北侧：5mmPb	/
	碘-131 给药间	240mm 砖+40mm 硫酸钡	100mm 砼+10mm 铅板	11mmPb	/
	病房 1~病房 6	北墙：240mm 砖+80mm 硫酸钡 病房 6 东墙：240mm 砖+40mm 硫	病房 1：120mm 砼+24mmPb 防护材	12mmPb	/

		酸钡+8mm 铅板 其它：240mm 砖+40mm 硫酸钡	料 其他：100/120mm 砼+16mm 铅板		
	病房 8~病房 12	南墙：240mm 砖+80mm 硫酸钡+5mm 铅板 其它：240mm 砖+40mm 硫酸钡	120mm 砼+16mm 铅板	12mmPb	/
	抢救室	东、南墙 240mm 砖+80mm 硫酸钡 其它：240mm 砖+40mm 硫酸钡	120mm 砼+10mm 铅板	12mmPb	/
	ECT 机房	370mm 砖	240mm 砼	4mmPb	4mmPb
	ECT 控制室	240mm 砖	120mm 砼	/	/
	甲癌走道	见相邻用房屏蔽设计	120mm 砼+10mm 铅板	出入口：17mmPb 其它：10mmPb	17mmPb
	镥/粒子操作间	240mm 砖+30mm 硫酸钡	120mm 砼	4mmPb	/
	镥-177 病房	240mm 砖+20mm 硫酸钡	120mm 砼+20mm 硫酸钡	4mmPb	/
	粒子病房	240mm 砖	120mm 砼	3mmPb	/
	镥/粒子走道	240mm 砖+30mm 硫酸钡	100mm 砼	3mmPb	/
核素治疗诊区	卫生通过	240mm 砖	100mm 砼	/	/
	敷贴室	240mm 砖+10mm 硫酸钡	100mm 砼	4mmPb	/
	注射室	240mm 砖	100mm 砼	4mmPb	3mmPb
	污废/储源间	240mm 砖+10mm 硫酸钡	100mm 砼	3mmPb	/
	患者走道	240mm 砖	100mm 砼	3mmPb	/
	清洁间、备用间	240mm 砖	100mm 砼	/	/
衰变池机房		370mm 砖	240mm 砼	3mmPb	/

注：除 ECT 机房、衰变池机房和功能用房防护门、注射察窗均为新增外，上表“+”前为原有屏蔽体，后为本次新增屏蔽体，新增屏蔽防护厚度均为屏蔽体双面防护厚度之和；除特别说明，本项目屏蔽体采用的砖密度不小于 1.65g/cm^3，混凝土（砼）密度不小于 2.35g/cm^3，铅密度不小于 11.3g/cm^3，硫酸钡密度不小于 3.2g/cm^3。

10.3.2. 辐射安全与防护措施

（1）警示标识和指示标识：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识以及“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。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、医护人员和放射性物质运输等指示路线标示。

（2）门禁控制系统：拟在核素治疗病区、核素治疗诊区各患者出入口防护门设置具有视频语音功能的双向门禁系统，采用人脸识别实现进出门双向控制，以便控制患者流向；拟在工作人员出入口、控制室、核素操作间、给药间、储源间、辐射废物暂存间等工作人员通道设置单向门禁，采用刷卡进门、出门按钮出门方式，拟根据工作人员岗

位给予对应区域进出权限，以限制无关人员入内。门禁系统拟设置检测阀功能，以确保防护门打开时间不超过预定时间。

（3）监控系统：拟在核素治疗科工作场所控制区内设置无死角24小时监控系统（卫生间区域除外），监控视频录像存储时间不小于90天，监控系统的监控中心拟设置在二层护士站，并拟在碘-131控制室、ECT控制室等区域分设监控显示屏。

（4）对讲系统：拟在核素治疗科工作场所控制区内设置对讲系统，拟在患者走道内设置呼叫装置，拟根据病房床位数量设置相同数量呼叫对讲装置，注射窗口处拟设置双向对讲装置，以便医护人员与患者间保持良好沟通。

（5）辐射监测系统：本项目拟在ECT机房候诊走道处设置1台全身动态辐射监测系统，用于开展接受^{131}I治疗的患者体外辐射剂量监测，以确保出院患者体外辐射水平满足相关标准要求；此外，拟在本项目核素治疗碘-131病区患者出入口以及衰变池机房内设置在线辐射监测探头，以提供辐射环境监测和报警功能。

（6）辐射工作人员防护措施：本项目拟为辐射工作人员配置个人防护用品、个人剂量计及辐射监测设备（详见表10-6），可基本满足本项目辐射工作需求。拟在核素治疗科各区出入控制区区域设置卫生通过间，卫生通过间内拟设置防护用品放置与穿戴、放射性污染监测以及紧急冲淋等空间。

（7）患者防护管理制度：本项目核素治疗科病区病房拟设置双人病房，各病床间设置铅防护屏。工作场所内拟设置门禁系统、监控呼叫系统和指引标识等以便合理控制患者流向，避免给药后患者未经许可离开，核素治疗科病区拟设全身动态辐射监测系统，确保患者满足出院剂量要求。

（8）放射性核素管理：本项目拟在核素治疗病区、核素治疗诊区分别设置放射性药物暂存功能用房（污废/储源间、储源室），拟在敷贴室内设置放射源贮存容器，放射性核素存放场所拟安装防盗门、24h闭路监视系统等，放射性核素存取实行双人双锁管理，确保符合安保要求，无关人员不得入内；放射性核素储存容器应具有相应辐射屏蔽能力，并定期开展辐射监测；放射性核素放置应合理有序、易于取放，建立完善放射性核素保管、领用和登记制度，相应的存、取、使用记录要详细、清晰。

（9）放射性废物管理：本项目拟在核素治疗病区、核素治疗诊区分别设置放射性

废物暂存间（污废/储源间、辐射废物暂存间），并在注射室、镥/粒子操作间、碘-131给药间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。本项目核素治疗科拟实行联单管理制度，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，拟于当天治疗工作结束后和患者全部出院后将收集的放射性废物转移至放废间专用衰变箱/桶内分类存放衰变，衰变后经检测合格再按要求进行处置。

（10）ECT 机房：拟在机房控制室侧墙体上设置视野良好铅玻璃观察窗，并在机房内安装摄像头及对讲装置，监控显示屏拟设置在控制台，以便控制室工作人员观察受检者状态及防护门开闭情况，并与患者保持有效沟通；拟在机房各防护门上粘贴电离辐射警告标志，拟在机房防护大门门框上方安装醒目工作状态指示灯箱，灯箱上拟设“射线有害，灯亮勿入”警示语，工作状态指示灯与防护门间拟设置联锁装置；ECT 机房控制室防护门拟采用平开门，拟安装自动闭门装置；ECT 机房患者防护门拟采用电动平移门，拟在电动防护门门框上设置红外防夹装置，门框间有遮挡物时无法正常关闭防护门，以防防护门夹伤人员；拟在 ECT 机房墙上、操作室设置急停按钮，急停按钮拟设置在人员易触及处，以便发生意外时可及时停止出束；机房内拟设置动力排风系统，接入工作场所放射性废气排风系统内。

（11）放射性衰变池：本项目拟在病房楼南侧地坪上新建一座衰变池机房，机房四周墙体和内部隔墙拟采取 370mm 实心砖，顶面采取 240mm 混凝土进行屏蔽，地面基础采取防渗处理。衰变池机房内拟建设 3 级推流式沉淀池+3 级槽式放射性废水衰变池，沉淀池拟采用混凝土浇筑，3 个沉淀池总有效容积约为 17.62m³，衰变池拟采用不锈钢一体式成品池子，单个池子有效容积 123m³，池子由厂家根据现场情况定制好后直接运至现场装配，本项目衰变池设计图详见附图 9。本项目放射性废水经沉淀后依次经沉淀池间导流孔由沉淀池 1 推流至沉淀池 2、沉淀池 3，沉淀池 3 内拟配置铰刀切割式水泵（一用一备）用于搅碎固态物体，防止和去除池底污泥硬化淤积，并将废水抽入衰变池，衰变池池内拟设置液位监测探头，废水达到设定液位后将停止进水，3 个衰变池轮替使

用，废水满足排放要求后再经由衰变池池内铰刀切割式水泵（一用一备）将废水抽出引至医院污水排放管内。衰变池池体外拟设置辐射剂量测量探头，排水管外拟设置自动取样测量系统，并与衰变控制系统联网控制，控制中心拟设置在医生办公室。

（12）通风设计：本项目核素治疗科工作场所内拟设置 3 套独立的新风系统、3 套独立的排风系统以及 2 条独立的通风柜/手套箱排风管道，衰变池机房内拟设置 2 条独立的排风管道（详见附图 6、附图 7），通风设计如下：

1）拟在核素治疗科诊区工作场所分别设置 1 套独立的新风系统和排风系统，新风量为 600m³/h，排风量为 1650m³/h，核素治疗科诊区各功能用房及患者走道拟设置排风口，排风口拟设置止回阀，以防止废气倒流，对工作场所造成交叉污染。工作场所废气经排风口收集后汇集至位于患者走道顶部总排风管，再经由原纯水机房南侧外墙排风立管引至病房楼（6 号楼）楼顶屋面排放，排放口前端拟依次安装活性炭吸附箱和高效过滤箱，排风口拟设置在离屋面地面 3m 高。敷贴室则拟采用自然通风。

2）拟在镥/粒子病区工作场所分别设置 1 套独立的新风系统和排风系统以及 1 条独立的通风柜/手套箱排风管道，镥/粒子病区工作场所新风量为 1500m³/h，排风量为 3700m³/h，通风柜/手套箱排风量为 2400m³/h。核素治疗科镥/粒子病区各功能用房（镥-177 病房、粒子病房、镥-177/粒子操作间、缓冲走道、卫生通过间、碘-131 控制室）、镥/粒子走道、ECT 机房、ECT 候诊走道拟设置排风口，排风口拟设置止回阀，以防止废气倒流，对工作场所造成交叉污染。工作场所废气经排风口收集后汇集至位于患者走道顶部总排风管，再依次通过镥-177/粒子操作间、缓冲走道，经由缓冲走道北侧外墙独立排风立管引至病房楼（6 号楼）楼顶屋面排放。镥-177/粒子操作间拟预留一条独立的通风柜/手套箱排风管道，管道经由缓冲走道北侧外墙独立排风立管引至病房楼（6 号楼）楼顶屋面排放。镥/粒子病区各排风系统的排放口前端均拟依次安装 2 台活性炭吸附箱和 2 台高效过滤箱，排风口拟设置在离屋面地面 3m 高。

3）拟在碘-131 病区工作场所分别设置 1 套独立的新风系统和排风系统以及 1 条独立的通风柜/手套箱排风管道，碘-131 病区工作场所新风量为 2000m³/h，排风量为 7000m³/h，通风柜/手套箱排风量为 2400m³/h。核素治疗科碘-131 病区各功能用房（甲癌病房、抢救室、辐射废物暂存间、储源室、碘-131 给药间）及甲癌患者走道拟设置排

风口，排风口后端拟设置止回阀，以防止废气倒流，对工作场所造成交叉污染。工作场所废气经排风口收集后汇集至位于患者走道顶部总排风管，再依次通过碘-131 给药间、缓冲走道，经由缓冲走道北侧外墙独立排风立管引至病房楼（6 号楼）楼顶屋面排放，排放口前端均拟依次安装 5 台活性炭吸附箱和 5 台高效过滤箱，排风口拟设置在离屋面地面 3m 高。碘-131 给药间拟预留一条独立的通风柜/手套箱排风管道，管道经由缓冲走道北侧外墙独立排风立管引至病房楼（6 号楼）楼顶屋面排放，排放口前端均拟依次安装 2 台活性炭吸附箱和 2 台高效过滤箱，排风口拟设置在离屋面地面 3m 高。

4）此外，本项目拟在衰变池机房衰变池区域和沉淀池区域分别设置一条独立的排风管道，排风量分别为 14400m³/h 和 3600m³/h，废气经排风管内高效过滤装置+活性炭吸附装置处置后由衰变池机房西侧排放口排出。

（13）制度上墙：拟在患者候诊和住院区域设置相应放射防护注意事项告知栏；拟在工作人员操作间、控制室等放射性核素及射线装置操作区域内张贴相应的辐射安全管理规章制度、操作规程和辐射事故应急预案等。

（14）清洁卫生要求：核素治疗科病区和核素治疗诊区拟分别配置清洁工具，各区域洁具不混用。

综上，本项目核素治疗科工作场所拟采取的辐射安全与防护措施可满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）、《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）以及《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中相关要求。

10.3.3. 核医学工作场所室内表面及装备结构要求

根据《核医学放射防护要求》GBZ 120-2020 中第 5.2 条，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下表：

表 10-5 不同核医学工作场所的室内表面及装备结构的基本放射防护要求

种类	分类		
	I类	II类	III类
结构屏蔽	需要	需要	不需要
地面	与墙壁接缝无缝隙	与墙壁接缝无缝隙	易清洗
表面	易清洗	易清洗	易清洗
分装柜	需要	需要	不必须
通风	特殊的强制通风	良好通风	一般自然通风
管道	特殊的管道[a]	普通管道	普通管道
盥洗与去污	洗手盆[b]和去污设备	洗手盆[b]和去污设备	洗手盆[b]
注：a：下水道宜短，大水流管道应有标记以便维修检测。			

b：洗手盆应为感应式或脚踏式等手部非接触开关控制。

根据表 10-3，本项目核素治疗科核素治疗病区主要为I类（储源室、镥/粒子操作间、碘-131 给药室、碘-131 病房、粒子病房、镥病房、ECT 机房患者走道）、II类（辐射废物暂存间）、III 类（卫生通过间、清洁间、ECT 控制室）工作场所，核素治疗科核素治疗诊区主要为 II 类（注射室）、III 类工作场所（污废/储源间、卫生通过间、清洁间、患者走道、预留用房）。本项目核素治疗科工作场所功能用房室内表面及装备结构设计如下：

（1）结构屏蔽：本项目核素治疗科工作场所各功能用房均采用实体结构屏蔽，屏蔽具体参数详见表 10-4。

（2）地面：本项目核素治疗科控制区内各卫生通过间、卫生间、清洁间等有水房间拟采用防滑地砖地面，地砖接缝拟做美缝并刷涂防水层；工作场所控制区其余各功能用房地面拟采用 PVC 卷材，地面 PVC 卷材与墙壁的连接采用 PVC 踢脚线，并采用圆弧设计，以保证连接处无缝隙。

（3）表面：本项目工作台面、注射台、通风柜/手套箱、洗手池/盆、污洗池等表面拟采用瓷砖/不锈钢材质等易清洗、防水、不易渗漏材料；卫生通过间、卫生间、清洁间等有水房间墙面拟采用瓷砖饰面，瓷砖接缝拟做美缝并刷涂防水层，吊顶拟采用有防潮层的铝扣板；工作场所控制区其余各功能用房地面墙面则拟采用易清洗、防水涂料饰面，吊顶拟采用无机复合高晶板。

（4）分装柜：本项目拟在镥/粒子操作间、碘-131 给药间分别设置通风柜/手套箱，通风柜/手套箱拟设置独立通风管道，废气经专用管道引至楼顶排放。

（5）通风：本项目非密封工作场所控制区拟设置独立新风、排风系统，拟采取强制通风，可保持工作场所的负压，各排放口均拟设置于本项目工作场所所在楼楼顶屋面，且排放口前端均拟安装活性炭过滤装置和高效过滤装置，医院拟定期进行通风系统过滤性能的检查与维护，及时更换失效的过滤器，以保证其有效性。本项目通风设计详见报告 10.3.2.节。

（6）管道：本项目衰变池拟紧邻本项目核素治疗科工作场所南侧建设，距离较近，管道较短。排水管道拟采用地埋式，部分区域拟沿现有地下管沟布设，不裸露在外，排

水管道坡度不小于 0.007。大水流管道处拟按要求设置标记，以便维修检测。

（7）盥洗与去污：本项目工作场所控制区内卫生间便器拟采用脚踏式或感应式冲洗阀，洗手盆拟采用感应式龙头式等手部非接触开关控制。

综上，本项目核素治疗科工作场所室内表面及装备结构设计可满足《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）中相关要求

10.3.4. 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、转移等操作须在通风柜/手套箱内进行，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，放射性操作之后应对工作台、设备、地面及个人防护用品等进行表面污染检查，如表面污染水平超过 GB18871-2002 中规定的控制水平，医院应封闭工作场所，控制人员走动，经去污、监测符合标准后方可重新开展业务，如辐射工作人员出现手、皮肤、内衣、工作袜等出现污染情况，应立即暂停放射性物质操作，并及时进行去污，评估其受照射剂量，并根据评估结果采取下一步措施（调整工作或接受治疗等），工作人员在表污检测有污染后应进行淋浴；

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

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

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医疗废

物进行处置。

10.3.5. 辐射防护用品及检测仪器

本项目辐射防护用品及检测仪器配置计划见下表：

表 10-6 本项目辐射防护用品及检测仪器配置计划一览表

类别		拟配置数量	拟配置场所	备注
防护用品	一体式铅衣、铅手套、铅围脖、铅帽	4 套	核素治疗诊区 1 套、核素治疗病区 3 套	利旧
	铅眼镜	1 副	核素治疗病区	利旧
	通风柜/手套箱	2 台	镥、粒子操作间	拟新购 1 台
	铅废物收集桶	6 个	碘给药室、镥/粒子操作间、锶/锝注射室、各区患者走道各 1 个	利旧
	铅废物衰变桶/箱	5 个	核素治疗病区辐射废物暂存间 3 个、核素治疗诊区污废/储源间 2 个	利旧
	铅屏风	7 块	镥-177 病房、粒子病房、5 间碘-131 双人病房各 1 块	利旧
	储源保险箱/柜	1 个	敷贴治疗室	拟新购
	放射性污染防护服	若干	核素治疗诊区、核素治疗病区	拟新购
检测设备	个人剂量计	1 个/人	/	利旧
	个人剂量报警仪	2 台	核素治疗诊区、核素治疗病区各 1 台	利旧
	表面污染监测仪	2 台	核素治疗诊区、核素治疗病区各 1 台	拟新购 1 台
	X-γ剂量率测量仪	1 台	核素治疗科	利旧
	全身辐射动态监控仪	1 台	ECT 候诊走道	利旧

注：利旧辐射防护用品及检测仪器应经监测满足原工作场所退役时放射性表面污染控制水平后方可搬离至本项目工作场所使用。

二、三废的治理

1、放射性废水治理措施：根据源项分析可知，本项目放射性废水主要 ^{131}I、^{177}Lu 治疗患者住院期间的排泄和冲洗废水以及工作场所清洁废水（含场所清洁、紧急冲淋），放射性废水最大产生量约为 505.5m^3/年。

本项目拟在核素治疗科工作场所南侧新建一座放射性废水衰变池机房，衰变池机房内拟建设 3 级推流式沉淀池+3 级槽式放射性废水衰变池，3 个沉淀池总有效容积约为 17.62m^3，衰变池有效容积 123m^3，3 个衰变池总有效容积 369m^3。本项目核素治疗科工作场所内产生的放射性废水拟通过专用管道引至衰变池机房，依次经沉淀池、衰变池贮存衰变一定时间且经检测满足放射性废水排放限值后再排入医院污水处理站做进一步处理，最终排入市政污水管网。

根据后文表 11 的第 11.2.6 节分析结果可知，本项目核素治疗科拟新建的放射性废

水衰变池容积可满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）与《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中有关放射性废水处置和排放限值要求。

2、放射性废气治理措施：根据源项分析可知，本项目核素治疗科使用的 ^{125}I、^{90}Sr-^{90}Y 为密封放射源，^{89}Sr、^{223}Ra、^{177}Lu 标记的放射性药液具有较低的蒸汽压，正常条件下不易挥发，因此本项目核素治疗病区的放射性废气主要来自于 ^{131}I 的挥发以及 ^{223}Ra 衰变产生的气态子体核素 ^{219}Rn。此外，本项目在使用 SPECT-CT 扫描时，X 射线可使空气电离产生少量有害气体。

本项目核素治疗科工作场所内拟设置3套独立的排风系统和2条独立的通风柜/手套箱排风管道，衰变池机房内拟设置 2 条独立的排风管道。核素治疗科诊区、镥/粒子病区和碘-131 病区拟分别设置 1 套独立的排风系统，各功能用房拟设置排风口，排风口拟设置止回阀，以防止废气倒流，对工作场所造成交叉污染。工作场所废气经排风口收集后汇集至位于患者走道顶部总排风管，再经由原纯水机房南侧外墙排风立管引至病房楼（6号楼）楼顶屋面排放，排放口前端拟安装活性炭吸附箱和高效过滤箱，排风口拟设置在离屋面地面 3m 高。碘-131 给药间、镥-177/粒子操作间拟分别预留一条独立的通风柜/手套箱排风管道，管道经由缓冲走道北侧外墙独立排风立管引至病房楼（6 号楼）楼顶屋面排放，排放口前端均拟依次安装活性炭吸附箱和高效过滤箱，排风口拟设置在离屋面地面 3m 高。衰变池机房衰变池区域和沉淀池区域拟分别设置一条独立的排风管道，废气经排风管内高效过滤装置+活性炭吸附装置处置后由衰变池机房西侧排放口排出。本项目核素治疗科工作场所内废气经过滤后排放，对项目周围环境影响很小。医院拟根据实际情况及时更换活性炭，更换下来的废活性炭按照放射性固体废物进行处理。

3、放射性固废治理措施：根据源项分析可知，本项目放射性固废主要为给药时产生的一次性注射器、服药口杯、污染棉签、放射性药品包装、一次性防护用品（口罩、鞋套、手套等）等，给药后患者住院时产生的放射性污染被服和其他废物，去污过程中产生的放射性废物，^{90}Sr-^{90}Y 密封放射源退役后产生的废旧放射源以及通风系统定期维护时更换的废旧活性炭。

本项目核素治疗科诊区和病区拟分别设置放射性废物暂存间，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。核素治疗诊区收集的废物拟

于下班后集中送至固废/储源间衰变箱内贮存衰变核素十倍半衰期以上时间，经过检测达到清洁解控水平后按一般医疗废物处置；核素治疗病区收集的废物拟于患者出院后集中送至辐射废物暂存间衰变箱内贮存衰变核素十倍半衰期以上时间，含 ^{131}I 放射性固废拟暂存 180 天以上时间，经过检测达到清洁解控水平后按一般医疗废物处置；核素治疗患者住院过程中产生的放射性污染被服拟在辐射废物暂存间内至少患者住院过程中产生的放射性污染被服和其他废物，放射性污染被服拟在患者出院后收集至辐射废物暂存间内，拟至少存放衰变一倍核素半衰期后再进行洗消和再利用一倍核素半衰期后再进行洗消和再利用。^{90}Sr-^{90}Y 密封放射源退役后产生的废旧放射源拟放置在原储源容器内并暂存在储源柜中，由厂家收回更换。开展 ^{125}I 粒子植入治疗项目时，如发生粒子源遗漏或从患者体内意外排出，拟采用镊子收集至铅罐内作为放射性废物存放衰变处置，直至其满足清洁解控水平。

用来收集放射性固体废弃物的专用污物桶、衰变箱须贴上电离辐射标志，并与普通医疗废物分开收储，每次收集时收集袋表面应贴上标签，标明物品及封存时间。此外，医院剩余的药物也应该统一存放于专用容器中，放置在放射性固体废物间存放达到清洁解控水平，经检测符合相关规定后，当作医疗废物处理。

1）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。

2）供收集废物的污物桶具有外防护层和电离辐射警示标志。污物桶内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。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。

3）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：$\alpha<0.08Bq/cm^2$；$\beta<0.4Bq/cm^2$。

4）放射性废物间出入处设电离辐射警告标志。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。

5）本项目产生的放射性固体废物收集后，置于专用衰变箱内暂存，待暂存时间满足 HJ1188-2021 中相关处置要求后，放射性固废按照医疗废物的管理要求进行处置，实行联单管理制度，跟踪固废的处理方式和最终去向，并做好相关的记录台账。

表 11 环境影响分析

一、建设阶段对环境的影响

根据前节工程分析介绍，本项目施工期主要是对核素治疗科拟建场址各功能用房及辅助设施进行改造与重新装修。施工期主要的污染因子有：噪声、扬尘、废水、固体废物及设备安装及调试过程可能产生的放射性污染。

1、扬尘、废气等防治措施

主要为项目改造、装修过程中机械敲打、钻洞墙体等产生的粉尘以及装修材料中释放的有机废气。为减小施工期间扬尘对外界环境的影响，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，通过选用合格的、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、废水防治措施

施工期间产生的废水主要为施工人员的生活污水。生活污水依托医院的排水系统，进入市政污水管网。

3、噪声防治措施

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

4、固体废物防治措施

施工期固体废物主要为建筑垃圾、装修垃圾。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。

5、设备安装及调试过程可能产生的放射性污染及防治措施

本项目 SPECT-CT 设备的安装和调试均在机房内完成，由厂家专业人员进行，医院方不得自行拆卸、安装设备，并应保证各屏蔽体屏蔽到位，安装调试期间操作人员必须持证上岗并采取足够的个人防护措施。在设备安装调试阶段，应加强辐射防护管理，在机房门外设立辐射警示标志，禁止无关人员靠近，人员离开时必须保证防护门关闭并派人看守。

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。

二、运行阶段对环境的影响

11.1 评价原则

（1）基本原则：对于符合正当化的放射工作实践，以防护最优化为原则，使各类人员的受照当量剂量不仅低于规定的限值，而且控制到可以合理做到的尽可能低的辐射水平。这一考虑包括正常运行、维修、退役以及应急状态，也包括了具有一定概率导致重大照射的潜在照射情况。

（2）剂量管理目标值：放射工作人员 5mSv/a，公众 0.1mSv/a。

（3）关注点选取原则：取距工作场所或机房屏蔽体外人员可达处的周围剂量当量最大的位置作为关注点。本项目位于一层，底部为房屋地基，无地下室，故不对工作场所底部辐射防护进行评价。

11.2 辐射防护评价

11.2.1 α射线（^{223}Ra）的辐射防护评价

11.2.1.1 计算公式

α粒子在不同介质中的射程 R 采用《辐射防护手册》（第一分册）第 419 页 9.1 节中公式计算：

在标准状态下的空气中的射程：$R = 0.323E_{\alpha}^{3/2}$ （式 11-1）

在机体组织和水中的射程：$R' = 0.00122R$ （式 11-2）

式中：

R —— α粒子在标准状态下的空气中的射程，cm；

R' —— α粒子在机体组织和水中的射程，cm；

E_{α} —— α粒子的最大能量，MeV。

11.2.1.2 计算参数及辐射防护评价

本项目核素治疗科诊区使用的 ^{223}Ra 为α衰变核素，衰变平衡体系中释放的α粒子能量范围 5.0~7.5MeV，根据式 11-1 和式 11-2，^{223}Ra 核素衰变平衡体系中释放的α粒子在空气中的射程约为 6.6cm，在生物组织和水中的射程为 80.9μm，极易屏蔽。本项目放射工作人员在操作放射性药物时拟佩戴医用手套与使用专用防护用具，并严格遵守操作规

程，不会直接接触放射性核素。因此，本项目 ^{223}Ra 衰变产生的α射线对职业人员和公众辐射影响是很小的，故本报告不分析其对环境的辐射影响。

11.2.2 β射线的辐射防护评价

11.2.2.1 计算公式

①β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：

$$d = \frac{1}{2\rho} E_{\beta max} \qquad （式 11-3）$$

式中：

d —— 最大射程，cm；

ρ —— 屏蔽材料密度，g/cm^3；

$E_{\beta\,max}$ —— β粒子的最大能量，MeV。

②无辐射屏蔽时，轫致辐射在空气中的吸收剂量率计算公式

轫致辐射影响评价公式参考《辐射剂量与防护》（霍雷、刘剑利、马永和）：

$$H_0=4.59\times10^{-14}AZ(E_b/r)^2\cdot(\mu_{en}/\rho)_a \qquad （式 11- 4）$$

式中：

H_0 —— 屏蔽层中β粒子产生的轫致辐射在 r(m)处空气中的吸收剂量率，Gy/h；

E_b —— 轫致辐射平均能量，MeV，约为入射β射线的最大能量的 1/3，即 $E_b \approx E_{max}/3$；

r —— 距离辐射点的距离，m

$(\mu_{en}/\rho)_a$ —— 是平均能量为 E_b 的轫致辐射在空气中的质量能量吸收系数，m^2/kg，由《辐射剂量与防护》表 1-2 查得。

A —— 放射源活度，Bq

Z —— 屏蔽材料的有效原子序数

③有辐射屏蔽时，随距离变化的空气吸收剂量率计算公式：

$$H=H_0\times2^{-dp/HVL} \qquad （式 11- 5）$$

式中：

H_0 —— 无辐射屏蔽时，在距源 r 米处的空气吸收剂量率，Gy/h

H —— 屏蔽减弱后，在距源 r 米处的空气吸收剂量率，Gy/h

HVL —— 半值层厚度，mm，参考《辐射剂量与防护》（霍雷、刘剑利、马永和）

表 6-10 取值；

dp —— 屏蔽层厚度，mm。

表 11-1 β射线在各种介质中理论最大射程

核素	β射线最大能量（MeV）	最大射程 cm					
		空气（1.29×10^{-3} g/cm^3）	组织或水（1g/cm^3）	有机玻璃（1.18g/cm^3）	混凝土（2.35g/cm^3）	铅玻璃（7.36g/cm^3）	铅（11.3g/cm^3）
^{89}Sr	1.460	565.89	0.73	0.62	0.31	0.10	0.06
^{90}Y（^{90}Sr-^{90}Y）	2.284	885.27	1.14	0.97	0.49	0.16	0.10

根据上表可知，本项目使用的 ^{131}I、^{177}Lu、^{223}Ra、^{89}Sr、^{90}Sr-^{90}Y 核素衰变过程释放的β射线射程较短，易被放射性药液/放射源本身、盛放放射性核素的玻璃器皿/外部金属包壳屏蔽吸收，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造成外照射危害的影响是很小的。本项目职业工作人员在操作放射性核素整个过程中拟穿戴铅防护服等个人防护用品，并使用远距离操作工具，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。但β射线被放射源本身以及源周围的其他物质阻止时会产生韧致辐射，韧致辐射会对周围环境产生外照射危害，辐射污染。

表 11-2 无屏蔽时韧致辐射所致的辐射剂量率

核素	单次最大操作活度 Bq	β射线最大能量（MeV）	Z	$(\mu_{en}/\rho)_a$	1m 处辐射剂量率 H_0（μGy/h）
^{89}Sr	1.85E+08	1.460	10.6	2.951E-03	0.06
^{90}Y(^{90}Sr-^{90}Y)	1.48E+09	2.284	38	2.896E-03	4.35
注：^{90}Sr-^{90}Y 密封源考虑韧致辐射由源体发出，Z 取 38；其余核素考虑韧致辐射由盛放的玻璃容器发出，Z 取 10.6。					

由上表可得，屏蔽后韧致辐射所致各关注点γ空气吸收剂量率如下：

表 11-3 屏蔽后核素治疗科诊区韧致辐射所致各关注点的辐射剂量率

关注点		计算参数				计算结果
		H_0（μGy/h）	关注点距源距离 m	*dp*（mm）	*HVL*（mm）	*H*（μGy/h）
敷贴室（^{90}Sr-^{90}Y）	敷贴器外--手部	4.35	0.1	-	-	435.0
	敷贴器外--身体	4.35	0.5	0.5mmPb 铅衣	7	16.6
	四周墙外 30cm 处	4.35	2.04	240mm 砖	62	0.06
				10mm 硫酸钡	32	
	防护门外 30cm 处	4.35	1.8	4mmPb	7	0.90
	顶板外 30cm 处	4.35	2.8	100mm 砼	44	0.12
污废/储源间（^{89}Sr）	四周墙外 30cm	0.06*3	1.0	240mm 砖	52	<0.001
				10mm 硫酸钡	27	
				5mmPb 铅罐	4	

	防护门外	0.06*3	1.0	3mmPb+5mm Pb 铅罐	4	0.05
	顶部外 30cm	0.06*3	2.8	100mm 砼	36	0.001
				5mmPb 铅罐	4	
注射室、患者走道（^{89}Sr）	注射位-手部	0.06	0.05	-	-	24.0
	注射位-身体	0.06	0.5	3mmPb+0.5mmPb 铅衣	4	0.13
	四周墙外 30cm	0.06	2.04	240mm 砖	52	<0.001
	防护门外 30cm	0.06	1.8	3mmPb	4	0.01
	顶部外 30cm	0.06	2.8	100mm 砼	36	0.001

由上表估算结果可知，本项目核素治疗科诊区工作场所及敷贴室屏蔽体外 30cm 处γ辐射剂量率均低于 2.5μSv/h，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）中放射工作场所周围剂量率控制水平要求。储源状态下 ^{90}Sr-^{90}Y 敷贴器储存在贮源箱中，储源室外γ辐射剂量率将进一步降低，环评要求贮源箱表面 5cm 及表面 100cm 处周围剂量当量率应满足《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）要求。

11.2.3 γ射线的辐射防护评价

11.2.3.1 计算公式

γ射线的辐射影响根据《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）附录I式（I.1）变形计算关注点剂量率：

$$H_p = A \times \Gamma \times r^{-2} \times 10^{-x/TVL} \quad （式 11-6）$$

式中：

H_p—— 经屏蔽后，关注点处的剂量率，μSv/h；

A —— 放射源的预期最大放射性活度，MBq；

Γ ——剂量率常数，μSv•m^2•h^{-1}•MBq^{-1}；

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。

11.2.3.2 计算参数

（1）剂量率常数（f），μSv•m^2•h^{-1}•MBq^{-1}

表 11-4 放射性核素剂量率常数一览表

核素名称	日最大操作量	剂量率常数（μSv•m^2•h^{-1}•MBq^{-1}）	裸源所致 1m 处

	（Bq）	注射前（裸源）	注射后（患者体内）	辐射剂量率 H_0（μGy/h）
^{131}I	1.18E+11	0.0595	0.0583	7021
^{177}Lu	7.40E+09	0.0020	-	14.8
^{125}I	8.88E+09	0.0165	-	146.5

注：^{131}I、^{125}I 剂量率常数查 GBZ120-2020 附录表 H.1 和表 L.1；^{177}Lu 剂量率常数查《辐射防护手册（第一分册）》（李德平、潘自强主编）表 1.11，$1R·m^2/(h·Ci) = 0.235μGy·m^2/(h·MBq) = 0.235μSv·m^2/(h·MBq)$，γ 射线辐射权重因子取 1。

（2）核素预期最大放射性活度（*A*），MBq

表 11-5 核素最大操作放射性活度取值一览表

工作场所		说明	最大放射性活度 A（MBq）
核素治疗科镥/粒子病区（^{177}Lu）	储源室	日最大操作量 7.40E+09Bq	7400
	镥/粒子操作间	日最大操作量 7.40E+09Bq	7400
	镥-177 病房	单个患者最大给药量 7.40E+09Bq，最多 1 人/次	7400
核素治疗科镥/粒子病区（^{125}I 粒子）	储源室	日最大操作量 8.88E+09Bq	8880
	镥/粒子操作间	患者最大植入量 4.44E+09Bq	4440
	粒子病房	病房最多 2 人同时入住，单个患者最大植入量 4.44E+09Bq	8880
	ECT 机房	患者最大植入量 4.44E+09Bq	4440
核素治疗科甲癌病区（^{131}I）	储源间	供药商按单个患者用量分装发货，本项目单个患者最大给药量 7.40E+09Bq，日最大给药 16 人次，日最大操作量 1.18E+11Bq	118400
	碘-131 给药间	单个患者依次给药，单个患者最大给药量 7.40E+09Bq	7400
	病房 1~6、抢救室	病房 1~6、抢救室最多 1 人入住，单个患者最大给药量 7.40E+09Bq	7400
	病房 8~12	病房 8~12 最多 2 人同时入住，单个患者最大给药量 7.40E+09Bq	14800
	ECT 机房	患者满足出院要求，体内 ^{131}I 放射性活度降至 400MBq 以下，保守取 400MBq	400

（3）*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	γ射线最大能量（MeV）	*TVL*（mm）			
		铅(11.3g/cm³)	砖(1.65g/cm³)	砼(2.35g/cm³)	硫酸钡(3.2g/cm³)
^{131}I	0.602	11	240	170	125
^{177}Lu	0.208	5	163	142	58
^{125}I	0.036	0.2	28	20	5

注：^{177}Lu、^{125}I 的 TVL 值查《辐射防护手册（第三分册）》表 2.12 得。

11.2.3.3 场所辐射水平计算

根据上述公式及计算参数估算本项目对周边环境辐射剂量率的影响，具体结果见下表：

表 11-7 核素治疗科锝/粒子病区工作场所辐射剂量率计算参数及结果一览表

关注点		计算参数					计算结果
		A（MBq）	f μSv·m²/（MBq·h）	R（m）	x	TVL (mm)	H_p（μSv/h）
储源室（^{125}I）	四周墙外 30cm	8880	0.0165	2.04	240mm 砖	28	<0.001
	防护门外	8880	0.0165	1.8	7mmPb	0.2	<0.001
	顶部外 30cm	8880	0.0165	2.8	100mm 砼	20	<0.001
锝/粒子操作间（^{125}I）	分装-手部	8880	0.0165	0.15	0.25mmPb 铅手套	0.2	366.2
	分装-身体	8880	0.0165	0.5	1mmPb 铅屏	0.2	0.006
	四周墙外 30cm	8880	0.0165	2.04	240mm 砖	28	<0.001
					30mm 硫酸钡	5	
	防护门外 30cm	8880	0.0165	1.8	4mmPb	0.2	<0.001
	顶部外 30cm	8880	0.0165	2.8	120mm 砼	20	<0.001
ECT 机房（^{125}I）	手术位-手部	4440	0.0165	0.15	0.25mm 铅手套	0.2	183.1
	手术位-身体	4440	0.0165	0.5	0.5mm 铅衣	0.2	0.93
	四周墙外 30cm	4440	0.0165	3.67	370mm 砖	28	<0.001
	观察窗外 30cm	4440	0.0165	3.6	4mmPb	0.2	<0.001
	防护门外 30cm	4440	0.0165	3.6	4mmPb	0.2	<0.001
	顶部外 30cm	4440	0.0165	2.9	240mm 砼	20	<0.001
粒子病房（^{125}I）	东墙外 30cm	4440*2	0.0165	3.16	240mm 砖	28	<0.001
	南墙外 30cm	4440	0.0165	1.85	240mm 砖	28	<0.001
		4440	0.0165	4.37			
	西墙外 30cm	4440*2	0.0165	1.99	240mm 砖	28	<0.001
	北墙外 30cm	4440	0.0165	2.48	240mm 砖	28	<0.001
		4440	0.0165	5.00			
	防护门外 30cm	4440	0.0165	2.48	3mmPb	0.2	<0.001
		4440	0.0165	5.00			
	顶部外 30cm	4440*2	0.0165	3.07	120mm 砼	20	<0.001
储源室（^{177}Lu）	四周墙外 30cm	7400	0.0020	2.04	240mm 砖	163	<0.001
					20mm 铅罐	5	
	防护门外	7400	0.0020	1.8	7mmPb+20mm 铅罐	5	<0.001
	顶部外 30cm	7400	0.0020	2.8	100mm 砼	142	<0.001
					20mm 铅罐	5	
锝/粒子操作间（^{177}Lu）	分装柜外 5cm	7400	0.0020	0.25	10mmPb	5	2.37
	分装柜外 30cm	7400	0.0020	0.5	10mmPb	5	0.59
	分装-手部	7400	0.0020	0.1	-		1480
	分装-身体	7400	0.0020	0.5	10mmPb+0.5mm 铅衣	5	0.47
	四周墙外 30cm	7400	0.0020	2.04	240mm 砖	163	0.04
					30mm 硫酸钡	58	
	防护门外 30cm	7400	0.0020	1.8	4mmPb	5	0.72

	顶部外 30cm	7400	0.0020	2.8	120mm 砼	142	0.27
镥-177 病房（^{177}Lu）	东墙外 30cm	7400	0.0020	1.54	240mm 砖	163	0.10
					20mm 硫酸钡	58	
	南墙外 30cm	7400	0.0020	1.85	240mm 砖	163	0.07
					20mm 硫酸钡	58	
	西墙外 30cm	7400	0.0020	2.9	240mm 砖	163	0.03
					20mm 硫酸钡	58	
	北墙外 30cm	7400	0.0020	2.48	240mm 砖	163	0.04
					20mm 硫酸钡	58	
	防护门外 30cm	7400	0.0020	1.8	4mmPb	5	0.72
	顶部外 30cm	7400	0.0020	2.8	120mm 砼	142	0.12
					20mm 硫酸钡	58	

根据上表估算结果可知，本项目核素治疗科病区工作场所开展 ^{125}I 粒子植入、^{177}Lu 治疗项目时，工作场所屏蔽体外 30cm 处剂量率低于 2.5μSv/h 剂量率控制目标，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）标准中放射工作场所周围剂量率控制水平要求。且考虑屏蔽后，本项目开展 ^{125}I 粒子植入治疗时其对工作场所周围辐射环境影响基本可以忽略不计。

表 11-8 核素治疗科甲癌病区工作场所辐射剂量率计算参数及结果一览表

关注点（^{131}I）		计算参数					计算结果
		A（MBq）	f μSv·m^2/（MBq·h）	R（m）	x	TVL (mm)	H_p（μSv/h）
储源室	四周墙外 30cm	118400	0.0595	1.73	240mm 砖	240	0.007
					50mmPb 铅罐	11	
	防护门外	118400	0.0595	1.8	7mmPb+50mmPb 铅罐	11	0.01
	顶部外 30cm	118400	0.0595	2.8	100mmC18 砼	170	0.007
					50mmPb 铅罐	11	
碘-131 给药间	分装柜外 5cm	7400	0.0595	0.25	40mmPb	11	1.63
	分装柜外 30cm	7400	0.0595	0.5	40mmPb	11	0.41
	给药-手部	7400	0.0595	0.15	0.5mmPb 铅手套	11	17624.3
	给药-身体	7400	0.0595	0.5	40mmPb+0.5mmPb 铅衣	11	0.37
	四周墙外 30cm	7400	0.0595	1.73	240mm 砖	240	7.04
					40mm 硫酸钡	125	
	防护门外 30cm	7400	0.0595	2.25	11mmPb	11	8.70
	顶部外 30cm	7400	0.0595	2.8	100mmC18 砼	170	1.79
					10mm 铅板	11	
ECT 机房	四周墙外 30cm	400	0.0583	3.67	370mm 砖	240	0.05
	观察窗外 30cm	400	0.0583	3.6	4mmPb	11	0.78
	防护门外 30cm	400	0.0583	3.6	4mmPb	11	0.78
	顶部外 30cm	400	0.0583	2.9	240mm 砼	170	0.11
病房 1-6	病房 6 东墙外	7400	0.0583	1.59	240mm 砖	240	1.53

	30cm				8mm 铅板	11	
					40mm 硫酸钡	125	
	东、西墙外 30cm	7400	0.0583	1.58	240mm 砖	240	8.27
					40mm 硫酸钡	125	
	南墙外 30cm	7400	0.0583	2.05	240mm 砖	240	4.94
					40mm 硫酸钡	125	
	北墙外 30cm	7400	0.0583	3.17	240mm 砖	240	0.99
					80mm 硫酸钡	125	
	防护门外 30cm	7400	0.0583	1.97	12mmPb	11	9.02
	病房 1 顶部外 30cm	7400	0.0583	2.8	120mmC18 砼	170	0.07
					24mm 铅板	11	
	其他病房顶部外 30cm	7400	0.0583	2.8	100mmC18 砼	170	0.50
					16mm 铅板	11	
病房 8-12	东、西墙外 30cm	7400*2	0.0583	2.04	240mm 砖	240	9.96
					40mm 硫酸钡	125	
	南墙外 30cm	7400	0.0583	1.93	240mm 砖	240	1.15
					80mm 硫酸钡	125	
					5mm 铅板	11	
		7400	0.0583	4.45	240mm 砖	240	
					80mm 硫酸钡	125	
					5mm 铅板	11	
					10mmPb 铅屏	11	
	北墙外 30cm	7400	0.0583	2.48	240mm 砖	240	3.46
					40mm 硫酸钡	125	
		7400	0.0583	5.00	240mm 砖	240	
					40mm 硫酸钡	125	
					10mmPb 铅屏	11	
	防护门外 30cm	7400	0.0583	2.24	12mmPb	11	7.17
		7400	0.0583	4.76	12mmPb+10mmPb 铅屏	11	
	顶部外 30cm	7400*2	0.0583	3.07	120mmC18 砼	170	0.63
					16mm 铅板	11	
抢救室	东墙外 30cm	7400	0.0583	2.78	240mm 砖	240	1.28
					80mm 硫酸钡	125	
	南墙外 30cm	7400	0.0583	2.34	240mm 砖	240	1.81
					80mm 硫酸钡	125	
	西墙外 30cm	7400	0.0583	1.78	240mm 砖	240	6.52
					40mm 硫酸钡	125	
	北墙外 30cm	7400	0.0583	4.63	240mm 砖	240	0.96
					40mm 硫酸钡	125	
	防护门外 30cm	7400	0.0583	4.35	12mmPb	11	1.85
	顶部外 30cm	7400	0.0583	2.8	120mmC18 砼	170	1.34
					10mm 铅板	11	

根据上表估算结果可知，本项目核素治疗科病区工作场所开展 ^{131}I 核素治疗项目时，监督区屏蔽体外 30cm 处剂量率低于 2.5μSv/h 剂量率控制目标，控制区内屏蔽体外 30cm 处剂量率均低于 10μSv/h，且满足《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）标准中放射工作场所周围剂量率控制水平要求。

11.2.4 SPECT-CT 的环境辐射防护评价

参照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中对 CT 机的相应要求对本项目 ECT 机房放射防护技术要求进行评价，具体如下：

表 11-9 ECT 机房放射防护技术要求与 GBZ130-2020 的对照表

防护技术要求	ECT 机房	标准要求	是否满足要求
最小有效使用面积	6.00m×6.60m=39.6m^2	30m^2	满足
最小单边长度	6.00	4.5m	满足
四周墙体	370mm 砖（约等效于 3.36mmPb）	2.5mmPb	满足
顶板	240mm 砼（约等效于 2.77mmPb）		满足
防护门	铅防护门，4mmPb		满足
观察窗	铅玻璃，4mmPb		满足
注：1、本项目 ECT 机房下方无地下室，为地下土层；2、表中换算等效铅当量时保守按照 150kV 有用线束来考虑，砼、砖铅当量分别根据 GBZ 130-2020 附录 C 和《辐射防护手册第三分册》表 3.3 计算得出；3、密度不小于 1.65g/cm^3，砼密度不小于 2.35g/cm^3，铅密度不小于 11.3g/cm^3。			

根据上表可知，本项目 ECT 机房的使用面积及单边长度、机房屏蔽防护厚度以及放射防护设施均能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中的相应要求。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），考虑 CT 机机房单边长度满足 4.5m、机房屏蔽防护厚度满足 2.5mmPb 要求时，机房外辐射剂量率恰好满足“CT 机机房外的周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/h”的要求，则本项目 ECT 机房外的周围剂量当量率见下表：

表 11-10 本项目 ECT 机房外的周围剂量当量率计算参数及结果

关注点		计算参数			计算结果
		屏蔽体厚度 X（mmPb）	B	源至关注点距离（m）	H(μSv/h)
GBZ130-2020 推荐屏蔽防护要求		2.5	3.07E-4	4.5/2	2.5 (剂量限值)
ECT 机房	四周墙体外 30cm 处	3.36	5.21E-5	3.67	0.16
	顶板外 100cm 处	2.77	1.73E-4	3.82	0.49
	防护门外 30cm 处	4	1.50E-5	3.67	0.05
	观察窗外 30cm 处	4	1.50E-5	3.67	0.05
注：1、本项目 ECT 机房内拟配置的 SPECT-CT 最大管电压为 150kV，根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 中表 C.2 取值，α、β、γ分别为 1.757、5.177、0.3156；2、B 值根据 GBZ130-2020 附录 C 中公式（C.1）计算所得，关注点剂量率与 B 成反比；3、关注点剂量率与距离的平方成反比。					

11.2.5 人员受照剂量

11.2.5.1 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射线产生的外照射人均年有效剂量当量计算公式如下：

$$H_d = H \times t \times T \times 10^{-3} \qquad （式 11-7）$$

式中：

H_d —— X、γ射线外照射人均有效剂量当量，mSv/a；

H —— 关注点处剂量率，μSv/h；

t —— X、γ 射线照射时间，h/a；

T —— 居留因子。

11.2.5.2 计算参数

（1）受照时间

根据本项目工作流程可知，本项目职业工作人员主要考虑核素分装/给药操作位、ECT 机房控制位等区域，根据各岗位辐射工作人员实际工作最大时间进行计算，具体如下：本项目核素治疗科工作人员年最大工作 250 天，每天工作 8h。本项目核素治疗科诊区 ^{89}Sr 治疗人数最多分别不超过 3 人/天（300 人/年）、采用静脉注射给药，给药时间不超过 2min/人次；^{90}Sr-^{90}Y 敷贴治疗人数不超过 5 人/天（500 人/年），单次敷贴治疗操作时间（敷贴器发放、回收）不超过 5min/人次。本项目核素治疗科病区 ^{131}I 治疗人数最多不超过 16 人/天（1600 人/年），采用成品胶囊制剂口服给药，每人次给药时间不超过 0.5min，患者出院前需进行扫描，扫描时间不超过 10min/人次；^{177}Lu 治疗人数最多不超过 1 人/天（50 人/年）采用床旁自动输液系统静脉输液给药，每人次给药前、后准备时间（活度测定、输液系统连接、回收等）不超过 5min，患者输液时间约为 30min；^{125}I 粒子植入人数不超过 2 人/天（300 人/年），每次植入前准备时间（活度测定、粒子分装、装靶消毒等）不超过 30min，植入手术时间不超过 2h/人次，其中植入后扫描时间不超过 5min/人次。

表 11-11 本项目放射工作人员受照射时间一览表

工作场所		每次操作照射时长	年操作次数/照射天数	年照射时间（h/a)
核素治疗科诊区	^{89}Sr 给药	2min/人	300 人/a	10
	敷贴器发放、回收	5min/人	500 人/a	41.7

核素治疗科病区	^{131}I 给药	0.5min/人	1600 人/a	13.3
	^{131}I 患者扫描	10min/人	1600 人/a	266.7
	^{177}Lu 治疗准备	5min/人	50 人/a	4.2
	^{125}I 治疗准备	30min/次	300 人/a	150
	^{125}I 粒子植入手术	2h/人	300 人/a	600
	^{125}I 粒子植入患者扫描	5min/人	300 人/a	25

根据本项目平面布局图可知，本项目核素治疗科病区四周主要为道路、走道、设备（新风、排烟等）机房等，公众受照时间按全天受照时间 8h，年受照 250d 考虑，即年工作时间 2000h。核素治疗科病区顶部为本项目核素治疗科工作场所办公区域和普通病房，其中办公区域按全天工作时间 8h 考虑，即年工作时间 2000h，普通病房区域按全天受照时间 24h，每人次受照 3d 考虑，即年受照时间 72h。

表 11-12 本项目工作场所周围公众受照射时间一览表

工作场所		周围公众受照射时长	年操作次数/照射天数	年照射时间（h/a)
敷贴室外		8h/d	100d/a	800
核素治疗科诊区外		2min/人*3 人/d	100d/a	10
核素治疗科病区	储源室(^{131}I)	2h/d	100d/a	200
	碘-131 给药间	0.5min/人	1600 人/a	13.3
	镥/粒子操作间(^{177}Lu)	5min/人*1 人/d	50d/a	4.17
	镥-177 病房四周	8h/d	50d/a	400
	甲癌病区病房四周	8h/d	250d/a	2000
	抢救室四周	6h/人	1600 人/a*10%	960h
	核素治疗科病区顶部—普通病房	24h/d	3d/人	72h
	ECT 机房(^{131}I)	10min/人	1600 人/a	266.7
	ECT 机房(^{125}I)	5min/人	300 人/a	25

（2）关注点位剂量率

根据关注点处估算的剂量率取值，见表 11-3、表 11-7、表 11-8、表 11-10。

11.2.5.3 计算结果

本项目核素治疗科放射工作人员年附加有效剂量估算结果见下表：

表 11-13 本项目核素治疗科放射工作人员年附加有效剂量估算结果一览表

关注点位		计算参数			计算结果	管理目标值 (mSv/a)
		关注点位辐射剂量率 H(μSv/h)	照射时间 t(h/a)	T	H_d (mSv/a)	
放射工作人员—手部	敷贴治疗	435	41.7	1	423.8	500
	^{89}Sr 治疗	24	10	1		
	^{131}I 治疗	17624.3	13.3	1		
	^{177}Lu 治疗	1480	4.2	1		
	^{125}I 治疗准备	366.2	150	1		

	^{125}I 粒子植入手术	183.1	600	1		
放射工作人员—身体	敷贴治疗	16.6	41.7	1	1.47	5.0
	^{89}Sr 治疗	0.13	10	1		
	^{131}I 治疗	0.37	13.3	1		
	^{131}I 患者扫描	0.78	266.7	1		
	^{177}Lu 治疗	0.47	4.2	1		
	^{125}I 治疗准备	0.006	150	1		
	^{125}I 粒子植入手术	0.93	600	1		
	^{125}I 粒子植入患者扫描	<0.001	25	1		

根据上表可知，当考虑本项目核素治疗科仅安排 1 名工作人员从事核素治疗项目时，放射工作人员手部职业照射的附加剂量最大值为 423.8*m*Sv/a，身体职业照射的附加剂量最大值为 1.47*m*Sv/a，低于医院设定的职业人员受照剂量管理目标值。且在实际运行时，本项目核素治疗科拟安排多名放射工作人员轮岗，^{131}I 治疗项目拟采取远程视频监控控制给药，放射工作人员的职业照射附加剂量将进一步降低。

表 11-14 本项目核素治疗科周围公众年附加有效剂量估算结果一览表

核素	关注点位	计算参数					计算结果	管理目标值 (*m*Sv/a)
		屏蔽体外 30cm 处辐射剂量率 (μSv/h)	实际人员可达距离 m	人员可达处剂量率（μSv/h）	照射时间 t(h/a)	T	H_d (*m*Sv/a)	
^{90}Sr-^{90}Y	敷贴室四周—道路、纯水机房	0.06	不变	0.06	800	1/40	0.001	0.1
	敷贴室防护门外—走道	0.90	不变	0.90	800	1/20	0.036	
	敷贴室顶部—医生值班室	0.12	+0.7	0.08	800	1	0.061	
^{89}Sr	核素治疗科诊区四周—道路	<0.001	不变	0.00	1	1/40	<0.001	
	核素治疗科诊区防护门外—走道	0.01	不变	0.01	10	1/20	<0.001	
	注射室顶部—医生值班室	0.001	+0.7	0.00	10	1	<0.001	
^{125}I	ECT 机房四周—室外地坪	<0.001+0.16	不变	0.16	25	1/40	<0.001	
^{177}Lu	镥/粒子操作间四周—	0.04	不变	0.04	4.17	1	<0.001	

	碘-131 控制室						
	镥/粒子操作间顶部—医生办	0.27	+0.7	0.17	4.17	1	<0.001
	镥-177 病房南墙—排烟机房	0.07	不变	0.07	400	1/40	<0.001
	镥-177 病房顶部—普通病房	0.12	+0.7	0.08	72	1	0.006
^{131}I	储源室顶部—医生办	0.007	+0.7	0.00	200	1	<0.001
	碘-131 给药间顶部—医生办	1.79	+0.7	1.15	13.3	1	0.015
	病房 1~6 北侧—道路	0.99	+1.5	0.46	2000	1/40	0.023
	病房 6 东侧—电梯	1.53	+0.3	1.08	2000	1/40	0.054
	病房 1 顶部—护士站	0.07	+0.7	0.04	2000	1	0.090
	病房 2~6 顶部—处置、治疗、抢救室等	0.50	+0.7	0.32	2000	1/8	0.080
	抢救室东侧—走道	1.28	不变	0.45	960	1/20	0.061
	抢救室南侧—设备机房	1.81	不变	1.81	960	1/40	0.043
	抢救室顶部—普通病房	1.34	+0.7	0.86	72	1	0.062
	病房 8-12 南侧部—衰变池控制室、检修走道等	1.15	不变	0.93	2000	1/40	0.058
	病房 8-12 顶部—普通病房	0.63	+0.7	0.42	72	1	0.030
	ECT 机房四周—室外地坪	0.05+0.16	不变	0.21	266.7	1/40	0.001

注：工作场所顶部公众可达处关注点取距离顶板 100cm 处；医院拟在距病房 1~6 北侧墙体外 1.5m 处安装不锈钢防护围栏；病房 6 东侧电梯内公众可达处关注点取距离电梯四周 30cm 处。

综上，本项目核素治疗科周边公众可能受到的最大照射附加剂量值为 0.090*m*Sv/a，低于医院设定的公众受照剂量管理目标值 0.1*m*Sv/a。

11.2.6 放射性废物产生及排放情况

11.2.6.1 放射性废水

本项目使用的 ^{125}I、^{90}Sr-^{90}Y 为密封放射源，正常工况时无放射性废液产生，故不考虑其放射性废液处置情况；本项目使用的 ^{89}Sr、^{223}Ra 可直接注射给药，无需进一步分装，操作简单，且患者给药后即可离开，不产生放射性废液，因此主要考虑发生放射性污染时产生的紧急冲淋废液，核素进入废液的量按不超过单次核素最大操作量的 1%进行估算。本项目放射性废水主要来自 ^{131}I、^{177}Lu 治疗患者住院期间的排泄和冲洗废水，以及工作场所清洁、工作人员冲淋等清洁废水。根据放射性药物治疗说明，^{131}I 胶囊治疗患者住院期间体内核素排出的量约为单个患者核素最大用量的 85%进行估算，^{177}Lu 治疗患者体内核素排出量按 ^{131}I 排出量保守估算。根据源项分析可知，本项目放射性废水最大产生量约为 505m^3/年，平均约 10.11m^3/周。

医院拟在本项目核素治疗科工作场所南侧新建一座放射性废水衰变池机房，衰变池机房内拟建设 3 级推流式沉淀池+3 级槽式放射性废水衰变池，3 个沉淀池总有效容积约为 17.62m^3，衰变池有效容积 123m^3，3 个衰变池总有效容积 369m^3。本项目工作场所内产生的放射性废水拟通过专用管道引至衰变池机房，依次经沉淀池、衰变池贮存衰变一定时间，3 个衰变池轮替使用，放射性废液经检测满足放射性废水排放限值后再排入医院污水处理站做进一步处理，最终排入市政污水管网。根据计算可得，本项目拟建 3 级沉淀池最大可容纳约 17.62m^3÷10.11m^3/周=12d 的废水，单个衰变池最大可容纳约 123m^3÷10.11m^3/周=85d 的废水，根据本项目放射性衰变池工作原理，本项目放射性废水至少可存放衰变 12d+85d×2=182d 的衰变。经估算本项目放射性废水经衰变池处置后核素排放浓度见下表：

表 11-15 放射性废水中核素排放浓度一览表

核素名称	^{89}Sr	^{223}Ra	^{131}I	^{177}Lu
半衰期	50.53d	11.44d	8.02d	6.73d
单次最大操作量（Bq）	1.85E+8	6.00E+6	7.40E+9	7.40E+9
操作频次	紧急冲淋 10 次/年	紧急冲淋 10 次/年	2 次/周，16 人/次	1 次/周，1 人/次
核素排出量	1%	1%	85%	85%
不考虑核素衰变，排放时，单个池子中核素总活度(Bq)	4.50E+06	1.46E+05	2.45E+12	7.65E+10
考虑核素衰变 182d 后，排放时废水中核素的活度（Bq）	3.71E+05	2.37	3.61E+05	5.53E+02

排放浓度 Bq/L	3.01	1.93E-05	2.94	4.50E-03

根据计算结果可知，本项目核素治疗科拟新建的放射性废水衰变池容积可满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）与《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中有关放射性废水处置和排放限值要求。

11.2.6.2 放射性固体废物

根据源项分析可知，本项目放射性固废主要为给药时产生的一次性注射器、服药口杯、污染棉签、放射性药品包装、一次性防护用品（口罩、鞋套、手套等）等，给药后患者住院时产生的放射性污染被服和其他废物，去污过程中产生的放射性废物，^{90}Sr-^{90}Y 密封放射源退役后产生的废旧放射源以及通风系统定期维护时更换的废旧活性炭。

本项目核素治疗科诊区和病区拟分别设置放射性废物暂存间，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。核素治疗诊区收集的废物拟于下班后集中送至固废/储源间衰变箱内贮存衰变核素十倍半衰期以上时间，经过检测达到清洁解控水平后按一般医疗废物处置；核素治疗病区收集的废物拟于患者出院后集中送至辐射废物暂存间衰变箱内贮存衰变核素十倍半衰期以上时间，含 ^{131}I 放射性固废拟暂存 180 天以上时间，经过检测达到清洁解控水平后按一般医疗废物处置；核素治疗患者住院过程中产生的放射性污染被服拟在辐射废物暂存间内至少患者住院过程中产生的放射性污染被服和其他废物，放射性污染被服拟在患者出院后收集至辐射废物暂存间内，拟至少存放衰变一倍核素半衰期后再进行洗消和再利用一倍核素半衰期后再进行洗消和再利用。^{90}Sr-^{90}Y 密封放射源退役后产生的废旧放射源拟放置在原储源容器内并暂存在储源柜中，由厂家收回更换。开展 ^{125}I 粒子植入治疗项目时，如发生粒子源遗漏或从患者体内意外排出，拟采用镊子收集至铅罐内作为放射性废物存放衰变处置，直至其满足清洁解控水平。

11.2.6.3 放射性废气

根据源项分析可知，本项目核素治疗科使用的 ^{125}I、^{90}Sr-^{90}Y 为密封放射源，^{89}Sr、^{223}Ra、^{177}Lu 标记的放射性药液具有较低的蒸汽压，正常条件下不易挥发，因此本项目核素治疗病区的放射性废气主要来自 ^{131}I 的挥发以及 ^{223}Ra 衰变产生的气态子体核素 ^{219}Rn。此外，本项目在使用 SPECT-CT 扫描时，X 射线可使空气电离产生少量有害气体。

本项目核素治疗科工作场所内拟设置3套独立的排风系统和2条独立的通风柜/手套

箱排风管道，衰变池机房内拟设置 2 条独立的排风管道。核素治疗科诊区、镥/粒子病区和碘-131 病区拟分别设置 1 套独立的排风系统，各功能用房拟设置排风口，排风口拟设置止回阀，以防止废气倒流，对工作场所造成交叉污染。工作场所废气经排风口收集后汇集至位于患者走道顶部总排风管，再经由病房楼北侧外墙排风立管引至病房楼（6 号楼）楼顶屋面排放，排放口前端拟安装活性炭吸附箱和高效过滤箱，排风口拟设置在离屋面地面 3m 高。碘-131 给药间、镥-177/粒子操作间拟分别预留一条独立的通风柜/手套箱排风管道，管道经由缓冲走道北侧外墙独立排风立管引至病房楼（6 号楼）楼顶屋面排放，排放口前端均拟依次安装活性炭吸附箱和高效过滤箱，排风口拟设置在离屋面地面 3m 高。衰变池机房衰变池区域和沉淀池区域拟分别设置一条独立的排风管道，废气经排风管内高效过滤装置+活性炭吸附装置处置后由衰变池机房西侧排放口排出。本项目核素治疗科工作场所内废气经过滤后排放，对项目周围环境影响很小。

医院应定期检查通风系统活性炭过滤装置的性能，根据实际情况及时更换活性炭，更换下来的废活性炭作为放射性固体废物进行处理。

11.2.7 核医学科事故影响分析

（一）可能发生的辐射事故

（1）由于管理不善，导致放射性药物、放射源被盗、丢失。

（2）操作核素过程中由于操作人员违反操作规程或误操作引起的意外泄露，造成台面、地面辐射污染及造成额外附加照射。

（3）工作人员未按要求穿戴个人防护用品等，造成额外附加照射剂量。

（4）SPECT-CT 控制系统出现故障，照射不能停止，患者受到计划外照射。

（5）放射工作人员未按要求穿戴个人防护用品和使用辅助防护设施，而受到超剂量外照射。

（6）人员在工作状态误入射线装置工作场所，由 X 射线直接或散射照射对人体造成潜在的照射伤害。

（7）检修时，误开机时，维修人员受到潜在的照射伤害。

（8）在药物分装施药过程发生意外或放射工作人员操作失误将导致患者施药剂量不准确，如任何诊断用药物的施用量远大于处方值，或多次重复照射，或大大超过设定

的指导水平；任何设备故障、事故、错误或意外事件，使患者受到诊疗计划不一致的照射，或受到其他非正常发生的潜在照射。

（9）防护用品或设施不能正常使用或管理不善造成工作人员超剂量照射。

（二）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，做好核素的领取、使用登记工作，确保放射性药物、放射源的安全。应设置防盗门、防盗窗及报警装置等设施，做好防盗工作。

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

（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）加强对有药患者的管理，在不影响诊疗的情况下，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指导，使患者明白并自觉做到短期内不到公共场所去活动，并避免与家人近距离密切接触。工作场所设置监控，进出口设置控制门，防止无关人员进入。

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

（6）做好设备保养维护工作，定期对设备开展维护维修。

严禁复制

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、辐射安全领导小组

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，环境保护部令第 3 号第十六条要求：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。

湖南省肿瘤医院已成立了辐射防护安全管理委员会（见附件 3），由院长任主任，分管副院长任常务副主任，医务部、医学工程部、保卫部、药品采购办、耗材采购办、护理部、放疗科、放诊科、核医学科、介入科以及胰腺肝胆内科负责人任委员，负责全院的辐射安全管理、培训、检查、防护设施巡查以及辐射事故应急处置等。

医院现有放射防护领导小组负责全院的辐射安全与环境保护工作，配置的工作人员有一定的管理能力。本项目开展后，目前医院的管理人员也能满足配置要求。

2、辐射工作人员的配置

本项目放射工作人员拟由医院现有核素治疗科工作人员统一调配。医院现有核素治疗科共有 14 名放射工作人员，均已取得有效期内的核技术利用辐射安全与防护考核合格成绩报告单，并按要求定期进行了职业健康检查和个人剂量监测。

12.2. 辐射安全管理规章制度

建立、健全和严格执行辐射安全管理的规章制度是防止潜在照射发生的重要措施。为保障射线装置正常运行时周围环境的安全，确保公众、操作人员避免遭受意外照射和潜在照射，湖南省肿瘤医院制定了相关辐射安全管理规章制度，为保证辐射工作人员和周围公众人员的健康，湖南省肿瘤医院必须严格按照国家法律法规执行，并加强对核技术利用项目的日常管理：

（1）根据湖南省肿瘤医院的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是对核技术利用装置的安全防护和维修要落实到个人；在执行各项制度时，要明确管理人员、操作人员、维修人员的岗位责任，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，层层落实。

（2）明确操作人员的资质条件要求、操作过程中采取的具体防护措施及步骤，重点是工作前的安全检查工作，工作人员佩戴个人剂量计，避免事故发生。

（3）加强对辐射工作场所的安全和防护状况的日常检查，发现安全隐患应当立即整改；安全隐患有可能威胁到人员安全或者有可能造成环境污染的，应当立即停止辐射作业，安全隐患消除后，方可恢复正常作业。

（4）为确保放射防护可靠性，维护辐射工作人员和周围公众的权益，履行放射防护职责，避免事故的发生，湖南省肿瘤医院应培植和保持良好的安全文化素养，减少人为因素导致人员意外照射事故的发生，湖南省肿瘤医院应对本项目的辐射装置的安全和防护状况进行年度评估，并每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

（5）湖南省肿瘤医院应在今后工作中，不断总结经验，根据实际情况，对各项制度加以完善和补充，并确保各项制度的落实。应根据生态环境管理部门对辐射环境管理的要求对相关内容进行补充和修改。

12.3. 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，应建立必要的监测计划，包括设备运行期及个人剂量监测计划，要建立监测资料档案。本项目辐射监测内容如下：

（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、放射性表面污染、放射性废水

监测频次：X-γ空气吸收剂量率每年委托有资质的单位监测一次，平时每季度自主监测一次。核医学科在购进药物前后、核素操作前后均做表面污染监测，放射性废物处置前进行表面污染和 X-γ辐射空气吸收剂量率监测。放射性废水每次排放前均拟委托有资质的单位检测。应急状况随时监测。

监测点位：①X-γ空气吸收剂量率：核医学科工作场所屏蔽体外 30cm 处、射线装置机房屏蔽体外 30cm 处以及人员经常驻留的位置；②放射性表面污染：核医学科工作人员体表、工作台表面、工作场所地面、墙面、门、相关容器表面；③放射性废水：各核医学科衰变池排放口。

（2）个人监测

对放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放射工作人员姓名、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。

12.4. 放射工作人员管理

（1）放射工作人员上岗前应当进行上岗前的职业健康检查，符合放射工作人员健康标准的，方可参加相应的放射工作；项目运行后医院还应当组织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应超过 2 年，必要时可增加临时性检查。放射工作人员脱离放射工作岗位时，医院应当对其进行离岗前的职业健康检查。

（2）放射工作单位对职业健康检查中发现不宜继续从事放射工作的人员，应当及时调离放射工作岗位，并妥善安置；对需要复查和医学随访观察的放射工作人员，应当及时予以安排。

（3）对参加应急处理或者受到事故照射的放射工作人员，医院应当及时组织健康检查或者医疗救治，按照国家有关标准进行医学随访观察。

（4）放射工作人员上岗前，放射工作单位负责向所在地县级以上地方人民政府卫生行政部门为其申请办理《放射工作人员证》。

（5）放射工作人员上岗前应当接受放射防护和有关法律知识培训，考核合格方可参加相应的工作。医院应当定期组织本单位的放射工作人员接受放射防护和有关法律知识培训。医院应当建立并按照规定的期限妥善保存培训档案。培训档案应当包括每次培训的课程名称、培训时间、考试或考核成绩等资料。

（6）放射工作人员进入放射工作场所，应正确佩戴个人剂量计。

（7）医院不得安排怀孕的妇女参与应急处理和有可能造成职业性内照射的工作。哺乳期妇女在其哺乳期间应避免接受职业性内照射。

（8）加强对放射性工作人员个人剂量档案、个人健康档案的保管，要求终身保存，放射性工作人员调动工作单位时，个人剂量、个人健康档案应随其转给调入单位。医院

还应关注工作人员每一次的累积剂量监测结果，对监测结果超过剂量管理限值的原因进行调查和分析，优化实践行为，同时应建立并终生保存个人剂量监测档案，以备放射工作人员查看和管理部门检查。放射工作人员有权查阅、复印本人的职业健康监护档案。放射工作单位应当如实、无偿提供。

12.5. 辐射事故应急

为建立健全辐射事故应急机制，及时处置突发辐射事故，提高应急处置能力，最大程度地减少辐射事故及其可能造成的人员伤害和财产损失，医院已制定了《辐射事故应急预案》：

（1）医院根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《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》等法规的有关规定，开展辐射事故预防与应急处置。

（2）医院对其辐射活动中辐射事故的应急准备与响应负首要责任，必须遵照国家和地方政府有关规定，依据所操作的射线装置以及潜在事故的特性和可能后果，考虑制定辐射事故应急计划或应急程序，并按规定报当地政府有关部门审查批准或备案。

（3）发生辐射事故时，医院将立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门和公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

（4）医院将切实执行并落实辐射安全管理规章制度，加强实体保卫，切实有效地防止辐射事故（件）的发生。主要履行以下职责：

① 全面负责本单位辐射环境和人员安全的管理；

② 负责编制和修订本单位辐射突发环境事件应急预案；

③ 加强辐射应急队伍建设，购置必要的辐射应急装备器材；

④ 负责本单位辐射工作场所和环境的应急监测；

⑤ 负责本单位辐射突发环境事件的紧急处置和信息报告；

⑥ 对可能造成超剂量照射的人员送到指定医院进行救治；

⑦ 负责本单位辐射突发环境事件恢复重建工作，并承担相应的处置经费；

⑧ 积极配合行政主管部门的调查处理和定性定级工作；

⑨ 负责组织本单位辐射突发环境事件相关应急知识和应急预案的培训，在生态环境部门的指导下或自行组织演练。

（5）各类事故报警和联系方式

一般报告程序为：发现者报告给医院辐射事故应急工作小组成员，由其向市公安局、市生态环境局，并同时向省生态环境厅报告，设备破损应同时向公安机关报告，造成人员受到超剂量照射应同时向卫生部门报告。各部门联系方式如下：

湖南省生态环境厅：0731-85698110

长沙市生态环境局：12369

长沙市公安局：110

医院应急电话：0731-88651808

12.6. 环境保护投资及环境保护竣工验收

12.6.1 环境保护投资

本项目总投资 1500 万元，环保投资 530 万元，为项目投资额的 35.33%，本项目环保投资见下表：

表 12-1 环保投资一览表

类别	污染源/污染物		环保措施	环保投资（万元）
环保咨询、环保验收	-		-	50
场所防护设计、屏蔽体建设及室内装修	-		-	200
“三废”处置	建设阶段	建设过程产生的扬尘、有机废气等	定期洒水、使用低污染环保建材	5
		建筑、装修垃圾	统一收集，运输至合法堆场堆放	
		生活垃圾	依托医院现有垃圾处理站	/
		生活废水	依托医院现有污水处理系统	/
	项目运行阶段	放射性废气	拟配套建设通风系统及放射性废气处置装置	20
		放射性废水	拟新建放射性废水衰变池	200
		放射性固体废物	拟储存至废物间内衰变至清洁解控水平后作为普通医疗废物依托医院现有医疗废物处置站处置	/

		生活废水、废物	分别依托医院生活污水处理系统、垃圾处理站	/
环境辐射监测	X-γ辐射剂量率、放射性表面污染、放射性废水		拟定期委托进行工作场所防护性能及周围辐射环境监测	10
辐射监测设备	-		拟按表 10-6 配置相应的辐射监测设备，依托核素治疗科现有辐射监测设备，部分拟购置	10
防护用品	-		拟按表 10-6 配置相应的防护用品，依托核素治疗科现有防护用品，部分拟购置	10
人员配置及管理	职业外照射		定期组织工作人员进行职业健康体检及个人剂量检测	10
辐射安全防护	-		配置电离辐射警示标识、门禁系统、监控系统、门机联锁、工作状态指示灯等辐射安全防护设施	10
			制定/修订辐射安全相关制定、应急演练、定期组织培训等	5
环保投资合计（万元）				530

12.6.2 环境保护竣工验收

表 12-2 环境保护竣工验收一览表

序号	验收内容	验收要求	依据
1	环保文件	本项目建设的环境影响评价文件、环评批复、有资质单位出具验收监测报告应齐全。	生态环境部公告 2018 年第 9 号
2	环境管理制度、应急措施	成立专门的辐射领导机构，制定相应的规章制度、事故应急预案及相应的操作规程，有关制度上墙，且具有可操作性。	国家环境保护总局令第 31 号
3	人员要求	①本项目放射工作人员应按要求配备到位，且需具备相应的岗位技能； ②医院应每季度对工作人员进行个人剂量监测，新增辐射工作人员应进行上岗前职业健康体检，在岗期间按照每 2 年进行 1 次放射人员健康体检，体检合格方可上岗，相关资料存档管理； ③辐射工作人员应参加辐射安全知识培训与考核，考核合格后上岗，对于已取得辐射安全培训证书的应按要求参加复训。	国家环境保护总局令第 31 号、生态环境部公告 2018 年第 9 号
4	机房面积及尺寸	ECT 机房有效面积不小于 30m^2，且单边长度不小于 4.5m。	GB18871-2002 GBZ130-2020
5	辐射屏蔽设计及安全防护措施	①辐射屏蔽设计：按环评报告表中表 10-4 的要求落实到位； ②辐射警示标识：辐射工作场所设置电离辐射警告标识及中文说明；③安全设备及系统：控制区出入口设置门禁，控制区出入口门外张贴电离辐射警告标志；ECT 机房设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，工作状态指示灯能与机房门有效关联以及急停按钮等；储源间安装防盗门、闭路监视系统、防闯入报警系统等。	GB18871-2002 GBZ130-2020 GBZ120-2020 HJ1188-2021

		④通风系统：设有通风系统，保持良好的通风； ⑤指引标识：地面设有人员、药物、废物等流向的指引标识； ⑥监测记录档案管理：应有完整的放射性药品存取领用记录、放射性废物处置记录、放射性污染监测记录等。 ⑦防护用品及检测仪器：按环评报告表表 10-6 辐射防护用品及检测仪器”中的要求落实到位。		
6	放射性三废处理设施	废气	工作场所设有独立的通风系统，可保持工作场所负压，各区域排风管最终引至项目所在楼楼顶排放，排放口前端设置活性炭过滤装置。	GB18871-2002 GBZ130-2020 GBZ120-2020 HJ1188-2021 GBZ121-2020 HJ1198-2021
		废水	设有专用放射性废水衰变池，产生的所有放射性废水均在衰变池中暂存，经贮存衰变满足 HJ1188-2021 中的要求后排至医院污水处理站做进一步处置，最终排入市政污水管网。	GB18871-2002 GBZ120-2020 HJ1188-2021
		固体废物	核医学科内设有专用废物间，核医学科产生的放射性固体废物收集后，置于专用衰变箱内，经贮存衰变满足 HJ1188-2021 中的要求，且经检测达到清洁解控水平后作为一般医疗废物处置。	GB18871-2002 GBZ121-2020 HJ1198-2021 GBZ120-2020 HJ1188-2021
7	辐射监测	环境监测	①制定环境辐射监测计划，包括自行监测和委托监测，至少每年开展 1 次，有资质单位出具的年度评估报告； ②配备相应的自检设备，防护检查仪器及人员，定时进行自检。 ③辐射检测应建立完整档案。	国务院第 449 号令
		个人剂量监测	每名辐射工作人员配置个人剂量计，委托有资质的单位监测，监测周期不超过 90 天，并建立辐射工作人员个人剂量档案，长期进行信息跟踪、监控。配备一定数量的个人剂量报警仪。	GBZ128-2019
8	电离辐射	剂量限值	辐射工作人员年有效剂量不超过 5mSv，公众成员年有效剂量管理目标值不超过 0.1mSv。	GB18871-2002 HJ1188-2021
		屏蔽体外剂量率	核医学科工作场所屏蔽体外 30cm 处、储源容器外 5cm 和 100cm 处、合成和分装的箱体/通风柜等外 5cm 和 30cm 处的周围剂量当量率满足标准要求	GB18871-2002 GBZ130-2020 GBZ120-2020 HJ1188-2021

严禁复制

表 13 结论与建议

13.1. 辐射安全与防护综合结论

13.1.1. 项目概况

根据医院发展需要，医院拟对病房楼（6 号楼）一层原消化泌尿内科病区进行改造，并将现有 12 号楼（核医学科楼）内核素治疗科搬迁至此。改造后，核素治疗科拟使用非密封放射性核素 ^{131}I、^{177}Lu、^{125}I 粒子、^{89}Sr、^{223}Ra 以及 ^{90}Sr-^{90}Y 密封放射源开展核素治疗项目，为一处乙级非密封源放射性工作场所。此外，拟在病房楼南侧新建一间 ECT 机房，并新增一台 SPECT-CT 用于开展 ^{131}I 患者显像诊断以及 ^{125}I 粒子植入，属于 III 类射线装置。

13.1.2. 实践正当性分析

本项目的建设对保障健康、拯救生命有着十分重要的作用。项目营运以后，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，本项目的实施对受照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。

13.1.3. 产业政策符合性

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于“鼓励类”中“六、核能”中的“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监测设备制造”。因此，本项目属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

13.1.4. 选址可行性分析

根据现状监测结果，本项目场址辐射环境质量现状良好，且本项目为利用医院内部现有病房改造，项目工作场所不邻接产科、儿科、食堂等部门，设有单独出、入口，临近区域无敏感区域及人群稠密区域，有利于辐射防护控制。同时，本项目营运期产生的电离辐射、废水、废气、固体废物等均可得到有效治理，做到达标排放，对环境影响小，从环境保护角度分析，项目选址可行。

13.1.5. 布局合理性分析

本项目在充分发挥核技术利用改扩建项目诊疗疾病优势的前提下，充分考虑工作人员及病人的辐射防护工作及诊疗流程优化需要，按控制区、监督区要求进行了设计布置，从功能分区来看，本项目核素治疗科工作人员办公区域、住院治疗场所和门诊治疗场所划分明确，各区域均设有相对独立的工作人员、患者、放射性药物和放射性废物通道，患者出口远离门诊大厅、收费处等人群稠密区域，能较好地满足乙级非密封放射性物质工作场所布局要求。从环境保护角度分析，医院辐射工作场所布局可行。

13.1.6. 环境影响分析结论

13.1.6.1. 射线装置机房放射防护设计分析

本项目拟新增的 ECT 机房的使用面积、最小单边长度及屏蔽设计厚度满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中标准要求。

13.1.6.2. 辐射屏蔽设计分析

根据估算结果，本项目工作场所各屏蔽墙体、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）。

13.1.6.3. 剂量估算

通过核算，从事本项目的放射工作人员和公众成员的年附加有效剂量均满足医院设定的职业人员及公众受照剂量管理目标值，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871－2002）等相关标准的要求。

13.1.7. 辐射与环境保护管理

医院成立了放射防护安全管理机构，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，医院应按报告表中提出的要求增加个人防护用品以满足辐射工作需要。应对所有放射工作人员进行个人剂量监测、职业健康体检和防护知识培训，并建立相应的档案。医院应严格执行各项规章制度执行，放射工作人员在工作时必须佩戴个人剂量计，定期进行检查并安排健康体检。医院还应在今后的工作中，不断完善相关管理制度，加强管理，杜绝辐射事故的发生。

综上所述，湖南省肿瘤医院在切实按照本环评提出的相关要求进行建设，并贯彻落实本次环评提出的各项辐射防护和污染防护措施后，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、规章制度基本健全、项目对环境的辐射影响是可接受的，从环境保护的角度来看，本环评认为该项目建设是可行的。

13.2. 建议和要求

(1) 辐射工作场所应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) 医院按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的要求，做好自主管理，制定工作场所和周围环境监测、防护性能监测等相关监测计划以及职业健康体检工作计划，确保周围环境的辐射安全和职工健康。加强对辐射装置的安全和防护状况的日常检查。

(3) 医院应加强内部管理，明确管理职责，杜绝各类辐射事故的发生。医院应根据实际情况修改完善各项制度，及时修订应急预案，要求具有可操作性，并认真落实，严格按照各项规章制度、操作规程执行。

(4) 应配备必要的防护用品，加强对工作人员的辐射防护。医院应加强管理，确保各防护用品能正常使用，并要求放射工作人员应按照《职业性外照射个人监测规范》的要求正确佩戴剂量计。

(5) 医院应组织辐射工作人员到有资质的机构进行上岗前、在岗期间和离岗时的职业健康体检，定期开展个人剂量监测，接受放射防护知识和法规培训，具备相应条件，取得辐射安全培训合格证后，方可从事放射工作。建立放射工作人员个人剂量档案、职业健康监护档案，并终生保存。放射工作人员调动工作单位时，个人剂量、健康监护档案应随其转给调入单位。

(6) 明确专门的部门对医院的放射工作人员统一管理，定期开展辐射防护教育。

(7) 环评取得批复、项目建成且场所达到要求后，及时向相关部门重新申请办理《辐射安全许可证》。项目投入使用后，医院应按《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》完成环保竣工验收工作。

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

核工业二三 0 研究所：

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》等有关法律法规的规定，现委托贵所承担“湖南省肿瘤医院核技术利用改建项目”的辐射环境影响评价工作。

特此委托！

湖南省肿瘤医院

2023 年 11 月 20 日

严禁复制

附件 2　现有辐射安全许可证

辐射安全许可证

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

单位名称：湖南省肿瘤医院

地　　址：湖南省长沙市岳麓区桐梓坡路 283 号

法定代表人：肖亚洲

种类和范围：使用Ⅲ类、Ⅴ类放射源；使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置；生产、使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所。

证书编号：湘环辐证[00088]

有效期至：2028 年 11 月 02 日

发证机关：湖南省生态环境厅

发证日期：2023 年 11 月 03 日

中华人民共和国生态环境部制

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

单位名称	湖南省肿瘤医院				
地　　址	湖南省长沙市岳麓区桐梓坡路283号				
法定代表人	肖亚洲	电话	[redacted]		
证件类型	身份证	号码			
涉源部门	名　称	地　址		负责人	
	核素诊断科SPECT室（二）	肿瘤医院核医学科（12栋）楼3层		刘康龙	
	核素治疗科/甲癌治疗病房	肿瘤医院核医学科（12栋）楼1、2层		石峰	
	核素治疗科/普通病房	肿瘤医院核医学科（12栋）楼4层		石峰	
	血管通道中心置管室	肿瘤医院放疗中心（4栋）3层		袁忠	
	介入手术室	肿瘤医院门诊住院医技大楼（1栋）7		黄满平	
	1号加速器室	肿瘤医院放疗中心（4栋）1层		倪千禧	
种类和范围	使用III类、V类放射源；使用II类、III类射线装置；生产、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[00088]				
有效期至	年2028 月 11日 02				
发证日期	年2023 月 11日（发证机关章）				

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	湖南省肿瘤医院				
地　　址	湖南省长沙市岳麓区桐梓坡路283号				
法定代表人	肖亚洲	电话	[redacted]		
证件类型	身份证	号码			
涉源部门	名　称	地　址		负责人	
	体检车（湘AC3900）	肿瘤医院体检中心体检车（湘AC3900）		周莲清	
	PET-CT中心	肿瘤医院PET-CT中心（22栋）1层		叶慧	
	PET-CT中心PET-CT1号机房	肿瘤医院PET-CT中心（22栋）1层		叶慧	
	PET-CT中心PET-CT2号机房	肿瘤医院PET-CT中心（22栋）1层		叶慧	
	PET-CT中心加速器室	肿瘤医院PET-CT中心（22栋）1层		叶慧	
	核素诊断科	肿瘤医院核医学科（12栋）楼3层		刘康龙	
种类和范围	使用III类、V类放射源；使用II类、III类射线装置；生产、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[00088]				
有效期至	年2028 月 11日 02				
发证日期	年2023 月 11日（发证机关章）				

严禁复制

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	湖南省肿瘤医院				
地　　址	湖南省长沙市岳麓区桐梓坡路283号				
法定代表人	肖亚洲	电话	[redacted]		
证件类型	身份证	号码			
涉源部门	名　称	地　址		负责人	
	放射治疗室1	肿瘤医院放疗中心（4栋）3层		倪千禧	
	放射治疗室2	肿瘤医院放疗中心（4栋）3层		倪千禧	
	核素诊断科SPECT室（一）	肿瘤医院核医学科（12栋）楼3层		刘康龙	
	模拟定位机1室	肿瘤医院放疗中心（4栋）3层		倪千禧	
	模拟定位机2室	肿瘤医院放疗中心（4栋）3层		倪千禧	
	1号楼4楼25手术室	肿瘤医院门诊住院医技大楼（1栋）4层		于小平	
种类和范围	使用III类、V类放射源；使用II类、III类射线装置；生产、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[00088]				
有效期至	年2028月11日02				
发证日期	年2023月11日（发证机关章）				

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	湖南省肿瘤医院				
地　　址	湖南省长沙市岳麓区桐梓坡路283号				
法定代表人	肖亚洲	电话	[redacted]		
证件类型	身份证	号码			
涉源部门	名　称	地　址		负责人	
	2号加速器室	肿瘤医院放疗中心（4栋）1层		倪千禧	
	3号加速器室	肿瘤医院放疗中心（4栋）1层		倪千禧	
	4号加速器室	肿瘤医院放疗中心（4栋）1层		倪千禧	
	5号加速器室（TOMO机房）	肿瘤医院放疗中心（4栋）1层		倪千禧	
	6号加速器室	肿瘤医院放射治疗中心（5栋）-2层		倪千禧	
	7号加速器室	肿瘤医院放射治疗中心（5栋）-2层		倪千禧	
种类和范围	使用III类、V类放射源；使用II类、III类射线装置；生产、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[00088]				
有效期至	年2028月11日02				
发证日期	年2023月11日（发证机关章）				

严禁复制

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	湖南省肿瘤医院				
地　　址	湖南省长沙市岳麓区桐梓坡路283号				
法定代表人	肖亚洲	电话	[redacted]		
证件类型	身份证	号码			
涉源部门	名　称	地　址		负责人	
	8号楼1楼CT室（5）	肿瘤医院8号楼1层		于小平	
	乳腺机房（101室）	肿瘤医院健康管理中心（20栋）1层		于小平	
	X线乳腺机房（103室）	肿瘤医院健康管理中心（20栋）1层		于小平	
	核素治疗科5层	肿瘤医院核医学科（12栋）楼5层		石峰	
	模拟定位机3室	肿瘤医院放疗中心（4栋）3层		倪千禧	
	1号楼2楼X线检查室（1）	肿瘤医院门诊住院医技大楼（1栋）2层		于小平	
种类和范围	使用III类、V类放射源；使用II类、III类射线装置；生产、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	无				
证书编号	湘环辐证[00088]				
有效期至	年2028月11日02				
发证日期	年2023月11日03（发证机关章）				

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	湖南省肿瘤医院				
地　　址	湖南省长沙市岳麓区桐梓坡路283号				
法定代表人	肖亚洲	电话	[redacted]		
证件类型	身份证	号码			
涉源部门	名　称	地　址		负责人	
	1号楼1楼CT室（1）	肿瘤医院门诊住院医技大楼（1栋）1层		于小平	
	1号楼1楼CT室（2）	肿瘤医院门诊住院医技大楼（1栋）1层		于小平	
	1号楼1楼CT室（3）	肿瘤医院门诊住院医技大楼（1栋）1层		于小平	
	1号楼1楼CT室（4）	肿瘤医院门诊住院医技大楼（1栋）1层		于小平	
	1号楼2楼口腔治疗1室	肿瘤医院门诊住院医技大楼（1栋）2层		于小平	
	1号楼2楼口腔治疗2室	肿瘤医院门诊住院医技大楼（1栋）2层		于小平	
种类和范围	使用III类、V类放射源；使用II类、III类射线装置；生产、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	无				
证书编号	湘环辐证[00088]				
有效期至	年2028月11日02				
发证日期	年2023月11日（发证机关章）				

严禁复制

活动种类和范围

（一）放射源

证书编号：湘环辐证[00088]

序号	核素	类别	总活度（贝可）/活度（贝可）×枚数	活动种类
1	Sr-90(Y-90)	V类	7.40E+8*1	使用
2	Sr-90(Y-90)	V类	1.48E+9*1	使用
3	Ir-192	III类	3.7E+11*1	使用
4	Ir-192	III类	3.7E+11*1	使用
5	Ge-68	V类	3.5E+6*1	使用
6	Ge-68	V类	7.4E+7*1	使用
7	Ge-68	V类	5.55E+7*1	使用
8	Ge-68	V类	5.513E+7*1	使用
	以下空白			

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	湖南省肿瘤医院			
地　　址	湖南省长沙市岳麓区桐梓坡路283号			
法定代表人	肖亚洲	电话	[redacted]	
证件类型	身份证	号码		
涉源部门	名　称	地　址		负责人
	1号楼2楼X线检查室（2）	肿瘤医院门诊住院医技大楼（1栋）2层		于小平
	1号楼2楼X线检查室（3）	肿瘤医院门诊住院医技大楼（1栋）2层		于小平
	1号楼2楼X线检查室（4）	肿瘤医院门诊住院医技大楼（1栋）2层		于小平
	1号楼2楼X线检查室（5）	肿瘤医院门诊住院医技大楼（1栋）2层		于小平
	胃肠机房（102室）	肿瘤医院健康管理中心（20栋）1层		于小平
	骨密度检测室	肿瘤医院健康管理中心（20栋）1层		于小平
种类和范围	使用III类、V类放射源；使用II类、III类射线装置；生产、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[00088]			
有效期至	年2028　月11　日02			
发证日期	年2023　月11　日0（发证机关章）			

严禁复制

活动种类和范围

（三）射线装置

证书编号：湘环辐证[00088]

序号	装置名称	类别	装置数量	活动种类
1	制备正电子发射计算机断层显像装置（PET）放射性药物的加速器	II类	1	使用
2	医用诊断X射线装置	III类	1	使用
3	医用诊断X射线装置	III类	1	使用
4	医用诊断X射线装置	III类	1	使用
5	医用诊断X射线装置	III类	1	使用
6	医用诊断X射线装置	III类	1	使用
7	医用诊断X射线装置	III类	1	使用
8	医用诊断X射线装置	III类	1	使用
9	医用诊断X射线装置	III类	1	使用
10	医用诊断X射线装置	III类	1	使用
11	医用诊断X射线装置	III类	1	使用
12	医用诊断X射线装置	III类	1	使用
13	医用诊断X射线装置	III类	1	使用
14	医用诊断X射线装置	III类	1	使用
15	医用X射线计算机断层扫描（CT）装置	III类	1	使用
16	医用X射线计算机断层扫描（CT）装置	III类	1	使用
17	医用X射线计算机断层扫描（CT）装置	III类	1	使用
18	医用X射线计算机断层扫描（CT）装置	III类	1	使用

活动种类和范围

（二）非密封放射性物质

证书编号：湘环辐证[00088]

序号	工作场所名称	场所等级	核素	日等效最大操作量(贝可)	年最大用量（贝可）	活动种类
1	PET-CT中心	乙级	C-11	1.332E+7	6.66E+10	生产，使用
2	PET-CT中心	乙级	Cu-64	9.25E+6	4.63E+10	使用
3	PET-CT中心	乙级	F-18	3.7E+7	9.25E+12	生产，使用
4	PET-CT中心	乙级	Ga-68	1.85E+7	9.25E+10	生产，使用
5	PET-CT中心	乙级	Ge-68(Ga-68)	1.85E+6	1.85E+9	使用
6	PET-CT中心	乙级	Zr-89	7.40E+6	3.70E+9	使用
7	核素诊断科	乙级	I-125(粒子源)	5.33E+6	1.33E+11	使用
8	核素诊断科	乙级	Tc-99m	3.0E+9	7.5E+13	使用
9	核素治疗科/甲癌治疗病房	乙级	I-131	3.885E+9	6.41E+12	使用
10	核素治疗科/普通病房	乙级	Sm-153	1.11E+7	2.78E+10	使用
11	核素治疗科/普通病房	乙级	Sr-89	3.0E+9	7.5E+12	使用
12	核素治疗科5层	乙级	Ra-223	1.20E+9	3.60E+10	使用
	以下空白					

严禁复制

活动种类和范围

（三）射线装置

证书编号：湘环辐证[00088]

序号	装置名称	类别	装置数量	活动种类
37	放射治疗模拟定位装置	III类	1	使用
38	放射治疗模拟定位装置	III类	1	使用
	以下空白			

活动种类和范围

（三）射线装置

证书编号：湘环辐证[00088]

序号	装置名称	类别	装置数量	活动种类
19	医用X射线计算机断层扫描（CT）装置	III类	1	使用
20	医用X射线计算机断层扫描（CT）装置	III类	1	使用
21	医用X射线计算机断层扫描（CT）装置	III类	1	使用
22	医用X射线计算机断层扫描（CT）装置	III类	1	使用
23	医用X射线计算机断层扫描（CT）装置	III类	1	使用
24	医用X射线计算机断层扫描（CT）装置	III类	1	使用
25	医用X射线计算机断层扫描（CT）装置	III类	1	使用
26	血管造影用X射线装置	II类	1	使用
27	粒子能量小于100兆电子伏的医用加速器	II类	1	使用
28	粒子能量小于100兆电子伏的医用加速器	II类	1	使用
29	粒子能量小于100兆电子伏的医用加速器	II类	1	使用
30	粒子能量小于100兆电子伏的医用加速器	II类	1	使用
31	粒子能量小于100兆电子伏的医用加速器	II类	1	使用
32	粒子能量小于100兆电子伏的医用加速器	II类	1	使用
33	粒子能量小于100兆电子伏的医用加速器	II类	1	使用
34	口腔（牙科）X射线装置	III类	1	使用
35	口腔（牙科）X射线装置	III类	1	使用
36	放射治疗模拟定位装置	III类	1	使用

严禁复制

台帐明细登记

（一）放射源

证书编号：湘环辐证[00088]

序号	核素	出厂日期	出厂活度（贝可）	标号	编码	类别	用途	场所	来源/去向		审核人	审核日期
1	Ge-68	20190726	3.5E+6	2104-12	US19GE002605	V	刻度/校准源	PET-CT 中心	来源			
									去向	美国	刘聪	20200914
2	Ge-68	20190726	5.5E+7	2100-75-1	US19GE002595	V	刻度/校准源	PET-CT 中心	来源			
									去向	美国	刘聪	20200914
3	Ir-192	20230309	3.7E+11	D36H6442	NL23IR000693	III	后装治疗机	放射治疗室 1	来源			
									去向	荷兰	[redacted]	20230315
4	Ir-192	20230413	3.7E+11	D36H6960	NL23IR001023	III	后装治疗机	放射治疗室 1	来源			
									去向	荷兰	[redacted]	20230616
5	Ir-192	20230706	3.7E+11	D36H7326	NL23IR005533	III	后装治疗机		来源			
									去向	荷兰	[redacted]	20230905
	以下								来源			
									去向			
	空白								来源			
									去向			
									来源			
									去向			

台帐明细登记

（三）射线装置

证书编号：湘环辐证[00088]

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	螺旋断层放射治疗装置	TOMO HD	II类	粒子能量小于 100 兆电子伏的医用加速器	5 号加速器室（TOMO 机房）：5 号加速器机房	来源			
						去向	安科瑞		
2	DSA	Artis zee III ceiling	II类	血管造影用 X 射线装置	介入手术室：门诊楼七楼	来源			
						去向	西门子医疗有限公司		
3	CT 模拟定位机	Discovery RT	III类	放射治疗模拟定位装置	模拟定位机 3 室：3 楼 CT 模拟定位机房	来源			
						去向	GE		
4	CT 模拟机	LightSpeed RT	III类	放射治疗模拟定位装置	模拟定位机 1 室：CT 模拟机房	来源			
						去向	GE		
5	CT	Brilliance	III类	医用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置	1 号楼 2 楼 X 线检查室（5）：1 号楼 2 楼 5 号机房	来源			
						去向	飞利浦医疗系统荷兰有限公司		
6	DR	新东方 1000	III类	医用诊断 X 射线装置	1 号楼 2 楼 X 线检查室（1）：1 号机房	来源			
						去向	万东医疗		
7	乳腺 DR	Senographe DS	III类	医用诊断 X 射线装置	X 线乳腺机房（103 室）：20 号楼 1 楼乳腺机房	来源			
						去向	GE		
8	数字胃肠机	AXIOM LUMINOS DRF	III类	医用诊断 X 射线装置	胃肠机房（102 室）：20 号楼 1 楼胃肠机房	来源			
						去向	西门子医疗有限公司		

严禁复制

台帐明细登记

（三）射线装置

证书编号：湘环辐证[00088]

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	乳腺 X 射线机	Mammomat 1000	III类	医用诊断 X 射线装置	体检车（湘 AC3900）	来源			
						去向	西门子医疗有限公司		
10	移动 C 型臂 X 射线机	OEC9900 ELITE	III类	医用诊断 X 射线装置	血管通道中心置管室：4 号楼 3 楼	来源			
						去向	GE		
11	医用直线加速器	Trilogy	II类	粒子能量小于 100 兆电子伏的医用加速器	3 号加速器室 ：3 号加速器机房	来源			
						去向	瓦里安		
12	移动式 C 型臂 X 射线机	BV Libra	III类	医用诊断 X 射线装置	1 号楼 4 楼 25 手术室 ：1 号楼 4 楼 25 手术室	来源			
						去向	飞利浦医疗系统荷兰有限公司		
13	移动式摄影 X 射线机	M40-IA	III类	医用诊断 X 射线装置	1 号楼 2 楼 X 线检查室（2）：暂存 1 号楼放射诊断科 X 线检查室	来源			
						去向	万东医疗		
14	口腔 X 射线数字化体层摄影设备	SMART 3D-Xs	III类	口腔（牙科）X 射线装置	1 号楼 2 楼口腔治疗 1 室：1 号楼 2 楼口腔 CT 室	来源			
						去向	北京朗视仪器股份有限公司		
15	高频直流牙片 X 射线机	RXDC plus/I	III类	口腔（牙科）X 射线装置	1 号楼 2 楼口腔治疗 2 室：1 号楼 2 楼牙片室	来源			
						去向	意大利安福士		
16	质子回旋加速器	MINI trace	II类	制备正电子发射计算机断层显像装置（PET）放射性药物的加速器	PET-CT 中心加速器室	来源			
						去向	GE		

台帐明细登记

（三）射线装置

证书编号：湘环辐证[00088]

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所	来源/去向		审核人	审核日期
17	PET-CT	NeuEra Pro	III类	医用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置	PET-CT 中心 PET-CT1 号机房	来源			
						去向	沈阳智核医疗科技有限公司		
18	PET-CT	Discovery MI	III类	医用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置	PET-CT 中心 PET-CT2 号机房	来源			
						去向	通用电气医疗系统有限公司		
19	SPECT-CT	NM/CT870 DR	III类	医用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置	核素诊断科 SPECT 室（二）	来源			
						去向	GE		
20	伽马照相机	INFINIA	III类	医用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置	核素诊断科 SPECT 室（一）	来源			
						去向	GE		
21	CT	IQon Spectral CT	III类	医用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置	1 号楼 1 楼 CT 室（1）	来源			
						去向	飞利浦医疗系统荷兰有限公司		
22	CT	Revolution Ace	III类	医用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置	1 号楼 1 楼 CT 室（2）	来源			
						去向	GE		
23	医用直线加速器	ELEKTA INFINITY	II类	粒子能量小于 100 兆电子伏的医用加速器	1 号加速器室	来源			
						去向	医科达		
24	医用直线加速器	ELEKTA Axesse	II类	粒子能量小于 100 兆电子伏的医用加速器	4 号加速器室	来源			
						去向	医科达		

严禁复制

台帐明细登记

（三）射线装置

证书编号：湘环辐证[00088]

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所	来源/去向		审核人	审核日期
25	医用直线加速器	Trilogy	II类	粒子能量小于100兆电子伏的医用加速器	2号加速器室	来源			
						去向	瓦里安		
26	医用直线加速器	ELEKTA SYNERGY	II类	粒子能量小于100兆电子伏的医用加速器	7号加速器室	来源			
						去向	医科达		
27	大孔径CT	BRILLIANCE	III类	放射治疗模拟定位装置	模拟定位机2室	来源			
						去向	飞利浦医疗系统荷兰有限公司		
28	医用直线加速器	uRT-linac560c	II类	粒子能量小于100兆电子伏的医用加速器	6号加速器室	来源			
						去向	上海联影医疗科技有限公司		
29	X射线全身诊断系统	UCT760	III类	医用X射线计算机断层扫描（CT）装置	8号楼1楼CT室（5）	来源			
						去向	上海联影医疗科技股份有限公司		
30	CT	Revolution CT	III类	医用X射线计算机断层扫描（CT）装置	1号楼1楼CT室（3）	来源			
						去向	GE		
31	CT	somatom definition as	III类	医用X射线计算机断层扫描（CT）装置	1号楼1楼CT室（4）	来源			
						去向	西门子医疗有限公司		
32	CT	EMOTION 6	III类	医用X射线计算机断层扫描（CT）装置	1号楼2楼X线检查室（4）	来源			
						去向	西门子医疗有限公司		

台帐明细登记

（三）射线装置

证书编号：湘环辐证[00088]

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
33	DR	DR3000	III类	医用诊断X射线装置	1号楼2楼X线检查室（2）	来源			
						去向	柯达		
34	移动DR	DRX-1	III类	医用诊断X射线装置	1号楼2楼X线检查室（1）	来源			
						去向	美国日立		
35	数字乳腺X射线摄影系统	uMammo 890i	III类	医用诊断X射线装置	乳腺机房（101室）	来源			
						去向	上海联影医疗科技有限公司		
36	X射线骨密度测定仪	EXA-PRESTO	III类	医用诊断X射线装置	骨密度检测室	来源			
						去向	Osteosys Co,Ltd.（株式会社奥斯托）		
37	DR	DRX-Compass A	III类	医用诊断X射线装置	1号楼2楼X线检查室（3）	来源			
						去向	锐珂（上海）医疗器材有限公司		
38	DR	KD500	III类	医用诊断X射线装置	体检车（湘AC3900）	来源			
						去向	深圳爱光瑞公司		
	以下空白					来源			
						去向			
						来源			
						去向			

严禁复制

附件 3　关于调整放射防护安全管理委员会成员的通知

湖南省肿瘤医院文件

湘肿医〔2017〕4号

湖南省肿瘤医院关于调整放射防护安全管理委员会成员的通知

全院各科室：

为进一步规范我院放射防护和辐射安全工作的管理，促进我院放射防护和辐射安全工作更加规范化、制度化和科学化。根据国务院发布的《放射性同位素与射线装置安全防护条例》，结合我院人员工作变动的实际情况，特将我院放射防护管理委员会的成员进行调整，调整后放射防护管理委员会组成如下：

主　任：院　长

常务副主任：分管副院长

副主任：其他院领导

委　员：医务部、放疗各科（病区）、放疗综合科、放诊科、核医学科、介入科、肝胆胰腺内科、耗材采购办、医学工程部、保卫部、药品采购办、护理部负责人。

严禁复制

秘　书：医务部放射专干

下设办公室：挂靠医务部

科室放射防护管理员：[redacted]

特此通知。

湖南省肿瘤医院

2017年1月13日

湖南省肿瘤医院办公室　　2017年1月13日印发

校对：陈凡

严禁复制

附件 4　辐射事故应急预案

辐射事故应急预案

第一条 总则

一、编制目的

为及时、有效、安全地处理我院内发生的各种辐射事故，提高应对事故的能力，保障工作人员健康和公众安全，结合我院放射性同位素与射线装置的使用情况，特制定本预案。

二、编制依据

本预案依据下列相关法律法规和文件制定：《中华人民共和国放射性污染防治法》、《中华人民共和国突发事件应对法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等。

三、适用范围

本预案适用于发生在我院内的下列辐射突发环境事件或疑似辐射突发环境事件的应急处置。

1、放射源丢失、被盗、失控事故（件）

由于工作人员失职、保管不力、操作不当或防范不严，导致密封源或非密封源丢失、被盗、事故或被抢事件。

2、超剂量照射事故（件）

放射源或射线装置在使用过程中，由于人员误入工作区域、设备故障或工作人员操作不当等原因，导致人员短期内受照剂量超过国家规定的年剂量限值的辐射事故。

3、发现放射性物品或者疑似放射性物品事件

在规定的使用场所或存放的地点以外发现放射源、放射性材料或放射性污染物被误置或遗弃的事件；经侦测到某种物件辐射水平明显异常，怀疑其可能含有放射性物质的事件；也包括那些并未确定，但是可能含有放射性的可疑物的事件。

4、其他原因引发的辐射突发环境事件

由于各种灾害导致放射源丢失、泄漏、溢洒、弥散，或者屏蔽体的屏蔽性能丧失或下降；或者因放射工作场所、源库受损而危及放射源的事故（件）；放射源在使用过程中由于机械故障等原因造成卡源事件。

5、环境污染事故（件）

由于医院工作人员失职、保管不当或操作不当，致使密封源破损或非密封源溢洒、泄漏，从而导致放射工作场所或环境遭到污染的事故（件）。

四、工作原则

统一领导、分工负责；预防为主、常备不懈；快速反应、协同应对。

五、辐射事故分级

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的规定，辐射事故从高到低分为四个等级：

1、特别重大辐射事故（Ⅰ级）：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（Ⅱ级）：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（Ⅲ级）：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（Ⅳ级）：是指Ⅳ类、Ⅴ类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

第二条 组织与管理体系

一、组织体系

辐射事故应急响应机构为我院辐射防护管理委员会，日常事务由医务处办理。在突发辐射环境事件应急期间，医院辐射防护管理委员会履行应急领导小组职能。

二、工作职责

（1）负责本院辐射环境、放射性废物及辐射工作人员安全的管理；

（2）负责编制和修订本单位辐射突发环境事件应急预案；

（3）建立辐射应急队伍，购置必要的辐射应急装备器材；

（4）负责本单位辐射工作场所和环境的应急监测；

（5）督导检查各科室全面、有序地落实应急防治工作领导小组安排部署的各项工作；

（6）负责本单位辐射突发环境事件的紧急处置和信息报告，防止事态进一步扩大，对造成或可能造成超剂量照射的人员送到指定医院进行救治；

（7）负责本单位辐射突发环境事件的处置和恢复重建工作，并承担相应的处置经费；

（8）积极配合行政部门的调查处理和定性定级工作；

（9）负责组织我院辐射突发环境事件相关应急知识和应急预案的培训，在生态环境行政主管部门的指导下或自行组织演练；

（10）定期向有关主管部门汇报医院突发性核事故与辐射事故应急救援相关信息，及时上报重大变更事项；

（11）负责医院突发性核事故与辐射事故日常工作。

第三条 定期自查和监测制度

（1）科室每月对各机器进行一次大检，并会按照规定请有关部门对机器进行检测。

（2）要求工作人员每日开始工作前均要对机器进行常规的检查，一旦发现问题，及时报告科室负责人。

（3）操作机器时要严格遵守操作规程。

（4）加大宣传力度，使全院有关医务人员认识到辐射防护的重要性，高度警惕落实防范和应急处理措施。

（5）定期对辐射工作场所及周围环境进行防护监测和检查。

（6）及时参加上级有关部门组织的有关工作人员防护法规及专业技术知识培训。

（7）应急控制措施：1)根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》要求，分区管理，设置电离辐射警告标志和工作指示灯；2)配置并要求放射工作人员正确佩戴个人剂量计和防护用品。

第四条 应急处置

一、信息报告

第一发现人发现或遇到问题时，应立即报告科室负责人，并由科室负责人报告医院应急值班室和辐射安全防护领导小组。不按规定程序和时限报告或者阻挠、干扰有关科室执行职责的，对有关责任科室和责任人员追究行政责任。

医院发生辐射事故（件）时，应当立即启动本单位的辐射事故（件）应急预案，采取必要防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向所在地/市生态环境主管部门和公安局报告；造成或可能造成人员超剂量照射的还应向卫健部门报告。

二、分级响应

根据我院放射源及射线装置等级，我院可能发生的最严重辐射突发环境事件等级为较大和一般辐射事故，对应的响应等级为Ⅲ级和Ⅳ级。

辐射事故（件）发生时，立即启动本单位辐射突发环境事件应急预案，加强信息报告和辐射环境监测，在政府指挥和生态环境部门及专家指导下组织辐射突发环境事件的处置、恢复重建工作，协助辐射应急处置专业力量开展现场调查、采样、监测、技术分析等工作，并积极配合行政主管部门对事件的评估和处理工作。

三、先期处置

辐射突发环境事件发生后，应采取以下主要处置措施：

（1）迅速查明情况，采取果断措施避免事故（件）进一步扩大；

（2）立即将可能受到辐射伤害的人员送到指定医院进行救治；

（3）对辐射事故（件）现场实施连续监测，提出建议或对现场进行封控；

（4）准备资料，为行政主管部门和专家决策提供依据。

四、人员防护

为避免或减少因辐射突发环境事件造成的以外照射，涉险人员和应急救援人员应及时配备安全防护装备，并做好个人剂量监测。

五、疑似放射性物品处置原则

当发现疑似放射性物品包装物时，在确保不明包装物安全的情况下进行处置。

六、事故调查

应急救援领导小组应协助有关行政主管部门进行事故调查、处理等各方面的相关事宜。当事故现场应急工作完成，伤病员在医疗机构得到救治，经有关行政主管部门批准后，终止应急响应。应急指挥部结合现场指挥部和专家组意见确定污染事件可能长期存在的潜在或间接危害社会影响，对污染危害实施跟踪调查、监测，直至危害消除。调查组要遵循实事求是的原则，对事故的发生时间、地点、起因、过程和人员伤害情况及财产损失情况进行细致的调查分析，并认真做好记录，编写、上报事故报告，相关记录要妥善保管。

第五条 经费保障

医院负担辐射突发环境事件的处置费用。

第六条 监督管理

一、培训

医院每年至少组织 1 次应急预案的培训。

二、演练

医院各辐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。

第七条 预案管理

一、预案编制

本预案由辐射防护委员会负责编制与解释。

二、预案修订

本预案由院辐射防护委员会每 3 年修订一次；如管理体制发生重大变化，根据实际情况及时进行修订，并报上级生态环境主管部门备案。

第八条 应急报告电话

（1）辐射安全管理办公室电话：[redacted]

（2）医务处电话：[redacted]

（3）湖南省生态环境厅：0731-85698110

（4）市生态环境局：12369

（5）湖南省卫生健康委员会：12320/0731-84822021

（6）公安局电话：110

附件

（1）辐射事故初始报告表

（2）我院各种突发辐射环境事件处置流程图

附件 1 辐射事故初始报告表

_____辐射事故初始报告表

事故单位名　称	（公章）				
法定代表人		地　址		邮　编	
电　话		传　真		联系人	
许可证号		许可证审批机关			
事　故发生时间		事故发生地点			
事　故类　型	□人员受照　□人员污染	受照人数	受污染人数		
	□丢失　□被盗　□失控	事故源数量			
	□放射性污染	污染面积（m^2）			

序号	事故源核素名称	出厂活度（Bq）	出厂日期	放射源编码	事故时活度（Bq）	非密封放射性物质状态（固/液态）

序号	射线装置名称	型　号	生产厂家	设备编号	所在场所	主要参数

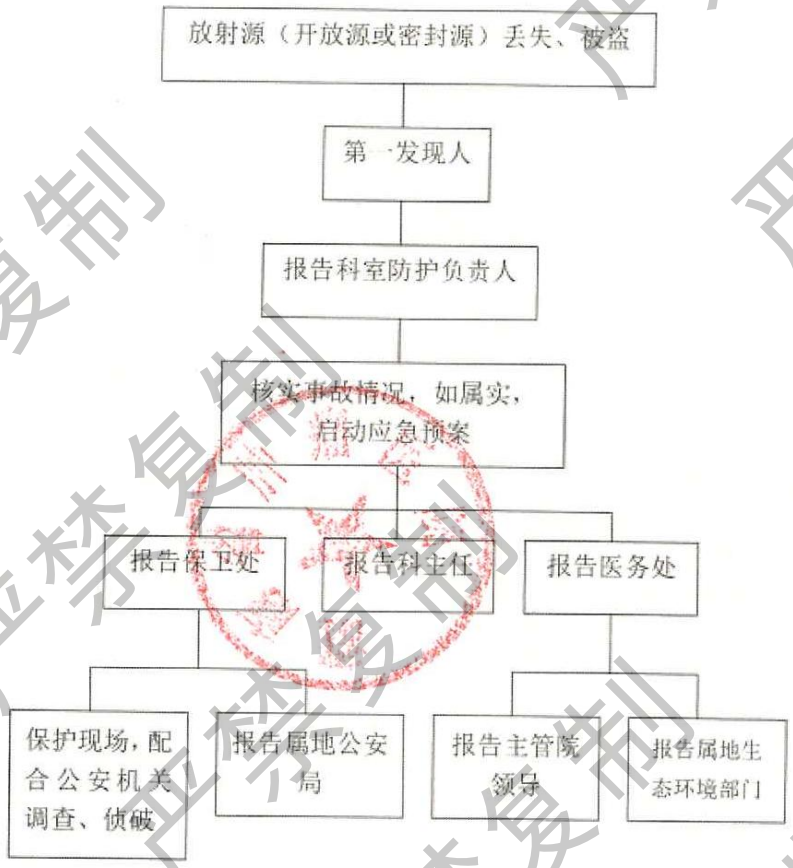
事故经过情况			
报告人签字		报告时间	年　月　日　时　分

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

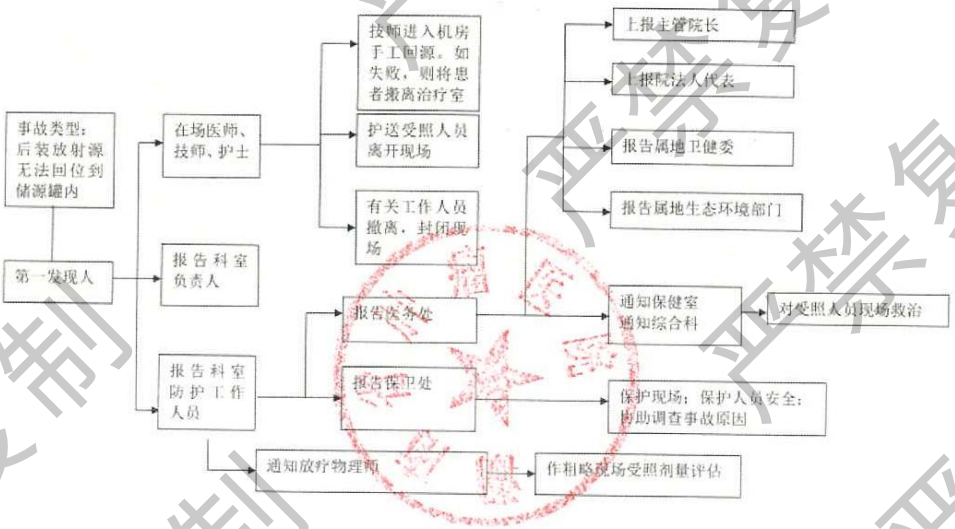
严禁复制

附件 2：

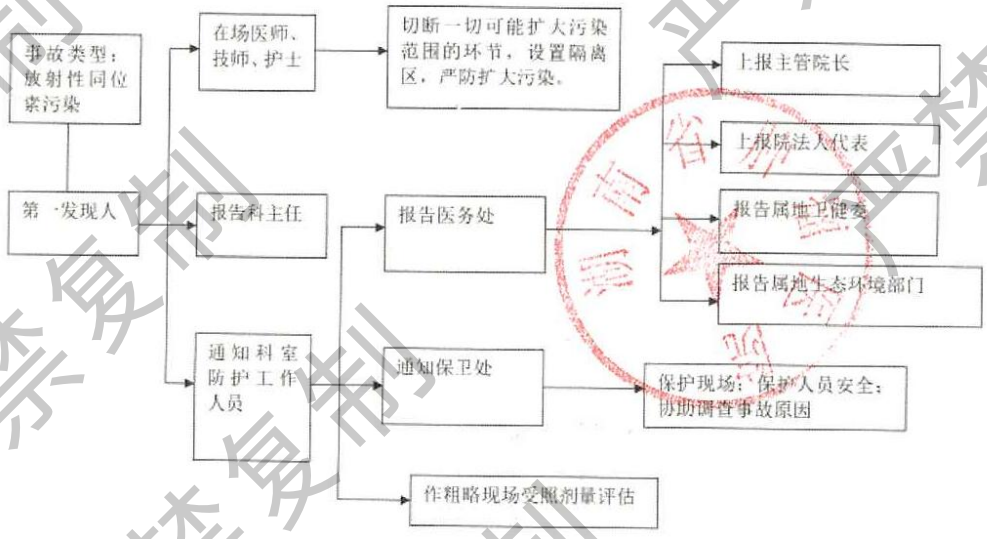
放射源丢失应急响应流程图



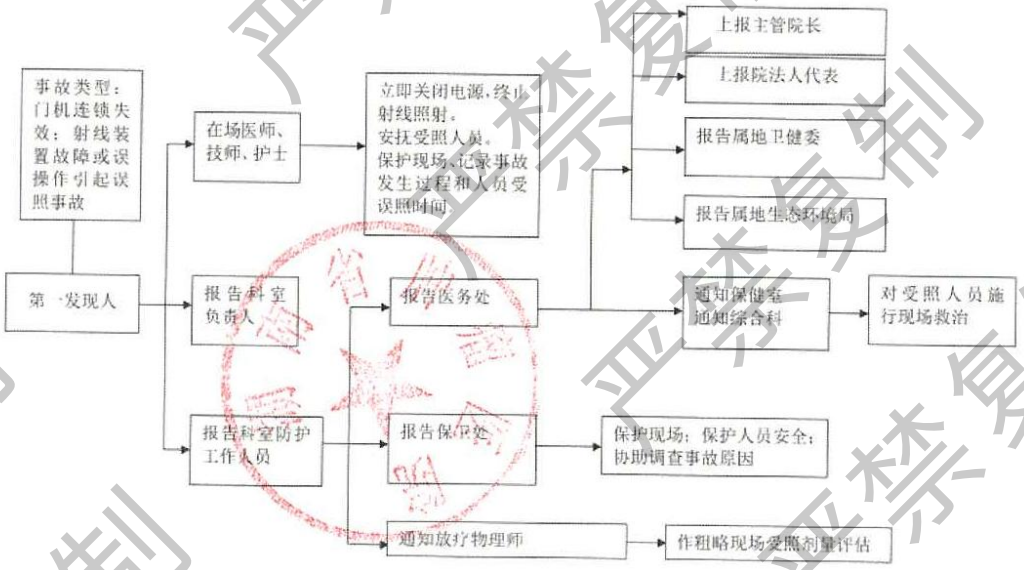
密封放射源回位故障应急响应流程图



放射性同位素污染事故应急响应流程图



射线装置机房发生误照事故应急响应流程图



附件 5　放射防护与辐射安全管理制度

附件：　**湖南省肿瘤医院放射防护与辐射安全管理方案**

第一章　总　则

第一条　为加强我院放射性同位素与射线装置的安全和防护管理，根据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射诊疗管理规定》、《放射工作人员职业健康管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护办法》，结合我院实际情况，制定本方案。

第二条　本方案适用于我院医疗、教学、科研方面使用放射性同位素与射线装置的场所、人员安全和防护，废旧射线装置及放射源等相关的管理活动。

第三条　各相关职能部门和业务科室主任为放射防护管理工作第一负责人，相关科室人员应对职责范围内的放射性同位素和射线装置辐射安全和防护工作负责，并依法对其造成的放射性危害承担责任。

第二章　组织机构

第四条　医院成立放射防护安全管理委员会，负责医院有关放射防护与辐射安全的政策和制度建设，对院内放射诊疗活动进行统一规范，并负责在放射应急事件中进行统一指挥和应急决策。放射防护安全管理委员会由院长、副院长、职能部门和相关科室负责人组成，院长任主任。

第五条　放射防护安全管理委员会下设办公室（设于医务部），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。

第六条　医务部、核医学科、放诊科、放疗综合科、介入科、肝胆胰腺内科(射频消融)、PET-CT 中心、耗材采购办、医学工程部和保卫部设置专职辐射安全管理员，分别负责本部门的放射防护与辐射安全管理工作。

第三章　场所防护管理

第七条　院内所有涉及新建、改扩建放射诊疗场所建设及各类放射诊疗设备(包括放射源及非密封物质)购置务必按照国家卫健和生态环境部门的相关要求并及时向主管行政部门申报审批，依法开展放射诊疗活动。具体分工为：

(一)医学工程部负责各类放射诊疗设备的购置，耗材采购办负责放射源的申报和购置，药品采购办负责放射药品的采购。各采购部门在采购前，须对交易企业或公司的销售和安装资质进行审核，同时以书面形式向医务部进行备案。

(二)新建或改扩建放射诊疗场所建设前，规划基建办须按照国家卫健和生态环境行政部门要求组织进行放射防护设计，并及时通过书面形式向医务部进行备案。

(三)新建或改扩建放射诊疗场所建设及放射诊疗设备购置中的行政审批和许可由医务部牵头，规划基建办、医学工程部配合共同完成。

(四)各种放射诊疗设备退役或报废前由业务科室提出申请，国资办进行审核确认，并及时以书面形式向医务部和医学工程部

进行备案，再由医务部和医学工程部进行专项的申报退役处理。

第八条 各业务科室需在各类放射场所和放射性同位素投入使用前向医务部进行书面报告并在取得书面审核同意后，才能正式投入临床使用。

第四章 人员安全管理

第九条 各相关部门和科室应当按照卫健和生态环境主管部门相关要求，对直接从事放射诊疗活动的工作人员和辐射防护负责人进行放射防护与辐射安全专业培训，培训合格后方能开展相关工作。

第十条 各相关科室应按照卫健和生态环境主管部门要求，积极对患者放射防护措施进行宣教，并严格落实患者检查过程中的放射防护安全保障措施。

第十一条 各科室放射工作人员应按照卫健和生态环境主管部门要求做好职业防护工作，并积极配合医务部进行个人剂量监测、职业健康体检和放射防护与辐射安全培训。

第十二条 医务部负责组织制定并落实放射诊疗和放射防护管理制度；定期组织对放射诊疗工作场所、设备和人员进行放射防护检测、监测和检查；组织医院放射诊疗工作人员接受专业技术、放射防护知识及有关规定的培训和健康检查并负责放射工作人员的档案建立和维护；记录本机构发生的放射事件并及时报告卫健和生态环境主管部门。

第五章 日常督导

第十三条 医务部负责统筹协调放射防护与辐射安全的常规管理，并定期组织相关职能部门人员对放射防护和辐射安全措施进行日常督导，并做好相关记录。

第十四条 医学工程部负责对各放射工作场所相关设施(辐射警示标志、门灯连锁装置等)进行日常维护和对各放射诊疗设备进行日常检测和维修，并做好相关记录。

第十五条 人力资源部按照上级行政部门的《放射工作人员职业健康管理办法》的要求，执行保健津贴标准和休假的具体落实，并做好相关记录。

第十六条 保卫部负责定期对放射诊疗场所和放射源进行日常安全巡查和保卫，并做好相关记录。

第六章 应急报告与处理

第十七条 根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的规定，辐射事故从高到低分为四个等级：

(一)特别重大辐射事故（Ⅰ级）

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。

(二)重大辐射事故（Ⅱ级）

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。

(三)较大辐射事故（III级）

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。

(四)一般辐射事故（IV级）

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

第十八条　应急处置程序

(一)示警

1.发生或者发现放射性污染事件的科室或者个人，应立即向本科室负责人报告，科室主任向医务部负责人报告。

2.放射性污染事件的报告内容：事件名称、发生地点、发生时间、严重程度和已经采取的处理措施。

(二)应急启动

医院发生辐射事故（件）时，应当立即启动本单位的辐射事故（件）应急预案，采取必要防范措施，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向所在地/市生态环境主管部门和公安局报告；造成或可能造成人员超剂量照射的还应向卫健部门报告。

(三)现场处置

1.突发辐射事件现场应急救援人员必须配备相应的辐射防护装备。

2.组织封闭现场，严格执行应急人员出入事发现场程序。

3. 组织人员撤离现场到安全地带；同时向医务部报告放射性污染的情况。

4. 医务部组织开展对有关人员的医学检查或医疗救治工作，抢救、转运伤员。

5. 消除可能导致放射性污染突发事件扩大的隐患。

第七章　附　则

第十九条　本方案中下列用语的含义：

放射性同位素：是指某种发生放射性衰变的元素中具有相同原子序数但质量不同的核素。

放射源：是指除研究堆和动力堆核燃料循环范畴的材料以外，永久密封在容器中或者有严密包层并呈固态的放射性材料。

射线装置：是指X线机、加速器、中子发生器以及含放射源的装置。

非密封放射性物质：是指非永久密封在包壳里或者紧密地固结在覆盖层里的放射性物质。

辐射事故：是指放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致人员受到意外的异常照射。

第二十条　本方案自公布之日起正式实施。

第二十一条　本方案由医务部负责解释。

抄报：湖南省卫生计生委

湖南省肿瘤医院办公室　　2017年1月13日印发

校对：陈凡

严禁复制

附件 6　放射工作人员管理及辐射监测计划

放射人员管理制度

第一条 从事放射（辐射）工作的人员必须参加放射（辐射）工作人员培训，做到持《放射工作人员证》并通过核技术利用辐射安全与防护考核，成绩合格后方可上岗。

1、岗前培训

所有放射（辐射）工作人员在从事放射（辐射）工作前，必须参加由卫生健康行政主管部门组织的放射工作人员岗前培训，并通过考核，取得培训合格证书，有效期 2 年，到期应再次考核，合格后继续从事放射（辐射）工作。

所有放射（辐射）工作人员在从事放射（辐射）工作前，必须参加辐射安全与防护线上考核，考核合格取得核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单后，方可上岗，有效期 5 年，到期应再次考核，合格后继续从事放射（辐射）工作。

仅从事Ⅲ类射线装置使用活动的放射（辐射）工作人员由我院自行组织考核，自行考核结果有效期 5 年，考核结果由医务处留存备查。

2、在岗培训

（1）培训已合格并取得放射工作上岗证和核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单的放射（辐射）工作人员，仍需定期参加在岗培训。

（2）在岗培训内容：辐射防护法规、标准、专业知识。

（3）培训形式：参加卫生健康行政主管部门组织的防护法规复训；医院组织的由全院放射工作人员参加的继续教育培训；各放射工作科室组织的科内业务学习。

（4）培训间隔：放射工作人员两次培训的时间间隔不超过 2 年。

3、培训经费

放射工作人员岗前培训及在岗培训费用均从我院职工教育经费中支出。如考生未能通过培训结业考核，考生必须在一年之内通过补考，补考费用由考生个人承担。

第二条 放射工作人员必须参加职业健康检查并合格后方可从事放射工作

1、岗前检查

放射工作人员上岗前，应到具有资质的体检机构进行上岗前的职业健康检查，体检结果符合放射工作人员健康标准的，在取得培训合格资质后，方可从事相应的放射工作。

2、在岗期间检查

放射工作人员工作期间，由医务处定期组织在岗期间的职业健康体检，时

1、放射工作人员必须配戴个人剂量计。

2、外照射个人剂量监测周期一般为30天，最长不应超过90天；本单位采取每90天送检1次。

三、放射工作人员培训

1、组织放射工作人员参加卫生行政部门组织的放射防护法律、法规、标准、规范的培训；做到每个人员都进行培训，考核合格。

2、上岗前必须参加放射防护知识的培训，每次培训时间不能少于4天。

3、在岗期间必须参加卫生行政部门组织的放射防护知识的培训，培训时间间隔不超过2年，每次培训时间不能少于2天。

四、放射工作人员的档案管理

1、根据《放射工作人员职业健康管理办法》的规定，为放射工作人员建立职业健康监护档案、个人剂量监测档案、放射防护知识培训档案。指定专人负责保管，终生保存。

2、允许放射工作人员查阅、复印本人的相关检查档案。

五、费用管理

根据《职业病防治法》有关规定，放射工作人员职业健康检查、个人剂量监测和防护知识培训的费用均由本单位负责支出，不得向放射工作人员收取相关费用。

湖南省肿瘤医院

湖南省肿瘤医院放射工作人员及公众
年剂量管理目标值的确定

为保障放射工作人员的职业健康及公众的安全，根据国家相关的标准及医院的工作安排，确定我院放射工作人员年剂量管理目标值不高于 5mSv/a，公众人员年剂量管理目标值不高于 0.1mSv/a。

湖南省肿瘤医院

2024 年 2 月 1 日

辐射监测计划

根据国家法律、法规及标准的规定，为了保证放射工作人员以及公众的辐射健康安全，保障放射诊疗业务的顺利开展，特制定如下辐射监测计划：

辐射监测、检查计划一览表

序号	检测类型	检测、检查项目	检测周期	备注
1	设备防护性能及防护安全装置	放射诊疗设备防护性能	1次/年	委托检测
2			根据标准要求及临床需要	单位自检
3		安全联锁装置	1次/年	委托检测
			每天	单位自检
4		报警、警示装置、工作状态灯、闭门装置、监视装置	每天	单位自检
5		监视装置	每天	单位自检
6	工作场所	放射诊疗工作场所外照射辐射水平、核医学场所表面污染水平	1次/年	委托检测
		除核医学外放射诊疗工作场所外照射辐射水平	1次/年	单位自检
		核医学工作场所外照射辐射水平	1次/月	单位自检
		核医学场所表面污染水平	每次工作结束后经卫生通过间检测1次，若发生放射性药物洒落则立即检测	单位自检
7	放射性废物排放、处置	放射性废水排放浓度	按生态环境部门要求进行	委托检测
		放射性固体废物		委托检测，单位自检
8	个人剂量	外照射剂量	1次/3月，4次/年	委托检测

湖南省肿瘤医院

附件 7　核医学科辐射安全管理制度

核医学放射性污染与事故应急处理预案

一、放射性意外事件范围：

工作人员完成放射性操作后，应用剂量监测仪检测操作人员身体（双手、衣服）、操作台面及地面等工作场所，检查有无放射性污染。同时，在药物合成、分装、注射及侯诊过程中都会产生少量废气、废水、废固体等“三废”物质，这些放射性废物均须按放射性核素废物处理规范处理；按国家有关规定，出现以下事件均应视为放射性药品意外事件：

（1）诊断放射性药物实际用量偏离处方剂量50%以上的；

（2）人员误照或误用放射性药物的；

（3）放射性同位素丢失、被盗、和污染的；

（4）设备故障或人为失误引起的其它放射事件。

二、应急处理方案

（一）发生工作场所放射性核污染事故时，应立即撤离有关工作人员，封锁现场，切断一切可能扩大污染范围的环节，迅速开展检测，严防对事物、畜禽及水源的污染。

（二）对可能受放射性核污染或损伤的人员，应立即采取暂时隔离和急救措施，在采取有效个人防护措施的情况下组织人员彻底清除污染，并根据情况进行其它医学救治及处理措施，必要时向主管生态环境部门求助。

（三）迅速确定放射性核素种类、活度、污染范围和污染程度。

（四）污染现场尚未达到安全水平以前，不得解除封锁。

（五）发生放射性同位素丢失、被盗事故时，应当保护好现场，并配合公安机关、卫生行政部门进行调查、侦破。

三、报告程序

事件当事人应在第一时间及时向科主任或行政总值班和放射防护委员会事件发生时间、地点、事件的主要经过、事件原因、性质、初步判断、影响和采取的补救措施等内容。科主任或行政总值班向分管院长报告。院方根据事件的性质和影响按相关规定在2小时内向主管省、市生态环境部门、卫生行政主管部门和公安机关报告，并填好《放射事故报告卡》，并详细记录全过程。

事件当事人在24小时内写出事件书面报告，中心主任签署处理意见后存档。

四、放射性意外事故应急处理程序：

1、一旦发生放射性药品意外污染后，应立即作如下处理：

(1) 发生可疑放射性污染时应立即测量确定污染存在必要时及时进行评估。

(2) 确定发生放射性污染后应，将吸收垫放在溢出物上以防止其进一步污染蔓延，立即远离污染区，并封锁好现场。在离开污染区时监测所有涉及泄漏的人是否受到污染。

(3) 对自己的手、足、身体进行沾污测量，如发现污染不可接触其他人员和设施，迅速清水洗涤，去除一切污染衣物，避免污染范围扩大。

(4) 污染的衣物放置在干净放射性废物袋（黄色）中，记录时间，投放至空铅污物桶中单独存放。

(5) 应立即通知科主任，科主任要向院总值班、放射防护委员会汇报，科主任对后果评估后分别采取进一步措施，放射防护管理人员并直接监督清理工作。

(6) 发生放射性污染后，应根据污染程度、范围和放射性核素的性质采取不同的处理方法。其原则应尽量减少辐射剂量，减少对工作的影响。

(7) 对于少量放射性溢出的，可采取擦拭法进行去污，用毛巾从污染区边缘向中心进行多次擦拭，检测擦拭物放射性污染水平，直到擦拭样品显示已经清理了溢出物，去污过程产生的放射性废物使用放射性废物袋（黄色）收集，去污全程应做好个人剂量检测及辐射监测。

(8) 如考虑污染的放射性核素半衰期较短，污染程度较重，首先采取隔离屏蔽措施，以期自然衰变。尽量不做即时清除处理，以免2次污染和不必要照射。10个半衰期后，测量污染处是否已经达到安全水平。

(9) 如发生半衰期较长（如^{89}Sr）、剂量较大（如^{131}I）放射性污染，科主任应报请院领导向主管省、市生态环境主管部门、卫生行政部门进行后果评估。

(10) 对放射性意外事件中受照射人员和相关人员应及时给予检查或治疗，并进行定期体检，确保人射安全。

2、一旦发生放射性同位素丢失，应立即作如下处理：

(1) 发现放射性同位素丢失要封闭并保护现场，并要向科主任汇报，科主任向院总值班、放射防护委员会和保卫部门汇报

(2) 使用辐射监测仪，全科探测是否有放射性污染。

(3) 检查并确保其他源的安全和控制，搞清楚丢失放射性同位素的品种和数量。

(4) 评估可能出现的后果。

(5) 确定源丢失，保卫处向生态环境主管部门、卫生行政部门、公安部门汇报。

(6) 必要时联系售源公司并告知有关情况，请求协助追踪货物并找出放射性物质的位置。

3、一旦发生放射源、发生器破损，应立即作如下处理：

(1) 立即撤离该地区，并封锁好现场。

(2) 通知放射防护管理人员确认泄漏，并监督去污和监测程序实施。

(3) 记录事件并根据监管机构的规定进行报告。

4、对于射线装置出现的放射性意外事故，应第一时间关闭电源，停止出束，维持空调系统通风良好，并将人员撤离至安全范围，报告科室主任，科主任向院总值班、放射防护委员会、医学工程部门汇报，医学工程部门联系维修人员进行维修，确认机房内辐射水平无异常后方可进入现场实施作业；

五、应急报告电话：

湖南省生态环境厅：0731-85698110

长沙市生态环境局：12369

湖南省卫生健康委员会：0731-84822000

长沙市卫生健康委员会：0731-88666181公安局：110

医院应急联系电话：[redacted]

湖南省肿瘤医院

2023.8.21

放射性核素的订购、领取、保管、使用制度

1．国家规定订购和使用放射性核素实行许可证制度。应根据工作实际需要，在规定允许使用量范围内，制定年度订购计划。

2．放射性核素与放射免疫分析试剂盒应有专人领取和保管，接收放射性药品时，应与送药者核对药品名称、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，及时登记，妥善保存，防止丢失或变性。

3．使用时，将放射性核素移入专用铅罐内，盖上铅盖，贴妥标签，注明放射性核素种类、放射性浓度及日期，出厂说明书妥善保存，以备查对。

4．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

5．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。

6．放射性核素到货后，由专人验收合格后移送至高活性室保存，及时登记，并及时通知患者检查或治疗，以减少浪费。

7．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。

8．放射性药品严格实行专库、双人双锁管理，实行专人负责、逐日消耗统计，发生放射性核素丢失事件时，按规定及时报告并协助查找。

核医学科安全保卫管理制度

一、核医学科应做好安全保卫管理工作，加强防火、防盗、防抢、防人为破坏的“四防”工作。杜绝发生放射性同位素、放射性物品丢失、被盗等安全责任事故，认真落实“谁使用，谁负责”的管理责任制。

二、按保卫消防部门要求配备灭火器具，做好放射源的防火消防安全工作。

三、核医学科的工作场所和贮存条件必须达到国家有关放射防护卫生标准；对放射源存储室安装防盗门、防盗窗和报警器，应当有满足辐射防护和实体保卫安全要求的放射源暂存库或设备。

四、放射源库应有明显的辐射防护警示标志，放射源的存储、领用、消耗和归还等须有专人负责，实行建档管理，做到帐目清楚，帐物相符，经常检查，严防丢失。

五、为确保仪器自带辐射屏蔽装置的完好、有效，设备操作、维修期间必须要设立相应的指示灯，确保安全，杜绝操作人员及公众被误照射等辐射事故的发生。

放射性同位素（放射源）保管制度

一、对放射性同位素（放射源）存放要求

1、专人负责保管：对放射性同位素（放射源）的储存在专用储存库内，由医务部负责管理并指定专人保管，负责对放射源进出库登记进行检查，定期的对储存库内可移动的放射源进行清点登记，并与进出库记录核对。

2、单独存放，不得与易燃、易爆、腐蚀物品等一起存放，以免因燃烧、爆炸、腐蚀等各种原因造成放射源失控，形成放射性污染。放射源未经科室负责人许可及主管院领导批准，不得私自使用、外借。

3、存放场所符合要求：存放放射源场所应根据国家相关标准要求，采取防火、防水、防盗、防丢失、防破坏、防射线泄漏的安全措施，并安装相应的报警装置，防止造成辐射事故和环境污染。

4、严格管理：有完善的放射性同位素储存、领取、使用、归还登记和检查制度，做到交接账目清楚。账物相符，记录资料完整。

5、建立放射源定期盘存制度：对可移动的放射源应建立盘存制度，清查放射源的数目是否与记录相符，确定其处于指定位置，且具有可靠的安全保障，预防辐射事故的发生。如发现账物不符，应保护好现场，并立即书面向医务部、物资供应部、保卫部及主管院领导报告、请示。违者追究科室负责人及保管员的责任。

二．放射性同位素（放射源）的包装容器应当设置明显的放射性警示标示和中文警示说明（电离辐射标志和警示标志）

三．进口的Ⅰ类、Ⅱ类、Ⅲ类放射源时，进口方必须与出口国同时签订废旧放射源返回合同，对于危险系数小，再利用价值低的Ⅳ、Ⅴ类废旧放射源，可以进行包装整备后送交所在地有相应资质的放射性废物集中储存单位存储和处置。

严禁复制

放射源管理流程

使用科室申请放射源→物资供应部提出申请→主管院领导、有关专家讨论→物资供应部组织厂家申请招标→主管院领导审批→院长审定→申领准购证→设备科采购→医务部将购入放射源相关证明材料送交生态环境行政部门审批、备案→医务部、物资供应部备案→使用科室建立使用档案，明确责任人，专本做好每次测量的详细记录。

放射源报废流程

使用科室将原放射源登记档案和报废申请→医务部→主管院领导审批→院长审定→医务科报上级生态环境行政部门办理退役回收手续→物资供应部负责将废源退回原供应商并取得凭证。

严禁复制

核医学科高活性室工作制度及操作规程

核医学高活性室是进行放射性核素贮存、分装与给药的场所，必须严格遵循活度计测量和质控规程，严格执行内照射及外照射防护要求，采取必要的防护及剂量监测措施，以减少放射性工作人员的照射剂量。

一、工作制度

1、给药护士应具备一定临床护理工作经验，有一定的专科理论知识和临床实践技能，并经过相关专业知识和技能培训，具有执业护士资格及放射工作人员执业上岗证。

2、熟悉各类放射性核素的性质、药品名、作用、用量、操作及辐射防护方式，药剂一般随到随用，如需贮存，应按日期顺序摆放，并登记信息。

3、严格遵照医嘱（预约单）执行各类放射性核素的使用，做好“三查七对”工作。

4、工作人员操作放射性药品时必须佩戴个人剂量计，并按要求穿戴防护服、防护口罩、帽子及一次性橡胶手套和铅手套等。

5、分装药物时，应在通风橱（分装柜）内进行操作，橱内须保证通风。所有操作器械和放射性药品放于专用托盘中，盘中覆盖吸水纸。尽量避免抽吸时药液外溢。

6、为患者实施放射性核素治疗前必须注意核对患者姓名、性别、年龄、诊断、放射性药物的名称、放射性活度、放射性强度、给药方式、方法及剂量等。

7、患者给药前准备是否已执行，如：药物、饮食等。如使用静脉途径给药，还应确认输液是否通畅，确保针头在血管内，位置准确。严格杜绝发生药液外漏现象。

8、发放放射性口服药品时，应送药到手，看服到口，确认无呕吐、外溢现象方可离开。

9、发放放射性药品后，应立即登记药物名称、生产厂家、发药剂量、给药方式、给药时间、执行人并签名。

10、废弃注射器及其他器械应置于放射性废物桶内（铅桶内），待衰变后按医疗废物处理。药物空瓶或残留药剂集中放置待厂家回收处理。

11、保持高活性室设备完好，通风厨保持整齐清洁，每天操作完毕后进行场所清污并用紫外线等进行消毒处理。

12、从高活室离开时，需对人员体表的辐射水平进行检测，检测结果处于正常水平，方可离开。

二、操作规程

1、高活性室的防护与隔离

1）在高活性室中，核医学工作人员可受到不同程度的外照射，同时如不注意个人的放射性防

严禁复制

护，放射性核素可以经过呼吸道、消化道以及皮肤等途径进入人体内，亦可以引起内照射危害。因此，遵循高活性室防护规程是非常必要的。

2）进入高活性室进行放射性操作前，事先应做好周密的计划和充分的准备，预先熟悉所要进行的工作，对不熟悉的操作可预先进行“冷试验”。事先准备好操作所需的非放射性物品，如：标记药盒、注射器、生理盐水等。根据需要应穿戴工作服、帽子、手套、铅围裙及防护眼镜等个人防护措施，工作结束后应合理处置放射性废物，并保持高活性室清洁卫生，标记静脉注射用药物的通风橱内应定期进行灭菌消毒。

3）尽可能对放射源进行屏蔽，减少工作人员外照射。在准备及分装放射性药物时在通风橱内进行，可利用通风橱内的铅砖、铅玻璃、铅罐或有机玻璃等材料进行屏蔽隔离。放射性药物在注射患者之前，应将注射器放入铅盒内。对于钼锝发生器处于运输的需要一般有足够的铅防护，但放置在操作台时必须另外用铅砖进行防护。在工作顺利进行的情况下，应合理选择铅屏蔽的厚度。

4）工作人员应穿铅衣，戴防护眼镜等个人防护用品。操作应熟练、迅速。工作结束避免在放射性工作场所的不必要停留，放射源不用时立即拿开。在满足工作需要的前提下，尽可能缩短接触放射源的时间，减少不必要的照射。不要直接接触放射源，常用镊子、长柄钳等取用和分装放射源，尽可能增加与放射源之间的距离。

5）注意内照射的防护。开放性放射源可能通过口、呼吸道、皮肤伤口进入体内。任何通过手、口途径摄入放射性的操作应当禁止。如口吸吸管、对着玻璃吹气，在公共场所使用化妆品、进食、饮水、饮冷冻食品等。对于手上的伤口或擦伤处应裹上防水物品。

6）将可能存在的放射源进行包装和盛装，使放射性泄露减少到最低，避免向环境扩散。对于液体放射源均须盛装容器中，并置入带吸水纸的托盘中。对于可挥发或升华的放射性核素如^{131}I，应在通风条件下进行操作，尽量避免放射性污染，一旦发生污染应及时清除，对短半衰期放射性核素污染可采用表面封闭，做好标记（时间、种类），让其自然衰变。

3、放射性监测与废物处理

对放射性核素实验室的操作台、地面、水槽等应定期进行表面污染检查。日常核医学操作的主要为短半衰期的放射性物质，对于放射性废物，如：注射器、安剖瓶、手套、抹布等可集中存放于长期使用的容器之中，置于储存间衰变，清洁解控后作为一般医疗废物处置。

4、剂量监测：高活性室应根据工作需要配备适当的辐射剂量仪器，定期监测工作场所的辐射水平，操作放射性后，应监测手及工作服等表面的放射性污染情况，发现放射性污染应及时妥善处。

核医学科表面污染处理制度

核医学科放射性工作人员必须严格遵守操作规程，避免发生污染，完成放射性操作后，应用剂量监测仪检测操作人员身体（双手、衣服）、操作台面及地面等工作场所，检查有无放射性污染，如发生污染事故（放射性药品的撒、漏等）应遵守以下原则：

一、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，并确定污染范围、辐射水平、污染类别等。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。

二、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、污染日期等以等待自然衰变。

三、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。

四、尽快脱去污染的衣和鞋，并装入污染物品袋，备详细测量。

五、按照核素污染的种类，选择相应的仪器测量，记录测量结果。

六、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。注意皮肤皱褶处和指甲缝处去污。

七、尽可能用温热的（<40℃）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。

八、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。

九、如经反复清洗效果不明显时，可根据放射性核素的化学性质和污染表面的性质，选用有效的去污剂进一步去污。

湖南省肿瘤医院

严禁复制

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室主任汇报，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。放射性废物按长半衰期和短半衰期分别收集。并予以适当屏蔽。

4、放射性固废的管理：

1）固体放射性废物应收集于具有屏蔽结构和电离辐射标志的专用废物桶，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。

2）装满废物的塑料袋（每袋废物重量不超过 20kg）应密封后及时转送至放射性废物存放处进行衰变，直至清洁解控后作为医疗废物处理，具体解控条件应满足 H1188 第 7.2.3 条款要求。

3）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。

5、放射性废液的管理：

1）核医学工作场所放射性药物标记、分装、注射的残留液和含放射性核素的其他废液应收集在专用容器中。含有长半衰期核素的放射性废液应单独收集存放。

2）对注射或服用放射性药物患者应有专用的集污系统，对其排泄物统一收集和管理，在衰变池储存至可解控排放。排放前需监测废液放射性水平。具体储存要求和排收标准应满足 H1188 第 7.3.3 条款要求。

3）定期采样监测废液放射性水平，建立废液衰变池监测数据档案。

6、气载放射性废物的管理：

经高效过滤后，排入大气。应定期更换活性炭或者滤膜，并作为固体放射性废物处理。

湖南省肿瘤医院

2022 年 1 月

严禁复制

核医学科主任职责

1、在院长、主管副院长领导下，负责本科业务、教学、科研、行政管理工作.

2、制定本科室工作计划，组织实施，经常督促检查，按期总结汇报。

3、领导和组织科内医务人员进行诊断治疗工作，研究分析疑难病例，抢救危重病人，提高医疗质量。

4、组织本科人员开展同位素新技术，新项目和科学研究，及时总结经验。

5、负责组织领导本科医务人员的业务学习和技术考核。提出升，调，奖，惩的意见，培养提高本科人员的技术水平。

6、组织领导本科有关人员进行一起设备的安装，检修及保养工作，审签清购，报销。

7、审定放射性同位素的订货计划，督促检查同位素的贮存安全工作，组织本科医务人员轮流作好同位素开瓶，分装，送服，注射等工作。

8、经常督促检查全体人员执行放射性同位素操作规程。做好防护，严防差错事故。

9、组织并担任临床教学，按排进修，实习人员的培训。

10、确定本科人员轮换，值班和休假。

副主任协助主任负责相应工作。

核医学科主任医师职责

1、在科主任领导下，指导本科业务技术及科研，教学工作。

2、亲自参加和指导疑难病例的诊断性和治疗性的技术操作。

3、组织和指导本科业务学习，不断提高诊断和治疗水平。

4、组织全科人员开展同位素新技术。，新项目和科研工作，并及时总结经验。

5、担任教学，进修和实习生的培训工作。

6、督促本科各级医务人员认真贯彻执行各项规章制度和医疗技术操作规程。

7、制定住院医师及进修医师培修规划，并督促执行。

严禁复制

8、主持或参加编写审议教学参考书或教学资料。

副主任医师职责参照主任医师职责。

核医学科主治医师职责

1、在科主任领导和上级医师指导下进行工作。

2、指导本科医师和技术人员进行诊断，治疗和各项技术操作。必要时亲自参加，提出诊断和治疗意见。并作好信息反馈工作。

3、检查并带头执行规章制度和技术操作规程，做好防护，严防差错事故。

4、负责抢救本科危重病员，参加门诊，会诊和出诊。

5、担任教学，并搞好进修和实习人员的培训及下级医院的业务提高工作。

6、开展新技术和科研工作。

核医学科医师职责

1、在科主任领导和上级医师指导下进行工作。

2、直接担任病员的检查，诊断和治疗工作。经常了解病员思想，生活情况，做好思想工作。

3、参加门诊，担任或指导实习员进行技术操作，及时准确的发出同位素检查报告单。做好住处反馈工作。

4、检查并带头执行规章制度和技术操作规程，做好防护，严防差错事故。

5、担任教学，并搞好进修和实习人员的培训。

6、开展新技术和科研工作。

核医学科技师职责

1、在科主任领导和上级医师指导下，负责同位素技术工作。

2、负责仪器的安装，使用，检查，保养和维修工作。

3、负责同位素实验室的管理，督促检查各级人员遵守操作规程。

4、建立机器使用档案，随时记录发生的故障及修理经过。

5、负责同位素的贮存，保管和放射线的监护工作，搞好安全防护。

6、指导技士，技术员，进修人员的技术操作，解决技术操作上的疑难问题，必要时亲自参加。

7、开展技术革新和科学研究，不断提高技术水平。

核医学科技士，技术员职责

1、在技师，医师指导下，担任所分配的各项诊疗技术操作。

2、担任各种同位素操作，遵守操作规程，做好防护工作，并负责注射器，玻璃器皿的清洁与消毒工作。

3、负责做好同位素使用登记和安全保卫工作。

4、负责退寄同位素铅罐及指导卫生员清除同位素废物污物。

5、负责药剂，器材的请领与保管，床单，枕套，毛巾的更换。

6、在技师的指导下，参加仪器设备的安装和检修工作。

7、做好机器的保护，整理，清试工作，机器发生故障或遇特殊情况及时报告技师。

核医学科主管护师职责

1、在本科室主任或副主任护师指导工作，服从护士长的领导。

2、严格执行各项规章制度，独立完成各项护理且达到质量标准要求。

3、担任护理小组长，正确运用护理程序，能独立实施患者健康教育且达到质量标准要求。

4、负责监督促查本科室护理工作质量，发现问题，及时解决，把握好护理质量关。

5、解决本科室护理业务上的疑难问题，指导危重、疑难患者的护理计划的制定和是实施

6、组织和指导本科室护理查房护理会诊，对护理业务给予具体指导。

7、对本科室发生的护理误错，事故进行分析，鉴定。并提出防范措施。

8、组织本科护师，护士进行业务培训，拟定培训计划，编写教材，承担讲课。

9、参与护理专业本科，专科及中专护生的临床实习带教，负责讲课和学生实习评价。

10、制订本科室护理科研和技术革新计划，提出科研课题并组织实施。指导本科室护师、护士开展科研工作。

11、协作科主任进行技术和行政管理工作。

核医学科护师职责

1、在护理部主任（门诊护士长）和科主任的领导下进行工作。

2、认真执行各项护理制度和技术操作规程，正确执行医嘱。准确及时完成各项护理工作，严格执行“三查七对”制度，严防差错、事故产生。

3、做好 SPECT 检查病人的护理工作和精神护理工作。

4、热情接待病人，做好 SPECT 检查前后的介绍。

5、SPECT 室护师负责接待病员、预约、登记、报告发出、资料存放、整理编号工作，以及造影剂的静脉注射工作。

6、准备好各项急救药品，在抢救过程中协助医生工作。

7、熟练掌握 SPECT 检查前后的注意事项。

8、护送病员进机房，并与扫描技师联系有关扫描工作。

电离辐射危害告知

1、人体受到放射线照射后，可能产生潜在危害，但危害发生的概率和程度与接受辐射剂量有关，小剂量放射检查对人体健康无明确危害。

2、权衡利弊，在没有其他更合适的检查方法替代时才用放射线检查；非特殊需要，孕妇不得进行下腹部放射影像检查；婴幼儿、儿童应慎用射线检查。

3、育龄妇女应将孕情如实告诉医生，如已怀孕或计划怀孕，医生将考虑是否进行射线检查。

4、检查时请逐个进入机房，并配合选用必要的放射防护用品，不要在机房内或靠近机房门口等待。

5、请妥善保存您的射线检查胶片，以便复查或转院时使用，避免不必要的重复照射。

严禁复制

附件 8 职业健康体检报告

湖南省肿瘤医院

职业健康检查总结报告

Occupational health examination summary report

报告编号：YFJ-2022-096

湖南省职业病防治院

Hunan prevention and treatment institute for occupational disease

2022 年 12 月 30 日

严禁复制

放射工作人员职业健康检查总结报告

受检单位：湖南省肿瘤医院	地址：长沙市岳麓区桐梓坡路 283 号
统一社会信用代码：12430000444878092J	邮编：410013
联系人：陈凡	电话：[redacted]
放射线种类：X 射线	体检类别：上岗前、在岗期间、离岗时
体检开始日期：2022 年 1 月 8 日	体检完成日期：2022 年 12 月 30 日
体检地点：湖南省职业病防治院	

一、检查主要依据：

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.《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2005.12.1）

4.《放射工作人员职业健康管理办法》（卫生部令第 55 号，2007.11.1）

5.《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ98-2020）

6.《放射性白内障诊断标准》（GBZ95-2014）

7.《职业性放射性肿瘤判断规范》（GBZ97-2017）

8.《职业性放射性甲状腺疾病诊断》（GBZ101-2020）

9.《职业性放射性皮肤疾病诊断》（GBZ106-2020）

10.《职业性放射性性腺疾病诊断》（GBZ107-2015）

11.《职业性放射性疾病诊断总则》（GBZ112-2017）

12.《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与评价》（GBZ/T248-2014）

二、放射工作人员职业健康检查项目：

医学史、职业史调查；常规检查（内科、外科、皮肤科）、眼科、裂隙灯检查、眼底检查、胸部后前位 X 射线摄片、甲状腺彩超、肝胆脾胰肾彩超、常规心电图、血常规、血清谷丙转氨酶、肾功能、空腹血糖、染色体畸变率、微核率、甲状腺功能、尿常规。

三、检查仪器型号、编号与检定有效期：

检查项目	检查仪器及编号	仪器有效期至
血常规	五分类血细胞分析仪 1000i，5007-2-082	2023 年 1 月 18 日
血清谷丙转氨酶、肾功能、空腹血糖	生化仪 7600-020，2005-3-142	2023 年 1 月 18 日
甲状腺功能	电化学发光免疫分析仪，2005-3-216	2023 年 2 月 22 日
尿常规	尿液分析仪，5007-2-080	2023 年 1 月 18 日
肝胆脾胰肾彩超、甲状腺彩超	飞利浦彩超机，5007-2-071	2023 年 1 月 18 日
常规心电图	日本光电心电图机，5007-2-055	2023 年 1 月 18 日
眼晶体	裂隙灯显微镜，5007-1-095	/
染色体畸变率、微核率	染色体显微图像扫描系统，2005-1-253；恒温培养箱，2005-2-136	/
胸部后前位 X 射线摄片	VX3733-SYS 数字化 X 射线摄影系统，2006-2-048	2022 年 12 月 30 日

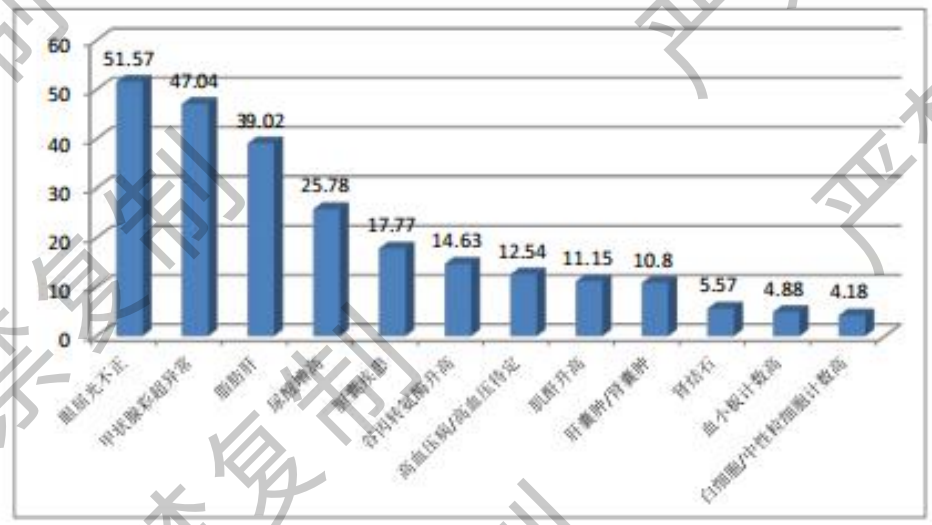
四、体检结果

我院于 2022 年 1 月 8 日至 2022 年 12 月 30 日对湖南省肿瘤医院 287 名放射工作人员进行了职业健康检查（并对其中部分需复查人员进行了复查）。汇总如下：

有害因素	应检人数	实检人数	体检率%	复查人数	疑似职业病人数	职业禁忌证人数
电离辐射	287	287	100	28	0	0

其他主要异常结果及检出率

异常结果	检查人数	异常人数	异常检出率(%)
眼屈光不正	287	148	51.57
甲状腺彩超异常（结节、囊肿、弥漫性病变等）	287	135	47.04
脂肪肝	287	112	39.02
尿酸增高	287	74	25.78
胆囊疾患（胆囊结石、息肉等）	287	51	17.77
谷丙转氨酶升高	287	42	14.63
高血压病/高血压待定	287	36	12.54
肌酐升高	287	32	11.15
肝囊肿/肾囊肿	287	31	10.80
肾结石	287	16	5.57
血小板计数高	287	14	4.88
白细胞/中性粒细胞计数高	287	12	4.18



其他主要异常结果检出率(%)

五、结论及建议

本次放射作业上岗前检查人员中，未见各类放射性疾病及禁忌证，可从事放射工作。

本次放射作业在岗期间检查人员中，发现未照胸片 11 人次，建议补照胸片（一个月内）；未照胸片（孕期或备孕）8 人次，建议择期补照胸片；血常规异常 5 人次，建议复查血常规（一个月内）；双眼屈光不正 3 人次，建议矫正视力（一个月内）。余未见各类放射性疾病及禁忌证，可继续从事原放射工作。

本次放射作业离岗时检查人员中，发现未照胸片 1 人，建议补照胸片（一个月内）。余未见各类放射性疾病，可以离岗。

【备注：放射工作适任性意见分类说明】

1、上岗前放射工作适任性意见：

a)可从事放射工作；

b)在一定限制条件下可从事放射工作；

c)不宜从事放射工作。

2、在岗期间放射工作适任性意见

a)可继续原放射工作；

b)在一定限制条件下可从事放射工作；

c)暂时脱离放射工作；

d)不宜继续原放射工作。

3、离岗时检查结论

a)可以离岗；

b)转相关医疗机构进一步检查；

注：

附表 1　职业健康检查异常结果一览表

附表 2　职业健康检查结果一览表

以下空白

严禁复制

序号	体检编号	姓名	工种	性别	年龄（岁）	工龄（年）	部门	体检类型	医学结论及建议	放射工作适任性意见
230	2208140034	[redacted]	护士	女	59	38	核医学	在岗期间	体检结果：1.高血压病（据病史）2.双赤道少量点混 3.双眼屈光不正 4.甲状腺实质回声分布欠均匀，甲状腺双侧叶多发低回声结节：TI—RADS 3级 5.胰腺实质光点粗 6.窦性心动过缓 7.肌酐减低 建议：1.低盐饮食，规律服用降压药物，监测血压，必要时到心血管内科咨询或诊治。2.建议到专业机构进行精确验光或矫正。3.建议定期复查，甲状腺专科进一步咨询诊治。4.请定期复查胰腺B超，平时勿暴饮暴食。5.如无症状，一般不做处理，必要时到心血管内科咨询或诊治。6.多见于营养不良、贫血、摄入蛋白量少等。建议补充营养，增加蛋白质摄入，定期复查。	可继续原放射工作。
231	2208140136 2209300182	[redacted]	医师	女	38	7	核医学/PET-CT	在岗期间	体检结果：1.双眼未达到正常矫正视力，近视性眼底改变 2.尿胆红素阳性 3.尿白细胞阳性 建议：1.建议到眼科咨询或诊治。2.复查尿液分析，如仍异常，请到消化内科咨询或诊治。3.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。	可继续原放射工作。
232	2201080030	[redacted]	医生	女	34	6	核医学/PET-CT	在岗期间	体检结果：1.肝内稍强回声结节，性质待定 2.血小板计数高 3.窦性心律不齐 4.双眼未达到正常矫正视力 5.甲状腺左侧叶低回声结节 6.未照胸片 建议：1.建议定期复查或进一步检查明确。2.可见于原发性血小板增多症及继发性血小板增多（如感染、创伤、脾切除术后等），复查血液分析，如仍增多，建议到血液科咨询或诊治。3.多见于健康青年人，一般不做处理。4.建议到眼科咨询或诊治。5.乳甲外科进一步咨询。6.补照胸片。	补照胸片。
233	2208140027	[redacted]	护士	女	44	8	甲状腺内科/核素治疗科（31病区）-护	在岗期间	体检结果：1.左眼屈光不正 2.右肾囊肿 3.尿胆红素阳性 4.尿潜血试验阳性 建议：1.建议到专业机构进行精确验光或矫正。2.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。3.复查尿液分析，如仍异常，请到消化内科咨询或诊治。4.复查尿液分析，如仍异常，请到泌尿外科或肾脏内科咨询或诊治。	可继续原放射工作。
234	2208130014	[redacted]	护士	女	47	15	甲状腺内科/核素治疗科	在岗期间	体检结果：甲状腺多发低回声结节及混合回声结节 建议：建议定期复查，甲状腺专科进一步咨询诊治。	可继续原放射工作。

序号	体检编号	姓名	工种	性别	年龄（岁）	工龄（年）	部门	体检类型	医学结论及建议	放射工作适任性意见
							（31 病区）-护			
235	2208140032	[redacted]	护士	女	50	5	甲状腺内科/核素治疗科（31 病区）-护	在岗期间	体检结果：1. 双眼屈光不正 2. 左侧肋膈角胸膜增厚可能 3. 肢导联 QRS 波群低电压 4. 促甲状腺激素升高 5. 甲状腺实质弥漫性病变 建议：1. 建议到专业机构进行精确验光或矫正。2. 建议 CT 检查，必要时呼吸科咨询诊治。3. 如无症状，可不做处理。4. 甲状腺专科或内分泌科进一步咨询诊治。5. 建议甲状腺专科进一步咨询或诊治。	可继续原放射工作。
236	2208130070		护士	女	47	28	甲状腺内科/核素治疗科（31 病区）-护	在岗期间	体检结果：1. 电轴左偏 2. 尿胆红素阳性 建议：1. 如无症状，一般不做处理。必要时心内科进一步咨询。2. 复查尿液分析，如仍异常，请到消化内科咨询或诊治。	可继续原放射工作。
237	2208140029		护士	女	49	31	甲状腺内科/核素治疗科（31 病区）-护	在岗期间	体检结果：右眼屈光不正 建议：建议到专业机构进行精确验光或矫正。	可继续原放射工作。
238	2208130069		护士	女	48	14	甲状腺内科/核素治疗科（31 病区）-护	在岗期间	体检结果：1. 双眼屈光不正 2. 电轴右偏 3. 尿胆红素阳性 建议：1. 建议到专业机构进行精确验光或矫正。2. 如无症状，一般不做处理。必要时心内科进一步咨询。3. 复查尿液分析，如仍异常，请到消化内科咨询或诊治。	可继续原放射工作。
239	2208220118		护士	女	40	6	甲状腺内科/核素治疗科（31 病区）-护	在岗期间	体检结果：1. 甲状腺左侧叶低回声结节：TI-RADS 2 级 2. 双眼屈光不正 3. 高血压病（据病史）4. 尿胆红素阳性 建议：1. 建议查甲状腺功能，甲状腺专科进一步咨询诊治。2. 建议到专业机构进行精确验光或矫正。3. 低盐饮食，规律服用降压药物，监测血压，必要时到心血管内科咨询或诊治。 4. 复查尿液分析。如仍异常，请到消化内科咨询或诊治。	可继续原放射工作。
240	2208140119		医生	男	43	21	甲状腺内科/核素	在岗期间	体检结果：1. 尿素氮偏低 2. 双眼屈光不正 3. 甲状腺左侧叶囊肿 建议：1. 尿素氮偏低可见于肾功能异常、肝脏功能异常、日常蛋白质摄	可继续原放射工作。

严禁复制

序号	体检编号	姓名	工种	性别	年龄（岁）	工龄（年）	部门	体检类型	医学结论及建议	放射工作适任性意见
							治疗科（31病区）-医		入较少、体型偏瘦、孕妇也可出现尿素氮偏低，建议结合临床，对症治疗，定期复查。2. 建议到专业机构进行精确验光或矫正。3. 建议乳甲外科就诊咨询。	
241	2208140113	[redacted]	医生	女	35	10	甲状腺内科/核素治疗科（31病区）-医	在岗期间	体检结果：1. 右眼屈光不正 2. 甲状腺实质弥漫性病变 建议：1. 建议到专业机构进行精确验光或矫正。2. 建议甲状腺专科进一步咨询或诊治。	可继续原放射工作。
242	2208140031		医生	女	43	17	甲状腺内科/核素治疗科（31病区）-医	在岗期间	体检结果：1. 双眼未达到正常矫正视力 2. 尿潜血可疑阳性 建议：1. 建议到眼科咨询或诊治。2. 复查尿液分析，如仍异常，请到泌尿外科或肾脏内科咨询或诊治。	可继续原放射工作。
243	2208140025		医生	女	32	6	甲状腺内科/核素治疗科（31病区）-医	在岗期间	体检结果：1. 甲状腺实质回声分布欠均匀 2. 淋巴细胞比值高 3. 窦性心律不齐 4. 未照胸片 建议：1. 建议定期复查，乳甲外科咨询诊治。2. 复查血液分析，如仍异常，建议到综合医院咨询或诊治。3. 多见于健康青年人，一般不做处理。4. 补照胸片。（一个月内）	补照胸片。（一个月内）
244	2208140044		医生	女	35	6	甲状腺内科/核素治疗科（31病区）-医	在岗期间	体检结果：1. 甲状腺弥漫性病变、甲状腺功能亢进（未控制）2. 尿酸增高 3. 未照胸片（孕期） 建议：1. 建议甲状腺专科进一步咨询或诊治。2. 低嘌呤饮食，定期复查肾功能，必要时到综合医院咨询或诊治。3. 择期补照胸片。	择期补照胸片。
245	2208140126		医生	女	36	10	甲状腺内科/核素治疗科（31病区）-医	在岗期间	体检结果：1. 肝内稍强回声团，性质待定 2. 尿酮体阳性 3. 中性粒细胞增多 4. 尿素氮偏低 5. 未照胸片（孕期）6. 双眼屈光不正 建议：1. 建议进一步检查以明确诊断。2. 复查尿液分析，如仍异常，建议到综合医院咨询或诊治。3. 复查血液分析，如仍异常，建议到综合医院咨询或诊治。4. 尿素氮偏低可见于肾功能异常、肝脏功能异常，日常蛋白质摄入较少、体型偏瘦、孕妇也可出现尿素氮偏低，建议结合临床，对症治疗，定期复查。5. 择期补照胸片。6. 建议到专业机构进行精确验	择期补照胸片。

序号	体检编号	姓名	工种	性别	年龄（岁）	工龄（年）	部门	体检类型	医学结论及建议	放射工作适任性意见
									光或矫正。	
246	2209140110		医生	男	51	29	甲状腺内科/核素治疗科（31病区）-医	在岗期间	体检结果：1.轻度脂肪肝 2.左肝囊肿 3.胆囊息肉样病变 4.左室面电压偏高 5.双眼屈光不正 建议：1.低脂饮食、适量运动、定期复查肝脏B超。 2.建议定期复查肝脏B超，如肝囊肿短期内明显增大，建议到肝胆外科咨询或诊治。3.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。4.进一步心脏彩超检查，明确左室高电压的原因。5.建议到专业机构进行精确验光或矫正。	可继续原放射工作。
247	2208130099		医生	女	34	6	甲状腺内科/核素治疗科（31病区）-医	在岗期间	体检结果：1.甲状腺左侧叶低回声结节：TI—RADS 3级 2.ST-T改变 3.血小板计数高 建议：1.建议定期复查，甲状腺专科进一步咨询诊治。2.建议心内科进一步诊治。3.可见于原发性血小板增多症及继发性血小板增多（如感染、创伤、脾切除术后等），复查血液分析，如仍增多，建议到血液科咨询或诊治。	可继续原放射工作。
248	2201080011		医生	男	52	26	介入科	在岗期间	体检结果：1.肝实质光点稍粗 2.右眼屈光不正 3.支气管疾患？ 4.尿潜血可疑阳性 5.甲状腺双侧叶低回声结节 建议：1.建议定期复查肝功能和肝脏B超检查。2.建议到专业机构进行精确验光或矫正。3.呼吸内科进一步诊治。4.复查尿液分析，如仍异常，请到泌尿外科或肾脏内科咨询或诊治。5.乳甲外科进一步咨询。	可继续原放射工作。
249	2201080006		医生	男	48	25	介入科	在岗期间	体检结果：1.轻度脂肪肝 2.肝多发囊肿 3.尿潜血试验阳性 4.窦性心动过缓 5.甲状腺双侧叶低回声结节 建议：1.低脂饮食、适量运动、定期复查肝脏B超。 2.建议定期复查肝脏B超，如肝囊肿短期内明显增大，建议到肝胆外科咨询或诊治。3.复查尿液分析，如仍异常，请到泌尿外科或肾脏内科咨询或诊治。4.如无症状，一般不做处理，必要时到心血管内科咨询或诊治。 5.定期复查，乳甲外科随诊。	可继续原放射工作。
250	2201080005		医生	男	47	27	介入科	在岗期间	体检结果：1.脂肪肝 2.单核细胞计数增高 3.左眼屈光不正 4.T波改变 5.肌酐升高 建议：1.低脂饮食，适量运动，定期复查肝脏B超。2.可见于结核、伤寒、亚急性感染性心内膜炎、单核细胞性白血病、急性传染病恢复期等，建	可继续原放射工作。

附件 9　个人剂量检测结果

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-2023-382

（NO. received item）

项 目 名 称：职业性外照射个人监测

（Name of item）

委 托 单 位：湖南省肿瘤医院

（Deliver unit）

2023 年 12 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：湖南省肿瘤医院	统一社会信用代码：12430000444878092J
地　址：长沙市桐梓坡路 283 号	邮　编：410006
联系人：陈凡	电　话：[redacted]
元件名称/状态：LiF(Mg、Cu、P)圆片状	采/送样方式：现场佩带
元件发放日期：2023 年 6 月 14 日	样品数量：257 个
元件回收日期：2023 年 10 月 29 日 2023 年 11 月 14 日	检测日期：2023 年 10 月 30 日 2023 年 11 月 15 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)	5006-2-177　RE2000 热释光剂量测量装置　有效日期至 2024 年 4 月 5 日，X 线刻度系数：4.43×10^{-4}，γ 线刻度系数：4.50×10^{-4}

检测结论：

湖南省肿瘤医院 245 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。其中，王艳平、胡方竞、尹可、李寒冬四人剂量计测量值分别为 1.52 mSv、1.66 mSv、2.90 mSv、1.79 mSv。经调查：尹可从事放射治疗工作，佩戴期间无异常状况发生，故以同一监测周期内从事相同工作的同事接受的平均剂量 0.13 mSv 来表示；其他三人均从事诊断放射工作，佩戴期间无异常状况发生，故以同一监测周期内从事相同工作的同事接受的平均剂量 0.12 mSv 来表示。

以下空白。

报告编写人　　审核人　　签发人　　年　月　日

（检验检测专用章）

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	[redacted]	女	核医学	2023-6-14 至 2023-9-14	0.18
002		女	放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.14
003		女	核医学	2023-6-14 至 2023-9-14	0.15
004		男	核医学	2023-6-14 至 2023-9-14	0.18
006		女	核医学	2023-6-14 至 2023-9-14	0.22
007		女	核医学	2023-6-14 至 2023-9-14	0.21
008		男	核医学	2023-6-14 至 2023-9-14	0.21
011		男	核医学	2023-6-14 至 2023-9-14	0.16
012		男	核医学	2023-6-14 至 2023-9-14	0.20
016		男	核医学	2023-6-14 至 2023-9-14	0.21
020		男	核医学	2023-6-14 至 2023-9-14	0.13
021		女	核医学	2023-6-14 至 2023-9-14	0.12
022		女	核医学	2023-6-14 至 2023-9-14	0.15
023		女	核医学	2023-6-14 至 2023-9-14	0.17
025		男	核医学	2023-6-14 至 2023-9-14	0.18
026		男	核医学	2023-6-14 至 2023-9-14	0.17
027		男	核医学	2023-6-14 至 2023-9-14	（铅衣内）0.10 （铅衣外）0.11
031		男	放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.12
036		男	放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.10
040		女	放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.21
041		女	放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.05
042		女	放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.13
044		男	放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.16
047		男	放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.15
048		男	放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.05
050		男	放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.15

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)
139	[redacted]	男	放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.12
140		男	放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.05
142		男	放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.16
143		男	放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.12
144		男	放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.12
145		男	放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.05
146		女	放射诊断	2023-6-14 至 2023-9-14	0.19
149		男	介入放射	2023-6-14 至 2023-9-14	（铅衣内）0.15 （铅衣外）0.17
156		女	核医学	2023-6-14 至 2023-9-14	0.22
158		女	诊断放射	2023-6-14 至 2023-9-14	0.05
159		女	诊断放射	2023-6-14 至 2023-9-14	0.12
160		女	诊断放射	2023-6-14 至 2023-9-14	0.12
162		男	诊断放射	2023-6-14 至 2023-9-14	0.19
167		男	诊断放射	2023-6-14 至 2023-9-14	0.05
169		男	诊断放射	2023-6-14 至 2023-9-14	0.13
170		男	诊断放射	2023-6-14 至 2023-9-14	0.11
171		男	放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.16
172		男	放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.11
176		男	放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.16
178		男	放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.15
180		男	放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.12
181		男	放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.16
183		女	核医学	2023-6-14 至 2023-9-14	0.13
184		女	核医学	2023-6-14 至 2023-9-14	0.16
185		男	核医学	2023-6-14 至 2023-9-14	0.11
188		女	放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.14

严禁复制

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)
193	[redacted]	女	诊断放射	2023-6-14 至 2023-9-14	0.11
194		女	诊断放射	2023-6-14 至 2023-9-14	0.13
195		女	放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.05
196		女	放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.20
197		男	放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.17
198		男	放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.15
199		男	放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.05
200		男	放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.10
201		男	放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.11
202		女	放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.05
203		男	放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.15
204		男	放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.16
205		男	放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.15
206		男	放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.14
207		男	放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.11
209		男	核医学	2023-6-14 至 2023-9-14	0.12
210		男	核医学	2023-6-14 至 2023-9-14	0.18
211		男	诊断放射	2023-6-14 至 2023-9-14	0.12
214		女	诊断放射	2023-6-14 至 2023-9-14	0.14
215		女	诊断放射	2023-6-14 至 2023-9-14	0.16
216		女	放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.10
217		男	放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.10
218		女	放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.13
222		女	放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.05
226		男	放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.14
227		男	放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.11
228		男	放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.13

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)
229	[redacted]		放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.18
230			放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.13
232			放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.19
233			放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.10
235			放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.05
236			放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.26
237			核医学	2023-6-14 至 2023-9-14	0.12
238			核医学	2023-6-14 至 2023-9-14	（铅衣内）0.24 （铅衣外）0.30
240			放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.15
245			诊断放射	2023-6-14 至 2023-9-14	0.13
246			核医学	2023-6-14 至 2023-9-14	0.21
247			核医学	2023-6-14 至 2023-9-14	0.22
249			核医学	2023-6-14 至 2023-9-14	0.12
250			核医学	2023-6-14 至 2023-9-14	0.22
251			核医学	2023-6-14 至 2023-9-14	0.15
253			诊断放射	2023-6-14 至 2023-9-14	0.17
254			诊断放射	2023-6-14 至 2023-9-14	0.05
255			诊断放射	2023-6-14 至 2023-9-14	0.24
256			核医学	2023-6-14 至 2023-9-14	0.15
258			核医学	2023-6-14 至 2023-9-14	0.26
259			核医学	2023-6-14 至 2023-9-14	0.23
260			放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.16
261			诊断放射	2023-6-14 至 2023-9-14	0.16
265			放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.12
266			放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.15
267			放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	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 $H_P(10)$（mSv）
268	[redacted]	男	放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.05
269		男	放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.16
271		女	放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.18
272		男	放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.12
273		女	诊断放射	2023-6-14 至 2023-9-14	0.14
274		女	放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.21
275		男	诊断放射	2023-6-14 至 2023-9-14	0.17
276		男	诊断放射	2023-6-14 至 2023-9-14	0.12
277		男	诊断放射	2023-6-14 至 2023-9-14	0.05
278		男	诊断放射	2023-6-14 至 2023-9-14	0.10
279		男	诊断放射	2023-6-14 至 2023-9-14	0.05
282		男	诊断放射	2023-6-14 至 2023-9-14	0.20
284		女	介入放射	2023-6-14 至 2023-9-14	（铅衣内）0.17 （铅衣外）0.20
286		女	核医学	2023-6-14 至 2023-9-14	0.18
287		女	核医学	2023-6-14 至 2023-9-14	0.14
288		女	核医学	2023-6-14 至 2023-9-14	0.21
289		女	核医学	2023-6-14 至 2023-9-14	0.16
290		男	核医学	2023-6-14 至 2023-9-14	0.20
291		女	诊断放射	2023-6-14 至 2023-9-14	0.10
293		女	诊断放射	2023-6-14 至 2023-9-14	0.14
294		女	诊断放射	2023-6-14 至 2023-9-14	0.20
295		女	诊断放射	2023-6-14 至 2023-9-14	0.05
301		女	诊断放射	2023-6-14 至 2023-9-14	0.05
302		女	放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.05
303		男	诊断放射	2023-6-14 至 2023-9-14	0.14
305		男	诊断放射	2023-6-14 至 2023-9-14	0.16

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）
308	[redacted]	男	介入放射	2023-6-14 至 2023-9-14	（铅衣内）0.14 （铅衣外）0.24
310		男	诊断放射	2023-6-14 至 2023-9-14	0.15
312		男	诊断放射	2023-6-14 至 2023-9-14	0.05
313		男	诊断放射	2023-6-14 至 2023-9-14	0.10
314		男	诊断放射	2023-6-14 至 2023-9-14	0.17
315		男	诊断放射	2023-6-14 至 2023-9-14	0.05
317		男	核医学	2023-6-14 至 2023-9-14	0.15
318		男	核医学	2023-6-14 至 2023-9-14	0.38
321		女	诊断放射	2023-6-14 至 2023-9-14	0.11
322		男	诊断放射	2023-6-14 至 2023-9-14	0.12
323		男	诊断放射	2023-6-14 至 2023-9-14	0.16
324		女	诊断放射	2023-6-14 至 2023-9-14	0.12
325		女	诊断放射	2023-6-14 至 2023-9-14	0.17
326		女	诊断放射	2023-6-14 至 2023-9-14	0.16
328		女	放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.10
329		男	放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.13
330		女	放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.14
332		男	放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.17
333		男	诊断放射	2023-6-14 至 2023-9-14	0.12
334		女	介入放射	2023-6-14 至 2023-9-14	（铅衣内）0.16 （铅衣外）0.17
335		女	介入放射	2023-6-14 至 2023-9-14	（铅衣内）0.11 （铅衣外）0.19
336		男	放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.14
337		男	放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.12
338		女	放射治疗	2023-6-14 至 2023-9-14	0.14

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-2023-353

（NO. received item）

项 目 名 称：职业性外照射个人监测

（Name of item）

委 托 单 位：湖南省肿瘤医院

（Deliver unit）

2023 年 9 月 8 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：湖南省肿瘤医院	统一社会信用代码：12430000444878092J
地　址：长沙市桐梓坡路 283 号	邮　编：410006
联系人：陈凡	电　话：[redacted]
元件名称/状态：LiF(Mg、Cu、P)圆片状	采/送样方式：现场佩带
元件发放日期：2023 年 3 月 14 日	样品数量：235 个
元件回收日期：2023 年 8 月 2 日	检测日期：2023 年 8 月 22 日 2023 年 8 月 23 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）	5006-2-106　RGD-3B 热释光剂量仪 有效日期至 2024 年 3 月 28 日，X 线刻度系数：0.059，γ 线刻度系数：0.059。

检测结论：

湖南省肿瘤医院 231 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　　审核人　　签发人　　年　月　日

（检验检测专用章）

严禁复制

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	[redacted]	女	核医学	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
002		女	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
003		女	核医学	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
004		男	核医学	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
006		女	核医学	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
007		女	核医学	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
008		男	核医学	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
011		男	核医学	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
012		男	核医学	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
016		男	核医学	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
031		男	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
036		男	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.10
040		女	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
041		女	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
042		女	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.29
044		男	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.13
045		男	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
047		男	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
048		男	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
050		男	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
051		男	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
052		男	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.13
053		男	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.13
054		女	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
055		男	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.13
057		女	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.12
058		女	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.12

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）
059	[redacted]	女	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.13
060		男	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
061		女	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
062		女	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.15
066		男	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
068		男	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
069		男	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
070		男	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
071		男	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
074		男	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.14
075		男	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.10
076		男	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.28
077		男	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
078		男	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
080		男	其 它	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
089		男	诊断放射	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
093		女	诊断放射	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
098		女	诊断放射	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
100		男	诊断放射	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
102		男	诊断放射	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
103		男	诊断放射	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
108		男	诊断放射	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
110		男	诊断放射	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
111		男	诊断放射	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
112		男	诊断放射	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
113		男	诊断放射	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
115		男	诊断放射	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05

严禁复制

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)
116	[redacted]	男	诊断放射	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
117		男	诊断放射	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
122		女	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
123		男	医用其他	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
124		男	医用其他	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
125		男	医用其他	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
128		女	诊断放射	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
130		男	诊断放射	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
131		男	诊断放射	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
134		男	介入放射	2023-3-14 至 2023-6-13	（铅衣内）0.12 （铅衣外）1.02
136		男	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
137		男	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.12
139		男	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
140		男	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.28
142		男	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
143		男	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
144		男	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
145		男	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
146		女	放射诊断	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
149		男	介入放射	2023-3-14 至 2023-6-13	（铅衣内）0.10 （铅衣外）0.93
156		女	核医学	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
158		女	诊断放射	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
159		女	诊断放射	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
160		女	诊断放射	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
162		男	诊断放射	2023-3-14 至 2023-6-13	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 $H_P(10)$(mSv)
166	[redacted]	男	诊断放射	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
169		男	诊断放射	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
170		男	诊断放射	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
171		男	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
172		男	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
178		男	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.12
180		男	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
181		男	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
183		女	核医学	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
184		女	核医学	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
191		男	诊断放射	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
192		女	诊断放射	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
193		女	诊断放射	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
194		女	诊断放射	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
195		女	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
196		女	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.12
197		男	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
198		男	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
199		男	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
200		男	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.10
201		男	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
202		女	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
203		男	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.13
204		男	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
205		男	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.10
206		男	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
207		男	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05

严禁复制

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）
209	[redacted]	男	核医学	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
211		男	诊断放射	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
214		女	诊断放射	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
215		女	诊断放射	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
216		女	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
217		男	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
218		女	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
219		男	其 它	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
222		女	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
226		男	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.10
227		男	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
228		男	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
229		男	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.10
230		男	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.10
232		女	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.15
233		女	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.12
235		女	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
236		女	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
242		女	诊断放射	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
243		女	诊断放射	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
245		女	诊断放射	2023-3-14 至 2023-6-13	0.29
246		女	核医学	2023-3-14 至 2023-6-13	0.12
247		女	核医学	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
249		女	核医学	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
250		女	核医学	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
251		男	核医学	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
253		女	诊断放射	2023-3-14 至 2023-6-13	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）
254	[redacted]	女	诊断放射	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
256		女	核医学	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
259		女	核医学	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
260		男	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
261		女	诊断放射	2023-3-14 至 2023-6-13	0.12
262		男	其 它	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
263		男	其 它	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
264		男	其 它	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
265		男	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
266		女	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
267		女	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
268		男	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
269		男	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.10
270		男	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.11
272		女	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
274		女	放射治疗	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
276		男	诊断放射	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
277		男	诊断放射	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
278		男	诊断放射	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
279		男	诊断放射	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
287		女	核医学	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
288		女	核医学	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
289		女	核医学	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
291		女	诊断放射	2023-3-14 至 2023-6-13	0.16
293		女	诊断放射	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
294		女	诊断放射	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05
295		女	诊断放射	2023-3-14 至 2023-6-13	0.05

严禁复制

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-2023-034

（NO. received item）

项目名称：职业性外照射个人监测

（Name of item）

委托单位：湖南省肿瘤医院

（Deliver unit）

2023年2月28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：湖南省肿瘤医院	统一社会信用代码：12430000444878092J
地　址：长沙市桐梓坡路283号	邮　编：410006
联系人：陈凡	电　话：[redacted]
元件名称/状态：LiF(Mg、Cu、P)圆片状	采/送样方式：现场佩带
元件发放日期：2022年9月10日	样品数量：221个
元件回收日期：2023年2月1日	检测日期：2023年2月14日、2022年2月15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）	5006-2-106　RGD-3B 热释光剂量仪 有效日期至2023年4月12日，X线刻度系数：0.060，γ线刻度系数：0.056。

检测结论：

湖南省肿瘤医院219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　　审核人　　签发人　　年　月　日

（检验检测专用章）

严禁复制

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	[redacted]	女	核医学	2022-9-12至2022-12-12	0.10
002		女	核医学	2022-9-12至2022-12-12	0.12
003		女	核医学	2022-9-12至2022-12-12	0.05
004		男	核医学	2022-9-12至2022-12-12	0.10
006		女	核医学	2022-9-12至2022-12-12	0.18
007		女	核医学	2022-9-12至2022-12-12	0.12
008		男	核医学	2022-9-12至2022-12-12	0.05
011		男	核医学	2022-9-12至2022-12-12	0.05
016		男	核医学	2022-9-12至2022-12-12	0.05
019		男	核医学	2022-9-12至2022-12-12	0.05
020		男	核医学	2022-9-12至2022-12-12	0.05
021		女	核医学	2022-9-12至2022-12-12	0.05
022		女	核医学	2022-9-12至2022-12-12	0.05
023		女	核医学	2022-9-12至2022-12-12	0.10
024		男	核医学	2022-9-12至2022-12-12	0.10
025		男	核医学	2022-9-12至2022-12-12	0.05
026		男	核医学	2022-9-12至2022-12-12	0.05
027		男	核医学	2022-9-12至2022-12-12	（铅衣内）0.05 （铅衣外）0.05
031		男	放射治疗	2022-9-12至2022-12-12	0.17
040		女	放射治疗	2022-9-12至2022-12-12	0.14
042		女	放射治疗	2022-9-12至2022-12-12	0.17
044		男	放射治疗	2022-9-12至2022-12-12	0.05
047		男	放射治疗	2022-9-12至2022-12-12	0.05
048		男	放射治疗	2022-9-12至2022-12-12	0.05
050		男	放射治疗	2022-9-12至2022-12-12	0.05
052		男	放射治疗	2022-9-12至2022-12-12	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 $H_P(10)$(mSv)
158	[redacted]	女	诊断放射	2022-9-12至2022-12-12	0.05
159		女	诊断放射	2022-9-12至2022-12-12	0.05
166		男	诊断放射	2022-9-12至2022-12-12	0.05
167		男	诊断放射	2022-9-12至2022-12-12	0.05
169		男	诊断放射	2022-9-12至2022-12-12	0.05
170		男	诊断放射	2022-9-12至2022-12-12	0.25
172		男	放射治疗	2022-9-12至2022-12-12	0.18
176		男	放射治疗	2022-9-12至2022-12-12	0.17
180		男	放射治疗	2022-9-12至2022-12-12	0.18
181		男	放射治疗	2022-9-12至2022-12-12	0.16
183		女	核医学	2022-9-12至2022-12-12	0.12
184		女	核医学	2022-9-12至2022-12-12	0.16
185		男	核医学	2022-9-12至2022-12-12	0.19
193		女	诊断放射	2022-9-12至2022-12-12	0.18
194		女	诊断放射	2022-9-12至2022-12-12	0.21
195		女	放射治疗	2022-9-12至2022-12-12	0.16
197		男	放射治疗	2022-9-12至2022-12-12	0.19
198		男	放射治疗	2022-9-12至2022-12-12	0.14
199		男	放射治疗	2022-9-12至2022-12-12	0.11
200		男	放射治疗	2022-9-12至2022-12-12	0.12
201		男	放射治疗	2022-9-12至2022-12-12	0.16
202		女	放射治疗	2022-9-12至2022-12-12	0.10
203		男	放射治疗	2022-9-12至2022-12-12	0.12
204		男	放射治疗	2022-9-12至2022-12-12	0.10
205		男	放射治疗	2022-9-12至2022-12-12	0.14
206		男	放射治疗	2022-9-12至2022-12-12	0.16
208		男	放射治疗	2022-9-12至2022-12-12	0.11

严禁复制

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)
209	[redacted]	男	核医学	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
210		男	核医学	2022-9-12 至 2022-12-12	0.12
211		男	诊断放射	2022-9-12 至 2022-12-12	0.12
214		男	诊断放射	2022-9-12 至 2022-12-12	0.12
215		女	诊断放射	2022-9-12 至 2022-12-12	0.18
216		女	放射治疗	2022-9-12 至 2022-12-12	0.17
217		男	放射治疗	2022-9-12 至 2022-12-12	0.11
218		女	放射治疗	2022-9-12 至 2022-12-12	0.14
219		男	医用其他	2022-9-12 至 2022-12-12	0.16
222		女	放射治疗	2022-9-12 至 2022-12-12	0.14
226		男	放射治疗	2022-9-12 至 2022-12-12	0.12
227		男	放射治疗	2022-9-12 至 2022-12-12	0.12
228		男	放射治疗	2022-9-12 至 2022-12-12	0.13
229		男	放射治疗	2022-9-12 至 2022-12-12	0.14
230		男	放射治疗	2022-9-12 至 2022-12-12	0.13
232		女	放射治疗	2022-9-12 至 2022-12-12	0.14
233		女	放射治疗	2022-9-12 至 2022-12-12	0.11
236		女	核医学	2022-9-12 至 2022-12-12	0.17
237		男	核医学	2022-9-12 至 2022-12-12	0.10
238		男	核医学	2022-9-12 至 2022-12-12	(铅衣内) 0.11 (铅衣外) 0.12
240		女	放射治疗	2022-9-12 至 2022-12-12	0.13
243		女	诊断放射	2022-9-12 至 2022-12-12	0.14
244		女	诊断放射	2022-9-12 至 2022-12-12	0.18
246		女	核医学	2022-9-12 至 2022-12-12	0.10
249		女	核医学	2022-9-12 至 2022-12-12	0.12
250		女	核医学	2022-9-12 至 2022-12-12	0.11

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)
251	[redacted]	男	核医学	2022-9-12 至 2022-12-12	0.14
253		女	诊断放射	2022-9-12 至 2022-12-12	0.11
254		女	诊断放射	2022-9-12 至 2022-12-12	0.13
255		女	诊断放射	2022-9-12 至 2022-12-12	0.10
256		女	核医学	2022-9-12 至 2022-12-12	0.13
258		男	核医学	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
259		女	核医学	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
260		男	放射治疗	2022-9-12 至 2022-12-12	0.10
261		女	诊断放射	2022-9-12 至 2022-12-12	0.17
262		男	医用其他	2022-9-12 至 2022-12-12	0.16
263		男	医用其他	2022-9-12 至 2022-12-12	0.20
264		男	医用其他	2022-9-12 至 2022-12-12	0.12
265		男	放射治疗	2022-9-12 至 2022-12-12	0.10
266		女	放射治疗	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
267		女	放射治疗	2022-9-12 至 2022-12-12	0.10
268		男	放射治疗	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
269		男	放射治疗	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
271		女	放射治疗	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
272		女	放射治疗	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
273		女	放射治疗	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
274		女	放射治疗	2022-9-12 至 2022-12-12	0.13
276		男	诊断放射	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
277		男	诊断放射	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
278		男	诊断放射	2022-9-12 至 2022-12-12	0.10
279		男	诊断放射	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
282		男	诊断放射	2022-9-12 至 2022-12-12	0.12
286		女	核医学	2022-9-12 至 2022-12-12	0.10

严禁复制

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）
287	[redacted]	女	核医学	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
288		男	核医学	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
289		女	核医学	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
290		男	核医学	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
292		女	诊断放射	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
293		女	诊断放射	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
295		女	诊断放射	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
301		女	诊断放射	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
303		男	诊断放射	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
304		男	诊断放射	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
309		男	诊断放射	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
310		男	诊断放射	2022-9-12 至 2022-12-12	0.11
311		男	诊断放射	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
313		男	诊断放射	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
315		男	诊断放射	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
316		男	诊断放射	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
317		男	核医学	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
318		男	核医学	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
319		男	诊断放射	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
320		男	诊断放射	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
321		女	诊断放射	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
322		男	诊断放射	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
323		男	诊断放射	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
325		女	诊断放射	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
326		女	诊断放射	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
327		男	诊断放射	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
328		女	放射治疗	2022-9-12 至 2022-12-12	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 $H_P(10)$（mSv）
333	[redacted]	男	诊断放射	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
336		男	放射治疗	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
337		男	放射治疗	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
338		女	放射治疗	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
339		女	放射治疗	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
352		男	核医学	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
354		女	诊断放射	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
355		女	诊断放射	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
356		男	诊断放射	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
358		女	诊断放射	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
361		男	诊断放射	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
362		女	诊断放射	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
363		女	诊断放射	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
364		女	诊断放射	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
365		女	诊断放射	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
366		女	诊断放射	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
370		男	诊断放射	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
375		女	核医学	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
376		女	诊断放射	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
378		女	诊断放射	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
379		男	诊断放射	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
380		女	诊断放射	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
382		男	放射治疗	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
383		女	放射治疗	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
384		女	放射治疗	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
385		男	放射治疗	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05
386		女	放射治疗	2022-9-12 至 2022-12-12	0.05

严禁复制

CMA
171800101020

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-2022-532

（NO. received item）

项目名称：职业性外照射个人监测

（Name of item）

委托单位：湖南省肿瘤医院

（Deliver unit）

2022 年 12 月 19 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：湖南省肿瘤医院	统一社会信用代码：12430000444878092J
地　址：长沙市桐梓坡路 283 号	邮　编：410006
联系人：陈凡	电　话：[redacted]
元件名称/状态：LiF(Mg、Cu、P)圆片状	采/送样方式：现场佩带
元件发放日期：2022 年 6 月 10 日	样品数量：222 个
元件回收日期：2022 年 12 月 3 日	检测日期：2022 年 12 月 14 日、2022 年 12 月 15 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）	5006-2-106，RGD-3B 热释光剂量仪 有效日期至 2023 年 4 月 12 日，X 线刻度系数：0.060，γ 线刻度系数：0.056。

检测结论：

湖南省肿瘤医院 220 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：[illegible]　审核人：[illegible]　签发人：[illegible]　2022 年 12 月 19 日

（检验检测专用章）

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	[redacted]	女	核医学	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
002		女	核医学	2022-6-11 至 2022-9-11	0.98
003		女	核医学	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
004		男	核医学	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
006		女	核医学	2022-6-11 至 2022-9-11	0.20
007		女	核医学	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
008		男	核医学	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
011		男	核医学	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
016		男	核医学	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
019		男	核医学	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
020		男	核医学	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
021		女	核医学	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
022		女	核医学	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
023		女	核医学	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
024		男	核医学	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
025		男	核医学	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
026		男	核医学	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
027		男	核医学	2022-6-11 至 2022-9-11	（铅衣内）0.05 （铅衣外）0.05
031		男	核医学	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
040		女	放射治疗	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
042		女	放射治疗	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
044		男	放射治疗	2022-6-11 至 2022-9-11	0.12
047		男	放射治疗	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
048		男	放射治疗	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
050		男	放射治疗	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
052		男	放射治疗	2022-6-11 至 2022-9-11	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 $H_p(10)$(mSv)
158	[redacted]	女	诊断放射	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
159		女	诊断放射	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
166		男	诊断放射	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
167		男	诊断放射	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
169		男	诊断放射	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
170		男	诊断放射	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
172		男	放射治疗	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
176		男	放射治疗	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
180		男	放射治疗	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
181		男	放射治疗	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
183		女	核医学	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
184		女	核医学	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
185		男	核医学	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
188		女	放射治疗	2022-6-11 至 2022-9-11	1.00
193		女	诊断放射	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
194		女	诊断放射	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
195		女	放射治疗	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
197		男	放射治疗	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
198		男	放射治疗	2022-6-11 至 2022-9-11	0.10
199		男	放射治疗	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
200		男	放射治疗	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
201		男	放射治疗	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
202		女	放射治疗	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
203		男	放射治疗	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
204		男	放射治疗	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
205		男	放射治疗	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
206		男	放射治疗	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05

严禁复制

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）
250	[redacted]	女	核医学	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
251		男	核医学	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
253		女	诊断放射	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
254		女	诊断放射	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
255		女	诊断放射	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
256		女	核医学	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
258		男	核医学	2022-6-11 至 2022-9-11	0.16
259		女	核医学	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
260		男	放射治疗	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
261		女	诊断放射	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
262		男	医用其他	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
263		男	医用其他	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
264		男	医用其他	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
265		男	放射治疗	2022-6-11 至 2022-9-11	1.04
266		女	放射治疗	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
267		女	放射治疗	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
268		男	放射治疗	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
269		男	放射治疗	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
271		女	放射治疗	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
272		女	放射治疗	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
273		女	放射治疗	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
274		女	放射治疗	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
276		男	诊断放射	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
277		男	诊断放射	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
278		男	诊断放射	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
279		男	诊断放射	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
282		男	诊断放射	2022-6-11 至 2022-9-11	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 $H_p(10)$（mSv）
286	[redacted]	女	核医学	2022-6-11 至 2022-9-11	0.13
287		女	核医学	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
288		男	核医学	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
289		男	核医学	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
290		男	核医学	2022-6-11 至 2022-9-11	0.12
292		女	诊断放射	2022-6-11 至 2022-9-11	1.05
293		女	诊断放射	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
295		女	诊断放射	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
301		女	诊断放射	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
303		男	诊断放射	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
304		男	诊断放射	2022-6-11 至 2022-9-11	1.02
309		男	诊断放射	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
310		男	诊断放射	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
311		男	诊断放射	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
313		男	诊断放射	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
315		男	诊断放射	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
316		男	诊断放射	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
317		男	核医学	2022-6-11 至 2022-9-11	0.10
318		男	核医学	2022-6-11 至 2022-9-11	0.38
319		男	诊断放射	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
320		男	诊断放射	2022-6-11 至 2022-9-11	0.80
321		女	诊断放射	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
322		男	诊断放射	2022-6-11 至 2022-9-11	1.14
323		男	诊断放射	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
325		女	诊断放射	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
326		女	诊断放射	2022-6-11 至 2022-9-11	0.05
327		男	诊断放射	2022-6-11 至 2022-9-11	1.09

严禁复制

附件 10 环境现状辐射水平监测报告

核工业二三0研究所

监测报告

[核环监]2023-DL0296

项目名称：湖南省肿瘤医院核技术利用建设项目辐射环境监测

委托单位：湖南省肿瘤医院

监测单位：核工业二三0研究所

报告日期：2024年01月29日

报告编制：[illegible]　审核人：[illegible]　签发人：[illegible]

说　明

1.报告无本单位检测报告专用章、骑缝章、CMA 章无效。

2.复制报告未重新加盖本单位检测报告专用章无效。

3.报告涂改无效。

4.自送样品的委托检测，其结果仅对来样负责；对不可复现的监测项目，结果仅对监测所代表的时间和空间负责。

5.对监测报告如有异议，请于收到报告之日起两个月内以书面形式向本机构提出，逾期不予受理。

单位名称：核工业二三0研究所

地　　址：湖南省长沙市雨花区桂花路34号

邮政编码：410007

联系电话：0731-85484684

传　　真：0731-85484684

电子邮箱：230hpzx@sina.com

严禁复制

核工业二三0研究所
监测报告

[核环监]2023-DL0296

项目名称	湖南省肿瘤医院核技术利用建设项目辐射环境监测		
委托单位	湖南省肿瘤医院		
委托单位地址	湖南省长沙市岳麓区桐梓坡路283号		
联系人	陈凡	**联系电话**	[redacted]
监测项目	环境γ辐射剂量率，α、β放射性表面污染	**监测方式**	现场监测
监测地点	湖南省肿瘤医院病房楼（6号楼）一楼		
监测环境条件	2023年11月23日：天气：晴，环境温度：(9-22) ℃，相对湿度：47 %。		
监测依据	1.《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）； 2.《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）； 3、《表面污染测定 第1部分：β发射体（$E_{\beta max}$>0.15MeV）和α发射体》（GB/T 14056.1-2008）。		

监测仪器	仪器名称	X、γ辐射空气比释动能率仪	α、β表面污染测量仪
	仪器型号	主机FH40G，探头FHZ672E-10	CoMo-170
	制造单位	THERMO FISHER	NUVIA
	出厂编号	主机31951，探头11453	9597
	测量范围	主机10nSv/h~ 100μSv/h 探头1nSv/h~ 100μSv/h	α：0-2500cps β：0-20000cps
	能量响应范 围	主机36keV~1.3MeV 探头40keV~4.4MeV	/
	检定机构	湖南省电离辐射计量站	湖南省电离辐射计量站
	检定证书编 号	hnjln2023036-77	hnjln2023246-602
	检 定有效期	2023年3月3日~2024年3月2日	2023年11月1日~2024年10月31日
备注	本报告仅对本次监测数据负责。		

严禁复制

核工业二三0研究所
监测报告

[核环监]2023-DL0296

附表 监测结果

表1 拟建场址环境γ辐射剂量率监测结果

监测点号	监测点位描述	监测结果（nGy/h）		备注
		监测值	标准差	
1	拟建场址西侧（道路）	59.8	1.2	道路
2	拟建场址北侧（道路）	58.6	1.7	道路
3	拟建场址北侧（停车处）	54.7	1.8	道路
4	拟建场址东侧（道路）	54.1	1.1	道路
5	拟建场址南侧（绿化区）	77.6	1.6	原野
6	拟建场址东侧（病房楼大厅）	70.0	1.6	楼房
7	拟建场址内部1（39A病区走道）	62.2	0.8	楼房
8	拟建场址内部2（39A病区走道）	54.3	1.3	楼房
9	拟建场址内部3（39A病区走道）	59.9	0.3	楼房
10	拟建场址顶部1（39B病区走道）	71.2	2.6	楼房
11	拟建场址顶部2（39B病区走道）	81.7	1.2	楼房
12	拟建场址顶部3（39B病区走道）	76.3	1.5	楼房

注：1、本次测量时，测量时仪器探头垂直向下，距地面的参考高度为1m，仪器读数稳定后，以10s为间隔读取10个数据；

2、监测结果 $D_\gamma=k_1*k_2*R_\gamma-k_3*D_c$，检定系数 k_1=0.98，检验源效率因子 k_2=1，k_3 楼房取0.8、平房取0.9、原野和道路取1，仪器对宇宙射线的响应值 D_c 为19.3nGy/h，以上监测结果已扣除宇宙射线响应。

（此页以下空白）

严禁复制

核工业二三0研究所
监测报告

[核环监]2023-DL0296

表2　拟建场址放射性表面污染监测结果

监测点号	监测点位描述	监测结果（Bq/cm²）	
		α放射性表面污染	β放射性表面污染
1	拟建场址西侧地面（道路）	<MDL	<MDL
2	拟建场址北侧地面（道路）	<MDL	<MDL
3	拟建场址北侧地面（停车处）	<MDL	<MDL
4	拟建场址东侧地面（道路）	<MDL	<MDL
5	拟建场址南侧地面（绿化区）	<MDL	<MDL
6	拟建场址东侧地面（病房楼大厅）	<MDL	<MDL
7	拟建场址内部地面1（39A病区走道）	<MDL	0.04
8	拟建场址内部地面2（39A病区走道）	<MDL	<MDL
9	拟建场址内部地面3（39A病区走道）	<MDL	<MDL

注：1.监测结果已扣除本底；

2.表面污染测量仪α探测下限（MDL）：0.01Bq/cm²、β探测下限（MDL）：0.03Bq/cm²，若校准结果小于探测下限，则记录为<MDL。

（此页以下空白）

严禁复制

核工业二三0研究所
监测报告

[核环监]2023-DL0296

附图　监测点位

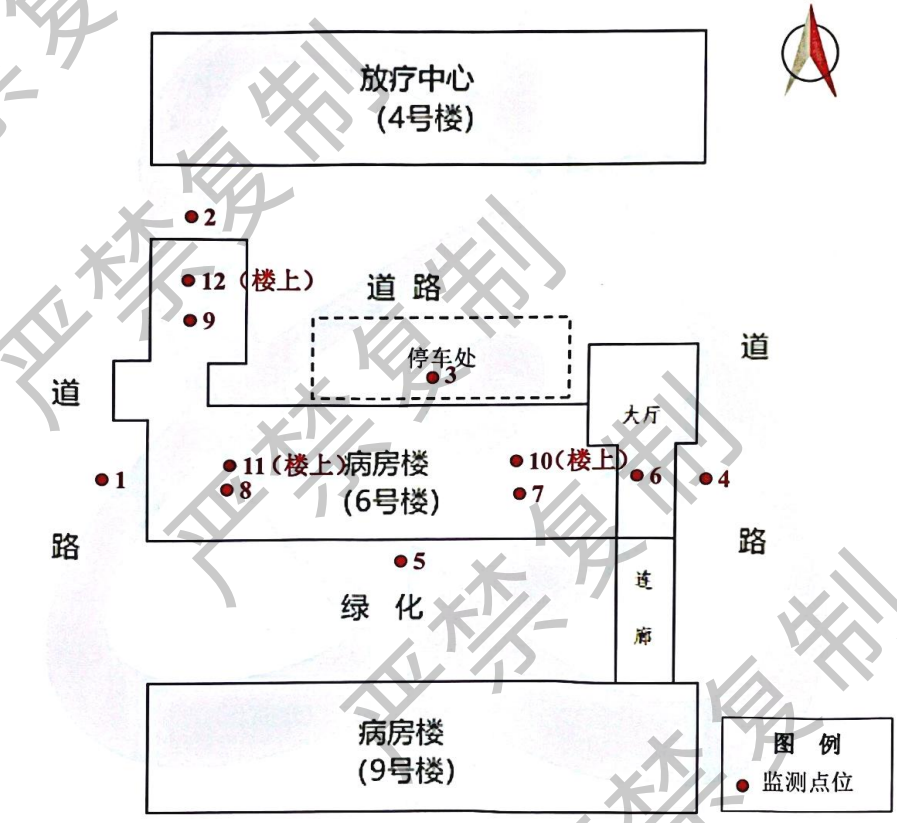


图 1　拟建场址监测点位示意图

（报告结束）

附件 11 湖南省肿瘤医院核技术利用项目建设概况

湖南省肿瘤医院核技术利用项目建设概况

一、建设内容及地点

表 1　本项目射线装置技术参数一览表

序号	设备名称	厂家及型号	设备序列号	类别	数量	主要参数	拟安装场所
1	SPECT-CT	待定	待定	III	1 台	最大管电压：150kV 最大管电流：1000mA	病房楼 1F，ECT 机房

表 2　本项目密封放射源使用情况一览表

序号	核素名称	活度（Bq）	数量	类别	用途	使用/暂存场所
1	^{90}Sr-^{90}Y	7.40×10^{8}	1 枚	V	敷贴治疗	病房楼 1F 核素治疗科敷贴室
2	^{90}Sr-^{90}Y	1.48×10^{9}	1 枚	V	敷贴治疗	病房楼 1F 核素治疗科敷贴室

表 3　本项目非密封放射性物质使用情况一览表

使用场所	病房楼 1F 核素治疗科				
	核素治疗病区			核素治疗诊区	
核素	^{131}I	^{177}Lu	^{125}I 粒子	^{89}Sr	^{223}Ra
物理状态	固态（胶囊）	液态	固态	液态	液态
核素毒性因子	中毒（0.1）	中毒（0.1）	中毒（0.1）	中毒（0.1）	极毒（10）
操作方式修正因子	简单操作（10）	简单操作（1）	很简单的操作（100）	简单操作（1）	简单操作（1）
最大工作负荷	16 人/批，2 批/周，1600 人/a	1 人/周，50 人/a	2 人/d，3d/周，300 人/a	3 人/d，2d/周，300 人/a	2 人/d，2d/周，200 人/a
每人次患者最大给药量	7.40×10^{9}Bq	7.40×10^{9}Bq	4.44×10^{9}Bq	1.85×10^{8}Bq	6.00×10^{6}Bq
实际日最大操作量	1.18×10^{11}Bq	7.40×10^{9}Bq	8.88×10^{9}Bq	5.55×10^{8}Bq	1.20×10^{7}Bq
日等效最大操作量	1.18×10^{9}Bq	7.40×10^{8}Bq	8.88×10^{6}Bq	5.55×10^{6}Bq	1.20×10^{8}Bq
年最大操作量	1.18×10^{13}Bq	3.70×10^{11}Bq	1.33×10^{12}Bq	5.55×10^{10}Bq	1.20×10^{9}Bq
来源	外购	外购	外购	外购	外购
操作方式	无需分装，口服给药	无需分装，输液给药	需分装，植入治疗	无需分装，注射给药	无需分装，注射给药
用途	甲癌治疗	前列腺癌及神经内分泌肿瘤治疗	肿瘤植入治疗	骨转移癌治疗	前列腺癌治疗

二、人员配置

表 4　核素治疗科现有放射工作人员配置一览表

序号	姓名	性别	岗位	辐射培训证书编号	年度个人剂量 mSv（2022.9~2023.9）	放射工作适任性意见（2022 年）
1	[redacted]	男	主任医师	FS23HN[redacted]	0.31	可继续从事放射工作
2	[redacted]	女	副主任医师	FS21HN[redacted]	0.37	补胸片，已补查
3	[redacted]	男	副主任医师	FS23HN[redacted]	0.33	可继续从事放射工作
4	[redacted]	女	副主任医师	FS23HN[redacted]	0.30	可继续从事放射工作
5	[redacted]	女	主治医师	FS21HN[redacted]	0.33	补胸片，已补查
6	[redacted]	女	主治医师	FS23HN[redacted]	0.24	补胸片，已补查
7	[redacted]	女	主治医师	FS23HN[redacted]	0.31	可继续从事放射工作
8	[redacted]	女	副主任护师	FS23HN[redacted]	0.48	可继续从事放射工作
9	[redacted]	女	副主任护师	FS21HN[redacted]	0.38	可继续从事放射工作
10	[redacted]	女	副主任护师	FS23HN[redacted]	0.33	可继续从事放射工作
11	[redacted]	女	副主任护师	FS22HN[redacted]	0.32	可继续从事放射工作
12	[redacted]	女	主管护师	FS21HN[redacted]	0.38	可继续从事放射工作
13	[redacted]	女	护师	FS22HN[redacted]	0.30	可继续从事放射工作
14	[redacted]	女	护师	FS21HN[redacted]	0.33	可继续从事放射工作

三、项目辐射防护设计

表 5　本项目核素治疗科工作场所辐射屏蔽设计相关参数

工作场所	房间名称	屏蔽设计			
		四周墙体	顶板	门	窗
核素治疗病区	卫生通过间	240mm 砖	120mm 砼	/	/
	储源室	240mm 砖	100mm 砼	7mmPb	/
	缓冲走道	240mm 砖	100mm 砼	西侧：4mmPb 东侧：5mmPb	/
	辐射废物暂存间	240mm 砖	100mm 砼	南侧：10mmPb 北侧：5mmPb	/
	碘-131 给药间	240mm 砖+40mm 硫酸钡	100mm 砼+10mm 铅板	11mmPb	/
	病房 1~病房 6	北墙：240mm 砖+80mm 硫酸钡 病房 6 东墙：240mm 砖+40mm 硫酸钡+8mm 铅板 其它：240mm 砖+40mm 硫酸钡	病房 1：120mm 砼+24mmPb 防护材料 其他：100/120mm 砼+16mm 铅板	12mmPb	/
	病房 8~病房 12	南墙：240mm 砖+80mm 硫酸钡+5mm 铅板 其它：240mm 砖+40mm 硫酸钡	120mm 砼+16mm 铅板	12mmPb	/
	抢救室	东、南墙 240mm 砖+80mm 硫酸钡 其它：240mm 砖+40mm 硫酸钡	120mm 砼+10mm 铅板	12mmPb	/
	ECT 机房	370mm 砖	240mm 砼	4mmPb	4mmPb
	ECT 控制室	240mm 砖	120mm 砼	/	/
	甲癌走道	见相邻用房屏蔽设计	120mm 砼+10mm 铅板	出入口：17mmPb 其它：10mmPb	17mmPb
	镥/粒子操作间	240mm 砖+30mm 硫酸钡	120mm 砼	4mmPb	/
	镥-177 病房	240mm 砖+20mm 硫酸钡	120mm 砼+20mm 硫酸钡	4mmPb	/
	粒子病房	240mm 砖	120mm 砼	3mmPb	/
	镥/粒子走道	240mm 砖+30mm 硫酸钡	100mm 砼	3mmPb	/
核素治疗诊区	卫生通过	240mm 砖	100mm 砼	/	/
	敷贴室	240mm 砖+10mm 硫酸钡	100mm 砼	4mmPb	/
	注射室	240mm 砖	100mm 砼	4mmPb	3mmPb
	污废/储源间	240mm 砖+10mm 硫酸钡	100mm 砼	3mmPb	/
	患者走道	240mm 砖	100mm 砼	3mmPb	/
	清洁间、备用间	240mm 砖	100mm 砼	/	/
衰变池机房		370mm 砖	240mm 砼	3mmPb	/

注：除 ECT 机房、衰变池机房和功能用房防护门、注射察窗均为新增外，上表“+”前为原有屏蔽体，后为本次新增屏蔽体，新增屏蔽防护厚度均为屏蔽体双面防护厚度之和；除特别说明，本项目屏蔽体采用的砖密度不小于 1.65g/cm^3，混凝土（砼）密度不小于 2.35g/cm^3，铅密度不小于 11.3g/cm^3，硫酸钡密度不小于 3.2g/cm^3。

五、环保投资概算

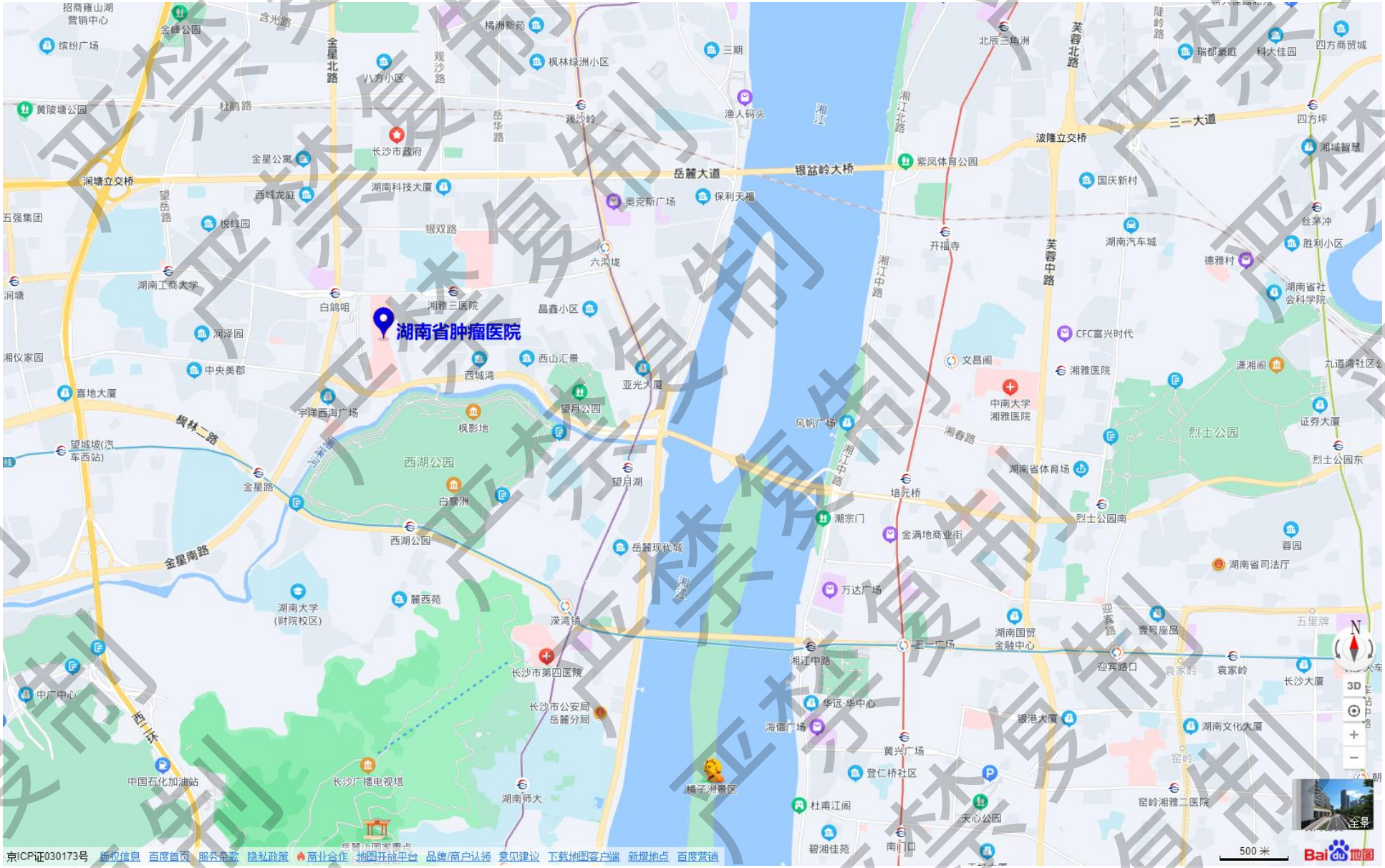
表 7　环保投资一览表

类别	污染源/污染物		环保措施	环保投资（万元）
项目总投资				[redacted]
环保咨询、环保验收	-		-	
场所防护设计、屏蔽体建设及室内装修	-		-	
“三废”处置	建设阶段	建设过程产生的扬尘、有机废气等	定期洒水、使用低污染环保建材	
		建筑、装修垃圾	统一收集，运输至合法堆场堆放	
		生活垃圾	依托医院现有垃圾处理站	
		生活废水	依托医院现有污水处理系统	
	项目运行阶段	放射性废气	拟配套建设通风系统及放射性废气处置装置	
		放射性废水	拟新建放射性废水衰变池	
		放射性固体废物	拟储存至废物间内衰变至清洁解控水平后作为普通医疗废物依托医院现有医疗废物处置站处置	
		生活废水、废物	分别依托医院生活污水处理系统、垃圾处理站	
环境辐射监测	X-γ辐射剂量率、放射性表面污染、放射性废水		拟定期委托进行工作场所防护性能及周围辐射环境监测	
辐射监测设备	-		拟按表 6 配置相应的辐射监测设备，依托核素治疗科现有辐射监测设备，部分拟购置	
防护用品	-		拟按表 6 配置相应的防护用品，依托核素治疗科现有防护用品，部分拟购置	
人员配置及管理	职业外照射		定期组织工作人员进行职业健康体检及个人剂量检测	
辐射安全防护	-		配置电离辐射警示标识、门禁系统、监控系统、门机联锁、工作状态指示灯等辐射安全防护设施	
			制定/修订辐射安全相关制定、应急演练、定期组织培训等	
环保投资合计（万元）				

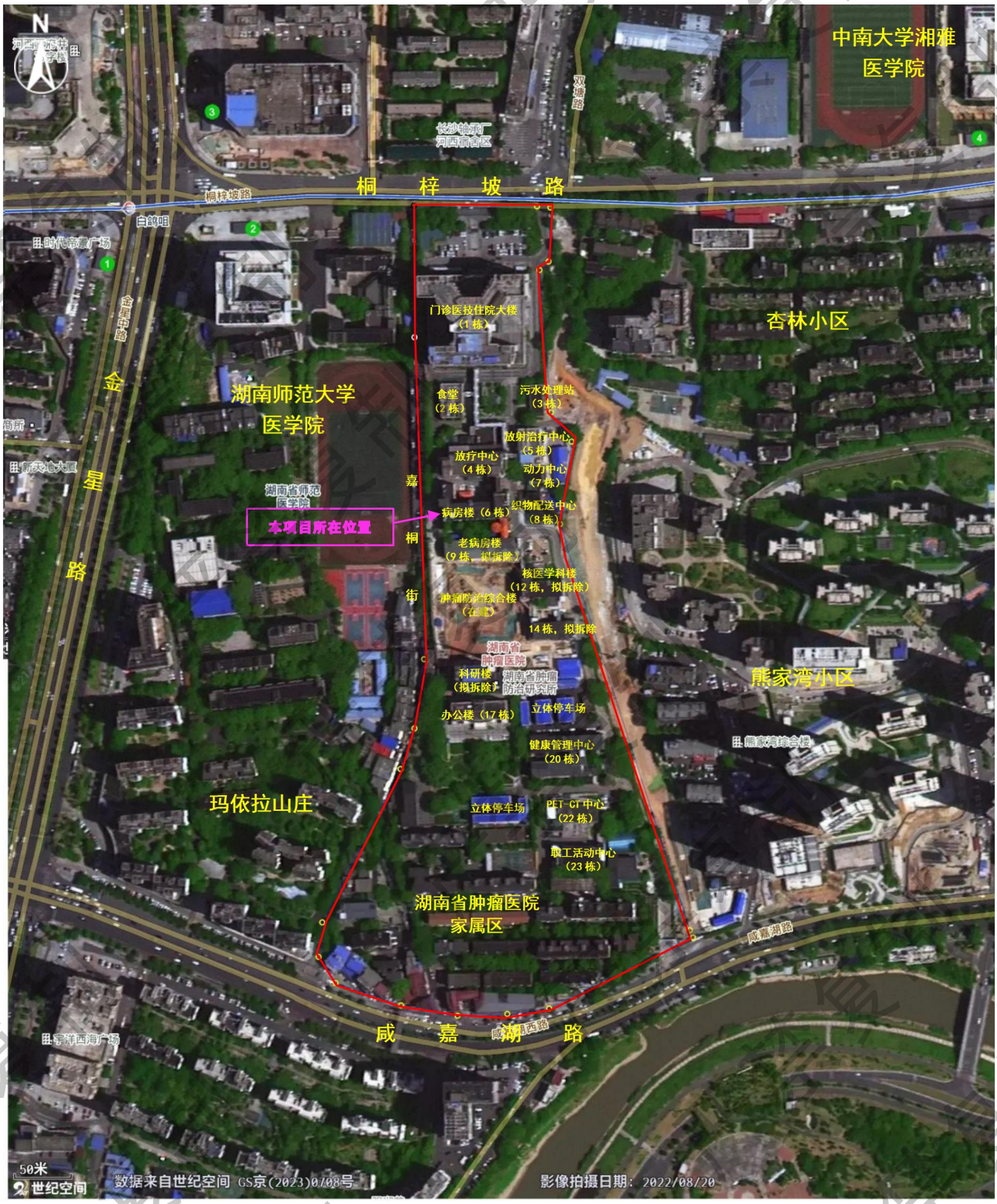
四、防护用品及检测设备配置

表 6　本项目辐射防护用品及检测仪器配置计划一览表

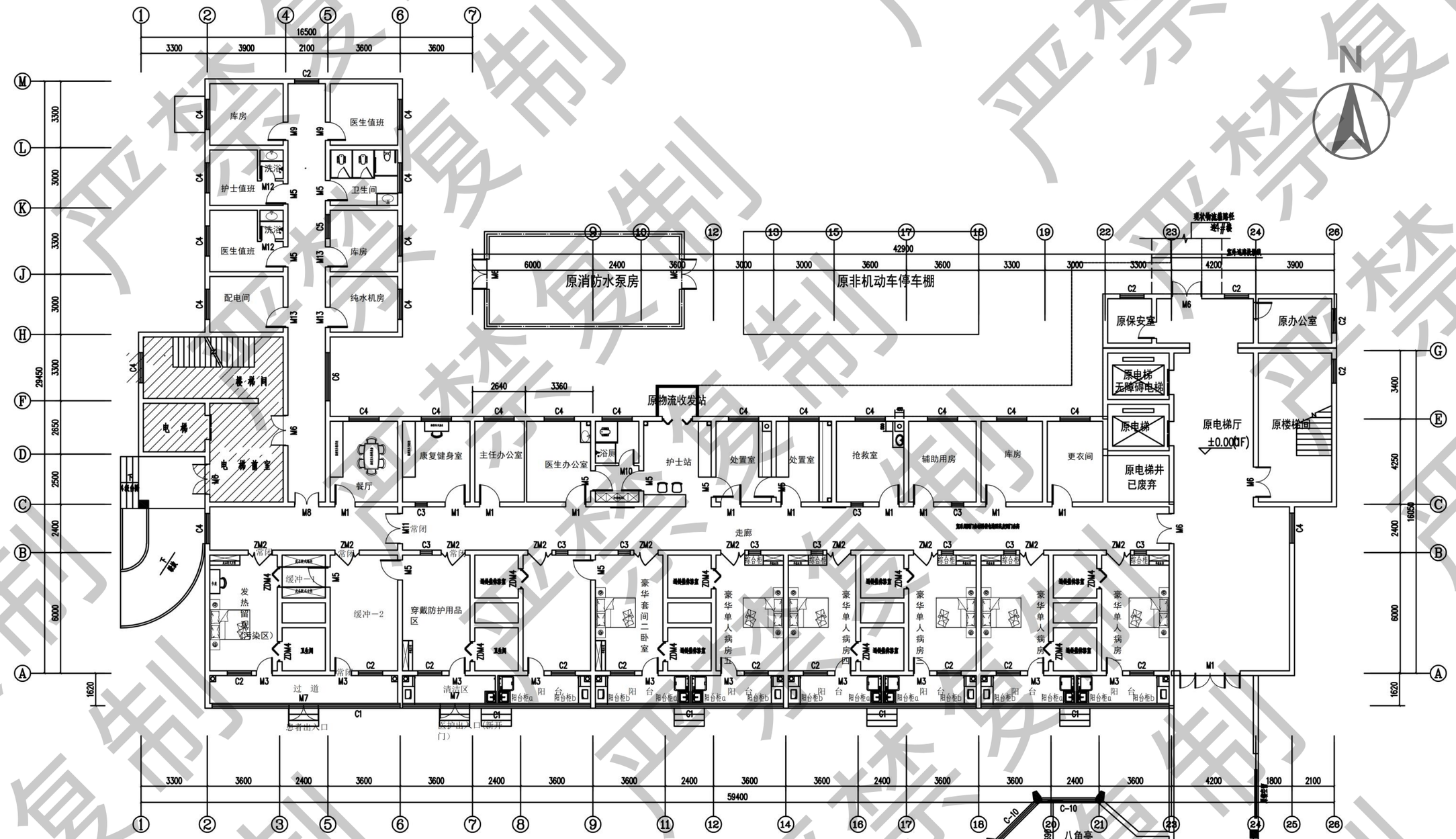
类别		拟配置数量	拟配置场所	备注
防护用品	一体式铅衣、铅手套、铅围脖、铅帽	4 套	核素治疗诊区 1 套、核素治疗病区 3 套	利旧
	铅眼镜	1 副	核素治疗病区	利旧
	通风柜/手套箱	2 台	镥、粒子操作间	拟新购 1 台
	铅废物收集桶	6 个	碘给药室、镥/粒子操作间、锶/镭注射室、各区患者走道各 1 个	利旧
	铅废物衰变桶/箱	5 个	核素治疗病区辐射废物暂存间 3 个、核素治疗诊区污废/储源间 2 个	利旧
	铅屏风	7 块	镥-177 病房、粒子病房、5 间碘-131 双人病房各 1 块	利旧
	储源保险箱/柜	1 个	敷贴治疗室	拟新购
	放射性污染防护服	若干	核素治疗诊区、核素治疗病区	拟新购
检测设备	个人剂量计	1 个/人	/	利旧
	个人剂量报警仪	2 台	核素治疗诊区、核素治疗病区各 1 台	利旧
	表面污染监测仪	2 台	核素治疗诊区、核素治疗病区各 1 台	拟新购 1 台
	X-γ 剂量率测量仪	1 台	核素治疗科	利旧
	全身辐射动态监控仪	1 台	ECT 候诊走道	利旧


湖南省肿瘤医院
岳麓大道
银盆岭大桥
金星北路
芙蓉北路
芙蓉中路
湘江中路
湘江北路
三一大道
波隆立交桥
洞塘立交桥
杜鹃路
银双路
枫林二路
金星路
金星南路
湘春路
迎宾路
观沙路
岳华路
望岳路
含光路
陡岭路
湘江
西湖公园
烈士公园
橘子洲景区
长沙市政府
湖南科技大厦
湖南工商大学
湘雅三医院
中南大学湘雅医院
湘雅医院
湖南省肿瘤医院
长沙第四医院
湖南师大
湖南大学(财院校区)
长沙广播电视塔
湖南省体育场
湖南省司法厅
湖南汽车城
湖南国贸金融中心
五一广场
五一路
黄兴广场
袁家岭
长沙大厦
湖南文化大厦
银港大厦
华远·华中心
海信广场
万达广场
金满地商业街
潮宗门
培元桥
开福寺
北辰三角洲
四方坪
四方商贸城
科大佳园
瑞都豪庭
三一路
湘域智慧
国庆新村
紫凤体育公园
奥克斯广场
保利天福
六沟垅
晶鑫小区
西山汇景
西城湾
亚光大厦
望月公园
望月湖
枫影地
白鹭洲
宇洋西海广场
喜地大厦
中央美都
润泽园
悦峰园
西城龙庭
金星公寓
黄陵塘公园
缤纷广场
金峰公园
招商雍山湖营销中心
八方小区
枫林绿洲小区
橘洲新苑
三期
渔人码头
观沙岭
白鹤咀
洞塘
五强集团
湘仪家园
望城坡(汽车西站)
中广中心
中国石化加油站
岳麓西苑
岳麓现代城
深湾镇
长沙市公安局岳麓分局
杜甫江阁
碧湘佳苑
南门口
天心公园
登仁桥社区
窑岭湘雅二医院
德雅村
胜利小区
丝茅冲
湖南省社会科学院
CFC富兴时代
文昌阁
潇湘阁
九道湾社区
证券大厦
烈士公园东
烈士公园南
风帆广场
壹号座昌
迎宾路口
五里牌
蓉园
全景
500 米
京ICP证030173号
版权信息
百度首页
服务条款
隐私政策
商业合作
地图开放平台
品牌/商户认领
意见建议
下载地图客户端
新增地点
百度营销

附图 1　项目地理位置图



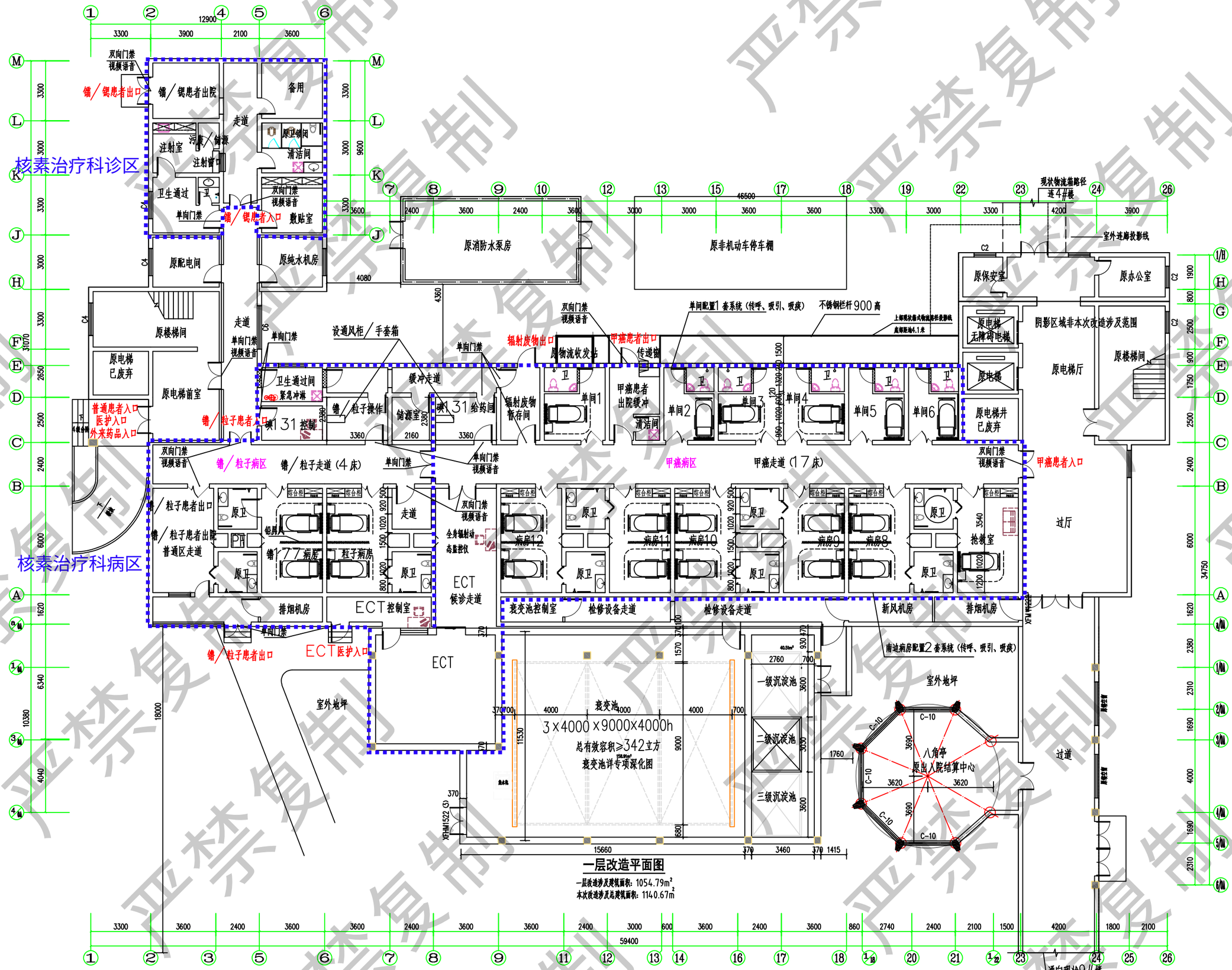
附图 2　医院平面布局及周边外环境关系图



一层现状平面图

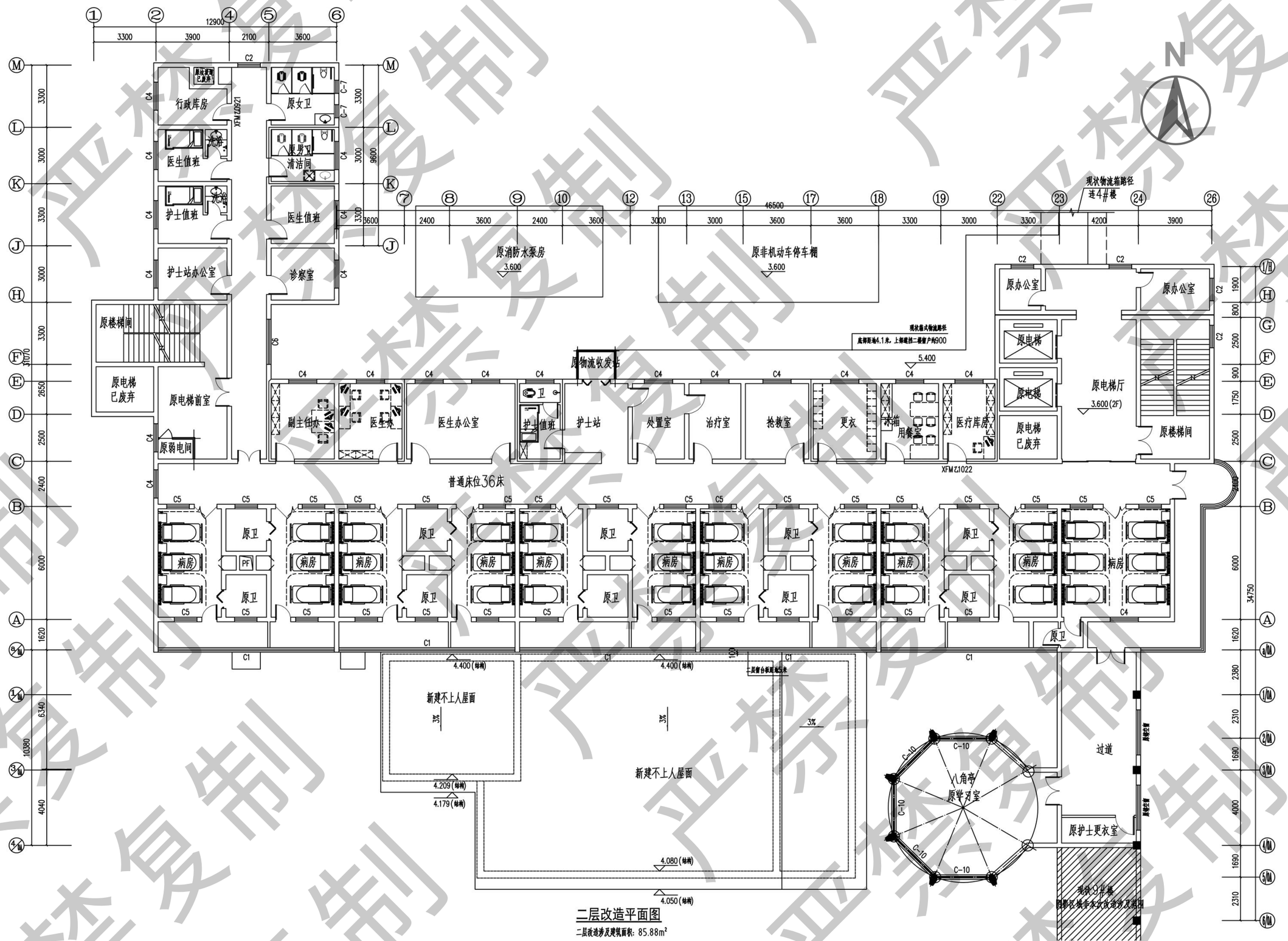
现状图为甲方提供的 2013 年发热门诊装饰图基础上，结合 1990 年最初版纸质施工图存档图加现场粗略汇总绘制而成。

附图 3　本项目核素治疗科工作场所改造前平面布局图



附图 4　本项目核素治疗科工作场所改造后平面布局图

严禁复制

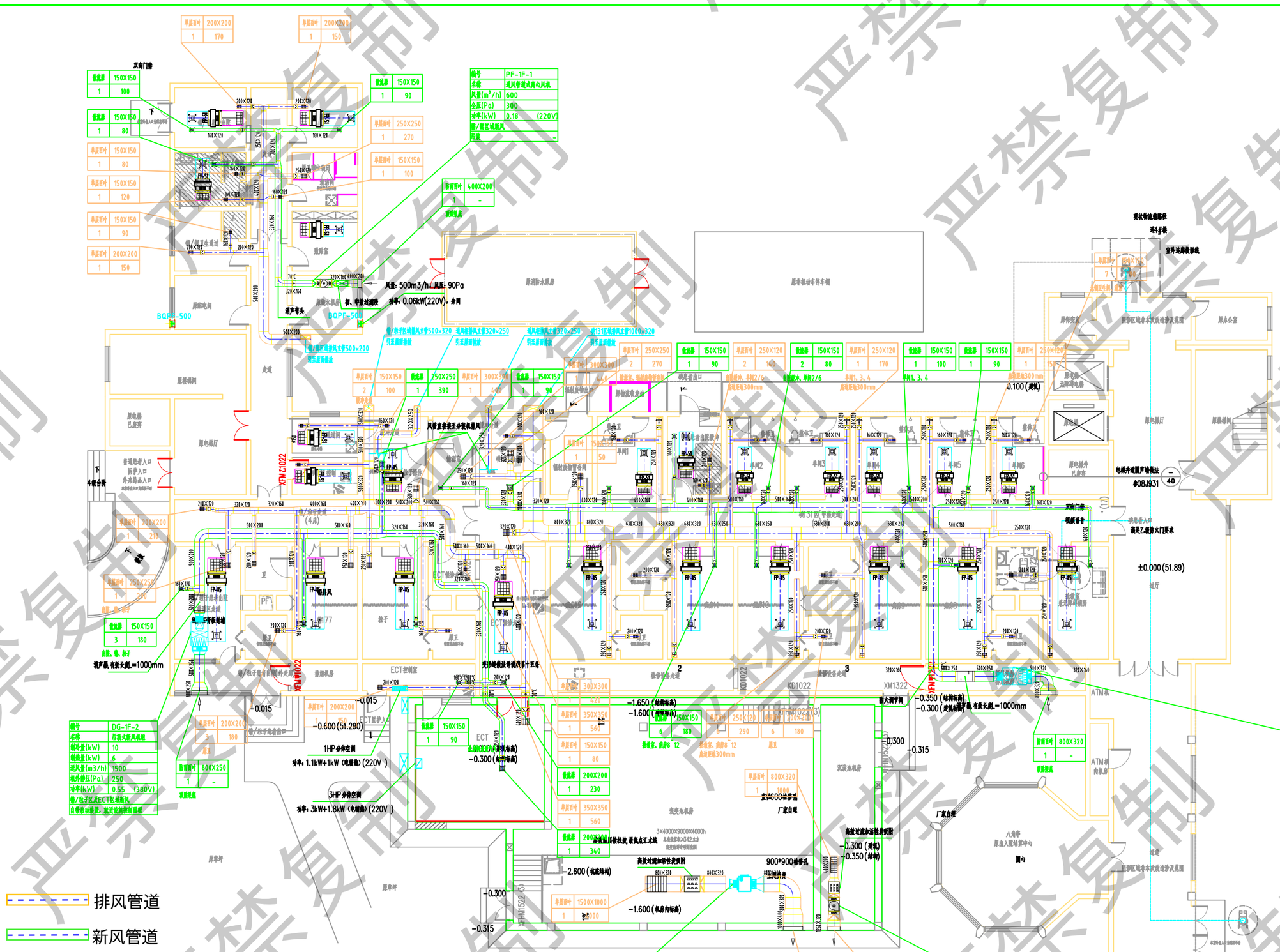


二层改造平面图

二层改造涉及建筑面积：85.88m²

附图 5　本项目核素治疗科工作场所楼上平面布局图

严禁复制



风盘型号	送风管尺寸 (mm)	下送风			侧送风风层百叶 (mm)	下送风风层百叶 (mm)	回风口形式 (mm)	回风口尺寸 (mm)
		风口形式	1个风口 (mm)	2个风口 (mm)				
FP-51	700×120	方形散流器	250×250	--	700×120	600×200	带旋风式回风口	600×300
FP-85	800×120	方形散流器	300×300	--	800×120	700×200	带旋风式回风口	600×600

备注：当装饰天花回上有双层百叶或单层百叶的装饰风口时，风机盘管下装饰风口处考虑的送回风口可取消，风管下放至装饰风口即可。

严禁复制

湖南省建筑设计院集团股份有限公司
HUNAN ARCHITECTURAL DESIGN INSTITUTE GROUP CO.,LTD.

设计证书甲级编号 A143000700
FIRST CLASS SEAL NUMBER OF DESIGN CERTIFICATE: A143000700

建设单位 CLIENT
湖南省肿瘤医院

工程名称 PROJ. NAME
湖南省肿瘤医院6#楼核医学病房改造工程

子项名称 SUB-ITEM
6#楼改造

设计签字 SIGNATURE

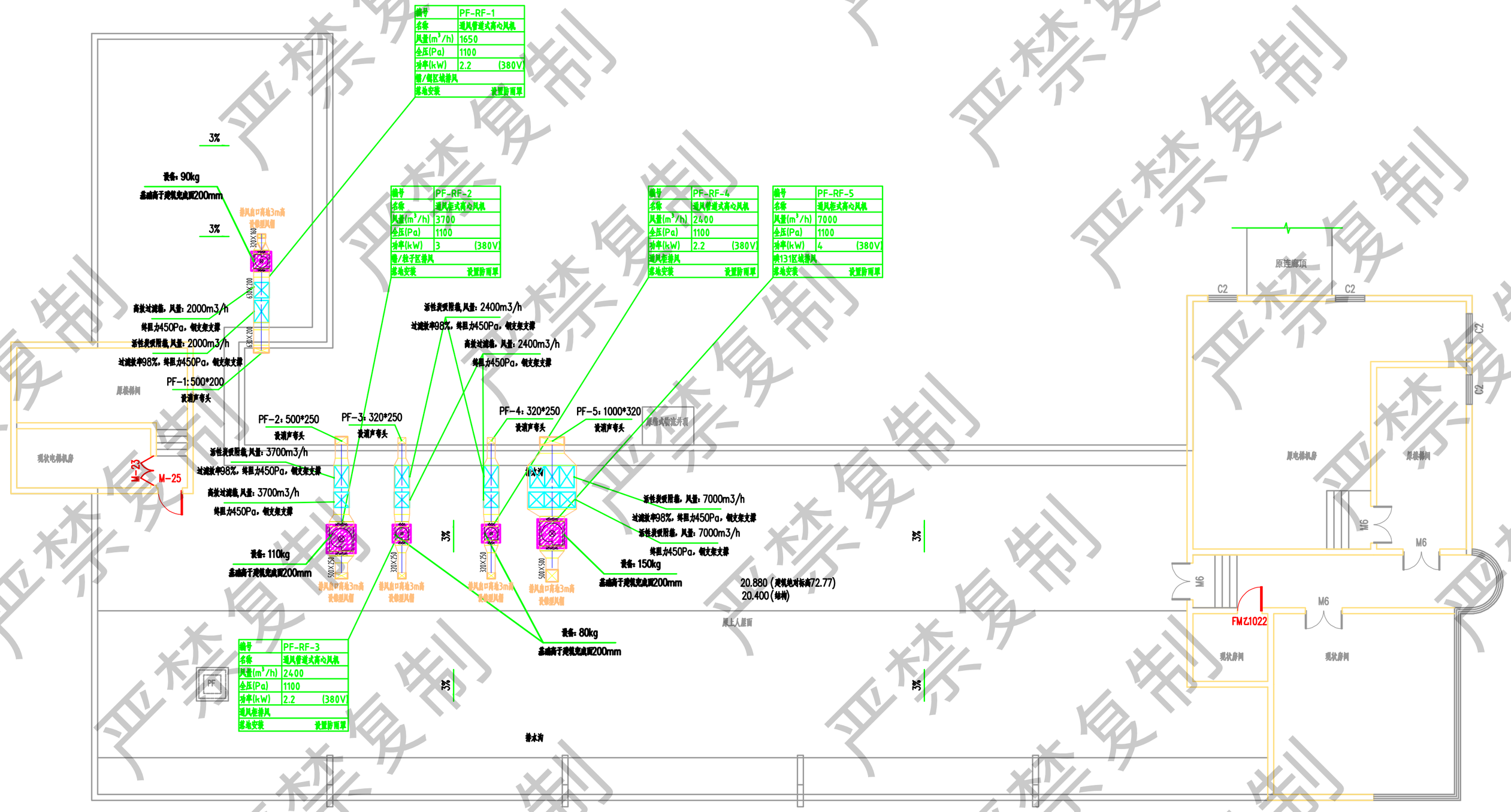
项目经理 PROJECT MANAGER	朱 垚
设计总负责人 CHIEF DESIGNER	张 纯 汤荣秀
专业负责人 SPC. DESIGNER	胡蓥
设 计 DESIGNER	左淳莹
制 图 DRAWER	左淳莹
校 对 CHECKED	胡蓥
审 核 EXAMINED	黄兵
审 定 APPROVED	丁学贵
注 册 人 REGISTRANT	杨晓

出图盖章 STAMP

图纸名称 DRAWING TITLE
一层空调风管平面图

工程代号 PROJ. NO.	2023-A0029
图 别 D. G.	设施
版 次 VER. No.	1.0
图 号 D. NO.	KP-001
日 期 DATE	2024.01

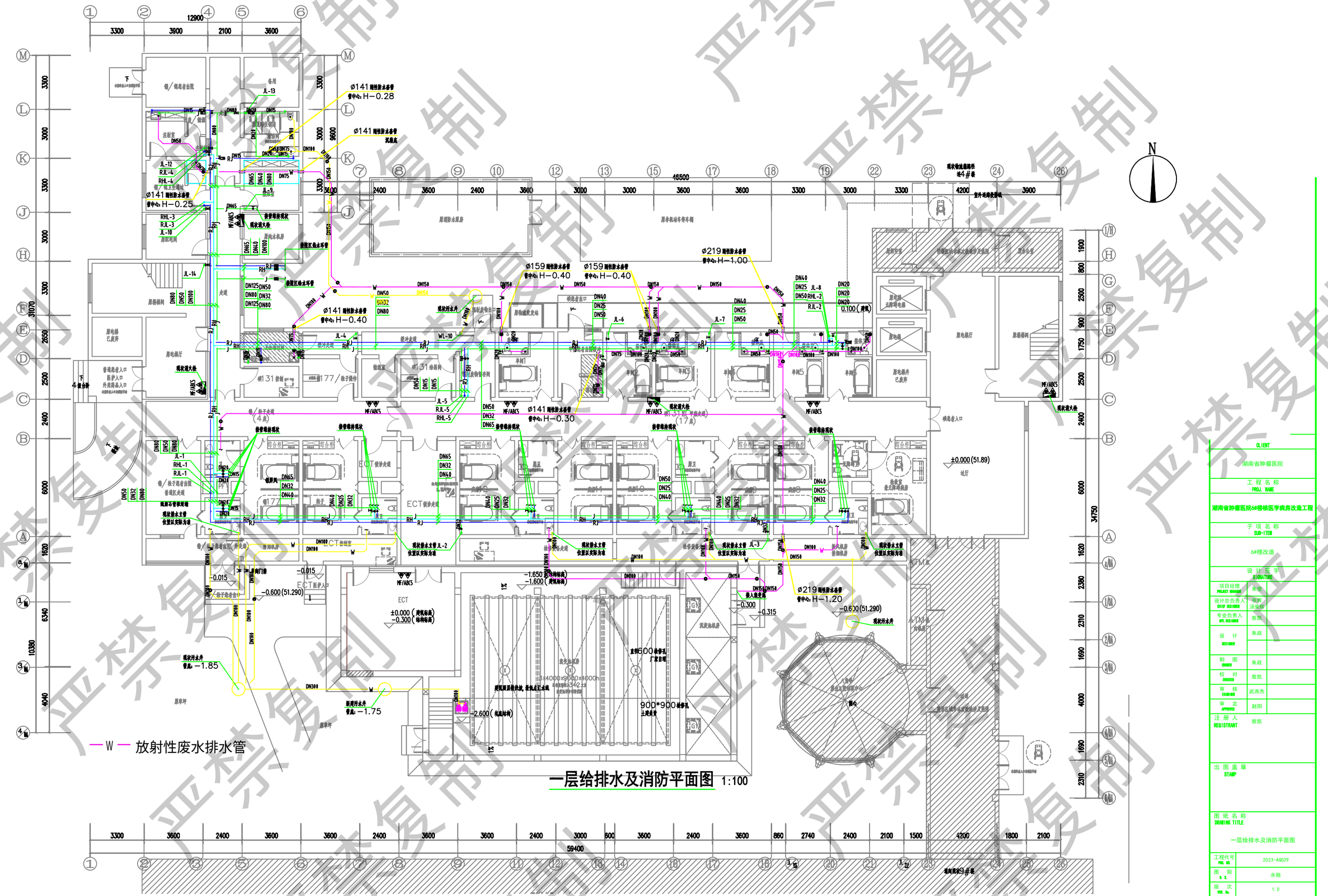
本图需加盖本司出图签章，否则一律无效



屋顶层空调风管平面图

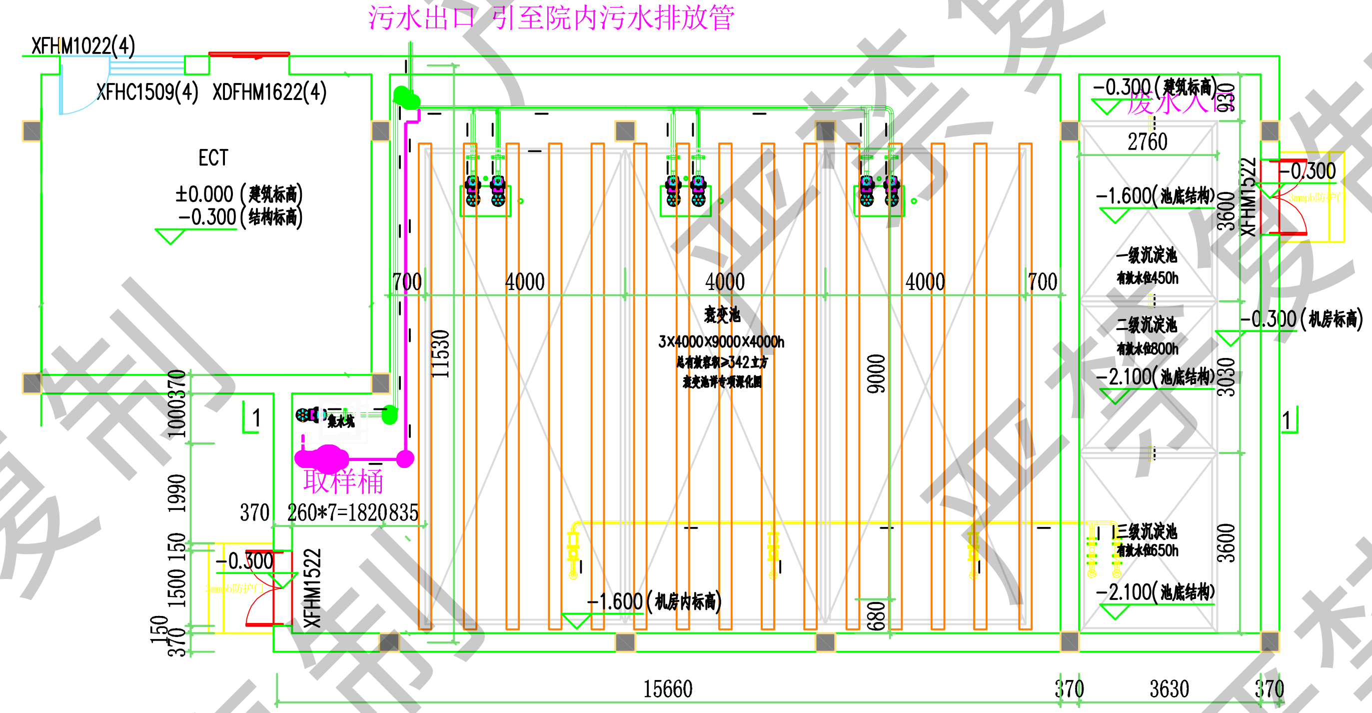
附图 7　本项目核素治疗科工作场所排风系统排风口示意图

严禁复制

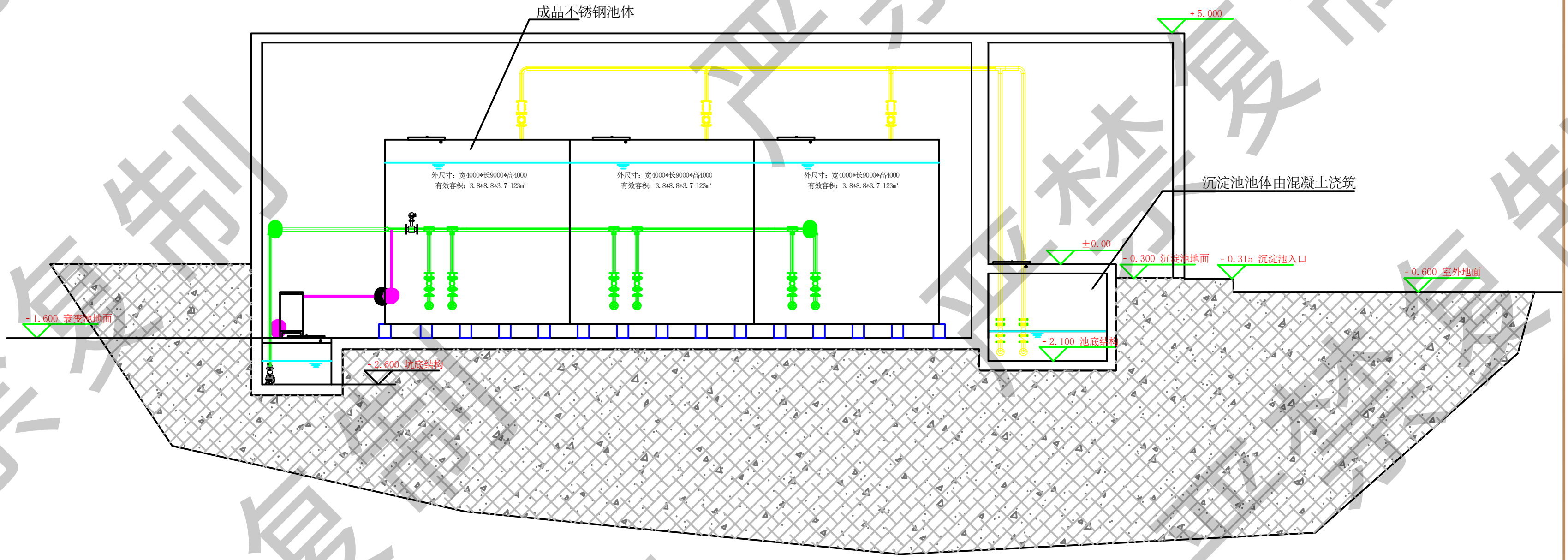


附图 8 本项目核素治疗科工作场所给、排水系统图

防辐射·选中铅



衰变池平面图



衰变池剖面图

备注；

1、本图纸设沉淀池三个，衰变池3个（304不锈钢一体式，单个有效容积123m³），废水由沉淀池1推流式流入沉淀池2、3，在经由铰刀切割式水泵（一用一备）分别依次抽入衰变池123。

2、进水管道、出水管均使用DN80，PN16管道，暂定200米，使用304不锈钢无缝管焊接，法兰连接。

3、集水池提升管道与取样管道根据实际情况而定。。

4、三级衰变池池体使用铰刀切割式水泵，一备一用。

5、三个衰变池排水管道分别配备电动阀，手动阀，止回阀，软接头。

6、池体内应配备：辐射剂量测量探头，液位监测探头，溢流检测探头与医生办公室衰变池控制系统联网，实现实时显示，液位高度，存放时间，池体内部辐射剂量，可在电脑和手机端访问，通过现场配置摄像头，现场运行视频监控，故障远程诊断。

7、自动取样测量系统（与衰变池控制系统联网控制）

8、环境辐射监测系统（在衰变池外围安装辐射剂量探头，实时显示数据，便于后续维修人员进入做辐射安全参考）

9、送风排风系统（带活性炭过滤）

10、防护门（内置1#电解铅，含铅量达到99.994%，暂定3mmpb当量防护，以环评预评报告为准）

11、——线条标记放射性污水进入管道，——线条标记衰变后的排水管道，——线条标记取样管道。

福和锦棠 Fullbright	备注 NOTE	设计 DESIGNED BY	李杜	制图 DRAWING BY	李杜	图号 DRAWING NO		客户 CLIENT NAME	
		审核 DRAWN BY	雷景航	工程名称 PROJECT NAME				项目经理 PROJECT CF	

附图 9 本项目放射性衰变池示意图

严禁复制