

核技术利用建设项目

宁远县人民医院新增核医学科核技术 利用建设项目环境影响报告表

(送审稿)

宁远县人民医院（盖章）

2025 年 11 月

核技术利用建设项目

宁远县人民医院新增核医学科核技术 利用建设项目环境影响报告表

建设单位名称: 宁远县人民医院

建设单位法人代表(签名或签章): _____

通讯地址: 永州市宁远县舜陵镇重华北路1号

邮政编码: 425600 联系人: XXXX

电子邮箱: XXXXXXXXXXXXXX 联系电话: XXXXXXXX

编制单位和编制人员情况表

项目编号	ctrl+j		
建设项目名称	宁远县人民医院新增核医学科核技术利用建设项目		
建设项目类别	55—172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称(盖章)	宁远县人民医院		
统一社会信用代码	11431622MA4L8JYH99		
法定代表人(签章)	李志军		
主要负责人(签字)	李志军		
直接负责的主管人员(签字)	肖强		
二、编制单位情况			
单位名称(盖章)	湖南中环环境工程有限公司		
统一社会信用代码	91431622MA4L8JYH99		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
李紫薇	0352024054300000018	BH072665	李紫薇
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
林梦娟	项目基本情况、评价依据、保护目标与评价标准、环境质量和辐射现状、项目工程分析与源项、辐射安全与防护	BH061333	林梦娟
李紫薇	放射源、非密封放射性物质、射线装置、废弃物(重点是放射性废弃物)、环境影响分析、辐射安全管理、结论与建议	BH072665	李紫薇

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	4
表 3 非密封放射性物质	5
表 4 射线装置	6
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	7
表 6 评价依据	8
表 7 保护目标与评价标准	11
表 8 环境质量现状	23
表 9 项目工程分析与源项	27
表 10 辐射防护与安全措施	36
表 11 环境影响分析	58
表 12 辐射安全管理	65
表 13 结论及建议	92
表 14 审批	98

附录

附图

- 附图一 项目所在地理位置图
- 附图二 医院规划总平面布置图
- 附图三 放疗中心三楼平面布置图（核医学科所在位置）
- 附图四 放疗中心楼顶平面布置图（核医学科所在楼上）
- 附图五 放疗中心二楼平面布置图（核医学科所在楼下）

附件

- 附件一 委托书
- 附件二 质量保证单及场所现状检测报告
- 附件三 辐射安全许可证正副本
- 附件四 关于调整辐射安全防护领导小组
- 附件五
- 附件六
- 附件七
- 附件八 辐射防护相关管理制度及应急预案
- 附件九 医院辐射工作人员剂量管理目标值的文件
- 附件十
- 附件十一
- 附件十二
- 附件十三

表1 项目基本情况

项目名称	宁远县人民医院新增核医学科核技术利用建设项目				
建设单位	宁远县人民医院				
法人代表	李 XXXX	联系人	XXXX	联系电话	XXXX
注册地址	永州市宁远县舜陵镇重华北路 1 号				
项目建设地点	永州市宁远县舜陵镇重华北路 1 号宁远县人民医院				
立项审批部门	/		批准文号	/	
核技术利用项目总投资（万元）	XXXX	核技术利用项目环保投资（万元）	XXXX	投资比例	XXXX%
项目性质	<input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积 (m ²)	XXXX
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类 (医疗使用) <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
	射线装置	<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
		<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
其他	无				
1.1 建设单位概况 <p>宁远县人民医院创建于 1946 年 8 月，原名县公医院，1949 年 11 月宁远和平解放后更名为县人民医院。经过 70 余年的建设，医院已发展成为一所集医疗、保健、教学、科研于一体的非营利性县域三级综合性医院。医院占地面积 10.7 万平方米，建筑面积 6.9 万平方米，绿化面积 1 万平方米，编制床位 625 张（实际开放床位 898 张，规划床位 1300 张），开设 30 个临床医技科室，全院职工 973 人（正高职称 10 人，副高职称 86 人，中级职称 226 人），拥有先进医疗仪器飞利浦 64 排 128 层螺旋 CT、心脏电生理记录系统、心脏刺激仪、射频消融仪、</p>					

续表 1 项目概况

核磁共振、DSA、DR、数字化胃肠机、四维彩超、彩超、腹腔镜、C型臂、全自动生化分析仪等 120 余台（件）。

1.2 项目由来

2022 年 6 月，医院规划在住院大楼南侧新建放疗中心，放疗中心大楼已按照标准要求进行了备案，备案号为 XXXXXXXXX，同时规划在一楼新建直线加速器机房，包含直线加速器机房的核技术利用项目已取得了湖南省生态环境厅的审批意见：XXXXXXXXXXXXXX。

为顺应医院长远发展，医院重新调整了放疗中心三楼的布局规划，拟投资 1300 万元在放疗中心三楼南侧区域利用原预留为病案室的用房改建为核医学科场所。本次改建后的核医学科场所主要使用核素 ^{131}I 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ，日最大操作量分别为 $1.85 \times 10^9 \text{Bq}$ 、 $7.40 \times 10^9 \text{Bq}$ ，日等效最大操作量为 $1.94 \times 10^8 \text{Bq}$ ，为乙级非密封放射性物质工作场所，该场所使用 1 台 SPECT 进行显像扫描。根据《射线装置分类》（环境保护部 国家卫生和计划生育委员会公告，2017 年第 66 号）可知，本项目包含的 1 台 SPECT/CT 属于 III 类射线装置，已按照标准要求进行了登记表备案，备案号为 XXXXXXXXX。

目前该场所为框架结构，改扩建工作暂未开展。

为保护环境，保障周围公众健康，根据《中华人民共和国环境保护法》、《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 682 号）以及《中华人民共和国环境影响评价法》，本项目应进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（部令第 16 号），本项目属于“172 ……使用乙级非密封放射性物质工作场所的……”，本项目环境影响评价报告文件形式为编制环境影响报告表。因此，宁远县人民医院委托湖南省湘环环境研究院有限公司（以下简称“我公司”）对拟开展的核技术利用改扩建项目进行环境影响评价。我公司人员在现场踏勘、收集有关资料的基础上，按照《辐射环境管理导则——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）的要求，编制了本项目的环境影响报告表。

1.3 项目概况

1.3.1 建设项目基本信息

续表 1 项目概况

(1) 项目名称：宁远县人民医院新增核医学科核技术利用建设项目							
(2) 建设地点：永州市宁远县舜陵镇重华北路 1 号宁远县人民医院放疗中心三楼							
(3) 建设性质：改扩建							
(4) 建设单位：宁远县人民医院							
(5) 投资：核技术总投资 XXXX 万元，其中环保投资 XXXX 万元，占总投资的 XXXX%							
(6) 建设规模：放疗中心三楼南侧区域利用原预留为病案室的用房改建为核医学科场所，目前该场所为框架结构，其他未建设。本次改建后的核医学科场所主要使用核素 ^{131}I 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ，日最大操作量分别为 $1.85 \times 10^9 \text{Bq}$ 、 $7.40 \times 10^9 \text{Bq}$ ，日等效最大操作量为 $1.94 \times 10^8 \text{Bq}$ ，为乙级非密封放射性物质工作场所，该场所使用 1 台 SPECT/CT 进行显像扫描。SPECT/CT 属于 III 类射线装置，已按照标准要求进行了登记表备案，备案号为 XXXXXXXXX。							
本项目拟放射性同位素使用情况见下表 1-1。							
表 1-1 本项目放射性同位素使用情况一览表							
序号	场所名称	核素名称	物理、化学性状	操作方式	日最大操作量 (Bq)	年用量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)
1	核医学科	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	液态、低毒组	很简单操作	7.40×10^9	1.85×10^{12}	7.4×10^6
2		^{131}I	液态、中毒组	简单操作	1.85×10^9	4.625×10^{11}	1.85×10^8
合计		乙级非密封放射性物质工作场所				1.94×10^8	
使用位置		放疗中心三楼核医学科					

1.3.2 本项目劳动定员及工作制度

本项目拟配置辐射工作人员约 5 人（2 名技师，2 名护士，1 名医师），部分为现有医疗人员调用，部分新聘。上述辐射工作人员在项目运行前需进行上岗前、在岗中、离岗后职业健康检查，每 1~2 年进行了职业健康体检；进行辐射安全与防护相关培训，并考核合格持证上岗，定期复训；佩戴个人剂量计，并定期测读。

续表 1 项目概况

建设单位年运营 365 天，实行轮休制，其中核医学科核素操作天数年不超过 250 天。

1.3.3 项目主要工程基本情况及依托情况

根据项目特点，本项目主要由主体工程、公用工程、储运工程、环保工程三部分组成。项目组成见下表 1-2。

表 1-2 本项目主要工程依托关系表

序号	项目	组成	依托关系
一	主体工程		
核医学科	工作场所	位于放疗中心三楼核医学科，建筑面积约 170m ² ，层高 3.5m。拟设置有缓冲区、卫生通过间、分装注射室、储源室、服药室、甲亢留观室、废物间、污洗间。、运动负荷室兼抢救室、注射后候诊室、SPECT 留观室、SPECT 机房、控制室、护士站等功能用房。	主体结构依托大楼，内部布局新建
	放射性核素	使用核素为 ¹³¹ I，日等效最大操作量为 1.85×10^8 Bq，使用核素为 ^{99m} Tc，日等效最大操作量为 7.40×10^6 Bq，为乙级非密封放射性物质工作场所。	新增
	设备	拟配置 1 台 SPECT/CT，设备型号待定，设备中的 CT 最大管电压均为 140kV，最大管电流均为 800mA，属于III类射线装置，已另行备案。	新增
二	公用工程		
1	给水	依托院内供水管网	依托
2	排水	雨污分流，污水分流。放射性废水由单独的放射性废水管网经衰变处理设施处理达标后排入医院综合污水处理站进行处理达标后排入市政污水管网，一般医疗废水经管网直接排入医院综合污水处理站进行处理达标后排入市政污水管网。	依托+新建
3	供配电	依托院内供配电系统	依托
4	通风	核医学科单独设置机械新风系统和排风系统。核医学科各控制区用房设置了新风进风口和废气排风口，新风进风口设置在吊顶上，废气排风口设置在用房内距离地面 0.2~0.3m 处。保证核医学科的通风和废气收集排放。	新建
三	储运工程		
1	储存	在核医学科场所内设置 1 个储源室(使用面积约为 1.6m ²)，用于放射性同位素的储存。	新建
2	运输	放射性药物直接由供货方运至放疗中心三楼核医学科，由卫生通过间进入核医学科分装注射室内。放射性药物每日最多	新建

续表 1 项目概况

		送药 1 次。		
四		环保工程		
1	废气	核医学科场所内拟设置 2 套独立的排风系统，其中分装注射室内设置 2 套通风橱，通风橱上端设置活性炭，2 套通风橱内废气经过活性炭吸附后汇总为 1 根管道，由管道沿西侧墙体引至楼顶排放，其他区域汇入 1 根主管，管网由低活性区向高活性区，主管延伸至本建筑楼顶，在排气口前端设置活性炭吸收装置后排放。各分支管道内设置防倒灌装置，并保持负压。		新建
2	废水	放射性废水	项目在放疗中心南侧地下新建 1 套地埋式混凝土结构槽式废水衰变处理设施（用于暂存含 ^{131}I 放射性废水及含 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 放射性废水），核医学科产生的放射性废水由专门的放射性废水管网进入衰变池；单个衰变池有效体积为 10.57m^3 ，共 3 个池体，共 31.71m^3 ；放射性废水排入衰变池处理设施衰变达标后再排入医院综合污水处理站处理。	依托+新建
		非放射性废水	普通医疗废水直接接入医院污水管网，排入医院污水处理站处理达标后排入市政管网。	
3	固废	放射性固废	核医学科设置 1 个废物间(2.64m^2)用于放射性废物的衰变，衰变达到规定时间要求并监测满足所处环境本底水平后作为医疗废物交有资质单位处理。未用完的放射性药物暂存后作为放射性固废衰变处置。	依托+新建
		非放射性固废	制定固废处理措施，生活垃圾统一收集后交由环卫部门处理；医疗垃圾用脚踏式开关垃圾桶收集后由污物通道暂存在医院医疗固废暂存间，最后集中处置。	

表 1-3 核医学科场所辐射屏蔽防护设计材料及厚度

1.3.4 配套设施、设备

项目配套的设施设备情况见下表 1-4。

表 1-4 项目主要配套设施设备表

1.4 保护目标和评价因子

1.4.1 项目所在地理位置及周围环境

宁远县人民医院位于永州市宁远县舜陵镇重华北路 1 号，医院东侧为院外道路，南侧为九亿街，西侧为重华北路，北侧为金穗街。

1.4.2 环境保护目标

续表 1 项目概况

根据本项目周围环境敏感点分布情况，确定本项目环境保护目标为涉源场所周围从事放射诊疗的工作人员、公众成员。

1.4.3 评价因子

根据本次评价的项目特点及项目实际情况，本项目评价因子主要为 X 射线、轫致辐射、 γ 射线、 β 表面污染、放射性废水、放射性固废、放射性废气。

1.5 选址合理性及平面布局合理性分析

1.5.1 选址合理性分析

根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中：

5.1.1 核医学工作场所宜建在医疗机构内单独的建筑物内，或集中与无人长期居留的建筑物的一端或底层，设置相应的物理隔离和单独的人员、物流通道。

5.1.2 核医学工作场所不宜毗邻产科、儿科、食堂等部门及人员密集区，并应与非放射性工作场所有明确的分界隔离。

《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）中：

5.1 工作场所平面布局

5.1.1 在医疗机构内部区域选择核医学场址，应充分考虑周围场所的安全，不应邻接产科、儿科、食堂等部门，这些部门选址时也应避开核医学场所。尽可能做到相对独立布置或集中设置，宜有单独出、入口，出口不宜设置在门诊大厅、收费处等人群稠密区域。

本项目核医学科场所位于放疗中心三楼，位于本建筑的一端，区域四周均设置了实体墙体及防护门进行物理隔离，未毗邻产科、儿科、食堂等部门及人员密集区，场所相对独立且集中布置在东侧一角，设置有单独的出口、入口，且出入口均未设置在人群稠密区域，核医学科场所与其他区域分开，远离医院内及周围环境敏感点，有利于辐射防护。同时，项目营运期产生的电离辐射、放射性废水、放射性固废、放射性废气得到有效治理，达标排放后对环境影响小。

因此，环评认为项目选址合理。

1.5.2 平面布局合理性分析

核医学科场所位于放疗中心三楼东侧区域，场所东侧临空，南侧临空，西侧为楼梯间、放免测定室、库房、档案库房，北侧为核医学科医生办公室，楼上为

续表 1 项目概况

楼顶平台，楼下为放疗中心体模室及后控仪器室、物理室兼计划室。核医学科场所整个区域按照由北向南设置，高活性区（储源室及注射分装室）位于区域中间位置依次向外到低活性区，患者由北至南单向流动再由单独通道进入西侧出口，由西侧专用楼梯下楼之后进入院区道路，周围一般无公众长时间停留；西侧为经过物理隔离后为楼梯间、放免测定室、库房、档案库房等，分区明显，单向路径；衰变池位于放疗中心南侧绿化带下方，距离核医学科较近，放射性废水管网相对来说较短，在三楼到一楼的放射性废水管网裸露在外面的设置铅皮进行包裹，其他位于覆土之下；场内各功能用房的放射性废气收集后经专用管道沿排风井引至本栋建筑主楼楼顶经过活性炭吸附后排放。

综上所述，核医学科布局有利于辐射防护与安全，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)等相关标准要求。因此，从辐射防护与环境保护角度，项目的平面布局可行。

1.6 医院现有核技术利用项目情况

1.6.1 现有射线装置使用情况

医院现有 1 台Ⅱ类射线装置（DSA），10 台Ⅲ类射线装置，上述射线装置的工作场所均已进行环境影响评价，已于 2025 年 07 月 07 日取得了辐射安全许可证，湘环辐证【00197】，有效期至 2027 年 05 月 30 日，医院上述射线装置运行情况良好，无辐射安全事故发生。医院现有射线装置情况见下表。

表 1-4 医院现有射线装置情况表

医院上述射线装置运行至今，情况良好，无辐射安全事故发生。

建设单位于 2022 年 6 月，拟在放疗科新建 1 间医用电子直线加速器机房，新增 1 台 10MV 医用电子直线加速器，同时委托资质单位核技术利用项目进行了环境影响评价，并取得了湖南省生态环境厅的审批意见：湘环评辐表【2022】99 号，目前项目还在建设中。

1.6.2 医院现有辐射工作人员情况

根据“全国核技术利用辐射安全申报系统”信息，医院现有辐射工作人员 62 名（名单详见下表），上述辐射工作人员均已取得核技术利用成绩合格单或进行自主考核合格，为持证上岗，且核技术利用成绩合格 2 个季度的个人剂量检

续表 1 项目概况

测结果无异常，辐射工作人员均已在 2024 年 7 月份进行职业健康体检，均为可继续从事放射工作。辐射工作人员核技术利用成绩合格单、职业健康体检报告、及个人剂量检测报告详见附件五、附件六、附件七。

续表 1 项目概况

1.6.2 人员情况

宁远县人民医院现有放射工作人员 62 名，具体人员信息见下表：

表 1-5 现有放射工作人员情况一览

续表 1 项目概况

1.6.3 辐射防护情况

根据医院提供的资料，得出以下结论：

(1) 屏蔽防护：现有核技术利用涉及机房周围辐射水平满足标准要求；射线装置机房设置了铅玻璃观察窗，能清楚观察到机房内情况；控制室和机房间设置对讲装置，方便医务人员和受检者沟通；电动门设置了防夹装置，推拉门设置了自动闭门管理装置；上述防护措施运行有效，根据每年年度评估检测报告可知，医院射线装置机房周围外照射水平符合相关标准要求。

(2) 警示标志：各射线装置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，运行有效；

(3) 对讲系统：有，运行有效；

(4) 机房动力通风装置：有，运行有效。

(5) 管理制度：医院目前已成立了辐射安全防护领导小组；制订了一系列的辐射防护相关管理制度，包括《辐射事故应急处理预案》、《辐射环境监测计划方案》、《放射防护设施维护检修登记制度》、《放射工作人员培训计划》、《放射工作人员工作职责》、《CT 操作规程》、《DR 操作规程》、《DSA 操作规程》、《设备检修维护制度》、《射线装置台帐管理制度》等，均已张贴上墙，能满足现有辐射工作需要。

(6) 年度评估：根据“全国核技术利用辐射安全申报系统”资料，医院每年均在 1 月 31 日之前提交了上一年度的年度评估报告。

(7) 现有防护用品配置情况

表 1-6 现有防护用品配置情况一览表

医院核技术利用实践活动场所均采取了切实有效的辐射防护措施，机房等辐射防护效能良好，同时根据现有防护用品配置情况，建议医院增配至少 2 副介入防护手套，铅当量不低于 0.025mm。

1.6.4 放射性废物排放情况

根据医院提供的资料，医院射线装置机房工作曝光过程中，电离产生少量的氮氧化物及臭氧。射线装置机房均设置有动力通风装置，保持良好通风，由 X 射线电离产生的氮氧化物和臭氧经过动力通风装置排至室外，对环境影响小。

续表 1 项目概况

1.6.5 医院现存问题及整改建议

根据查阅“全国核技术利用辐射安全申报系统”，医院最近一次监督检查为2023年8月22日。建设单位已在规定时间内完成了整改。

表 2 放射源

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

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

表3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量(Bq)	日等效最大操作量(Bq)	年最大用量(Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
1	¹³¹ I	液态、中毒组	使用	1.85×10^9	1.85×10^8	4.63×10^{11}	甲亢治疗	简单操作	放疗中心三楼核医学科场所	储源室
2	^{99m} Tc	液态、低毒组	使用	7.40×10^9	7.40×10^6	1.85×10^{12}	显像诊断	很简单操作	放疗中心三楼核医学科场所	储源室
合计				9.25×10^9	1.94×10^8	2.313×10^{12}	/	/	/	/
以下空白										

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

表4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等各种类型加速器

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 (台)	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
含放射性核素的废水、废液	液态	¹³¹ I、 ^{99m} Tc	/	/	/	总 $\beta < 10 \text{Bq/L}$	衰变池	放射性废水经过管网进入衰变池储存，本项目使用核素为 ¹³¹ I、 ^{99m} Tc， ¹³¹ I半衰期大于24小时，经衰变池衰变超过180天后可直接解控排放。未用完的瓶装废液分类置于污物间，存放达到规定时间要求经检测达标后可作为一般医疗固废处置。
放射性固废：一次性手套、一次性注射器、废棉签、废托盘、废吸纸等	固态		/	/	/	比活度< 10Bq/g	置于衰变桶暂存在放射废物存放室	放置经过暂存规定时间要求后经检测辐射剂量满足环境本底水平， β 表面污染小于0.8 Bq/cm ² 后，做一般医疗固废进行处置。
β 气溶胶	气态		/	/	微量	微量	--	核医学科放射性废气经通风装置经过活性炭吸附装置后由管道排入大气

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

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

表6 评价依据

法规文件	<p>6.1 相关法律法规、部门规章及规范性文件</p> <p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》(2014年4月24日修订,2015年1月1日);</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018年12月29日修订并施行);</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》(中华人民共和国主席令第六号,2003年10月施行);</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》(国务院第682号令,2017年7月16日修订,2017年10月1日起实施);</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院第449号令,2014年7月29日修订,2019年3月2日修订);</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(国家环境保护部令第31号,2008年12月6日施行,2021年1月4日修改);</p> <p>(7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021年版)》(国家生态环境部令第16号);</p> <p>(8) 《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5月1日);</p> <p>(9) 《放射工作人员职业健康管理办法》(中华人民共和国卫生部令第55号,2007年11月1日);</p> <p>(10) 《产业结构调整指导目录(2024年本)》,2024年2月1日起施行;</p> <p>(11) 《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);</p> <p>(12) 《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》(环保总局公告[2006]第145号);</p> <p>(13) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》(2019年,第57号)。</p> <p>(14) 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》(2021年,第9号);</p>
------	--

续表 6 评价依据

技术 标准	<p>(15)《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》(环办辐射函[2016]430号)。</p> <p>6.2 评价技术规范</p> <p>(1)《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016)；</p> <p>(2)《辐射环境保护管理导则—核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1—2016)。</p> <p>6.3 评价技术标准</p> <p>(1)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；</p> <p>(2)《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)；</p> <p>(3)《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)；</p> <p>(4)《操作非密封源的辐射防护规定》(GB11930-2010)；</p> <p>(5)《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2016)；</p> <p>(6)《放射性废物管理规定》(GB14500-2002)；</p> <p>(7)《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)；</p> <p>(8)《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)；</p> <p>(9)《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)；</p> <p>(10)《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)。</p>
其他	<p>(1)辐射环境影响评价委托函(附件一)；</p> <p>(2)本项目电离辐射监测报告：湘环院(HJ)2511002号(附件二)；</p> <p>(3)《中国环境天然放射性水平》(中国原子能出版社，2015年7月)；</p> <p>(4)NCRP147号报告；</p> <p>(5)ICRP第94号出版物；</p> <p>(6)AAPM Task Group 108: PET and PET/CT Shielding Requirements；</p> <p>(7)《实用辐射安全手册》(第二版)(丛慧玲，北京：原子能出版社)；</p>

续表 6 评价依据

	<p>(8) 《关于核医学标准相关条款咨询的复函》，生态环境部司函辐射函〔2023〕20号，2023年9月11日；</p> <p>(9) 建设单位提供的其他资料。</p>
--	---

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

《辐射环境保护管理导则-核技术利用项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1—2016）中要求：“第 1.5 评价范围和保护目标：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。”

本项目为医院核技术利用的环境影响评价，运营过程中产生的电离辐射经有效的屏蔽后对周围影响较小，且主要影响人员是涉源场所在机房临近的职业工作人员和工作场所周围的公众。因此，本项目以核医学科工作场所实体边界 50m 的范围为评价范围。评价范围示意图见下图：

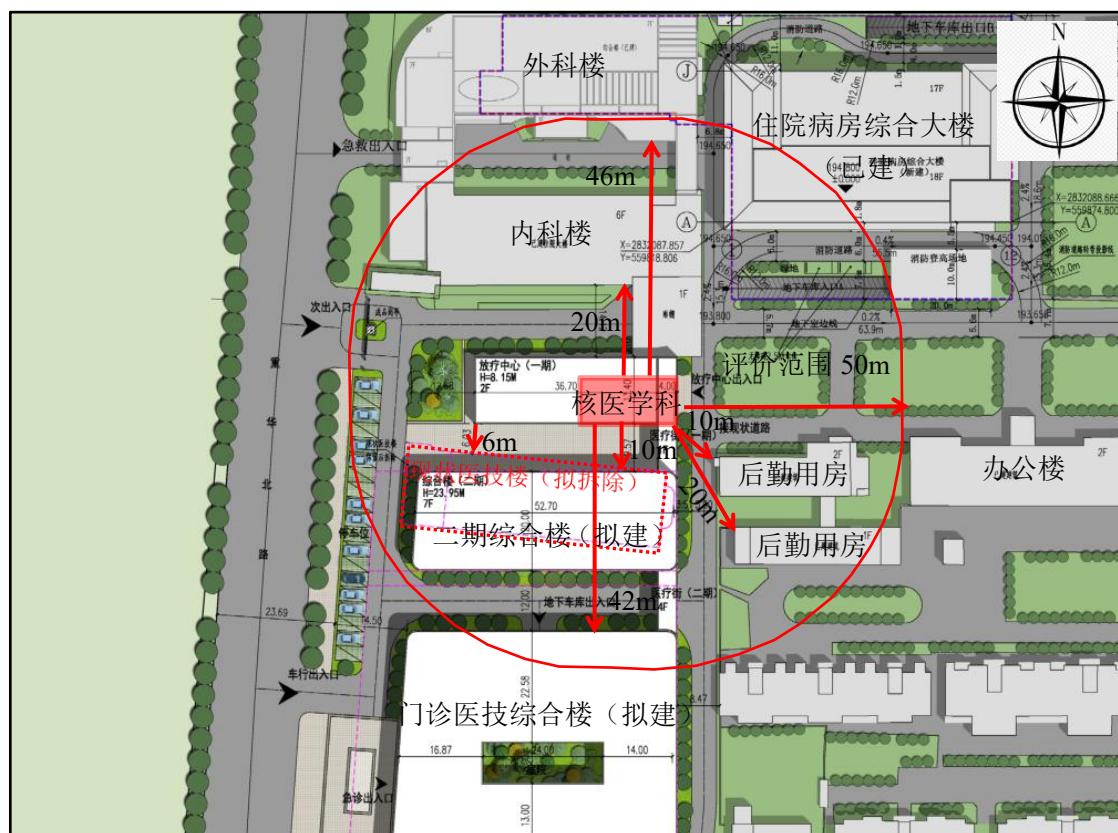


图 7-1 项目评价范围示意图

续表 7 保护目标与评价标准

7.2 环境保护目标

医院位于永州市宁远县舜陵镇重华北路 1 号，医院东侧为院外道路，南侧为九亿街，西侧为重华北路，北侧为金穗街。

新建放疗中心位于医院西侧，放疗中心为地上三层建筑，主要为肿瘤放射治疗功能用房，东侧为院内道路及绿化带，南侧为院内道路，隔路约 6m 处为现状医技楼（后期将拆除，在此基础上建设二期综合楼），西侧为院内道路及绿化带，北侧为院内道路及绿化带，隔路约 20m 处为内科楼。工作场所周围主要环境保护目标情况（以项目涉源场所实体屏蔽边界外 50m 区域作为辐射环境的评价范围）详见表 7-1。

表 7-1 涉源场所周围（50m 范围）主要环境保护目标一览表

机房名称	机房位置	方位			主要环境保护目标	环境保护人群	影响人数	
		相对位置	距离	与机房相对高差				
核医学科	放疗中心三楼	内环境	东	紧邻至~2m	+8.3m	SPECT 控制室	放射工作人员	约 4 人
				紧邻至~12m	+8.30m	走廊	公众成员	若干
			西	紧邻~22m	+8.30m	楼梯间、放免测定室、库房、档案库房	公众成员	若干
			北	紧邻~7m	+8.30m	走廊、办公室、卫生间、电梯间	公众成员	若干
			楼上		+12.8m	上人屋面	公众成员	若干
		楼下			+4.8m	肿瘤科用房（体模室、后控仪器室、物理室兼计划室）	公众成员	若干
					0m	氧舱大厅、候诊大厅、治疗室等	公众成员	若干
			外环境	东南	10~50m	后勤用房（4F）	公众成员	若干
				南	6~30m	现状医技楼（后期将拆除，在此基础上建设二期综合楼）	公众成员	若干
					42~50m	在建门诊医技综合楼	公众成员	若干

续表 7 保护目标与评价标准

			北	20~39m	0m	内科楼	公众成员	若干
				46~50m	0m	外科楼	公众成员	若干

注：以直线加速器机房所在地面为基面 0，向上为+，向下为-。

项目所在地理位置图见附图一，医院规划总平面布置图见附图二。

7.2.2 环境保护目标

根据本项目周围环境敏感点分布情况，确定本项目环境保护对象为该医院从事放射诊疗的工作人员、周围公众成员。

7.3 评价标准

(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

①剂量限值

第 4.3.2.1 款，应对个人受到的正常照射加以限值，以保证本标准 7.2.2 规定的特殊情况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录 B（标准的附录 B）中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。

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

- 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。

第 B1.2 款 公众照射

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

②表面放射性污染的控制

工作人员体表、内衣、工作服、以及工作场所的设备和地面等表面放射性污

续表 7 保护目标与评价标准

染的控制应遵循附录 B (标准的附录 B) B2 所规定的限值要求。

工作场所的表面污染控制水平如表 7-2 所列。

表 7-2 工作场所的放射性表面污染控制水平 单位: Bq/cm²

表面类型		α 放射性物质		β 放射性物质
		极毒性	其他	
工作台、设备、墙壁、地面	控制区 ¹⁾	4	4×10	4×10
	监督区	4×10^{-1}	4	4
工作服、手套、工作鞋	控制区	4×10^{-1}	4×10^{-1}	4
	监督区			
手、皮肤、内衣、工作袜		4×10^{-2}		4×10^{-2}

1) 该区内的高污染子区除外

③非密封源工作场所的分级

非密封源工作场所的分级应按附录 C (标准的附录) 的规定进行。

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

表 7-3 非密封源工作场所的分级

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

第 C2 款 放射性核素的日等效操作量的计算

放射性核素的日等效操作量等于放射性核素的实际日操作量 (Bq) 与该核素毒性组别修正因子的积除以与操作方式有关的修正因子所得的商。放射性核素的毒性组别修正因子及操作方式有关的修正因子分别见表 7-4 和表 7-5。放射性核素的毒性分组见附录 D (标准的附录)。

表 7-4 放射性核素毒性组别修正因子

毒性组别	毒性组别修正因子
极毒	10
高毒	1
中毒	0.1

续表 7 保护目标与评价标准

低毒	0.01			
表 7-5 操作方式与放射源状态修正因子				
操作方式	放射源状态			
	表面污染水平较低的固体	液体, 溶液, 悬浮液	表面有污染的固体	气体, 蒸汽, 粉末, 压力很高的液体, 固体
源的贮存	1000	100	10	1
很简单的操作	100	10	1	0.1
简单操作	10	1	0.1	0.01
特别危险的操作	1	0.1	0.01	0.001

④放射性物质向环境排放的控制

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

- (a) 每月排放的总活度不超过 10ALI_{\min} (ALI_{\min} 是相应于职业照射的食入和吸入 ALI 值中的较小者) ;
- (b) 每一次排放的活度不超过 1ALI_{\min} , 并且每次排放后用不少于 3 倍排放量的水进行冲洗。

⑤辐射工作场所的分区

第 6.4 款 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

6.4.1.1 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或防止污染扩散,并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

6.4.1.4 c) 在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目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。

e) 运用行政管理程序和实体屏障限制进出控制区。

g) 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

续表 7 保护目标与评价标准

的污染监测设备、冲洗或淋浴设施以及被污染防护衣具的贮存柜。

6.4.2 监督区

6.4.2.1 这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

6.4.2.2 b) 在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌。

(3) 《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)

4.4.2 剂量约束值

4.4.2.1 一般情况下，职业照射的剂量约束值不超过 5mSv/a ；

4.4.2.2 公众照射的剂量约束值不超过 0.1mSv/a 。

6.1 屏蔽要求

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

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

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

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

6.1.8 放射性物质贮存在专门场所内，并应有适当屏蔽。

6.3 密闭和通风要求

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

6.3.4 放射性物质的合成、分装以及挥发性放射性核素的操作应在手套箱、

续表 7 保护目标与评价标准

通风橱等密闭设备中进行，防止放射性液体泄漏或放射性气体及气溶胶逸出。手套箱、通风橱等密闭设备应设计单独的排风系统，并在密闭设备的顶壁安装活性炭或其他过滤装置。

6.3.5 通风橱应有足够的通风能力

7.2 固体放射性废物的管理

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

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。

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

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

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

7.2.3.2 不能解控的放射性固体废物应该按照放射性废物处理的相关规定予以收集、整备，并送交有资质的单位处理。放射性废物包装体外的表面剂量率应

续表 7 保护目标与评价标准

不超过 0.1mSv/h , 表面污染水平对 β 和 γ 发射体以及低毒性 α 发射体应小于 4Bq/cm^2 、其他 α 发射体应小于 0.4 Bq/cm^2 。

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。

7.3 液态放射性废物的管理

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。

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

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，避免放射性废液集聚，便于检测和维修。

7.3.2 放射性废液贮存

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

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：

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

续表 7 保护目标与评价标准

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。

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，及时更换失效的过滤器，更换周期不能超过厂家推荐的使用时间。更换下来的过滤器按放射性固体废物进行收集、处理。

(4) 《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）

5.2 放射防护措施要求

5.2.2 应依据计划操作最大量放射性核素的加权活度对开放型放射性核素工作场所进行分类管理，把工作场所分为 I、II、III 类。

5.2.3 核医学工作场所的通风要求按标准要求，通风系统独立设置，应保持核医学工作场所良好的通风设计，合理设置工作场所的气流组织，遵循自非放射区向监督区再向控制区的流向设计，保持含放射性核素场所负压以防止放射性气体交叉污染，保证工作场所的空气质量。合成和操作放射性药物所用的通风橱应有专用的排风装置，当通风柜打开一半时，开口截面的平均风速应不小于 0.5m/s。排气口应高于本建筑物屋顶并安装专用过滤装置，排出空气浓度应达到环境主管部门的要求。

8 医用放射性废物的放射防护管理要求

8.1 放射性废物分类，应根据医学实践中产生废物的形态及其中的放射性核素种类、半衰期、活度水平和理化性质等，将放射性废物进行分类收集和分别处理。

8.2 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。

8.3 放射性废液衰变池应合理布局，池底和池壁应坚固、耐酸碱腐蚀和无渗透性，并有防渗漏措施。

续表 7 保护目标与评价标准

8.4 开展放射性药物治疗的医疗机构，应为住院治疗患者或受检者提供有防护标志的专用厕所，专用厕所应具备使患者或受检者排泄物迅速全部冲入放射性废液衰变池的条件，而且随时保持便池周围清洁。
8.5 供收集废物的污物桶应具有外防护层和电离辐射警示标志。在注射室、注射后病人候诊室、给药室等位置设置污物桶。
8.6 污物桶内应放置专用塑料袋直接收纳废物，装满后的废物袋应密封，不破漏，及时转送放射性废物暂存间，放入专用容器中。
8.7 对注射器和破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。
8.8 每袋废物的表面剂量率应不超过 0.1mSv/h ，质量不超过 20kg。
8.9 储存场所应具有通风设施，出入处设电离辐射警告标志。
8.10 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。
8.11 废物包装体外表面的污染控制水平： $\beta < 0.4\text{Bq/cm}^2$ 。
<p>(5) 《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》（环办辐射函[2016]430 号）</p> <p>一、关于放射性药品生产、使用场所的管理</p> <p>(二) 常见的放射性药品生产、使用场所日等效操作量核算中操作因子的选取：</p> <ol style="list-style-type: none">1、利用钼锝发生器淋洗 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 放射性药物时，^{99}Mo 的操作是为“贮存”；2、放射性药品生产中，分装、标记等活动视为“简单操作”；3、医疗机构使用 ^{18}F、$^{99\text{m}}\text{Tc}$、^{125}I 粒籽源相关活动视为“很简单的操作”，使用 ^{131}I 核素相关活动视为“简单操作”。
<p>(6) 《关于核医学科标准相关条款咨询的复函》(辐射函〔2023〕20号)</p> <p>一、关于槽式衰变池中含碘-131 放射性废水排放</p> <p>含碘-131 放射性废水可按照下列任意一种方式进行排放：</p> <p>(一) 根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》第 8.6.2 条规定，经监管部门确认单次排入普通下水道的废水中碘-131 活度不超过 1ALImin ($9\text{E}+5$ 贝</p>

续表 7 保护目标与评价标准

可), 每月排放的废水中碘-131 总活度不超过 10ALImin(9E+6 贝可)。

(二) 暂存 180 天后, 衰变池废水可以直接排放。

(三) 暂存不满 180 天但监测结果表明碘-131 活度浓度已降至不高于 10 贝可/升水平, 也可直接排放。医院应做好相关排放记录。

二、关于控制区剂量率

1. 控制区内工作人员经常性停留的场所(人员居留因子 $\geq 1/2$), 周围剂量当量率应小于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

2. 控制区内工作人员较少停留或无需达到的场所(人员居留因子 $< 1/2$), 如给药/注射室防护门外、给药后患者候诊室防护门外、核素治疗住院病房防护门外以及核医学科患者走廊等位置, 周围剂量当量率应小于 $10\mu\text{Sv}/\text{h}$ ”。

三、关于独立通风要求

核医学标准第 6.3.4 节规定, 手套箱、通风橱等密闭设备应设计单独的排风系统。单独的排风系统意为手套箱、通风橱等设备的排风管道在汇入“主排风管道前”的部分, 应独立设置, 防止发生气体回流和交叉污染。经过滤后的气体汇入到一个主管道中排放不违反标准要求。

根据上述标准, 结合本项目拟使用医用射线装置及放射性同位素的实际情况及医院确定的剂量管理目标值文件, 确定本项目的年剂量管理目标值要求以及污染物排放指标如下:

表 7-6 本项目年剂量管理目标值及污染物排放指标表

一、年剂量管理目标值

项目	年平均有效剂量限值 (mSv/a)	执行对象	本评价年剂量管理目标值 (mSv/a)
放射工作人员	20	辐射工作人员	年有效剂量约束值不超过 5mSv/a, 手部皮肤的年当量剂量管理目标值为 125mSv/a
公众人员	1	公众人员	0.1

二、机房防护体表面控制值

控制区	距核医学工作场所各控制区内房间防护门、观察窗和墙壁外表面 30cm 处的周围剂量当量率应小于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$, 如屏蔽墙外的房间为人员偶尔居留的设备间等区域, 其周围剂量当量率应小于 $10\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。放射性药物通风柜、注射窗等设备应设有屏蔽结构, 以保证设备外表面 30cm 处人员操作位的周围剂量当量率小于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$, 放射性药物合成和分装箱体非正对人员操作位表面的周围剂量当量率小于 $25\mu\text{Sv}/\text{h}$
-----	---

续表 7 保护目标与评价标准

放废桶、管道、 衰变池等	固体放射性废物收集桶、暴露于地面致使人员可以接近的放射性废液收集罐体和管道应增加相应屏蔽措施，以保证其外表面 30cm 处的周围剂量当量率小于 $2.5 \mu \text{Sv/h}$ 。		
三、通风			
核医学科场所	手套箱、通风橱等密闭设备设计单独的排风系统，当通风柜打开一半时，开口截面的平均风速应不小于 0.5m/s ，场所设置单独排风系统，最终排气口高于本建筑屋顶并安装专用过滤装置。		
四、其他			
表面污染	表面类型		β 放射性物质 (Bq/cm^2)
	工作台、设备、墙壁、	控制区	4×10
	地面	监督区	4
	工作服、手套、工作鞋	控制区、监督区	4
放射性固体废物	其他 (手、皮肤、内衣、工作袜)		
	每袋废物的表面剂量率应不超过 0.1mSv/h ，质量不超过 20kg ；废物包装盒外表面: $\beta < 0.4 \text{ Bq}/\text{cm}^2$		
	放置经过 30 暂存后经检测辐射剂量满足环境本底水平， β 表面污染小于 $0.8 \text{ Bq}/\text{cm}^2$		
放射性废水	总 β 放射性 $< 10 \text{ Bq/L}$		
	每月排放的总活度不超过 10 ALI_{\min}		
	每一次排放的活度不超过 1 ALI_{\min}		

表 8 环境质量现状

8.1 辐射环境质量现状调查

1、项目环境辐射监测

受宁远县人民医院的委托,湖南省湘环环境研究院有限公司于 2025 年 11 月 07 日、2025 年 11 月 17 日对拟建地(E:111° 55' 47.440'', N:25° 35' 40.824'') 的辐射环境进行了检测。

2、监测方案及质量保证

(1) 监测目的

该环境辐射现状监测的目的主要是为了了解项目拟建地辐射水平背景值,为辐射工作场所建成运行后对环境的辐射影响提供依据。

(2) 监测依据

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) ;

《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021) ;

《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021) ;

(3) 检测因子: 环境 γ 辐射剂量率, nGy/h, β 表面污染, Bq/cm²。

(4) 监测布点及质量保证

根据现场情况及拟建场所位置情况,在放疗中心三楼拟建区域内,放疗中心周围道路、临近建筑周围等位置布点。布点详见检测报告(附件二)及图 8-1 监测布点图。

(5) 质量保证

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,是否在检定有效期内;

4、由专业人员按操作规程操作仪器,并做好记录;

5、监测报告严格落实三级审核制度,经过校对、校核,最后由授权签字人签发。

质量控制:本次检测的数据分析及处理采用国家标准中相关的数据处理方法,按国家标准和监测技术规范有关要求进行数据处理和填报,并按有关规定和

续表 8 环境质量现状

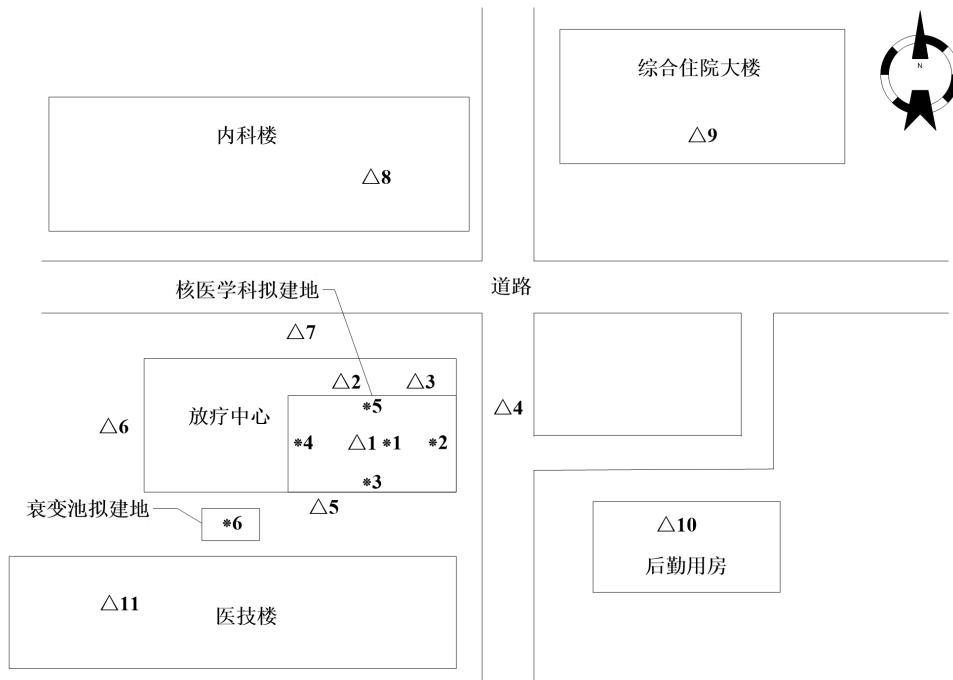
要求进行三级审核。本次检测工况见下表 8-1，检测所使用的仪器情况见表 8-2。

表 8-1 检测工况

时间	天气情况	相对湿度	温度
2025 年 11 月 07 日	阴	79%	21°C
2025 年 11 月 17 日	晴	56%	20°C

表 8-2 检测仪器及检定情况一览表

仪器名称	环境监测用 X、γ 辐射空气比释动能率仪		
仪器型号	JB4000	仪器量程	0.01μSv/h~200μSv/h 0.01μGy/h~200μGy/h
仪器编号	17157	能响范围	48Kev~3Mev
有效期至	2026.10.8	计量检定证书编号	8020266411
仪器名称	表面污染监测仪		
仪器型号	CoMo 170 型	仪器量程	β-γ: 高达 20000Cps (CS-137) α: 高达 2500 CPS (AM-241)
仪器编号	6747	能响范围	α: 0.1cps、β: 15~25cps、Γ: 15~25cps
有效期至	2026.9.15	计量检定证书编号	8020261817



备注：△为环境γ辐射检测点位置、*为β表面污染检测点位置；△1为放疗中心三楼核医学科拟建地检测点位置，△2为核医学科拟建地楼上区域检测点位置，△3为核医学科拟建地楼下区域检测点位置。

图 8-1 检测布点示意图

3、监测结果及评价

监测数据详见下表及监测报告（附件二）。

表 8-3 项目拟建场所本底监测结果

环境 γ 辐射剂量率 (nGy/h)			
序号	点位描述	检测结果 (nGy/h)	备注
△1	放疗中心三楼核医学科拟建地	70.0	楼房
△2	放疗中心四楼天台（核医学科拟建地楼上区域）	70.4	楼房
△3	放疗中心二楼施工区域（核医学科拟建地楼下区域）	70.1	楼房
△4	放疗中心东侧道路	68.8	道路
△5	放疗中心南侧空地	75.9	道路
△6	放疗中心西侧绿化带	72.0	道路
△7	放疗中心北侧道路	70.7	道路
△8	放疗中心北侧内科楼一楼大厅	79.1	楼房
△9	放疗中心东北侧综合住院大楼一楼大厅	82.0	楼房
△10	放疗中心东南侧后勤用房一楼大厅	78.3	楼房
△11	放疗中心南侧医技楼一楼大厅	77.6	楼房

备注：1、本次测量仪器读出单位为 $\mu\text{Gy}/\text{h}$ ，上述检测结果经过数据处理及转换得来；
2、以上结果均已扣除宇宙射线响应值。依据 HJ1157-2021：监测结果 $D\gamma = k1 \times k2 \times R\gamma \cdot k3 \times Dc$ ；本次监测仪器校准因子 $k1$ 为 1.28，效率因子 $k2$ 取 1； $k3$ 楼房取 0.8，平房取 0.9，原野和道路取 1，仪器对宇宙射线响应值为 $14.2\text{nGy}/\text{h}$ ，该数据根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）中 5.4.3 在洞庭湖进行检测后，根据本项目所在位置（地理经度 E: $111^{\circ} 55' 47.440''$ ，地理纬度 N: $25^{\circ} 35' 40.824''$ 及海拔高度 199m），由《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）中附录 D 中公式计算得出。

序号	点位描述	检测结果 (Bq/cm ²)	备注
1	放疗中心三楼核医学科拟建地中间	<MDL	室内
2	放疗中心三楼核医学科拟建地东侧	<MDL	室内
3	放疗中心三楼核医学科拟建地南侧	<MDL	室内
4	放疗中心三楼核医学科拟建地西侧	<MDL	室内
5	放疗中心三楼核医学科拟建地北侧	<MDL	室内
6	衰变池拟建地	<MDL	室内

备注：1、以上检测数据均已扣除本底值；
2、CoMo 170 型表面污染监测仪的探测下限 $MDL=0.042\text{Bq}/\text{cm}^2$ 。

根据《中国环境天然放射性水平》(中国原子能出版社, 2015年7月)P493, 湖南省零陵原野、道路、建筑物室内 γ 辐射剂量率见下表:

表 8-3 湖南省零陵原野、道路、建筑物室内 γ 辐射剂量率

序号	测点位置	γ 辐射剂量率范围 (nGy/h)
1	原野	41.1~271.2
2	道路	42.0~333.6
3	建筑物内	54.5~418.5

项目拟建址建筑物内的 β 表面污染未检出, 环境 γ 辐射剂量率在70.0~82.0nGy/h之间, 道路的环境 γ 辐射剂量率在68.8~75.9nGy/h之间, 与湖南省零陵道路、建筑物室内 γ 辐射剂量率相比, 项目所在地辐射环境质量现状在正常浮动范围内, 未见有较大的异常。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 施工期污染工序及污染物产生情况

本项目拟选址在放疗中心三楼。放疗中心主体工程已经按照标准要求进行了环境影响登记表备案，备案号为 202243112600000061。本项目施工期主要为机房的建设、装修，污染因子有：噪声、扬尘、废水、固体废物等。调试期主要为调试过程中产生的 X 射线及少量有害气体。

噪声：施工噪声主要为基础施工、结构施工等阶段，各施工设备噪声源强约为 75~90dB（A）。

废气：项目施工产生的废气主要为施工扬尘，主要来自于施工过程中建筑材料现场搬运及堆放产生的扬尘、切割打磨装饰材料产生的粉尘、建筑垃圾清理及堆放产生的扬尘。

废水：施工期废水主要为施工人员生活污水，项目施工期每天最大约 10 人在施工现场作业，生活用水量约为 50L/人·d 计，污水产生系数按用水量的 0.8 计，则生活污水排放量为 0.40m³/d。

固体废物：主要为建筑垃圾、装修垃圾以及施工人员的生活垃圾。

产生辐射污染环节为设备安装及调试过程，因此，射线装置的安装、调试过程应请专业人员进行，建设单位不得自行安装设备。在安装调试阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在射线装置机房门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。人员离开时涉源场所必须上锁。

本项目施工期环境影响随着施工期的结束而结束，施工期工程量小，施工期短，且均在厂区施工，对外界环境影响很小，不存在环保遗留问题。

9.2 营运期污染工序及污染物产生情况

临床核医学是利用核素及其标记物诊断和治疗疾病的临床医学。诊断核医学是以放射性核素显像及脏器功能测定为主的体内诊断法和以体外放射性分析为主的体外诊断法组成。本项目采用的诊断核医学是以放射性核素显像及脏器功能测定为主的体内诊断法。治疗核医学是通过高度靶向性聚集在病变部位的放射性核素或其标记物所发射出的射程很短的核射线对病变进行内照射治疗。

续表 9 项目工程分析与源项

9.2.1 应用单光子放射性药物开展核医学显像诊断

1) 设备组成及工作方式

SPECT 系统一般由探测器、机架、控制台、计算机（包括接口）和外围设备五部分构成。SPECT/CT 同样是将 SPECT 和 CT 结合成一体化的设备，使用同一个检查床和同一个图像处理工作站，将 SPECT 图像和 CT 图像融合，可以同时放映病灶的病理生理变化和形态结构，明显提高诊断的准确性。

SPECT/CT 工作时操作人员隔室操作。医院常用 SPECT/CT 见图 9-1。

图 9-1 医院常用 SPECT/CT 机（示例）

2) 工作原理

①SPE 工作原理

SPECT (Single Photon Emission Computed Tomography, 单光子发射型计算机断层显像) 是利用 ^{99m}Tc 放射性核素的示踪作用，不同的显像剂在体内有其特殊的分布和代谢规律，能够选择性的聚集在特定脏器、组织或病变部位，使其与邻近组织之间的放射性分布形成一定程度浓度差，而显像剂中的放射性核素可发射出具有一定穿透力的 γ 射线，利用 SPECT 探头对这些光子进行探测和记录，通过计算机处理从而获得脏器、组织或者病变部位的形态、位置、大小以及脏器功能图像数据。

②CT 工作原理

X 射线产生及成像原理：产生 X 射线的装置主要由 X 射线管和高压电源组成，X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成。X 射线管结构见图 9-2。X 射线管的阴极是钨制灯丝，它装在聚光杯中，当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚光杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，这些高速电子到达靶面为靶突然阻挡从而产生 X 射线。成像装置是用来采集透过人体的 X 射线信号的，由于人体各部位组织、器官密度不同，对 X 射线的衰减程度各不一样，成像装置根据接收到的不同信号，通过荧光屏或影像增强器、计算机、摄像机(对影像

续表 9 项目工程分析与源项

增强器的图像进行一系列扫描，再经过模/数一数/模转换)等方式进行成像。

CT 工作原理：CT 是计算机断层 X 射线摄影术(Computed Tomography)的简称，它使用了精确 准直的 X 射线从各种不同的离散角度扫描所关注的平面，利用探测器记录透射光束的衰减量，并经过数学运算，电子计算机处理相应数据，从而产生一个以检查层的相对衰减系数为依据的躯体横断面的影像。

图 9-2 典型 X 射线管结构图

3) 工作流程

应用单光子放射性药物的患者在 SPECT/CT 下做显像诊断具体流程描述如下：

①根据医护人员指导意见，需要接受全身或脏器显像检查的人员提前预约登记，确定用药量。本项目拟使用的诊断药物为含 ^{99m}Tc 放射性药物，为直接外购成品针剂。医护人员根据用药量提前向有资质的药物供货商/生产商订药，由其负责将药物运输至核医学科储源室内。

②医护人员穿戴好个人防护用品等，将含 ^{99m}Tc 的放射性药物转移至分装注射室内的手套箱内进行活度测定，然后再利用注射器转运盒将 ^{99m}Tc 药物针剂转至 SPECT 注射窗口。对成品针剂进行活度测定按 15s/支考虑。

③受检者按约定时间在核医学科护士站进行登记、预置留置针，在等候大厅等待。听到呼叫后从指定入口进入 SPECT 注射窗口。其中进行 ^{99m}Tc 心功能显像检查的受检者直接进入负荷室，通过跑步机跑步达一定运动负荷后再由医护人员在跑步机旁的移动注射车后注射。

④操作核素的医护人员核实受检者相关信息，确认无误后为受检者注射，常规的在 SPECT 注射窗口注射，心肌显像检查的在负荷室内注射。注射时间平均约 15s/每人，每日计划最多注射 10 人次。

⑤注射了 ^{99m}Tc 放射性药物的受检者进入注射后候诊室等候，等待药物在体内分布达到平衡。显像部位不同，等候时间不同，骨扫描显像等候时间约 2.5h，肾等扫描显像在注射后即可进行扫描，对胰腺显像等的等候时间约 5~10min。

⑥SPECT 注射后候诊的受检者达到要求后进入 SPECT/CT 机房检查。SPECT

续表 9 项目工程分析与源项

机房平均扫描时间约 12min/次。SPECT/CT 技术人员辅助受检者上机检查摆位按总人数的 1/10 考虑，单次摆位时间平均约 0.5min。

⑦检查完成后，^{99m}Tc 门诊患者受检者在 SPECT 留观室进行留观，留观时间为 5~10min，经医护人员确认图像质量满意后，受检者通过离院楼梯到达 1F 后离开放疗中心大楼。

应用单光子放射性药物的受检者在 SPECT/CT 下做显像主要诊断流程及产污环节如下图 9-3。

图 9-3 应用单光子放射性药物在 SPECT/CT 下显像主要诊断流程图

4) 工作负荷

医院拟使用 ^{99m}Tc 开展 SPECT/CT 显像诊断工作，使用药检查的核素用量情况见下表。

表 9-1 ^{99m}Tc 显像诊断使用情况表

核素名 称	单人用 量 (Bq)	最大就诊人次			最大用量		
		人次/ d	人次/ 周	人次/ 年	Bq/日	Bq/周	Bq/年
^{99m} Tc	7.4×10^9	10	50	2500	7.4×10^{10}	3.7×10^{10}	1.85×10^{12}

表 9-2 SPECT/CT 显像诊断时间核算表

类型	人次/ 年	SPECT 显像时间		CT 有效出束时间		摆位 (1/10)	
		单人次 (min)	年 (h)	单人次 (min)	年 (h)	单人次 (min)	年 (h)
^{99m} Tc	2500	10	417	2	83.4	0.5	2.08

9.2.2 甲亢治疗

本项目放射性核素治疗是利用放射性核素参与人体代谢自动在特定组织内聚集，对其周围病变细胞造成杀伤。本项目拟使用的治疗放射性核素为 ¹³¹I。

1) 工作原理

本项目主要利用 ¹³¹I 开展甲亢治疗工作。

甲亢治疗：全称甲状腺功能亢进症治疗。甲状腺细胞对碘化物具有特殊的亲

续表 9 项目工程分析与源项

和力，服用药物后¹³¹I能够被甲状腺高度选择性吸收，甲亢患者的甲状腺中功能亢进的病变组织比一般的甲状腺组织的摄碘率更高。医院拟使用的碘[¹³¹I]化钠口服液(简称¹³¹I)，用于甲状腺功能亢进(甲亢)的治疗。¹³¹I属中毒组核素，在甲状腺内衰减较快，有一定的停留时间；¹³¹I衰变时发射的β射线射程平均约1mm，几乎全部为甲状腺组织吸收；使用适当剂量的¹³¹I，其辐射生物效应使功能亢进的甲状腺细胞受破坏，甲状腺缩小、甲状腺激素的合成减少而达到治疗的目的。

2) 工作流程

医院根据患者预约情况向有资质的供货商/生产商预定含¹³¹I的放射性药物(一般每次预定一天的用量)，然后由有资质的供货商/生产商当天用专车运抵医院，有资质的供货商/生产商的专业技术人员将装有核素的铅罐放入核医学科储源室内，医护人员接收后在储源室内储存。

建设单位目前还未确定是否使用全自动分装仪进行分装工作，如果使用手动分装，则护士穿戴好防护用品，进入分装室，根据需要用量使用移液枪移取相应药品，然后在手套箱内进行手动活度测定、稀释、分装，并将分装好的¹³¹I放射性药物放置在服药窗口，而后患者到达服药室的服药窗口听取医护人员的指挥取药、服药，服药后进入留观室，而后沿着通道离开核医学科。如果使用全自动分装仪，使用前将铅罐安装在自动分药仪内，然后医护人员通过分装控制室的电脑控制将蒸馏水注入自动分药仪中对购买的¹³¹I液态放射性药物进行稀释。操作护士在隔室操作界面上设定样品的分配活度、体积和计划使用时间，系统会自动完成将放射性原料(母液)进行稀释处理、定量分配、在线活度测量和样品体积配比的全部工作，测试合格的溶液可用于患者服用。

图 9-4 ¹³¹I 自动分药仪实物图(示例)

甲亢治疗流程：医生首先根据甲状腺吸碘率或吸碘量，确定服药量之后，在服药窗口放置适量药物，药物用纸杯盛装，并通过视频、对讲设施指导病人在服药窗口取药并服用。

甲亢病人服药剂量大小不等，临床数据多在5~20mCi，对于大多数服药小于10mCi患者服药后通过甲亢留观室、通道1自行离开核医学科。对于少数患者核

续表 9 项目工程分析与源项

算用药量超过 10mCi , 可采取两种治疗方案处理: ①分两次服药, 即先服 $\leq 10\text{mCi}$ 的药量, 等待3~6个月后, 再次进行甲吸测定确定二次服药量(计为治疗2人次)。②先服用抗甲亢药物进行治疗, 缩小甲状腺体积, 再进行 ^{131}I 甲吸测定和甲亢治疗。因此, 本项目甲亢治疗患者最大服药量为 10mCi (370MBq) , 低于离院限值 400MBq 的要求, 病人可以直接离院。甲亢治疗流程图及产污环节见图 9-5。

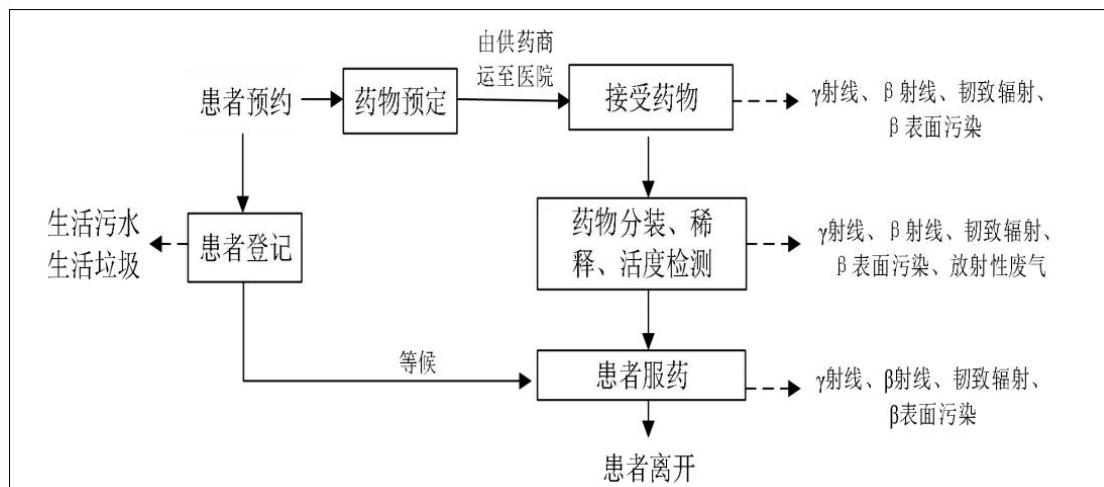


图 9-5 应用 ^{131}I 甲亢治疗流程图

3) 工作负荷

医院拟使用 ^{131}I 开展甲亢治疗, 使用核素用量情况见下表。

表 9-3 ^{131}I 显像诊断使用情况表

核素名 称	单人用 量 (Bq)	最大就诊人次			最大用量		
		人次/ d	人次/ 周	人次/ 年	Bq/日	Bq/周	Bq/年
^{131}I	3.7×10^8	5	25	1250	1.85×10^9	9.25×10^9	4.63×10^{11}

9.2.3 污染因子

由拟建项目各设备操作流程及核素辐射特性表可知, SPECT/CT 仅在使用 CT 模式下扫描产生 X 射线。本次评价关键核素为 ^{131}I 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$; 污染途径主要为外照射。因此, 本次放射性同位素使用过程中主要污染因子包括: β 射线、 γ 射线、轫致辐射、 β 表面污染、放射性废水、放射性固废、放射性废气。

1) β 射线

核医学科拟使用放射性同位素 ^{131}I 治疗过程中会产生 β 射线, 其能量为

续表 9 项目工程分析与源项

0.602MeV，该部分射线在人体组织中的射程较短，患者的身体完全能够阻挡该部分射线，同时人体皮肤也能有效阻挡该部分射线进入人体。因此，本项目评价时不考虑该部分射线的影响。

2) γ 射线

核医学科拟使用 ^{131}I 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 过程中会产生 γ 射线，其能量在 0.140~0.637MeV 之间， γ 射线在人体组织中的射程较长，患者的身体不能完全能够阻挡 γ 射线，同时人体皮肤也不能有效阻挡 γ 射线进入人体。因此，本项目评价时将考虑 γ 射线的影响。

2) 韧致辐射

本项目核医学科使用的放射性核素的 β 粒子穿过周围物质时将产生韧致辐射。本项目放射性药物均为外购成品药物/针剂，出厂时均装在标准玻璃瓶(低原子序数的材料)中，能有效减小韧致辐射，且药物运输、分装等过程中均放置于铅罐(高原子序数的材料)中，通过双层材料屏蔽作用下，此时韧致辐射所带来的影响较小。因此，本项目放射性核素重点考虑 γ 射线影响。

4) β 表面污染

医生在操作放射性核素过程中，不可避免地会引起工作台、设备、墙壁、地面、工作服、手套等放射性沾污，造成 β 放射性表面污染。

5) 放射性废气

核医学科拟使用的含 ^{131}I 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 的放射性药物开展诊断、治疗活动过程中，放射性药物活度测量、分装、稀释等操作过程中会产生少量的放射性气溶胶废气。本项目核医学科设置独立的排风系统，将收集的放射性废气引至楼顶，经活性炭吸附过滤处理后排放。

6) 放射性废水

本项目采用污污分流的方式。一般医疗废水、生活污水直接进入医院污水处理站处理，放射性废水排入衰变池处理后达标后再排入污水处理站处理。本次仅对放射性废水进行详细分析。

放射性废水主要来自患者排泄物、放射性药品操作过程中去污洗涤液（工作台面、器械清洗以及工作人员洗手）和偶尔滴漏、核医学科工作场所清洁废水。

续表 9 项目工程分析与源项

核医学科产生的放射性废水排入项目南侧衰变池处理达标后再排入医院污水处理站处理。根据核医学科排水管网图可知，项目衰变池主要收集核医学科工作场所的卫生通过间、患者卫生间的放射性废水。

根据《节水型卫生洁具》（GB/T31436- 2015）规定，节水型蹲便器用水量应不大于 6L。本着不扩大或放大放射性污染的原则，医院核医学科应严格限制病人生活用水量，每人每次控制使用 6L。

核医学科日门诊量最大约 15 人·次，平均每人次排泄 1 次，核医学科参与放射性药物的操作人员 2 名，其他未预见水量以 10%计，核医学科放射性用水、排水情况见表 9-4。

表 9-4 核医学科放射性废水排放情况表

用水类别		用水定额	用水规模	用水量 (L/d)	排水量 (L/d)	去向
核医学科	医护人员	10L/人·班	2 人	20	16	衰变池
	门诊病人	6L/人·天	15 人	90	72	
	未预计水量	10%	/	11	8.8	
总计				121	114.8	

注：根据《城市排水工程规划规范》（GB50318-2017）中，城市综合生活污水的排放系数为 0.80~0.90，本次排水量按用水量的 80%计。

根据上表可知，拟建项目放射性废水日排放量约 114.8L/d（约 0.115m³/d），年排放量约 28.7m³/a，全部排入衰变池处理后满足《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2016）表 2 中排放限值的要求后再排入医院污水处理站进一步处理。

7) 放射性固废

核医学科开展诊断、治疗的活动过程中，将产生一定量的放射性固废。

核医学科放射性固废主要为放射性药物操作和显像检查受检者产生的废物，包括废棉签、注射器、吸水纸、橡胶手套、清洁用抹布及购置未用完的含放射性核素的药物原液等，类比同类型医院，平均产生量约 50g/人·d，日产生量约为 0.75kg/d，年产生量约为 0.188t/a。医院放射性废气处理系统均采用活性炭吸附，活性炭半年更换一次，每次装填的活性炭重约 45kg，则废活性炭产生约 90kg/a。

本项目实行预约制，一般情况无放射性废药产生。若患者未按照预约时间前往核医学科工作场所进行诊断治疗，未使用完的短半衰期的放射性同位素则转移

续表 9 项目工程分析与源项

至放污物间内暂存，作为放射性废物处置。

核医学科工作场所产生的放射性固体废弃物拟按类别和日期分别暂存于污物间的放射性废物桶，暂存在废物间，达到清洁解控水平后按一般医疗废物处理

续表9 项目工程分析及源项

9.3 本项目污染物产生计预计排风情况汇总

综上所述，本项目运营期主要污染物产生及预计排放情况汇总如下表所示。

表 9-5 项目运营期污染物产生情况一览表

污染物	产排污核素/场所/设备	主要污染因子	最大活度浓度	最大能量/产生量	处理方式及去向
电离辐射	^{131}I	β 射线、韧致辐射、 γ 射线、 β 表面污染	/	≤ 0.637	屏蔽体防护
	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	β 射线、韧致辐射、 γ 射线、 β 表面污染	/	0.140	
	SPECT/CT	X 射线	/	$\leq 140\text{kV}$	
放射性三废	废气	核医学科 主要含 ^{131}I 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$	/	少量	经过多套排风系统收集后引至本建筑屋顶经活性炭吸附后排放
	废水	核医学科 主要含 ^{131}I 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$	370MBq/d (^{131}I) 1480MBq/d ($^{99\text{m}}\text{Tc}$)	0.115m ³ /d, 28.7m ³ /a	单独管网收集后排入衰变池暂存达到规定时间后排放
	固废	核医学科 主要含 ^{131}I 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 的一次性注射器、针头、手套、棉签等，一次性纸杯、纸巾、餐盒、清洁用抹布、清洁污染用的吸水纸、废过滤器(含楼顶所有的)、未用完的放射性药物等	/	0.278t/a	分类收集后，在废物间暂存衰变，后经监测合格后作为一般医疗废物交有资质单位处理。

表 10 辐射防护与安全措施

10.1 项目安全设施

10.1.1 辐射工作场所分区

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定：控制区是在辐射工作场所划分的一区域，在这种区域内需要或可能需要采取专门的防护手段或安全措施，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散并预防潜在照射或限制潜在照射的范围；监督区是未被确定为控制区，通常不需要采取专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域。

《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)要求：核医学工作场所的控制区主要包括回旋加速器机房、放射性药物合成和分装室、放射性药物贮存室、给药室、给药后候诊室、扫描室、核素治疗病房、给药后患者的专用卫生间、放射性废物暂存库、衰变池等区域；核医学工作场所的监督区主要包括回旋加速器和显像设备控制室、卫生通过间以及与控制区相连的其他场所或区域。

《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)要求：核医学放射工作场所应划分为控制区和监督区。控制区一般包括使用非密封源核素的房间(放射性药物贮存室、分装及或药物准备室、给药室等)、扫描室、给药后等候室、样品测量室、放射性废物储藏室、病房(使用非密封源治疗患者)、卫生通过间、保洁用品储存场所等。监督区一般包括控制室、员工休息室、更衣室、医护人员卫生间等。应根据 GB18871 的有关规定，结合核医学科的具体情况，对控制区和监督区采取相应管理措施。

根据上述要求，医院拟对项目工作场所进行分区管理，本项目将各工作场所划分为控制区和监督区，具体情况如下，限制无关人员受到不必要的照射。

控制区：储源室、卫生通过间、缓冲（抢救药品存放）、分装注射室、碘服药室、甲亢留观室、注射后候诊室、运动负荷兼抢救室、SPECT 留观室、SPECT 机房、通道 1、通道 2、废物间、污洗间、卫 1/2/3 以及衰变池。

监督区：护士站、控制室、走廊、楼梯间、衰变池周围及控制区楼上楼下对应区域。

具体见下图：

续表 10 辐射防护与安全措施

序号	辐射防护与安全措施
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	
31	
32	
33	
34	
35	
36	
37	
38	
39	
40	
41	
42	
43	
44	
45	
46	
47	
48	
49	
50	
51	
52	
53	
54	
55	
56	
57	
58	
59	
60	
61	
62	
63	
64	
65	
66	
67	
68	
69	
70	
71	
72	
73	
74	
75	
76	
77	
78	
79	
80	
81	
82	
83	
84	
85	
86	
87	
88	
89	
90	
91	
92	
93	
94	
95	
96	
97	
98	
99	
100	
101	
102	
103	
104	
105	
106	
107	
108	
109	
110	
111	
112	
113	
114	
115	
116	
117	
118	
119	
120	
121	
122	
123	
124	
125	
126	
127	
128	
129	
130	
131	
132	
133	
134	
135	
136	
137	
138	
139	
140	
141	
142	
143	
144	
145	
146	
147	
148	
149	
150	
151	
152	
153	
154	
155	
156	
157	
158	
159	
160	
161	
162	
163	
164	
165	
166	
167	
168	
169	
170	
171	
172	
173	
174	
175	
176	
177	
178	
179	
180	
181	
182	
183	
184	
185	
186	
187	
188	
189	
190	
191	
192	
193	
194	
195	
196	
197	
198	
199	
200	
201	
202	
203	
204	
205	
206	
207	
208	
209	
210	
211	
212	
213	
214	
215	
216	
217	
218	
219	
220	
221	
222	
223	
224	
225	
226	
227	
228	
229	
230	
231	
232	
233	
234	
235	
236	
237	
238	
239	
240	
241	
242	
243	
244	
245	
246	
247	
248	
249	
250	
251	
252	
253	
254	
255	
256	
257	
258	
259	
260	
261	
262	
263	
264	
265	
266	
267	
268	
269	
270	
271	
272	
273	
274	
275	
276	
277	
278	
279	
280	
281	
282	
283	
284	
285	
286	
287	
288	
289	
290	
291	
292	
293	
294	
295	
296	
297	
298	
299	
300	
301	
302	
303	
304	
305	
306	
307	
308	
309	
310	
311	
312	
313	
314	
315	
316	
317	
318	
319	
320	
321	
322	
323	
324	
325	
326	
327	
328	
329	
330	
331	
332	
333	
334	
335	
336	
337	
338	
339	
340	
341	
342	
343	
344	
345	
346	
347	
348	
349	
350	
351	
352	
353	
354	
355	
356	
357	
358	
359	
360	
361	
362	
363	
364	
365	
366	
367	
368	
369	
370	
371	
372	
373	
374	
375	
376	
377	
378	
379	
380	
381	
382	
383	
384	
385	
386	
387	
388	
389	
390	
391	
392	
393	
394	
395	
396	
397	
398	
399	
400	
401	
402	
403	
404	
405	
406	
407	
408	
409	
410	
411	
412	
413	
414	
415	
416	
417	
418	
419	
420	
421	
422	
423	
424	
425	
426	
427	
428	
429	
430	
431	
432	
433	
434	
435	
436	
437	
438	
439	
440	
441	
442	
443	
444	
445	
446	
447	
448	
449	
450	
451	
452	
453	
454	
455	
456	
457	
458	
459	
460	
461	
462	
463	
464	
465	
466	
467	
468	
469	
470	
471	
472	
473	
474	
475	
476	
477	
478	
479	
480	
481	
482	
483	
484	
485	
486	
487	
488	
489	
490	
491	
492	
493	
494	
495	
496	
497	
498	
499	
500	
501	
502	
503	
504	
505	
506	
507	
508	
509	
510	
511	
512	
513	
514	
515	
516	
517	
518	
519	
520	
521	
522	
523	
524	
525	
526	
527	
528	
529	
530	
531	
532	
533	
534	
535	
536	
537	
538	
539	
540	
541	
542	
543	
544	
545	
546	
547	
548	
549	
550	
551	
552	
553	
554	
555	
556	
557	
558	
559	
560	
561	
562	
563	
564	
565	
566	
567	
568	
569	
570	
571	
572	
573	
574	
575	
576	
577	
578	
579	
580	
581	
582	
583	
584	
585	
586	
587	
588	
589	
590	
591	
592	
593	
594	
595	
596	
597	
598	
599	
600	
601	
602	
603	
604	
605	
606	
607	
608	
609	
610	
611	
612	
613	
614	
615	
616	
617	
618	
619	
620	
621	
622	
623	
624	
625	
626	
627	
628	
629	
630	
631	
632	
633	
634	
635	
636	
637	
638	
639	
640	
641	
642	
643	
644	
645	
646	
647	
648	
649	
650	
651	
652	
653	
654	
655	
656	
657	
658	
659	
660	
661	
662	
663	
664	
665	
666	
667	
668	
669	
670	
671	
672	
673	
674	
675	
676	
677	
678	
679	
680	
681	
682	
683	
684	
685	
686	
687	</

续表 10 辐射防护与安全措施

医院拟严格限制无关人员进出控制区，在正常诊疗的工作过程中，控制区内不得有无关人员滞留，保障该区的辐射安全。控制区设墙体、防护门等实体边界，设置电离辐射警告标志、门禁等设施，并在控制区入口设置规范的电离辐射警告标识及标明控制区的标识，限制无关人员随意进入，按要求定期检查辐射剂量水平，以便控制正常照射和防止(或限制)潜在照射；在监督区入口处的适当位置设立标明监督区的标识(如地面警示贴条)，防止无关人员受到不必要的照射，定期检查辐射剂量水平，进行经常性监督和评价。

本项目各工作场所按照相关要求进行了分区，控制区集中布置，各区互不交叉，分区合理。

10.1.2 核医学科场所分级与分类

(1) 非密封源工作场所分级

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

$$\text{日等效操作量} = \frac{\text{实际日操作量} \times \text{核素毒性组别因子}}{\text{操作方式有关的修正因子}} \quad (10-1)$$

放射性工作场所因操作放射性物质的毒性组别和操作量的不同，产生的放射性危害的机理也不同，为便于管理，非密封性工作场所按所用放射性核素最大等效日操作量并考虑操作因素分为甲、乙、丙三级。根据计算，项目使用的放射性同位素日等效操作量见表 10-1。

表 10-1 非密封源工作场所分级

核素名称	物理形态	操作方式	日最大操作量 (Bq)	毒性组别修正因子	操作方式修正因子	日等效最大操作量 (Bq)
^{99m}Tc	液态、低毒组	很简单操作	7.40×10^9	0.01	10	7.40×10^6
^{131}I	液态、中毒组	简单操作	1.85×10^9	0.1	1	1.85×10^8
合计						1.94×10^8
场所等级		乙级非密封源放射性工作场所				

根据该项目使用的放射性核素的毒性组别、用量及操作因子，算出最大日等效操作量 $1.94 \times 10^8 \text{Bq}$ ，根据表（GB18871-2002）的分级标准显示，核定本次建

续表 10 辐射防护与安全措施

设核医学科工作场所为乙级非密封源放射性工作场所。

(2) 临床核医学工作场所分类

根据《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)，对临床核医学工作场所进行分类，具体计算结果详见下表。

表 10-2 核医学工作场所分类

房间名称	非密封性物质日最大操作量(MBq)		毒性权重因子	操作性质修正因子	该房间操作最大量放射性核素的加权活度(MBq)	分类
储源室	^{131}I 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$	9250	100、1	100	1924	II
分装注射室	^{131}I 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$	9250	100、1	1	192400	I
废物间	^{131}I 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$	92.5	100、1	10	192.4	II
碘服药室	^{131}I	370	100	1	37000	II
甲亢留观室	^{131}I	1850	100	10	18500	II
注射后候诊室	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	7400	1	10	740	III
SPECT 机房	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	740	1	1	740	II
SPECT 留观室	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	1480	1	10	148	II
运动负荷兼抢救室	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	740	1	1	740	II
过道 1	^{131}I 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$	1110	100、1	1	37740	II
过道 2	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	740	1	1	740	II

备注：①废物间按照相应患者用量的 1% 考虑。

②放射性同位素在储源室考虑为购药量，分装注射室考虑为购药量和操作量，其余考虑为实际操作量。

③SPECT/CT 机房的按照单次 1 个人最大注射药量考虑，SPECT 留观室按照 2 个人同时留观考虑。

④抢救室考虑单个病人抢救，各处均不考虑用药后排泄、时间衰变等因素。

本评价按核医学科所使用的核素加权活度作为分类依据，由表 10-2 的计算结果显示，核医学工作场所分装注射室、为 I 类工作场所，储源室、碘服药室、甲亢留观室、注射后候诊室、运动负荷兼抢救室、SPECT 留观室、SPECT 机房、通道 1、通道 2、废物间属于 II 类工作场所，其室内表面及装备结果的基本放射防护要严格按上述类别场所的要求进行装修、设计并配备相关装备。非密封性物

续表 10 辐射防护与安全措施

质工作场所安全防护要求具体见表 10-3。

表 10-3 本项目工作场所室内表面和装备结构的基本放射防护要求

种类	I类标准	II类标准	本项目落实情况
结构屏蔽	需要	需要	本项目核医学科场所周围均按照标准要求,拟设置有效的辐射防护结构屏蔽
地面	与墙壁接缝无缝隙	与墙壁接缝无缝隙	PVC 地板胶铺设, 地板胶上翻接墙面, 转角圆角处理
表面	易清洗	易清洗	墙面为抗菌板(医疗板), 台面等为不锈钢或刷漆桌面, 易清洗防护手套箱: 分装控制室、分装室拟设置防护手套箱, 密封负压效果好
分装柜	需要	需要	注射分装室内设施有 2 套分装柜, 分装柜设置通风橱, 废气引至本建筑楼顶在楼顶排放口排放, 在排放口前端安装活性炭吸附装置
通风	特殊的强制通风	良好通风	场所内内均采用强制通风, 保持室内良好通风
管道	特殊的管道	普通管道	独立废水管, 废水管根据核医学科布局来布局, 尽量短, 主管道拟作标记, 暴露于地面的管道包铅皮防护
盥洗与去污	洗手盆和去污设备	洗手盆和去污设备	拟配置专用洗手池, 配置感应式水龙头, 设置单独的污洗间, 控制区内不同区域设置不同的专用清洗拖把及拖把清洗桶, 控制区清洁废水接入衰变处理设施处理

同时,《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)也要求:核医学工作场所的放射性核素操作设备的表面、工作台台面等平整光滑,室内地面与墙壁衔接处应无接缝,易于清洗、去污。

根据上表对比分析可知,本项目核医学科的装修设计能满足《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)中对核医学场所室内表面及装备结构要求,同时也满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)的要求。

10.1.3 人流物流分布合理性分析

1) 人流

A、医生路径

工作人员由东北侧楼梯或电梯上到三楼, SPECT/CT 操作医生由东侧走廊进

续表 10 辐射防护与安全措施

入控制室，操作 SPECT 设备；放射性药物操作医生从西侧走廊经过卫生通过间（内设紧急淋浴区域）更换工作服，佩戴防护用品后进入分装注射室。

B、患者路径

患者由东北侧楼梯或电梯上到三楼，在护士站进行登记，按照护士要求在护士站进行静脉预置（ ^{99m}Tc 注射患者），叫到名字后在护士指导下从北侧患者入口处进入，患者在注射窗口注射后进入注射后候诊室等候，之后叫到名字的患者进入 SPECT/CT 机房扫描，扫描结束后在留观室留观，然后由通道 2 进入通道 1，由西侧病人专用出口离开；甲亢患者叫到名字后直接由北侧专用通道进入缓冲区，服药窗口按照要求口服相应药物，服药后在甲亢留观室留观，之后进入西侧通道 1，由西侧病人专用出口离开。

2) 放射性药物及废物运输

A、放射性药物路径

放射性药物由于其存在半衰期的特征，一般以订购的形式由厂家送到医院，在上班之前，厂家将药物送至医院核医学科储源室，放射性药物由北侧入口沿着卫生通过间直接进入储源室内，然后原路返回。

B、放射性废物路径

项目废物暂存在废物间内，核医学科场所产生的放射性固废在废物间内分类收集存放，按照要求衰变至相应时间后，直接经过患者通道的走廊区域，在下班无患者时间段由西侧患者专用出口离开，运至医院医疗垃圾暂存间内与一般医疗垃圾一并处置。

放射性药物在上班开诊前运送至医院分装室，放射性废物在非上班时间进行清运。场所内盛装放射性废物的污物桶每天下班时间运至废物间内分类暂存。

场所内设置有独立的工作人员、患者、放射性药品及放射性废物路径，工作人员通道与患者通道分开，减少给药后患者对其他人员的照射。注射放射性药物后患者与注射放射性药物前患者不交叉，人员与放射性药物通道不交叉，放射性药物和放射性废物运送通道应尽可能短捷，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中标准要求。

续表 10 辐射安全与防护

--

续表 10 辐射安全防护措施

10.1.4 屏蔽措施

(1) 本项目各个场所墙体及防护门窗、顶棚及地面防护材料及厚度见上表 1-3。根据后文核算,如果控制区内人员较少停留或无需达到的场所(人员居留因子<1/2),周围剂量当量率小于 $10 \mu\text{Sv/h}$,控制区外人员可达处、其余控制区内用房屏蔽体外表面 30cm 处的周围剂量当量率小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$,各功能用房的现有设计屏蔽能力能满足标准要求。

(2) 核医学科单独建设 1 套地埋式混凝土结构废水衰变处理设施,其整体外墙、内部隔墙、底部均为 300mm 混凝土,顶部为 300mm 混凝土+300mm 覆土,井盖为 20mmPb 铅盖板。放射性废水管道垂直引入 1F 地下段包铅 2mmPb,垂直穿楼板处设置在控制区内用房角落,并做好搭接补偿。根据核算,衰变处理设施顶部、放射性废水管网的周围剂量当量率小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$,能满足标准限值要求。

(3) 核医学科电缆管线等从地下或者结构降板中“U”形穿越;通风、排气管网在核医学科用房吊顶上方走线,采用水平直穿方式和垂直直穿穿越,水平穿越处较高,控制区边界穿墙管道处采取一定的补偿,管道尺寸根据需要尽量选择小口径管道,射线经多次散射后对人员活动区域的影响能满足要求。

(4) 核医学科用房在建设时保证施工质量,铅防护门、观察窗、铅罐的生产和安装由有生产资质的厂家承担,注意其与墙体有足够的搭接,不影响屏蔽体的屏蔽效果。

10.1.5 管理措施

(1) 放射性药物安全保卫措施

储源室拟设置带锁防护门、监控设施、配备放射性药品铅罐,具有防盗功能;拟采用双人双锁保管,密码或防盗钥匙。

分装柜内药物也应加强管理,在分装注射室设置监控。拟建项目核医学科场所内拟设置放废间,门常锁,设监控,有防盗功能,由专人保管钥匙并建立废物出入台账。放射性药物、放射性废物由专人运输,确保其运输过程的辐射安全。上述核医学科用房外张贴电离辐射警告标志。

(2) 门禁、对讲、视频监控系统

①项目拟对受检者/患者出、入口、核医学科医护人员入口、放射性药物运

续表 10 辐射安全防护措施

输通道、污物运输通道等设置门禁、单向门禁系统，限制受检者/患者、工作人员随意流动。

②核医学科拟设置 1 套视频监控装置，显示装置在护士站，监控探头设置比较全面，能监控放射源、放射性废物存储情况、受检者/患者的活动情况，进出口的位置。

③核医学科拟设置 1 套语音/对讲装置，语音/对讲口设置比较全面，能全方位的与病人的沟通和交流。工作人员语音/对讲口设置在分装控制室、护士站、SPECT 控制室，面对患者的语音/对讲口分别位于碘服药窗口、 ^{99m}Tc 注射窗口、甲亢留观室、注射后候诊室、SPECT 留观室、抢救室、控制室内通道内等。

后期根据实际情况，可增加语音/对讲口、摄像头数量和调整语音/对讲口、摄像头位置，达到相关要求和效果即可。

(3) 标识设置

①拟在核医学科控制区的出入口、相关用房门上等设置规范的电离辐射警告标志及标明控制区的标志，监督区入口处应设置标明监督区的标志。拟在患者/受检者通道设置明显的受检者、患者导向标识及提示语。

②拟在放废桶、手套箱、注射转运盒、药品铅罐、储源柜等表面拟设置电离辐射标志。

③在衰变处理设施上方设置电离辐射警告标志，衰变处理设施上方设置“禁止长期停留”的警示牌。

(4) 清洁去污措施

①核医学科在工作人员通道进入控制区之前设置卫生通过间，卫生通过间布置洗手盆、淋浴等清洗设施及洗消液，各洗手盆出水口拟设置感应式或脚踏式开关，头、眼和面部拟采用向上冲淋的流动水。在卫生通过间配置核素洗消液，操作放射性药物的护士离开控制区前应清洗并进行表面污染监测，合格后方可离开。

②拟在甲亢留观室、抢救室、注射后候诊室均设置专用卫生间，在控制区内拟设置污洗间，设置多套拖把、抹布等清洁用品，并拟标识属控制区放射性专用清洁用品；清洁时从低活度区域到高活度区域进行。控制区的清洁工作由核医学

续表 10 辐射安全防护措施

科放射工作人员负责。

③拟配备表面污染监测仪，对核医学科工作场所的工作台、设备、墙壁、地面、工作服、手套等进行检测，根据检测结果对工作台、设备、墙壁、地面进行清洗，工作服、手套等则根据检测、使用情况进行衰变处理或更换。对衰变时间达到要求的放射性废物袋装表面进行监测，待满足标准要求后方能运出处理。

(5) 管理措施

①受检者、患者管理：建立核医学科工作制度、患者管理制度等。核医学科实行预约制，分时段开展不同的诊疗工作，分流患者，减少受药患者之间的交叉影响并杜绝服错药等事故的发生。将患者预约纳入科室管理制度中，在核医学科等候大厅张贴通俗易懂的患者就诊流程及注意事项、机房外张贴放射防护注意事项、核医学科受检者/患者就诊路径上拟设置地面标识，引导就诊者/患者按秩序进行显像诊断、核素治疗，指导患者就诊，保证就诊者/患者单向流动。

②医护人员管理：已建立核医学科人员岗位职责，操作放射性药物的人员规范穿戴防护用品，提高操作熟练度，减少接触放射性药物、给药后患者时间。医护人员离开分装注射室前在卫生通过间清洗、表面污染监测达标后方可离开。严禁放射工作人员在控制区内进食、饮水、吸烟、化妆，严禁在控制区内进行无关工作及存放无关物品，岗位职责中明确工作人员严格按照核医学科工作制度中指定的路径活动。将控制区的清洁工作由核医学科放射工作人员负责写入岗位职责中。

③患者离院管理：受检者/患者用药前有核医学科工作人员提前告知用药患者用药后注意事项（如用药离院不宜乘坐公共交通，不在人群集中的区域长时间停留等，减少对患者周围公众成员的影响等）。

④放射性药物管理：拟在储源室设置储源柜（带锁），双人双锁管理。

按照工作制度预约患者，预约患者用药量合理订购放射性药物，避免放射性药物浪费，确保日等效操作量不超过本环评核算的最大日等效操作量。放射性药物一般即定即用，制定放射性药物登记、使用制度。贮存的放射性药物及时登记建档，做到交接账目清楚、账物相符。登记内容包括到货日期、核素种类、活度等信息。

续表 10 辐射安全防护措施

⑤放射性废物管理：拟建立放射性废物收集、贮存、转移管理台账，做好记录并存档备案。废物间采取有效的防火、防盗，并设置紫外消毒及空调系统。废物间内不得存放易燃、易爆、腐蚀性物品。放射性废物的收集、暂存和处理安排专人负责，并建立放射性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。

⑥放射性废水、废气管理：由医院后勤相关科室安排专人负责衰变处理设施、废气处理系统日常检查，建立衰变处理设施检查、检修制度，形成检查记录。如：手套箱、通风风机运行、检查记录、过滤器更换记录，对于更换下来的过滤器作为放射性废物处置。

10.1.6 防护用品配置情况

①拟配置注射器屏蔽套、铅罐、放废桶等辅助用品，具体见表 1-4。

②核医学科工作场所拟配备铅衣、铅帽、铅眼镜、铅围脖、铅围裙、个人剂量计、放射性污染防护服、防护手套、智能化 X- γ 辐射仪、表面污染监测仪、固定式区域辐射报警系统等个人防护用品和监测设备，具体见表 1-4。

这些配置能满足项目运营的需要。

10.2 三废治理

10.2.1 废水治理措施

医院拟将核医学科场所产生的放射性废水设置单独的收集系统，含放射性的废水（由注射后病人、服碘后患者、场所内医护人员产生）和非放射性废水（等候未用药病人产生）分开收集，核医学科场所内设置了医护人员及注射后（服药后）患者独立的卫生间。收集核医学科场所放射性废水的管道均采用不锈钢管或 PVC 管，并采取防腐蚀措施；本项目放射性废水由洗手池、地漏经过具有防腐蚀的专用管道收集。本项目衰变池为新建，本次新建衰变池有效容积为 $2.43m \times 2.9m \times 1.5m \times 3 = 31.71m^3$ ，衰变池池壁、顶部采用 300mm 砼，池底采用 300mm 砼，并采用水泥砂浆掺 5% 的防水剂进行防渗处理，具有坚固、耐酸碱腐蚀和无渗透性，具有防止泄漏的措施；衰变池周围设置围栏，电离辐射警示标识，警示无关人员不要随意靠近。放射性废水在衰变池中暂存超过标准要求时间后，可直接排放。

对未用完的放射性标记液（统称为废液）医院要严格控制其产生量，根据病

续表 10 辐射安全防护措施

人的实际或预计使用量，根据最优化原则，预定放射性药品量。

(2) 废气治理措施

场所内拟设置排风管网，各个功能用房内的排风详见附图七。

本项目核医学场所设置有 2 套排风管网。其中，核医学科药物操作在分装注射室内进行，分装注射室内拟安装 2 台自带屏蔽的单联不锈钢分装柜，分装柜上方设置有通风橱，各安装有 1 台轴流风机（风机风量为 $1000\text{m}^3/\text{h}$ ），能保持柜内负压，2 台通风橱联动，通风橱顶端设置活性炭吸附装置，2 台通风橱废气经过活性炭吸附后汇合成 1 根主管，主管沿西侧外墙延伸至本建筑屋顶排放；其他区域设置 1 套排风系统，由缓冲间、碘服药室、甲亢留观室到主管，由卫生通过间、分装注射室、废物间到主管，由储源室、分装注射室、废物间到主管，由注射后候诊室到主管，上述废气汇集在西南侧主管后汇合成 1 根主管，沿西侧外墙延伸至本建筑屋顶排放。

废气由低活性区经过高活性区后经过管道+活性炭吸附装置后经过本建筑楼顶排放口排放，排风管设置止流阀防止倒流，采用机械抽风，可以保证室内空气流通，排风系统安装在屋面上。同时排气口高于本建筑屋顶，与周围建筑之间有一段距离，对敏感目标环境影响较小，满足《核医学放射防护要求》

（GBZ120-2020）及《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中通风要求。

(3) 固废治理措施

在正常运行情况下，诊断或治疗产生的放射性固体废物主要是被核素污染的注射器、针头、手套、药棉、纱布、一次性纸杯等。

① 核医学科场所设置专用容器（污物桶）用于放射性固体废物的储存，供收集的专用容器（污物桶）应具有外防护层和电离辐射标志，专用污容器（污物桶）放置点应避开工作人员作业和经常走动的地方；本项目设置不少于 6 个污物桶，分别设置在核医学科分装注射室、碘服药室、甲亢留观室、注射后候诊室、抢救室、SPECT 留观室。

② 设废物储存登记表，记录废物主要特性及处理过程，并存档备查。

③ 污物桶内应放置专用塑料袋直接收纳废物，装满后的废物袋应密封，不破

续表 10 辐射安全防护措施

漏，及时转送污物间，放入专用污物桶中，废物袋、污物桶及其他存放放射性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。

④对注射器和破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。

⑤每袋废物的表面剂量率应不超过 0.1mSv/h ，质量不超过 20kg ；废物包装体外表面的污染控制水平： $\beta < 0.4\text{Bq/cm}^2$ 。

⑥放射性废物在污物间设置通风设施，出入处设电离辐射警告标志。放射性废物暂存超过标准要求时间后，经过监测辐射剂量率达标本底水平， β 表面污染小于 0.8Bq/cm^2 后，可对废物清洁解控并作为医疗废物处理。

⑦更换下来的废活性炭作为放射性固废，暂存于污物间内的废物储存槽中或专用容器中，经过暂存满足标准要求时间后经检测辐射剂量满足环境本底水平， β 表面污染小于 0.8Bq/cm^2 后，可对废物清洁解控并作为医疗废物处理。

10.3 项目工作场所服务期满后环保要求

项目核医学科辐射工作场所因搬迁等原因不再使用及服务期满后，医院应按法规标准规定要求实施退役；应在退役实施前开展污染调查，编制相应退役方案、制定退役目标，首先安全、妥善处理放射源与放射性废物，做好退役实施期间的辐射防护安全等工作，确保放射性废物得到安全、妥善处理，并按照相关法规规定完善退役环保手续。

根据现行法律法规，本项目涉及的乙级非密封源工作场所需要编制退役环境影响报告表，完成退役后还需要进行验收监测，重新办理辐射安全许可证。其余环保手续按照相关要求办理。

10.4 核医学科建设与相关要求的符合性

本项目建设拟采取的辐射安全与防护措施，与主要标准《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）等相关要求的对比分析情况见表 10-4 所示。

续表 10 辐射安全防护措施

表 10-4 项目核医学场所辐射防护措施与标准对照一览表

序号	GBZ120-2020 标准要求	HJ1188-2021 标准要求	医院拟设计情况	是否符合
1	4.2.1.4 为了避免对胚胎、胎儿和婴儿造成意外辐射照射，应对患者或受检者是否怀孕或哺乳进行咨询和评估，并有相应记录，并将有关告知说明张贴在核医学部门入口处和给药前候诊处显著位置	/	医院拟在核医学部入口处及给药前候诊处显著位置设置受检者告知，明确相关事宜	符合
2	5.1.1 在医疗机构内部区域选择核医学场址，应充分考虑周围场所的安全，不应邻接产科、儿科、食堂等部门，这些部门选址时也应避开核医学场所。尽可能做到相对独立布置或集中设置，宜有单独出、入口，出口不宜设置在门诊大厅、收费处等人群稠密区域	5.1.1 核医学工作场所宜建在医疗机构内单独的建筑物内，或集中与无人长期居留的建筑物的一端或底层，设置相应的物理隔离和单独的人员、物流通道 5.1.2 核医学工作场所不宜毗邻产科、儿科、食堂等部门及人员密集区，并应与非放射性工作场所有明确的分界隔离。	本项目选址在放疗中心大楼三楼东侧，对应楼上为屋顶平台，人员少达到，楼下为肿瘤科用房(体模室、后控仪器室)。该场所不邻接产科、儿科、食堂等部门，独立布置，设置有单独出、入口，专用出口紧邻医院道路，集中在无人长期居留处，出口未设置在门诊大厅、收费处等人群稠密区域，选址合理。	符合
3	5.1.2 b 在核医学诊疗工作区域，控制室的入口和出口应设置门锁权限控制和单向门等安全措施，限制患者或受检者的随意流动，保证工作场所内的工作人员和公众免受不必要的照射	5.2.1 核医学工作场所应合理布局，住院治疗场所和门诊诊断场所应相对分开布置；同一工作场所内应根据诊疗流程合理设计各功能区域的布局，控制区应相对集中，高活集中在一端，防止交叉污染。尽量减小放射性药物、放射性废物的存放范围，限制给药后患者的活动空间。	医院拟在核医学诊疗工作区域，控制室的入口和出口应设置门锁权限控制和单向门等安全措施，限制患者或受检者的随意流动，保证工作场所内的工作人员和公众免受不必要的照射	符合
4	5.1.2 c 在分装和给药室的出口处应设计卫生通过间，进行污染检测		在进入分装注射室之前设置卫生通过间（设置有紧急淋浴间），配置相应的防护用品、冲洗设施、X-γ 辐射检测仪及	符合

续表 10 辐射安全防护措施

		β 表面沾污仪	
5	5.1.3 a 对于单一的诊断工作场所应设置给药前患者或受检者候诊区、放射性药物贮存室、分装给药室（可含质控室）、给药后患者或受检者候诊室、质控（样品测量）室、控制室、机房、给药后患者或受检者卫生间和放射性废物储藏室等功能房间	5.2.3 核医学工作场所宜采取合适的措施，控制无关人员随意进入控制区和给药后患者的随意流动，避免工作人员和公众受到不必要的照射。控制区的出入应设立卫生缓冲区，为工作人员和患者提供必要的可更换衣物、防护用品、冲洗设备和表面污染监测设备。控制区内应设有给药后患者的专用卫生间。	本项目设置有注射后候诊区、注射窗口、分装注射室、碘服药室、甲亢留观室、控制室、扫描机房、患者专用卫生间、污物间等功能房间，符合放射诊疗及放射治疗工程流程及场所功能需要
6	5.1.3 b 对于单一的治疗工作场所应设置放射性药物贮存室、分装及药物准备室、给药室、病房（使用非密封源治疗患者）或给药后留观室、给药后患者专用卫生间、值班室和放置急救设施的区域等功能用房		
6	5.1.3 c 诊断工作场所和治疗工作场所都需要设置清洁用品储存场所、员工休息室、护士站、更衣室、卫生间、去污淋浴间、抢救室或抢救功能区等辅助用房		本项目工作场所设置了清洁用品储存场所（卫生通过间）、员工休息（北侧办公室等）、护士站、卫生间（患者专用）、紧急淋浴、抢救室等辅助用房
7	5.1.4 核医学放射工作场所应划分为控制区和监督区。控制室一般包括使用非密封源核素的房间（放射性药物贮存室、分装及（或）药物准备室、给药室等）、扫描室、给药后候诊室、样品测量室、放射性废物储藏室、病房（使用非密封源治疗患者）、卫生通过间、保洁用品储存场所等。监督区一般包括控制室、员工休息室、更衣室、医务人员卫生间等。应根据 GB18871 的有关规定，结合核医学科的具体情况，对控制区和监督区采用相应的管理措施	4.3.2 核医学工作场所的控制区主要包括放射性药物合成和分装室、放射性药物贮存室、给药室、给药后候诊室、扫描室、给药后患者的专用卫生间、放射性废物暂存库、衰变池等区域； 4.3.3 监督区包括控制室、卫生通过间以及控制区相连的其他场所或区域。	已按照要求划分了控制区及监督区

续表 10 辐射安全防护措施

8	5.1.6 通过设计合适的时间空间交通模式来控制辐射源（放射性药物、放射性废物、给药后患者或受检者）的活动，给药后患者或受检者与放射性药物前患者或受检者不交叉，给药后患者或受检者与工作人员不交叉，人员与放射性药物通道不交叉。合理设置放射性物质运输通道，便于放射性药物、放射性废物的运送和处理；便于放射性污染的清理、清洗等工作的开展	5.2.2 核医学工作场所应设立相对独立的工作人员、患者、放射性药物和放射性废物路径。工作人员通道和患者通道分开，减少给药后患者对其他人员的照射。注射放射性药物后患者与注射放射性药物前患者不交叉，人员与放射性药物通道不交叉，放射性药物和放射性废物运送通道应尽可能短捷。	本项目采用合适的时间空间交通模式，场所内医生通道、患者通道不交叉，放射性药物通道及放射性废物通道短捷，明确，相对独立。	符合
9	5.2.1 核医学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	6.2.1 核医学工作场所的放射性核素操作设备的表面、工作台台面等平整光滑，室内地面与墙壁衔接处应无缝隙，易清洗、去污	本项目拟按照要求对场所进行分级（详见表 10-1），核定该场所为乙级非密封源放射性工作场所。	符合
10	5.2.2 应依据计划操作最大量放射性核素的加权活度对开放型放射性核素工作场所进行分类管理，把工作场所分为 I、II、III 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格		本项目拟按照要求对场所进行分类（详见表 10-2），并按照相应的要求（表 10-3）进行场所表面及装备结构的装修建设	符合
11	5.2.3 核医学工作场所的通风要求按表 1 要求，通风系统独立设置，应保持核医学工作场所良好的通风设计，合理设置工作场所的气流组织，遵循自非放射区向监督区再向控制区的流向设计，保持含放射性核素场所负压以防止放射性气体交叉污染，保证工作场所的空气质量。合成和操作放射性药物所用的通风橱应有专用的排风装置，风速应不小于 0.5m/s。排气口应高于本建筑物屋顶并安装专用过滤装置，排出空气浓度应达到环境主管部门的要求	5.1.3 核医学工作场所排风口的位置应尽可能远离周边高层建筑	本项目核医学工作场所设置了独立的排风系统，气流由低活性区向高活性区排放；操作放射性药物所用的通风橱拟设置有专用的排风装置，当通风柜打开一半时，开口截面的平均风速应不小于 0.5m/s，本项目排气口高于本建筑屋顶，并在排放前安装活性炭吸附后排放，排放口远离周边高层建筑	符合

续表 10 辐射安全防护措施

12	5.2.4 分装药物操作宜采用自动分装方式	/	本项目放射性药物采用自动分装	
13	5.2.5 放射性废液衰变池的设置按环境主管部门规定执行。暴露的污水管道应做好放射设计	/	放射性废液衰变池位于放疗中心大楼南侧绿化带下方，人员少到达，有效容积为 31.71m ³ ，设置电离辐射警示标志及流向指示，池体采用 300mm（C30）钢筋混凝土浇筑，并采用水泥砂浆掺 5% 的防水剂进行防渗处理，具有坚固、耐酸碱腐蚀和无渗透性，具有防止泄漏的措施。暴露的污水管采用 2mmPb 铅板铅皮包封，周围张贴电离辐射警示标识	符合
14	5.2.6 控制区的入口应设置电离辐射警告标志	4.3.4 控制区的入口应设置规范的电离辐射警告标志及标明控制区的标志，监督区入口处应设置标明监督区的标志	拟在项目建成后运行前设置	符合
15	5.2.7 核医学场所中相应位置应有明确的患者或受检者导向标识或导向提示	/	拟在场内设置明确的患者或受检者导向标识	符合
16	5.2.8 给药后患者或受检者候诊室、扫描室应配备监视设施或观察窗和对讲装置。	/	给药后患者或受检者候诊室、扫描室、留观室设置视频监视及对讲装置，及时了解病人需要。在核医学科出、入口设置监控装置，规范就医流程	符合
17	5.2.9 应为放射性物质内部运输配备有足够的屏蔽的储存、转运等容器。容器表面应设置电离辐射标志	6.2.5 应为核医学工作场所内部放射性物质运输配备有足够的屏蔽的储存、转运等容器。容器表面张贴电离辐射标志，容器在运送时应有适当的固定措施	本项目拟在场内配置数量不少于 6 个污物桶（放射性废物专用容器），铅当量不少于 10mmPb，表面设置电离辐射警示标志，污物桶设置有轮锁可以固定	符合
18	5.2.10 扫描室外防护门上方应设置工作状态指示灯	6.2.9 扫描机房外门框上方应设置工作	扫描室外防护门上方拟设置工作状态指	符合

续表 10 辐射安全防护措施

		状态指示灯	示灯	
19	6.1 个人防护用品、辅助防护用品及去污用品配备：开展核医学工作的医疗机构应根据工作内容，为工作人员配备合适的防护用品和去污用品，其数量应满足开展工作需要。对陪检者应至少配备铅橡胶防护衣。当使用 ^{99}Tcm 活度大于 800MBq 时，防护用品的铅当量应不小于 0.5mmPb。	/	详见表 1-4, 本项目为场所工作配置了一定的防护用品及去污用品，对陪检者配备了铅橡胶防护衣。	符合
20	6.2.1 操作放射性药物应有专门场所，如临床诊疗需要在非专门场所以给药时则需采用适当的防护措施。放射性药物使用前应适当屏蔽。	6.3.4 放射性物质的合成、分装以及挥发性放射性核素的操作应在手套箱、通风橱等密闭设备中进行，防止放射性液体泄漏或放射性气体的及气溶胶的溢出。手套箱、通风橱等密闭设备应设计单独的排风系统，并在密闭设备的顶壁安装活性炭或其他过滤装置	本项目放射性废物的分装在分装室通风柜内进行，药物注射在专用注射窗口进行，均按照要求进行了适当的屏蔽，屏蔽情况能满足 GBZ120-2020 中附录 I 表 I-2 的要求；通风柜内设置了独立的排风系统，并安装活性炭过滤装置	符合
21	6.2.2 装有放射性药物的给药注射器，应有适当的屏蔽	/		符合
22	6.2.5 控制区内不应进食、饮水、吸烟、化妆，也不应进行无关工作及存放无关物品	/	医院拟在项目运行前制定相应规章制度，并张贴上墙，加强管理	符合
23	6.2.6 操作放射性核素的工作人员，在离开放射性工作场所前应洗手和进行表面污染检测，采取相应的去污措施	/	医院拟在项目运行前制定相应规章制度，并张贴上墙，并在更衣缓冲区域设置洗手盆、去污用品，及污染检测设备	符合
24	6.2.7 从控制区取出物品进行表面污染检测，已杜绝超过表 2 规定的表面污染控制水平的物品被带出控制区	/	医院拟在项目运行前制定相应规章制度，并张贴上墙，加强管理	符合
25	6.2.10 放射性物质贮存室应定期进行放射防护监测，无关人员不应入内	/	项目运行前，医院制定辐射监测计划，定期对校准源存放室、分装注射室进行	符合

续表 10 辐射安全防护措施

			放射防护监测, 无关人员不得入内	
26	6.2.11 贮存和运输放射性物质时应使用专门容器, 取放容器中内容物时, 不应污染容器。容器在运输时应有适当的固定措施	6.2.5 应为核医学工作场所内部放射性物质运输配备有足够的屏蔽的储存、转运等容器。容器表面张贴电离辐射标志, 容器在运送时应有适当的固定措施	贮存和运输放射性物质时使用专门容器, 取放容器中内容物时, 不污染容器。	符合
27	6.2.12 贮存的放射性物质应及时登记建档, 登记内容包括生产单位、到货日期、核素种类、理化性质、活度和容器表面放射性污染擦拭试验结果等	/	项目运行前, 制定相应的规章制度, 贮存的放射性物质应及时登记建档, 登记内容包括生产单位、到货日期、核素种类、理化性质、活度和容器表面放射性污染擦拭试验结果等	符合
28	6.2.13 所有放射性物质不再使用时, 应立即送回原地安全储存	/	项目运行前, 制定相应的规章制度, 保证所有放射性物质不再使用时, 应立即送回原地安全储存	符合
29	6.2.14 当发生放射性物质溢出、散漏事故时, 应根据单位制定的放射性事故处置应急预案, 及时控制、消除放射性污染; 当人员皮肤、伤口被污染时, 应迅速去污并给予医学处理。	/	制定相应的辐射安全事故应急预案	符合
30	6.2.15 核医学放射工作人员应按照 GBZ128 的要求进行外照射个人监测, 同时对于近距离操作放射性药物的工作人员, 宜进行手部剂量和眼晶状体剂量监测, 保证眼晶状体连续 5 年期间, 年平均当量剂量不超过 20mSv, 任何一年中的当量剂量不超过 50mSv; 操作大量气态和挥发性物质的工作人员, 例如近距离操作 ¹³¹ I 的工作人员, 例如近距离操作 ¹³¹ I 的工作人员, 宜	/	放射工作人员按照要求进行个人剂量监测	符合

续表 10 辐射安全防护措施

	按照 GBZ129 的要求进行内照射个人监测			
31	8.1 放射性废物分类，应根据医学实践中产生废物的形态及其中的放射性核素种类、半衰期、活度水平和理化性质等，将放射性废物进行分类收集和分别处理。	7.1.1 应根据核医学实践中产生废物的形态及其中的放射性废物种类、半衰期、活度水平和理化性质等，按照放射性废物分类要求将放射性废物进行分类收集和分别处理。	放射性废物分类，拟根据医学实践中产生废物的形态及其中的放射性核素种类、半衰期、活度水平和理化性质等，将放射性废物进行分类收集和分别处理。	符合
32	8.2 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	7.1.4 应建立放射性废物收集、贮存、排放管理台账，做好记录并存档备案	拟设废物储存登记表，记录废物主要特性和处理过程，并存档备案	符合
33	8.3 放射性废液衰变池应合理布局，池底和池壁应坚固、耐酸碱腐蚀和无渗透性，并有防渗漏措施	/	放射性废液衰变池位于放疗中心南侧绿化带下方，工艺采用槽式，有效容积为 31.71m ³ ，设置电离辐射警示标志及流向指示，池体采用 300mm（C30）钢筋混凝土浇筑，并采用水泥砂浆掺 5% 的防水剂进行防渗处理，具有坚固、耐酸碱腐蚀和无渗透性，具有防止泄漏的措施。	符合
34	8.4 开展放射性药物治疗的医疗机构，应为住院治疗患者或受检者提供有防护标志的专用厕所，专用厕所应具备使患者或受检者排泄物迅速全部冲入放射性废液衰变池的条件，而且随时保持便池周围清洁	/	注射药物后（服药后）的患者设置有专用厕所，专用厕所具备使患者或受检者排泄物迅速全部冲入放射性废液衰变池的条件，而且随时保持便池周围清洁	符合
35	8.5 供收集废物的污物桶应具有外防护层和电离辐射警示标志。在注射室、注射后病人候诊室、给药室等位置设置污物桶。	7.2.1 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污物桶内。废物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，	场所配置的污物桶具有外防护层（铅当量不少于 10mm）和电离辐射警示标志。拟在涉源场所内相应位置设置污物桶。	符合
36	8.6 污物桶内应放置专用塑料袋直接收纳废物，装满后的废物袋应密封，不破漏，及时转送放射性废物暂存间，		污物桶内拟放置专用塑料袋直接收纳废物，装满后的废物袋应密封，不破漏，	符合

续表 10 辐射安全防护措施

	放入专用容器中	防止刺破废物袋；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运送至放射性废物暂存间贮存。 7.2.3 固体放射性废物暂存时间满足下列要求的，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， α 表面污染小于 $0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$ ， β 表面污染小于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ 的，可对废物清洁解控并作为医疗废物处理。 a) 所含核素半衰期小于 24 小时的放射性固体废物暂存时间超过 30 天； b) 所含核素半衰期大于 24 小时的放射性固体废物暂存时间超过核素最长半衰期的 10 倍；c) 含碘-131 核素的放射性固体废物暂存超过 180 天	及时转送废物室	
37	8.7 对注射器和破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	拟对注射器和破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	符合	
38	8.8 每袋废物的表面剂量率应不超过 $0.1\text{mSv}/\text{h}$ ，质量不超过 20kg	保证每袋废物的表面剂量率应不超过 $0.1\text{mSv}/\text{h}$ ，质量不超过 20kg	符合	
39	8.9 储存场所应具有通风设施，出入处设电离辐射警告标志	储存场所拟设置通风设施，出入处设电离辐射警告标志	符合	
40	8.10 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	废物袋、废物桶及其他存放废物的容器保证安全可靠，并在显著位置标有废物类型、核素种类、存放日期等说明	符合	
41	8.11 废物包装体外表面的污染控制水平： $\beta < 0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$	废物包装体外表面的污染控制水平： $\beta < 0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$	符合	

根据表 10-4 可知，本项目拟采取的辐射安全与防护措施满足《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）等相关标准的要求。

表 11 环境影响分析

11.1 施工期环境影响分析

项目施工期主要为屏蔽体等的建设、用房装修、管道及设备安装等，以及放射性废水处理设施的建设。项目施工期建设产生扬尘、废水、噪声、固体废物等，将会对周围环境产生一定程度的影响。施工单位做好施工组织工作，文明施工，切实落实相应环保措施后，施工期环境影响范围较轻。

(1) 扬尘及防治措施

扬尘主要来自施工过程中建筑材料（水泥、沙子、石子等）现场搬运及堆放产生的扬尘、切割打磨装饰材料产生的粉尘、建筑垃圾清理及堆放产生的扬尘。本项目除衰变处理设施建设外，其余主要在室内施工，工程量小，影响有限。为减小施工期间扬尘对外界环境的影响，施工单位拟采取以下措施：施工现场设置围栏；加强施工现场管理，进行适当的加湿处理；施工运送建筑垃圾车辆，车厢严密清洁，避免产生扬尘对周边居民正常生活造成影响。

(2) 废水及防治措施

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

(3) 噪声及防治措施

噪声主要来自土石方开挖、新建墙体敲打、装修及现场处理等。项目主要采取选取噪音低、振动小的设备操作，项目主要在房间内施工，并合理安排施工时间，不在午休期间和夜间施工。项目工程量小，施工期短，采取上述措施能减轻项目施工期间对外界的影响。

(4) 固体废物及防治措施

主要为建筑垃圾、装修垃圾以及施工人员产生的生活垃圾。施工期产生的固体废物应妥善处理，无回收价值的建筑废料统一收集后，运输至合法堆场堆放。生活垃圾以及装修垃圾经统一收集后交由市政环卫部门处理。

本项目在安装及调试过程会产生放射性污染，因此各放射设备的安装应请专业人员进行，建设单位不得自行安装设备。在安装调试阶段，应加强辐射防护管理，保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在治疗室门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。人员离开时涉源场所必须上锁。

续表 11 环境影响分析

综上所述，本项目工程量较小，大部分在建筑物内施工，对外环境及保护目标的影响较小；项目施工期短，其扬尘、废水、噪声等对外界的影响是暂时的，并随着施工期的结束，影响也将消失；固体废物能妥善处理，对环境影响较小。通过采取相应的污染防治措施后，项目施工期不会对区域环境质量产生影响，对外界环境和周边敏感保护目标的影响可以接受。

11.2 核医学科辐射环境影响分析

11.2.1 核医学科屏蔽效能核实

(1) 核医学科墙体屏蔽设计情况

根据医院提供资料，项目核医学科场所各房间四面墙体及顶棚、地面的屏蔽设计情况详见表 1-3。

(2) 计算公式

本次评价公式参考《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）。

保守起见，所有核素工作场所的屏蔽，可采用瞬时剂量率计算方法。符合瞬时剂量率目标要求的屏蔽厚度 x 的计算，见下式：

$$x = TVL \times \lg\left(\frac{A \times \Gamma}{H_p \times r^2}\right) \quad (11-1)$$

式中

x：屏蔽厚度，单位为毫米（mm）；

TVL： γ 射线的十分之一厚度，单位为毫米（mm）；

A：单个患者或受检者所用放射源的最大活度，单位为兆贝可（MBq）；

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

H_p ：屏蔽体外关注点剂量率控制值，单位为微希沃特每小时， $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；

r：参考点与放射源间的距离，单位为米（m）。

根据上述公式，已知屏蔽体厚度，则关注点外剂量率 H 的核算由上述公式转换为：

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

(3) 放射性同位素计算参数选取

续表 11 环境影响分析

表 11-1 计算参数

核素	单次最大给药量(Bq)	周围剂量当量率常数(裸源)($\mu\text{Sv m}^2/\text{MBq}\cdot\text{h}$)	患者体内单位放射性活度所致体外1m处周围剂量当量率($\mu\text{Sv m}^2/\text{MBq}\cdot\text{h}$)	TVL (mm)			
				实心砖	混凝土	铅	防护涂料
$^{99\text{m}}\text{Tc}$	7.4×10^8	0.0303	0.0207	160	110	1	95
^{131}I	3.7×10^8	0.0595	0.0583	240	170	11	142

备注：数据参考自《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）；防护涂料密度为 2.79g/cm^3 ；根据《辐射防护导论》（方杰主编）中第88页中公式按照实心砖及混凝土的密度进行了换算 ($d_1/d_2 = \rho_2/\rho_1$)，得出防护涂料的什值层。

表 11-2 各个功能用房核算条件

工作场所	核算条件
卫生通过间	
储源室	
缓冲室	
分装注射室	
碘服药室	
甲亢留观室	
污水间	
废物间	
过道 1	
注射后候诊室	
SPECT 机房	
运动负荷室	
过道 2	

备注：铅对 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 有良好的防护作用，其对屏蔽体外的影响小，因此，在涉及 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{131}I 两种核素的储源室、分装注射室、废物间、过道 1 不再单独对 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 的屏蔽进行核算，以 ^{131}I 为主。

续表 11 环境影响分析

核算点位距离：给药后患者视为“点源”。有座椅和床位、设施（如手套箱、自动分药仪、储源柜、放废桶等）的用房核算，核算距离以经常活动的座椅、床位中心、设施位置核算到屏蔽体外；部分用房核算考虑人员活动时间较长的位置核算到屏蔽体外；其余主要考察点按照核素/患者距离屏蔽体外表面 1.0m 考虑，防护门外表面按照 1~1.5m 考虑，碘服药室北侧与外环境间隔了缓冲间，保守按照 2m 进行取值。“点源”离地约 1.0m，核医学科所在三楼层高 4.5m，楼上考察点为地面 0.3m，则核算高度考虑约 3.8m($4.5+0.3-1=3.8$)；二楼的层高 3.5m，楼下考察点距地约 1.7m，则核算高度约 3.8m($3.5+1-1.7=2.8$)；各用房外考察点为四周屏蔽体外 30cm。

(4) 核医学科场所墙体屏蔽防护能效核实

续表 11 环境影响分析

房间名称	核素活度浓度(MBq)	自身屏蔽(mmPb)	核算点位	核算距离(m)	屏蔽设计方案(mm)			1m 处照射量常数(μSv·m ² /M Bq·h)	设计厚度下周围剂量当量率(μSv/h)	标准限值(μSv/h)	评价是否满足标准要求
					实心砖	混凝土	硫酸钡混凝土				
储源室 (¹³¹ I)	1850								0.046	2.5	是
	1850								0.046	2.5	是
	1850								0.006	2.5	是
	1850								0.011	2.5	是
	1850								0.206	2.5	是
分装注射室(以 ¹³¹ I 计)	370								0.602	2.5	是
	370								0.078	2.5	是
	370								0.143	2.5	是
	370								1.885	2.5	是
废物间 (以 ¹³¹ I 计)	18.5								0.004	2.5	是
	18.5								<0.001	2.5	是
	18.5								0.001	2.5	是
	18.5								0.039	2.5	是
服药室 (¹³¹ I)	370								0.602	2.5	是
	370								0.150	2.5	是
	370								0.078	2.5	是
	370								0.143	2.5	是

续表 11 环境影响分析

	370								0.679	2.5	是
甲亢留 观室 (¹³¹ I)	1850								2.131	2.5	是
	1850								0.381	2.5	是
	1850								0.702	2.5	是
	1850								1.696	2.5	是
	7400								1.131	2.5	是
注射后 候诊区 (^{99m} Tc)	7400								0.022	2.5	是
	7400								0.048	2.5	是
	7400								0.503	2.5	是
	7400								0.305	2.5	是
	7400								0.563	2.5	是
	7400								<0.001	2.5	是
	740								0.113	2.5	是
SPECT 机房 (^{99m} Tc)	740								0.113	2.5	是
	740								0.113	2.5	是
	740								0.113	2.5	是
	740								0.031	2.5	是
	740								0.056	2.5	是
	740								<0.001	2.5	是
SPECT 留观室 (^{99m} Tc)	1480								0.226	2.5	是
	1480								0.061	2.5	是
	1480								0.113	2.5	是
	1480								<0.001	2.5	是

续表 11 环境影响分析

运动负 荷兼抢 救室 (^{99m} Tc)	740							0.113	2.5	是
	740							0.031	2.5	是
	740							0.056	2.5	是
	740							<0.001	2.5	是
过道 2 (^{99m} Tc)	740							0.113	2.5	是
	740							0.031	2.5	是
	740							0.056	2.5	是
过道 1 (¹³¹ I)	370							0.815	2.5	是
	370							0.815	2.5	是
	370							0.815	2.5	是
	370							0.076	2.5	是
	370							0.140	2.5	是
	370							1.182	2.5	是

根据表 11-3 计算结果可知，在现有设计防护方案下，核医学科场所各控制区外人员可达处，距离屏蔽体表面 0.3m 处的周围剂量当量率均小于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，控制区内各屏蔽体外表面 0.3m 处的周围剂量当量率均小于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021) 及《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020) 中标准要求。

以上计算结果未考虑人体自身的防护、工作人员佩戴铅衣、铅手套、铅围裙、铅有机玻璃面屏等。

续表 11 环境影响分析

(5) 核医学科 SPECT/CT 机房叠加屏蔽防护能效核实

同时，SPECT/CT 机房拟采用 CT 进行扫描，根据前节可知，该台设备最大管电压为 140kV，最大管电流为 800mA，根据表 11-3 的核算，SPECT/CT 机房在服药患者进入后，对于周围环境的周围剂量当量贡献值为 $0.113 \mu\text{Sv/h}$ 。

根据建设单位设计，SPECT/CT 机房四面墙体均设计为 240mm 页岩实心砖+60mm 防护涂料，顶棚地面为 100mm 混凝土+60mm 防护涂料，防护门窗均为 6mmPb 防护材料制作，根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）及《放射防护实用手册》，上述屏蔽可以折算为铅当量为：四面墙体为 5.47mmPb，顶棚地面为 3.42mmPb，防护门窗为 6mmPb，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中对于 CT 机房“铅当量不得低于 2.5mmPb”的标准要求。

以 SPECT/CT 机房在 2.5mmPb 防护材料屏蔽情况下周围剂量当量率为 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ，再经过 0.92mmPb （楼上楼下）、 2.97mmPb （四面墙体）屏蔽材料衰减（GBZ130-2020 附表 C.1、附表 C.2）后墙体外周围剂量当量率为 $0.058\mu\text{Sv/h}$ 、 $<0.001\mu\text{Sv/h}$ 。

表 11-4 SPECT/CT 机房剂量叠加计算结果

场所名称	关注点	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)				评价
		$^{99\text{m}}\text{Tc}$ 所致	SPECT/CT 所致	叠加结果	限值	
SPECT/CT 机房	四面墙体	0.113	<0.001	0.113	2.5	合格
	楼上	0.031	0.058	0.089	2.5	合格
	楼下	0.056	0.058	0.114	2.5	合格

SPECT/CT 机房周围剂量当量率能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中标准要求。

(5) 本项目与一楼二楼的直线加速器机房之间的叠加影响

本项目位于三楼东侧，拟建直线加速器机房位于西侧一楼及二楼，直加上方对应病案库房，与本项目控制区边界水平距离为 11.8m，同时根据《宁远县人民医院放疗中心核技术利用建设项目环境影响报告表》（报批版，2022 年 10 月）中关于直线加速器楼顶的预测结果可知，顶棚散漏射方向屏蔽体外 30cm 处的周围剂量当量率为 $0.050\mu\text{Sv/h}$ ，经过距离衰减后，直加机房对本项目的周围剂量当

续表 11 环境影响分析

量率贡献值 $<0.001\mu\text{Sv}/\text{h}$, 可忽略不计; 本项目在西侧产生的周围剂量当量率最大为 $1.182\mu\text{Sv}/\text{h}$, 位于出口防护门处, 经过距离衰减后, 本项目对直线加速器机房的周围剂量当量率贡献值为 $0.008\mu\text{Sv}/\text{h}$, 也可忽略不计。

(7) 分装柜及注射窗口(服药窗口)屏蔽效能核实

根据《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)中“放射性药物合成和分装的箱体、通风柜、注射窗等设备应设有屏蔽结构, 以保证设备外表面30cm处人员操作位的周围剂量当量率小于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$, 放射性药物合成和分装的箱体非正对人员操作位表面周围剂量当量率小于 $25\mu\text{Sv}/\text{h}$ ”。因此, 核医学科控制区防护通风柜柜体外表面30cm处的周围剂量当量率按照 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 进行控制。防护通风柜柜体外表面30cm处的周围剂量当量率估算结果见表 11-5。

表 11-5 核医学科场所分装柜屏蔽效能核算结果

设备名称	核素	操作活度 (MBq)	周围剂量 当量率常数(裸源) ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{MBq}\cdot\text{h}$)	屏蔽材料 厚度 (mmPb)	周围剂量当 量率($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	标准限值	评价
分装柜	^{131}I				0.825	2.5	合格
服药窗口	^{131}I				1.338	2.5	合格
分装柜	$^{99\text{m}}\text{Tc}$				0.897	2.5	合格
注射窗	$^{99\text{m}}\text{Tc}$				0.897	2.5	合格

根据上表核算可知, 防护通风柜柜体外、自动分装仪器表面30m处周围剂量当量率低于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$, 满足评价标准限值要求。

11.2 职业照射人员与公众附加年有效剂量

11.2.1 估算公式

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

$$H_{E,r} = Dr \times T \times t \times 10^{-3} (\text{mSv}) \quad (11-3)$$

其中: $H_{E,r}$ —X 或 γ 射线外照射人均年有效当量剂量, mSv

Dr: X 或 γ 射线周围剂量当量率, $\mu\text{Sv}/\text{h}$;

续表 11 环境影响分析

T: 居留因子;

t: X 或 γ 射线照射时间, h。

根据《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)中对外照射分量计算的公式:

$$E = \alpha H_u + \beta H_0 \quad (11-4)$$

式中:

E 为有效剂量中的外照射分量, 单位为毫希沃特 (mSv);

α 为系数, 本项目采用有甲状腺屏蔽 (0.5mmPb 铅围脖) 时, 取 0.79;

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

β 为系数, 本项目采用有甲状腺屏蔽 (0.5mmPb 铅围脖) 时, 取 0.051;

H_0 为铅围裙外锁骨对应的衣领位置佩戴的个人剂量计测得的 $H_p(10)$, 单位为毫希沃特 (mSv)。

11.2.2 本项目所致年有效剂量估算

(1) 辐射工作人员年有效剂量估算

A、全身剂量估算

根据工程分析可知, ^{131}I 甲亢患者一般情况下采用自动分药仪给药, 远程控制, 但是目前建设单位考虑到工作负荷的实际情况, 部分情况下采用手动分装, 因此, 本次环评以较不利的手动分装来分析; $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 患者采用已经分装好的针剂直接注射, 本次仅考虑活度测定及注射过程中产生的年有效剂量。

^{131}I 甲亢治疗每天送药一次, 集中时间段进行预约服药, 因此, 每天最多分装一次, 一次手动分装稀释等工作用时约 10min, 全年 250 天, 因此, 全年工作时间为 41.7h, 运送是服药窗口 5s/人次, 每天 5 人次, 全年 250 天, 因此, 全年工作时间为 1.74h; $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 治疗每天送药一次, 活度测定用时 15s/人次, 注射药物约 15s/人次, 每天最多注射 10 人次, 则每天活度测定及注射时间为 2.5min, 活度测定全年用时 10.42h, 注射全年用时 10.42h; 根据表 11-5 等核算, 取分装柜表面 30cm 处周围剂量当量率, 取注射窗口及服药窗口表面 30cm 处周围剂量当量率作为核医学科操作非密封放射性药物的医护人员年剂量(全身)估算, 具体见表 11-6。

续表 11 环境影响分析

表 11-6 核医学科操作放射性药物的工作人员年有效剂量估算表								
操作核素	受照来源	操作时间(h/a)	受照剂量率(μSv/h)		本项目所致年有效剂量(mSv)		年有效剂量限值(mSv)	评价
			铅衣外	铅衣内				
¹³¹ I	稀释分装	41.7	0.825	0.743	0.629	2.189	5	合格
	服药窗口	1.74	1.338	1.205	1.020		5	合格
^{99m} Tc	活度测定	10.42	0.897	0.284	0.270		5	合格
	注射	10.42	0.897	0.284	0.270			

备注: ①分装、活度测定考虑分装柜 30cm 处剂量率, 注射窗表面及服药窗口 30cm 剂量率, 核算结果见表 11-5。

②核素操作人员铅防护用品按照 0.5mmPb 考虑。

根据医院劳动定员, 在核医学科拟配置 2 名操作核素的专职工作人员, 其身体所受的年有效剂量为 2.189mSv/a, 平均每名工作人员受照剂量约为 1.095mSv/a。本项目核医学科核素操作人员身体所受的年有效剂量剂量能满足项目年当量剂量限值 5mSv/a 的要求, 满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)、《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)及建设单位设定的剂量管理目标值的要求。

B、手部剂量估算

核素操作医护人员手部剂量估算模式参考《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020) 中的核算公式(本报告公式 11-2)计算操作时手部处剂量率; 再按照公式 11-3 核算手部年当量剂量。

分装、注射时考虑手部距离放射性药物约 5cm。注射类放射性药物按照裸源考虑注射器屏蔽套屏蔽(5mmPb), 甲亢的¹³¹I 稀释分装时考虑裸源 0.25m 处, 转运至服药窗口考虑裸源 5cm 处。操作放射性药物护士手部年剂量估算见表 11-7。

表 11-7 核医学科操作放射性药物的医护人员手部年有效剂量估算表								
操作核素	受照来源	操作时间(h/a)	手部受照剂量率(μSv/h)		本项目所致年有效剂量(mSv)		年有效剂量限值(mSv)	评价
¹³¹ I	稀释分装	41.7		1761.2	73.442	88.764	125	合格

续表 11 环境影响分析

	服药窗口	1.74	8806.0	15.322			
^{99m} Tc	活度测定	10.42	<0.001	可忽略不计	125	合格	
	注射	10.42	<0.001				

根据医院劳动定员，在核医学科拟配置 2 名操作核素的工作人员，其受到的总的手部年有效剂量为 88.764mSv/a，平均每名工作人员受照剂量约为 44.382mSv/a。本项目核医学科核素操作人员手部受照剂量能满足项目年当量剂量限值 12.5mSv/a 的要求，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)、《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)及建设单位设定的剂量管理目标值的要求。

C、核医学科技师剂量估算

本项目核医学科技师主要有 SPECT/CT 操作技师，SPECT/CT 技术人员辅助受检者上机检查摆位按总人数的 1/10 考虑，单次摆位时间平均约 0.5min，全年受照时间为 2.08h，技师距离患者 0.5m，则该处的周围剂量当量率为 61.272 μSv/h；SPECT 及 CT 扫描时间为 12min/次，则全年扫描时间为 500h。其受照剂量估算见表 11-8。

表 11-8 核医学技师及其他放射工作人员年有效剂量估算表

受照人员	受照来源	操作时间 (h/a)	受照剂量率 (μSv/h)	本项目所致年有效剂量 (mSv)	年有效剂量限值 (mSv)	评价
SPECT/CT 技师	摆位	2.08	61.272	0.127	0.184	5
	在控制室内 显像扫描	500	0.113	0.057		

根据医院劳动定员，在核医学科拟配置 2 名技师，其受到的年有效剂量为 0.184mSv/a，平均每名技师受照剂量约为 0.092mSv/a。本项目 SPECT/CT 技师受照剂量能满足项目年当量剂量限值 5mSv/a 的要求，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)、《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)及建设单位设定的剂量管理目标值的要求。

实际工作中，工作人员工作不一定均分，工作人员应正确佩戴个人剂量计，记录实际受照剂量，根据个人剂量监测结果合理调整工作量，保证受照剂量低于

续表 11 环境影响分析

管理限值。

(2) 公众成员年有效剂量估算

核医学科工作场所控制区屏蔽体外公众成员年有效剂量估算结果见表 11-9。

表 11-9 核医学场所公众年有效剂量值估算结果

房间名称	核算点位	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	场所功能	居留因子	工作时间 (h)	年有效剂量当量 (mSv)		评价
						估算	限值	
储源室 (^{131}I)	北墙	0.046				0.005	0.1	合格
	其他侧	0.046				/	/	/
	顶棚	0.006				0.000	0.1	合格
	地面	0.011				0.001	0.1	合格
	防护门	0.206				/	/	/
分装注射室 ($^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{131}I)	四面墙体	0.602				/	/	/
	顶棚	0.078				0.002	0.1	合格
	地面	0.143				0.018	0.1	合格
	防护门	1.885				/	/	/
废物间 ($^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{131}I)	四面墙体	0.004				/	/	/
	顶棚	<0.001				<0.001	0.1	合格
	地面	0.001				<0.001	0.1	合格
	防护门	0.039				/	/	/
服药室 (^{131}I)	其他侧	0.602				/	/	/
	北墙	0.150				/	/	/
	顶棚	0.078				0.002	0.1	合格
	地面	0.143				0.018	0.1	合格
	防护门	0.679				0.068	0.1	合格
甲亢留观室 (^{131}I)	四面墙体	2.131				/	/	/
	顶棚	0.381				0.010	0.1	合格
	地面	0.702				0.088	0.1	合格
	防护门	1.696				/	/	/
注射后候诊区 ($^{99\text{m}}\text{Tc}$)	其他侧	1.131				/	/	/
	北侧	0.022				0.011	0.1	合格
	东侧	0.048				0.024	0.1	合格
	北侧	0.503				0.050	0.1	合格
	顶棚	0.305				0.008	0.1	合格
	地面	0.563				0.056	0.1	合格

续表 11 环境影响分析

	防护门	0.000			<0.001	0.1	合格
SPECT 机房 (^{99m} Tc)	西北	0.113			0.011	0.1	合格
	南	0.113			/	/	/
	顶棚	0.031			0.001	0.1	合格
	地面	0.056			0.028	0.1	合格
	防护门	<0.001			/	/	/
SPECT 留观室 (^{99m} Tc)	四面墙体	0.226			/	/	/
	顶棚	0.061			0.002	0.1	合格
	地面	0.113			0.011	0.1	合格
	防护门	0.000			/	/	/
运动负荷兼抢救室 (^{99m} Tc)	四面墙体	0.113			/	/	/
	顶棚	0.031			0.001	0.1	合格
	地面	0.056			0.007	0.1	合格
	防护门	0.000			/	/	/
过道 2 (^{99m} Tc)	四面墙体	0.113			/	/	/
	顶棚	0.031			0.001	0.1	合格
	地面	0.056			0.007	0.1	合格
过道 1 (¹³¹ I)	西墙	0.815			0.020	0.1	合格
	北墙	0.815			0.082	0.1	合格
	其他侧	0.815			/	/	/
	顶棚	0.076			0.002	0.1	合格
	地面	0.140			0.018	0.1	合格
	防护门	1.182			0.030	0.1	合格

备注：

- ①“/”处为核医学科内部或临空侧，公众无法到达，不拟核算公众年有效剂量贡献值；
- ②职业照射部分已在表 11-6、11-7、11-8 中进行了估算，本表仅对公众剂量进行了估算，不考虑职业照射部分。

综上所述，公众成员最大年有效剂量约为 0.088mSv，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）及医院设定的剂量管理目标值要求（公众成员年有效剂量管理目标值低于 0.1mSv）。

（3）环境保护目标影响

本项目位于放疗中心三楼，项目周围各环境保护受影响情况见上表所示。项目运行期间在控制区周围屏蔽墙体的周围剂量当量率均较低，并随着与核医学科控制区距离的增加而减少，各环境保护目标年附加有效剂量小于 0.1mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《核医学辐射防护与

续表 11 环境影响分析

安全要求》(HJ1188-2021)等标准要求。

综上所述，本项目在实施过程中，产生的电离辐射污染均采取有效的措施进行防护，项目对环境保护目标不会带来不利影响，使得其对周围环境的影响满足标准要求，对环境的影响可以接受。

11.2.3 核医学科放射性三废环境影响分析

(1) 放射性废水环境影响分析

根据显像诊断流程可知，显像诊断的患者数量多且会在核医学科控制区停留，会产生排泄物。项目核医学科放射性废水主要来自病人排泄物(病人的尿液)；工作人员操作过程中手部可能受到微量放射性核素污染的洗手水；清洗室内地面、工作台和一些重复使用的医疗器械带有微量核素清洗水等。根据前节工程分析以医院拟使用的放射性同位素日最大操作量开展诊疗工作核算射性废水最大排放量约 $0.115\text{m}^3/\text{d}$ 。本项目拟新建一座槽式衰变池，新建衰变池位于放疗中心南侧绿化带下方，为间歇式衰变池，有效体积约 31.71m^3 （有效容积）。衰变池平面布置图及剖面图详见附图九。

1) 放射性废水收集系统

核医学科设置有放射性废水衰变池，废水通过专用下水管与洗涤池及以上核医学科各室地漏相连，集中收集废水于衰变池中，经过衰变池衰变达到排放口污水放射性浓度满足总 $\beta \leq 10\text{Bq/L}$ 的要求后排入医院污水处理设施。在放射性废水的单独收集系统中，管道应采用耐腐蚀的特种管道，一般为不锈钢管道或者 PVC 管，管道穿过二层及一层楼板引至地下衰变池内排放，管道外露部分采用 2mmPb 铅板包裹。

2) 衰变池接纳本次放射性废水的可行性分析

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

A、计算每日放射性废水产生活度

根据 ICRP 第 94 号出版物给出的数据，甲亢留观病人的碘主要在甲状腺富集，排泄到废水中活度按给药量的 5% 估算；根据 AAPM Task Group 108: PET and PET/CT Shielding Requirements, PET、PET/CT 扫描前患者需要排空，一般给药 2

续表 11 环境影响分析

小时后，膀胱排出活度约 15%~20%。本评价按照最不利情况考虑，所有患者均排出给药量活度的 20%进入衰变池。

核医学科每日、每月病人给药及排放的最大活度见表 11-10。

B、衰变池处理效果核算

本项目衰变池采用槽式排放，共 3 格，衰变池每一格的有效容积为 10.57m³，总有效容积为 31.71m³，不考虑沉淀池的停留时间，每一格衰变池可储存 92 天（按照前节估算，每天放射性废水产生量为 0.115m^{3/d}），每个衰变池存放的放射性废水能暂存约 184 天，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中“所含核素半衰期大于 24 小时的放射性废液暂存时间超过 10 倍最长半衰期（含碘-131 核素的暂存超过 180 天），监测结果经审管部门认可后，按照 GB 18871 中 8.6.2 规定方式进行排放。放射性废液总排放口总 α 不大于 1 Bq/L、总 β 不大于 10 Bq/L、碘-131 的放射性活度浓度不大于 10 Bq/L。”的标准要求。

本项目使用槽式衰变池处理放射性废水，以每天产生的的初始活度值为基数，计算它分别经过 kd、k+1d.、k+2d.....md 衰变后各自单独的活度值，将这 n (m-k+1) 份不同活度值的放射性废水的总活度作为单次放射性废水排入环境中的活度值。衰变计算公式如下：

$$\text{沉淀池内的总活度: } A_n = A_o \cdot \frac{1 - e^{-\lambda t}}{1 - e^{-\lambda}}$$

$$\text{衰变池内每次排出总活度: } A_{\text{排出}} = A_n \cdot e^{-\lambda t}$$

$$\text{排放的活度浓度: } A_c = \frac{A_{\text{排出}}}{V}$$

式中：An：沉淀池内放射性废水总活度，Bq；

Ao：每天流入沉淀池的总活度，Bq；

λ ：核素的衰变常数； $\lambda = \frac{0.693}{T_{1/2}}$ ，T_{1/2}为核素的半衰期；

t：衰变时间，时间单位应与 T_{1/2}的单位一致；

A_{排出}：衰变池排放口的活度，Bq；

A_c：衰变池排放口的活度浓度，Bq/L；

续表 11 环境影响分析

V：衰变池容积，L。

由上述公式计算可得，放射性废水经衰变后，衰变池排口的排放活度为137.33Bq，废水排放浓度为0.013Bq/L，能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2016）的限值要求（10Bq/L）。

因此，本项目衰变池有效容积及类型能满足本项目的要求，且拟在每个池体各设置1个测试管预留口（标准采样口），用于日常采样检测。

2) 放射性废水处理工艺可行性分析

衰变池设计中利用间歇槽式衰变原理处理达标后，排入医院医疗污水处理系统。衰变池内设置电磁阀、污水泵，实现废水槽式排放。衰变池周围应设电离辐射警告，排放口应设置标准化的排污口并便于采样。

综上，医院核医学科设置有独立的放射性废水收集系统，放射性废水经衰变池处理后，排入医院污水处理站，且接入污水处理站管道流量满足本项目排水流量10倍的要求。医院核医学科产生放射性废水能够得到有效处理，达标排放。

图 11-1 放射性废水衰变池处置废水工艺

3) 衰变池建设要求

本项目新建衰变池，衰变池池壁、顶部采用300mm砼，池底采用300mm砼，所有室内穿墙排水管处采用2mm铅皮包裹。衰变池内部防水砂浆确保衰变池满足防渗、耐酸碱腐蚀、无渗透和泄露的要求。衰变池的屏蔽体屏蔽效能核算见下表：

表 11-11 核医学科衰变池屏蔽效能核算结果

屏蔽结构	屏蔽材料及厚度	衰变池周围环境	最大活度(MBq)	周围剂量当量率常数(μSv·m ² /M Bq·h)	预测距离(m)	周围剂量当量率(μSv/h)
衰变池	300mm 混凝土	四周及底部为夯实土层，顶上				0.08
	5mmPb	为绿化带				1.71

续表 11 环境影响分析

根据上表计算可知，按照衰变池设计屏蔽防护设计方案进行建设，距衰变池地面 0.3m 处的周围剂量当量率小于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

同时，建设单位拟加强管理，衰变处理设施上方区域设置围栏，设置电离辐射警告标志和禁止长期停留等警示语，避免公众成员在附近长时间停留，以减少对公众成员的影响。

综上，医院核医学科产生放射性废水能够得到有效处理，达标排放。

（2）放射性废气环境影响分析

本项目核医学场所设置有 2 套排风管网。其中，核医学科药物操作在分装注射室内进行，分装注射室拟安装 2 台自带屏蔽的不锈钢分装柜，每个分装柜上方设置有通风橱，安装有轴流风机（风机风量为 $1000\text{m}^3/\text{h}$, 2 台风机联动），能保持柜内负压，通风橱顶端设置活性炭吸附装置，上述 1 套排风管网延伸至本建筑屋顶排放；其他区域设置 1 套排风系统，废气由低活性区经过高活性区后经过管道+活性炭吸附装置后经过本建筑楼顶排放口排放，排风管设置止流阀防止倒流，采用机械抽风，可以保证室内空气流通，排风系统安装在屋面上。同时排气口高于本建筑屋顶，与周围建筑之间有一段距离，对敏感目标环境影响较小，满足《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）及《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中通风要求。

在通风管道设置活性碳过滤装置，并定期更换活性炭吸附装置的专用过滤材料，根据核素活度大小、使用量及使用周期设置活性炭过滤，排出空气浓度不应超过有关法规标准规定的限值。核医学科排气筒过滤用活性炭按照使用要求进行更换，更换下来的废活性炭作为放射性固废，暂存于污物间内具有外防护层的专用容器中，衰变达到标准要求时间以后，经过检测达到清洁解控水平后做一般医疗固废进行处置。

（3）放射性固体废物环境影响分析

核医学科产生的医生一次性手套、一次性注射器、废棉签、废托盘、废吸纸、废弃的活性炭等。本项目核医学科设置专用污物桶（ 10mmPb 铅当量）用于含放射性固体废物的储存，单个容积 120L ，轮流使用，每日清理一次，将放射性废物暂存于废物间内。上述放射性固废每日清运至废物间内分类暂存衰变至标准要

续表 11 环境影响分析

求时间后，经过监测辐射剂量率达标本底水平， β 表面污染小于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ 后运送至医院专用医疗垃圾容器内，与医院其他医疗废物一并处理，不会造成环境污染。放射性废物的管理应按照危险废物管理进行，实行五联单制度，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。污物桶的放置应注意避开人员经常走动的地方，污物桶内应放置专用塑料袋直接收纳废物。废物间应有良好通风，出入设置电离辐射标志。临时贮存的放射性废物容器应在显著位置标有废物类型、核素种类、比活度范围和存放日期的说明。

11.4 实践正当性分析

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

本项目的建设对保障健康、拯救生命起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。此外，通过核算，该项目屏蔽和防护措施符合要求，对环境的影响也在可接受范围内。

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。

11.5 产业政策符合性

项目投入使用为疾病诊断、寻找病灶部位、制订治疗方案及治疗疾病提供了科学依据和手段。项目在加强管理后均满足相关国家法律、法规和标准的要求，不会给所在区域带来环境压力，符合清洁生产和环境保护的总体要求。同时，医院放射性同位素的使用属于《产业结构调整指导目录(2024 年本)》第一类 鼓励类中“六、核能 4、同位素、加速器及辐照应用技术开发……”，因此本项目符合国家相关法律法规和政策的规定，符合国家产业政策。

11.6 事故影响分析

续表 11 环境影响分析

11.6.1 事故分级

医院使用放射性同位素开展辐射诊疗工作，将会产生不同的事故。医院应按照各种规章制度的要求，严防各种事故的发生。当发生事故后，应按照应急预案的要求进行补救，加强应急响应准备和事故应急演练，根据《放射源同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院令第 449 号)，辐射事故从重到轻分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级，见表 11-12。

表 11-12 国务院令第 449 号辐射事故等级分级一览表

事故等级	危害结果
特别重大辐射事故	是指 I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上(含 3 人)急性死亡。
重大辐射事故	是指 I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 2 人以下(含 2 人)急性死亡或者 10 人以上(含 10 人)急性重度放射病、局部器官残疾。
较大辐射事故	是指 III 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 9 人以下(含 9 人)急性重度放射病、局部器官残疾。
一般辐射事故	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。

11.6.2 辐射潜在风险事故类型

本项目使用放射性药物在正常营运情况下对于公众和周围环境是安全的。但如果操作管理不善或发生异常情况时，可能对公众和环境造成辐射危害，可能出现的情况有：

- ①由于管理不善，导致放射性药物保管不善而丢失、被盗等，可能对公众和周围环境造成辐射污染。
- ②工作人员未认真核对姓名、药物名称、种类、给药途径、用量等，致使他人用药错误或过量而造成误照射。
- ③放射性固体废物未经足够长时间的暂存衰变，擅自处置，可能对环境造成污染和对公众造成危害。
- ④由于工作人员操作不熟练或者其他原因造成工作时放射性药物洒漏，或者病人服药过程中纸杯洒漏，可能污染工作台、地面、墙壁、设备等，造成手和皮肤污染，还可能产生放射性废水和处理产生放射性固废。

续表 11 环境影响分析

<p>⑤违反核医学管理规定在核医学科工作场所吸烟、进食，可能吸入和食入放射性物质造成人员内照射。</p> <p>⑥手部有伤仍从事放射性物质操作，也可能造成内照射。</p> <p>⑦工作人员存在不良工作习惯，对自身的防护不重视，注射用棉签，一次性手套未妥善收集和处置，致使室内受到污染，辐射水平增高。</p> <p>⑧控制区出入口门禁系统突然失效，导致无关人员误入控制区，受到意外照射。</p> <p>⑨医用诊断 X 射线装置辐射事故类型主要为门灯联锁装置失效，或者人员误入滞留在机房内，在 X 射线装置出束状态下人员在机房内受到误照射。</p> <p>⑩放射性废水衰变处理设施故障导致废水排放不正常对环境产生影响。</p>
<p>11.6.3 风险事故防范措施</p> <p>发生在非密封放射性工作场所的放射事故主要是污染事故，导致人员的照射方式主要是外照射和放射性沾染。针对本项目辐射潜在事故类型，主要的风险防范措施如下：</p> <p>①加强核医学科管理，严格按《放射性药品管理办法》制订“放射性药品的保管制度”。每日工作开始前、结束后检查保险柜、防护门、门禁、门锁等，保证其能正常工作。</p> <p>②严格执行核医学科的预约制，尽量通过时间将各种核素诊疗病人分开，杜绝用错药的情况；核医学科拟设置视频监控和语音对讲系统，在每位病人用药前，认真核对病人姓名、性别等基本信息，确认后再行用药。</p> <p>③放射性固废在每天工作结束后由专人处置后放到放废间暂存衰变，每个废物袋表明核素名称、数量、暂存时间等，严格按照要求暂存足够时间后，对每个废物包装进行监测，合格后再行处置。制定放射性废物管理制度，建立废物进出台账，责任落实到人，定期清查。</p> <p>④放射工作人员加强操作练习，严格执行操作规程，轻拿轻放，避免药物洒漏和破损；提前警示病人自取服药口杯并拿稳口杯，减少病人洒漏药物的概率。</p> <p>⑤在核医学科明显位置张贴警示标语，禁止任何人在核医学科内吸烟、进食。加强放射工作人员管理和提前与病人宣贯必要的防护知识。</p>

续表 11 环境影响分析

- | |
|--|
| <p>⑥加强放射工作人员管理，禁止手部有伤仍从事放射性物质操作。</p> <p>⑦加强放射工作人员管理，严格区分放射性废物和非放射性废物，放射性废物产生后立即全部进入放射废物桶内。</p> <p>⑧经常检查门禁系统、机房门灯联锁系统等，保证其处于正常工作状态，杜绝无关人员进入控制区内。</p> <p>⑨撤离机房时清点人数，放射工作人员对机房按搜寻程序进行检查，确认没有无关人员停留在机房后才开始操作。</p> <p>⑩加强衰变处理设施的日常检查，防止废水溢出或倒灌。</p> |
|--|

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

12.1.1 辐射安全管理机构

根据)《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(原国家环境保护总局令第31号,2021年1月4日修订,2021年1月4日施行)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。

医院已经指定了特定人员负责辐射安全工作,成立了辐射安全管理领导小组(附件五),负责整个医院的放射防护与安全管理工作,并明确了领导小组职责及小组成员个人工作职责,小组成员应有高度的责任心,熟悉和掌握有关放射性的基本知识和辐射防护的一系列法规,并严格遵守执行。

由附件五可知,放射防护安全管理领导小组设置了2名组长,2名副组长以及若干成员,分别包括院办、医务部、放射科、核医学科、肿瘤科、介入科、后勤保障部负责人。小组各成员均有一定的学历与管理的能力。本项目开展后,医院的辐射安全工作管理人员能满足配置要求。

12.1.2 放射工作人员及培训

(1) 放射工作人员配置

为满足医院放射工作和安全的需要,本项目拟配置放射工作人员约5人(2名技师,2名护士,1名医师)。

(2) 放射工作人员培训要求

根据原国家环境保护总局令第31号第十五条的规定:从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。根据生态环境部《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》(2019年,第57号)和《关于做好2020年核技术利用辐射安全与防护培训和考核工作有关事项的通知》(环办辐射函〔2019〕853号)的相关要求“《通知》实施前,已取得辐射安全培训单位出具的辐射安全培训合格证书在有效期内的将继续有效。自2020年1月1日起,新从事辐射工作的人员以及原辐射安全培训合格证书到期的人员,应当参加并通过生态环境部培训平台上的线上考核”。

续表 12 安全管理

因此，本环评要求在本项目运营前，医院必须组织上述 5 名新从事辐射工作的人员以及原辐射安全培训合格证书到期的人员到生态环境部辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）报名参加并通过相应类别的考核，考核合格后方可上岗，做到所有从事辐射工作的人员均持证上岗。同时，取得和技术利用成绩合格单的人员，按照要求在合格单到期前组织复训。

12.2 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，使用放射性同位素、射线装置的单位应有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等；有完善的辐射事故应急措施。

医院现已制定了一系列的规章制度，具体制度有：《辐射事故应急处理预案》、《辐射环境监测计划方案》、《放射防护设施维护检修登记制度》、《放射工作人员培训计划》、《设备检修维护制度》、《射线装置台账管理制度》、《受检者防护制度》、《核医学科医师职责》、《核医学科主任医师职责》、《核医学科技师职责》、《核医学科工作制度》、《核医学科门诊工作制度》、《辐射安全和防护制度》、《放射性废物、废液处理操作制度》、《放射性污染去污操作规程》、《放射性药品不良反应处理与报告制度》、《放射性药品管理制度》、《放射性表面污染监测管理规程》、《放射性药品采购、登记、使用、核对、保管制度》、《放射性药物管理规则》、《放射性药物安全操作规程》、《放射性污染去污操作规程》。

目前医院已更新制订了《辐射事故应急处理预案》，本次环评建议医院在后续运行过程中应根据本次项目运行实际工作需要，并按照《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》（国务院令第 449 号（2005））、《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 年修订）等现行要求修改，全面完善和健全各项规章制度，及时更新《辐射事故应急处理预案》。

12.3 辐射环境管理要求

按照《电离辐射防护与辐射安全基本标准》关于“营运管理”的要求，为确保放射防护可靠性，维护放射工作人员和周围公众的权益，履行放射防护职责，尽可能的避免事故的发生，医院必须培植和保持良好的安全文化素养，减少因人

续表 12 安全管理

为因素导致人员意外照射事故的发生。为此，提出如下辐射环境管理要求：

(1) 依据《中华人民共和国放射性污染防治法》第二十八条和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》之规定，医院必须向生态环境主管部门重新申领辐射安全许可证等相关环保手续。

(2) 明确辐射安全防护领导小组的职责：设立兼职或专职的安全负责人，负责整个医院的辐射防护与安全工作。建立辐射防护安全防护管理制度，履行放射防护职责，确保放射防护可靠性，维护放射工作人员和周围公众成员的权益，尽可能避免事故的发生。

(3) 医院辐射工作人员必须定期经过辐射工作安全防护培训，并且考核合格取得成绩单后方可上岗；操作人员必须遵守各项操作规程，检查仪器安全并做好当班记录，严格执行交接班制度，发现异常及时处理。

(4) 各项规章制度、操作规程必须齐全，并张贴上墙；所有的放射工作场所均必须有电离辐射警告标志，射线装置机房屏蔽门上方还必须要有工作指示灯及中文标注放射防护注意事项。警告标志的张贴必须规范。

(5) 每年应至少进行一次辐射环境监测，建立监测技术档案，医院辐射工作人员应持证上岗，定期进行辐射防护知识和法规知识的培训和安全教育，检查和评估工作人员的个人剂量，建立个人剂量档案。对个人剂量超过或接近管理目标的放射工作人员应暂离岗位，并在今后的工作中增加监测频率。对放射工作人员每两年进行职业健康体检并形成制度。进入机房的工作人员佩带个人剂量计，记录个人所受的射线剂量。

(6) 制定事故状态下的应急处理计划，其内容包括事故的报告，事故区域的封闭，事故的调查和处理及工作人员的受照剂量估算和医学处理等。

(7) 应当加强对本单位射线装置安全和防护状况的日常检查。发现安全隐患的，应当立即整改。

(8) 对医院射线装置安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

(9) 按照《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 682 号）第十二条规定，建设项目环境影响报告书、环境影响报告表经批准后，建设项目的性质、

续表 12 安全管理

规模、地点、采用的生产工艺或者防治污染、防止生态破坏的措施发生重大变动的，建设单位应当重新报批建设项目环境影响报告书、环境影响报告表；环境影响报告表自批准之日起满 5 年，建设项目方开工建设的，其环境影响报告表应当报原审批部门重新审核。

（10）安装、维修或者更换与 X 射线有关部件的设备，应当向有关部门申请，进行辐射防护验收检测，确定合格后方可启用，以杜绝放射事故的发生。

（11）项目竣工后，医院应依法进行竣工环境保护自主验收。

（12）医院在依法被撤销、依法解散、依法破产或者因其他原因终止前，应当确保环境辐射安全，妥善实施辐射工作场所或者设备的退役，并承担退役完成前所有的安全责任。

12.4 辐射监测

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

医院必须配备相应的监测仪器，同时委托有资质的单位定期对医院使用的射线装置机房周围环境进行监测，按规定要求开展各项目监测，做好监测记录，存档备查。辐射监测内容包括个人剂量与工作场所内外环境的监测。

12.4.1 放射工作人员个人剂量监测

根据环境保护部令第 31 号、环境保护部令第 18 号中对工作人员个人剂量的要求，医院应为每名工作人员配置个人剂量计，定期组织工作人员进行个人剂量监测，发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。根据《放射工作人员职业健康管理办 法》（中华人民共和国卫生部令第 55 号，2007 年 11 月 1 日）规定，医院还应安排专人负责个人剂量监测管理，建立了放射工作人员个人剂量档案。包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。个人剂量档案应当永久保存。

医院目前已经按照要求对放射工作人员进行了个人剂量监测，并定期测读，保存相关档案。本次人员个人剂量监测依托现有管理措施，将本项目辐射工作人员纳入上述辐射工作人员进行管理，对辐射工作人员进行个人照射累积剂量监

续表 12 安全管理

测。要求辐射工作人员在工作时必须佩戴个人剂量计，并将个人剂量结果存入档案。个人剂量监测应由具有个人剂量监测资质的单位进行。建立并终生保存个人剂量监测档案，外照射个人剂量监测周期不超过 3 个月；内照射个人剂量监测周期按照有关标准执行。

12.4.2 放射工作人员的职业健康监护

对从事放射工作的职业人员进行的经常性医学检查，包含上岗前、在岗及离岗检查，按照《放射工作人员职业健康管理办办法》（中华人民共和国卫生部令第 55 号，2007 年 11 月 1 日）的规定执行，医院应为放射工作人员建立个人健康档案，档案中详细记录历次医学检查的结构及其评价处理意见，放射工作单位应当为放射工作人员建立并终生保存职业健康监护档案；根据相关要求，组织所有放射工作人员每 1~2 年进行一次职业健康检查。

本项目人员暂未确定，拟在项目营运前安排上述 5 名辐射工作人员完成上岗前（或在岗期间）职业健康体检，排除职业禁忌症。

12.4.3 工作场所内外环境监测

根据国家规定每年接受主管部门对工作场所周围环境进行常规监测，发现问题及时整改。监测资料存档。

① 验收监测

设备安装到位后，应委托有资质的单位进行验收监测。若发现问题，及时整改，直到合格为止。

② 年度监测（委托有资质的单位）

监测频率：每年一次；

监测范围：核医学涉源场所及周围。

监测数据作为医院的管理依据。

医院拟按照要求配置 1 台 X-γ 剂量率测量仪和 1 台 α、β 表面污染监测仪（定期进行计量检定），对本次环评涉及的上述场所的监督区和控制区环境进行监测。医院自行的日常监测要求如下表 12-1 所示。

表 12-1 本项目监测内容一览表

场所名称	监测地点	监测项目	监测频率	限值要求	备注
------	------	------	------	------	----

续表 12 安全管理

核医学科	工作场所（工作台、设备、墙壁、地面、工作服、手套、工作鞋、工作人员手、皮肤、内衣、工作袜）	β 表面污染	每次工作结束（出现放射性药品洒落应及时进行监测）	控制区 $<40\text{Bq}/\text{cm}^2$ 监督区 $<4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 其他 $<0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$	自检
			1年一次		委托检测
	工作场所	周围剂量当量率	每次工作结束（出现放射性药品洒落应及时进行监测）	控制区屏蔽体周围剂量当量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；控制区内屏蔽墙外的房间为人员偶尔居留（人员居留因子 $<1/2$ ）的设备间等区域，其周围剂量当量率应小于 $10\mu\text{Sv}/\text{h}$	自检
			1年一次		委托检测
	放射性废液衰变池排放口	总放射性	验收时	总 $\beta\leq10\text{Bq}/\text{L}$	委托
	放射性固废	废物包装外表面	每次处理前	$\beta<0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$	自检+委托

12.5 从事辐射活动能力评价

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(第七条)的相关规定，使用射线装置单位应具备相应的条件，本项目从事辐射活动能力评价详见表：

12-2 医院从事本项目辐射活动能力评价表

应具备条件	落实情况
(一) 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名有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作；其他辐射工作单位应当有1名具有大专以上学历的技术人员专职或者兼职负责辐射安全与环境保护管理工作。	医院已设置了辐射安全与环境管理机构，且配备有1名本科学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作，后期根据实际工作需要进行调整。
(二) 从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	本次新增人员均为新聘或调用人员，拟在项目运行前取得相应类别的核技术利用成绩合格单，并按要求进行复训。

续表 12 安全管理

(三) 使用放射性同位素的单位应当有满足辐射防护和实体保卫要求的放射源暂存库或设备。	本项目在核医学场所内设置有储源室。
(四) 放射性同位素与射线装置使用场所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射要求的安全措施	项目建设时，建设单位按要求建设专用机房，实体屏蔽，拟设有监视和对讲系统，工作状态指示灯及电离辐射警告标志等安全防护措施。
(五) 配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量监测报警、辐射监测等仪器。使用非密封放射性物质的单位还应当有表面污染监测仪。	医院拟在项目运行前根据相关要求配备相应的防护用品及监测仪器。
(六) 有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	拟根据要求在项目开展前更新或重新制定。
(七) 有完善的辐射事故应急措施	已制定辐射事故应急预案及预防措施，拟在项目运行前按照标准要求更新完善相关内容。
(八) 产生放射性废气、废液、固体废物的，还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。	拟根据要求在项目开展前制定
第七条 放射性同位素和被放射性污染的物品应当单独存放，不得与易燃、易爆、腐蚀性物品等一起存放，并指定专人负责保管。贮存、领取、使用、归还放射性同位素时，应当进行登记、检查，做到账物相符。对放射性同位素贮存场所应当采取防火、防水、防盗、防丢失、防破坏、放射线泄漏的安全措施。对放射源还应当根据其潜在危害的大小，建立相应的多重防护和安全措施，并对可移动的放射源定期进行盘存，确保其处于指定位置，具有可靠的安全保障。	核医学科拟设废物间，用于专门储存放射性固体废物，室内无其他易燃、易爆、腐蚀性物品，并指定专人负责保管。 医院拟制定核医学科放射性药物订购领取保管和使用制度、核医学交接班管理制度等。 项目拟设置储源室、保险柜等存储放射性药物，设置监控系统、防盗设施、四周墙体设计为辐射防护屏蔽体，具有防火、防水等功能。
综上所述，医院在严格执行相关法律法规、标准规范等文件，严格落实各项辐射安全管理、防护措施的前提下，其从事辐射活动的技术能力符合相应法律法规的要求。	
12.6 辐射事故应急	

续表 12 安全管理

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，辐射工作单位应建立完善的辐射事故应急方案或具有针对性与操作性的应急措施。

12.6.1 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》第四十条：根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级。

根据本报告表 11 分析，发生放射性药物丢失被盗的一般辐射事故；核医学科放射性药物洒漏，多次事故会造成超剂量照射，属于一般辐射事故；III类射线装置发生的单次误照射可能会造成人员受到超过年剂量限值，属于一般辐射事故。

12.6.2 辐射事故应急方案与演练

医院目前已经制定了《辐射事故应急处理预案》，预案内容包括了应急机构组织及职责、应急准备与响应程序、应急处理和救治、应急报告流程和电话、应急能力的培训、演练和应急响应能力的保持等。

医院应进一步细化和完善该应急处置预案，将核医学科的相关应急处理措施等纳入该预案中，使预案内容更全面和准确。

根据调查，医院近年来未发生辐射事故，未启动应急预案。

同时，医院开展核技术利用工作多年，期间进行过多次辐射事故应急演练。本项目建成后，医院后期应将本项目的辐射事故纳入应急演练中，积极开展应急演练，应急演练后做好相关记录，并建档保存，事故演练后加强相关人员的辐射应急处置能力，达到事故演练的目的，以加强不同类型的辐射事故(事件)应急处理经验。

12.6.3 辐射事故报告和处置

(1) 事故报告程序和电话

根据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》在事故发生后 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向永州市生态环境局、湖南省生态环境厅等部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

续表 12 安全管理

报告联系电话如下：

院总值班室电话：0746-7325060

市公安局电话：110

市生态环境局电话：0746-8323354、12345（24 小时）

省生态环境厅电话：0731-85698110

湖南省卫生健康委：0731-84822120

（2）核医学科辐射事故应急措施

①放射性药物丢失、被盗事故

发生放射性药物丢失、被盗事件后，应第一时间向医院辐射环境管理机构报告，由其及时向市生态环境局、区生态环境局、公安部门、卫生部门报告，按要求进行追查处置。

②服错药或超剂量事故、在核医学科吸烟进食的、手部有伤可能受到内照射的，发生该类事故后，应及时向医院辐射环境管理机构报告，由其根据具体情况酌情向卫生行政部门报告，按要求进行处置。

③发生放射性固废暂存不到位即处理的、放射性废物未全部收集暂存的，发现后应及时追查并纠正处置。

④药物洒漏事故

发生药物洒漏后，应立即报告辐射环境管理机构，禁止无关人员进入事故区域，禁止事故区域人员随意走动。现场处置的立即用吸水纸、纱布等自外而内螺旋形吸水，换用吸水纸或纱布自外而内擦干，在此基础上用温水仔细清洗污染处，用表面污染监测仪测量污染区，如果 β 表面污染大于 $40\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，表明该污染区未达到控制标准，这时应继续使用药棉或纸巾擦拭，直到该污染区 β 表面污染小于 $40\text{Bq}/\text{cm}^2$ 为止。处理过程中使用过的吸水纸、纱布、药棉、纸巾等均视为放射性废物。当发生人员身体、衣物受到表面污染时，受沾污人员应及时去污，防止污染扩散。体表沾污应用温水加肥皂或者洗涤剂冲洗，配合软毛刷或棉签刷洗。注意操作要轻柔，防止皮肤损伤，去污后经表面污染监测仪测量合格后方能离开。

去污后医院应根据人员受照剂量，判定事故类型和级别，提出控制措施及救治方案，迅速安排受照人员接受医学检查、救治和医学监护。具体处理方法按《辐

续表 12 安全管理

射损伤医学处理规范》（卫法监发〔2002〕133号）进行。发生照射事故时，人员接受医学检查或在指定的医疗机构救治，并在2小时内向市生态环境局和卫生主管部门报告。

⑤发生人员误入射线装置机房时，应第一时间切断X射线装置电源，确保X射线装置停止出束，根据受照情况对人员进行救治。

⑥发生放射性废水衰变处理设施故障的情况，及时启动备用泵、联系设备厂家及时维修。

12.7 环保投资估算

本项目核技术利用总投资约XXX万元，其中环保投资约XXX万元，占总投资的XXX%。具体如下：

表 12-3 项目环保投资一览表

序号	辐射安全与防护设施名称	投资（万元）
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
	总计	

表 12-4 环境保护验收一览表

序号	验收项目	验收内容及要求	依据
1	环保文件	项目建设的环境影响评价文件、环评批复、有资质单位出具的验收监测报告	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，制定相应的辐射防护规章制度和事故应急预案	国家环境保护总局令 第31号
3	人员要求	辐射工作人员均需持证上岗，考核合格，定期进行复训；进行岗前体检，排除职业禁忌症后方可上岗，每1~2年进行一次职业健康体检；正确佩戴个人剂量计，每30~90天进行一次个人剂量计检测	国家环境保护总局令第31号、环境保护部令第18号
4	辐射安全防护措施	<p>①设置卫生通过间（含淋浴），工作人员离开时进行表面污染监测；配置手套箱、铅罐、储源柜、注射台/窗、放废桶等防护设施；设置用药后病人专用卫生间，设置单独的污洗间，分区配置清洁设施、分区清洁；控制区内设置洗消设备（含洗消液），各出水口设置感应式开关/出水口；分装注射室的2台分装柜分别配备通风橱。</p> <p>②核医学科增加门禁系统（病人单向流动）和视频监视及对讲系统；</p> <p>③辐射工作场所警示标识完整，张贴正确；</p> <p>④场所内设置有独立的工作人员、患者、放射性药品及放射性废物路径，在地面/墙面设置病人在场所内的行走箭头标识，规定各类人员的活动路径，工作人员通道与患者通道分开，减少给药后患者对其他人员的照射；</p> <p>⑤辐射工作人员配备个人剂量计和个人剂量报警仪；辐射工作场地配备足量的个人防护用品（铅衣、铅眼镜、铅手套、铅围裙、铅帽、铅橡胶颈套等）；</p> <p>⑥配备X-γ射线巡测仪，表面污染检测仪器，固定式在线剂量报警装置等。</p>	GBZ18871-2002 GBZ120-2020 HJ1188-2021
5	剂量率控制限值	<p>①控制区外人员可达处、各控制区内用房防护门、观察窗、墙壁、顶棚、地板外关注点处的周围剂量当量率应小于2.5μSv/h，如控制区内屏蔽墙外的房间为人员偶尔居留(人员居留因子<1/2)的设备间等区域，其周围剂量当量率应小于10μSv/h；</p> <p>②分装柜柜体、注射窗、服药窗口等设备外表面30cm处人员操作位的周围剂量当量率小于2.5μSv/h。</p> <p>③固体放射性废物收集桶、暴露于地面致使人员可以接近的放射性废液收集罐体和管道应增加相应屏蔽措施，以保证其外表面30cm处的周围剂量当量率小于2.5μSv/h。</p>	HJ1188-2021 及 复函 GBZ120-2020
	表面污染	①工作台、设备、墙壁、地面：控制区： $<4\times10\text{Bq}/\text{cm}^2$	HJ1188-2021

序号	验收项目	验收内容及要求	依据
		监督区: <4Bq/cm ² ; ②工作服、手套、工作鞋: 控制区、监督区: <4Bq/cm ² ③其他: <0.4Bq/cm ²	GBZ120-2020
	年有效剂量管理	1、辐射工作人员年有效剂量≤5mSv/a 2、辐射工作人员手部当量剂量限值≤125 mSv/a 3、公众成员年有效剂量≤0.1mSv/a	GBZ18871-2002 HJ1188-2021
7	废气	核医学科设置 2 套放射性废气管网收集放射性废气，最终至本建筑屋顶排放，各套废气收集管保持工作场所的负压和各区之间的压差，确保废气收集遵循从低活度向高活度收集的原则，各分支管道内设置止回阀防止倒灌。 分装柜废气收集口风速不低于 0.5m/s。	GBZ120-2020 HJ1188-2021
8	放射性废水	设置 1 套槽式放射性废水处理衰变池，设置 3 个池体，单个池体有效容积为 10.57m ³ ，总的有效容积为 31.71m ³ 。将放射性废水经过核医学科排水管网收集进入核医学科衰变池，经过衰变标准要求时候后排入医院废水处理设施，排放口总α≤1Bq/L，总β≤10Bq/L，碘-131 的放射活度浓度≤10Bq/L。	GB18466-2016 GB18871-2002
9	放射性固体废物	核医学科设置 1 个废物间暂存放射性废物，放射性废物按照核素等类别分类收集贮存衰变。收集的每袋放射性废物的表面辐射剂量率≤0.1mSv/h，质量不超过 20kg。废物包装体外表面的污染控制水平: β<0.4Bq/cm ² 。 衰变时间要求为：所含核素半衰期小于 24 小时的放射性固体废物暂存时间超过 30 天；含碘-131 核素的放射性固体废物暂存超过 180 天。 放射性固废暂存时间满足要求后，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平，β表面污染小于 0.4Bq/cm ² 的，可对废物清洁解控并作为医疗废物交有资质单位处置。	GBZ120-2020 GBZ133-2009

表 13 结论及建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

为顺应医院长远发展，医院重新调整了放疗中心三楼的布局规划，拟投资 1300 万元在放疗中心大楼三楼南侧区域利用原预留为病案室的用房改建为核医学科场所。本次改建后的核医学科场所主要使用核素 ^{131}I 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ，日最大操作量分别为 $1.85\times 10^9\text{Bq}$ 、 $7.40\times 10^9\text{Bq}$ ，日等效最大操作量为 $1.94\times 10^8\text{Bq}$ ，为乙级非密封放射性物质工作场所，该场所使用 1 台 SPECT/CT 进行显像扫描。核技术总投资 XXX 万元，其中环保投资 XXX 万元，占总投资的 XXX%。

通过开展对本项目的分析、对周围环境质量现状的调查以及项目的主要污染物对环境的影响分析等工作，得出如下结论。

13.1.2 实践正当性分析

根据前节分析，本项目的建设对保障健康、拯救生命起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。医院放射性同位素的使用对受电离辐射照射的个人和社会所带来的利益远大于其引起的辐射危害，项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

13.1.3 产业政策符合性分析

项目投入使用为疾病诊断、寻找病灶部位、制订治疗方案及治疗疾病提供了科学依据和手段。项目在加强管理后均满足相关国家法律、法规和标准的要求，不会给所在区域带来环境压力，符合清洁生产和环境保护的总体要求。同时，医院放射性同位素的使用属于《产业结构调整指导目录(2024 年本)》第一类 鼓励类中“六、核能 4、同位素、加速器及辐照应用技术开发……”，因此本项目符合国家相关法律法规和政策的规定，符合国家产业政策。

续表 13 结论及建议

13.1.4 选址可行性及布局合理性分析

1、选址可行性分析

本项目核医学科场所位于放疗中心三楼，位于本建筑的一端，区域四周均设置了实体墙体及防护门进行物理隔离，未毗邻产科、儿科、食堂等部门及人员密集区，场所相对独立且集中布置在东侧一角，设置有单独的出口、入口，且出入口均未设置在人群稠密区域，核医学科场所与其他区域分开。项目营运期产生的电离辐射、放射性废水、放射性固废、有害气体得到有效治理，达标排放后对环境影响小。因此，环评认为项目选址合理。

2、布局合理性分析

核医学科场所位于放疗中心三楼东侧区域，场所东侧临空，南侧临空，西侧为楼梯间、放免测定室、库房、档案库房，北侧为核医学科医生办公室，楼上为楼顶平台，楼下为放疗中心体模室及后控仪器室。核医学科场所整个区域按照由北向南设置，场所内分区明显，单向路径，衰变池位于放疗中心南侧绿化带下方，距离核医学科较近，放射性废水管网相对来说较短，在三楼到一楼的放射性废水管网裸露在外面的设置铅皮进行包裹，其他位于覆土之下；场所内各功能用房的放射性废气收集后经专用管道沿排风井引至本栋建筑主楼楼顶经过活性炭吸附后排放。因此，项目的平面布局可行。

13.1.5 辐射防护与安全措施结论

①分区：本项目核医学科按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)、《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）等的要求进行了分区，按照要求进行分区管理，限制无关人员受到不必要的照射。

②屏蔽体防护：本项目核医学科控制区内各用房均设计了足够厚度的屏蔽体，可保证各用房屏蔽体外周围剂量当量率满足辐射防护的要求；铅防护门、观察窗、分装柜、注射窗等的生产和安装均交由有资质的厂家负责，以保证防护门搭接处的屏蔽能力；施工时保证施工质量。配置的放废桶、注射窗等防护足够，其外周围剂量当量率满足标准要求。

③辐射安全与防护设施/措施

续表 13 结论及建议

项目核医学科人流、物流(包括废物)相对独立，拟设置多个门禁系统、标明分区划设，并设置患者（受检者）导向标识或导向提示等管控措施，在控制区通道进出口适当位置拟安设固定式辐射报警系统。拟在控制区工作人员出入口设置卫生通过间，配备防护用品、冲洗设施和表面污染监测设备；拟设放射性药物分装操作的自动分药仪、手套箱等设备及相应辅助设施；注射给药及给药后病人活动区域拟设置对讲、视频监控装置；储源室、放废间设置安保防盗设施；控制区各功能房间均配置排风系统，放射性药物分装时手套箱保持负压；气流组织遵循自清洁区向低活性区再向高活性区的流向设计，并设置防倒灌设施并保持负压，以防止工作场所放射性气体交叉污染。控制区分区清洁，各上水设置感应式开关/出口。核医学非密封放射源工作场所辐射安全防护措施符合相关标准规范，也满足辐射安全要求。

④通风：项目核医学科设置独立的通排风系统。设置过滤器处理，引至本建筑屋顶经过滤处理后再高于楼顶排放。

⑤医院拟配置智能化 X- γ 辐射仪、表面污染监测仪、固定式区域辐射报警系统、个人剂量报警仪等监测仪器，并拟按规定进行定期检定或校准，保证设备、辐射工作人员、公众成员的安全。

综上，建设单位拟采取的辐射安全与防护措施落到实处后，项目的建设能够满足辐射防护的要求。

13.1.6 环境影响分析结论

①本项目核医学科控制区外人员可达处、各控制区内用房防护门、观察窗、墙壁、顶棚、地板外表面 30cm 处的周围剂量当量率应小于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，如控制区内屏蔽墙外的房间为人员偶尔居留（人员居留因子 $<1/2$ ）的设备间等区域，其周围剂量当量率应小于 $10\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。分装柜柜体、注射窗、服药窗口等设备外表面 30cm 处人员操作位的周围剂量当量率小于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

②项目各类放射工作人员、公众成员的年附加有效剂量均满足本项目的年有效剂量约束值（放射工作人员 $5\text{mSv}/\text{a}$ ，手部 $125\text{mSv}/\text{a}$ ，公众成员 $0.1\text{mSv}/\text{a}$ ），符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)及相关标准的要求。项目运行后，对周围环境保护目标的影响有限，能为环境所接受。

续表 13 结论及建议

③核医学科设置 2 套放射性废气管网收集放射性废气，最终至本建筑屋顶排放，各套废气收集管保持工作场所的负压和各区之间的压差，确保废气收集遵循从低活度向高活度收集的原则，各分支管道内设置止回阀防止倒灌。分装柜废气收集口风速不低于 0.5m/s。

④项目设置 1 套槽式放射性废水处理衰变池，设置 3 个池体，单个池体有效容积为 10.57m³，总的有效容积为 31.71m³。将放射性废水经过核医学科排水管网收集进入核医学科衰变池，经过衰变标准要求时候后排入医院废水处理设施，排放口总 $\alpha \leq 1\text{Bq/L}$ ，总 $\beta \leq 10\text{Bq/L}$ ，碘-131 的放射活度浓度 $\leq 10\text{Bq/L}$ 。衰变处理设施容积满足要求，项目运行产生的废水得到有效处理，对环境的影响小。

⑤核医学科设置 1 个废物间暂存放射性废物，放射性废物按照核素等类别分类收集贮存衰变。收集的每袋放射性废物的表面辐射剂量率 $\leq 0.1\text{mSv/h}$ ，质量不超过 20kg。废物包装体外表面的污染控制水平： $\beta < 0.4\text{Bq/cm}^2$ 。

所含核素半衰期小于 24 小时的放射性固体废物暂存时间超过 30 天；含碘-131 核素的放射性固体废物暂存超过 180 天。放射性固废暂存时间满足要求后，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， β 表面污染小于 0.4Bq/cm^2 的，可对废物清洁解控并作为医疗废物交有资质单位处置。

项目各固体废物均能得到有效处理，对周围环境影响小。项目各固体废物均能得到有效处理，对周围环境影响小。

13.1.7 事故风险分析结论

项目运行期间因为管理不善，可能导致发生放射性药物丢失被盗、放射性药物洒漏等导致的放射性污染、人员受到误照射辐射事故，事故等级为一般辐射事故。在采取相应措施后事故风险可防可控。医院针对项目运行可能的事故风险以及放射性污染与人员、场所去污等，制定较完善的事故防范与应急措施，以降低事故发生概率，并使在发生事故时，能够对事故现场进行妥善的处理和处置，及时控制事故对环境的影响，将事故影响降到最低。

13.1.8 辐射与环境保护管理

医院成立了辐射安全管理小组，制定了相应辐射环境管理相关制度，后续还应针对拟建项目工作场所的特点，修订现有辐射安全管理制度。现有的各项

续表 13 结论及建议

规章制度、操作规程、应急处理措施基本健全、具有可操作性。在本项目运营前，医院拟制定核医学科专科管理制度，并进一步完善现有的管理制度，并加强日常应急响应的准备工作及应急演练。医院应严格执行各项规章制度，放射工作人员需经辐射防护与安全培训并考核合格后才能上岗，在工作时正确佩戴个人剂量计，定期进行检测和健康体检。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，宁远县人民医院放疗中心新增核医学科场所建设项目满足“实践的正当性”的原则与要求，符合国家产业政策；项目选址和布局合理可行；项目涉及的场所辐射屏蔽设计满足标准要求，拟采取的辐射安全防护措施可行；医院拟制定的辐射与环境保护管理措施基本健全，能满足本项目需求；医院在采取本环评提出的各项辐射防护及污染防治措施后，对周围环境产生的辐射影响较小，且符合环境保护的要求。从环境保护的角度来看，本环评认为该建设项目是可行的。

13.2 要求

1、根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第B1.1款的相关规定，工作人员必须配戴个人剂量计，医院应定期对从事辐射诊疗的工作人员进行个人剂量监测，同时应加强工作人员的辐射防护；自购辐射检测设备，定期对辐射工作场所进行监测。

2、在项目运行前，医院应组织新从事辐射工作的人员到生态环境部辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）报名参加并通过考核后持证上岗。医院应组织新增放射工作人员到有职业健康检查资质的医疗机构进行职业健康检查（包含上岗前体检及岗中体检），周期为1~2年。

3、根据医院的实际情况和项目建设进展，在项目竣工后及时进行竣工环境保护自主验收手续。

4、医院应按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中的相关规定重新申领辐射安全许可证。

5、对医院射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

续表 13 结论及建议

13.3 建议

- 1、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。
- 2、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。医院应细化、完善各项管理制度，并认真落实，严格按照各项规章制度、操作规程执行。
- 3、医院辐射防护标识应全面、清晰，不留死角。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见:

公章

经办人

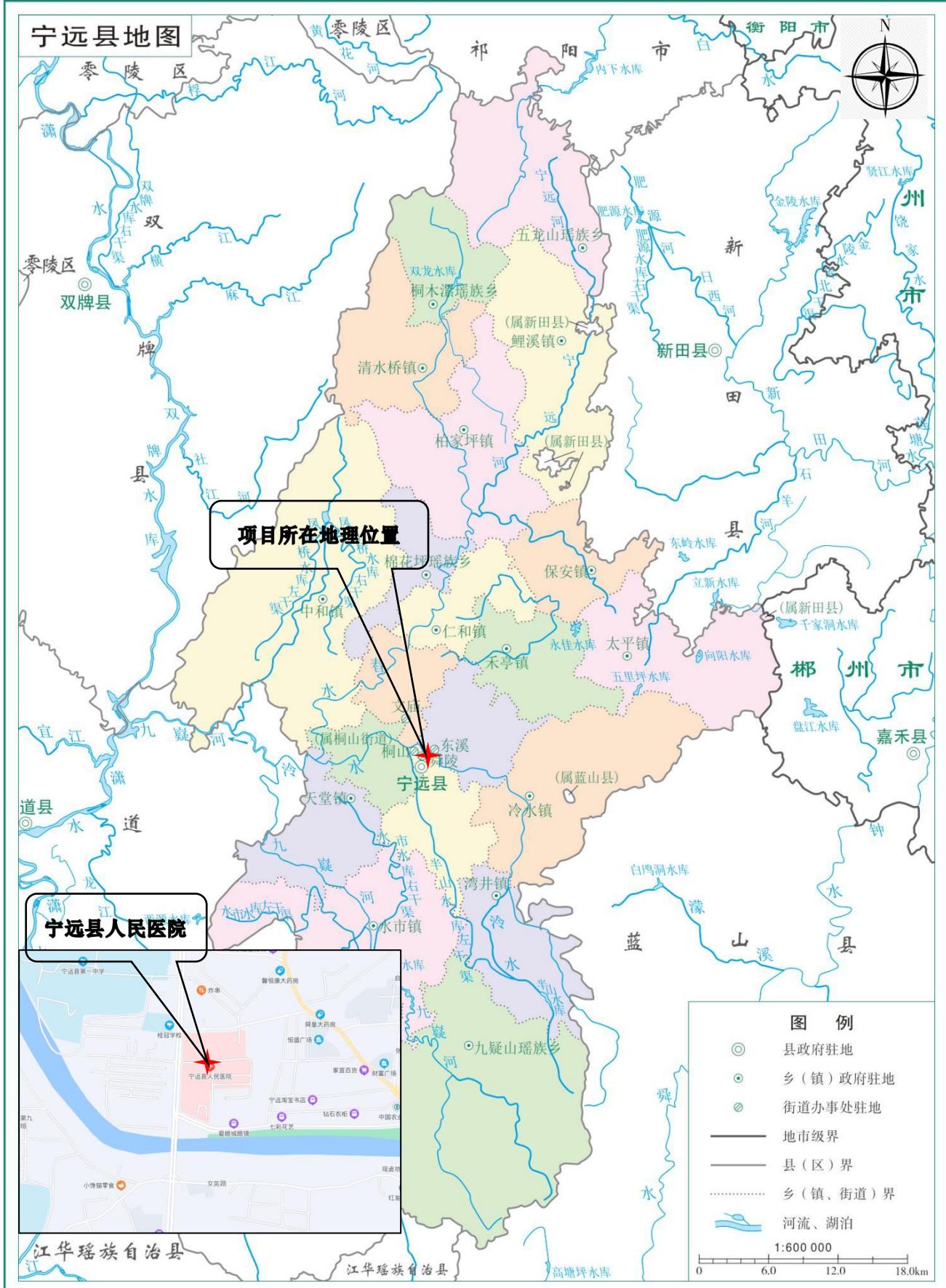
年 月 日

审批意见:

公章

经办人

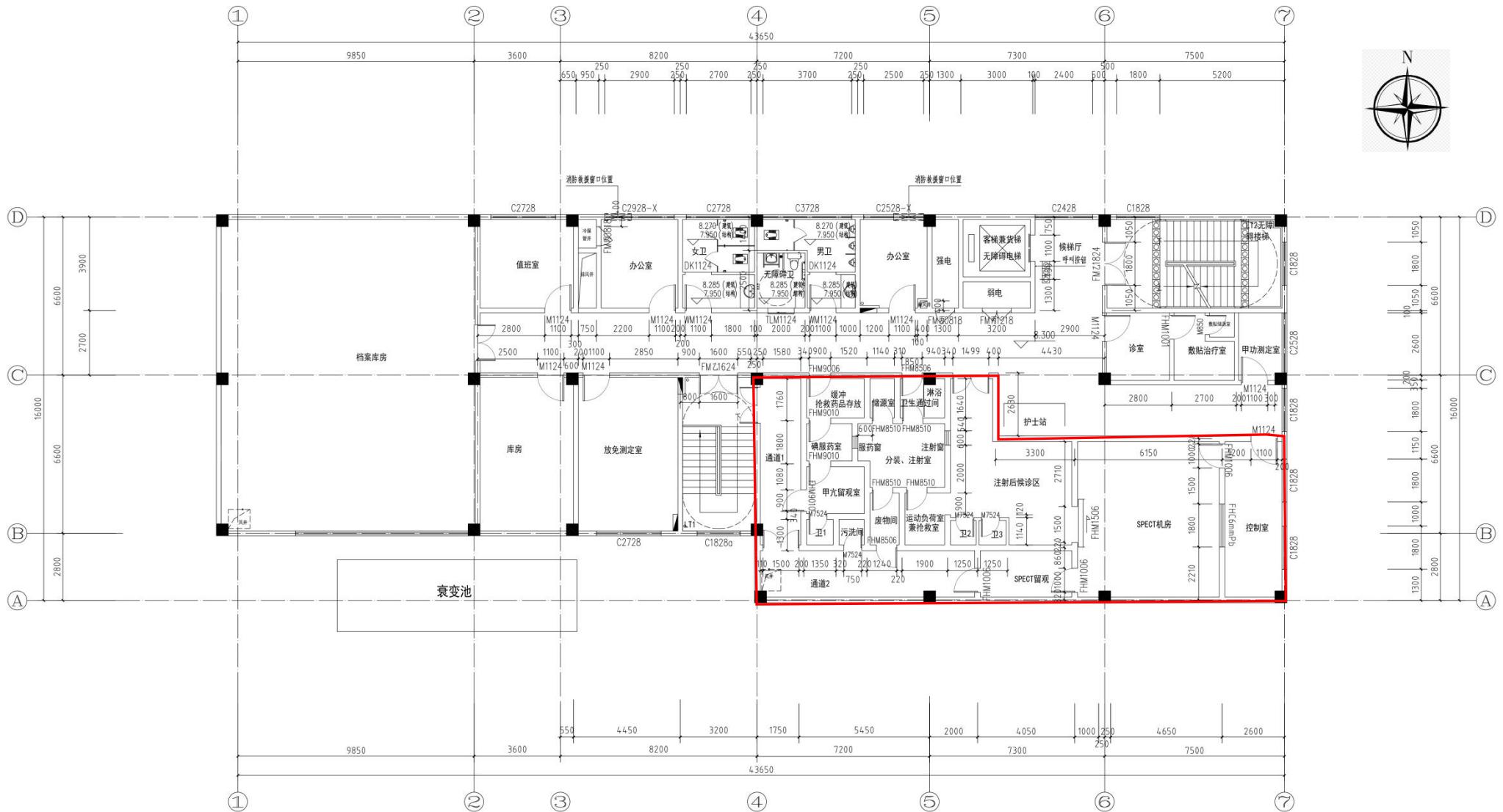
年 月 日



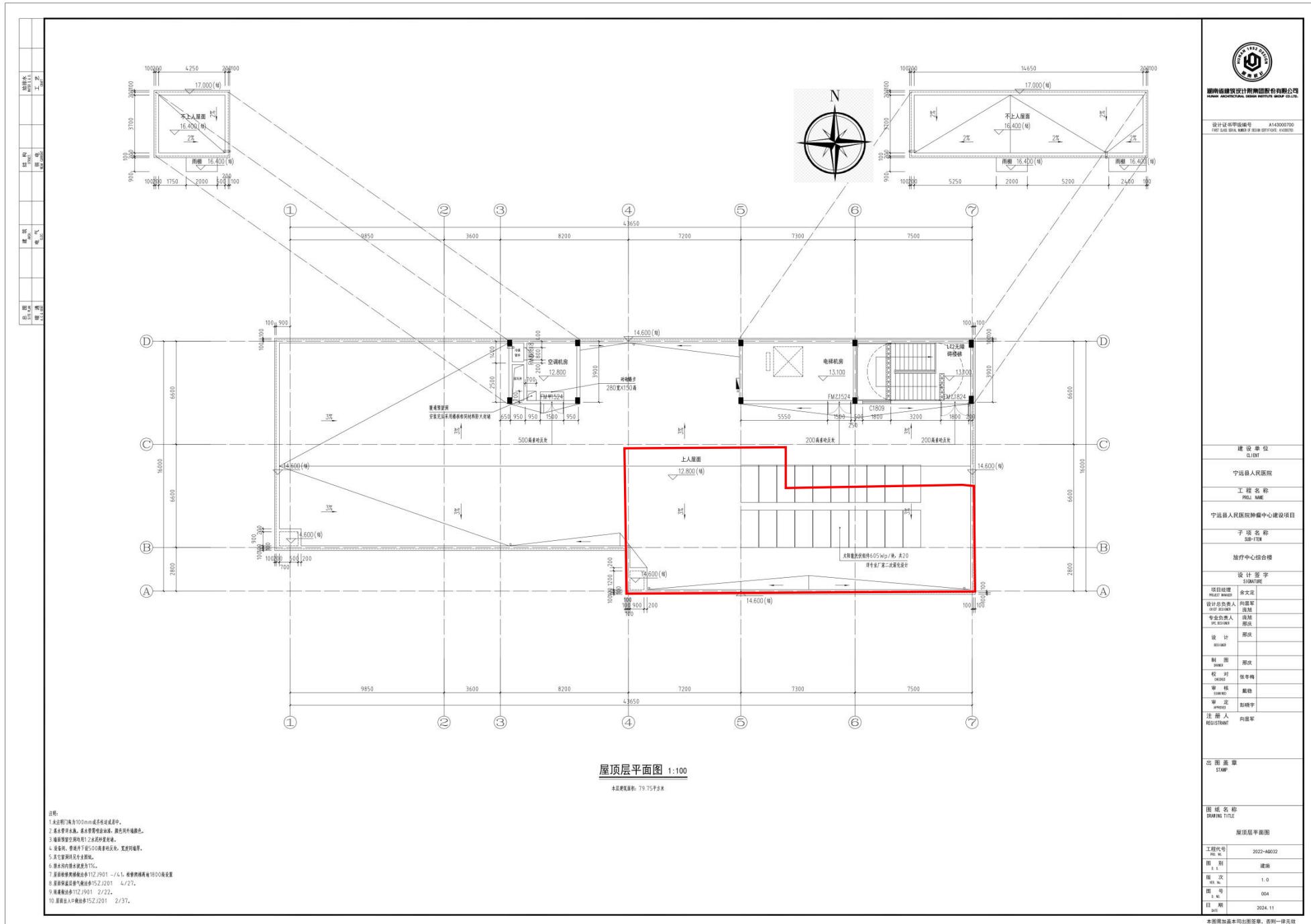
附图一 项目所在地理位置图



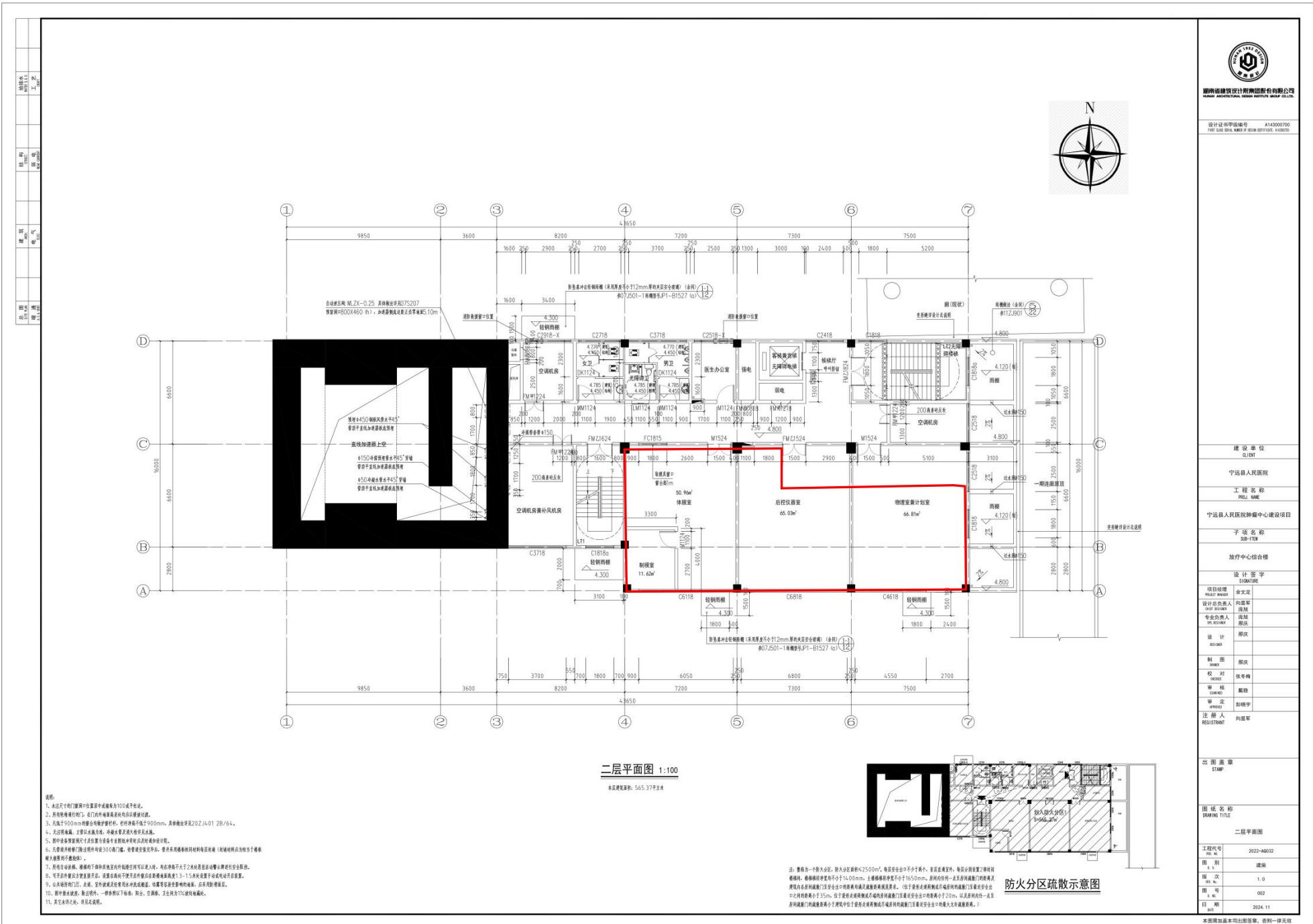
附图二 医院规划总平面布置图



附图三 放疗中心三楼平面布置图（核医学科所在位置）



附图四 放疗中心楼顶平面布置图（核医学科对应楼上）



附图五 放疗中心二楼平面布置图（核医学科对应楼下）

附件一 委托书



XHY-JS-34 (V1.0)

委托编号: _____

建设项目环境影响评价委托书

湖南省湘环环境研究院有限公司:

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》和《建设项目环境保护管理条例》等有关法律规定和要求, 我单位特委托贵公司承担“宁远县人民医院新增核医学科核技术利用建设项目”的环境影响评价及相关工作。

特此委托!

委托单位 (盖章)

委托日期:

附件二 质量保证单及场所现状检测报告

建设项目环境影响报告表现状环境资料

质量保证单

我单位为宁远县人民医院新增核医学科核技术利用建设项目环境影响报告表提供了环境现状检测数据，并对所提供的数据资料的准确性和有效性负责。

建设项目名称	宁远县人民医院新增核医学科核技术利用建设项目
项目所在地	永州市宁远县舜陵镇重华北路 1 号宁远县人民医院 放疗中心三楼
建设单位	宁远县人民医院
检测单位	湖南省湘环环境研究院有限公司
检测时间	2025 年 11 月 7 日、2025 年 11 月 17 日
检测项目	环境 γ 辐射剂量率、 β 表面污染

湖南省湘环环境研究院有限公司



湖南省湘环环境研究院有限公司

Hunan Xianghuan Environmental Research Institute Co., Ltd

检测报告

湘环院(HJ)-2511002

项目名称: 宁远县人民医院新增核医学科核技术利用
建设项目

委托单位: 宁远县人民医院

检测类型: 委托检测

报告日期: 二〇二五年十一月

湖南

检 测 报 告 说 明

- 一、检测报告无本公司 **MA** 章、检测专用章及骑缝章无效。
- 二、检测报告无报告编制人、审核人、签发人签字无效。
- 三、检测报告须内容完整，涂改、增删无效。
- 四、由委托单位自行采样送检的样本，报告只对本次来样负责。
- 五、若对本报告有异议，请于收到报告之日起十五日内向我公司提出书面意见，逾期不予受理。
- 六、本报告各页均为报告不可分割之部分，未经公司书面批准，不得部分复制本报告；未经本公司同意，不得以任何方式用于广告宣传。
- 七、本公司坚持“公正、科学、准确、规范”的质量方针，对检测数据负责。

单 位：  湖南省湘环环境研究院有限公司
Hunan Xianghuan Environmental Research Institute Co., Ltd

地 址：长沙市雨花区井莲路 397 号紫金国际（紫铭大厦）2210

邮 编：410018

电 话：0731-84152990

湖南省湘环环境研究院有限公司检测报告

一、基本情况：

受检单位	宁远县人民医院
检测日期	2025年11月7日、2025年11月17日
检测项目	环境 γ 辐射剂量率(nGy/h)、 β 表面污染(Bq/cm ²)
检测依据	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021) 《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)

二、检测仪器检定/校准情况：

仪器型号/名称	仪器编号	计量检定/校准证书编号	有效期至
JB4000型环境监测用X、 γ 辐射空气比释动能率仪	17157	8020266411	2026.10.8
CoMo 170型表面污染监测仪	6747	8020261817	2026.9.15

三、受检场所基本情况：

受检编号	场所名称	所在位置
01	放疗中心三楼核医学科拟建地	永州市宁远县舜陵镇重华北路1 宁远县人民医院放疗中心三楼
以下空白		

编 制 人: 审 核 人: 

四、检测结果：

受检编号：01

检测结果		
环境 γ 辐射剂量率 (nGy/h)		
检测日期：2025年11月7日	检测条件：天气：阴；相对湿度：79%；温度：21℃。	
检测点位 编号	点位描述	检测结果 (nGy/h)
△1	放疗中心三楼核医学科拟建地	81.4±0.89
△2	放疗中心四楼天台（核医学科拟建地楼上区域）	81.8±0.94
△3	放疗中心二楼施工区域（核医学科拟建地楼下区域）	81.5±0.86
△4	放疗中心东侧道路	83.1±1.65
△5	放疗中心南侧空地	90.2±0.91
△6	放疗中心西侧绿化带	86.3±1.38
△7	放疗中心北侧道路	85.0±0.89
△8	放疗中心北侧内科楼一楼大厅	90.5±0.86
△9	放疗中心东北侧综合住院大楼一楼大厅	93.4±0.85
△10	放疗中心东南侧后勤用房一楼大厅	89.7±0.94
△11	放疗中心南侧医技楼一楼大厅	89.0±1.09
备注：以上检测数据均未扣除宇宙射线响应值。		
β 表面污染 (Bq/cm ²)		
检测日期：2025年11月17日	检测条件：天气：晴；相对湿度：56%；温度：20℃。	
检测点位 编号	点位描述	检测结果 (Bq/cm ²)
*1	放疗中心三楼核医学科拟建地中间	<MDL
*2	放疗中心三楼核医学科拟建地东侧	<MDL
*3	放疗中心三楼核医学科拟建地南侧	<MDL
*4	放疗中心三楼核医学科拟建地西侧	<MDL
*5	放疗中心三楼核医学科拟建地北侧	<MDL
*6	衰变池拟建地	<MDL
备注：1、以上检测数据均已扣除本底值； 2、CoMo 170型表面污染监测仪的探测下限 MDL=0.042Bq/cm ² 。		

附件三 辐射安全许可证正副本



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：宁远县人民医院

统一社会信用代码：1243112644788624XF

地址：湖南省永州市宁远县舜陵镇重华北路1号

法定代表人：李万忠

证书编号：湘环辐证[00197]

种类和范围：使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置（具体范围详见副本）。

有效期至：2027年05月30日



发证机关

发证日期

中华人民共和国生态环境部监制

关于调整辐射安全防护领导小组的通知

各科(股)室：

为加强我院辐射安全管理工作，保证医疗质量和医疗安全，保障医院辐射工作人员及受检者的健康，根据《放射性同位素与射线装置安全的防护条例》（国务院令第449号）、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（环保部令第18号）等相关文件精神，因人事变动，特调整辐射安全防护领导小组，成员及分工如下：

组 长：吴群辉 李万忠

副组长：姜红波 谢群柏

成 员：欧宁辉 欧阳早春 肖 强 欧阳群志

田雨源 龙冰珂 李 俊 肖 俊

黄 森 谢洪军 何耀根 欧阳业

受检者防护制度

对受检者的检查适应症与合理性进行评价，确定适当诊断效果的前提下，尽量避免采用放射性检查和 X 线检查，减少不必要的照射。

二、技术人员应熟练掌握检查操作技术，并根据被检查者具体情况制定照射条件，尽可能采用高电压、低电流，提高射线质量，减少被检查者接受剂量。

三、放射科必须建立和健全 X 射线资料的登记、保存、提取和借阅制度；不得因资料管理及病人转诊等原因使受检者接受不必要的照射。

四、控制各种健康体检中的常规胸部 X 线检查；控制 X 线的间隔时间，接尘工人的 X 线胸部检查间隔时间按有关规定执行。

五、临床医师和放射科医师尽量以 X 射线摄影代替透视进行诊断，特别是婴幼儿、少年儿童；不得使用有防护缺陷的 X 射线机进行 X 射线检查。

六、对育龄妇女的腹部及婴幼儿的 X 线检查，应严格掌握适应症；对孕妇，特别是受孕后 8-10 周的，非特殊需要，不得进行下腹部 X 射线检查。确有必要者应做好周密的防护措施并进行知情告知。

七、放射科医技师必须注意采取适当的措施，减少受检者受照剂量；对邻近照射野的敏感器官和组织进行屏蔽防护。

八、候诊者和陪护人（病人必须被搀扶才能进行检查的除外），

不得在无屏蔽防护的情况下在机房内停留。

九、科室应规划安全区域，确保候检者不受射线辐射。

核医学科	工作场所(工作台、设备、墙壁、地面、工作服、手套、工作鞋、工作人员手、皮肤、内衣、工作袜)	β表面污染	每次工作结束 (出现放射性药品洒落应及时进行监测) 1年一次	控制区 $<40\text{Bq}/\text{cm}^2$ 监督区 $<4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 其他 $<0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 自检 委托检测
	工作场所	周围剂量当量率	每次工作结束 (出现放射性药品洒落应及时进行监测) 1年一次	控制区屏蔽体周围剂量当量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$; 控制区内屏蔽墙外的房间为人员偶尔居留(人员居留因子 $<1/2$)的设备间等区域,其周围剂量当量率应小于 $10\mu\text{Sv}/\text{h}$ 自检 委托检测
	放射性废液衰变池排放口	总放射性	验收时	总 $\beta\leq 10\text{Bq}/\text{L}$ 委托
	放射性固废	废物包装外表面	每次处理前	$\beta<0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 自检+委托

辐射事故应急处理预案

发放射事故的应急处置能力，依据《放射性
护条例》、《放射诊疗管理规定》等相关法
应急预案。

、
《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线
装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、环保部《突
发环境事件应急预案管理暂行办法》等

二、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》第四十条和《射
线装置分类办法》规定，结合我院使用射线装置为Ⅱ、Ⅲ类装置，乙
级非密封放射性工作场所发生事故时，定性为一般辐射事故，即：是
指Ⅳ类、Ⅴ类放射源、放射性同位素丢失、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等。

三、本预案适应范围

凡本院发生射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射
所致辐射事故，放射性同位素被盗、撒漏等，场内安全联锁装置出
现故障不能正常工作等辐射事故适用本应急预案。

四、工作原则

以人为本、快速反应、预防为主、常备不懈。

五 组织机构及职能

1. 事件应急工作领导小组



放射安全工作，防止放射事故的发生；

对射意外的科室提出整改意见；

3. 对事故的现场进行组织协调、安排救助、并向影像诊断科工作人员与公众通报；
4. 向上级行政主管部门报告放射事故发生和应急救援情况，负责恢复正常秩序、稳定受照人员情绪等方面的工作。

（二）领导小组下设工作小组，成员及职责如下：

1. 应急指挥小组：办公室设在设备科

主要职责：

- (1) 负责组织应急准备工作，调度人员、设备、物资等，指挥其他各应急小组迅速赶赴现场，开展工作。
- (2) 对放射事故的现场进行组织协调、安排救助，指挥放射事故应急救援行动。
- (3) 负责向上级行政主管部门报告放射污染事件应急救援情况。
- (4) 负责恢复医院正常秩序。

2. 现场处置小组

主要职责：

- (1) 接到放射事件发生的报告后，立即赶赴现场，首先采取措

1.迅速报告

将发生事故的性质、时间、地点、科室
给放射事故应急指挥中心（电话：
将情况向领导小组汇报，并做好准备。

报告后，立即赶赴现场，首先采取措
全，保护环境不受污染，最大限度控
制定紧急隔离区，不让无关人员进入，
救护现场；迅速、准确判断事件性质，将事故情况报告应急指挥中
心。当出现紧急情况需要进入治疗室内时，现场处置小组工作人员进
入治疗室需要佩戴个人剂量报警仪及正确佩戴个人剂量计。

3.启动应急预案

放射事故应急指挥中心接到现场报告后，立即启动应急指挥系统，
指挥其他各应急小组迅速赶赴现场，开展工作；后勤保障组同时进行
物资准备。

4.现场报告

根据现场情况，由应急指挥中心将事故发生时间、地点、造成事
故的射线装置的名称、能量、最高剂量率等主要情况报告卫健委（永
州市卫生健康委：0746-8426433（12320）、省卫生健康委：
0731-84822000、市生态环境局电话：0746-8323354/12345（24小时）、
省生态环境厅电话：0731-85698110、公安局（110））等相关部门以
及上级行政主管部门。

5.现场处置

等待相关部门到达现场的同时，采取相应措施，使危害、损失降到最小。发生放射性同位素与射线装置失控导致大剂量 X 线误照，应立即进行现场救助，采取措施，使人员损伤、环境污染降到最小，组织人力将受照人员送往相关医院，并同时请市环保部门进行检测。发生放射性同位素丢失、被盗，可以组织人力在单位内进行排查，将放射源的名称、状态、特性、危害及射线装置等进行通告，广泛引起本单位职工与公众的重视，最大限度降低危害。

七、查找事故原因

配合上级有关部门对现场进行勘查以及环保安全技术处理、检测等工作，查找事故发生的原因，进行调查处理。将事故处理结果及时报上级卫生行政主管部门。

八、警报解除

总结经验教训，制定或修改防范措施，加强日常环境安全管理，杜绝类似事故发生。此预案从修订之日开始执行。

附录 1

辐射事故分级

规：特别重大辐射事故，是指 I 类、 II 类放射源丢失、重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致性死亡。

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。

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

一般辐射事故，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。

附录 2

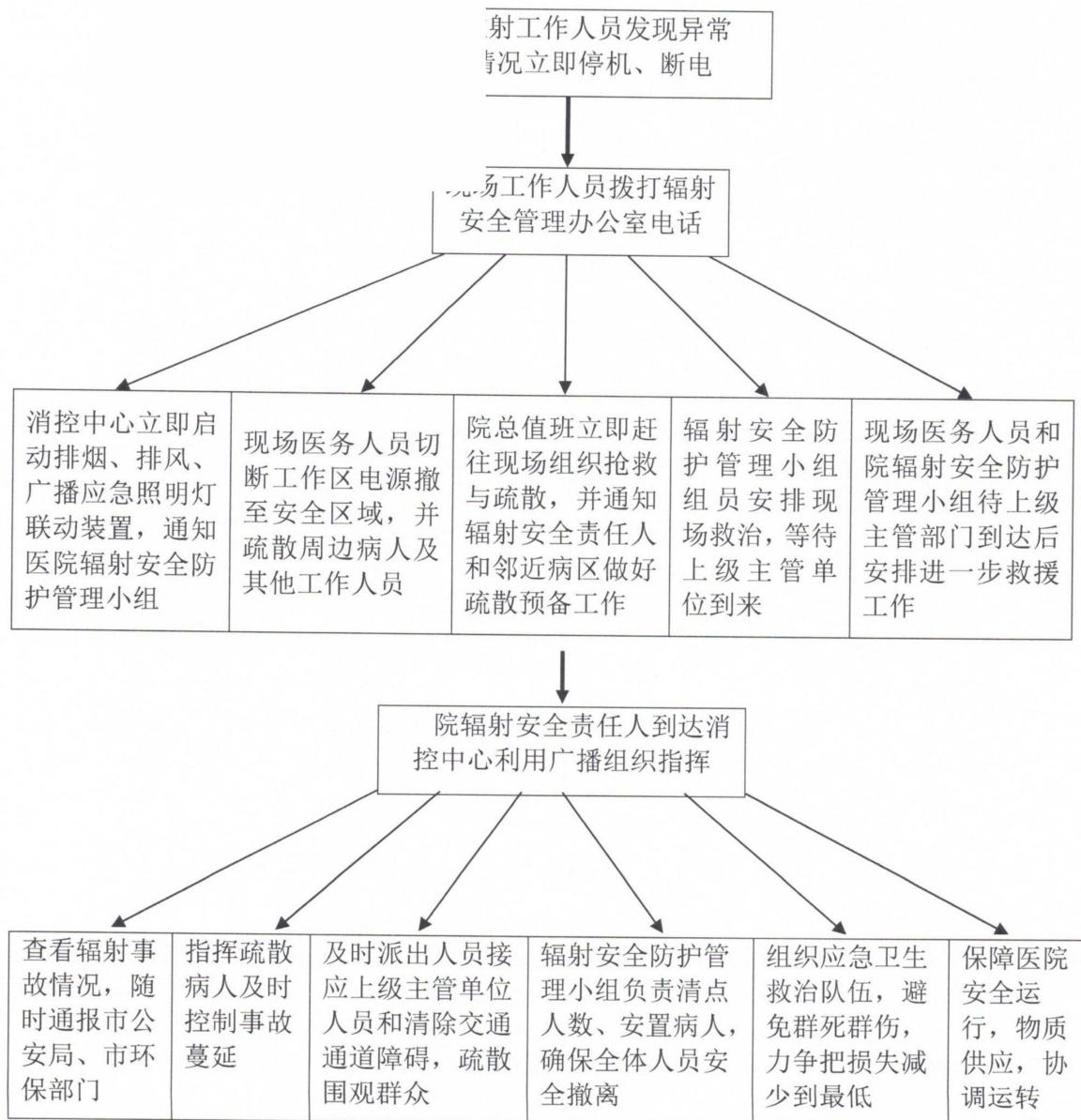
辐射事故初始报告表

事故单位 名 称	(公)					
法定代表人		地 址				
电 话			传 真			联 系
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	<input type="checkbox"/> 人员受照 <input type="checkbox"/> 人员污染		受 照 人 数		受 污 染 人 数	
	<input type="checkbox"/> 丢失 <input type="checkbox"/> 被 盗 <input type="checkbox"/> 失 控		事 故 源 数 量			
	<input type="checkbox"/> 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。

附录 3

故应急处理流程图



学科管理制度

管 实行主任负责制，不断健全和完善科室
学 量，密切与临床科室联系，全面完成核医
书 协助科主任工作。
书

2 根据医院年度工作要求和学科发展需要，结合科室具体情况，制定科室年度工作计划并组织实施，做好年终总结，肯定成绩，找出差距，以便改进和提高。

3.坚持执行各级人员岗位责任制，明确分工。人员相对固定，适当轮换，以扩大知识面，适应科室工作的需要，保证诊疗质量。

4.自觉遵守医院各项规章制度，坚守工作岗位，严格考勤考核。

5.健全科会制度，及时传达医院周会精神.每月开科室考评会一次，建立定期业务学习制度。

6.仪器使用应严格遵守操作规程.建立仪器使用登记制度，定期对仪器进行质控和维护保养，仪器发生故障应及时报告维修人员，从速修理，尽可能将由于仪器故障对工作造成的影响减小到最低程度。

7.根据工作需要设立与核素治疗有关的专科门诊，建立和执行医师接诊制度，有不能解决的问题应及时请示上级医师或科主任。

8.建立医师集体阅片制度，加强与相关影像科室及临床的联系，解决疑难问题，促进工作质量的提高。

9.积极协助各临床科室工作及临床医疗、教学和科研工作.促进医院各学科之间整体水平的提高。

放射性污染去污操作规程

是建立本科放射性污染去污的标准操作规程，

确保安全。

一、对于操作托盘中已污染的滤纸，应立即更换。

更换步骤：戴一次性乳胶手套，小心折叠被污染的滤纸，使其干净的一面在外，放入废物袋中，同时把有污染的手套和其他用于去污而受污染的物品一同放入废物袋中转移。

二、少量放射性液体溢出

(1)通知工作人员某处已发生放射性污染。

(2)阻止污染扩散：用强吸附力的纸覆盖在遗漏处以防止扩散。

(3)清除：戴一次性乳胶手套用强吸附力的纸在遗漏处反复擦式、清除，必要时可使用清洁剂帮助清洗。擦拭时注意应由外向内进行清洗，防止污染面扩大，然后小心折叠被污染的纸，使其干净的一面在外，放入废物袋中。同时把污染的手套和其他用于去污而受污染的物品一同放入废物袋中转移。

三、大量放射性液体溢出

(1)应立即通知工作人员撤离污染现场。

(2)防止污染扩散：用强吸附力的纸覆盖在遗漏处以防止扩散。

(3)铅屏蔽污染源：在确认污染不会再扩散的情况下，在污染源周围用铅砖搭起屏蔽墙，关闭该区域，禁止进入。待污染源衰变至较低水平时，按上述方法进行清除。

四、检测：用低量程放射性污染检测仪检查被污染区域有无放射性同位素残留。

五、人员污染：当人员受到污染时，需先去除被污染的衣物，装入废物袋中转移，用温水冲洗被污染的皮肤，然后

放射性药品采购、登记、使用、核对、保管制度

采购、登记、使用、核对、保管等工作环节，
，防止辐射事故发生。

2.1 适用范围：使用放射性药品的个人及科室。

2.2 规定：

2.2.1 放射性药品归核医学科统一管理采购，主任对放射性药品的使用进行监督检查，放射性药品由专人负责订购（核医学科主任），核医学科主任全面监管科室放射性药物的订购与使用。

2.2.2 订购于同位素服务中心的核素每天送到后及时签收。使用者认真核对所订购的放射性药物，并在放射性药品台账登记本上详细记录使用情况。

2.2.3 使用放射性药物时要认真做好核对工作，必须查对所用的放射性药物与诊治项目是否相符，并核对其剂量大小、比活度、标记时间、物理形状等，如发现不符合或异常应立即停止使用，并及时报告。

2.2.4 在使用放射性药品过程中注意加强个人防护，应采取相应的放射防护措施，使用个人防护设备，在操作过程中尽量做到“轻、快、准”。

2.2.5 放射性废物的处理遵守放射性废物管理制度及处理方法，及时登记废物处理、注销情况。

2.2.6 严禁采购、使用无批文、批号或相关有效证件的放射性药品或过期药品。

2.3 放射性药品使用者应具备相应的资格和资质，需要办理《放射性药品使用许可证》。

放射性污染去污操作规程

1. 污染的滤纸，应立即更换。

戴一次性乳胶手套，小心折叠被污染的滤纸，使其干
净放入废物袋中。同时把有污染的手套和其它用于去污
而受污染的物品一同放入废物袋中转移。

2. 少量放射性液体溢出

(1) 通知工作人员某处已发生放射性污染。
(2) 阻止污染扩散：用强吸附力的纸覆盖在溢漏处以防止扩散。
(3) 清除：戴一次性乳胶手套用强吸附力的纸在溢漏处反复擦拭、
清除，必要时可使用清洁剂帮助清洗。擦拭时注意应由外向内进行清
洗，防止污染面扩大。然后小心折叠被污染的纸，使其干净的一面在
外，放入废物袋中。同时把有污染的手套和其它用于去污而受污染的
物品一同放入废物袋中转移。

3. 大量放射性液体溢出

(1) 立即通知工作人员撤离污染现场。
(2) 阻止污染扩散：用强吸附力的纸覆盖在溢漏处以防止扩散。
(3) 铅屏蔽污染源：在确认污染不会再扩散的情况下，在污染源周
围用铅砖搭起屏蔽墙，关闭该区域，禁止进入。待污染源衰变至较低
水平时，按上述方法进行清除。

4. 检测：用低量程放射性污染检测仪检查被污染区域有无放射性
同位素残留。

5. 人员污染：当人员受到污染时，须先除去被污染的衣服，装入

废物袋中转移。用温水冲洗被污染的皮肤，然后再用中性肥皂洗净；若仍有残留，用塑料覆盖在被污染的皮肤上导致其出汗，然后用水冲洗污染处，中去因出汗分解的污染。

如果出现呼吸困难、胸痛或持续性咳嗽，应立即就医。

如果出现视力模糊、眼红或眼痛，应立即就医。

如果出现皮疹、面部肿胀或呼吸困难，应立即就医。

如果出现恶心、呕吐、腹痛或腹泻，应立即就医。

如果出现头痛、眩晕或失去平衡感，应立即就医。

如果出现呼吸困难、胸痛或持续性咳嗽，应立即就医。

如果出现皮疹、面部肿胀或呼吸困难，应立即就医。

如果出现恶心、呕吐、腹痛或腹泻，应立即就医。

如果出现头痛、眩晕或失去平衡感，应立即就医。

如果出现呼吸困难、胸痛或持续性咳嗽，应立即就医。

如果出现皮疹、面部肿胀或呼吸困难，应立即就医。

如果出现恶心、呕吐、腹痛或腹泻，应立即就医。

如果出现头痛、眩晕或失去平衡感，应立即就医。

如果出现呼吸困难、胸痛或持续性咳嗽，应立即就医。

如果出现皮疹、面部肿胀或呼吸困难，应立即就医。

如果出现恶心、呕吐、腹痛或腹泻，应立即就医。

如果出现头痛、眩晕或失去平衡感，应立即就医。

如果出现呼吸困难、胸痛或持续性咳嗽，应立即就医。

如果出现皮疹、面部肿胀或呼吸困难，应立即就医。

如果出现恶心、呕吐、腹痛或腹泻，应立即就医。

核医学科主任医师职责

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

核医学科技师职责

- 1、在科主任和高、中级医技人员指导下进行工作。
- 2、负责科室仪器设备的安装、使用、检查、保养和维修工作。
- 3、负责并执行科室放射性核素的贮存、保护和放射线的监护工作，做好防放工作。
- 4、带头并促进技士执行科室的规章制度和操作规程。
- 5、建立科室机器设备的使用档案，随时记录发生的故障和维修过程。
- 6、指导技士、进修人员的技术操作，参加并解决技术难题。
- 7、开展新技术和科研工作，不断提高技术水平，担任一定的培训任务。
- 8、承担科主任分配的其它工作。

放射工作人员培训计划

一、辐射安全管理小组在院长领导下，实行科主任负责制。实施放射科主任对辐射安全管理小组成员的统一领导和管理。科主任一般由学科带头人、高年资医生担任。

二、技术培训计划：计划对医师实行不同影像学方法的轮转学习，力求全面掌握影像学各种方法、以便发挥综合诊断的优势。鼓励高年资主治医师按人体解剖系统分专业深入钻研培养成某一方面的专家。技术人员实施相对固定，定期轮转，掌握放射科各种设备的操作、使用，实现一专多能；科主任全面管理好各岗位人员的工作，有计划地安排好各级人员的专业培养和提高。

三、辐射防护培训计划：根据生态环境部《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（2019年，第57号）、《关于做好2020年核技术利用辐射安全与防护培训和考核工作有关事项的通知》（环办辐射函〔2019〕853号）、《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（中华人民共和国生态环境部公告2021年第9号）的相关要求，医院应组织放射工作人员按照要求通过考核，考核合格后方可上岗，已经取得培训证的放射工作人员按照要求进行复训。

四、放射工作人员做到每个操作人员都进行培训，加强操作人员的辐射安全教育，增强操作人员在辐射工作岗位的可调节性，做到辐射人员轮流上岗，尽可能达到“防护与安全的最优化”的原则。所有从事辐射的工作人员每年接受法律法规和辐射安教育。

设备检修维护制度

- 1、设备负责人要组织操作人员学习正确使用设备，并进行必要的技术训练，培养人员自觉爱护医院设备的思想意识，做到设备“整齐、清洁、安全、正常”。
- 2、加强设备检修，防止设备的损坏，应提前制定设备日常维修和大修计划，并根据维修计划准备所需材料、备件。
- 3、设备检修必须有详细的检修记录，内容包括：检修原因、检修内容、检修后运行情况、检修人员、以及验收人员，检修记录应存入设备档案。
- 4、设备检修后，应组织质量验收，由维修主管与使用人员、设备管理人员共同验收。

仪器维修记录

仪器名称		型号	
编号		安装地点	
维修记录			
维修日期	维修类别	维修原因 (包括项目、原因及发现的问题)	维修人员签字

射线装置台帐管理制度

- 1、台帐管理人员必须认真填写放射性同位素及射线装置的基本技术参数和状态，建立一一对应的明细台帐；
- 2、对于射线装置应记载其名称、型号、射线种类、类别、用途、来源和去向等事项；
- 3、射线装置台帐应做到一机一卡，技术参数准确无误，不能私自涂改，做到物帐相符；
- 4、台帐管理人员应定期核对账目，做到准确无误；台帐不允许私自外借，应长期保存，其管理人员对台帐资料负保管责任。

附件九 关于确定年剂量管理目标值的文件

关于我院职业照射所致放射工作人员和公众

剂量管理目标值的确定

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)相关要求，为保证我院放射诊疗项目的正常运行，加强对放射工作人员剂量的管理，按照国家相关法律法规和标准的要求，结合我院放射诊疗工作实际情况，现明确我院放射工作人员和公众的年有效剂量管理目标值如下：

1、放射诊断相关放射工作人员：对放射诊断工作人员的年有效剂量管理目标值 $\leq 2.0\text{mSv/a}$ ，对公众成员的年有效剂量管理目标值 $\leq 0.1\text{mSv/a}$ 。

2、介入放射学相关放射工作人员：对介入医生的年有效剂量管理目标值 $\leq 5.0\text{mSv/a}$ ，控制室技师的年有效剂量管理目标值 $\leq 2.0\text{mSv/a}$ ，对公众成员的年有效剂量管理目标值 $\leq 0.1\text{mSv/a}$ 。

3、放射治疗相关放射工作人员：对放射治疗工作人员的年有效剂量管理目标值 $\leq 5.0\text{mSv/a}$ ，对公众成员的年有效剂量管理目标值 $\leq 0.1\text{mSv/a}$ 。

4、核医学科放射工作人员：对核医学科放射工作人员的年有效剂量管理目标值 $\leq 5.0\text{mSv/a}$ ，对公众成员的年有效剂量管理目标值 $\leq 0.1\text{mSv/a}$ 。

附件十 本项目核医学科场所的辐射屏蔽设计方案

宁远县人民医院

核医学科场所辐射屏蔽防护设计材料及厚度

房 卫 1 2	墙体	顶棚	地面	防护门
	+80mm 防护涂料	100mm 混凝土+100mm 防护涂料	100mm 混凝土+100mm 防护涂料	6mmPb
	+80mm 防护涂料	100mm 混凝土+100mm 防护涂料	100mm 混凝土+100mm 防护涂料	10mmPb
	+80mm 防护涂料	100mm 混凝土+100mm 防护涂料	100mm 混凝土+100mm 防护涂料	10mmPb
分装注射室	240mm 实心砖+80mm 防护涂料	100mm 混凝土+100mm 防护涂料	100mm 混凝土+100mm 防护涂料	门： 10mmPb 服药窗： 20mmPb
服药室	240mm 实心砖+80mm 防护涂料	100mm 混凝土+100mm 防护涂料	100mm 混凝土+100mm 防护涂料	注射窗： 2mmPb
甲亢留观室	240mm 实心砖+100mm 防护涂料	100mm 混凝土+100mm 防护涂料	100mm 混凝土+100mm 防护涂料	10mmPb
卫生间 1	240mm 实心砖+80mm 防护涂料	100mm 混凝土+100mm 防护涂料	100mm 混凝土+100mm 防护涂料	10mmPb
污洗间	240mm 实心砖+80mm 防护涂料	100mm 混凝土+100mm 防护涂料	100mm 混凝土+100mm 防护涂料	/
废物间	240mm 实心砖+80mm 防护涂料	100mm 混凝土+100mm 防护涂料	100mm 混凝土+100mm 防护涂料	6mmPb
过道 1	240mm 实心砖+60mm 防护涂料	100mm 混凝土+100mm 防护涂料	100mm 混凝土+100mm 防护涂料	6mmPb
注射后候诊室	北墙： 240mm 实心砖+2mmPb 其他侧： 240mm 实心砖+60mm 防护涂料	100mm 混凝土+60mm 防护涂料	100mm 混凝土+60mm 防护涂料	10mmPb 6mmPb
SPECT 机房	240mm 实心砖+60mm 防护涂料	100mm 混凝土+60mm 防护涂料	100mm 混凝土+60mm 防护涂料	6mmPb

附件十 本项目核医学科场所工作量规划情况

县人民医院

同位素使用情况一览表

序号	同位素、化学性状	日最大操作量(Bq)	年用量(Bq)
1	碘、低毒组	7.40×10^9	1.85×10^{12}
2	碘、中毒组	1.85×10^9	4.625×10^{11}

湖南省环境保护厅
关于对宁远县人民医院核技术利用改扩建项目
环境影响报告表的审批意见

宁远县人民医院：

你医院提交的《宁远县人民医院核技术利用改扩建项目环境影响报告表》及有关材料收悉。经审查，我厅提出如下审批意见。

一、项目概况与评价结论：

你医院位于宁远县舜陵镇重华北路1号，是一所由政府主办的二级甲等综合医院。本次核技术利用改扩建项目为新增1台医用血管造影X射线机（DSA），为Ⅱ类射线装置。

你医院提交报告表的格式和内容满足评审要求，评价结论可信。报告表对开展核技术利用情况描述清楚，辐射污染因子和主要污染途径确定准确，辐射安全和防护措施可行。你医院在落实报告表各项辐射安全和防护措施后，该项目对环境的影响是可以接受的。

二、在项目建设与运行中，你医院应着重做好以下工作：

- 1、严格按照国家相关标准、规范和环评报告表的要求进行

项目信息自检情况一览

建设项目建设信息

项目名称	宁远县人民医院核技术利用改扩建项目		项目代码	
建设性质	改建		环评文件类型	报告表
行业类别（分类管理名录）	191-核技术利用建设项目（不含在已许可场所增加不超出已许可活动种类和不高于已许可范围等级的核素或射线装置）		行业类别（国民经济代码）	Q8411-综合医院
项目类型	<input checked="" type="radio"/> 污染影响类		工程性质	<input checked="" type="radio"/> 非线性
建设地点	湖南省永州市宁远县舜陵镇重华北路1号		中心坐标	东经 111度 55分 45秒 北纬 25度 35分 40秒
环评文件审批机关	<input checked="" type="radio"/> 湖南省环境保护厅		环评审批文号	湘环许辐表[2018]31号
环评批复时间	2018-03-28		排污许可批准时间	
本工程排污许可证工编号			项目实际环保投资(万元)	100
验收监测(调查)报告编制机构名称	湖南省湘环环境研究有限公司		验收监测(调查)报告编制机构社会信用代码(或组织机构代码)	91430111MA4M4TCNXF
运营单位	宁远县人民医院		运营单位社会统一信用代码(组织机构代码)	1243112644788624XF
施工时间	2018-10-22		验收监测施工时间	无
调试起始时间			调试结束时间	
验收报告公开起始时间	2019-02-22		验收报告公开结束时间	2019-03-20
验收报告公开形式及载体	网站 http://www.eiafans.com/thread-1200581-1-1.html			

丁里杰环境公司

在线咨询 

ONLINE CONSULTATION

湖南省生态环境厅
关于宁远县人民医院放疗中心核技术利用建设
项目环境影响报告表的批复

宁远县人民医院：

你医院报送的《关于宁远县人民医院放疗中心核技术利用建设项目申请环评批复的报告》、湖南省生态环境事务中心《关于宁远县人民医院放疗中心核技术利用建设项目环境影响报告表技术评估意见的报告》（湘环事评辐〔2022〕99号）、永州市生态环境局的初审意见及相关附件收悉。经研究，批复如下：

一、为了改善基础设施条件，宁远县人民医院拟在住院大楼南侧新建放疗中心（为2层地上建筑，该放疗中心整体建设项目已进行了环境影响评价登记表备案），本次主要在放疗中心一楼新建1间直线加速器机房，新增1台10MV医用电子直线加速器，用于肿瘤治疗。医用电子直线加速器属于Ⅱ类射线装置。本项目总投资2500万元，其中环保投资180万元，占总投资的7.2%。

二、在项目建设和运行管理中，你医院必须严格执行环保法律法规，认真落实报告表提出的各项污染防治措施，并着重做好如下工作：

（一）你医院应完善并落实辐射防护、环境安全管理、事故

附件十三 SPECT/CT 备案文件

建设项目环境影响登记表

填报日期：2025-11-13

项目名称	放疗中心三楼新增1台SPECT/CT设备	
建设地点	建筑面积 (m ²)	40
建设单位	法定代表人或者 主要负责人	李万忠
联系人	联系电话	18774668885
项目投资(万元)	环保投资(万元)	15
拟投入生产运营 日期	2025-12-30	
建设性质	新建	
备案依据	该项目属于《建设项目环境影响评价分类管理名录》中应当填报环境影响登记表的建设项目，属于第172核技术利用建设项目项中销售I类、II类、III类、IV类、V类放射源的；使用IV类、V类放射源的；医疗机构使用植入治疗用放射性粒子源的；销售非密封放射性物质的；销售II类射线装置的；生产、销售、使用III类射线装置的。	
建设内容及规模	建设内容：放疗中心三楼新增1台SPECT/CT。 建设规模： 使用1台SPECT/CT，型号未定，最大管电压为140kV，最大管电流为800mA； 场所：放疗中心三楼核医学科SPECT/CT机房	

主要环境影响	辐射环境影响	<p>采取的环保措施及排放去向</p> <p>环保措施:</p> <p>环保措施: (1) SPECT机房的四面墙体为240mm实心砖60mm防护涂料, 顶棚地面为100mm混凝土60mm防护涂料, 防护门窗为6mmPb防护材料, 机房辐射防护屏蔽厚度均能满足《医用X射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013) 中的相关要求。 (2) SPECT机房的设置充分考虑了邻室及周围场所的防护与安全, 机房长宽分别为6.0m×6.5m, 有效使用面积为39平方米, 机房最小单边长度、有效使用面积均能满足《医用X射线诊断放射防护标准》(GBZ130-2020) 中的相关要求。</p> <p>(3) SPECT机房防护门上张贴电离辐射警示标识。</p> <p>(4) 制定规章制度、操作规程、应急处理措施, 并张贴上墙。 (5) 防护门和铅玻璃的生产由有生产资质的厂家进行生产。</p> <p>(6) 配备适量的符合防护要求的各种辅助防护用品, 如铅衣、铅帽、铅围脖等。 (7) 辐射工作人员均按要求进行个人剂量检测、职业健康体检和辐射安全与辐射安全防护知识培训, 建立了个人健康监护档案, 终身保存。 (8) 加强医院射线装置的维护, 加强检查, 使X射线装置处于正常工作状态。</p>
--------	--------	---

承诺: 宁
建设项目建设
由此导致

填写各项内容真实、准确、完整,
办法》的规定。如存在弄虚作假、
医院李万忠承担全部责任。

法定代表人或主要负责人签字:

备案回执

该项目环境影响登记表已经完成备案, 备案号: 20254311260000