

核技术利用建设项目
东安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)

东安县人民医院（盖章）

2026年01月

核技术利用建设项目
东安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: 东安县人民医院
建设单位法人代表(签名或签章): _____
通讯地址: 永州市东安县白牙市镇建设大道 478 号
邮政编码: _____ 系人: _____
电子邮箱: _____ 联系电话: _____

打印编号: 1768550441000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	526x72		
建设项目名称	东安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)	东安县人民医院		
统一社会信用代码	1243112244		
法定代表人(签章)	刘良涛		
主要负责人(签字)	徐翼		
直接负责的主管人员(签字)	文球甲		
二、编制单位情况			
单位名称(盖章)	湖南省		
统一社会信用代码	9143011		
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	03520240543000000018		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		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		李紫薇

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	17
表 3 非密封放射性物质	18
表 4 射线装置	19
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	20
表 6 评价依据	21
表 7 保护目标与评价标准	23
表 8 环境质量现状	36
表 9 项目工程分析与源项	40
表 10 辐射防护与安全措施	52
表 11 环境影响分析	75
表 12 辐射安全管理	81
表 13 结论及建议	102
表 14 审批	110

附录

附图

- 附图一 项目所在地理位置图
- 附图二 医院总平面布置图
- 附图三 第三住院部一楼平面布置图（核医学科所在位置）
- 附图四 第三住院部二楼平面布置图（核医学科楼上）
- 附图五 拟改建场所原始平面布置图

- 附图十二 场所内现状照片

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 辐射防护安全管理委员会文件
- 附件五
- 附件六
- 附件七
- 附件八 辐 防护相关 理制 及应 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 核医学科核素使用情况及工作量规划
- 附件十二

表1 项目基本情况

项目名称	东安县人民医院新增核医学科核技术利用建设项目				
建设单位	东安县人民医院				
法人代表	刘良涛	联系人		联系电话	
注册地址	东安县白牙市镇建设大道 478 号				
项目建设地点	永州市东安县白牙市镇建设大道 478 号				
立项审批部门	/		批准文号	/	
核技术利用项目总投资（万元）		核技术利用项目环保投资（万元）		投资比例	
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)	
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	/		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
	其他	无			

1.1 建设单位概况

东安县人民医院是一所集医疗、科研、教学、康复、预防、急救于一体的三级综合医院，全国百姓放心示范医院，爱婴医院，全县 120 急救中心。担负着全县及周边地区 70 余万人口的医疗预防保健工作。医院占地面积 58474.05 平方米，建筑面积 66612.41 平方米，已投入使用的第二住院部为 14000 平方米的综合住院大楼，内设标准化护理单元，771 平方米的现代标准化消毒供应中心，2700 平方米的洁净手术部、1350 平方米的标准化产房和重症医学科，为广大病友提供了安全、舒适的住院环境。已投入使用的新建 18000 平米第三住院部院区，将打

续表 1 项目概况

造出标准化健康管理中心、区域放射治疗中心、血液净化治疗中心等特色专科，为医院重点学科建设和高质量发展提供基础设施保障。医院技术力量雄厚，在职职工 813 人，其中卫生专业技术人员 720 人，占在职人数比例为 88%；其中卫生专技类正高级职称 17 人，副高级职称 95 人，中级职称 277 人，硕士研究生 8 人。医院现有编制病床位 860 张，实际开放床位 500 张；医院开设临床医技科室 34 个，其中骨科、呼吸内科等科室荣获市级重点专科称号，儿科、神经内科、心内科、重症医学科、泌尿外科、护理部等科室也获得市县区级重点专科认定。医院设施、设备先进，拥有美国 GE680 64 排螺旋 CT、美国 GE360 1.5T 磁共振、飞利浦 MX16 EV02 16 排螺旋 CT、美国 GE 平板数字血管显影 X 线机(DSA)、全数字 X 射线摄影机 (DR) 等高端医疗设备，满足了临床科室专科发展的需要。

1.2 项目由来

为顺应医院长远发展，医院重新调整第三住院部西北侧部分区域的布局规划，拟投资 350 万元在第三住院部一楼西北侧区域利用辅助用房（更衣室、缓冲间、淋浴间及走廊等）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 用于甲亢治疗以及甲状腺功能检测，使用核素 ^{125}I 粒子源用于肿瘤治疗，日等效最大操作量为 $3.71\times 10^8\text{Bq}$ ，为乙级非密封放射性物质工作场所。

目前该场所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，东安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）的要求，编制了本项目的环境影响报告表。

1.3 项目概况

续表 1 项目概况

1.3.1 建设项目基本信息

- (1) 项目名称：东安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：永州市东安县白牙市镇建设大道 478 号东安县人民医院第三住院部一楼西北侧
- (3) 建设性质：改扩建
- (4) 建设单位：东安县人民医院
- (5) 投资：核技术总投资 元，其中环保投 万元，占总投资的
- (6) 建设规模：在第三住院部一楼西北侧利用辅助用房（更衣室、缓冲间、淋浴间及走廊等）改建为核医学科场所 目前该场所未进行改造。本次改建后的核医学科场所主要使用核素 ^{131}I 用于甲亢治疗及甲状腺功能测定，使用核素 ^{125}I 粒子源用于肿瘤治疗，日等效最大操作量分别为 $3.71 \times 10^8 \text{Bq}$ ，为乙级非密封放射性物质工作场所。

本项目拟使用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	核素名称	半衰期	物理、化学性状	操作方式	工作负荷(人/次/d)	单位(Bq)				用途
						单人使用量	日最大操作量	日等效最大操作量	年最大用量	
1	^{131}I	8.02d	液态、中毒组	简单操作				3.7×10^8	1.85×10^{11}	甲亢治疗
2	^{131}I	8.02d	液态、中毒组	简单操作				3.7×10^5	1.85×10^8	甲测
3	^{125}I	59.4d	固态、中毒组	很简单操作				8.88×10^6	2.22×10^{12}	肿瘤治疗
合计		乙级非密封放射性物质工作场所						3.71×10^8	/	
使用位置		第三住院部一楼西北侧核医学科								
备注：		根据《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》（环办辐射函[2016]430 号）文件，医疗机构使用 ^{18}F 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{125}I 粒子源相关活动视为“很简单的操作”，使用 ^{131}I 核素相关活动视为“简单操作”。								

(7) 本项目核医学科拟使用非密封放射性物质为 ^{131}I ，依据医院提供的工作量估算：

1、甲亢治疗：医院采取预约制，每天治疗人数 10 人，每周工作 1 天，每周

续表 1 项目概况

二上午接诊，全年工作 50 周，全年治疗人数 500 人，每人最大用药量 $3.7 \times 10^8 \text{Bq}$ (10mCi)。

2、甲状腺功能测定：医院采取预约制，每天检测人数 10 人，每周工作天，每周一接诊，年工作 50 周，全年检测人数 500 人，每人最大用药量 $3.7 \times 10^5 \text{Bq}$ (0.01mCi)。

3、粒子植入治疗：医院采取预约制，每天治疗人数 2 人，每周工作 5 天，年工作 50 周，全年检测人数 500 人，每人最大用药量 $4.44 \times 10^9 \text{Bq}$ (120mCi)。

4、 ^{131}I 每周送药一次，每次送药不超过 $3.7 \times 10^9 \text{Bq}$ ； ^{125}I 粒子源每天送药一次，每次送药不超过 $8.88 \times 10^9 \text{Bq}$ 。

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 4 人（2 名护士，2 名医师），医院拟配置的 2 名中级以上专业技术职务任职资格的核医学医师为外聘，2 名护士为现有工作人员中调用，人员配置满足《放射诊疗管理规定》第七条中相关要求。

上述工作人员均纳入辐射工作人员进行管理，从事核医学科辐射相关工作后不再从事其他放射工作，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。

建设单位年运营 365 天，其中核医学科核素操作天数年不超过 250 天，每天工作时间不超过 4h。

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、环保工程四部分组成。项目组成见下表 1-2。

表 1-2 本项目主要工程建设内容一览表

序号	项目	组成	依托关系
一 主体工程			
核医学科	工作场所	位于第三住院部一楼西北侧，建筑面积约 100m^2 ，层高 4.5m。拟设置卫生通过间、分装质控室、储源室、甲亢服药室、甲亢留观室、废物间、甲功测定室等功能用房。	拟拆除部分现有墙体，内部布局新建

续表 1 项目概况

	放射性核素	使用核素 ^{131}I ，日等效最大操作量为 $3.7 \times 10^8 \text{Bq}$ （其中甲测日等效最大操作量为 $1.85 \times 10^5 \text{Bq}$ ，甲亢治疗日等效最大操作量为 $3.7 \times 10^8 \text{Bq}$ ）；使用核素 ^{125}I 粒子源，日等效最大操作量为 $8.88 \times 10^6 \text{Bq}$ ；日等效最大操作量合计为 $3.71 \times 10^8 \text{Bq}$ ，合计为乙级非密封放射性物质工作场所。	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，污污分流。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动力排风装置，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 2.0m^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第三住院部西北侧一楼核医学科，由卫生通过间进入核医学科分装质控室（或储源室）内。	新建	
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，控制区边界穿墙管道处采取一定的补偿（ 5mmPb 铅皮包裹），气流组织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	项目在第三住院部北侧绿化带下方新建 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），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；衰变池前端设计有 1 个污泥池（配备 2 台自动搅匀排污泵，带切割装置，周期交替使用，防止污物淤积），单个衰变池有效体积为 6m^3 （，共 3 个池体	依托+新建

续表 1 项目概况

			为槽式工艺，共 $18m^3$ ；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。	
		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 ($3.2m^2$) 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由资质单位处理。未用完的放射性药物暂存后作为放射性固废衰变处置。废弃粒子源由厂家回收处置。	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

场所名称	四侧墙体	顶棚	防护门
卫生通过间			-
储源室			-
分装质控室			-
甲亢服药室			-
甲亢留观室			-
甲亢留观室内			-
卫生间			-
废物间			-
粒子植入病房			-

备注：屏蔽材质的密度：，实心砖 $1.65g/cm^3$ ，混凝土 $2.35g/cm^3$ ，钡水泥 $2.79g/cm^3$ ，铅 $11.3g/cm^3$ 。后文密度同此，不再重复。

1.3.4 配套设施、设备

续表 1 项目概况

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					
序号	名称	数量	位置	用途	备注
1	表面污染检测仪	1 台	卫生通过间	工作场所检测	新增
2	源容器	2 个	储源室	源容器	新增
3	分装柜	1 个	分装质控室	分装柜铅当量为 30mmPb, 用于药物分装防护	新增
4	服药窗	1 个	分装质控室	20mmPb, 服药防护	新增
5	放废桶	4 个	场所内	10mmPb, 用于存放放射性废物	新增
6	语音/对讲系统	1 套	整个工作场所	分装质控室, 甲亢服药室, 服药窗口, 甲亢留观室, 进出口区域等	新增
7	监控系统	1 套	整个工作场所	分装质控室, 甲亢服药室, 服药窗口, 甲亢留观室, 进出口区域等	新增
8	门禁系统	多处	患者出入 口、医生出入口	规范病人、医护人员路径流向等	新增
9	防护用品（铅衣、铅眼镜、铅围脖、铅帽、铅手套等）	2 套	卫生通过间	医护人员防护	新增
10	放射性污染防护服	若干	卫生通过间	医护人员防护	新增
11	过滤式口罩	多副	卫生通过间	防止吸入放射性废气	新增
12	固定式在线剂量报警装置	1 套	各通道出入 口	多个探头, 检测区域辐射水平, 在操作室内分屏显示	新增
13	个人剂量报警仪	2 台	工作人员佩 戴	个人受照剂量监控报警	新增
14	托盘、镊子、长柄钳子等常规护士器械	1 套	分装质控室	护士注射使用器械	新增
15	器械柜	1 个	分装质控室	医用工具收储	新增
16	洗消设备	按需	污洗间	核素清洗	新增
17	智能化 X-γ 辐射仪	1 台	卫生通过间	工作场所检测	新增

续表 1 项目概况

	(手持式)				
18	个人剂量计	按需	辐射工作人员随身佩戴	个人剂量监控	新增
19	滤纸、吸水纸等应急去污用品	按需	分装质控室	应急处理	新增
20	探测光子能量下限 低于 27keV 的辐射 防护监测仪	1 台	分装质控室	检测	新增

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

东安县人民医院位于永州市东安县白牙市镇建设大道 478 号，医院东侧、南侧、北侧均为道路，西侧为荒地。

1.4.2 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目标为涉源场所以及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 γ 射线、 β 射线、轫致辐射、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，或集中于无人长期居留的建筑物的一端或底层，设置相应的物理隔离和单独的人员、物流通道。

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

续表 1 项目概况

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。



图 1-1 项目所在位置周围环境概况图

本项目核医学科场所位于第三住院部一楼西北侧，第三住院部位于医院西侧，第三住院部四周均为院区道路，为地上 6 层建筑。本项目位于一楼西北侧，场所东侧为值班室、电梯间、卫生间及出院大厅，南侧为诊疗用房西侧为楼外过道及绿化带，北侧为楼外过道及绿化带，楼上为值班室、更衣室、淋浴间等，楼下为夯实土层。核医学科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，衰变池位于第三住院部北侧绿化带地下，衰变池南侧为与第三住院部之间为排水沟盖板及道路，东侧、西侧及北侧为绿化带，上方为覆土层+绿化带，建设单位拟在衰变池上方设置围栏，张贴电离辐射警示标识。

续表 1 项目概况

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经过实体墙体屏蔽；放射性废水单独的管道引至衰变池进行衰变；放射性固废按照要求在废物暂存间暂存达到标准要求时间后按照医疗固废进行处置；放射性废气沿墙体向上延伸本栋建筑楼顶排放，在排气口前端设置活性炭吸收装置后排放，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

核医学科场所整个区域按照由中间向四周发散设置，高活性区（储源室及分装质控室）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后离开核医学科，周围一般无公众长时间停留；场所分区明显，单向路径；衰变池位于第三住院部北侧绿化带下方，距离核医学科较近，放射性废水管网相对来说较短。

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，上述射线装置及其工作场所均已进行环境影响评价，已于 2025 年 04 月 01 日取得了辐射安全许可证，湘环辐证【00194】，有效期至 2027 年 07 月 27 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 1-5 医院现有射线装置情况表

续表 1 项目概况

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。

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44名（名单详见下表1-6），上述辐射工作人员均已取得核技术利用成绩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测结果无异常，辐射工作人员均已在2024年12月进行了职业健康体检，其中：

（1）放射复查3人，（2）放射健康检查必检项目缺检1人（重叠1人），（3）放射健康检查六个月定期观察人员1人。辐射工作人员核技术利用成绩单、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

表 1-6 现有放射工作人员情况一览表

序号
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20

续表 1 项目概况

21	—
22	—
23	—
24	—
25	—
26	—
27	—
28	—
29	—
30	—
31	—
32	—
33	—
34	—
35	—
36	—
37	—
38	—
39	—
40	—
41	—
42	—
43	—
44	—

续表 1 项目概况

备注: MDL 为最低可探测水平。

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, 制定了一系列的辐射防护相关管理制度, 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。

续表 1 项目概况

(7) 现有防护用品配置情况

表 1-7 现有防护用品配置情况一览表

名称	参数 (mmPb)	数量	使用情况
辐射防护用品			正常使用
			正常使用
自主检测仪器			正常使用

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。

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。

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2024年4月11日。建设单位已在规定时间内完成了整改并上传了整改报告。

具体内容如下：

表 1-8 最近一次监督检查及整改情况

序号	整改问题	整改情况	备注
1	骨科部分手术医生需在射线下操作小 C 臂进行手术	加强对骨科辐射安全工作的管理,加强对小 C 臂机的工作场所检测,加强对工作人员的培训考核及防护情况的监督	均已整改完成,并在规定时间内上传了整改报告
2	搬迁或新增设备需履行环保手续	已完成	
3	2 台 CT 未使用, 辐射安全申报系统中设备状态信息不正确	已更正	
4	法人 2 月变更, 未及时变更辐射	已变更	

续表1 项目概况

安全许可证			
5	辐射安全防护自主考核不规范，无考试试卷	已重新组织考核，并按规范进行记录存档	
6	辐射工作人员台账不完善，介入工作人员范围界定不合理	经过对我院辐射工作人员的日常工作内容、职业健康体检档案、辐射安全考核合格情况的认真审查，将暂时未从事辐射工作者从名单中删除，不作为辐射工作人员管理，不再进行个人剂量检测。	
7	辐射安全管理无牵头部门	已调整辐射安全管理委员会各部门职责，下设辐射安全管理办公室，由医务科张海华统一牵头负责管理各部门辐射安全的日常工作。详情见附表《辐射安全管理委员会》	

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	3.7×10^9	3.7×10^8	1.85×10^{11}	显像诊断	很简单操作	第三住院部一楼西北侧核医学科	储源室
2	¹³¹ I	液态、中毒组	使用	3.7×10^6	3.7×10^5	1.85×10^8	甲亢治疗/甲测	简单操作		储源室
3	¹²⁵ I粒子源	固态、中毒组	使用	8.88×10^9	8.88×10^6	2.22×10^{12}	植入治疗	很简单操作		储源室
合计			/	3.71×10^8	/	/	/	/	/	/
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 (μA)	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	/	/	/	总 $\beta < 10\text{Bq/L}$ ^{131}I 活度浓度 $< 10\text{Bq/L}$	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 ，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废物暂存间，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、废吸水纸、一次性水杯、废抹布、废活性炭滤芯等，衰变池沉渣、废弃粒子源	固态	^{131}I 、 ^{125}I 粒子源	少量	少量	少量	比活度 $< 10\text{Bq/g}$	置于衰变桶 暂存在放射废物间	每袋固废表面剂量率不超过 0.1mSv/h ，质量不超过 20kg ，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，放射性表面污染小于 0.8Bq/cm^2 后，做一般医疗固废进行处置。
放射性废气	气态		少量	少量	少量	少量	--	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/m^3 ；年排放总量用 kg 。

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

表 6 评价依据

法规文件	<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) 《放射性废物安全管理条例》(中华人民共和国国务院令第612号);</p> <p>(7) 《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>(8) 《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>(9) 国家危险废物名录(2025年版)(2025年1月1日施行);</p> <p>(10) 《危险废物贮存污染控制标准》(GB 18597-2023)(2023年7月1日起实施);</p> <p>(11) 《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>(12) 《放射工作人员职业健康管理规定》(中华人民共和国卫生部令第55号,2007年11月1日);</p> <p>(13) 《产业结构调整指导目录(2024年本)》,2024年2月1日起施行;</p> <p>(14) 《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>(15) 《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>
------	--

续表 6 评价依据

技术 标准	<p>(16) 《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>(17) 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》(2021年, 第9号);</p> <p>(18) 《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>(19) 《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) 《表面污染测定 第1部分: β发射体($E_{\beta\max} > 0.15\text{MeV}$)和$\alpha$发射体》(GB14056.1-2008);</p> <p>(6) 《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005);</p> <p>(7) 《放射性废物管理规定》(GB14500-2002);</p> <p>(8) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020);</p> <p>(9) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021);</p> <p>(10) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021);</p> <p>(11) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019);</p> <p>(12) 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》(HJ1326-2023)。</p>
----------	---

续表 6 评价依据

其他	<p>(1) 辐射环境影响评价委托函（附件一）； (2) 本项目电离辐射监测报告：湘环院（HJ）2601002 号（附件二）； (3) 《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015 年 7 月）； (4) NCRP147 号报告； (5) ICRP 第 94 号出版物； (6) 《实用辐射安全手册》（第二版）（丛慧玲，北京：原子能出版社）； (7) 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

7.2 环境保护目标

东安县人民医院位于永州市东安县白牙市镇建设大道 478 号，医院东侧、南侧、北侧均为道路，西侧为荒地。

本项目核医学科场所位于第三住院部一楼西北侧，第三住院部位于医院西侧，第三住院部四周均为院区道路，为地上 6 层建筑。工作场所周围主要环境保

续表 7 保护目标与评价标准

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 核医学科场所周围（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			
核医学科 (包含衰变池)	第三住院部一楼西北侧	内环境		场所内		辐射工作人员
		东	紧邻至~20m	电梯井、出院大厅、值班室、卫生间	公众成员	
		南	紧邻~50m	放射科用房、入院大厅等	公众成员	
		楼上		值班室、更衣室、淋浴间；衰变池上方为绿化带	公众成员	
		外环境	东	20m~50m	道路及绿化庭院	公众成员
			西	0~50m	绿化带、道路、荒地	公众成员
			北	紧邻~13m	绿化带、道路	公众成员
				13~32m	健康管理中心（4F）	公众成员
			32~50m		荒地	公众成员

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。

续表 7 保护目标与评价标准

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放射性表面污染的控制

工作人员体表、内衣、工作服、以及工作场所的设备和地面等放射性表面污染的控制应遵循附录 B (标准的附录 B) B11 所规定的限值要求。

工作场所的放射性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
	监督区	4×10 ⁻¹	4
工作服、手套、工作鞋	控制区	4×10 ⁻¹	4×10 ⁻¹
	监督区		4
手、皮肤、内衣、工作袜		4×10 ⁻²	4×10 ⁻¹

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	>4×10 ⁹

续表 7 保护目标与评价标准

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
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。

续表 7 保护目标与评价标准

<p>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。</p> <p>e) 运用行政管理程序和实体屏障限制进出控制区。</p> <p>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。</p>
<p>6.4.2 监督区</p>
<p>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。</p>
<p>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。</p>
<p>(2) 《核医学辐射防护与安全要求》 (HJ1188-2021)</p>
<p>4.4.2 剂量约束值</p>
<p>4.4.2.1 一般情况下，职业照射的剂量约束值不超过 5mSv/a;</p>
<p>4.4.2.2 公众照射的剂量约束值不超过 0.1mSv/a。</p>
<p>6.1 屏蔽要求</p>
<p>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。</p>
<p>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 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 Sv/h。</p>
<p>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 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 Sv/h。</p>
<p>6.1.7 固体放射性废物收集桶、曝露于地面致使人员可以接近的放射性废液收集罐体和管道应增加相应屏蔽措施，以保证其外表面 30cm 处的周围剂量当量率小于 2.5\mu Sv/h。</p>
<p>6.1.8 放射性物质贮存在专门场所内，并应有适当屏蔽。</p>
<p>6.3 密闭和通风要求</p>

续表 7 保护目标与评价标准

6.3.1 核医学工作场所应保持良好的通风，工作场所的气流流向应遵循自清洁区向监督区再向控制区的方向设计，保持工作场所的负压和各区之间的压差，以防止放射性气体及气溶胶对工作场所造成交叉污染。
6.3.4 放射性物质的合成、分装以及挥发性放射性核素的操作应在手套箱、通风橱等密闭设备中进行，防止放射性液体泄漏或放射性气体及气溶胶逸出。手套箱、通风橱等密闭设备应设计单独的排风系统，并在密闭设备的顶壁安装活性炭或其他过滤装置。
6.3.5 通风橱应有足够的通风能力
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，

续表 7 保护目标与评价标准

可对废物清洁解控并作为医疗废物处理：

- b) 所含核素半衰期大于 24 小时的放射性固体废物暂存时间超过核素最长半衰期的 10 倍；
- c) 含碘-131 核素的放射性固体废物暂存超过 180 天。

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

续表 7 保护目标与评价标准

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:

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

c) 含碘-131 核素的放射性固体废物暂存超过 180 天。

7.3.3.3 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。

(3) 《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。

续表 7 保护目标与评价标准

7.2 患者出院的管理要求

7.2.1 接受 ^{131}I 治疗的患者, 应在其体内的放射性活度降至 400 MBq 或距离患者体表 1m 处的周围剂量当量率不大于 $25\mu\text{Sv}/\text{h}$ 方可出院, 以控制该患者家庭与公众成员可能受到的照射。对接受其他放射性药物治疗的患者仅当患者体内放射性活度低于附录 L 中 L.2 要求时才能出院。患者体内活度检测控制应按附录 L 中 L.3 推荐的方法进行。

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。

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 $0.1\text{mSv}/\text{h}$, 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: $\beta < 0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 。

(4) 《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

续表 7 保护目标与评价标准

【2016】430 号)

一、关于放射性药品生产、使用场所的管理

(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:

- 1、利用钼锝发生器淋洗 ^{99m}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 、 ^{99m}Tc 、 ^{125}I 粒子源相关活动视为“很简单的操作”, 使用 ^{131}I 核素相关活动视为“简单操作”。

(5) 《关于核医学科标准相关条款咨询的复函》(辐射函〔2023〕20 号)

一、关于槽式衰变池中含碘-131 放射性废水排放

含碘-131 放射性废水可按照下列任意一种方式进行排放:

(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 ($9\text{E}+5$ 贝可), 每月排放的废水中碘-131 总活度不超过 10ALImin ($9\text{E}+6$ 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。

续表 7 环境保护目标与评价标准

根据上述标准,结合本项目拟使用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				标准来源
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)	
辐射工作人员	20	辐射工作人员	5	
公众人员	1	公众人员	0.1	
二、控制区辐射防护控制限值				
控制区周围剂量当量率	①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 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。放射性药物通风柜、注射窗、服药窗口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 5cm 处的周围剂量当量率小于 $25\mu\text{Sv}/\text{h}$; ②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外表面 30cm 处的周围剂量当量率小于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。			HJ1188-2021 GBZ120-2020
表面污染	表面类型		β 放射性物质 (Bq/cm^2)	GB18871-2002 GBZ120-2020
	工作台、设备、墙壁、地面	控制区	4×10	
		监督区	4	
	工作服、手套、工作鞋	控制区、监督区	4	
	其他 (手、皮肤、内衣、工作袜)		0.4	
放射性固体废	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; 废物包装盒外表面: $\beta < 0.4 \text{ Bq}/\text{cm}^2$			GBZ120-2020

续表 7 环境保护目标与评价标准

物	放置经过标准时间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 Bq/cm^2	HJ1188-2021
放射性废水	暂存时间 ≥ 180 天可直接排放, 或者不满 180 天排放前监测总 β 放射性 $< 10 \text{ Bq/L}$	HJ1188-2021 辐射函〔2023〕 20 号
三、通风		
核医学科场所	分装柜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 0.5 m/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。	GBZ120-2020 HJ1188-2021

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

受东安县人民医院的委托，湖南省湘环环境研究院有限公司于 2026 年 01 月 08 日对项目拟建地（E: 111° 17' 2.353"，N: 26° 23' 46.706"）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

《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，在第三住院部一楼西北侧核医学科拟建区域内，拟建区域楼上，第三住院部周围道路等位置布点。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

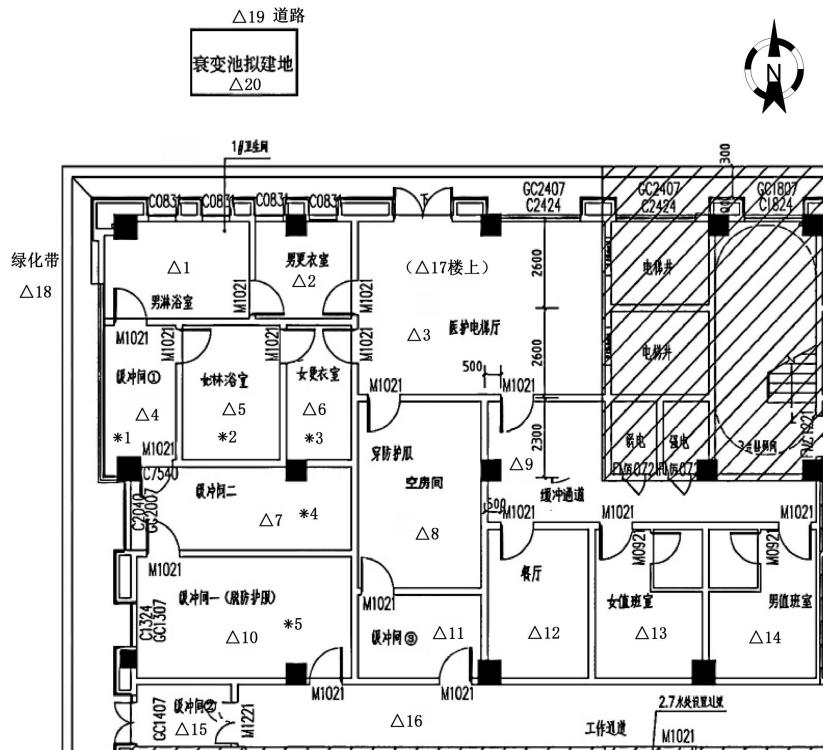
要求进行三级审核。本次检测工况见下表 8-1, 检测所使用的仪器情况见表 8-2。

表 8-1 检测工况

时间	天气情况	相对湿度	温度
2026 年 01 月 08 日	晴	34%	15°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	0.01 μ Sv/h~200 μ Sv/h 0.01 μ Gy/h~200 μ Gy/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: \triangle 为环境 γ 辐射检测点位置、* 为 β 表面污染检测点位置。

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	第三住院部一楼男淋浴室	61.8	楼房
△2	第三住院部一楼男更衣室	79.6	楼房
△3	第三住院部一楼医护电梯厅	70.0	楼房
△4	第三住院部一楼缓冲间①	70.8	楼房
△5	第三住院部一楼女淋浴室	69.9	楼房
△6	第三住院部一楼女更衣室	64.4	楼房
△7	第三住院部一楼缓冲间二	83.4	楼房
△8	第三住院部一楼空房间	59.5	楼房
△9	第三住院部一楼缓冲通道	69.6	楼房
△10	第三住院部一楼缓冲间一	73.2	楼房
△11	第三住院部一楼缓冲间③	71.8	楼房
△12	第三住院部一楼餐厅	80.8	楼房
△13	第三住院部一楼女值班室	65.7	楼房
△14	第三住院部一楼男值班室	59.1	楼房
△15	第三住院部一楼缓冲间②	78.2	楼房
△16	第三住院部一楼工作通道	56.1	楼房
△17	拟建核医学区域楼上	84.5	楼房
△18	第三住院部西侧绿化带	68.2	道路
△19	第三住院部北侧道路	67.5	道路
△20	衰变池拟建地上方绿化带	63.4	道路

备注：1、本次测量仪器读出单位为 $\mu\text{Gy/h}$ ，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 $D\gamma = k1 \times k2 \times R\gamma \times k3 \times Dc$ ；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 14.2nGy/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° 17' 2.353"，地理纬度 N: 26° 23' 46.706" 及海拔高度 159m），

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	第三住院部一楼缓冲间①	<MDL	室内
*2	第三住院部一楼女淋浴室	<MDL	室内
*3	第三住院部一楼女更衣室	<MDL	室内
*4	第三住院部一楼缓冲间二	<MDL	室内
*5	第三住院部一楼缓冲间一	<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=0.042Bq/cm²。

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 8-4 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56.1~84.5nGy/h之间, 道路的环境 γ 辐射剂量率在63.4~68.2nGy/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

本项目拟选址在第三住院楼一楼西北侧。目前场所区域内为现状辅助用房，未拆除，因此，本项目施工期主要为现有辅助用房墙体的拆除、核医学科各个功能用房的防护墙体及其他屏蔽措施的建设、房间装修、设备的安装等，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辐射等。

噪声：施工噪声主要为基础设施、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 核素特性

表 9-1 医院核医学用放射性核素参数

核素名称	半衰期	衰变模式	毒性分组	α/β 最大能量 MeV	光子能量 MeV	周围剂量当量率常数(裸源) $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{MBq}\cdot\text{h}$	患者体内单位放射性活度所致体外 1m 处周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{MBq}\cdot\text{h}$)
^{131}I	8.02d	β	中毒	0.602	0.284, 0.365, 0.637	0.0595	0.0583
^{125}I	59.4d	EC	中毒	/	0.027, 0.028, 0.031, 0.036	0.0165	/

注：数据主要来源于《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）。

9.2.2 甲亢治疗及甲吸测定

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 ^{131}I 。

9.2.2.1 甲亢治疗

1) 工作原理

本项目主要利用 ^{131}I 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和力，服用药物后 ^{131}I 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 [^{131}I] 化钠口服液(简称 ^{131}I)，用于甲状腺功能亢进(甲亢)的治疗。 ^{131}I 属中毒组核素，在甲状腺内衰减较快，有一定的停留时间； ^{131}I 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 ^{131}I ，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 ^{131}I 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

续表 9 项目工程分析与源项

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，然后在分装柜内进行手动活度测定、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药品液体样的定量分配、在线活度测量和样品种体积配比的全部工作，测试合格的溶液可用于患者服用。



图 9-1 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。对于少数患者核算用药品量超过 10mCi，可采取两种治疗方案处理：①分两次服药，即先服≤10mCi 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¹³¹I 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。

续表 9 项目工程分析与源项

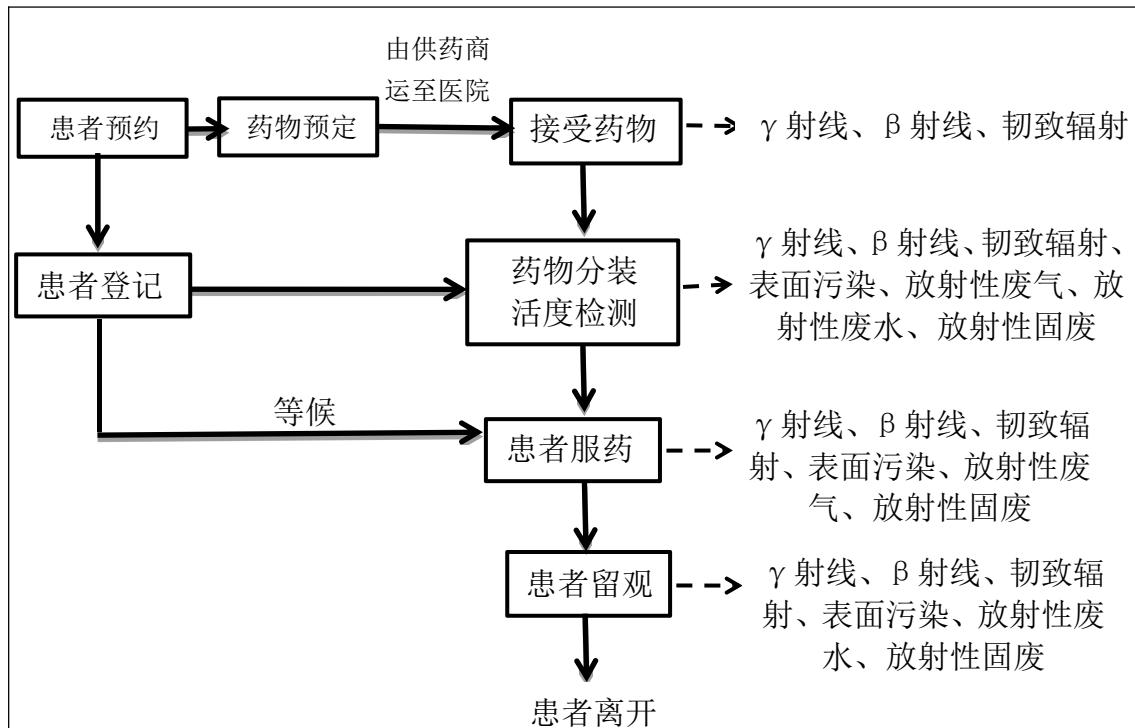


图 9-2 应用 ^{131}I 甲亢治疗流程图

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 9-2 显像诊断使用 ^{131}I 情况表

核素 名称	单人用量 (Bq)	最大就诊人次			最大用量			用途
		人次	人次	人次/	Bq/日	Bq/周	Bq/年	

9.2.2.2 甲吸测定

本项目核医学科利用 ^{131}I 进行甲吸测定, 对甲状腺疾病进行诊断。

(1) 甲吸测定工作原理

甲吸测定全称为甲状腺摄碘率测定。碘是合成甲状腺激素的物质之一, 甲状腺细胞通过钠/碘共同转运克服电化学梯度从血液循环中浓聚 ^{131}I , 因此患者口服的 ^{131}I 药剂大都聚集在甲状腺内。在体外用探测器在颈部测量甲状腺对 ^{131}I 的摄取速度和摄取量即吸碘率。利用不同时间段患者摄碘率的变化曲线来判断患者甲状腺功能。

续表9 项目工程分析与源项

腺功能是否正常,为甲状腺疾病的诊断和放射性碘治疗提供了可靠的数据。

(2) 甲吸测定流程

甲状腺吸碘功能测定主要用于甲亢治疗、甲癌治疗患者服碘量的计算以及亚急性甲状腺炎患者的诊断,其主要流程包括患者准备、标准源的制备(制备相当于受检者用量的¹³¹I溶液)、甲功测定和结果判定。

甲吸测定使用的¹³¹I放射性药物量少,操作核素的医护人员在分装¹³¹I药物后,再根据需要用量使用移液枪移取,然后在分装柜内进行手动活度测定、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,服药后原路进入缓冲间离开核医学科。待服药后3h、6h、24h在甲功测定室用甲功测定仪测定甲状腺部位的放射性计数,测量前先测定室内自然本底的计数及标准源计数。三次测量之间间隔时间较长,患者可离开医院自由活动。根据测量结果计算出的甲状腺吸碘率值可判定受检者甲状腺功能,检查后即可离开。

甲吸稀释分装最多一天一次。一次手动稀释分装等工作用时约10min。

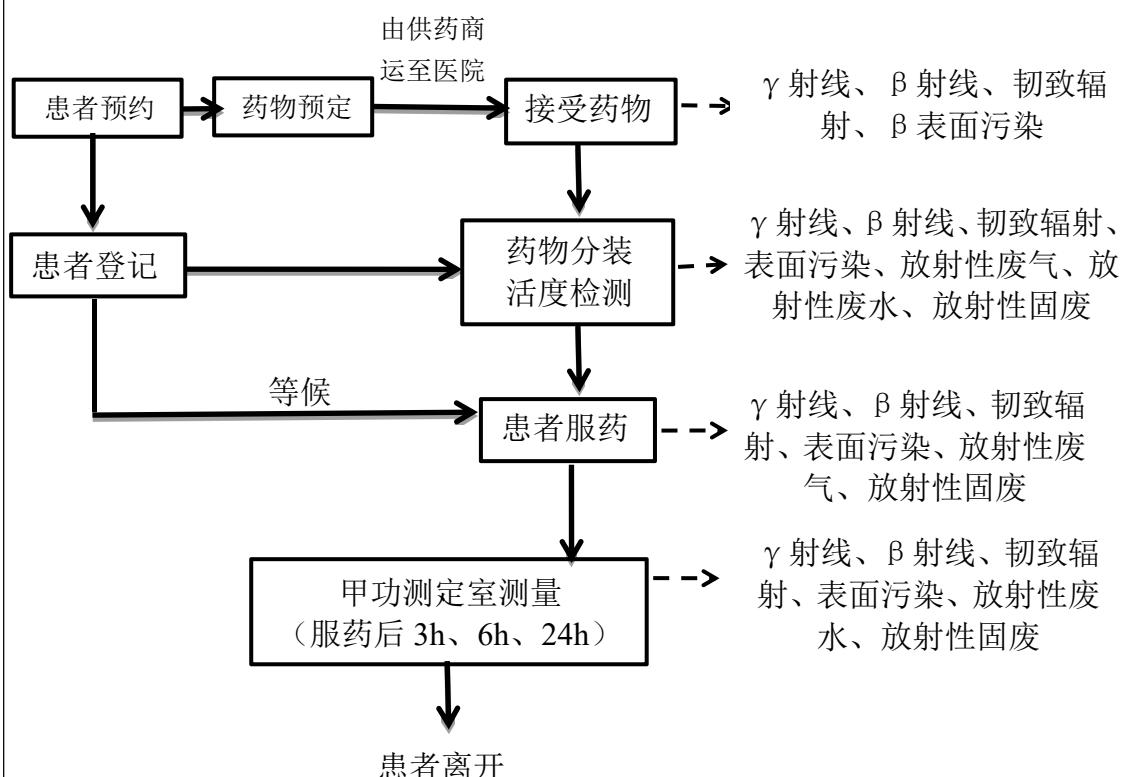


图9-3 应用¹³¹I进行甲状腺功能测定流程图

续表 9 项目工程分析与源项

3) 工作负荷

医院拟使用 ^{131}I 开展甲状腺功能测定，具体情况见下表。

表 9-3 甲状腺功能测定使用 ^{131}I 情况表

核素 名称	单人用量 (Bq)	最大就诊人次			最大用量			用途
		人	人次	人次/	Bq/日	Bq/周	Bq/年	
—	—	—	—	—	—	—	—	—

9.2.3 粒子植入治疗

① 工作原理

临床应用的 ^{125}I 粒子，是将一枚长 3mm、镀有 ^{125}I 的银棒装在长 4.5mm、直径 0.8mm，壁厚 0.05mm 的钛管内而制成的粒子。每颗粒子含有放射剂量为 1mCi，平均能量 27~35keV（释放 94% 的放射剂量需要 240d），组织穿透能力 1.7cm。 ^{125}I 粒子放射性密封籽源结构示意图见图 9-4 所示。

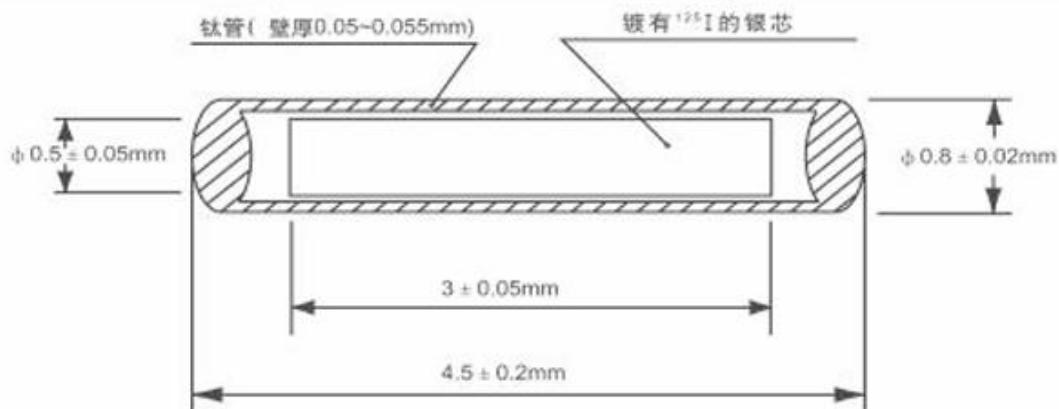


图 9-4 ^{125}I 粒子源结构示意图

^{125}I 粒子源植入技术是一种用于近距离组织间植入的内放射治疗技术。通常是在 B 超、X 射线装置（本项目采用 CT 机）及计算机三维立体定向计划系统精确指导下将 ^{125}I 粒子通过手术或采用特殊防辐射植入器，将 ^{125}I 粒子源一次性永久植入肿瘤组织或植于手术切除肿瘤的残存癌床内， ^{125}I 粒子能持续低剂量的释放 γ 射线，通过直接作用于肿瘤细胞的 DNA，造成 DNA 的双链断裂，另外还可间接使体内水分子的电离，产生自由基，促进肿瘤细胞的凋亡，使敏感的肿瘤细

续表 9 项目工程分析与源项

胞迅速死亡，不敏感的静止期细胞一旦进入分裂期，在 γ 射线的持续作用下又迅速凋亡。经过足够的半衰期和足够的剂量，使肿瘤细胞无法繁殖而达到治疗肿瘤的目的，从而实现对肿瘤的近距离治疗，可持续有效地杀灭肿瘤细胞。

②工作流程

本项目拟开展的 ^{125}I 粒子植入手术为预约制，医生利用TPS计划系统确定病人植入粒子源剂量。在放射科CT（III类射线装置）机房内进行（无门诊病人和住院病人检查时），完成粒子植入的病人均在核医学科1F粒子病房内住院观察2~3天。

粒子植入工作流程见图9-5所示。

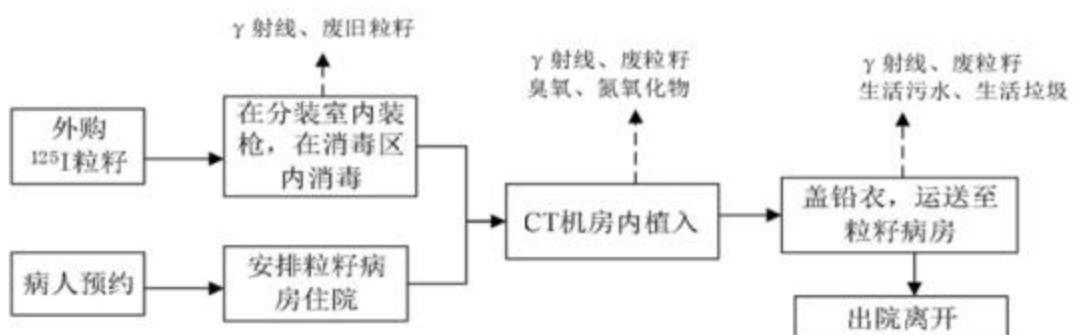


图 9-5 ^{125}I 粒子植入手术示意图

粒子植入工作流程具体描述如下：

A：患者就诊后，针对不同病情的患者，由医护人员在医生办公室制定TPS治疗计划，按需订购粒子数量。

B：厂家按需将粒子送到核医学科储源室内。核医学科药品管理人员核对购买的粒子源数量、活度并进行登记，做好台账，将粒子源暂存于储源室的储源柜内。

C：植入手术前，医护人员穿戴防护用品后进入储源室取出装有粒子源的储源铅罐，在分装质控室内使用活度计进行抽样检查，确认无误后将粒子装入植入枪（每次取出10颗装一个弹夹，单人次用量最多装10个弹夹，总装枪操作时间平均约10min）。植入枪和弹夹放入转运盒中，与植入系统手术用具等一起在分装质控室的消毒区消毒，再送到CT机房内备用（运输距离较短，约1min）。

续表 9 项目工程分析与源项

D: 患者进入 CT 机房, 由技师运行 CT 扫描 (CT 出束, 下同, 约 2min) 确认粒子拟植入位置。医护人员穿戴防护用品进入 CT 机房内, 利用 CT 扫描结果确定穿刺路径, 将穿刺针穿刺到达肿瘤部位后, 将植入枪出口与穿刺针尾部的专用接口结合, 用顶针将粒子源顶入瘤体 (植入过程中 CT 不出束), 植入过程约 30min。

E: 完成植入计划粒子源数后, 医护人员退出机房, 技师再次运行 CT 进行扫描 (约 2min), 确定是否到达预定位置, 并核对粒子源数目。每次手术完成后, 使用 X- γ 剂量率监测仪器 (探测光子能量下限低于 27keV) 对 CT 机房进行监测, 核实是否有粒子源遗落在机房内。若有粒子源洒落情况, 应将粒子源装回储源铅罐, 将铅罐送返储源室储源柜内存放, 由厂家进行回收。

F: 手术完成后, 在患者植入粒子源部位遮盖 0.25mmPb 铅方巾进行屏蔽, 安排医护人员推床运送患者至粒子病房进行住院观察治疗, 单次转运约 5min。

③工作负荷

需要植入 ^{125}I 粒子的患者最大可达 120mCi, 日最多植入 2 人次, 年 500 人次。 ^{125}I 粒子使用情况见表 9-4。

表 9-4 ^{125}I 粒子使用情况表

核素名称	单人用量 (Bq)	最大就诊人次			最大用量			用途
		人次/次/d	人次/周	人次/	Bq/日	Bq/周	Bq/年	
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-

9.2.4 污染因子

由核医学科操作流程及核素辐射特性表可知, 本次放射性同位素使用过程中主要污染因子包括: β 射线、轫致辐射、 γ 射线、 β 表面污染、放射性“三废”。

1) β 射线

核医学科拟使用放射性同位素 ^{131}I 、 ^{125}I 治疗过程中会产生 β 射线, ^{131}I 的 β 射线最大能量为 0.602MeV, 该部分射线在人体组织中的射程较短, 患者的身体

续表9 项目工程分析与源项

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。

3) γ 射线

核医学科拟使用 ^{131}I 、 ^{125}I 过程中会产生 γ 射线， ^{131}I 最大光子能量为 0.637MeV， ^{125}I 光子能量为 0.036MeV， 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。

4) 韧致辐射

本项目核医学科使用的放射性核素 ^{131}I 产生的 β 粒子穿过物质时将产生韧致辐射。本项目放射性药物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。

5) 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，造成放射性表面污染。

6) 放射性废气

核医学科拟使用的含 ^{131}I 的放射性药物开展诊断、治疗活动过程中，离子型的 ^{131}I 放射性药物易氧化析出 ^{131}I （单质碘），碘在常温下易挥发，产生放射性气溶胶，放射性药物活度测量、分装等操作过程中会产生少量的放射性废气。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科技楼楼顶，经活性炭吸附过滤处理后排放。

7) 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。核医

续表 9 项目工程分析与源项

学科产生的放射性废水排入项目北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。医院拟将核医学科所产生的所有放射性废水设置一套独立的放射性废水衰变系统（含管道及衰变池）。

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。根据《建筑给水排水设计标准》（GB50015-2019），门诊部病人平均日用水量为 6~12L（使用时间 8~12h），医务人员平均日用水量为 60~80L（使用时间 8h）。

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，甲亢病人服药后一般不停留直接离院，部分根据需要在甲亢留观室留观一段时间（约 0.5h~1h），保守考虑患者每人排泄 1 次，本次考虑洗手水等用水量按 10L/人·次计；甲吸患者服药后直接离开核医学科，¹²⁵I 为密封源，不考虑放射性废水。操作放射性药品护士按照 60L/人·班（8h）计，本项目操作放射性药品护士基本工作时间为半天，用水量按照 30L/人计。核医学科控制区约 100m²，每天清洁 1 次，用水量按照 0.1L/m²·次计。

核医学科参与放射性药物的操作人员 2 名，核医学科放射性用水、排水情况见表 9-5。

表 9-5 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（每周）	每周用水量（L/周）	每周排水量（L/周）	去向
核医学科	患者 I-131	10L/人	10 人（每周集中 1 次治疗）	100	80	衰变池
	医护人员	30L/人	10 人（每天 2 人，每周 5 天）	300	240	
	地面清洁	0.1L/m ² ·次	100	10	8	
总计				410	328	

备注：¹³¹I 区域涉及面积为 100m²，每周开展一次治疗，故核算每周需清洁面积=每天清洁面积×1=100m²×1=100m²。

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周排放量约 328L/周（约 0.328m³/周），

续表 9 项目工程分析与源项

年排放量约 $16.4\text{m}^3/\text{a}$, 全部排入衰变池处理后满足《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005) 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过程中操作者或受检者产生的废物, 包括吸水纸、一次性水杯、清洁用抹布等以及购置未用完的含放射性核素的药物原液, 甲吸患者及甲亢患者服药后离开, 产生的放射性废物主要为一次性纸杯, 纸巾及清洁污染用吸水纸, 类比同类型医院, 产生量约 $10\text{g}/\text{人}\cdot\text{次}$ 计, 甲亢患者全年约为 500 人, 甲吸患者约 500 人, 则放射性固体废物年产生量约为 $0.01\text{t}/\text{a}$ 。医院放射性废气处理系统均采用活性炭吸附, 每次装填的活性炭重约 45kg/处(3 处), 每 3 个月更换一次, 则全年产生废活性炭为 $0.54\text{t}/\text{a}$ 。废弃粒子源由厂家回收。

建议医院定期对活性炭的有效性进行监测, 根据监测结果确定活性炭吸附能力的有效性, 对失效的活性炭及时更换。废活性炭作为放射性废物暂存在废物室内进行衰变; 衰变池内沉渣定期清掏, 清掏出来的沉渣作为放射性废物暂存在废物室内进行衰变。

9.3 本项目污染物产生及预计排风情况汇总

综上所述, 本项目运营期主要污染物产生及排放情况汇总如下表 9-6 所示。

9.4 事故工况下污染分析

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, 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 9 项目工程分析与源项

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。

⑥手部有伤仍从事放射性物质操作，也可能造成内照射。

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。

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。

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。

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；通风系统故障，导致废气排放不正常对环境产生影响。

续表9 项目工程分析及源项

表 9-6 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	光子能量 $\leq 0.637\text{Mev}$	屏蔽体防护
	^{125}I	γ 射线	光子能量 $\leq 0.036\text{Mev}$	
放射性三废	废气	核医学科	主要含 ^{131}I	少量 经过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	0.328 $\text{m}^3/\text{周}$, 16.4 m^3/a 经过放射性废水管网收集后排入 衰变池（槽式工艺）暂存达到规 定时间后排放
	固废	核医学科	主要含 ^{131}I 的一次性纸杯、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）、废活性炭、未用完的放射性药物等	废活性炭: 0.54t/a 其他: 0.01t/a 分类收集后，在废物暂存间暂存 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（带淋浴）、分装质控室、甲亢服药室、甲亢留观室（包含卫生间）、废物间、粒子植入病房以及衰变池。

监督区：放免测定室、诊室、甲功测定室、南侧缓冲区域、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

图 10-2 衰变池辐射防护分区示意图

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

续表 10 辐射防护与安全措施

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)
¹³¹ I	液态、中毒组	简单操作	3.7×10^9	0.1	1	3.7×10^8
¹²⁵ I	固态、中毒组	很简单的操作	8.88×10^9	0.1	100	8.88×10^6
合计						3.71×10^8
场所等级		乙级非密封放射性工作场所				

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 3.71×10^8 Bq，根据表（GB18871-2002）的分级标准显示，核定本次建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	3700	100	100	3700	II
	¹²⁵ I	8880	100	100	8880	
分装质控室	¹³¹ I	3700	100	1	370000	I
	¹²⁵ I	8880	100	1	888000	
废物间	¹³¹ I	111	100	100	111	II
甲亢服药室	¹³¹ I	3700	100	1	370000	I
甲亢留观室	¹³¹ I	3700	100	1	370000	I
CT 机房	¹²⁵ I	4440	100	1	444000	I
粒子植入病房	¹²⁵ I	4440	100	10	44400	II

备注：①加权活度=（计划的日操作最大活度×核素的毒性权重因子）/操作性质修正因子；
②废物暂存间按照相应患者用量的 1% 考虑。

续表 10 辐射防护与安全措施

- ③放射性同位素在储源室考虑为购药量, 分装质控室考虑为购药量和操作量, 其余考虑为实际操作量。
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质控室、甲亢服药室、甲亢留观室及 CT 机房为 I 类工作场所, 储源室、废物间及粒子植入病房属于 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, 易清洗
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、分装质控室拟设置分装柜, 保持密封负压效果好
分装柜	需要	需要	分装质控室内设施有 1 套分装柜, 分装柜设置通风橱及活性炭吸附, 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, 设置单独的清洗间, 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

续表 10 辐射防护与安全措施

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

放射性药品操作护士 (¹³¹I) 由甲功测定室进入卫生通过间，更换工作服，佩戴防护用品后进入分装质控室及储源室进行药品接收及分装等工作，完成后原路返回，在卫生通过间更换衣服，进行表面污染检测后离开。

粒籽植入医护人员：由甲功测定室进入卫生通过间，进入分装质控室，从储源室取出粒子源，在分装质控室消毒区域内进行消毒，将粒子沿患者通道送入放射科 CT 机房，工作完成原路返回。

B、患者路径

甲亢患者叫到名字后直接由东侧专用通道进入缓冲区，在进入甲亢服药室，在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，然后由留观室出口经过缓冲间离开，进入医院道路；甲吸患者由缓冲间进入甲亢服药室服药后由缓冲间原路返回，在规定时间内进入甲吸测定室进行检测（为非甲亢患者治疗时间内进行）。

粒籽植入患者在一楼放射科 CT 机房外等候，叫到名字后进入 CT 机房进行粒子植入手术，手术完成后由患者通道进入缓冲间，转移至同层的粒子病房进行住院再由患者出口离开核医学科。

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，放射性药物由西侧入口直接进入储源室内，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收集

续表 10 辐射防护与安全措施

存放,按照要求衰变至相应时间后,在下班无患者时间段由南侧患专用出口离开,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质控室,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暂存间内分类暂存。

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。

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,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、顶部均为 300mm 混凝土,底部为 200mm 混凝土,井盖为 10mmPb 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。根据后文核算,衰变处理设施顶部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(5mmPb 铅皮包裹),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专业的生产厂家承担,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

续表 10 辐射防护与安全措施

<p>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。</p> <p>分装质控柜内药物也应加强管理，在分装质控室设置监控。拟建项目核医学科场所内拟设置废物间，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。</p>
<p>(2) 门禁、对讲、视频监控系统</p> <p>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。</p> <p>②核医学科拟设置 1 套视频监控装置，显示装置在办公室，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。</p> <p>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/对讲口设置在分装质控室，办公室、面对患者的语音/对讲口分别位于碘服药窗口、甲亢留观室、进出口位置等。</p> <p>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。</p>
<p>(3) 标识设置</p> <p>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。</p> <p>②拟在放废桶、分装柜、药品铅罐、储源柜等表面拟设置电离辐射标志。</p> <p>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。</p>
<p>(4) 清洁去污措施</p> <p>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，卫生通过间设置洗手盆、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</p>

续表 10 辐射防护与安全措施

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拟在卫生通过间、甲亢留观室均设置专用卫生间,在控制区内拟设置污洗区域,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) 粒子植入管理措施

1) 对粒子源的管理

①预订:粒子源由医院向供货商提前预订,供货商上班前将粒子源装在铅罐中送至医院储源、分装、消毒室(铅罐应保证良好的防护效果,且外表面粘贴电离辐射标志)。

②储存: ^{125}I 粒子源储存于适当屏蔽厚度的铅罐内,储存在储源、分装、消毒室,并由专人保管。储源、分装、消毒室实行双人双锁管理,并做好防火、防盗、防潮湿措施。

③出入库:对于粒子源的出入库,建立详细的登记制度,包括详细记录日期时间、入库活度/数量、送货人、接收人、出库活度/数量、去往场所、出库经手人、接收人等;贮存粒子源的铅罐外表面附上标签,标明贮存粒子源种类、数量、贮存时间等。如粒子源有库存,定期检查粒子源的实际库存数量,并定期对储源、分装、消毒室进行工作场所防护监测;

④质控:对植入治疗的粒子源,抽取 10% (至少不少于 3 颗) 或者全部 (植入数 ≤ 5 颗) 作为源活度的质量检测;粒子源分装前,用活度计测量同批次粒子源活度或粒子源使用当天,对出厂源活度进行衰变校正。

⑤防遗落:粒子植入治疗手术后,使用辐射监测仪对植入场所(CT 室)进

续表 10 辐射防护与安全措施

行检测，以避免粒子遗落；医院自行对粒子源进行消毒时，应注意检查消毒场所是否有遗漏；

⑥废物处理：废弃或泄漏的粒子源应放置在专用铅罐内，退回厂家。

2) 对工作人员的放射防护管理

①分装时：操作人员拟在储源、分装、消毒室的分装柜内分装粒子源。分装过程中使用长柄镊子，轻拿轻放，避免损伤或刺破粒子源，不应直接用手拿取粒子源。

②植入手术时：工作人员拟穿戴铅防护衣、铅防护围裙、铅橡胶围脖、铅玻璃眼镜等进行防护，防护用品的铅当量均 $\geq 0.25\text{mmPb}$ ，对性腺敏感器官，防护用品的铅当量均为 0.5mmPb 。

③拿取掉落的粒子源时：使用长柄镊子，尽可能增加粒子源与操作人员之间的距离，并且，在整个工作期间，快速完成必要的操作程序，所有无关人员尽可能远离放射源。

④发生粒子源破损引起泄漏污染时：封闭工作场所，使用长柄镊子将源密封在屏蔽容器（如小铅罐）中，控制人员走动，以避免放射性污染扩散，并进行场所去污和人员应急处理。

3) 对粒子患者专用病房的管理

①粒子患者专用病房作为临时控制区管理。病房区域与其他区域之间设有实体屏蔽墙体及防护门，并设拟设医护人员门禁，以将粒子病房与其他区域相对独立；病房外拟设置摄像监控装置；

②在病房的防护门上粘贴电离辐射警告标志；病房外粘贴相关告知事项，注明除医护人员外，其他无关人员不得入内，患者也不应随便离开；病房内张贴患者住院期间的管理事项等。

③病房内配制长柄镊子、小铅罐以及卫生间漏网，以便收集脱落的放射性 ^{125}I 粒子；

④带离病房的物品需经辐射监测仪检测，被污染物品按放射性废物处理。

（6）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

续表 10 辐射防护与安全措施

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:拟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。医护人员离开分装质控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。

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。废物暂存间采取有效的防火、防盗,并设置紫外消毒及空调系统。废物暂存间内不得存放易燃、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:

续表 10 辐射防护与安全措施

分装柜、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及废活性炭作为放射性废物处置，记录放射性废水产生起始日期、责任人员、排放时间等信息。

10.1.6 防护用品配置情况

①拟配置铅罐、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 放射性废水治理措施

医院拟将核医学科场所产生的所有放射性废水设置一套独立的放射性废水衰变系统（含管道及衰变池），含放射性的废水（由服碘后患者、场所内医护工作人员产生）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 $3m \times 2m \times 1m \times 3 = 18m^3$ ，衰变池池壁、池底、顶部采用 300mm 砼，地面采用 200mm 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）暂存在废物暂存间按照标准要求进行衰变，达标后按照医疗固废进行处置。

（2）放射性废气治理措施

场所内拟设置新风及排风管网，各个功能用房内的风管详见附图九。

本项目核医学场所设置有 2 套排风管网。

管道 1：核医学科药物操作在分装质控室内进行，分装质控室拟安装 1 台自带屏蔽的不锈钢分装柜，分装柜上方安装有轴流风机（根据设计资料，风机风量

续表 10 辐射防护与安全措施

为 $1000\text{m}^3/\text{h}$ ），能保持柜内负压，使分装柜风速应不小于 0.5 m/s ，顶端设置活性炭吸附装置，管道延伸至南侧气体井，由气体井延伸至本建筑屋顶，经过活性炭吸附后排放。

管道 2：卫生通过间、废物间、分装质控室的废气汇入主管，卫生间、甲亢服药室的废气汇入主管，甲亢留观室的废气汇入主管，主管沿南侧延伸至气体井，由排风井延伸至本建筑屋顶，安装有轴流风机（根据设计资料，风机风量为 $1500\text{m}^3/\text{h}$ ），经过活性炭吸附后排放。

气流组织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（6F）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。同时排气口高于第三住院楼楼顶，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）放射性固废治理措施

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一次性纸杯、纸巾、废活性炭及衰变池沉渣等，放射性废物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。

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。

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，不破漏，及时转送废物间，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

续表 10 辐射防护与安全措施

体外表面的污染控制水平: $\beta < 0.4 \text{Bq/cm}^2$ 。

⑥ 放射性废物在废物间设置通风设施, 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, 暂存于废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。

同时建议医院定期对活性炭的有效性进行监测, 根据监测结果确定活性炭吸附能力的有效性, 对失效的活性炭及时更换。

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。	本项目选址在第三住院部一楼北侧，对应楼上值班室、更衣室、卫生间等，楼下为夯实土层。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		在进入分装质控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

		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。	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。	本项目设置有分装质控室、甲亢服药室、甲亢留观室及患者专用卫生间、废物间等功能房间，符合放射诊疗及放射治疗工程流程及场所功能需要	符合
	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			符合
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）、卫生间（患者专用）、紧急淋浴、抢救室等辅助用房	符合
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。	按照要求拟划分控制区及监督区	符合
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	5.2.2 核医学工作场所应设立相对独立	本项目采用合适的时间空间交通模式，	符合

续表 10 辐射安全防护措施

	(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	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。	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。	
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,气流组织由低活性区向高活性区排放;操作放射性药物所用的分装柜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
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 ^{131}I 暂未确定分装方	

续表 10 辐射安全防护措施

			式, 后续以手动分装进行预测	
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	/	放射性废水衰变池位于第三住院部北侧, 有效容积为 18m 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	/	拟在场所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。	/	甲亢服药室、服药窗口、甲亢留观室等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	本项目拟在场所内配置相应数量的污物桶(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
19	6.1 个人防护用品、辅助防护用品及去污用品配备: 开	/	详见表 1-4, 本项目为场所工作配置了一	符合

续表 10 辐射安全防护措施

	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。		定的防护用品及去污用品,对陪检者配 备了铅橡胶防护衣。	
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质控室分装柜内进行,在服药窗口进行服药,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;分装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,并在卫生通过间设置洗手盆、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,定期对分装质控室及控制区外表面进行放射防护监测,无关人员不得入内	符合
26	6.2.11 贮存和运输放射性物质时应使用专门容器,取	6.2.5 应为核医学工作场所内部放射性	贮存和运输放射性物质时使用专门容	符合

续表 10 辐射安全防护措施

	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	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	器, 取放容器中内容物时, 不污染容器。	
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, 宜按照 GBZ129 的要求进行内照射个人监测	/	放射工作人员按照要求进行个人剂量监测	符合
31	8.1 放射性废物分类, 应根据医学实践中产生废物的形	7.1.1 应根据核医学实践中产生废物的	放射性废物分类, 拟根据医学实践中产	符合

续表 10 辐射安全防护措施

	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。	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。	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。	
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	/	放射性废水衰变池位于第三住院部北侧绿化带下方, 工艺采用槽式, 有效容积为 18m 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	/	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, 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	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, 放入专用容器中		污物桶内拟放置专用塑料袋直接收纳废物, 装满后的废物袋应密封, 不破漏, 及时转送废物室	符合
37	8.7 对注射器和破碎玻璃器皿等含尖刺及棱角的放射		拟对含尖刺及棱角的放射性废物, 应先	符合

续表 10 辐射安全防护措施

	性废物，应先装入利器盒中，然后再装入专用塑料袋内	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	装入利器盒中，然后再装入专用塑料袋内	
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

项目施工期主要为屏蔽体等的拆除及建设、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 核医学科涉源场所屏蔽效能核实

（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

表 11-1 计算参数

续表 11 环境影响分析

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
^{131}I	3.7×10^8	0.0595	0.0583	240	170	11

备注：数据参考自《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）。

。

表 11-2 核医学科各个场所核算条件

工作场所	核算条件
储源室	
分装质控室	
甲亢服药室、卫生 间	
甲亢留观室	

续表 11 环境影响分析

废物间	
	<p>核算点位距离：给药后患者视为“点源”。有座椅、设施（如分装柜、储源柜、放废桶等）的用房核算，核算距离以经常活动的座椅、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（分装质控室北侧防护门外为卫生通过间，为控制区，该侧关注点延伸至卫生通过间北侧过道，因此距离保守取值 2.5m）。“点源”离地约 1.0m，核医学科所在一楼层高 4.5m，楼上考察点为地面 0.3m，则核算高度考虑约 3.8m($4.5+0.3-1=3.8$)；地面之下为夯实土层，不拟核算；各用房外考察点为四周屏蔽体外 30cm。</p> <p>(4) 核医学科场所墙体屏蔽防护能效核实</p>

续表 11 环境影响分析

表 11-3 屏蔽防护效能核算结果表

房间名称	自身屏蔽 (mmPb)	最大核 素持有 量 MBq	关注点环 境功能	核算距 离 (m)	屏蔽设计方案 (mm)			周围剂量当量率 常数 ($\mu\text{Sv m}^2/\text{MBq}\cdot\text{h}$)	设计厚度下 周围剂量当 量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	标准限值 ($\mu\text{Sv/h}$)	是否满足 标准要求
					实心砖	混凝土	铅				
储源室								0.012	2.5	是	
								0.012	2.5	是	
								0.003	2.5	是	
								0.051	2.5	是	
								0.632	2.5	是	
分装质 控室								0.632	2.5	是	
								0.632	2.5	是	
								0.632	2.5	是	
								0.632	2.5	是	
								0.393	2.5	是	
废物间								0.434	2.5	是	
								0.038	2.5	是	
								0.038	2.5	是	
								0.030	2.5	是	
								0.161	2.5	是	
甲亢服 药室								0.239	2.5	是	
								0.632	2.5	是	
								0.632	2.5	是	
								0.105	2.5	是	

续表 11 环境影响分析

甲亢留 观室	1.786	2.5	是
	0.468	2.5	是
	1.239	2.5	是
	1.239	2.5	是
	0.206	2.5	是
	1.330	2.5	是
卫生间	0.620	2.5	是
	0.620	2.5	是
	0.103	2.5	是
	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，距核医学工作场所各控制区内房间防护门、观察窗和墙壁外表面 30 cm 处的周围剂量当量率在 $0.012\text{--}1.786 \mu\text{Sv/h}$ 之间，均小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ，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。

续表 11 环境影响分析

(5) 分装柜及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 $25\mu\text{Sv}/\text{h}$ ”;根据《核医学放射防护要求》“核医学工作场所的分装柜或生物安全柜,应采取一定的屏蔽防护,以保证柜体外表面5cm处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 $25\mu\text{Sv}/\text{h}$ ”。因此,核医学科控制区防护通风柜柜体外表面30cm处人员操作位的周围剂量当量率按照 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 进行控制,柜体外表面5cm处的周围剂量当量率按照 $25\mu\text{Sv}/\text{h}$ 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 11-4。

表 11-4 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 (MB _s)	点位	周围剂量当量率常数(裸源) $2^{\text{源}} \cdot$	屏蔽材料厚度 (mmPb)	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)		评价
						核算结果	标准限值	
分装柜						1.650	2.5	合格
服药窗口						1.338	2.5	合格
分装柜						6.60	25	合格

根据上表核算可知,防护通风柜柜体外人员操作位、服药窗口表面30cm处周围剂量当量率为 $1.338\sim1.650\mu\text{Sv}/\text{h}$,低于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$,其他侧柜体外表面5cm处的周围剂量当量率为 $6.6\mu\text{Sv}/\text{h}$,低于 $25\mu\text{Sv}/\text{h}$,满足评价标准限值要求。

11.3 职业照射人员与公众附加年有效剂量

11.3.1 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:

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

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

<p>T: 居留因子;</p> <p>t: X 或γ射线照射时间, h。</p> <p>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:</p> $E = \alpha H_u + \beta H_0 \quad (公式 11-9)$ <p>式中:</p> <p>E 为有效剂量中的外照射分量, 单位为毫希沃特 (mSv) ;</p> <p>α 为系数, 本项目采用有甲状腺屏蔽 (0.5mmPb 铅围脖) 时, 取 0.79;</p> <p>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) ;</p> <p>β 为系数, 本项目采用有甲状腺屏蔽 (0.5mmPb 铅围脖) 时, 取 0.051;</p> <p>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) 。</p>						
<h3>11.3.2 本项目所致年有效剂量估算</h3> <h4>(1) 辐射工作人员年有效剂量估算</h4> <p>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。</p> <p>^{131}I 甲亢治疗每周送药一次, 集中时间段进行预约服药, 因此, 每周分装一次, 一次手动分装等工作用时约 10min, 全年 50 天, 因此, 全年工作时间为 8.3h, 运送是服药窗口 5s/人次, 每天 10 人次, 全年 50 天, 因此, 全年工作时间为 0.70h; 据表 11-4 的核算, 取分装柜表面 30cm 处周围剂量当量率, 取服药窗口表面 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 11-5。</p>						
操作核素	受照来源	操作时间 (h/a)	受照剂量率 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	本项目所致年有效剂量 (mSv)	年有效剂量限值 (mSv)	评价
^{131}I			铅衣外 铅衣内	0.010 0.012	5	合格

表 11-5 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 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	本项目所致年有效剂量 (mSv)	年有效剂量限值 (mSv)	评价
^{131}I			铅衣外 铅衣内	0.010 0.012	5	合格

续表 11 环境影响分析

	0.001			
--	-------	--	--	--

备注: ①考虑分装柜 30cm 处剂量率, 服药窗口 30cm 处剂量率, 核算结果见表 11-4。

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 0.012mSv/a, 平均每名工作人员受照剂量约为 0.006mSv/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。

(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 11-6。

表 11-6 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	设计厚度下周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	场所功能	居留因子	工作时间 (h)	年有效剂量当量 (mSv)		是否满足标准要求
						项目所致	限值	
储源室	东墙	0.001				0.001	0.1	是
	其他侧					/	/	
	顶棚					0.000	0.1	是
	防护门					0.006	0.1	是
分装质控室	东侧	0.016				0.016	0.1	是
	南侧					/	/	
	西侧					/	/	
	北侧					0.025	0.1	是
	顶棚					0.016	0.1	是
	防护门					0.017	0.1	是
废物间	西墙	0.015				0.015	0.1	是
	其他侧					/	/	
	顶棚					0.012	0.1	是
	防护门					0.064	0.1	是
甲亢服药室	东墙	0.010				0.010	0.1	是
	北墙					0.005	0.1	是
	其他侧					/	/	

续表 11 环境影响分析

	顶棚		0.001	0.1	是
	防护门		0.009	0.1	是
甲亢 留观 室	东墙		0.059	0.1	是
	南墙		0.031	0.1	是
	其他侧		/	/	
	顶棚		0.005	0.1	是
	防护门		0.021	0.1	是
卫生 间	西墙		0.005	0.1	是
	其他侧		/	/	
	顶棚		0.001	0.1	是
	防护门		0.010	0.1	是

综上所述，公众成员最大年有效剂量约为 0.064mSv，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

本项目位于第三住院楼一楼西北侧，项目临近周围各环境保护受影响情况见上表 11-6 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

续表 11 环境影响分析

(1) 放射性废水环境影响分析

根据项目工艺流程可知, 甲亢患者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 $0.328\text{m}^3/\text{周}$ 。本项目拟新建一座槽式衰变池, 新建衰变池位于第三住院楼北侧绿化带下方, 衰变池前端设计有 1 个污泥池(配备 2 台自动搅匀排污泵, 带切割装置, 周期交替使用, 防止污物淤积), 单个衰变池有效体积为 6m^3 (尺寸为 $3\text{m} \times 2\text{m} \times 1.0\text{m}$), 共 3 个池体(每个池子配备 2 台自动搅匀排污泵, 带切割装置, 周期交替使用, 防止污物淤积), 衰变池为槽式工艺, 共 18m^3 。

每个衰变池有一进水口和出水口, 分别与进水管和排水管连接; 衰变池都有进水电动阀门和排水电动阀门, 侧壁上安装有液位传感器; 电动阀门、液位传感器与现场控制器连接, 能实时反馈存储槽的废水量。衰变池平面布置图及剖面图详见附图十。

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 $\beta \leq 10\text{Bq/L}$ 、 ^{131}I 放射性活度浓度 $\beta \leq 10\text{Bq/L}$ 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。

续表 11 环境影响分析

核医学科每日、每月病人给药及排放的最大活度见表 11-7。

表 11-7 每日、每月最大排放活度一览表

核素名称	单人最大用量 (Bq)	每日最大人次 (人)		最大用量 (MBq)		排放比例 (%)	最大排放量 (MBq)	
		每日	每月	每日	每月		每日	每月
¹³¹ I	3.7E+8	10	40	3700	14800	5	185	740

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 6m³，总有效容积为 18m³，不考虑沉淀池的停留时间，每一格衰变池可储存 128 天（按照前节估算，每周放射性废水产生量为 0.328m³/周），每一格衰变池存放的放射性废水能暂存约 256 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) 的标准要求。

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。衰变池周围拟设电离辐射警告标识，排放口拟设置标准化的排污口并便于采样。

图 11-1 衰变池处理工艺流程

续表 11 环境影响分析

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。

3) 衰变池建设要求

本项目新建衰变池，衰变池顶部采用 300mm 混凝土，顶上盖板采用 5mmPb，池底、池壁采用 300mm 混凝土，地板采用 200mm 混凝土，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、无渗透和泄漏的要求。衰变池的屏蔽体屏蔽效能核算见下表：

表 11-8 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 ($\mu\text{Sv m}^2/\text{M Bq}\cdot\text{h}$)	预测距离 (m)	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
衰变池	300mm 混凝土顶板					0.12
	5mmPb 顶上盖板					1.38

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 $\mu\text{Sv/h}$ 。

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。气流组织由低活性区经过高活性区后，2 根管道在本建筑楼顶（6F）经经活性炭吸附后排放，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。同时排气口高于建筑屋顶，与周围建筑之间有较远的距离，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

续表 11 环境影响分析

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。同时建议医院定期对活性炭的有效性进行监测，根据监测结果确定活性炭吸附能力的有效性，对失效的活性炭及时更换。

（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纸杯、纸巾、废活性炭及衰变池沉渣等。本项目核医学科设置专用污物桶（10mmPb 铅当量）及衰变槽用于含放射性固体废物的储存，场所内放射性废物每日清理一次，清理至废物间内分类暂存。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交由有资质的单位处置，不会造成环境污染。衰变池内沉渣定期清掏，清掏出来的沉渣作为放射性废物暂存在废物室内进行衰变，活性炭定期更换，更换下来的活性炭作为放射性废物暂存在废物间内进行衰变，暂存达到标准要求时间后，经过监测辐射剂量率达标本底水平， β 表面污染小于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ 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。废弃粒子源由厂家回收处置。

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，

续表 11 环境影响分析

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

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 11-9。

表 11-9 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。

续表 11 环境影响分析

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。
<h3>11.6.2 辐射潜在风险事故类型</h3> <p>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：</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <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，放射性废气排放系统故障导致废气排放不正常对环境产生影响。</p>	
<h3>11.6.3 风险事故防范措施</h3> <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</p>	

续表 11 环境影响分析

范措施如下：

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。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

⑩加强衰变处理设施及废气处理设置的日常检查，防止废水溢出或倒灌以及放射性废气溢出。

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，成立了辐射防护安全管理委员会（附件四），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 1 名组长，2 名副组长以及 7 名成员，分别包括院办、医务部、放射科、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 辐射工作人员及培训

（1）辐射工作人员配置

为满足医院辐射工作和安全的需要，本项目拟配置辐射工作人员约 4 人（2 名护士，2 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 4 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（5 年有效期）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：《放射安全事件应急预案》、《辐射防护与安全管理制度》、《医院放射防护管理人员职责》、《放射科相关岗位职责》、《放射设备维修、保养制度》、《放射工作人员防护只是培训制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《放射工作人员职业健康管理制度》、《放射科受检者防护制度》、《辐射防护与安全保卫管理制度》、《辐射监测计划》、《射线装置台账管理制度》、《介入手术室工作制度》等，基本能满足现有核技术项目运行需要。

目前医院暂未制定核医学科相关制度，本次环评要求建设单位在项目运行前，制定核医学科相关制度，包括：《核医学科工作人员职责》、《核医学科工作制度》、《核医学科门诊工作制度》、《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》等。

目前医院已经制订了《放射安全事件应急预案》，本次环评建议医院在本项目运行前，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《放射安全事件应急预案》。

续表 12 安全管理

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。

续表 12 安全管理

(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、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 辐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方法》（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、

续表 12 安全管理

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。本次辐射工作人员的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 辐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 4 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

续表 12 安全管理

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
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 1 次	委托检测	自检
	工作场所、衰变池屏蔽体外 30cm 处	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 1 次	委托检测	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 $10\mu\text{Sv}/\text{h}$
	放射性废液衰变池排放口	β 放射性; 碘-131 放射性活度浓度	验收时	总 $\beta \leq 10\text{Bq}/\text{L}$; 碘-131 放射性活度浓度 $\leq 10\text{Bq}/\text{L}$	委托
	放射性固废	废物包装外表面	每次处理前	$\beta < 0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$	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	医院已设置了辐射防护管理委员会, 且配备有 1 名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。

续表 12 安全管理

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。	
（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，并按要求每5年进行复训。
（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拟设置有储源室。
（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	核医学科拟设废物间，用于专门储存放射性废物，室内无其他易燃、易爆、腐蚀性物品，并指定专人负责保管。 医院拟在项目运行前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。

续表 12 安全管理

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。	
	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	
	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。
12.6.2 辐射事故应急方案与演练	医院目前已经制定了《放射安全时间应急预案》，预案内容包括了应急机构组织及职责、放射性事件应急救援应遵循的原则、放射性时间应急处理程序；暂未包括：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内容。
	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。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

续表 12 安全管理

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。

报告联系电话如下：

院总值班室电话：0746-4238608

市公安局电话：110

市生态环境局电话：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、县生态环境局、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。

续表 12 安全管理

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或者通风系统故障的情况,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万元,其中环保投资万元,占总投资的
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		

12.8 竣工环保验收

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,每5年进行复训;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3个月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;配置分装柜、铅罐、储源柜、服药窗口、放废桶等防护设施;设置用药后病人专用卫生间,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;分装质控室配置1台分装柜。</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>	<p>GB18871-2002</p> <p>GBZ120-2020</p> <p>HJ1188-2021</p>
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、顶棚外关注点处的周围剂量当量率应小于$2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$;</p> <p>②防护通风柜柜体外人员操作位或服药窗口表面30cm处周围剂量当量率低于$2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$,其他侧柜体外表面5cm处的周围剂量当量率低于$25\mu\text{Sv}/\text{h}$。</p> <p>③固体放射性废物收集桶、曝露于地面致使人员可以接近的放射性废液收集罐体和管道应增加相应屏蔽措施,以保证其外表面30cm处的周围剂量当量率小于$2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$。</p>	<p>HJ1188-2021 及 复函</p> <p>GBZ120-2020</p>
6	表面污染	①工作台、设备、墙壁、地面:控制区: $<4\times10\text{Bq}/\text{cm}^2$ 监督区: $<4\text{Bq}/\text{cm}^2$;	<p>HJ1188-2021</p> <p>GBZ120-2020</p>

序号	验收项目	验收内容及要求	依据
		②工作服、手套、工作鞋：控制区、监督区： $<4\text{Bq}/\text{cm}^2$ ③其他： $<0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$	
7	年有效剂量管理	1、辐射工作人员年有效剂量 $\leq 5\text{mSv}/\text{a}$ 2、公众成员年有效剂量 $\leq 0.1\text{mSv}/\text{a}$	GBZ18871-2002 HJ1188-2021
8	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。	GBZ120-2020 HJ1188-2021
9	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 6.0m^3 ，总的有效容积为 18m^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，验收时，排放口总 $\alpha \leq 1\text{Bq}/\text{L}$ ，总 $\beta \leq 10\text{Bq}/\text{L}$ ，碘-131 的放射活度浓度 $\leq 10\text{Bq}/\text{L}$ 。	GB18466-2005 GB18871-2002
10	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 $\leq 0.1\text{mSv}/\text{h}$ ，质量不超过 20kg 。废物包装体外表面的污染控制水平： $\beta < 0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 。 衰变时间要求为：含碘-131 核素的放射性固体废物暂存超过 180 天。 废弃粒子源由厂家回收处置。 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 $0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 的，可对废物清洁解控并作为医疗废物交有资质单位处置。	HJ1188-2021 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，医院重新调整第三住院部西北侧部分区域的布局规划，拟投资 350 万元在第三住院部一楼西北侧区域利用辅助用房（更衣室、缓冲间、淋浴间及走廊灯）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 用于甲亢治疗以及甲状腺功能检测，使用核素 ^{125}I 粒子源用于肿瘤治疗，日等效最大操作量为 $3.71 \times 10^8 \text{Bq}$ ，为乙级非密封放射性物质工作场所。核技术总投资 万元，其中环保投资 万元，占总投资

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第三住院部一楼西北侧，第三住院部位于医院西侧，第三住院部四周均为院区道路，为地上 6 层建筑，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西北侧一角，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

核医学科场所整个区域按照由中间向四周发散设置，高活性区（储源室及分装质控室）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进入院区道路，周围一般无公众长时间停留；场所分区明显，单向路径；衰变池位于第三住院部北侧绿化带下方，距离核医学科较近，放射性废水管网相对来说较短。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、分装柜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。配置的放废桶防护足够，其屏蔽体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

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

续表 13 结论及建议

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，引至第三住院部（6F）楼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 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。防护通风柜柜体外人员操作位、注射窗或服药窗口表面 30cm 处周围剂量当量率低于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，其他侧柜体外表面 5cm 处的周围剂量当量率低于 $25 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

②项目辐射工作人员、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 $5\text{mSv}/\text{a}$ ，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。

③核医学科设置 2 套放射性废气管网收集放射性废气，最终至第三住院部（6F）楼顶排放，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

续表 13 结论及建议

灌。

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 6.0m^3 ，总的有效容积为 18m^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 $\beta \leq 10\text{Bq/L}$ ，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： $\beta < 0.4\text{Bq/cm}^2$ 。

含碘-131 核素的放射性固体废物暂存超过 180 天，废弃粒子源由厂家回收处置。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工作小组，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

续表 13 结论及建议

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，东安县人民医院新增核医学科核技术利用建设项目满足“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。

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

续表 13 结论及建议

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

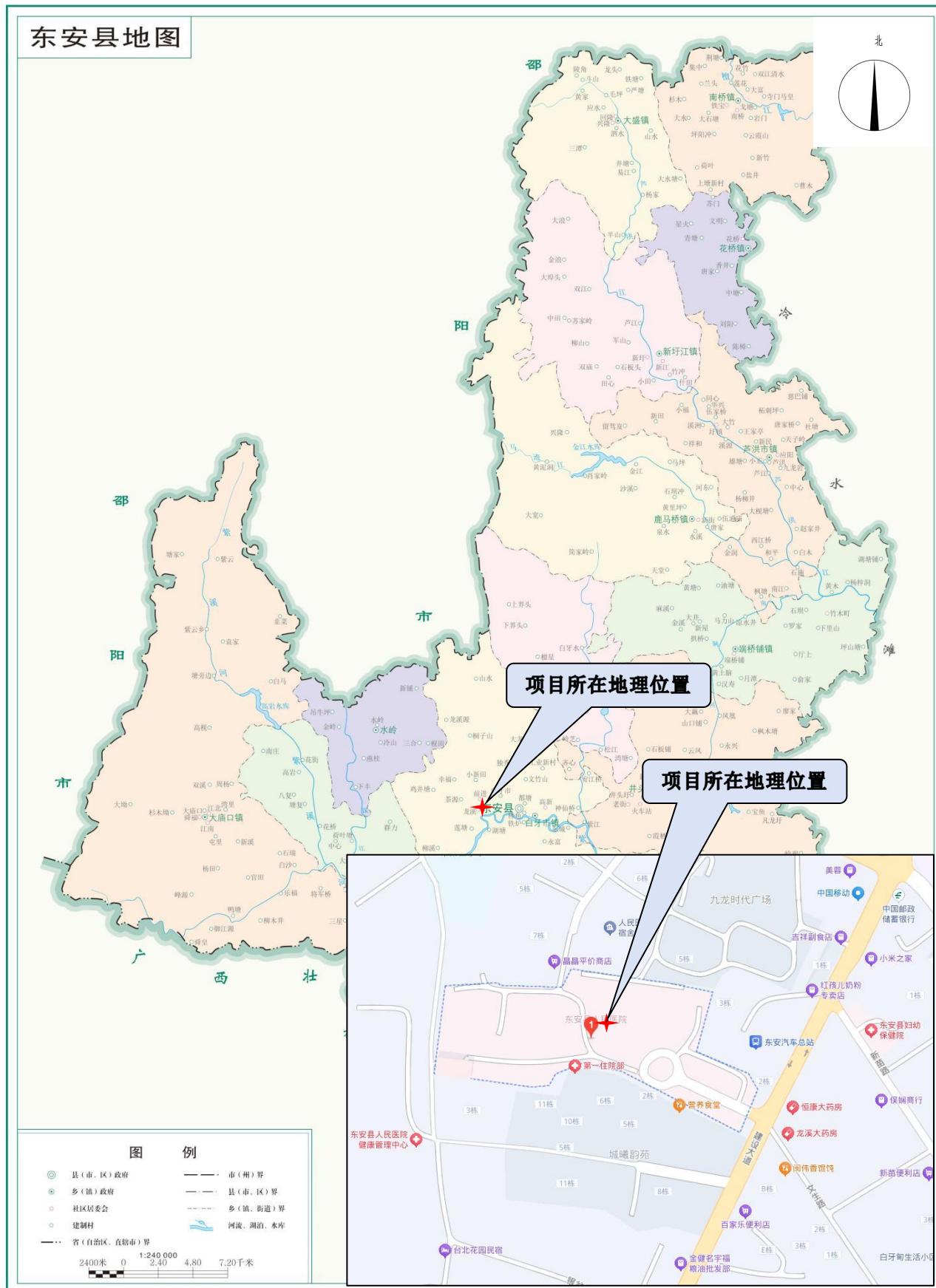
年 月 日

审批意见:

公章

经办人

年 月 日



附图一 项目所在地理位置图

宗地图

单位: m. m²

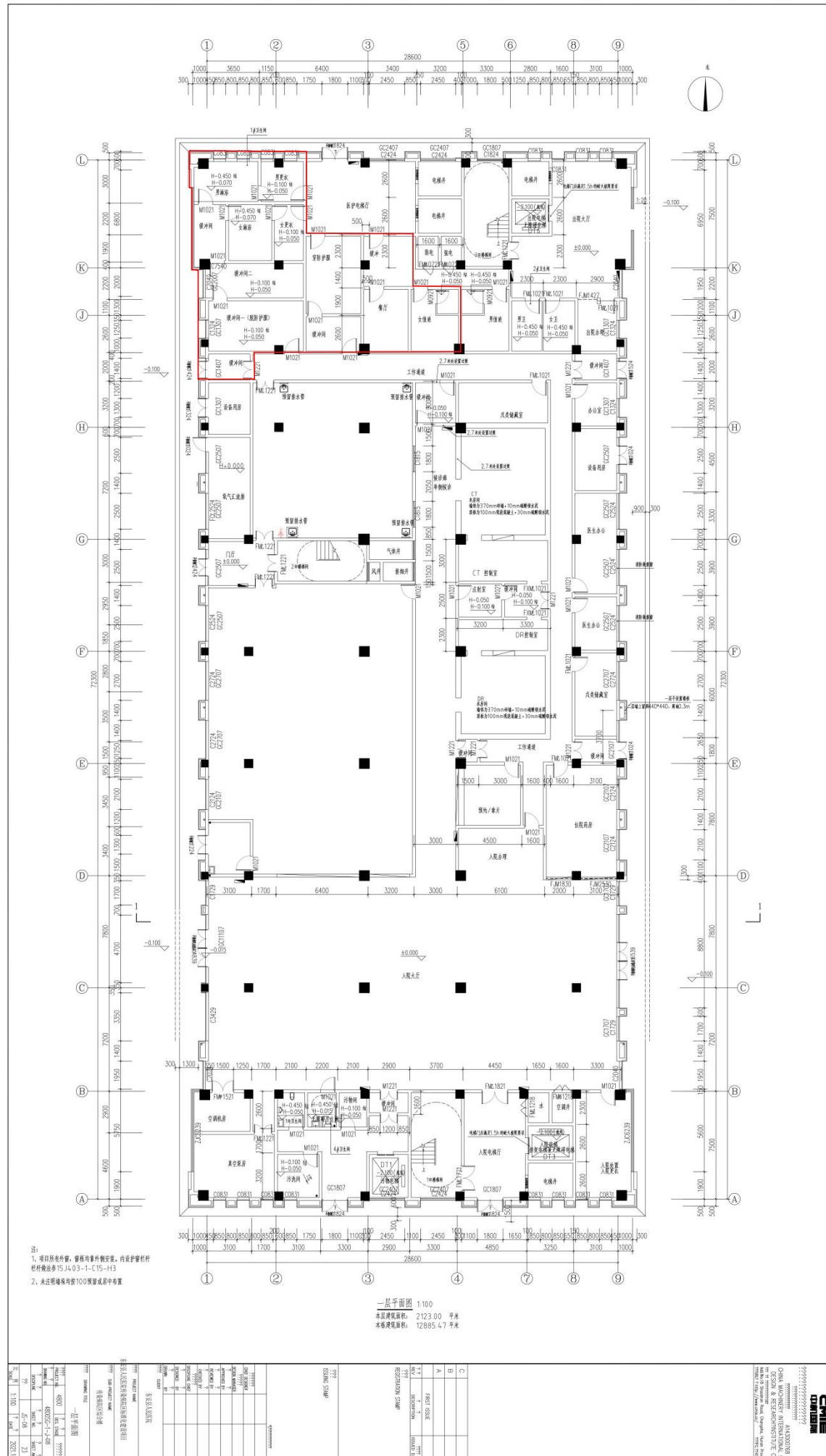
宗地代码: ***

土地权利人: 永州市东安县人民医院

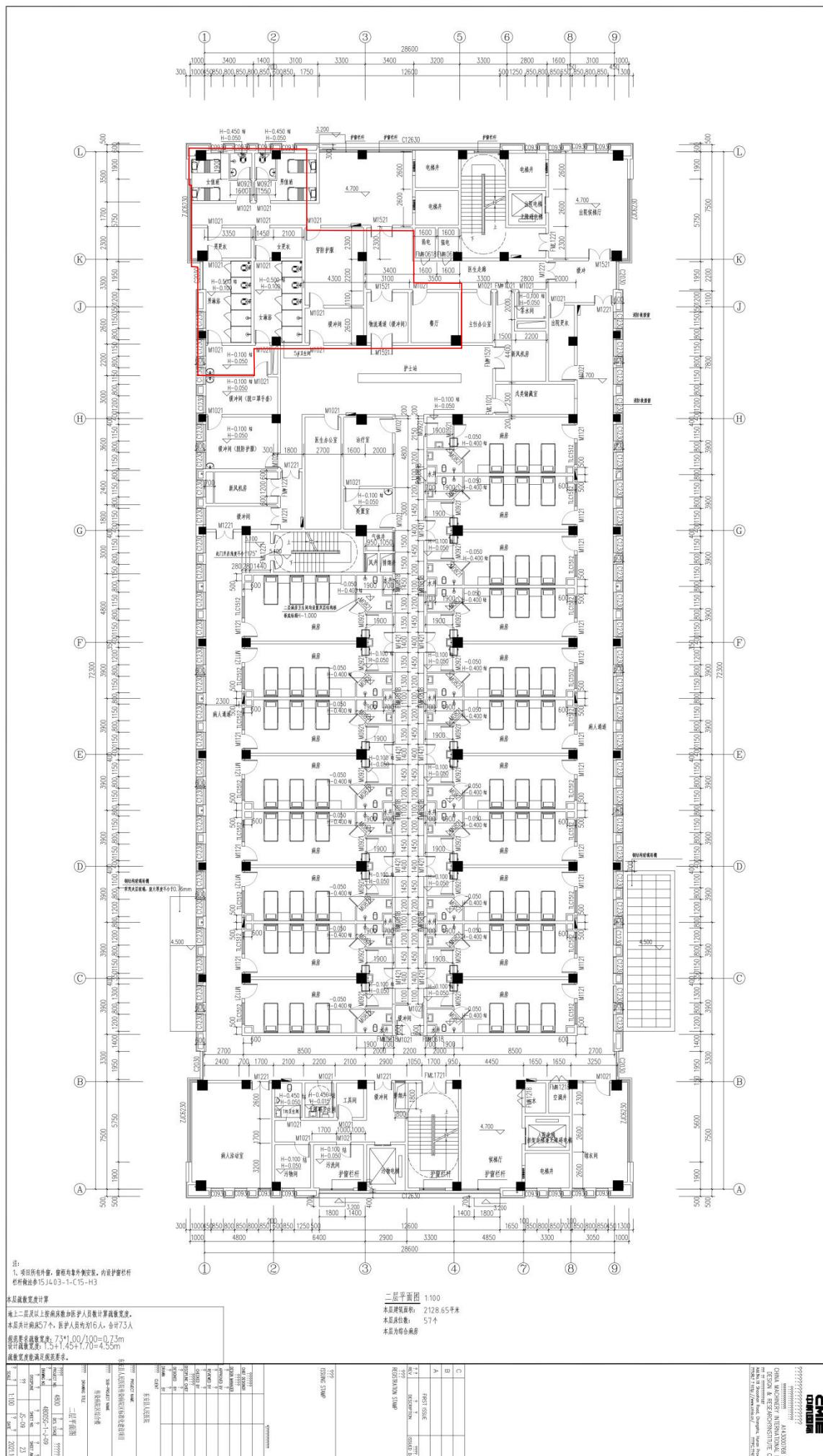
所在图幅号: 2920. 650-528. 250

使用权面积: 51269. 64

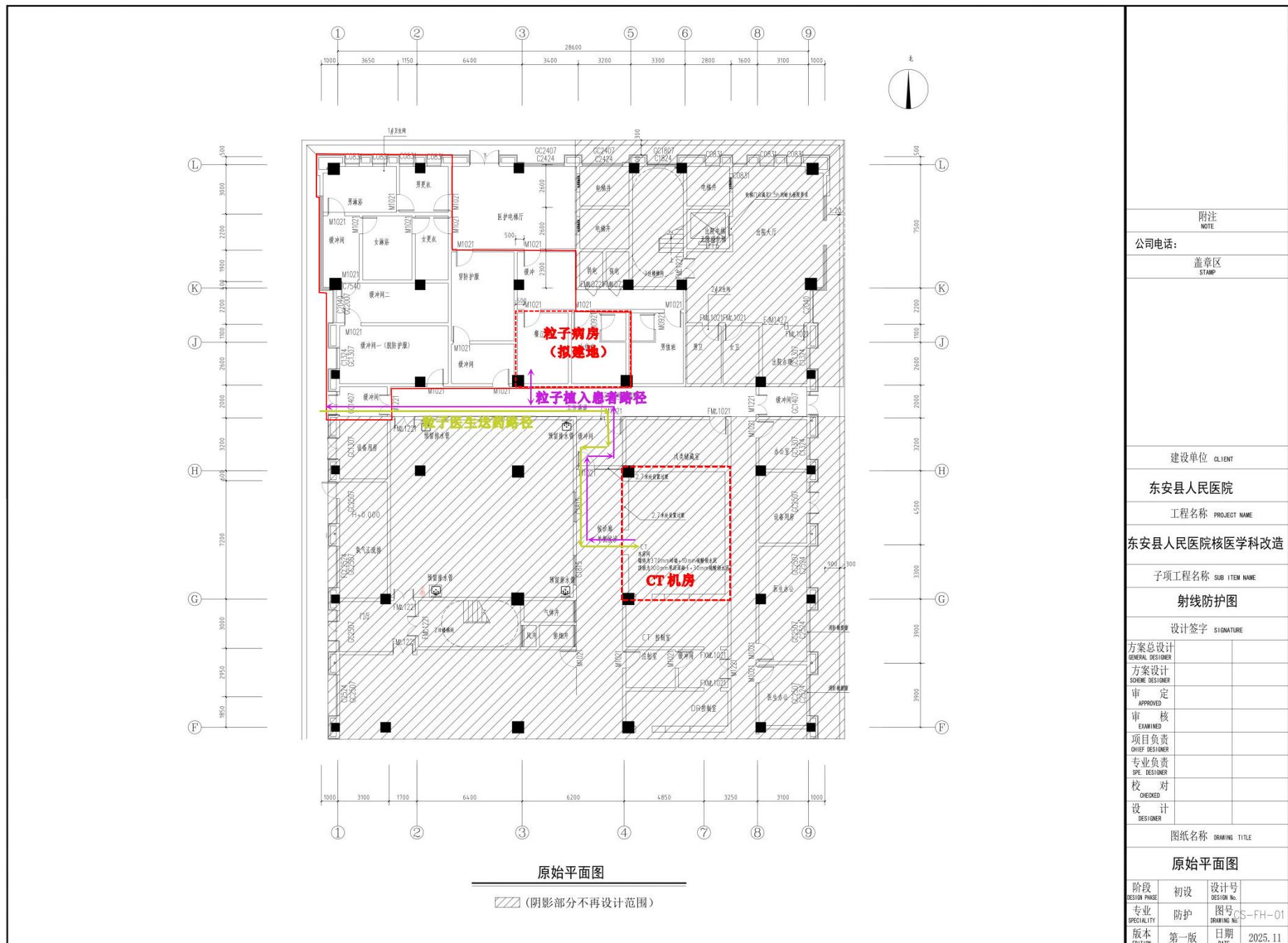




附图三 第三住院部一楼平面布置图（核医学科所在位置）



附图四 第三住院部二楼平面布置图（核医学科对应楼上）



附图五 拟改建场所原始平面布置图



附图十二 场所内现状照片

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“东安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

委托日

附件二 质量保证单及场所现状检测报告

环境影响评价现状环境资料

质量保证单

东安县人民医院新增核医学科核技术利用建设项目环境

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	东安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	永州市东安县白牙市镇建设大道 478 号
建设单位	东安县人民医院
检测单位	湖南省湘环环境研究院有限公司
检测时间	2026 年 1 月 8 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
Hunan Xianghuan Environmental Research Institute Co., Ltd

检测报告

湘环院 (HJ) -2601002

项目名称: 东安县人民医院新增核医学科核技术利用
建设项目

委托单位: 东安县人民医院

检测类型: 委托检测

报告日期: 二〇二六年一月

湖



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：东安县人民医院

统一社会信用代码：124311224478272076

地址：东安县白牙市镇建设大道478号

法定代表人：刘良涛

证书编号：湘环辐证[00194]

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07月27日



发证机关

发证日期

附件四 辐射防护安全管理委员会文件

文件编号	DRY-FSK-ZD-0021 -03-C-2024	文件名称	辐射防护安全管理委员会	适用范围	放射科
制定部门	放射科	起草、修订或核对人	卢俊杰	内审人	蒋汉胜

辐射防护安全管理委员会

根据《中华人民共和国职业病防治法》、《放射诊疗管理规定》等
相关法律法规为了加强本单位的辐射防护安全管理,经院级领导研究,
成立辐射防护安全管理委员会,其组成名单如下:

一、组织架构

主任委员:刘良涛

副主任委员:周业徐翼

委员:张海华 蒋汉胜 王解生 杨小忠 邓立恒 卢俊杰
张春元

下设办公室,办公室主任徐翼,负责辐射防护安全管理委员会的
日常工作。

二、工作职责

- (一) 建立放射安全防护制度及应急方案等相关制度;
- (二) 负责配备与使用场所相适应的防护设施、设备及个人防护用品管理工作。定期对放射诊疗场所、设备和人员进行放射防护情况进行检查;
- (三) 定期对放射工作人员进行辐射防护安全知识培训、考核及演练;
- (四) 定期检测个人剂量及工作人员健康体查;
- (五) 负责向卫生主管部门和环保部门及时报告或上传放射相关数据;
- (六) 协助医务部对放射防护的年检和记录;

附件八 辐射防护相关管理制度及应急预案

放射安全事件应急预案

一、总则

根据国家《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》及《放射诊疗管理规定》(以下简称《规定》)的要求,为使本单位一旦发生放射诊疗事件时,能迅速采取必要和有效的应急响应行动,保护工作人员及公众及环境的安全,制定本应急预案。

二、放射事件应急处理机构与职责

(一) 本单位成立放射事件应急处理领导小组,组织、开展放射事件的应急处理救援工作,领导小组组成如下:

组长: 医院党委书记

副组长: 院长、主管副院长等

成员: 医务科主任、后勤部主任、保安队长、放射科主任等应急

处理电话: 0746-4238608、4217014

(二) 应急处理领导小组职责:

1. 定期组织对放射诊疗场所、设备和人自查和监测,发现事故隐患及时上报至院方

2. 发生人员受超剂量照射事故,应启动

3. 事故发生后立即组织有关部门和人员处理;

4. 负责向卫生行政部门及时报告事故情

5. 负责放射性事故应急处理具体方案的研究确定和组织实施工作;

6. 放射事故中人员受照时,要通过个人剂量计或其它工具、方法迅速估算受照人员的受照剂量。

7. 负责迅速安置受照人员就医,组织控制区内人员的撤离工作,

辐射防护与安全管理制度

一、医院各级领导及主管职能部门要重视医用设备辐射防护安全工作，定期检查，监督落实，并将该项工作纳入对有关科室和部门的业务工作考核。

二、开展放射诊疗工作应具有符合国家相关标准和规定的放射诊疗场所和配套设施。

三、具有质量控制与安全防护专（兼）职管理人员和管理制度，并配备必要的防护用品和检测仪器。

四、放射装置场所必须设置放射性警示标志锁装置、辐射报警装置和工作信号指示装置，并者防护用品。

五、新安装、维修或更换重要部件后的放射装置验证的服务机构进行检测，合格后方可使用。

六、严格执行操作规程，定期做好放射装置测和环境辐射监测工作，并建立检查记录档案。

七、切实加强放射源的管理，实行专人负责，专人保管，避免放射源被盗及丢失。

八、放射诊断工作人员必须按要求具备相应的资质，各级各类人员应熟悉放射设备的主要结构和安全性能，确保设备安全，防止意外放射事件的发生。

九、放射工作人员工作期间应带个人计量仪，接受专业及放射防护培训，定期健康检查，医院建立个人计量、职业健康管理教育培档案。

十、操作人员在放射检查前应关闭检查室门窗，无关人员不得进入检查室，确保因病情需要必须陪同检查者，应给予必要的防护用品。

十一、主动接受卫生行政部门对辐射工作场所的监督检查，听取意见，接受指导，改进防护工作。

十二、建立放射安全防护管理组织，切实做好放射安全防护工作，发生放射安全事故立即启动应急预案，并报上级主管部门。

东安县人民医院

医院放射防护管理人员职责

- 1、 在设备管理中心主任的领导下，负责本院的辐射设备技术、安全等管理工作。
- 2、 辐射防护管理员应热爱本职工作，勤政廉政，并具备专业知识和技能，刻苦钻研，不断掌握和更新知识，努力提高管理和业务水平。
- 3、 按照国家和医院的辐射防护制度进行辐射防护管理工作和宣传工作。
- 4、 负责辐射安全许可证与放射诊疗许可证的申报与管理工作。
- 5、 对含放射性同位素设备及射线装置、放射工作场所及其周围环境、放射防护设施性能等进行经常性检测，对放射工作人员进行个人剂量监测、评价，并建立档案。
- 6、 负责辐射安全培训、操作人员健康检查等管理工作。
- 7、 负责放射性同位素、射线装置的安全检查与定期维护保养的管理工作。
- 8、 负责放射性同位素、射线装置出现故障与人员伤害及时上报，并按规定要求及时处理工作。
- 9、 辐射诊疗设备和场所设置规定的警示标志检查与管理工作。
- 10、 配备与使用场所相适应的防护设施、设备及个人防护用品检查与管理工作。
- 11、 负责所有辐射防护记录与资料妥善保管、及

放射科相关岗位职责

- 1、使用射线装置工作人员必须经过岗前体检，并经过辐射安全防护培训，持证上岗。
- 2、要正确使用射线装置，做到专人专管专用。
- 3、工作时，每一名工作人员必须佩戴个人剂量。
- 4、从事射线装置岗位人员，要严格按照操作规程和规章制度，杜绝非法操作。
- 5、发生放射事故，立即报告上级领导和有关部门，采取有效措施，不得拖延或者隐瞒不报。

放射工作人员防护知识培训制度

- 一、按照《中华人民共和国职业病防治法》《放射性同位素与射线装置安全与防例及《放射工作人员管理办法》的规定进行培训
- 二、放射工作人员上岗前、在岗期间必须按照相关的法律法规参加辐射安全和防护知识培训，考核合格方可参加相应的工作。
- 三、辐射安全管理人员必须通过参加上级部门和考核后方可从事安全管理工作。
- 四、培训记录、培训考核试卷要妥善保管和存档。
- 五、相关科室不定期地组织在岗放射工作人员学习放射防护、相关法律法规和标准规范等知识。
- 六、科室培训学员和实习学生从事放射工作前，应接受科室组织的放射防护知识培训。
- 七、培训的形式包括课堂教学、现场实习和

放射工作人员职业健康管理制度

为贯彻落实《职业病防治法》《放射诊断管理规定》《放射工作人员职业健康管理办法》等法律、法规、规章的要求，保障放射工作人员的健康，制定本制度。

一、放射工作人员的范围为放射科等从事放射诊断活动受到电离辐射照射人员。

二、医学装备科负责放射诊断工作人员的职业健康管理工作，建立职业健康监护档案、个人剂量监测档案和放射防护培训档案，并妥善保存。

三、新录用或调入的拟从事放射工作的人员必须进行上岗前职业健康检查，符合《放射工作人员健康标准》的方可从事放射诊断工作。

四、放射诊断工作人员上岗前，医学装备科应为其配备个人剂量计，及时安排接受放射防护法规和防护知识培训并取得合格证明，办理《放射工作人员证》。

五、放射工作人员每1-2年（不得超过2年）到有资质的体检机构进行一次职业健康检查。收到检查结果后要如实告知本人，并将结果记录在《放射工作人员健康监护档案》。发现不宜继续从事放射工作的，及时调离放射工作岗位并妥善安置；对需要复查和医学随访观察的，及时予以安排。

六、放射工作人员在工作期间必须按照
3个月检测一次，检测结果抄录在《放射工
个人剂量高于医院确定的年剂量的束值1/4
医务部查明原因，告知本人采取相应措施。

七、对怀孕或在哺乳期间的妇女，不得
照射。

八、放射工作人员在职业健康监护、个人剂量检测、防护培训中形成的档案以及《放射工作人员证》由医学装备科统一保管，终生保存。成工作人员有权查阅、复印本人的档案，医院应当如实、无偿提供，并在复印件上签章。

辐射监测计划

为加强我单位射线装置与放射工作人员健康管理，控制射线装置的照射，规范放射工作防护管理，保障相关员工健康和环境安全，根据相关要求，结合我院实际，特制定本方案。

一、个人剂量监测

个人剂量监测期内，个人剂量计每三个月检测一次。佩戴周期第三个月份的月底收齐所有放射工作人员的个人剂量监测计，统一邮寄至有资质机构检测并领取新的个人剂量计。建立放射工作人员的个人剂量监测档案。

二、职业健康体检

放射工作人员每 1-2 年进行一次职业健康检查，并建立健康监护档案。未经体检和体检不合格者，不得从事放射性工作。

三、工作场所监测

每年委托有资质的单位进行一次射线装置工作场所的辐射环境监测，并于每年的 1 月 31 日前向生态环境部门提交上一年度的放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告。

附件九 医院辐射工作人员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、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 $\leq 0.1\text{mSv/a}$ 。

二、在项目运行中，你医院应着重做好以下工作：

- 1、制定 DSA 操作规程，修改完善放射事故应急救援预案等制度。
 - 2、做好新增辐射工作人员的放射性职业健康体检和个人剂量监测工作，并建立规范的档案，加强对辐射工作人员的健康档案管理。
 - 3、做好新增辐射工作人员的培训工作，增强辐射安全与防护意识，提高辐射安全与防护管理水平。
 - 4、将新增项目纳入辐射环境监测计划，做好自主监测工作，确保辐射环境安全。
- 三、按照国家有关规定，你医院须到我厅重新办理辐射安全许可证后方可正式开展以上相应的辐射工作。
- 四、永州市环境保护局负责该项目的日常监督管理工作。

抄送：永州市环境保护局。

根据监测结果，项目周边辐射环境达到验收执行标准。

五、验收结论

验收组通过现场检查、资料查阅及召开验收会议等形式，未发现《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》中所规定的验收不合格情形，建设项目从设计、施工到试运行各个阶段中，落实了环境影响评价制度，环评报告表及环评批复要求已基本落实，完善了相关辐射安全和防护管理制度，建立了放射工作人员健康档案和个人剂量档案，辐射工作场所采取了有效的防护措施，配备了基本的辐射防护用品，落实了环评批复文件提出的有关辐射安全和防护措施的要求，验收资料基本齐全，监测数据可靠，一致认为该建设项目环境保护设施验收合格。

同时，专家组对验收监测报告提出如下修改与完善的主要意见：

- (1) 补充 DSA 操作规程、完善辐射应急预案等制度；
- (2) 补充最近周期的 DSA 工作人员个人剂量监测报告；
- (3) 专家提出的其他意见。

六、后续要求

- 1) 积极配合环保部门的日常监督检查，采取“自检”与“委托检测”相结合安全防护设施，保证放射工作场所的各项辐射安全措施能正常运行，保证各辐射水平符合国家标准。
- 2) 医院应加强内部管理，合理使用各医用 X 射线装置，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，保护放射工作人员和公众的健康与安全。
- 3) 每一季度定期对辐射工作人员进行个人剂量监测。安排专人负责个人剂量监测档案管理。个人剂量监测应由具有个人剂量检测资质的单位进行，如发现异常可加密监测频率。医院须安排新增放射工作人员进行培训，培训合格者方可上岗。医院应安排人员参加环保行政主管部门或其他单位举办的辐射防护相关知识的培训学习，并进行 4 年一次复训。

七、验收人员信息

东安县人民医院核技术利用扩建项目竣工环境保护验收由东安县人民医院向录秀任验收负责人，长沙市鹏悦环保工程有限公司（验收监测报告编制单位）、湖南中环环境影响评价有限公司（环境影响评价单位）等单位代表及 2 位技术专家共（人）。