

核技术利用建设项目  
宁远县人民医院核医学科场所变更  
建设项目环境影响报告表

(送审稿)

宁远县人民医院 (盖章)

2026年3月

核技术利用建设项目  
宁远县人民医院核医学科场所变更  
建设项目环境影响报告表

建设单位名称：\_\_\_\_\_宁远县人民医院\_\_\_\_\_

建设单位法人代表（签名或签章）：\_\_\_\_\_

通讯地址：\_\_\_\_\_永州市宁远县舜陵镇重华北路1号\_\_\_\_\_

邮政编码：\_\_\_\_\_425600\_\_\_\_\_ 联系人：\_\_\_\_\_

电子邮箱：\_\_\_\_\_ 联系电话：\_\_\_\_\_

打印编号：1772594382000

## 编制单位和编制人员情况表

项目编号	0fvo23		
建设项目名称	宁远县人民医院核医学科场所变更建设项目		
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	[Redacted]		
单位名称（盖章）	[Redacted]		
统一社会信用代码	[Redacted]		
法定代表人（签章）	[Redacted]		
主要负责人（签字）	[Redacted]		
直接负责的主管人员（签字）	[Redacted]		
二、编制单位情况	[Redacted]		
单位名称（盖章）	[Redacted]		
统一社会信用代码	[Redacted]		
三、编制人员情况	[Redacted]		
1. 编制主持人	[Redacted]		
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
李紫薇	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
2. 主要编制人员	[Redacted]		
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
邱映峰	项目基本情况、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）、评价依据	[Redacted]	[Redacted]
李紫薇	保护目标与评价标准、环境质量和辐射现状、项目工程分析与源项、辐射安全与防护、环境影响分析、辐射安全管理、结论与建议	[Redacted]	[Redacted]

## 目 录

表 1	项目基本情况 .....	1
表 2	放射源 .....	18
表 3	非密封放射性物质 .....	19
表 4	射线装置 .....	20
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物） .....	21
表 6	评价依据 .....	22
表 7	保护目标与评价标准 .....	25
表 8	环境质量现状 .....	37
表 9	项目工程分析与源项 .....	41
表 10	辐射防护与安全措施 .....	57
表 11	环境影响分析 .....	81
表 12	辐射安全管理 .....	105
表 13	结论及建议 .....	117
表 14	审批 .....	123



## 附 录

### 附图

- 附图一 项目所在地理位置图
- 附图二 医院规划总平面布置图
- 附图三 放疗中心三楼平面布置图（核医学科所在位置）
- 附图四 放疗中心楼顶平面布置图及楼顶部分风管布置示意图（核医学科所在楼上）
- 附图五 放疗中心二楼平面布置图（核医学科所在楼下）
- 附图六 放疗中心一楼平面布置图
- 附图七 核医学科场所通风管网布置图
- 附图八 核医学科场所放射性废水排水管网布置图
- 附图九 衰变池平面布置图及剖面图
- 附图十 现场照片

### 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 关于调整辐射安全防护领导小组的通知
- 附件五 部分辐射工作人员核技术利用成绩报告单
- 附件六 现有辐射工作人员职业健康体检资料
- 附件七 现有辐射工作人员最近 4 个季度的个人剂量检测报告
- 附件八 辐射防护相关管理制度及应急预案
- 附件九 关于确定年剂量管理目标值的文件
- 附件十 本项目核医学科场所的辐射屏蔽设计方案
- 附件十一 本项目核医学科场所工作量规划情况
- 附件十二 医院原有核技术利用项目环评批复及验收文件



表 1 项目基本情况

项目名称	宁远县人民医院核医学科场所变更建设项目				
建设单位	宁远县人民医院				
法人代表	■	联系人	■	联系电话	■
注册地址	永州市宁远县舜陵镇重华北路 1 号				
项目建设地点	永州市宁远县舜陵镇重华北路 1 号宁远县人民医院				
立项审批部门	/		批准文号	/	
核技术利用项目总投资（万元）	■	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 <sup>2</sup> ）	170
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 checked="" type="checkbox"/> III 类		
其他	无				

1.1 建设单位概况

宁远县人民医院创建于 1946 年 8 月，原名县公医院，1949 年 11 月宁远和平解放后更名为县人民医院。经过 70 余年的建设，医院已发展成为一所集医疗、保健、教学、科研于一体的非营利性县域三级综合性医院。医院占地面积 10.7 万平方米，建筑面积 8.9 万平方米。现有在职职工 1100 余人，其中正高职称 23 人，副高职称 152 人，中级职称 361 人，外聘专家教授 10 余人。编制床位 1200 张，设临床医技科室 43 个，拥有门类齐全的大型医疗设备，2024 年门急诊 58.15 万人次，同比增长 13.35%，出院病人 4.95 万人次，拥有先进医疗仪器飞利浦 64

续表 1 项目概况

排 128 层螺旋 CT、心脏电生理记录系统、心脏刺激仪、射频消融仪、核磁共振、DSA、DR、数字化胃肠机、四维彩超、彩超、腹腔镜、C 型臂、全自动生化分析仪等 120 余台（件）。

## 1.2 项目由来

为顺应医院长远发展，宁远县人民医院原计划将放疗中心三楼南侧区域改建为核医学科场所，该核医学科场所已进行环境影响评价，并取得了湖南省生态环境厅的环评批复：湘环许决【2026】2 号。上述核医学科的改建工作目前暂未开展，现因设计院核定，放疗中心三楼南侧区域楼板承重不能满足核医学科的改建要求，因此，医院重新调整了放疗中心三楼的布局规划，拟将核医学科场所的位置由放疗中心三楼南侧区域调整至放疗中心三楼西侧区域（该区域原为病案室的预留用房），同时，拟将放疗中心中间区域的 1 间值班室改建成  $^{125}\text{I}$  粒子植入病房，粒子植入手术在放疗中心一楼定位 CT 机房进行， $^{125}\text{I}$  粒子储存于拟建的核医学科储源室内。本次改建后的核医学科场所主要使用核素  $^{131}\text{I}$ （用于甲亢治疗及甲状腺功能检测）、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ （用于核医学显像诊断）、 $^{125}\text{I}$  粒子源（用于肿瘤治疗）、 $^{89}\text{Sr}$ （用于转移性癌治疗），日等效最大操作量分别为  $3.704\times 10^8\text{Bq}$ 、 $7.4\times 10^6\text{Bq}$ 、 $8.88\times 10^6\text{Bq}$ 、 $1.85\times 10^8\text{Bq}$ ，总的日等效最大操作量为  $5.717\times 10^8\text{Bq}$ ，为乙级非密封放射性物质工作场所，该场所使用 1 台 SPECT/CT 进行显像扫描。根据《射线装置分类》（环境保护部 国家卫生和计划生育委员会公告，2017 年第 66 号）可知，本项目包含的 1 台 SPECT/CT 属于 III 类射线装置。

目前放疗中心主体工程已建设完成，三楼原规划为病案室区域为框架结构，改扩建工作暂未开展，且后续改扩建工作无墙体拆除等内容。

为保护环境，保障周围公众健康，根据《中华人民共和国环境保护法》、《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 682 号）以及《中华人民共和国环境影响评价法》，本项目应进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（部令第 16 号），本项目属于“172 .....使用乙级非密封放射性物质工作场所的.....”，本项目环境影响评价报告文件形式为编制环境影响报告表。因此，宁远县人民医院委托湖南省湘环环境研究院有限公司（以下简称“我公司”）对拟开展的核医学科场所变更建设项目进行环境影响评价。我公司

续表 1 项目概况

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

#### 1.3.1 建设项目基本信息

(1) 项目名称：宁远县人民医院核医学科场所变更建设项目

(2) 建设地点：永州市宁远县舜陵镇重华北路 1 号宁远县人民医院放疗中心三楼

(3) 建设性质：改扩建

(4) 建设单位：宁远县人民医院

(5) 投资

(6) 建设规模：放疗中心三楼西侧区域利用原预留为病案室的用房改建为核医学科场所，目前该场所为框架结构，其他未建设，建设面积约 170m<sup>2</sup>。本次改建后的核医学科场所主要使用核素 <sup>131</sup>I、<sup>99m</sup>Tc、<sup>125</sup>I 粒子源，总的日等效最大操作量为 3.867×10<sup>8</sup>Bq，为乙级非密封放射性物质工作场所，该场所使用 1 台 SPECT/CT 进行显像扫描。SPECT/CT 属于 III 类射线装置。

本项目拟放射性同位素及射线装置的使用情况见下表 1-1、表 1-2。

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
						单人服药量	日最大操作量	年用量	日等效最大操作量	
1	<sup>131</sup> I	8.02d	液态、中 毒组	简单操作	10	3.7×10 <sup>8</sup>	3.7×10 <sup>9</sup>	1.85×10 <sup>11</sup>	3.7×10 <sup>8</sup>	甲亢治疗
2	<sup>131</sup> I	8.02d	液态、中 毒组	简单操作	10	3.7×10 <sup>5</sup>	3.7×10 <sup>6</sup>	1.85×10 <sup>8</sup>	3.7×10 <sup>5</sup>	甲功测定
3	<sup>99m</sup> Tc	6.02h	液态、低 毒组	很简单的操作	10	7.4×10 <sup>8</sup>	7.4×10 <sup>9</sup>	1.85×10 <sup>12</sup>	7.4×10 <sup>6</sup>	显像诊断
4	<sup>125</sup> I	59.4d	固态、中 毒组	很简单的操作	2	4.44×10 <sup>9</sup>	8.88×10 <sup>9</sup>	1.332×10 <sup>12</sup>	8.88×10 <sup>6</sup>	肿瘤治疗
5	<sup>89</sup> Sr	50.53d	液态、中 毒组	简单操作	5	3.7×10 <sup>8</sup>	1.85×10 <sup>9</sup>	9.25×10 <sup>10</sup>	1.85×10 <sup>8</sup>	转移性癌治疗

**续表 1 项目概况**

合计	乙级非密封放射性物质工作场所	5.717×10 <sup>8</sup>	/
使用位置	放疗中心三楼核医学科		
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 <sup>18</sup> F、 <sup>99m</sup> Tc、 <sup>125</sup> I 粒子源相关活动视为“很简单的操作”，使用 <sup>131</sup> I 核素相关活动视为“简单操作”。		

**表 1-2 本次环评包含射线装置情况一览表**

序号	射线装置	厂家/型号	拟定参数	类别	位置	数量	备注
1	SPECT/CT	未定	140kV, 800mA	III 类	放疗中心三楼核医学科 SPECT 机房	1 台	新增

(7) 本项目核医学科拟使用核素为<sup>131</sup>I、<sup>99m</sup>Tc、<sup>125</sup>I 粒子源，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，全年工作 50 周，全年治疗人数 500 人，每人最大用药量 3.7×10<sup>8</sup>Bq（10mCi）。

2、甲功测定：医院采取预约制，每天检测人数 10 人，每周工作 1 天，全年工作 50 周，全年检测人数 500 人，每人最大用药量 3.7×10<sup>5</sup>Bq（0.01mCi）。

3、显像诊断：每天检查人数 10 人，每周工作 5 天，全年工作 50 周，全年检查人数 2500 人，每人最大用药量 7.4×10<sup>8</sup>Bq（20mCi）。

4、肿瘤治疗：医院采取预约制，每天治疗人数 2 人，每周工作 3 天，年工作 50 周，全年治疗人数 300 人，每人最大用药量 4.44×10<sup>9</sup>Bq（120mCi）。

5、转移性癌治疗：医院采取预约制，每天治疗人数 5 人，每周工作 1 天，全年工作 50 周，全年治疗人数 250 人，每人最大用药量 3.7×10<sup>8</sup>Bq（10mCi）。

6、<sup>131</sup>I 每周送药一次，每次送药不超过 3.704×10<sup>9</sup>Bq；<sup>99m</sup>Tc 每天送药一次，每次送药不超过 7.4×10<sup>9</sup>Bq；<sup>125</sup>I 粒子源每周送药三次，每次送药不超过 8.88×10<sup>9</sup>Bq；<sup>89</sup>Sr 每周送药一次，每次送药不超过 1.85×10<sup>9</sup>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 7 人（2 名技师，3 名护士，2 名医师），技师计划在放射科现有工作人员中调用，其余辐射工作人员均为新增。上述辐射工作人员在项目运行前需进行职业健康体检，排除职业禁忌症后方可上岗，上岗后每 1~2 年进行一次职业健康体检；进行辐射安全与防护知识考核，考核合格方可

续表 1 项目概况

上岗，上岗后每 5 年进行一次考核；佩戴个人剂量计，并定期测读。

建设单位年运营 365 天，实行轮体制，其中核医学科工作天数不超过 250 天/年。

### 1.3.3 项目主要工程基本情况及依托情况

根据项目特点，本项目主要由主体工程、公用工程、储运工程、环保工程三部分组成。项目组成见下表 1-3。

表 1-3 本项目主要工程建设内容及依托关系一览表

序号	项目	组成	依托关系
一	主体工程		
核医学科	工作场所	位于放疗中心三楼核医学科，建筑面积约 170m <sup>2</sup> ，层高 3.5m。拟设置有 SPECT 控制室、SPECT 机房、SPECT 注射后候诊室、SPECT 留观室、甲亢留观室、储源室、废物间、分装注射室、运动负荷室、甲功测定室、卫生通过间、污洗间、甲亢患者通道、护士站、粒子病房等功能用房。	主体结构依托大楼，内部布局新建
	放射性核素	使用核素 <sup>131</sup> I 用于甲亢治疗及甲功测定，日等效最大操作量为 3.704×10 <sup>8</sup> Bq；使用核素 <sup>99m</sup> Tc 用于显像诊断，日等效最大操作量为 7.4×10 <sup>6</sup> Bq；使用核素 <sup>125</sup> I 粒子源用于肿瘤治疗，日等效最大操作量为 8.88×10 <sup>6</sup> Bq；使用核素 <sup>89</sup> Sr 用于转移性癌治疗，日等效最大操作量为 1.85×10 <sup>8</sup> ；日等效最大操作量合计为 5.717×10 <sup>8</sup> Bq，为乙级非密封放射性物质工作场所。	新增
	设备	拟配置 1 台 SPECT/CT，设备型号待定，设备中的 CT 最大管电压为 140kV，最大管电流为 800mA，属于 III 类射线装置。 <sup>125</sup> I 粒子植入手术在放疗中心一楼定位 CT 机房进行，该机房已进行了备案，备案号：202643112600000122，本次依托。	新增+依托
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排风系统。 核医学科各控制区用房拟设置废气排风口，保证核医学科的通风和废气收集排放。	新建

续表 1 项目概况

三		储运工程	
1	储存	在核医学科场所内设置 1 间储源室，用于放射性同位素的储存。	
2	运输	放射性药物直接由供货方运至放疗中心三楼核医学科，由卫生通过间进入核医学科分装注射室内（或放置在储源室）。放射性药物每日最多送药 1 次。	
四		环保工程	
1	废气	核医学科场所内拟设置 2 套独立的机械排风系统，其中分装注射室内拟安装 1 台分装柜，分装柜顶端设置活性炭吸附装置，分装柜内废气经过活性炭吸附后沿通风管道延伸至本栋楼顶，经过活性炭吸附后再延伸至内科楼楼顶排放，其他区域设置 1 套排风系统，废气由低活性区流向高活性区，汇集到主管后，由主管延伸至本栋楼顶，经过活性炭吸附后再延伸至内科楼楼顶排放。各分支管道内设置防倒灌装置，并保持负压。	
2	废水	放射性废水	项目在放疗中心西侧地下新建 1 套地埋式（位于地下）混凝土结构槽式废水衰变处理设施（用于暂存含 $^{131}\text{I}$ 放射性废水及含 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 放射性废水），核医学科产生的放射性废水由专门的放射性废水管网进入衰变池；单个衰变池有效体积为 $10.57\text{m}^3$ ，共 3 个池体，共 $31.71\text{m}^3$ ；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 间废物间（ $1.88\text{m}^2$ ）用于放射性废物的衰变，根据核素种类不同分类收集，分类储存，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。
		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 1-4 核医学科场所辐射屏蔽防护设计材料及厚度

房间名称	四面墙体	顶棚	地面	防护门
SPECT 机房	370mm 实心砖 +20mm 钡水泥	120mm 混凝土 +30mm 钡水泥	1800mm 混凝土	6mmPb（观察窗 6mmPb）
SPECT 注射	370mm 实心砖（西墙	120mm 混凝土	1800mm	6mmPb

续表 1 项目概况

后候诊室	加刷 20mm 钡水泥)	+30mm 钡水泥	混凝土	
SPECT 留观室	370mm 实心砖(北墙加刷 20mm 钡水泥)	120mm 混凝土+30mm 钡水泥	1800mm 混凝土	6mmPb
卫生间 1	370mm 实心砖(北墙加刷 20mm 钡水泥)	120mm 混凝土+30mm 钡水泥	1800mm 混凝土	/
卫生间 2	370mm 实心砖(北墙加刷 20mm 钡水泥)	120mm 混凝土+30mm 钡水泥	1800mm 混凝土	/
卫生间 3	370mm 实心砖(西墙加刷 20mm 钡水泥)	120mm 混凝土+30mm 钡水泥	1800mm 混凝土	/
甲亢留观室	370mm 实心砖	120mm 混凝土+30mm 钡水泥	1800mm 混凝土	10mmPb
储源室	370mm 实心砖(西墙加刷 20mm 钡水泥)	120mm 混凝土+30mm 钡水泥	1800mm 混凝土	6mmPb
废物间	370mm 实心砖	120mm 混凝土+30mm 钡水泥	1800mm 混凝土	6mmPb
分装注射室	370mm 实心砖	120mm 混凝土+30mm 钡水泥	1800mm 混凝土	6mmPb (与卫生通过间之间的防护门 10mmPb, 2 樘注射窗 6mmPb、服药窗 20mmPb)
运动负荷室	370mm 实心砖	120mm 混凝土+30mm 钡水泥	1800mm 混凝土	6mmPb
甲亢测定室	370mm 实心砖(东墙、北墙为 180mm 实心砖)	120mm 混凝土+30mm 钡水泥	1800mm 混凝土	/
卫生通过间	370mm 实心砖	120mm 混凝土+30mm 钡水泥	1800mm 混凝土	西侧防护门 10mmPb, 东侧防护门 6mmPb
污洗间	370mm 实心砖	120mm 混凝土+30mm 钡水泥	1800mm 混凝土	6mmPb
甲亢患者通道	370mm 实心砖	120mm 混凝土+30mm 钡水泥	1800mm 混凝土	10mmPb (北侧 2 樘防护门 6mmPb)
粒子病房	180mm 实心砖+10mm 钡水泥	120mm 混凝土+10mm 钡水泥	120mm 混凝土+10mm 钡水泥	2mmPb

备注: 1、屏蔽材质的密度: 混凝土(砣) 2.35g/cm<sup>3</sup>, 铅 11.3g/cm<sup>3</sup>, 钡水泥 2.79g/cm<sup>3</sup>, 实心砖 1.65g/cm<sup>3</sup>。后文密度同此, 不再重复。

2、本项目核医学科场所(除粒子病房)全部位于加速器机房楼上, 核医学科场所(除粒子病房)地面的辐射防护保守取加速器机房顶棚的次屏蔽厚度 1800mm 混凝土。

**续表 1 项目概况**

3、<sup>125</sup>I 粒子植入手术在放疗中心一楼定位 CT 机房进行，该机房已进行了备案，备案号：202643112600000122，本次依托。

**1.3.4 配套设施、设备**

项目配套的设施设备情况见下表 1-5。

**表 1-5 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	活度计	1 台	分装注射室	活度检测	新增
3	贮源铅罐	2 个	分装注射室	源容器，避免放射性药品暴露在外，方便拿取	新增
4	源容器 (放射源自带)	2 个	储源室	源容器	新增
5	分装柜	1 个	分装注射室	分装柜铅当量为 30mmPb，用于药物分装防护	新增
6	注射窗	2 个	分装注射室	5mmPb，注射防护	新增
7	服药窗	1 个	分装注射室	20mmPb，服药防护	新增
8	注射器防护套	1 个	分装注射室	5mmPb，注射器防护	新增
9	注射器转运盒	1 个	分装注射室	5mmPb，注射器转运	新增
10	放废桶	10 个	分装注射室、服药室、甲亢留观室、注射后候诊室、废物间等	10mmPb，用于存放放射性废物	新增
11	医用推车	1 台	运动负荷室(抢救室)	患者抢救	新增
12	语音/对讲系统	1 套	整个工作场所	注射后候诊室、留观室、扫描间、进出口及内部走廊区域	新增
13	监控系统	1 套	整个工作场所	注射后候诊室、留观室、扫描间、进出口及内部走廊区域，在护士站分屏显示	新增
14	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
15	防护用品(铅衣、铅眼镜、铅围脖、铅帽、铅围裙、铅手套)	2 套	卫生通过间	医护人员防护	新增
16	放射性污染防护服	若干	卫生通过间	医护人员防护	新增

续表 1 项目概况

17	过滤式口罩	多副	卫生通过间	防止吸入放射性废气	新增
18	固定式在线剂量报警仪	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
19	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
20	托盘、镊子、长柄钳子等常规护士器械	1 套	分装注射室	护士注射使用器械	新增
21	器械柜	1 个	分装注射室	医用工具收储	新增
22	洗消设备	按需	污洗区	核素清洗	新增
23	探测光子能量下限低于 27keV 的 X-γ 辐射检测仪	1 台	分装注射室	检测	新增
24	个人剂量计	按需	辐射工作人员工作人员随身佩戴	个人剂量监测	新增
25	滤纸、吸水纸等应急去污用品	按需	分装注射室	应急处理	新增
26	铅方巾	2 套	粒子植入场所	患者屏蔽用	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

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

##### 1.4.2 环境保护目标

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

##### 1.4.3 评价因子

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

续表 1 项目概况

期居留的建筑物的一端或底层，设置相应的物理隔离和单独的人员、物流通道。

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

《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）中：

#### 5.1 工作场所平面布局

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

本项目核医学科位于放疗中心，放疗中心位于医院西侧，为三层独栋建筑，放疗中心东侧为院内道路及绿化带，东南侧约 10m 处为附一楼（4F）、约 22m 处为附二楼（2F），南侧为院内道路，隔路约 5m 处为现状医技楼（4F，后期将拆除，后期建设为医院消防通道），约 29m 处为在建门急诊医技综合楼（6F），西侧为院内道路及绿化带，北侧为院内道路及绿化带，隔路约 14m 处为内科楼。本项目核医学科主要区域位于放疗中心三楼西侧，场所东侧为过道，南侧、西侧、北侧均临空，楼上为楼顶平台，楼下为直线加速器机房；<sup>125</sup>I 粒子病房位于放疗中心三楼南侧中间区域，病房东侧为过道、南侧临空、西侧为楼梯间、北侧为过道；<sup>125</sup>I 粒子植入场所位于放疗中心一楼定位 CT 机房，机房东侧为氧舱、南侧为过道、西侧为楼梯间、北侧为控制室及缓冲区。本项目核医学科场所四周均设置了实体墙体及防护门进行物理隔离，场所内四周均未毗邻产科、儿科、食堂等部门及人员密集区，场所相对独立且核医学科主要区域集中布置在放疗中心三楼西侧，设置有单独的出口、入口，且出入口均未设置在人群稠密区域，核医学科场所与其他区域分开，远离医院内及周围环境敏感点，有利于辐射防护。同时，项目营运期产生的电离辐射经过实体墙体屏蔽；放射性废水单独的管道引至衰变池进行衰变，衰变池位于放疗中心西侧，为地埋式，埋深约为 2.1m，上方为空坪，周围设置围栏；放射性固废按照要求在废物间暂存达到标准要求时间后按照医疗固废进行处置；放射性废气沿东侧墙体向北延伸至内科楼之间的连廊，由连廊引至内科楼楼顶，在排气口前端设置活性炭吸收装置后排放；项目产生的电离

## 续表 1 项目概况

辐射、放射性固废、放射性废水、放射性固废以及放射性废气均得到有效治理，达标排放后对环境的影响小。

因此，环评认为项目选址合理。

### 1.5.2 平面布局合理性分析

本项目核医学科位于放疗中心三楼西侧区域（ $^{125}\text{I}$  粒子病房位于放疗中心三楼南侧中间区域，粒子植入场所位于放疗中心一楼定位 CT 机房），核医学科场所整个区域按照由东向西设置，高活性区（储源室及分装注射室）位于区域中间位置依次向外到低活性区，患者由东至西单向流动再由单独通道进入放疗中心西南侧出口，由放疗中心西南侧专用楼梯下楼之后进入院区道路，周围一般无公众长时间停留，分区明显，单向路径；衰变池位于放疗中心西侧空坪下方，距离核医学科较近，放射性废水管网相对来说较短，在三楼到一楼的放射性废水管网裸露在外面的设置铅皮进行包裹，其他位于覆土之下；场所内各功能用房的放射性废气收集后经专用管道沿排风井引至本栋建筑主楼楼顶经过活性炭吸附后，再通过专用管道引至内科楼楼顶排放。

综上所述，核医学科布局有利于辐射防护与安全，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）、《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）等相关标准要求。因此，从辐射防护与环境保护角度，项目的平面布局可行。

## 1.6 医院现有核技术利用项目情况

### 1.6.1 现有射线装置使用情况

医院现有 1 台 II 类射线装置（DSA），10 台 III 类射线装置，上述射线装置的工作场所均已进行环境影响评价，已于 2026 年 2 月 27 日取得了辐射安全许可证，湘环辐证【00197】，有效期至 2027 年 5 月 30 日，医院上述射线装置运行情况良好，无辐射安全事故发生。医院现有射线装置情况见下表。

表 1-6 医院现有射线装置情况表

序号	射线装置	厂家/型号	类别	位置	数量	办证情况	备注
1	医用血管造影 X 射线机（DSA）	Optima IGS330	II 类	外科楼一楼介入导管室	1 台	已办证	已环评：批复文号：湘环评辐表（2018）31 号；已于 2019 年 3 月自主验收

续表 1 项目概况

2	口腔颌面锥形束计算机体层摄影设备	Smart3D-Xs	III类	医技楼一楼口腔 CBCT 室	1 台	已办证	已于 2019 年 3 月自主验收
3	双能 X 射线骨密度仪	PDXA LS-100	III类	综合住院楼十二楼骨科	1 台	已办证	III 类射线装置填报建设项目环境影响登记表, 无验收要求
4	全身用 X 射线计算机体层摄影装置 (CT)	Light Speed Plus	III类	发热门诊一楼 CT (二) 室	1 台	已办证	
5	数字化 X 射线影像系统 (DR)	CXD-DM G85	III类	医技楼一楼 DR1 检查室	1 台	已办证	
6	数字摄影图像系统	Revolution XQ/i	III类	医技楼一楼 DR2 检查室	1 台	已办证	
7	数字胃肠机	PS800+	III类	医技楼一楼数字胃肠室	1 台	已办证	
8	移动式数字化医用 X 射线摄影系统	PXD-2000	III类	综合住院楼三楼 ICU	1 台	已办证	
9	X 射线计算机体层摄影设备 (CT)	Ingenuity Core 128	III类	医技楼一楼 CT 一室	1 台	已办证	
10	X 射线计算机体层摄影设备 (CT)	Optima CT 520	III类	医技楼一楼 CT 二室	1 台	已办证	
11	移动式平板 C 型臂 X 射线机	PLX119C-F	III类	综合住院楼十七楼手术室 (5)	1 台	已办证	

医院上述射线装置运行至今, 情况良好, 无辐射安全事故发生。

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

### 1.6.2 医院现有辐射工作人员情况

根据医院“全国核技术利用辐射安全申报系统”信息, 医院现有辐射工作人员 62 人 (名单详见下表), 均已取得核技术利用成绩报告单或进行自主考核合格, 成绩合格单及自主考核均在有效期内; 均已配备个人剂量卡并定期进行个人剂量检测, 部分工作人员剂量卡丢失, 故使用同一监测周期内从事相同工作的工作人员接受的平均剂量作为名义剂量, 其余工作人员的个人剂量检测结果无异常; 除部分工作人员由于怀孕未进行职业健康体检外, 其余人员均已进行职业健康体检, 职业健康检查结果均未见异常。辐射工作人员核技术利用成绩合格单、职业健康体检报告及个人剂量检测报告详见附件五、附件六、附件七。







## 续表 1 项目概况

### 1.6.3 辐射防护情况

根据医院提供的资料，得出以下结论：

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

(2) 警示标志：各射线装置防护门上方有工作状态指示灯，防护门上粘贴有电离辐射警示标志，运行有效；

(3) 对讲系统：有，运行有效；

(4) 机房动力通风装置：有，运行有效。

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

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

(7) 现有防护用品配置情况

表 1-8 现有防护用品配置情况一览表

	名称	参数 (mmPb)	数量	使用情况
防护用品	铅衣	0.5	15	正常使用
	铅三角巾	0.5	2	正常使用
	铅方巾	0.5	5	正常使用
	铅围脖	0.5	15	正常使用
	铅眼镜	0.5	6	正常使用
	铅帽	0.5	15	正常使用
	自主检测仪器	便携式辐射检测仪	ZK-R-EGD	1

## 续表 1 项目概况

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

### 1.6.4 放射性废物排放情况

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

### 1.6.5 医院现存问题及整改建议

#### 存在问题:

- 1、部分辐射工作人员存在个人剂量卡丢失的情况;
- 2、部分辐射工作人员由于怀孕未进行职业健康体检。

#### 整改建议:

- 1、医院应要求全体辐射工作人员应妥善保管并正确佩戴个人剂量卡, 确保个人剂量检测结果准确;
- 2、医院应要求怀孕的辐射工作人员暂时脱离辐射工作岗位, 返岗前应进行职业健康体检, 职业健康检查结果正常方可返岗。

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	<sup>131</sup> I	液态、中毒组	使用	3.7×10 <sup>9</sup>	3.7×10 <sup>8</sup>	1.85×10 <sup>11</sup>	甲亢治疗	简单操作	放疗中心三楼核医学科	储源室
2	<sup>131</sup> I	液态、中毒组	使用	3.7×10 <sup>6</sup>	3.7×10 <sup>5</sup>	1.85×10 <sup>8</sup>	甲功测定	简单操作	放疗中心三楼核医学科	储源室
3	<sup>99m</sup> Tc	液态、低毒组	使用	7.4×10 <sup>9</sup>	7.4×10 <sup>6</sup>	3.7×10 <sup>11</sup>	显像诊断	很简单的操作	放疗中心三楼核医学科	储源室
4	<sup>125</sup> I 粒子源	固态、中毒组	使用	8.88×10 <sup>9</sup>	8.88×10 <sup>6</sup>	1.332×10 <sup>12</sup>	肿瘤治疗	很简单的操作	放疗中心一楼定位 CT 机房	储源室
5	<sup>89</sup> Sr	液态、中毒组	使用	1.85×10 <sup>9</sup>	1.85×10 <sup>8</sup>	9.25×10 <sup>10</sup>	转移性癌治疗	简单操作	放疗中心三楼核医学科	储源室
合计				2.183×10 <sup>10</sup>	5.717×10 <sup>8</sup>	1.98×10 <sup>12</sup>	/	/	/	/
以下空白										

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

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量 (台)	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	SPECT/CT	III 类	1	待定	140	800	显像诊断	放疗中心三楼核医学科场所 SPECT 机房	新增
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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	$^{131}\text{I}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$	/	/	/	总 $\beta < 10\text{Bq/L}$ , $^{131}\text{I}$ 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 $^{131}\text{I}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ，进入同一个衰变池， $^{131}\text{I}$ 半衰期远大于 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ，且大于 24 小时，因此，经衰变池暂存 180 天后可直接排放，暂存不满 180 天但监测结果表明 $^{131}\text{I}$ 活度浓度已降至不高于 10 贝可/升水平，也可直接排放。 未用完的瓶装废液分类置于污物间，存放达到规定时间要求经检测达标后可作为一般医疗固废处置。
放射性固废：一次性手套、一次性注射器、废棉签、废托盘、废吸纸、废一次性水杯、废弃粒子源、废活性炭等	固态	$^{131}\text{I}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 $^{125}\text{I}$ 粒子源、 $^{89}\text{Sr}$	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存放室	每袋固废表面剂量率不超过 0.1mSv/h，质量不超过 20kg，废物包装体外表面的污染控制水平： $\beta < 0.4\text{Bq/cm}^2$ ，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 $0.8\text{Bq/cm}^2$ 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<sup>3</sup>；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<sup>3</sup>）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规 文件	<p><b>6.1 相关法律法规、部门规章及规范性文件</b></p> <p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014 年 4 月 24 日修订，2015 年 1 月 1 日）；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日修订并施行）；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（中华人民共和国主席令第六号，2003 年 10 月施行）；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》（国务院第 682 号令，2017 年 7 月 16 日修订，2017 年 10 月 1 日起实施）；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院第 449 号令，2014 年 7 月 29 日修订，2019 年 3 月 2 日修订）；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（国家环境保护部令第 31 号，2008 年 12 月 6 日施行，2021 年 1 月 4 日修改）；</p> <p>(7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（国家生态环境部令第 16 号）；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日）；</p> <p>(9) 《放射工作人员职业健康管理辦法》（中华人民共和国卫生部令第 55 号，2007 年 11 月 1 日）；</p> <p>(10) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，2024 年 2 月 1 日起施行；</p> <p>(11) 《关于发布射线装置分类办法的公告》（环境保护部 国家卫生和计划生育委员会公告，2017 年第 66 号）；</p> <p>(12) 《放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环保总局公告[2006]第 145 号）；</p> <p>(13) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（2019 年，第 57 号）。</p> <p>(14) 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（2021 年，第 9 号）；</p>
----------	--

续表 6 评价依据

<p>技术 标准</p>	<p>(15) 《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》（环办辐射函[2016]430 号）。</p> <p>(16) 《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><b>6.2 评价技术规范</b></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><b>6.3 评价技术标准</b></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（<math>E_{\beta\max} &gt; 0.15\text{MeV}</math>）和α发射体》（GB/T14056.1-2008）；</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) 《工作场所职业病危害警示标识》（GBZ 158-2003）；</p> <p>(13) 《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ 98-2020）；</p> <p>(14) 《医用放射性废物的卫生防护管理》（GBZ133-2009）；</p> <p>(15) 《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) 环评委托书（附件一）；</p> <p>(2) 本项目辐射环境监测报告：湘环院（HJ）-2603001（附件二）；</p> <p>(3) 《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015年7月）；</p> <p>(4) NCRP 第 147 号报告；</p> <p>(5) ICRP 第 94 号出版物；</p> <p>(6) AAPM Task Group 108: PET and PET/CT Shielding Requirements;</p> <p>(7) 《实用辐射安全手册》（第二版）（丛慧玲，北京：原子能出版社）；</p> <p>(8) 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，本项目以核医学科涉源场所（含粒子病房及衰变池）实体边界 50m 的范围为评价范围。评价范围示意图见下图：

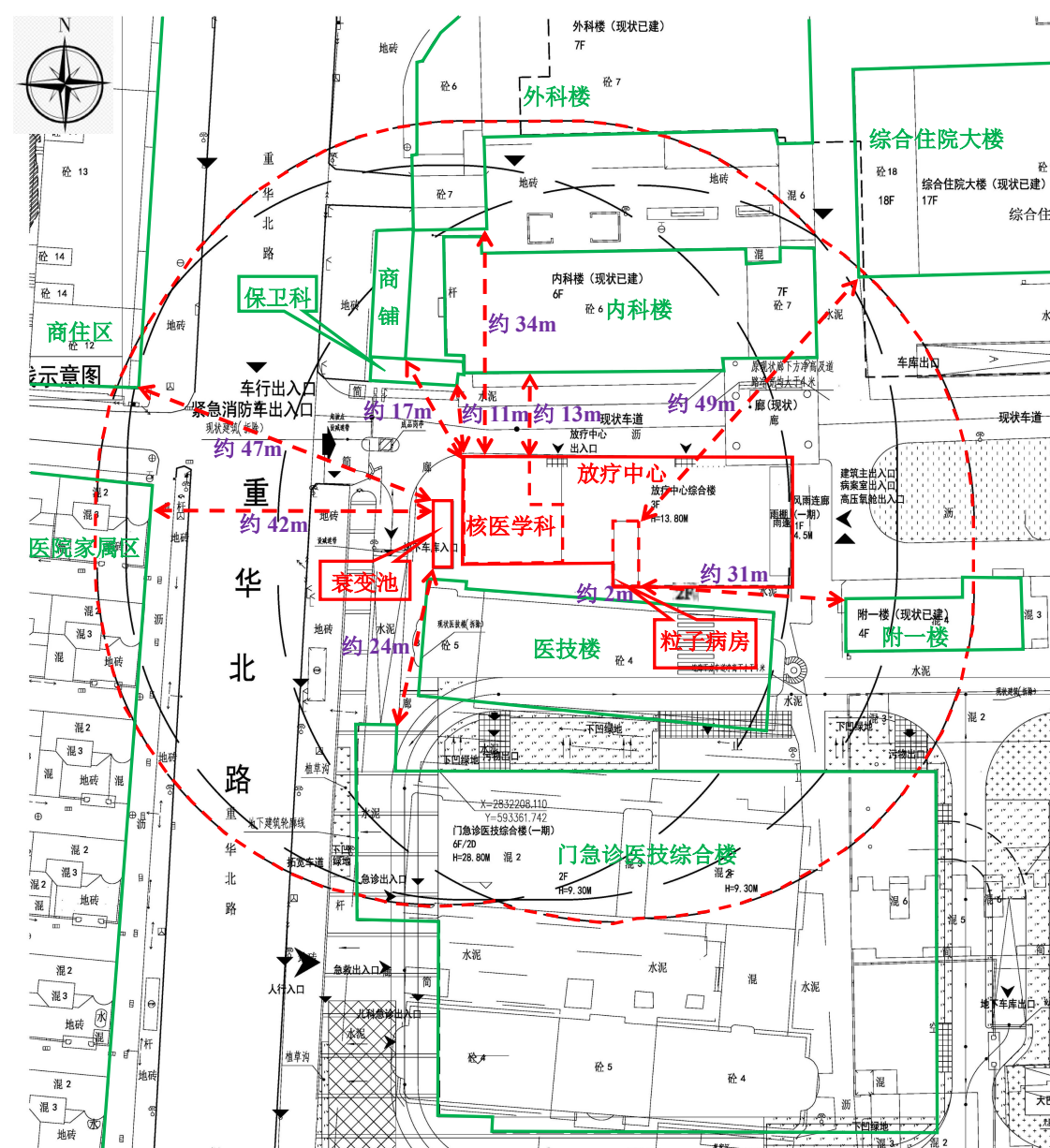


图 7-1 项目评价范围示意图

续表 7 保护目标与评价标准

7.2 环境保护目标

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

本项目核医学科位于放疗中心三楼西侧区域（<sup>125</sup>I 粒子病房位于放疗中心三楼南侧中间区域，衰变池位于放疗中心西侧），放疗中心位于医院西侧中间位置。本项目涉源场所周围主要环境保护目标情况（以项目涉源场所实体屏蔽边界外 50m 区域作为辐射环境的评价范围）详见表 7-1。

表 7-1 涉源场所周围（50m 范围）主要环境保护目标一览表

涉源场所		与本项目位置关系		主要环境保护目标	环境保护	影响
名称	位置	方位	距离	名称	人群	人数
核医学科	放疗中心三楼	核医学科场所内		/	辐射工作人员	7 人
		东	紧邻至约 2m	过道	公众成员	若干
			约 2m~32m	资料室、护士站、体外放免室、诊室、预留敷贴治疗室、卫生间、楼梯 2、办公室、电井、风井、电梯、电梯、侯梯厅、楼梯 3	公众成员	若干
			约 17m	商铺	公众成员	若干
		北	紧邻至约 2m	SPECT 控制室	辐射工作人员	2 人
			约 11m	保卫科	公众成员	若干
			约 13m	内科楼	公众成员	若干
			约 34m	外科楼	公众成员	若干
		楼上	/	平台	公众成员	若干
		楼下	/	直线加速器机房	公众成员	若干
粒子病房	放疗中心三楼	东	紧邻至约 2m	过道	公众成员	若干
			约 2m-17m	值班室、库房、病案库房	公众成员	若干
		东北	约 49m	综合住院大楼	公众成员	若干
		东南	约 31m	附一楼	公众成员	若干
		南	约 2m	医技楼	公众成员	若干
		楼上	/	平台	公众成员	若干

续表 7 保护目标与评价标准

		楼下	/	体模室、制模室	公众成员	若干
衰变池	放疗中心西侧地下	南	约 24m	门急诊医技综合楼	公众成员	若干
		西	约 42m	医院家属区	公众成员	若干
		西北	约 47m	商住区	公众成员	若干
		上方	/	覆土层+绿化带+围栏	/	/
		下方	/	夯实土层	/	/

项目所在地理位置图见附图一，医院规划总平面布置图见附图二。

### 7.2.2 环境保护目标

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

### 7.3 评价标准

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

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

#### ① 剂量限值

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

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

- a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv；
- b) 任何一年中的有效剂量，50mSv；
- c) 眼晶体的年当量剂量，150mSv；
- d) 四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。

#### 第 B1.2 款 公众照射

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不超过下述

**续表 7 保护目标与评价标准**

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/cm<sup>2</sup>**

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 <sup>1)</sup>	4	4×10	4×10
	监督区	4×10 <sup>-1</sup>	4	4
工作服、手套、工作鞋	控制区	4×10 <sup>-1</sup>	4×10 <sup>-1</sup>	4
	监督区			
手、皮肤、内衣、工作袜		4×10 <sup>-2</sup>	4×10 <sup>-2</sup>	4×10 <sup>-1</sup>

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 <sup>9</sup>
乙	2×10 <sup>7</sup> ~4×10 <sup>9</sup>
丙	豁免活度值以上~2×10 <sup>7</sup>

**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）。

续表 7 保护目标与评价标准

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。

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

e) 运用行政管理程序和实体屏障限制进出控制区。

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

6.4.2 监督区

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

续表 7 保护目标与评价标准

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。

(2) 《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)

4.4.2 剂量约束值

4.4.2.1 一般情况下, 职业照射的剂量约束值不超过 5mSv/a;

4.4.2.2 公众照射的剂量约束值不超过 0.1mSv/a。

6.1 屏蔽要求

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

6.1.5 距核医学工作场所各控制区内房间防护门、观察窗和墙壁外表面 30cm 处的周围剂量当量率应小于 2.5 $\mu$ 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。

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。

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 30 cm 处的周围剂量当量率小于 2.5 $\mu$ Sv/h。

6.1.8 放射性物质贮存在专门场所内, 并应有适当屏蔽。

6.3 密闭和通风要求

6.3.1 核医学工作场所应保持有良好的通风, 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、分装防护通风柜等密闭设备中进行, 防止放射性液体泄漏或放射性气体及气溶胶逸出。手套箱、分装防护通风柜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 分装防护通风柜应有足够的通风能力

续表 7 保护目标与评价标准

## 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， $\alpha$ 表面污染小于  $0.08 \text{ Bq/cm}^2$ 、 $\beta$ 表面污染小于  $0.8 \text{ Bq/cm}^2$  的，可对废物清洁解控并作为医疗废物处理：

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

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

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、

续表 7 保护目标与评价标准

出库时间和监测结果等信息。

### 7.3 液态放射性废物的管理

#### 7.3.1 放射性废液收集

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

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

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

7.3.1.4 放射性废液收集的管道走向、阀门和管道的连接应设计成尽可能少的死区，下水道宜短，大水流管道应有标记，避免放射性废液集聚，便于检测和维修。

#### 7.3.2 放射性废液贮存

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

#### 7.3.3 放射性废液排放

##### 7.3.3.1 对于槽式衰变池贮存方式：

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

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

续表 7 保护目标与评价标准

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分装防护通风柜应有专用的排风装置,当通风柜打开一半时,开口截面的平均风速应不小于 0.5m/s。排气口应高于本建筑物屋顶并安装专用过滤装置,排出空气浓度应达到环境主管部门的要求。

#### 8 医用放射性废物的放射防护管理要求

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

8.2 设废物储存登记表,记录废物主要特性和处理过程,并存档备案。

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

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

**续表 7 保护目标与评价标准**

护标志的专用厕所，专用厕所应具备使患者或受检者排泄物迅速全部冲入放射性废液衰变池的条件，而且随时保持便池周围清洁。

8.5 供收集废物的污物桶应具有外防护层和电离辐射警示标志。在注射室、注射后病人候诊室、给药室等位置设置污物桶。

8.6 污物桶内应放置专用塑料袋直接收纳废物，装满后的废物袋应密封，不破漏，及时转送放射性废物暂存间，放入专用容器中。

8.7 对注射器和破碎玻璃器皿等含尖刺及棱角的放射性废物，应先装入利器盒中，然后再装入专用塑料袋内。

8.8 每袋废物的表面剂量率应不超过 0.1mSv/h，质量不超过 20kg。

8.9 储存场所应具有通风设施，出入口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[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  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  放射性药物时， $^{99\text{m}}\text{Mo}$  的操作视为“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  $^{18}\text{F}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 $^{125}\text{I}$  粒籽源相关活动视为“很简单的操作”，使用  $^{131}\text{I}$  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 (9E+5 贝可)，每月排放的废水中碘-131 总活度不超过 10ALImin(9E+6 贝可)。

**续表 7 保护目标与评价标准**

(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  $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

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  $10\mu\text{Sv/h}$ ”。

**三、关于独立通风要求**

核医学标准第 6.3.4 节规定，手套箱、分装防护通风柜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、分装防护通风柜等设备的排风管道在汇入“主排风管道前”的部分，应独立设置，防止发生气体回流和交叉污染。经过滤后的气体汇入到一个主管道中排放不违反标准要求。

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

**表 7-6 本项目年剂量管理目标值及污染物排放指标表**

<b>一、年剂量管理目标值</b>			
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
<b>二、辐射防护控制限值</b>			
控制区	距核医学工作场所各控制区内房间防护门、观察窗和墙壁外表面 30 cm 处的周围剂量当量率应均小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，控制区内防护门外周围剂量当量率小于 $10\mu\text{Sv/h}$ 。放射性药物通风柜、注射窗等设备应设有屏蔽结构，以保证设备外表面 30cm 处人员操作位的周围剂量当量率小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，放射性药物合成和分装箱体非正对人员操作位表面的周围剂量当量率小于 $25\mu\text{Sv/h}$		
放废桶、衰变池等	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 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。		

续表 7 保护目标与评价标准

三、SPECT/CT 相关要求			
SPECT 机房	机房最小单边长度 $\geq 4.5\text{m}$ ，有效使用面积 $\geq 30\text{m}^2$ ； 在透视条件下，机房防护体表面 30cm 处的周围剂量当量率 $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$ 。		
四、通风			
核医学科场所	分装防护通风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 0.5m/s，场所设置单独排风系统，最终排气口高于本建筑屋顶并安装专用过滤装置。		
五、其他			
表面污染	表面类型		$\beta$ 放射性物质 ( $\text{Bq}/\text{cm}^2$ )
	工作台、设备、墙壁、 地面	控制区	$4 \times 10$
		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
放射性固体废物	每袋废物的表面剂量率应不超过 0.1mSv/h，质量不超过 20kg；废物包装盒外表面： $\beta < 0.4 \text{ Bq}/\text{cm}^2$		
	含 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 的放射性固废暂存超过 30 天，含 $^{131}\text{I}$ 的放射性固废暂存超过 180 天后经检测辐射剂量满足环境本底水平， $\beta$ 表面污染小于 0.8 $\text{Bq}/\text{cm}^2$		
放射性废水	总 $\beta$ 放射性 $< 10\text{Bq}/\text{L}$ ， $^{131}\text{I}$ 放射性活度浓度 $< 10\text{Bq}/\text{L}$		
	每月排放的总活度不超过 $10\text{ALI}_{\text{min}}$ 每一次排放的活度不超过 $1\text{ALI}_{\text{min}}$		
粒子植入	手术结束后应对手术区域使用剂量率仪进行检测，以排除粒子源在手术植入过程中遗漏的可能。拿出手术室的辅料等均应进行检测，防止粒子源粘连带出手术室。		

表 8 环境质量现状

### 8.1 辐射环境质量现状调查

#### 1、项目环境辐射检测

受宁远县人民医院的委托，湖南省湘环环境研究院有限公司于 2026 年 3 月 5 日对拟建地（E：111.92937，N：25.59458）的辐射环境进行了检测。

#### 2、检测方案及质量保证

##### （1）检测目的

该环境辐射现状检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）检测依据

《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；

《表面污染测定 第 1 部分： $\beta$ 发射体（ $E_{\beta\max} > 0.15\text{MeV}$ ）和 $\alpha$ 发射体》（GB/T14056.1-2008）；

（3）检测因子：环境 $\gamma$ 辐射剂量率，nGy/h， $\beta$ 表面污染，Bq/cm<sup>2</sup>。

##### （4）检测布点及质量保证

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

##### （5）质量保证

- 1、合理布设检测点位，保证各检测点位布设的科学性和可比性；
- 2、检测方法采用国家有关部门颁布的标准，检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、检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，按国家标准和检测技术规范有关要求进行处理和填报，并按有关规定和

续表 8 环境质量现状

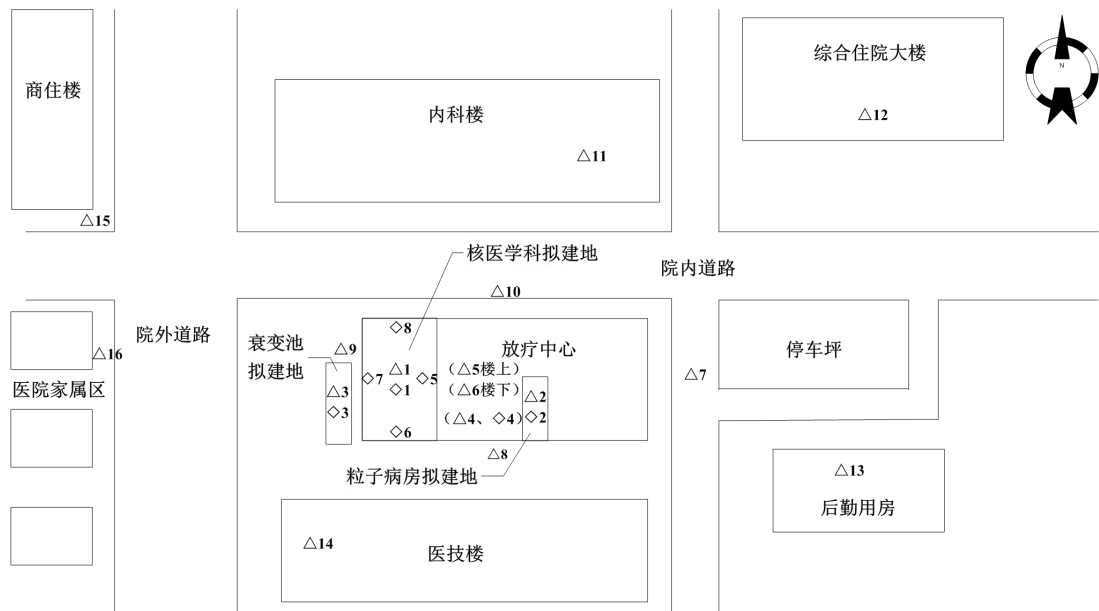
要求进行三级审核。本次检测工况见下表 8-1，检测所使用的仪器情况见表 8-2。

表 8-1 检测工况

时间	天气情况	相对湿度	温度
2026 年 3 月 5 日	阴	70%	14℃

表 8-2 检测仪器及检定情况一览表

仪器名称	数量	生产厂家	检定日期
██████████	██████████	██████████	██████████
██████████	██████████	██████████	██████████
██████████	██████████	██████████	██████████
██████████	██████████	██████████	██████████
██████████	██████████	██████████	██████████
██████████	██████████	██████████	██████████
██████████	██████████	██████████	██████████
██████████	██████████	██████████	██████████
██████████	██████████	██████████	██████████



备注：△为环境γ辐射检测点位置、◇为β表面污染检测点位置；△4、◇4为放疗中心一楼定位CT机房拟建地检测点位置，△5为核医学科拟建地楼上区域检测点位置，△6为核医学科拟建地楼下区域检测点位置。

图 8-1 检测布点示意图





**表 9 项目工程分析与源项**

**9.1 施工期污染工序及污染物产生情况**

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

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

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

废水：施工期废水主要为施工人员生活污水，项目施工期每天最大约 10 人在施工现场作业，生活用水量约为 50L/人·d 计，污水产生系数按用水量的 0.8 计，则生活污水排放量为 0.40m<sup>3</sup>/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，且均在厂区内施工，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	$\alpha/\beta$ 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 ( $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{MBq}\cdot\text{h}$ )
$^{131}\text{I}$	8.02d	$\beta$	中毒	0.602	0.284, 0.365, 0.637	0.0595	0.0583
$^{99\text{m}}\text{Tc}$	6.02h	同质异能跃迁	低毒	/	0.140	0.0303	0.0207
$^{125}\text{I}$	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 应用单光子放射性药物开展核医学显像诊断

1) 设备组成及工作方式

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

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



图 9-1 医院常用 SPECT/CT 机（示例）

续表 9 项目工程分析与源项

2) SPECT/CT 工作原理

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

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

将 CT 加在 SPECT 系统上形成 SPECT/CT 设备, 其中 CT 的作用有 3 点:①为 SPECT 图像提供定位信息; ②为 SPECT 图像提供衰减校正; ③提供一定的诊断功能。SPECT 只有进行断层显像才使用 CT。

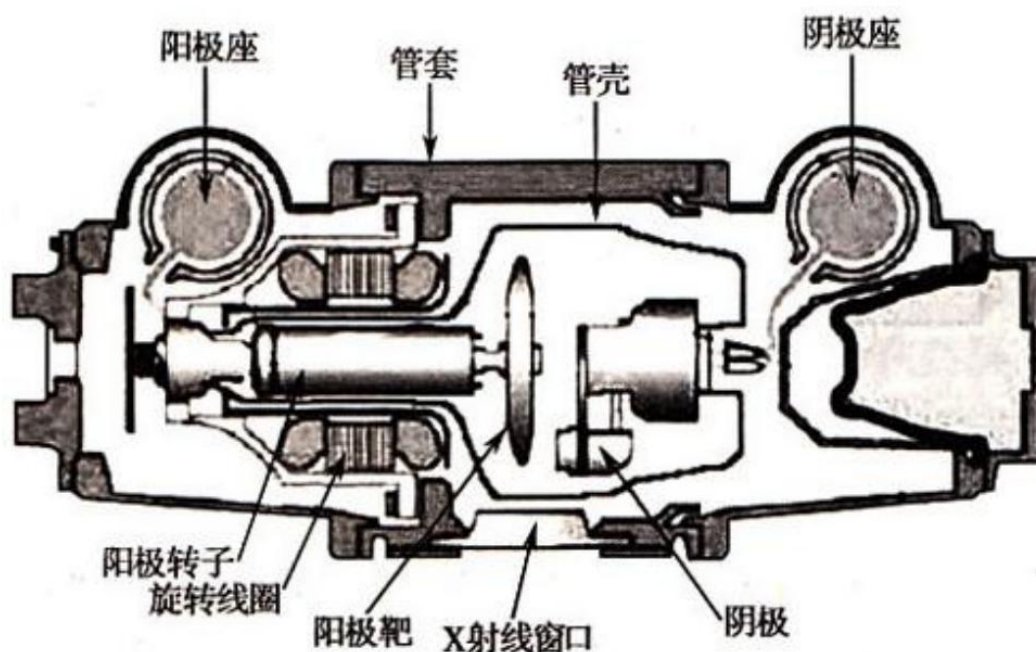


图 9-2 典型 X 射线管结构图

3) 工作流程

续表 9 项目工程分析与源项

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

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

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

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

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

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

⑥锝注射后候诊的受检者达到要求后进入 SPECT 机房检查。SPECT 机房平均扫描时间约 12min/次。SPECT/CT 技术人员辅助受检者上机检查摆位按总人数的 1/10 考虑,单次摆位时间平均约 0.5min。

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

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

续表 9 项目工程分析与源项

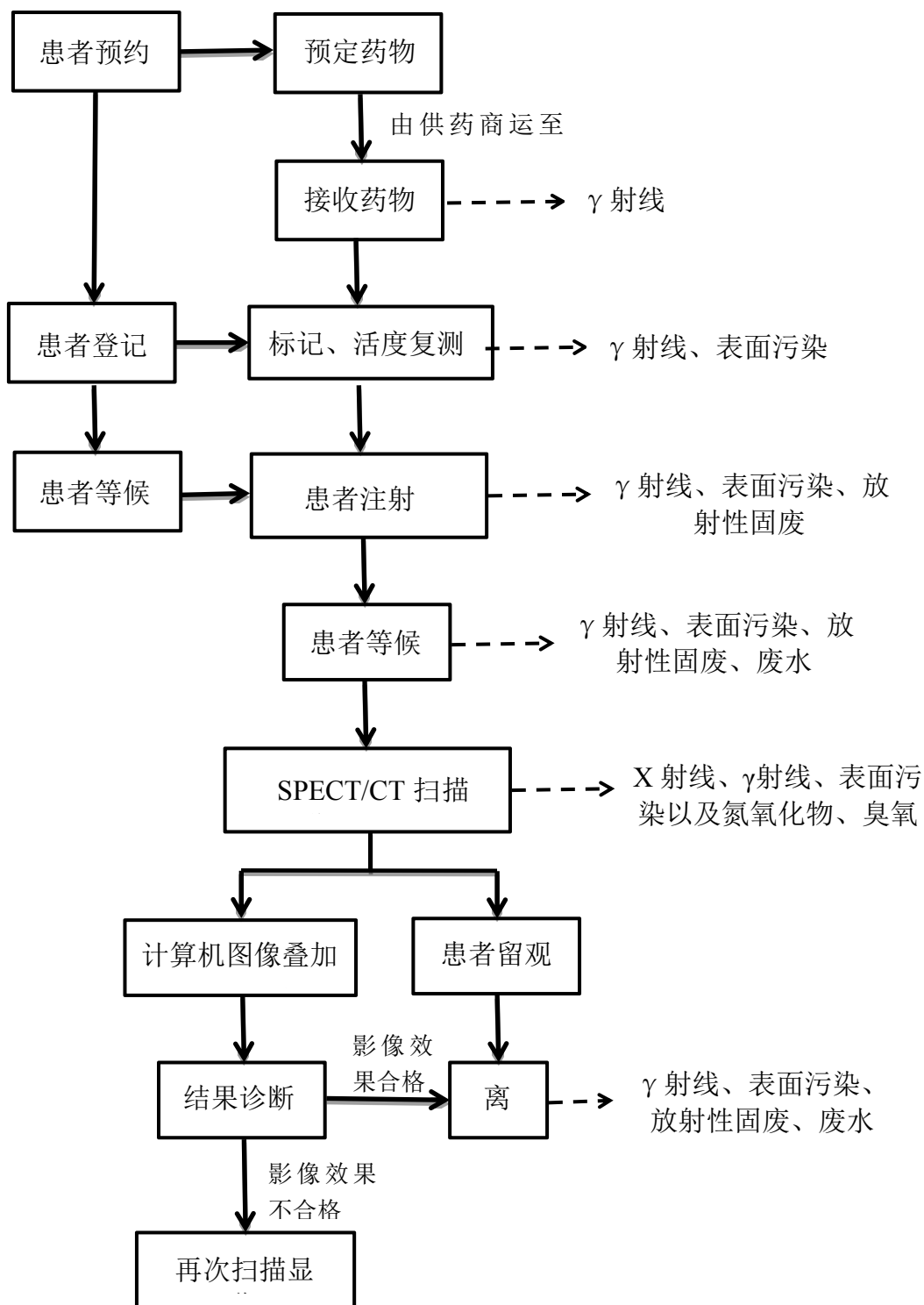


图 9-3 应用单光子放射性药物在 SPECT/CT 下显像主要诊断流程图

#### 4) 工作负荷

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

续表 9 项目工程分析与源项

核素名称	单人用量 (Bq)	最大就诊人次			最大用量		
		人次/d	人次/周	人次/年	Bq/日	Bq/周	Bq/年
$^{99m}\text{Tc}$	$7.4 \times 10^8$	10	50	2500	$7.4 \times 10^9$	$3.7 \times 10^{10}$	$1.85 \times 10^{12}$

备注：显像诊断每天 1 次，每次最多 10 人次；全年按 50 周计，每周工作 5 天，每天送药 1 次，每次送药量不超过  $7.4 \times 10^9 \text{Bq}$ 。

核素名称	人次/年	SPECT 显像时间		CT 有效出束时间		摆位 (1/10)	
		单人 次 (min)	年 (h)	单人 次 (min)	年 (h)	单人 次 (min)	年 (h)
$^{99m}\text{Tc}$	2500	10	417	2	83.4	0.5	2.09

### 9.2.3 甲亢治疗及甲状腺功能测定

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及甲功测定的放射性核素为  $^{131}\text{I}$ 。

#### (1) 甲亢治疗

##### 1) 工作原理

本项目主要利用  $^{131}\text{I}$  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  $^{131}\text{I}$  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 [ $^{131}\text{I}$ ] 化钠口服液(简称  $^{131}\text{I}$ )，用于甲状腺功能亢进(甲亢)的治疗。 $^{131}\text{I}$  属中毒组核素，在甲状腺内衰减较快，有一定的停留时间； $^{131}\text{I}$  衰变时发射的  $\beta$  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  $^{131}\text{I}$ ，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  $^{131}\text{I}$  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。

续表 9 项目工程分析与源项

建设单位目前还未确定是否使用全自动分装仪进行分装工作,如果使用手动分装,则护士穿戴好防护用品,进入分装室,根据需要用量使用移液枪移取相应药品,然后在分装柜内进行手动活度测定、分装,并将分装好的  $^{131}\text{I}$  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体积配比的全部工作,测试合格的溶液可用于患者服用。



图 9-4  $^{131}\text{I}$  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  $5\sim 20\text{mCi}$ ,对于大多数服药小于  $10\text{mCi}$  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量超过  $10\text{mCi}$ ,可采取两种治疗方案处理:①分两次服药,即先服 $\leq 10\text{mCi}$ 的药量,等待  $3\sim 6$  个月后,再次进行甲吸测定确定二次服药量(计为治疗 2 人次)。②先服用抗甲亢药物进行治疗,缩小甲状腺体积,再进行  $^{131}\text{I}$  甲吸测定和甲亢治疗。因此,本项目甲亢治疗患者最大服药量为  $10\text{mCi}$  ( $370\text{MBq}$ ), 低于离院限

续表 9 项目工程分析与源项

值 400MBq 的要求，病人可以直接离院。甲亢治疗流程图及产污环节见图 9-5。

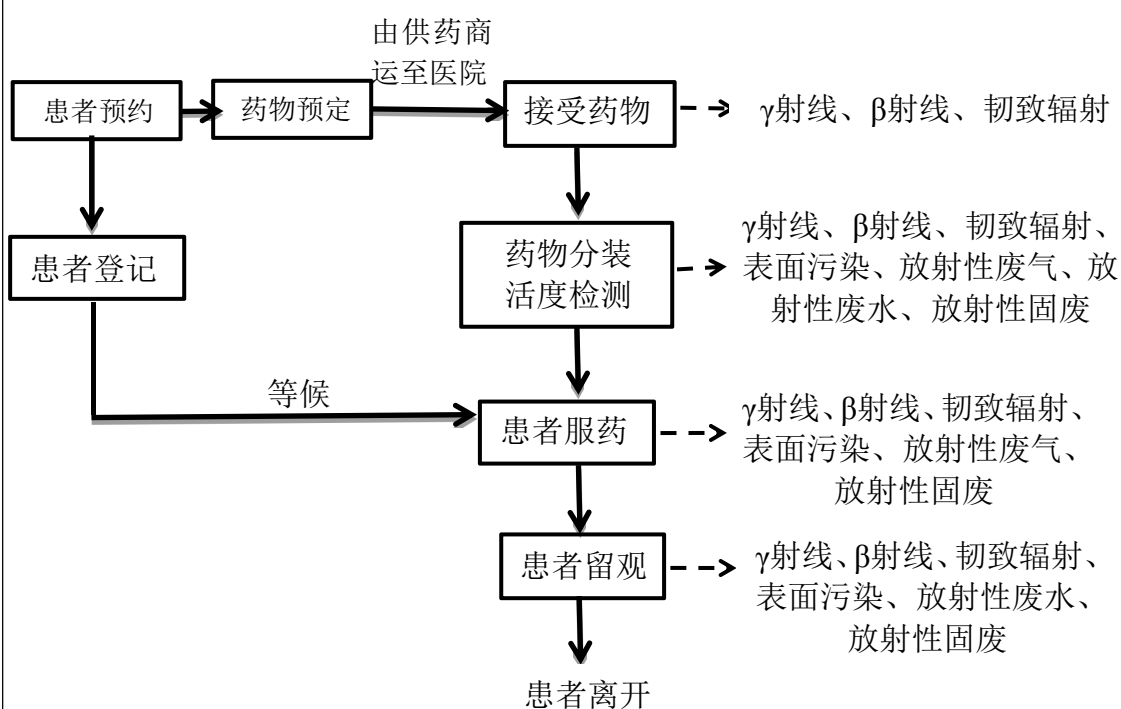


图 9-5 应用  $^{131}\text{I}$  甲亢治疗流程图

### 3) 工作负荷

医院拟使用  $^{131}\text{I}$  开展甲亢治疗，使用核素用量情况见下表。

表 9-4 甲亢治疗使用  $^{131}\text{I}$  情况表

核素名称	单人用量 (Bq)	最大就诊人次			最大用量		
		人次/d	人次/周	人次/年	Bq/日	Bq/周	Bq/年
$^{131}\text{I}$	$3.7 \times 10^8$	10	10	500	$3.70 \times 10^9$	$3.70 \times 10^9$	$1.85 \times 10^{11}$

备注：甲亢治疗每周集中 1 次，每次最多 10 人次；全年 50 周计，每周送药 1 次，每次送药量不超过  $3.7 \times 10^9 \text{Bq}$ 。

### (2) 甲状腺功能测定

本项目核医学科利用  $^{131}\text{I}$  进行甲状腺功能测定，对甲状腺疾病进行诊断。

#### 1) 甲状腺功能测定工作原理

甲状腺功能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循环中浓聚  $^{131}\text{I}$ ，因此患者口服的  $^{131}\text{I}$  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  $^{131}\text{I}$  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

续表 9 项目工程分析与源项

者甲状腺功能是否正常，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) 甲状腺功能测定流程

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  $^{131}\text{I}$  溶液）、甲功测定和结果判定。

甲状腺功能测定使用的  $^{131}\text{I}$  放射性药物量少，操作核素的医护人员在分装  $^{131}\text{I}$  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  $^{131}\text{I}$  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。

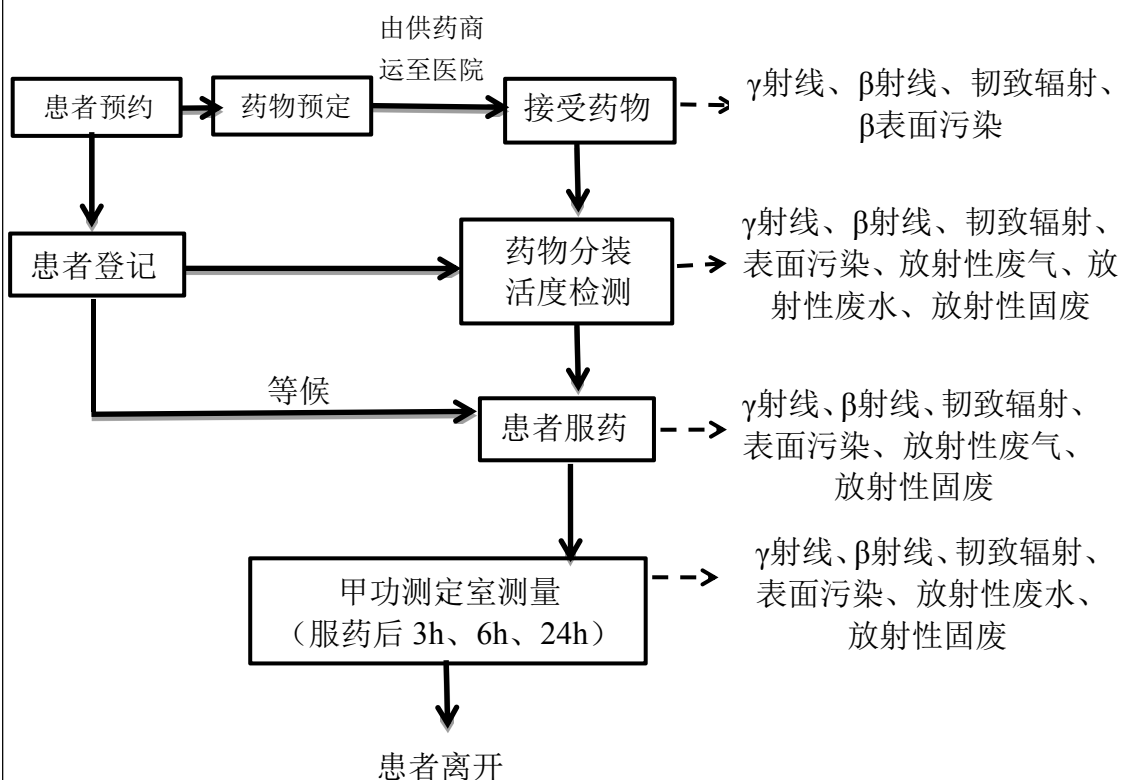


图 9-6 应用  $^{131}\text{I}$  进行甲状腺功能测定流程图

续表 9 项目工程分析与源项

### 3) 工作负荷

医院拟使用  $^{131}\text{I}$  开展甲状腺功能测定，具体情况见下表。

表 9-5 甲状腺功能测定使用  $^{131}\text{I}$  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/d	人次/周	人次/年	Bq/日	Bq/周	Bq/年	
$^{131}\text{I}$	$3.7 \times 10^5$	10	10	500	$3.7 \times 10^6$	$3.7 \times 10^6$	$1.85 \times 10^8$	甲功测定

备注：甲状腺功能测定每周集中 1 次，每次最多 10 人次；全年 50 周计，每周送药 1 次，每次送药量不超过  $3.7 \times 10^6 \text{Bq}$ 。

### 9.2.4 粒子植入治疗

#### ① 工作原理

临床应用的  $^{125}\text{I}$  粒子，是将一枚长 3mm、镀有  $^{125}\text{I}$  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。

$^{125}\text{I}$  粒子放射性密封籽源结构示意图见图 9-7 所示。

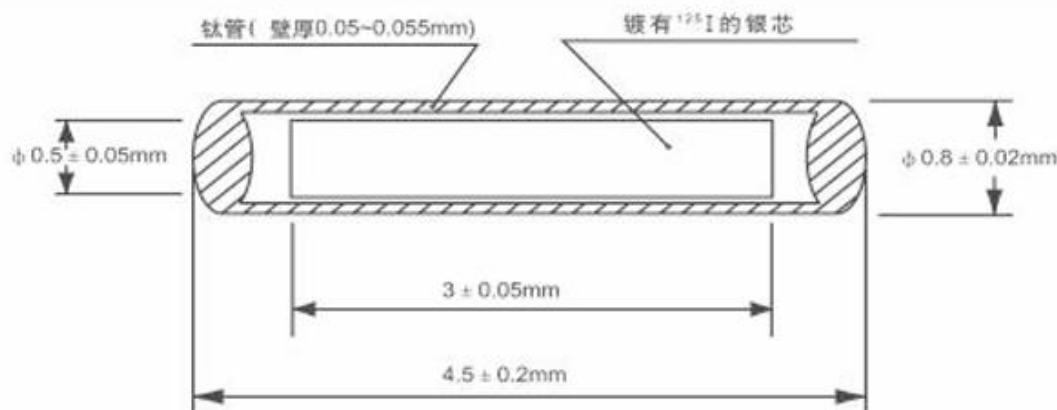


图 9-7  $^{125}\text{I}$  粒子源结构示意图

$^{125}\text{I}$  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  $^{125}\text{I}$  粒子通过手术或采用特殊防辐射植入器，将  $^{125}\text{I}$  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， $^{125}\text{I}$  粒子能持续低剂量的释放  $\gamma$  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 $\gamma$ 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  $^{125}\text{I}$  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 CT 机房内进行（无其他患者检查时），完成粒子植入的病人均在核医学科粒子病房内住院观察 2~3 天。

粒子植入工作流程见图 9-8 所示。

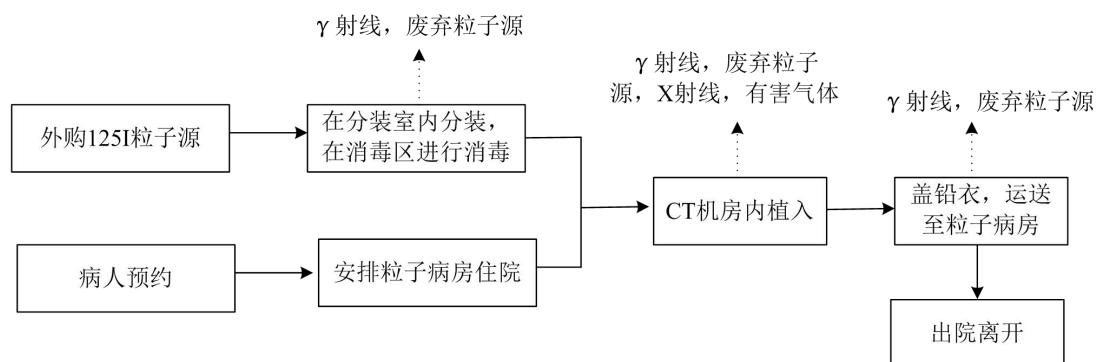


图 9-8  $^{125}\text{I}$  粒子植入手术工作示意图

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，在分装注射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注射室的消毒区消毒，再送到 CT 机房内备用（运输距离较短，约 1min）。

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

**续表 9 项目工程分析与源项**

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 辐射检测仪（探测光子能量下限低于 27keV）对 CT 机房进行检测，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 <sup>125</sup>I 粒子的患者最大可达 120mCi，日最多植入 2 人次，年 300 人次。<sup>125</sup>I 粒子使用情况见下表。

**表 9-6 肿瘤治疗使用 <sup>125</sup>I 粒子情况表**

核素名称	单人用量 (Bq)	最大就诊人次			最大用量			用途
		人次/d	人次/周	人次/年	Bq/日	Bq/周	Bq/年	
<sup>125</sup> I	4.44×10 <sup>9</sup>	2	6	300	8.88×10 <sup>9</sup>	2.664×10 <sup>10</sup>	1.332×10 <sup>12</sup>	肿瘤治疗

备注：肿瘤治疗每周 3 次，每次最多 2 人次；全年按 50 周计，每周送药 3 次，每次送药量不超过 8.88×10<sup>9</sup>Bq。

**9.2.5 污染因子**

由拟建项目各设备操作流程及核素辐射特性表可知，SPECT/CT 仅在使用 CT 模式下扫描产生 X 射线。本次评价关键核素为 <sup>131</sup>I、<sup>99m</sup>Tc、<sup>125</sup>I，因此，本次核医学科场所运行过程中主要污染因子包括：X 射线、β 射线、γ 射线、韧致辐射、放射性表面污染、放射性废水、放射性固废、放射性废气。

**1) X 射线**

核医学科使用的 SPECT/CT 在开机并曝光时产生 X 射线，在开机不曝光或不开机状态下均不产生 X 射线。X 射线能量在零和曝光管电压之间（不超过 140kV），为连续能谱分布，其穿透能力与 X 射线管的管电压和出口滤过有关。

续表 9 项目工程分析与源项

辐射场中的 X 射线包括有用线束、漏射线和散射线。

### 2) $\beta$ 射线

核医学科拟使用放射性同位素  $^{131}\text{I}$  治疗过程中会产生 $\beta$ 射线，其最大能量为 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 $\beta$ 射线的影响。

### 3) $\gamma$ 射线

核医学科拟使用  $^{131}\text{I}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 $^{125}\text{I}$  过程中会产生 $\gamma$ 射线， $^{131}\text{I}$  最大光子能量为 0.602MeV， $^{99\text{m}}\text{Tc}$  光子能量为 0.140MeV， $^{125}\text{I}$  光子能量为 0.036MeV， $\gamma$ 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 $\gamma$ 射线，同时人体皮肤也不能有效阻挡 $\gamma$ 射线进入人体。因此，本项目评价时将考虑 $\gamma$ 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  $^{131}\text{I}$  产生的 $\beta$ 粒子穿过物质时将产生韧致辐射。本项目放射性药物  $^{131}\text{I}$  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 $\gamma$ 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  $^{131}\text{I}$  的放射性药物开展诊断、治疗活动过程中，离子型的  $^{131}\text{I}$  放射性药物易氧化析出  $^{131}\text{I}$ （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内科楼楼顶，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

**续表 9 项目工程分析与源项**

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。核医学科产生的放射性废水排入项目西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分装注射室、卫生通过间、患者卫生间的放射性废水。

根据《节水型卫生洁具》（GB/T31436- 2015）规定，节水型蹲便器用水量应不大于 6L。本着不扩大或放大放射性污染的原则，医院核医学科应严格限制病人生活用水量，本次考虑洗手水等用水量按 10L/人·次计。核医学科控制区约 170m<sup>2</sup>，每天清洁 1 次，用水量按照 0.1L/m<sup>2</sup>·次计；根据《综合医院建筑设计标准》（GB51039-2014）以及实际核医学科用水统计实际经验，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 25L/人·班计。

核医学科日门诊量最大约 20 人·次，平均每人次排泄 1 次，核医学科参与放射性药物的操作人员 2 名，核医学科放射性用水、排水情况见下表。

**表 9-7 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·班	10 人	100	80	衰变 池
	患者 Tc-99m	10L/人·天	50 人	500	400	
	医护人员	25L/人·班	2 人	250	200	
	地面清洁	0.1L/m <sup>2</sup> ·次	70+100×5=570m <sup>2</sup>	57	45.6	
总计				907	743.6	

备注：1、<sup>99m</sup>Tc 区域涉及面积约为 100m<sup>2</sup>，每天开展显像诊断工作，每天需要清洁，故核算每周需清洁面积=每天清洁面积×5=100m<sup>2</sup>×5=500m<sup>2</sup>，<sup>131</sup>I 区域涉及面积为 70m<sup>2</sup>，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=70m<sup>2</sup>×1=70m<sup>2</sup>。

2、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 744L/周（约 0.744m<sup>3</sup>/周），年排放量约 37.2m<sup>3</sup>/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》

续表 9 项目工程分析与源项

(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和显像检查受检者产生的废物，包括废棉签、注射器、吸水纸、橡胶手套、清洁用抹布及购置未用完的含放射性核素的药物原液等，类比同类型医院，平均产生量约 50g/人·d，日产生量约为 0.75kg/d，年产生量约为 0.188t/a。医院放射性废气处理系统均采用活性炭吸附，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 0.54t/a。废弃粒子源由厂家回收。年放射性固废产生量合计约 0.728t。

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

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

续表 9 项目工程分析及源项

9.3 本项目污染物产生计预计排风情况汇总

综上所述，本项目运营期主要污染物产生及预计排放情况汇总如下表所示。

表 9-5 项目运营期污染物产生情况一览表

污染物		产排污核素/场所/设备	主要污染因子	最大能量/产生量	处理方式及去向
电离辐射		<sup>131</sup> I	β射线、韧致辐射、γ射线、β表面污染	光子能量≤0.637Mev	屏蔽体防护
		<sup>99m</sup> Tc	γ射线、表面污染	光子能量≤0.140Mev	
		<sup>125</sup> I	γ射线	光子能量≤0.036Mev	
		<sup>89</sup> Sr	β射线、β表面污染	/	
		SPECT/CT	X 射线	≤140kV	
放射性 三废	废气	核医学科	主要含 <sup>131</sup> I、 <sup>99m</sup> Tc	少量	经过多套排风系统收集后引至内科楼楼顶经活性炭吸附后排放
	废水	核医学科	主要含 <sup>131</sup> I、 <sup>99m</sup> Tc	0.744m <sup>3</sup> /周，37.2m <sup>3</sup> /a	单独管网收集后排入衰变池暂存达到规定时间后排放
	固废	核医学科	主要含 <sup>131</sup> I、 <sup>99m</sup> Tc 的一次性注射器、针头、手套、棉签等，一次性纸杯、纸巾、餐盒、清洁用抹布、清洁污染用的吸水纸、废过滤器（含楼顶所有的更换下来的废活性炭）、未用完的放射性药物等	0.728t/a	分类收集后，在废物间暂存衰变，后经检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。

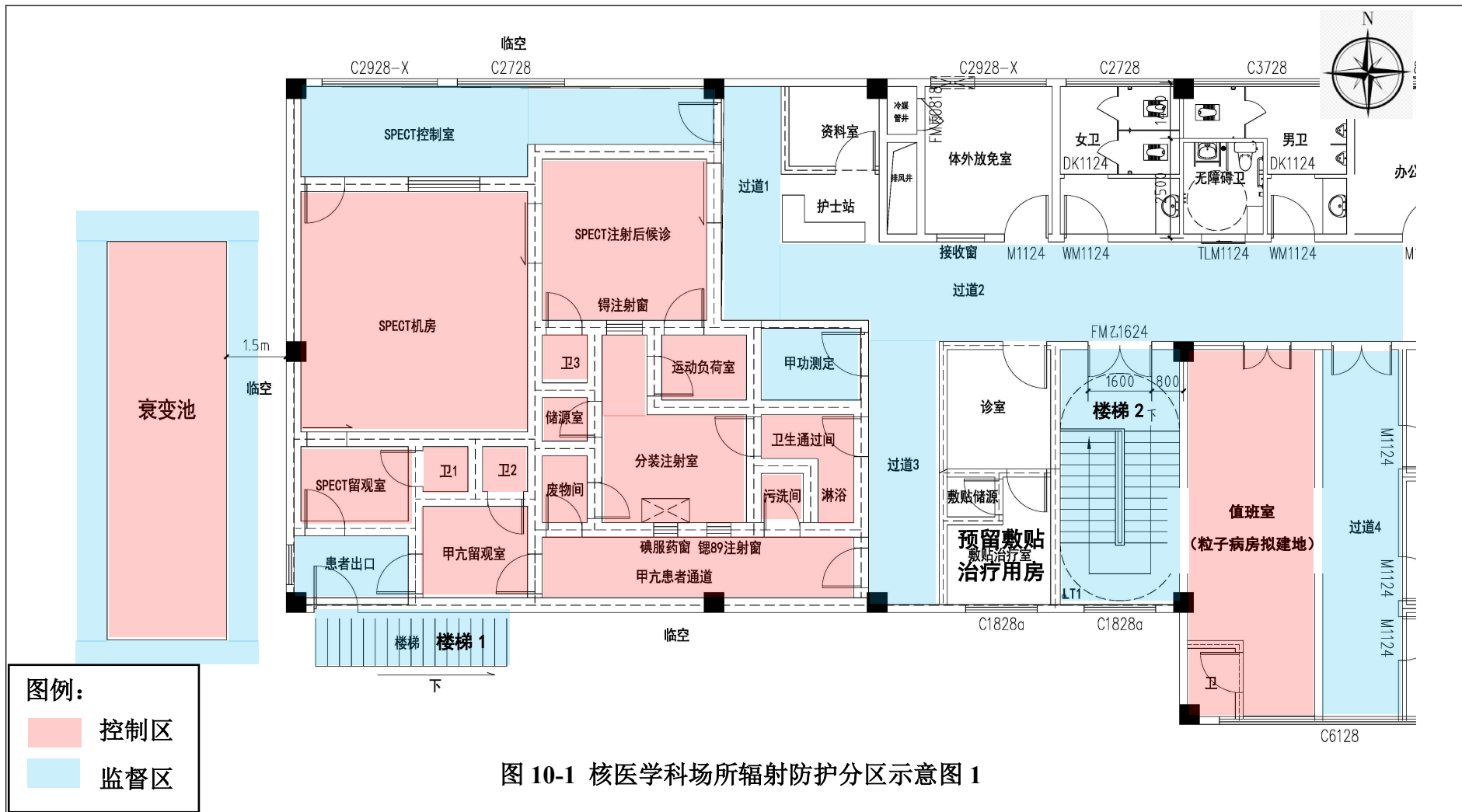
根据上述要求，医院拟对项目工作场所进行分区管理，本项目将各工作场所划分为控制区和监督区，具体情况如下，限制无关人员受到不必要的照射。

**控制区：**SPECT 机房、SPECT 留观室、甲亢留观室、卫生间 1、卫生间 2、卫生间 3、SPECT 注射后候诊室、储源室、废物间、分装注射室、运动负荷室、卫生通过间、污洗间、甲亢患者通道、粒子病房、定位 CT 机房以及衰变池。

**监督区：**SPECT 控制室、过道 1、过道 2、患者出口、甲亢留观室南侧楼梯；粒子病房东侧过道 4、西侧楼梯 2、北侧过道 2；定位 CT 机房东侧氧舱、南侧过道、西侧楼梯 2、北侧控制室及缓冲区；衰变池周围及控制区楼上楼下区域。

具体见下图：

续表 10 辐射防护与安全措施



续表 10 辐射防护与安全措施

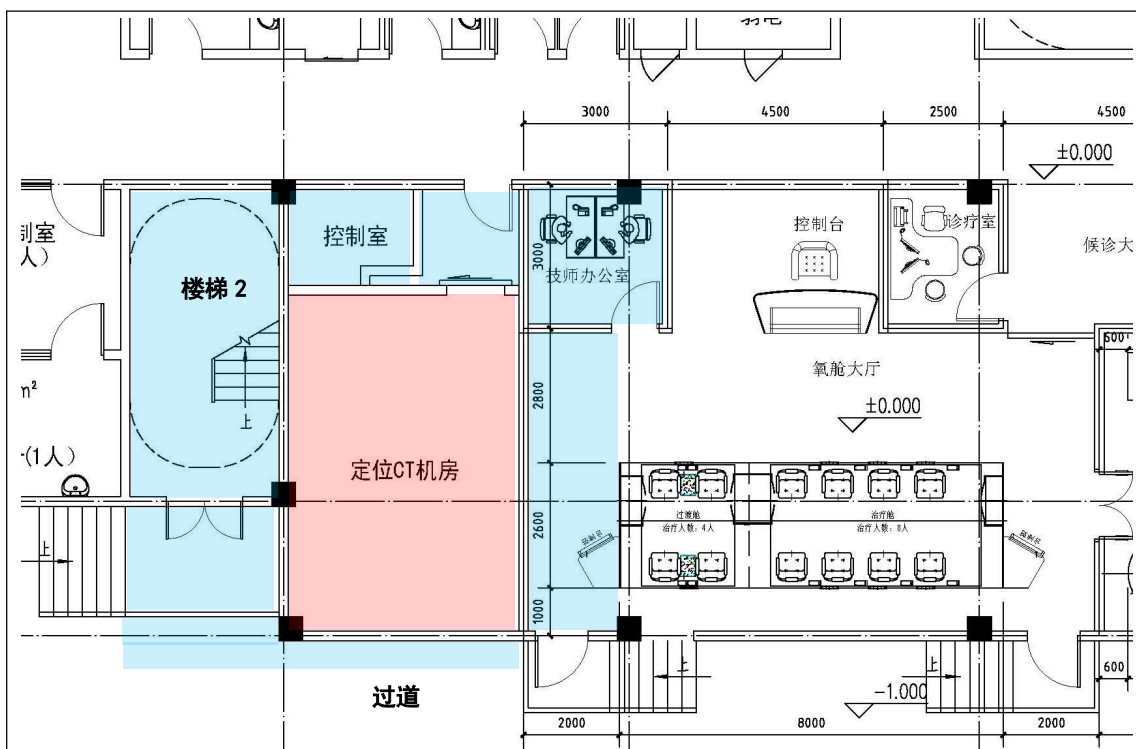


图 10-2 核医学科场所辐射防护分区示意图 2

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：

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

续表 10 辐射防护与安全措施

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

表 10-1 非密封源工作场所分级

核素名称	物理形态	操作方式	日最大操作量 (Bq)	毒性组别修正因子	操作方式修正因子	日等效最大操作量 (Bq)
<sup>131</sup> I	液态、中毒组	简单操作	3.7×10 <sup>9</sup>	0.1	1	3.7×10 <sup>8</sup>
<sup>131</sup> I	液态、中毒组	简单操作	3.7×10 <sup>6</sup>	0.1	1	3.7×10 <sup>5</sup>
<sup>99m</sup> Tc	液态、低毒组	很简单的操作	7.4×10 <sup>9</sup>	0.01	10	7.4×10 <sup>6</sup>
<sup>125</sup> I	固态、中毒组	很简单的操作	8.88×10 <sup>9</sup>	0.1	100	8.88×10 <sup>6</sup>
<sup>89</sup> Sr	液态、中毒组	简单操作	1.85×10 <sup>9</sup>	0.1	1	1.85×10 <sup>8</sup>
合计						5.717×10 <sup>8</sup>
场所等级			乙级非密封源放射性工作场所			

根据该项目使用的放射性核素的毒性组别、用量及操作因子,算出最大日等效操作量 3.867×10<sup>8</sup>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
SPECT 机房	<sup>99m</sup> Tc	7400	1	10	740	II
SPECT 留观室	<sup>99m</sup> Tc	7400	1	10	740	II
甲亢留观室	<sup>131</sup> I	3700	100	10	37000	II
SPECT 注射后候诊室	<sup>99m</sup> Tc	7400	1	10	740	II

续表 10 辐射防护与安全措施

储源室	<sup>131</sup> I	3700	100	100	3700	12654	II
	<sup>99m</sup> Tc	7400	1	100	74		
	<sup>125</sup> I	8880	100	100	8880		
废物间	<sup>131</sup> I	37	100	10	370	377.4	II
	<sup>99m</sup> Tc	74	1	10	7.4		
分装注射室	<sup>131</sup> I	3700	100	1	370000	377400	I
	<sup>99m</sup> Tc	7400	1	1	7400		
运动负荷室	<sup>99m</sup> Tc	740	1	1	740		II
甲亢患者通道	<sup>131</sup> I	3700	100	10	37000		II
粒子病房	<sup>125</sup> I	8880	100	1	888000		I
定位 CT 机房	<sup>125</sup> I	8880	100	1	888000		I

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废物间按照相应患者用量的 1%考虑。

③放射性同位素在储源室考虑为购药量，分装注射室考虑为购药量和操作量，其余考虑为实际操作量。

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，本项目核医学工作场所的分装注射室、粒子病房、定位 CT 机房为 I 类工作场所，SPECT 机房、SPECT 留观室、甲亢留观室、储源室、废物间、运动负荷室、甲亢患者通道属于 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
表面	易清洗	易清洗	墙面为抗菌板（医疗板），台面等为不锈钢或刷漆桌面，易清洗防护手套箱：分装控制室、分装室拟设置防护手套箱，密封负压效果好
分装柜	需要	需要	分装注射室内设施有 1 套分装柜，分装柜设置分装防护通风柜，废气引至本建筑楼顶在楼顶排放口排

续表 10 辐射防护与安全措施

			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，设置单独的污洗间，控制区内不同区域设置不同的专用清洗拖把及拖把清洗桶，控制区清洁废水接入衰变处理设施处理

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

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

### 10.1.3 人流物流分布合理性分析

#### 1) 人流

##### A、医生路径

工作人员由电梯或楼梯 3 上到放疗中心三楼，SPECT/CT 操作技师经过道 2、过道 1 进入控制室，操作 SPECT/CT 设备，完成后原路返回；放射性药物操作护士经过道 2、过道 3 进入卫生通过间（内设紧急淋浴区域）更换工作服，佩戴防护用品后进入分装注射室，工作完成后在卫生通过间更换衣服，进行表面污染检测后离开。

粒子植入医护人员由电梯或楼梯 3 上到放疗中心三楼，经过道 2、过道 3 进入卫生通过间（内设紧急淋浴区域）更换工作服，佩戴防护用品后进入分装注射室，从储源室取出粒子源，在分装注射室消毒区域内进行消毒后，经卫生通过间、过道 3、过道 2、电梯或楼梯 3 下到放疗中心一楼，将粒子送入定位 CT 机房，工作完成离开。

##### B、患者路径

显像检查患者由电梯或楼梯 3 上到放疗中心三楼，在护士站进行登记，按照护士要求在护士站进行静脉预置，听到叫号后进入 SPECT 注射后候诊室进行注

**续表 10 辐射防护与安全措施**

射并候诊，再次听到叫号后进入 SPECT 机房扫描，扫描结束后在 SPECT 留观室留观，然后经患者出口、楼梯 1 离开。

甲亢患者由电梯或楼梯 3 上到放疗中心三楼，在护士站进行登记，听到叫号后经过道 3 进行甲亢患者通道并在碘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，然后经患者出口、楼梯 1 离开。

粒子植入患者在定位 CT 机房外候诊，听到叫号后进入 CT 机房进行粒子植入手术，手术完成后在医护人员的引领下经电梯上到放疗中心三楼进入粒子病房进行住院，住院结束后电梯或楼梯 3 下到放疗中心一楼离开。

## **2) 放射性药物及废物运输**

### **A、放射性药物路径**

放射性药物由于其存在半衰期的特征，一般以订购的形式由厂家送到医院，在上班之前，厂家将药物送至医院，然后由电梯或楼梯 3 上到放疗中心三楼，经过道 2、过道 3、卫生通过间、分装注射室将药物送达储源室，然后原路返回。

### **B、放射性废物路径**

项目废物暂存在废物间内，核医学科场所产生的放射性固废在废物间内分类收集存放，按照要求衰变至相应时间后，经甲亢患者通道、甲亢留观室、患者出口、楼梯 1，在下班无患者时间段离开，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核医学科储源室，放射性废物在非上班时间内进行清运。场所内盛装放射性废物的污物桶每天下班时间运至废物间内分类暂存。

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



续表 10 辐射安全与防护

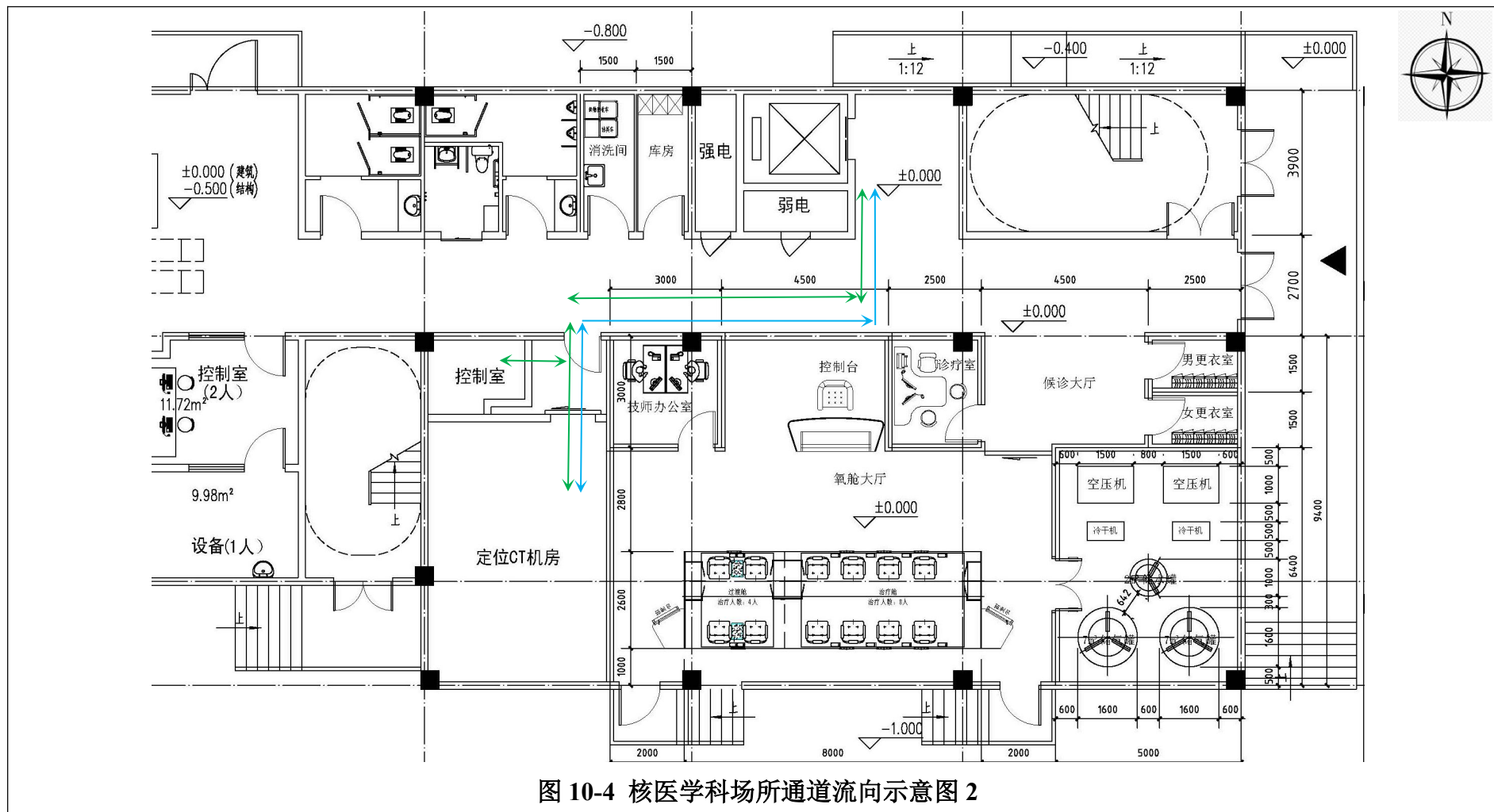


图 10-4 核医学科场所通道流向示意图 2

**续表 10 辐射安全防护措施**

#### **10.1.4 屏蔽措施**

(1) 本项目各个场所墙体及防护门窗、顶棚及地面防护材料及厚度见上表 1-4。根据后文核算，距核医学工作场所各控制区内防护门外周围剂量当量率小于  $10\mu\text{Sv/h}$ ，其他侧均小于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，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 套埋地式混凝土结构废水衰变处理设施，其整体外墙、内部隔墙、底部均为 300mm 混凝土，顶部为 300mm 混凝土+300mm 覆土，井盖为 20mmPb 铅盖板。放射性废水管道垂直引入 1F 地下段包铅 2mmPb，垂直穿楼板处设置在控制区内用房角落，并做好搭接补偿。根据后文核算，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) 核医学科电缆管线等从地下或者结构降板中“U”形穿越；通风、排气管网在核医学科用房吊顶上方走线，采用水平直穿方式和垂直直穿穿越，水平穿越处较高，控制区边界穿墙管道处采取一定的补偿，管道尺寸根据需要尽量选择小口径管道，射线经多次散射后对人员活动区域的影响能满足要求。

(4) 核医学科用房在建设时保证施工质量，铅防护门、观察窗、铅罐的生产和安装由专业生产厂家承担，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**

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

分装柜内药物也应加强管理，在分装注射室设置监控。拟建项目核医学科场所内拟设置废物间，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。

##### **(2) 门禁、对讲、视频监控系统**

①项目拟对受检者/患者出、入口、核医学科医护人员入口、放射性药物运输通道、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

**续表 10 辐射安全防护措施**

员随意流动。

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

③核医学科拟设置 1 套语音/对讲装置，语音/对讲口设置比较全面，能全方位的与病人的沟通和交流。工作人员语音/对讲口设置在分装注射室、护士站、SPECT 控制室，面对患者的语音/对讲口分别位于 SPECT 机房、SPECT 留观室、甲亢留观室、SPECT 注射后候诊室、甲亢患者通道、运动负荷室、过道 1、过道 2 等。

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

### **(3) 标识设置**

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

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

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

### **(4) 清洁去污措施**

①核医学科在工作人员通道进入控制区之前设置卫生通过间，卫生通过间布置洗手盆、淋浴等清洗设施及洗消毒液，各洗手盆出水口拟设置感应式或脚踏式开关，头、眼和面部拟采用向上冲淋的流动水。在卫生通过间配置核素洗消毒液，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检测，合格后方可离开。

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

**续表 10 辐射安全防护措施**

洁工作由核医学科辐射工作人员负责。

③拟配备表面污染检测仪，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检测，待满足标准要求后方能运出处理。

#### **(5) 其他管理措施**

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

②医护人员管理：已建立核医学科人员岗位职责，操作放射性药物的人员规范穿戴防护用品，提高操作熟练度，减少接触放射性药物、给药后患者时间。医护人员离开分装注射室前在卫生通过间清洗、表面污染检测达标后方可离开。严禁辐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辐射工作人员负责写入岗位职责中。

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

④放射性药物管理：拟在储源室设置储源柜（带锁），双人双锁管理。

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

**续表 10 辐射安全防护措施**

⑤放射性废物管理：拟建立放射性废物收集、贮存、转移管理台账，做好记录并存档备案。废物间采取有效的防火、防盗，并设置紫外消毒及空调系统。废物间内不得存放易燃、易爆、腐蚀性物品。放射性废物的收集、暂存和处理安排专人负责，并建立放射性废物存储和处理台账，详细记录放射性废物的核素名称、重量、废物产生起始日期、责任人员、出库时间和检测结果等信息。

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

### **10.1.6 防护用品配置情况**

①拟配置注射器屏蔽套、铅罐、放废桶等辅助用品，具体见表 1-5。

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、X-γ辐射检测仪、表面污染检测仪、固定式区域辐射报警系统等个人防护用品和检测设备，具体见表 1-5。

建设单位按照上述要求配置相应的个人防护用品和检测仪器后，基本能满足本次核技术利用项目的运行需求。

## **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（含  $^{131}\text{I}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ）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（由注射后病人、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注射后（服药后）患者独立的卫生间。收集核医学科场所放射性废水的管道均采用不锈钢管或 PVC 管，并采取防腐蚀措施；本项目放射性废水由洗手池、地漏经过具有防腐蚀的专用管道收集。本项目衰变池为新建，本次新建衰变池有效容积为  $2.43\text{m}\times 2.9\text{m}\times 1.5\text{m}\times 3=31.71\text{m}^3$ ，衰变池池壁、顶部采用 300mm 砼，池底采用 300mm 砼，并采用水泥砂浆掺 5%的防水剂进行防渗处理，具有坚固、耐酸碱腐蚀和无渗透性，具有防止泄漏的措施；衰变池周围设置围栏，电离辐射警示标识，警示无关人员不要随意靠近。放射性废水在衰

**续表 10 辐射安全防护措施**

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**

本项目核医学科场所内设置有 2 套独立的机械排风系统，核医学科场所通风管网布置图详见附图七。

排风管网 1：核医学科药物操作在分装注射室内进行，分装注射室内拟安装 1 台 30mmPb 的分装柜，分装柜顶端设置活性炭吸附装置，分装柜内废气经过活性炭吸附后沿通风管道延伸至本栋楼顶，经过活性炭吸附后再延伸至内科楼楼顶排放。该套排风管网拟于放疗中心楼顶及内科楼楼顶各设置 1 台排风量为 600m<sup>3</sup>/h 的风机，能保持分装柜内成负压状态，风速不小于 0.5m/s。

排风管网 2：其他区域设置 1 套排风系统，废气由低活性区流向高活性区，汇集到主管后，由主管延伸至本栋楼顶，经过活性炭吸附后再延伸至内科楼楼顶排放。该套排风管网拟于放疗中心楼顶及内科楼楼顶各设置 1 台排风量为 1800m<sup>3</sup>/h 的风机，能保持核医学科场所内成负压状态。

本项目排风管网采用机械排风，可以保证室内空气流通，管道内设置有止流阀防止倒流。排气口高于内科楼屋顶，与周围建筑之间有一段距离，对敏感目标环境影响较小，满足《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）及《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中通风要求。

### **(3) 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注射器、针头、手套、药棉、纱布、一次性纸杯等，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；本项目设置不少于 10 个污物桶，分别设置在核医学科分装注射室、碘服药室、甲亢留观室、注射后候诊室、

**续表 10 辐射安全防护措施**

抢救室、SPECT 留观室，废物间。

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，及时转送污物间，放入专用污物桶中，废物袋、污物桶及其他存放放射性废物的容器应安全可靠，并在显著位置标有废物类型、核素种类、存放日期等说明。

④对注射器和破碎玻璃器皿等含尖刺及棱角的放射性废物，应先装入利器盒中，然后再装入专用塑料袋内。

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

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

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

医院需要加强排风管道的日常监测，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

**续表 10 辐射安全防护措施**

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如下表所示。

续表 10 辐射安全防护措施

表 10-4 项目核医学场所辐射防护措施与标准对照一览表				
序号	GBZ120-2020 标准要求	HJ1188-2021 标准要求	医院拟设计情况	是否符合
1	4.2.1.4 为了避免对胚胎、胎儿和婴儿造成意外辐射照射，应对患者或受检者是否怀孕或哺乳进行咨询和评估，并有相应记录，并将有关告知说明张贴在核医学部门入口处和给药前候诊处显著位置	/	医院拟在核医学部入口处及给药前候诊处显著位置设置受检者告知，明确相关事宜	符合
2	5.1.1 在医疗机构内部区域选择核医学场址，应充分考虑周围场所的安全，不应邻接产科、儿科、食堂等部门，这些部门选址时也应避开核医学场所。尽可能做到相对独立布置或集中设置，宜有单独出、入口，出口不宜设置在门诊大厅、收费处等人群稠密区域	5.1.1 核医学工作场所宜建在医疗机构内单独的建筑物内，或集中与无人长期居留的建筑物的一端或底层，设置相应的物理隔离和单独的人员、物流通道 5.1.2 核医学工作场所不宜毗邻产科、儿科、食堂等部门及人员密集区，并应与非放射性工作场所有明确的分界隔离。	本项目选址在放疗中心大楼三楼，楼上为屋顶平台，人员少达到，楼下为放疗中心用房。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	5.2.3 核医学工作场所宜采取合适的措	在进入分装注射室之前设置卫生通过间（设置有紧急淋浴间），配置相应的防护用品、冲洗设施、X-γ辐射检测仪及β表面沾污仪	符合

续表 10 辐射安全防护措施

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	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、冲洗设施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 SPECT 注射后候诊室、锝注射窗口、分装注射室、碘服药室、甲亢留观室、控制室、SPECT 机房、患者专用卫生间、污物间等功能房间，符合放射诊疗及放射治疗工程流程及场所功能需要	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		本项目工作场所设置了清洁用品储存场所（卫生通过间）、员工休息（北侧办公室等）、护士站、卫生间（患者专用）、紧急淋浴、抢救室（运动负荷室）等辅助用房	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			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放射性药物合成和分装室、放射性药物贮存室、给药室、给药后候诊室、扫描室、给药后患者的专用卫生间、放射性废物暂存库、衰变池等区域； 4.3.3 监督区包括控制室、卫生通过间以及控制区相连的其他场所或区域。	已按照要求划分了控制区及监督区	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, 气流由低活性区向高活性区排放; 操作放射性药物所用的分装防护通风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 <sup>131</sup> I 暂未确定分装方式, 建议采	

续表 10 辐射安全防护措施

			用自动分装，暂时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	/	放射性废液衰变池位于放疗中心大楼南侧空坪下方，人员少到达，有效容积为 31.71m <sup>3</sup> ，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。	/	给药后患者或受检者候诊室、扫描室、留观室设置视频监视及对讲装置，及时了解病人需要。在核医学科出、入口设置监控装置，规范就医流程	符合
17	5.2.9 应为放射性物质内部运输配备有足够的屏蔽的储存、转运等容器。容器表面应设置电离辐射标志	6.2.5 应为核医学工作场所内部放射性物质运输配备有足够的屏蔽的储存、转运等容器。容器表面张贴电离辐射标志，容器在运送时应有适当的固定措施	本项目拟在场所内配置数量不少于 6 个污物桶（放射性废物专用容器），铅当量不少于 10mmPb，表面设置电离辐射警示标志，污物桶设置有轮锁可以固定	符合

续表 10 辐射安全防护措施

18	5.2.10 扫描室外防护门上方应设置工作状态指示灯	6.2.9 扫描机房外门框上方应设置工作状态指示灯	SPECT 机房外防护门上方拟设置工作状态指示灯	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 $^{99m}\text{Tc}$ 活度大于 800MBq 时，防护用品的铅当量应不小于 0.5mmPb。	/	详见表 1-5, 本项目为场所工作配置了一定的防护用品及去污用品，对陪检者配备了铅橡胶防护衣。	符合
20	6.2.1 操作放射性药物应有专门场所，如临床诊疗需要在非专门场所给药时则需采用适当的防护措施。放射性药物使用前应适当屏蔽。	6.3.4 放射性物质的合成、分装以及挥发性放射性核素的操作应在手套箱、通风橱等密闭设备中进行，防止放射性液体泄漏或放射性气体的及气溶胶的溢出。手套箱、通风橱等密闭设备应设计单独的排风系统，并在密闭设备的顶壁安装活性炭或其他过滤装置	本项目放射性废物的分装在分装室通风柜内进行，药物注射在专用注射窗口进行，均按照要求进行了适当的屏蔽，屏蔽情况能满足 GBZ120-2020 中附录 I 表 I-2 的要求；通风柜内设置了独立的排风系统，并安装活性炭过滤装置	符合
21	6.2.2 装有放射性药物的给药注射器，应有适当的屏蔽	/		
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

续表 10 辐射安全防护措施

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

续表 10 辐射安全防护措施

	大量气态和挥发性物质的工作人员，例如近距离操作 <sup>131</sup> I的工作人员，例如近距离操作 <sup>131</sup> I的工作人员，宜按照 GBZ129 的要求进行内照射个人监测			
31	8.1 放射性废物分类，应根据医学实践中产生废物的形态及其中的放射性核素种类、半衰期、活度水平和理化性质等，将放射性废物进行分类收集和分别处理。	7.1.1 应根据核医学实践中产生废物的形态及其中的放射性废物种类、半衰期、活度水平和理化性质等，按照放射性废物分类要求将放射性废物进行分类收集和分别处理。	放射性废物分类，拟根据医学实践中产生废物的形态及其中的放射性核素种类、半衰期、活度水平和理化性质等，将放射性废物进行分类收集和分别处理。	符合
32	8.2 设废物储存登记表，记录废物主要特性和处理过程，并存档备案	7.1.4 应建立放射性废物收集、贮存、排放管理台账，做好记录并存档备案	拟设废物储存登记表，记录废物主要特性和处理过程，并存档备案	符合
33	8.3 放射性废液衰变池应合理布局，池底和池壁应坚固、耐酸碱腐蚀和无渗透性，并有防渗漏措施	/	放射性废液衰变池位于放疗中心南侧空坪下方，工艺采用槽式，有效容积为 31.71m <sup>3</sup> ，设置电离辐射警示标志及流向指示，池体采用 300mm (C30) 钢筋混凝土浇筑，并采用水泥砂浆掺 5% 的防水剂进行防渗处理，具有坚固、耐酸碱腐蚀和无渗透性，具有防止泄漏的措施。	符合
34	8.4 开展放射性药物治疗的医疗机构，应为住院治疗患者或受检者提供有防护标志的专用厕所，专用厕所应具备使患者或受检者排泄物迅速全部冲入放射性废液衰变池的条件，而且随时保持便池周围清洁	/	注射药物后（服药后）的患者设置有专用厕所，专用厕所具备使患者或受检者排泄物迅速全部冲入放射性废液衰变池的条件，而且随时保持便池周围清洁	符合
35	8.5 供收集废物的污物桶应具有外防护层和电离辐射警示标志。在注射室、注射后病人候诊室、给药室等位置设置污物桶。	7.2.1 固体放射性废物应收集于具有屏蔽结构和电离辐射标志的专用污物桶内。废物桶内应放置专用塑料袋直接收	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

续表 10 辐射安全防护措施

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	<p>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后及时运送至放射性废物暂存间贮存。</p> <p>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，<math>\alpha</math>表面污染小于 <math>0.08\text{Bq}/\text{cm}^2</math>，<math>\beta</math>表面污染小于 <math>0.8\text{Bq}/\text{cm}^2</math> 的，可对废物清洁解控并作为医疗废物处理。</p> <p>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；</p> <p>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；</p> <p>c) 含碘-131 核素的放射性固体废物暂存超过 180 天</p>	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性废物，应先装入利器盒中，然后再装入专用塑料袋内		拟对注射器和破碎玻璃器皿等含尖刺及棱角的放射性废物，应先装入利器盒中，然后再装入专用塑料袋内	符合
38	8.8 每袋废物的表面剂量率应不超过 $0.1\text{mSv}/\text{h}$ ，质量不超过 20kg		保证每袋废物的表面剂量率应不超过 $0.1\text{mSv}/\text{h}$ ，质量不超过 20kg	符合
39	8.9 储存场所应具有通风设施，出入口设电离辐射警告标志		储存场所拟设置通风设施，出入口设电离辐射警告标志	符合
40	8.10 废物袋、废物桶及其他存放废物的容器应安全可靠，并在显著位置标有废物类型、核素种类、存放日期等说明		废物袋、废物桶及其他存放废物的容器保证安全可靠，并在显著位置标有废物类型、核素种类、存放日期等说明	符合
41	8.11 废物包装体外表面的污染控制水平： $\beta < 0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$	废物包装体外表面的污染控制水平： $\beta < 0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$	符合	

根据表 10-4 可知，本项目拟采取的辐射安全与防护措施满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）、《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）等相关标准的要求。

**表 11 环境影响分析**

**11.1 施工期环境影响分析**

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

**(1) 扬尘及防治措施**

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

**(2) 废水及防治措施**

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

**(3) 噪声及防治措施**

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

**(4) 固体废物及防治措施**

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

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

续表 11 环境影响分析

综上所述，本项目工程量较小，大部分在建筑物内施工，对外环境及保护目标的影响较小；项目施工期短，其扬尘、废水、噪声等对外界的影响是暂时的，并随着施工期的结束，影响也将消失；固体废物能妥善处理，对环境的影响较小。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 SPECT 机房达标分析

本项目 SPECT 机房设计的有效使用面积及最小单边长度如下表所示。

表 11-1 SPECT 机房有效使用面积及最小单边长度与标准对比情况一览表

序号	名称	位置	机房有效使用面积 (m <sup>2</sup> )	机房尺寸 (长×宽×高, m)	最小有效使用面积要求 (m <sup>2</sup> )	最小单边长度要求 (m)	是否满足标准要求
1	SPECT 机房	放疗中心三楼核医学科	33	6.0×5.5	30	4.5	是

由表 11-1 可知，本项目 SPECT 机房的有效使用面积及最小单边长度均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

根据表 1-4 中的防护参数，本项目 SPECT 机房屏蔽防护情况与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求对比达标情况一览表见表 11-2。

表 11-2 SPECT 机房屏蔽防护与标准对比情况一览表

机房名称	设备参数	屏蔽厚度	折算铅当量	标准要求	是否达标
SPECT 机房	140kV; 800mA	四面墙体: 370mm 实心砖+20mm 钡水泥	约 5.1mmPb	≥2.5mmPb b	是
		顶棚: 120mm 混凝土+30mm 钡水泥	约 3.8mmPb		
		地面: 1800mm 混凝土	约 28.8mmPb		
		防护门、窗: 6mmPb	6mmPb		

注：（1）实心砖密度≥1.65g/cm<sup>3</sup>；混凝土密度≥2.35g/cm<sup>3</sup>；钡水泥密度≥2.79g/cm<sup>3</sup>；铅密度≥11.3g/cm<sup>3</sup>。

（2）参考《放射防护实用手册》可知，150kV 工况下：340mm 黄砖（密度为 1.6g/cm<sup>3</sup>）为 3mmPb，则本项目 370mm 实心砖可保守取值为 3mmPb；17mm 钡水泥为 2mmPb，38mm 钡水泥为 3mmPb，则本项目 20mm 钡水泥、30mm 钡水泥按插值法可分别保守取值为 2.1mmPb、2.6mmPb

（3）参考《放射诊断放射防护要求》GBZ130-2020 中附录 C 可知，140kV（CT）：104mm 混凝土为 1mmPb，182mm 混凝土为 2mmPb，则本项目 120mm 混凝土按插值法可取值

续表 11 环境影响分析

为 1.2mmPb。

(4) 参考《放射诊断放射防护要求》GBZ130-2020 中 C.1.2，本项目 1800mm 混凝土约为 28.8mmPb。

由表 11-2 可知，本项目 SPECT 机房的屏蔽防护情况均能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

**(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 1-4。

**(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:  $\gamma$ 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）；

$\Gamma$ : 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， $\mu\text{Sv/h}$ ；

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 11-3 计算参数

核素	单次最大 给药量 (Bq)	周围剂量 当量率常数(裸源) ( $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{MBq}\cdot\text{h}$ )	患者体内单位放射 性活度所致体外 1m 处周围剂量当量率 ( $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{MBq}\cdot\text{h}$ )	TVL (mm)			
				铅	实心砖	混凝土	钡水泥

续表 11 环境影响分析

<sup>131</sup> I	3.7×10 <sup>8</sup>	0.0595	0.0583	11	240	170	143
<sup>99m</sup> Tc	7.4×10 <sup>8</sup>	0.0303	0.0207	1	160	110	93

备注：数据参考自《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）；混凝土密度为 2.35g/cm<sup>3</sup>，钡水泥密度为 2.79g/cm<sup>3</sup>；根据《辐射防护导论》（方杰主编）中第 88 页中公式按照混凝土及钡水泥的密度进行了换算（d<sub>1</sub>/d<sub>2</sub>=ρ<sub>2</sub>/ρ<sub>1</sub>），得出钡水泥的什值层。

**甲状腺功能测定所致屏蔽体外影响：**本项目甲状腺功能测定患者在甲测室内进行甲状腺功能测定，由于单人次最大服药量一般为 10μCi（3.7E+5Bq），低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）表 A1 中 <sup>131</sup>I 豁免活度 1E+6Bq，测定过程中，辐射所致房间外部剂量率很低，可忽略不计。

**<sup>125</sup>I 粒子植入所致屏蔽体外影响：**核医学科拟开展 <sup>125</sup>I 粒子植入工作，植入手术在放疗中心一楼定位 CT 机房内（该台 CT 进行了登记表备案，本次依托）进行，手术后病人盖铅衣或方巾送至同楼层西侧的粒子病房，在病房住院期间盖铅方巾，经屏蔽后其体表周围剂量当量率已经很低。单名患者植入 <sup>125</sup>I 粒子 4440MBq，1m 处的周围剂量当量率常数为 0.0165μSv·m<sup>2</sup>/（h·MBq），则 1m 处周围剂量当量率为 73.26μSv/h。<sup>125</sup>I 粒子的铅的半值层为 0.025mm，根据半值层与十值层之间的关系，则十值层为 0.083mm，核医学科储源室、分装注射室（含消毒区）、CT 机房、粒子病房的屏蔽厚度均不低于 2mmPb（粒子源核算距离粗略按 1m 计），所致周围剂量当量率为 5.87×10<sup>-23</sup>μSv/h，远低于本底水平，可忽略不计。因此 <sup>125</sup>I 粒子在储源室、分装注射室（含消毒区）、CT 机房、粒子病房屏蔽体内基本不会对周围外环境产生辐射影响，因此后续核算中不考虑该部分周围剂量当量率及年有效剂量贡献值的叠加影响。

表 11-4 各个功能用房核算条件

工作场所	核算条件
卫生通过间	该区域为工作人员进出核医学科场所的缓冲区域，内设紧急淋浴场所，监测仪器，更换衣物及防护用品，不涉及放射性同位素的操作及使用，不拟核算
储源室	涉及核素为 <sup>99m</sup> Tc、 <sup>131</sup> I，即买即用，一般不存储； <sup>99m</sup> Tc 一天购药量 7400MBq，存放在 3mmPb 储源铅罐中， <sup>131</sup> I 一天购药量约为 3700MBq，存放在 20mmPb 储源铅罐内
分装注射室	考虑 3700MBq 的 <sup>131</sup> I 存放在 20mmPb 储源铅罐内，从储源室转运至分装注射室 30mmPb 的分装柜内；7400MBq 的 <sup>99m</sup> Tc 存放在 3mmPb 铅罐内，根据后文核算，该部分放射性药物对墙体外的剂量率的贡献可忽略，用房核算时忽略此项；考虑有 1 支 <sup>99m</sup> Tc 药物(740MBq)在 5mmPb 注射防护套内并放在 5mmPb

续表 11 环境影响分析

	转运盒中，根据核算该部分放射性药物对墙体外的剂量率的贡献可忽略
甲亢患者通道	涉及核素为 $^{131}\text{I}$ ，单名受检者服药活度为 370MBq，本项目采用预约制，考虑 1 名患者
甲亢留观室	涉及核素为 $^{131}\text{I}$ ，单名受检者服药活度为 370MBq，本项目采用预约制，考虑 1 名患者
污洗间	该区域为清洁用具存放处，该处一般经过清污清洗，不拟核算
废物间	贮存含 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 $^{131}\text{I}$ 的放射性废物，按照日最大用量的 1% 考虑，因 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 半衰期短，射线能量低，因此本次仅考虑含 $^{131}\text{I}$ 的放射性废物， $3700\text{MBq} \times 1\% = 37\text{MBq}$ ，废物在废物间存放时间为 180 天，本次考虑在 180 天收集放射性废物过程中， $^{131}\text{I}$ 总的活度浓度最高值为 85.1MBq，废物室内设置专用衰变桶，铅当量为 10mmPb
SPECT 注射后候诊室	涉及核素为 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ，考虑 2 名 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 患者同时停留， $740\text{MBq} \times 2 = 1480\text{MBq}$
SPECT 机房	涉及核素为 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ，考虑 1 名 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 患者，740MBq
SPECT 留观室	涉及核素为 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ，考虑 2 名 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 患者同时停留， $740\text{MBq} \times 2 = 1480\text{MBq}$
运动负荷室	涉及核素为 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ，考虑 1 名 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 患者，740MBq
<p>备注：本项目防护材料铅、实心砖等对 <math>^{99\text{m}}\text{Tc}</math> 有良好的防护作用，经过核算后其对屏蔽体外的周围剂量当量贡献值可忽略不计，因此，在涉及 <math>^{99\text{m}}\text{Tc}</math>、<math>^{131}\text{I}</math> 两种核素的场所（包括储源室、分装注射室、废物间）不再考虑 <math>^{99\text{m}}\text{Tc}</math> 对墙体外的周围剂量当量率的贡献值，仅考虑 <math>^{131}\text{I}</math> 所致周围剂量当量率的贡献值。</p> <p><b>核算点位距离：</b>给药后患者视为“点源”。有座椅和床位、设施（如手套箱、自动分药仪、储源柜、放废桶等）的用房核算，核算距离以经常活动的座椅、床位中心、设施位置核算到屏蔽体外；部分用房核算考虑人员活动时间较长的位置核算到屏蔽体外；其余主要考察点按照核素/患者距离屏蔽体外表面 1.0m 考虑，防护门外表面按照 1~1.5m 考虑。“点源”离地约 1.0m，核医学科所在放疗中心三楼层高 4.5m，楼上考察点为地面 0.3m，则核算高度考虑约 3.8m (<math>4.5+0.3-1=3.8</math>)；二楼的层高 3.5m，楼下考察点距地约 1.7m，则核算高度约 2.8m (<math>3.5+1-1.7=2.8</math>)；各用房外考察点为四周屏蔽体外 30cm。</p> <p><b>(4) 本项目与一楼二楼的直线加速器机房之间的叠加影响</b></p> <p>本项目位于放疗中心三楼西侧，位于拟建直线加速器机房正上方，根据《宁远县人民医院放疗中心核技术利用建设项目环境影响报告表》（报批版，2022 年 10 月）中关于直线加速器楼顶的预测结果可知，顶棚主射方向屏蔽体外 30cm 处的周围剂量当量率为 <math>0.384\mu\text{Sv/h}</math>，本项目考虑直线加速器运行过程中对核医学</p>	

续表 11 环境影响分析

科场所内离核医学科地面 1.3m 处（人员胸部位置）的辐射环境影响，经计算，直线加速器运行过程中对核医学科地面 1.3m 处所致的周围剂量当量率为  $0.304\mu\text{Sv/h}$ ；由后续核算可知，本项目对楼下直线加速器机房产生的周围剂量当量率均  $<0.001\mu\text{Sv/h}$ ，可忽略不计。

#### （5）核医学科场所墙体屏蔽防护能效核实

根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）“距核医学工作场所各控制区内房间防护门、观察窗和墙壁外表面 30cm 处的周围剂量当量率应小于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，如屏蔽墙外的房间为人员偶尔居留的设备间等区域，其周围剂量当量率应小于  $10\mu\text{Sv/h}$ ”；根据《核医学放射防护要求》“在核医学控制区外人员可达处，距屏蔽体外表面 0.3 m 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，控制区内屏蔽体外表面 0.3m 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于  $25\mu\text{Sv/h}$ ，宜不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”。本项目核医学科防护门、观察窗和墙壁外表面 30cm 处的周围剂量当量率估算结果详见表 11-5。

根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）“放射性药物合成和分装的箱体、通风柜、注射窗等设备应设有屏蔽结构，以保证设备外表面 30cm 处人员操作位的周围剂量当量率小于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，放射性药物合成和分装的箱体非正对人员操作位表面周围剂量当量率小于  $25\mu\text{Sv/h}$ ”；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  $25\mu\text{Sv/h}$ ”。本项目核医学科分装柜、碘服药窗、钨注射窗的周围剂量当量率估算结果见表 11-6。

续表 11 环境影响分析

表 11-5 屏蔽防护效能核算结果表

源项	核素	衰变常数 λ	活度 A	屏蔽系数 K	屏蔽效能				等效铅当量	屏蔽效能核算			等效铅当量	屏蔽效能
					铅当量	混凝土当量	铁当量	钢当量		等效铅当量	等效铅当量	等效铅当量		
源项 1	核素 1													
	核素 2													
	核素 3													
	核素 4													
源项 2	核素 1													
	核素 2													
	核素 3													
	核素 4													
	核素 5													
源项 3	核素 1													
	核素 2													
	核素 3													
	核素 4													
源项 4	核素 1													
	核素 2													
	核素 3													
	核素 4													



续表 11 环境影响分析

[Redacted Table Content]											
--------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

根据表 11-5 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 30cm 处的周围剂量当量率均小于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，如屏蔽墙外的房间为人员偶尔居留的设备间等区域，其周围剂量当量率均小于  $10\mu\text{Sv/h}$ ，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）中的相关标准要求。

续表 11 环境影响分析

表 11-6 屏蔽防护效能核算结果表

[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]			[REDACTED]	[REDACTED]
	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]		[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]			[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]		[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]，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）中的相关标准要求。

续表 11 环境影响分析

(6) 核医学科 SPECT 机房叠加屏蔽防护能效核实

同时，SPECT 机房拟采用 CT 进行扫描，根据前节可知，该台设备最大管电压为 140kV，最大管电流为 800mA，根据表 11-3 的核算，SPECT 机房在服药患者进入后，对于周围环境的周围剂量当量贡献最大值为 0.075 $\mu$ Sv/h。

根据建设单位设计，SPECT 机房四面墙体均为 370mm 实心砖+20mm 钡水泥，顶棚为 120mm 混凝土+30mm 钡水泥，地面为 1800mm 混凝土，防护门窗均为 6mmPb，由表 11-2 可知，上述屏蔽情况可折算成如下铅当量：四面墙体约为 5.1mmPb，顶棚约为 3.8mmPb，地面约为 28.8mmPb，防护门、窗为 6mmPb，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中对于 CT 机房“铅当量不得低于 2.5mmPb”的标准要求。

SPECT 机房在 2.5mmPb 防护材料屏蔽情况下周围剂量当量率保守取 2.5 $\mu$ Sv/h，再经过 2.6mmPb（四面墙体）、1.3mmPb（顶棚）、26.3mmPb（地面）、3.5mmPb（防护门、窗）屏蔽材料衰减（GBZ130-2020 附表 C.1、附表 C.2）后墙体外周围剂量当量率及叠加后结果见下表。

表 11-7 SPECT 机房剂量叠加计算结果

位置	屏蔽材料	剂量当量率 (μSv/h)					叠加后
		初始	墙体	顶棚	地面	门窗	
东	370mm 实心砖+20mm 钡水泥	2.5	0.96	0.19	0.09	0.03	0.37
南	370mm 实心砖+20mm 钡水泥	2.5	0.96	0.19	0.09	0.03	0.37
西	370mm 实心砖+20mm 钡水泥	2.5	0.96	0.19	0.09	0.03	0.37
北	370mm 实心砖+20mm 钡水泥	2.5	0.96	0.19	0.09	0.03	0.37
顶棚	120mm 混凝土+30mm 钡水泥	2.5	0.96	0.19	0.09	0.03	0.37
地面	1800mm 混凝土	2.5	0.96	0.19	0.09	0.03	0.37
防护门、窗	6mmPb	2.5	0.96	0.19	0.09	0.03	0.37

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

11.2 职业照射人员与公众附加年有效剂量

11.2.1 估算公式

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

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

续表 11 环境影响分析

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

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

T：居留因子；

t：X 或 $\gamma$ 射线照射时间，h。

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

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

式中：

$E$  为有效剂量中的外照射分量，单位为毫希沃特（mSv）；

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

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

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

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

### 11.2.2 本项目所致年有效剂量估算

#### （1）辐射工作人员年有效剂量估算

##### A、粒子植入医护人员及分装、给药医护人员剂量估算

$^{125}\text{I}$  粒子分装在 30mmPb 分装柜中进行，转移过程中粒子源位于 2mmPb 铅盒中，植入手术过程中医护人员穿戴 0.5mmPb 的个人防护用品，在 CT 扫描过程中位于 CT 机房外（ $>2.5\text{mmPb}$ ）， $^{125}\text{I}$  粒子所致周围剂量当量率均小于  $0.001 \mu\text{Sv/h}$ ，可忽略不计。

由前节可知，本项目  $^{131}\text{I}$  暂未确定分装方式，因此，本次环评以较不利的手动分装来分析。

$^{131}\text{I}$  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，给药 5s/人次，每天 10 人次，全年 50 天，因此，全年工作时间为 0.70h； $^{99\text{m}}\text{Tc}$  治疗每天送药一次，活度测定用时 15s/人次，运送至钨注射窗口 30s/人次，注射药物约 15s/人次，每天最多注射 10 人次，则活度测定及注射时间每天均为 2.5min，



续表 11 环境影响分析

表 11-9 核医学技师年有效剂量估算表

		500	0.379	0.190			
	显像扫描						

由表 11-9 估算可知，保守按 1 名技师操作 SPECT/CT，其身体所受的年有效剂量为 0.318mSv，满足本项目年有效剂量限值 5mSv/a 的要求，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）及建设单位设定的剂量管理目标值的要求。

实际工作中，工作人员应正确佩戴个人剂量计，记录实际受照剂量，根据个人剂量监测结果合理调整工作量，保证受照剂量低于管理限值。

(2) 公众成员年有效剂量估算

核医学科工作场所控制区屏蔽体外公众成员年有效剂量估算结果见表 11-10。

表 11-10 核医学场所公众年有效剂量值估算结果

								合格





续表 11 环境影响分析

行防护，项目对环境保护目标不会带来不利影响，使得其对周围环境的影响满足标准要求，对环境的影响可以接受。

### 11.2.3 核医学科放射性三废环境影响分析

#### (1) 放射性废水环境影响分析

根据显像诊断流程可知，显像诊断的患者数量多且会在核医学科控制区停留，会产生排泄物。项目核医学科放射性废水主要来自病人排泄物(病人的尿液)；工作人员操作过程中手部可能受到微量放射性核素污染的洗手水；清洗室内地面、工作台和一些重复使用的医疗器械带有微量核素清洗水等。根据前节工程分析以医院拟使用的放射性同位素日最大操作量开展诊疗工作核算放射性废水最大排放量约 0.744m<sup>3</sup>/周。本项目拟新建一座槽式衰变池，新建衰变池位于放疗中心南侧空坪下方，为间歇式衰变池，有效容积约 31.71m<sup>3</sup>。衰变池平面布置图及剖面图详见附图九。

医院拟将核医学科场所产生的所有放射性废水（含 <sup>131</sup>I、<sup>99m</sup>Tc）设置一套独立的放射性废水衰变系统（含管道及衰变池）。

#### 1) 放射性废水收集系统

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

#### 2) 衰变池接纳本次放射性废水的可行性分析

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

##### A、计算每日放射性废水产生活度

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

续表 11 环境影响分析

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

核医学科每日、每月病人给药及排放的最大活度见表 11-11。

表 11-11 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
<sup>131</sup> I	3.7E+8	10	40	3700	14800	5	185	2.738E+10
<sup>99m</sup> Tc	7.4E+8	10	210	7400	1.554E+5	20	1480	2.29992E+12

B、衰变池处理效果核算

本项目衰变池采用槽式排放，共 3 格，衰变池每一格的有效容积为 10.57m<sup>3</sup>，总有效容积为 31.71m<sup>3</sup>，不考虑沉淀池的停留时间，每一格衰变池可储存 99.5 天（按照前节估算，每周放射性废水产生量为 0.744m<sup>3</sup>/周），每个衰变池存放的放射性废水能暂存约 199 天，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中“所含核素半衰期大于 24 小时的放射性废液暂存时间超过 10 倍最长半衰期（含碘-131 核素的暂存超过 180 天），监测结果经审管部门认可后，按照 GB 18871 中 8.6.2 规定方式进行排放。放射性废液总排放口总α不大于 1 Bq/L、总β不大于 10 Bq/L、碘-131 的放射性活度浓度不大于 10 Bq/L。”的标准要求。

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

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

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

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

式中：An：沉淀池内放射性废水总活度，Bq；

Ao：每天流入沉淀池的总活度，Bq；

续表 11 环境影响分析

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

t：衰变时间，时间单位应与  $T_{1/2}$  的单位一致；

$A_{\text{排出}}$ ：衰变池排放口的活度，Bq；

$A_c$ ：衰变池排放口的活度浓度，Bq/L；

V：衰变池容积，L。

由上述公式计算可得，放射性废水经衰变后，衰变池排口的排放活度为 76.067Bq，废水排放浓度为 0.0072Bq/L，能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）的限值要求（10Bq/L）。

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

### 3) 放射性废水处理工艺可行性分析

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

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

### 4) 衰变池建设要求

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

表 11-11 核医学科衰变池屏蔽效能核算结果

屏蔽结构	屏蔽材料及厚度	衰变池周围环境	最大活度 (MBq)	周围剂量当量率常数 ( $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{MBq}\cdot\text{h}$ )	预测距离 (m)	周围剂量当量率 ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ )
衰变池	300mm 混凝土	四周及底部为夯实土层，顶上为空坪	320	0.0595	3	0.036
	5mmPb					0.743

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

**续表 11 环境影响分析**

地面 0.3m 处的周围剂量当量率小于 2.5 $\mu$ Sv/h。

同时，建设单位拟加强管理，在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**

本项目核医学科场所内设置有 2 套独立的机械排风系统。其中，核医学科药物操作在分装注射室内进行，分装注射室内拟安装 1 台 30mmPb 的分装柜，分装柜顶端设置活性炭吸附装置，分装柜内废气经过活性炭吸附后沿通风管道延伸至本栋楼顶，经过活性炭吸附后再延伸至内科楼楼顶排放。该套排风管网拟于放疗中心楼顶及内科楼楼顶各设置 1 台排风量为 600m<sup>3</sup>/h 的风机，能保持分装柜内成负压状态，风速不小于 0.5m/s。其他区域设置 1 套排风系统，废气由低活性区流向高活性区，汇集到主管后，由主管延伸至本栋楼顶，经过活性炭吸附后再延伸至内科楼楼顶排放。该套排风管网拟于放疗中心楼顶及内科楼楼顶各设置 1 台排风量为 1800m<sup>3</sup>/h 的风机，能保持核医学科场所内成负压状态。

本项目排风管网采用机械排风，可以保证室内空气流通，管道内设置有止流阀防止倒流。排气口高于内科楼屋顶，与周围建筑之间有一段距离，对敏感目标环境影响较小，满足《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）及《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中通风要求。

在排风管道设置活性炭吸附装置，并定期更换活性炭，排出废气浓度不应超过有关法规标准规定的限值。更换下来的废活性炭作为放射性固废，暂存于废物间内，衰变达到标准要求时间以后，经过检测达到清洁解控水平后做一般医疗固废进行处置。

### **(3) 放射性固体废物环境影响分析**

核医学科产生的医生一次性手套、一次性注射器、废棉签、废托盘、废吸纸、废弃的活性炭等。本项目核医学科设置专用废物桶（10mmPb 铅当量）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。放射性固废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、

**续表 11 环境影响分析**

$\beta$ 表面污染小于  $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$  后运送至医院专用医疗垃圾容器内，与医院其他医疗废物一并处理，不会造成环境污染。放射性废物的管理应按照危险废物管理进行，实行五联单制度，跟踪固废的处理方式和最终去向，做好产生、衰变时间、数量等相关的记录台账。污物桶的放置应注意避开人员经常走动的地方，污物桶内应放置专用塑料袋直接收纳废物。废物间应有良好通风，出入设置电离辐射标志。临时贮存的放射性废物容器应在显著位置标有废物类型、核素种类、比活度范围和存放日期的说明。

#### **11.4 实践正当性分析**

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

本项目的建设对保障健康、拯救生命起着十分重要的作用。项目营运以后，将为病人提供一个优越的诊疗环境，具有明显的社会效益，同时将提高医院档次及服务水平，吸引更多的就诊人员，医院在保障病人健康的同时也为医院创造了更大的经济效益。此外，通过核算，该项目屏蔽和防护措施符合要求，对环境的影响也在可接受范围内。

因此，本项目的实施对受照个人和社会所带来的利益远大于其引起的辐射危害，项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

#### **11.5 产业政策符合性**

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

#### **11.6 事故影响分析**

## 续表 11 环境影响分析

### 11.6.1 事故分级

医院使用放射性同位素开展辐射诊疗工作，将会产生不同的事故。医院应按照国家各种规章制度的要求，严防各种事故的发生。当发生事故后，应按照国家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 449 号），辐射事故从重到轻分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级，见表 11-12。

表 11-12 国务院令 449 号辐射事故等级分级一览表

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

### 11.6.2 辐射潜在风险事故类型

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

①由于管理不善，导致放射性药物、 $^{125}\text{I}$  粒子源保管不善而丢失、被盗等，或者粒籽源植入过程丢失及时找回、病人住院过程中排出未及时收集处理等，可能对公众和周围环境造成辐射污染。

②工作人员未认真核对姓名、药物名称、种类、给药途径、用量等，致使他人用药错误或过量而造成误照射。

③放射性固体废物未经足够长时间的暂存衰变，擅自处置，可能对环境造成污染和对公众造成危害。

④由于工作人员操作不熟练或者其他原因造成工作时放射性药物洒漏，或者病人服药过程中纸杯洒漏，可能污染工作台、地面、墙壁、设备等，造成手和皮

续表 11 环境影响分析

肤污染，还可能产生放射性废水和处理产生放射性固废。

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。

### 11.6.3 风险事故防范措施

发生在非密封放射性工作场所的放射事故主要是污染事故，导致人员的照射方式主要是外照射和放射性沾染。针对本项目辐射潜在事故类型，主要的风险防范措施如下：

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；<sup>125</sup>I 粒子源在储源室储存，使用时取出，用完立即放回转运盒再放回储源室。储源室采取双人双锁防盗管理并设置视频监控等安保措施，且进入核医学科控制区的门均为铅防护门，拟设置门禁，日常无关人员无法进入。

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辐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

续表 11 环境影响分析

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。  
加强辐射工作人员管理和提前向病人宣贯必要的防护知识。

⑥加强辐射工作人员管理，禁止手部有伤仍从事放射性物质操作。

⑦加强辐射工作人员管理，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，辐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加强衰变处理设施的日常检查，防止废水溢出或倒灌。

**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**

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（原国家环境保护总局令第 31 号，2021 年 1 月 4 日修订，2021 年 1 月 4 日施行）第十六条要求：使用 I 类、II 类、III 类放射源，使用 I 类、II 类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。

医院已经指定了特定人员负责辐射安全工作，成立了辐射安全防护领导小组（附件四），负责整个医院的辐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。

由附件四可知，医院辐射安全防护领导小组设置了 2 名组长，2 名副组长以及若干成员，分别包括院办、医务部、放射科、核医学科、肿瘤科、介入科、后勤保障部负责人。小组各成员均有一定的学历与管理的能力。本项目开展后，医院的辐射安全工作管理人员能满足配置要求。

### **12.2 本项目辐射工作人员管理**

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 7 人（2 名技师，3 名护士，2 名医师），技师计划在放射科现有工作人员中调用，其余辐射工作人员均为新增。后期将根据工作开展需要新增工作人员，新增人员均将纳入辐射工作人员进行管理。

#### **12.2.1 职业健康检查**

根据《放射工作人员职业健康管理办法》的规定“放射工作人员上岗前，应当进行上岗前的职业健康检查，符合放射工作人员健康标准的，方可参加相应的放射工作；放射工作单位应当组织上岗后的放射工作人员定期进行职业健康检查，两次检查的时间间隔不应超过 2 年，必要时可增加临时性检查；放射工作人员脱离放射工作岗位时，放射工作单位应当对其进行离岗前的职业健康检查”。

在项目运行前医院应按要求组织本项目辐射工作人员进行职业健康体检，排除禁忌症后方可上岗，并在上岗后每 1~2 年进行一次职业健康体检。

## 续表 12 安全管理

### 12.2.2 个人剂量检测

根据《放射工作人员职业健康管理辦法》的规定“放射工作单位应当按照国家有关标准、规范的要求，安排本单位的辐射工作人员接受个人剂量监测，建立并终生保存个人剂量监测档案”。根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）标准要求“个人剂量常规监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月”。

在项目运行前医院应按要求为本项目辐射工作人员配备个人剂量计，定期进行个人剂量检测，建立并终生保存个人剂量监测档案。

### 12.2.3 辐射安全与防护知识培训

根据原国家环境保护总局令第 31 号第十六条的规定：“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”以及生态环境部《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》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”。

在本项目运行前医院应按要求组织本项目辐射工作人员到生态环境部辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）报名参加集中考核，取得核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单方可上岗，所有辐射工作人员在核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单到期后应重新进行考核。

## 12.3 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：《受检者防护制度》、《辐射环境监测计划方案》、《核医学科工作制度》、《放射性污染去污操作规程》、《放射性药品采购、登记、使用、核对、保管制度》、《放射性药物安全操作规程》、《放射性药物管理规则》、《放射性药品管理制度》、《放射性表面污染

续表 12 安全管理

监测管理规程》、《放射性药品不良反应处理与报告制度》、《放射性废物、废液处理操作制度》、《辐射安全和防护制度》、《核医学科门诊工作制度》、《核医学科医师职责》、《核医学科主任医师职责》、《核医学科技师职责》、《放射工作人员培训计划》、《设备检修维护制度》、《射线装置台账管理制度》、《辐射事故应急处理预案》。

目前医院已在 2025 年修订了《辐射事故应急处理预案》，本次环评建议医院在后续运行过程中应根据本项目运行实际工作需要，并按照《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》（国务院令 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 31 号，2021 年修订）等现行要求修改，全面完善和健全各项规章制度，及时更新《辐射事故应急处理预案》。

#### 12.4 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，维护辐射工作人员和周围公众的权益，履行放射防护职责，尽可能的避免事故的发生，医院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，维护辐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

续表 12 安全管理

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辐射工作人员应暂离岗位，并在今后的工作中增加监测频率。对辐射工作人员每两年进行职业健康体检并形成制度。进入机房的工作人员佩带个人剂量计，记录个人所受的射线剂量。

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

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

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

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

### 12.5 辐射检测

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，必须对使用放射性同位素和射线装置的单位进行个人剂量检

续表 12 安全管理

测、工作场所检测、场所外的环境检测，开展常规的辐射防护检测工作。

医院必须配备相应的检测仪器，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辐射进行检测，按规定要求开展各项目检测，做好检测记录，存档备查。

#### 12.5.1 辐射工作人员个人剂量检测

对辐射工作人员进行个人照射累积剂量检测。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。个人剂量检测应由具有个人剂量检测资质的单位进行。建立并终生保存个人剂量检测档案，外照射个人剂量检测周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月。

根据环境保护部令第 31 号、环境保护部令第 18 号中对辐射工作人员个人剂量的要求，医院应为每名辐射工作人员配备个人剂量计，定期组织工作人员进行个人剂量检测，发现个人剂量检测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。根据《放射工作人员职业健康管理办法》规定，医院还应安排专人负责个人剂量检测管理工作，建立辐射工作人员个人剂量档案。包括个人基本信息、工作岗位、个人剂量检测结果等材料。个人剂量档案应当永久保存。

#### 12.5.2 工作场所环境检测

根据国家规定医院每年应委托有资质单位对辐射工作场所周围环境的辐射水平进行检测，同时医院应采用自行配备的检测仪器（定期进行计量检定）进行检测。每年 1 月 31 日前向生态环境主管部门提交上一年度的年度评估报告。

##### ① 验收监测

项目建成后建设单位应及时对本项目进行验收检测。

##### ② 日常检测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定，使用放射性同位素和射线装置的单位应当按照国家环境检测规范，对相关辐射场所进行辐射检测，并对检测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行检测能力的，可以委托具有资质的环境检测机构进行检测。

##### a.委托检测（委托有资质的检测机构）

续表 12 安全管理

检测频率：每年一次；  
 检测范围：核医学科场所及周围。  
 检测数据作为医院的管理依据。

**b.自主检测**

检测频率：每日运行前；  
 检测范围：门灯关联、工作状态指示灯、电离辐射警告标志、通风装置的有效性；

若发现问题，及时整改，直到合格为止。

医院拟按照要求配置 1 台 X-γ辐射检测仪和 1 台表面污染检测仪（定期进行计量检定），对本次环评涉及的上述场所的监督区和控制区环境进行检测。医院日常检测和委托检测的相关内容如下表所示。

表 12-1 本项目检测内容一览表

场所名称	检测地点	检测项目	检测频率	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检测）	控制区<40Bq/cm <sup>2</sup> 监督区<4Bq/cm <sup>2</sup> 其他<0.4Bq/cm <sup>2</sup>	自检
			1 年 1 次		委托检测
	工作场所、衰变池	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检测）	控制区屏蔽体周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/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 10μSv/h	自检
			1 年 1 次		委托检测
	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β≤10Bq/L； <sup>131</sup> I 放射性活度浓度≤10Bq/L	委托
放射性固废	废物包装外表面	每次处理前	β<0.4Bq/cm <sup>2</sup>	自检+委托	
个人剂量	工作人员	每个季度/次 同时根据情况增加辐射工作人员眼晶体、手部剂量监测	满足标准要求	委托检测	

续表 12 安全管理

12.6 从事辐射活动能力评价	
<p>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：</p> <p style="text-align: center;"><b>12-2 医院从事本项目辐射活动能力评价表</b></p>	
应具备条件	落实情况
<p>(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 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作；其他辐射工作单位应当有 1 名具有大专以上学历的技术人员专职或者兼职负责辐射安全与环境保护管理工作。</p>	<p>医院已设置了辐射安全与环境管理机构，且配备有 1 名本科学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作，后期根据实际工作需要进行调整。</p>
<p>(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。</p>	<p>本次新增人员均拟在项目运行前取得相应类别的核技术利用成绩合格单，并在成绩报告单到期后应重新进行考核。</p>
<p>(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。</p>	<p>本项目核医学科场所内设置有储源室。</p>
<p>(四) 放射性同位素与射线装置使用场所所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射要求的安全措施。</p>	<p>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。</p>
<p>(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检测仪。</p>	<p>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。</p>
<p>(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。</p>	<p>拟根据要求在项目开展前更新或重新制定。</p>
<p>(七) 有完善的辐射事故应急措施。</p>	<p>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。</p>
<p>(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</p>	<p>拟根据要求在项目开展前制定。</p>

续表 12 安全管理

<p>达标排放的处理能力或者可行的处理方案。</p>	
<p>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防护措施，并对可移动的放射源定期进行盘存，确保其处于指定位置，具有可靠的安全保障。</p>	<p>核医学科拟设废物间，用于专门储存放射性固废，室内无其他易燃、易爆、腐蚀性物品，并指定专人负责保管。 医院拟制定核医学科放射性药物订购领取保管和使用制度、核医学交接班管理制度等。 项目拟设置储源室、保险柜等存储放射性药物，设置监控系统、防盗设施、四周墙体设计为辐射防护屏蔽体，具有防火、防水等功能。</p>
<p>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。</p>	
<p><b>12.7 辐射事故应急</b></p>	
<p>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。</p>	
<p><b>12.7.1 辐射事故分级</b></p>	
<p>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。</p>	
<p>根据本报告表“表 11”分析，发生放射性药物丢失被盗的一般辐射事故；核医学科放射性药物洒漏，多次事故会造成超剂量照射，属于一般辐射事故；III类射线装置发生的单次误照射可能会造成人员受到超过年剂量限值，属于一般辐射事故。</p>	
<p><b>12.7.2 辐射事故应急方案与演练</b></p>	
<p>医院目前已经制定了《辐射事故应急处理预案》，预案内容包括了应急机构组织及职责、应急准备与响应程序、应急处理和救治、应急报告流程和电话、应急能力的培训、演练和应急响应能力的保持等。</p>	

续表 12 安全管理

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

根据调查,医院近年来未发生辐射事故,未启动应急预案。

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

### 12.7.3 辐射事故报告和处置

#### (1) 事故报告程序和电话

根据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》在事故发生后 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》,向市生态环境局、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:

██  
██  
██  
██  
██

#### (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、公安部门、卫健部门报告,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

**续表 12 安全管理**

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，用表面污染检测仪测量污染区，如果 $\beta$ 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 $\beta$ 表面污染小于  $40\text{Bq}/\text{cm}^2$  为止。处理过程中使用过的吸水纸、纱布、药棉、纸巾等均视为放射性废物。当发生人员身体、衣物受到表面污染时，受沾污人员应及时去污，防止污染扩散。体表沾污应用温水加肥皂或者洗涤剂冲洗，配合软毛刷或棉签刷洗。注意操作要轻柔，防止皮肤损伤，去污后经表面污染检测仪测量合格后方可离开。

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的情况，及时启动备用泵、联系设备厂家及时维修。

**12.8 环保投资估算**

本项目核技术利用总投资约 1300 万元，其中环保投资约 230 万元，占总投资的 17.7%。具体如下：

**表 12-3 项目环保投资一览表**

序号	投资内容	投资额 (万元)
1	辐射防护工程	100
2	辐射环境监测	50
3	辐射事故应急	50
4	辐射安全培训	30



续表 12 安全管理

5	剂量率控制限值	<p>①控制区外人员可达处、各控制区内用房防护门、观察窗、墙壁、顶棚、地板外关注点处的周围剂量当量率应小于 <math>2.5\mu\text{Sv/h}</math>，如控制区内屏蔽墙外的房间为人员偶尔居留(人员居留因子<math>&lt;1/2</math>)的设备间等区域，其周围剂量当量率应小于 <math>10\mu\text{Sv/h}</math>；</p> <p>②分装柜柜体、注射窗、服药窗口等设备外表面 30cm 处人员操作位的周围剂量当量率小于 <math>2.5\mu\text{Sv/h}</math>。</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 <math>2.5\mu\text{Sv/h}</math>。</p>	HJ1188-2021 及 复函 GBZ120-2020
6	表面污染	<p>①工作台、设备、墙壁、地面：控制区：<math>&lt;4\times 10\text{Bq/cm}^2</math> 监督区：<math>&lt;4\text{Bq/cm}^2</math>；</p> <p>②工作服、手套、工作鞋：控制区、监督区：<math>&lt;4\text{Bq/cm}^2</math></p> <p>③其他：<math>&lt;0.4\text{Bq/cm}^2</math></p>	HJ1188-2021 GBZ120-2020
7	年有效剂量管理	<p>1、辐射工作人员年有效剂量<math>\leq 5\text{mSv/a}</math></p> <p>2、公众成员年有效剂量<math>\leq 0.1\text{mSv/a}</math></p>	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，最终至内科楼屋顶排放，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区流向高活度区的原则，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 $10.57\text{m}^3$ ，总的有效容积为 $31.71\text{m}^3$ 。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 $\alpha\leq 1\text{Bq/L}$ ，总 $\beta\leq 10\text{Bq/L}$ ，碘-131 的放射活度浓度 $\leq 10\text{Bq/L}$ 。	GB18466-2005 GB18871-2002
10	放射性固废	<p>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<math>\leq 0.1\text{mSv/h}</math>，质量不超过 20kg。废物包装体外表面的污染控制水平：<math>\beta&lt;0.4\text{Bq/cm}^2</math>。</p> <p>衰变时间要求为：所含核素 <math>^{99\text{m}}\text{Tc}</math> 半衰期小于 24 小时的放射性固体废物暂存时间超过 30 天；含碘-131 核素的放射性固体废物暂存超过 180 天。</p> <p>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，<math>\beta</math>表面污染小于 <math>0.4\text{Bq/cm}^2</math> 的，可对废物清洁解控并作为医疗废物交有资质单位处置。</p>	GBZ120-2020 GBZ133-2009



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

本项目核医学科位于放疗中心，放疗中心位于医院西侧，为三层独栋建筑。本项目核医学科主要区域位于放疗中心三楼西侧， $^{125}\text{I}$  粒子病房位于放疗中心三楼南侧中间区域， $^{125}\text{I}$  粒子植入场所位于放疗中心一楼定位 CT 机房。本项目核医学科场所四周均设置了实体墙体及防护门进行物理隔离，场所内四周均未毗邻产科、儿科、食堂等部门及人员密集区，场所相对独立且核医学科主要区域集中布置在放疗中心三楼西侧，设置有单独的出口、入口，且出入口均未设置在人群稠密区域，核医学科场所与其他区域分开，远离医院内及周围环境敏感点。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，达标排放后对环境的影响小。因此，环评认为本项目选址合理。

#### 2、布局合理性分析

本项目核医学科位于放疗中心三楼西侧区域（ $^{125}\text{I}$  粒子病房位于放疗中心三楼南侧中间区域，粒子植入场所位于放疗中心一楼定位 CT 机房），核医学科场所整个区域按照由东向西设置，高活性区（储源室及分装注射室）位于区域中间位置依次向外到低活性区，患者由东至西单向流动再由单独通道进入放疗中心西南侧出口，由放疗中心西南侧专用楼梯下楼之后进入院区道路，周围一般无公众长时间停留，分区明显，单向路径；衰变池位于放疗中心西侧空坪下方，距离核医学科较近，放射性废水管网相对来说较短，在三楼到一楼的放射性废水管网裸露在外面的设置铅皮进行包裹，其他位于覆土之下；场所内各功能用房的放射性废气收集后经专用管道沿排风井引至本栋建筑主楼楼顶经过活性炭吸附后，再通过专用管道引至内科楼楼顶排放。因此，环评认为本项目布局合理。

### 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

续表 13 结论及建议

体，可保证各用房屏蔽体外周围剂量当量率满足辐射防护的要求；铅防护门、观察窗、分装柜、注射窗等的生产和安装均交由有资质的厂家负责，以保证防护门搭接处的屏蔽能力；施工时保证施工质量。配置的放废桶、注射窗等防护足够，其外周围剂量当量率满足标准要求。

③辐射安全与防护设施/措施

项目核医学科人流、物流（包括废物）相对独立，拟设置多个门禁系统、标明分区划设，并设置患者（受检者）导向标识或导向提示等管控措施，在控制区通道进出口适当位置拟设置固定式在线剂量报警仪。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检测设备；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、废物间设置安防防盗设施；控制区各功能房间均配置排风系统，放射性药物分装时分装柜保持负压；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：项目核医学科拟设置 2 套独立的排风系统。设置过滤器处理，引至内科楼楼顶后高于楼顶排放。

⑤医院拟配置 X- $\gamma$ 辐射检测仪、表面污染检测仪、固定式在线剂量报警仪、个人剂量报警仪等检测仪器，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在现有设计防护方案下，本项目距核医学工作场所控制区内防护门外周围剂量当量率小于  $10\mu\text{Sv/h}$ ，其他侧均小于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；防护通风柜柜体外人员操作位、服药窗口表面 30cm 处周围剂量当量率低于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，其他侧柜体外表面 5cm 处的周围剂量当量率低于  $25\mu\text{Sv/h}$ ，均能满足《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 13 结论及建议

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（辐射工作人员 5mSv/a，公众成员 0.1mSv/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小。

③核医学科拟设置 2 套独立的排风系统，最终至内科楼楼顶排放，排风系统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。

④项目设置 1 套槽式放射性废水处理衰变池，设置 3 个池体，单个池体有效容积为 10.57m<sup>3</sup>，总的有效容积为 31.71m<sup>3</sup>。将放射性废水经过核医学科排水管网收集进入核医学科衰变池，经过衰变标准要求时候后排入医院废水处理设施，排放口总 $\alpha$ ≤1Bq/L，总 $\beta$ ≤10Bq/L，碘-131 的放射活度浓度≤10Bq/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≤0.1mSv/h，质量不超过 20kg。废物包装体外表面的污染控制水平： $\beta$ <0.4Bq/cm<sup>2</sup>。

所含核素 <sup>99m</sup>Tc 半衰期小于 24 小时的放射性固体废物暂存时间超过 30 天；含碘-131 核素的放射性固体废物暂存超过 180 天。放射性固废暂存时间满足要求后，经检测，辐射剂量率满足所处环境本底水平、 $\beta$ 表面污染小于 0.4Bq/cm<sup>2</sup>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。

续表 13 结论及建议

### 13.1.8 辐射与环境保护管理

医院成立了辐射安全防护领导小组，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，辐射工作人员需经辐射防护与安全考核合格后才能上岗，在工作时正确佩戴个人剂量计，定期进行个人剂量检测和职业健康体检。医院还应在今后的工作中，不断完善相关管理制度，加强管理，杜绝辐射事故的发生。

综上所述，宁远县人民医院核医学科场所变更建设项目满足“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检测。

2、在项目运行前，医院应组织本项目辐射工作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方可上岗。医院应组织本项目辐射工作人员进行职业健康检查（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

### 续表 13 结论及建议

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检测、防护性能检测等相关检测计划以及职业健康体检工作计划，确保周围环境的辐射安全和职工健康。

2、医院应加强内部管理，明确管理职责，杜绝各类辐射事故的发生。医院应细化、完善各项管理制度，并认真落实，严格按照各项规章制度、操作规程执行。

3、医院辐射防护标识应全面、清晰，不留死角。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：

公章

经办人

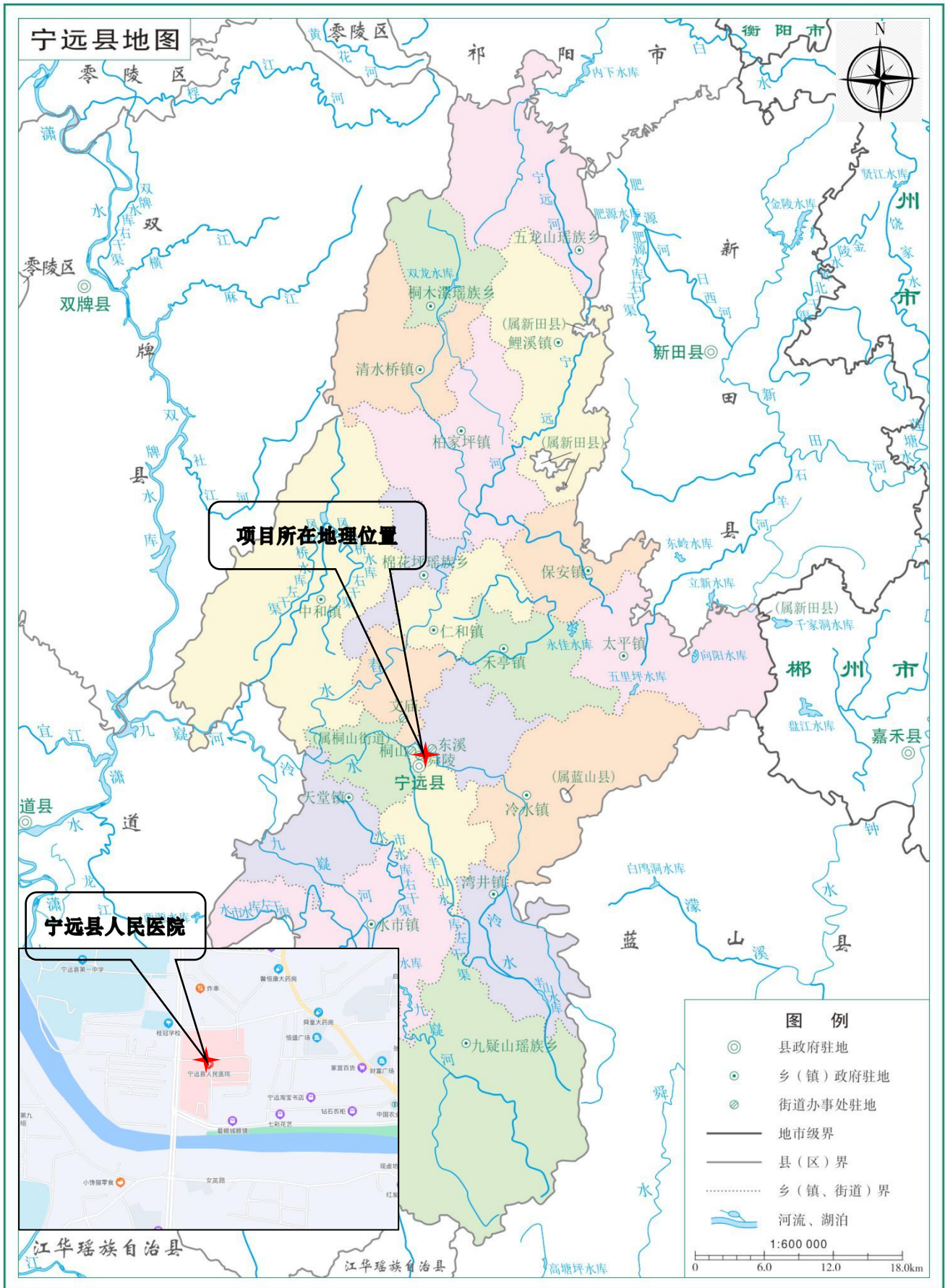
年 月 日

审批意见：

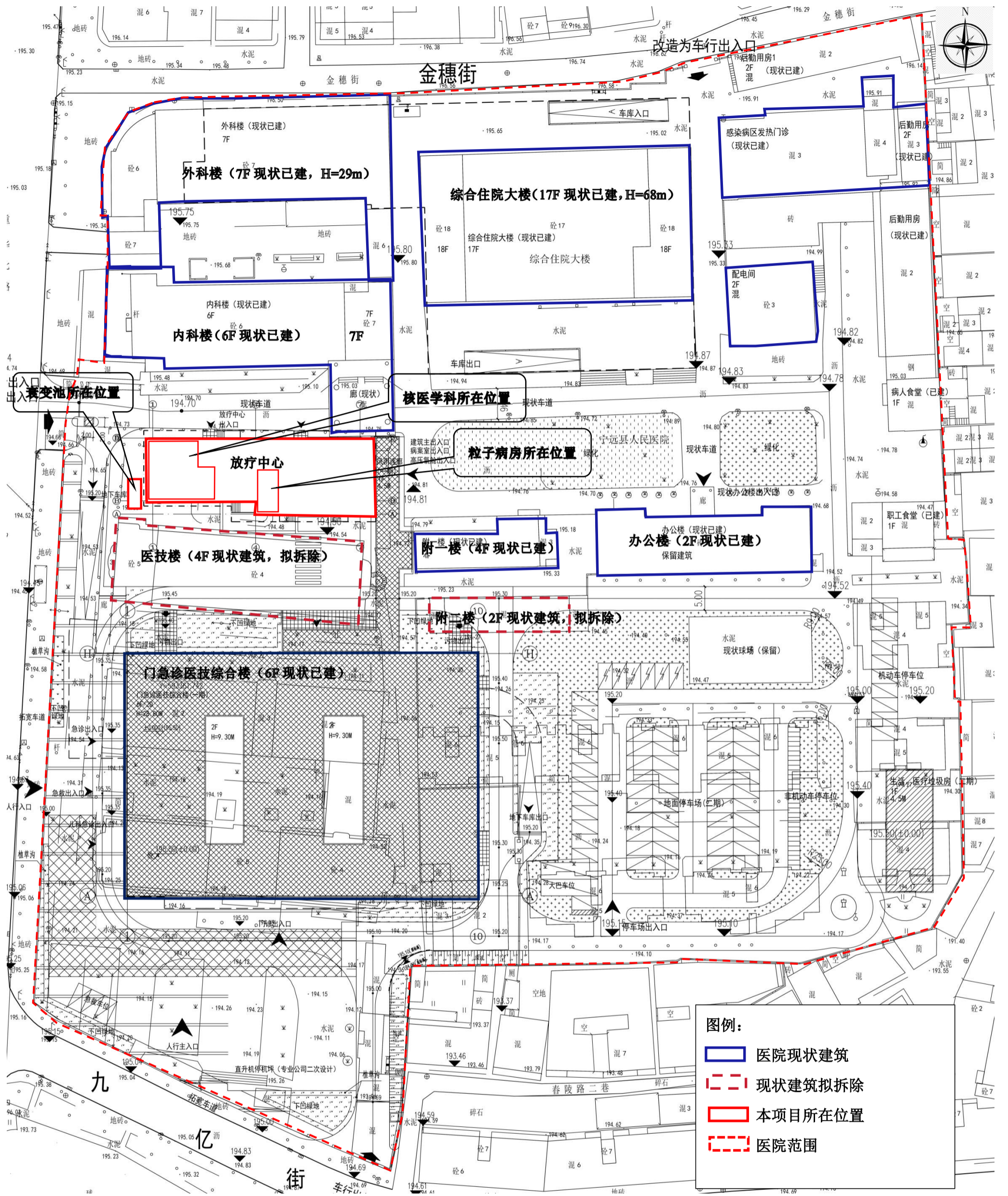
公章

经办人

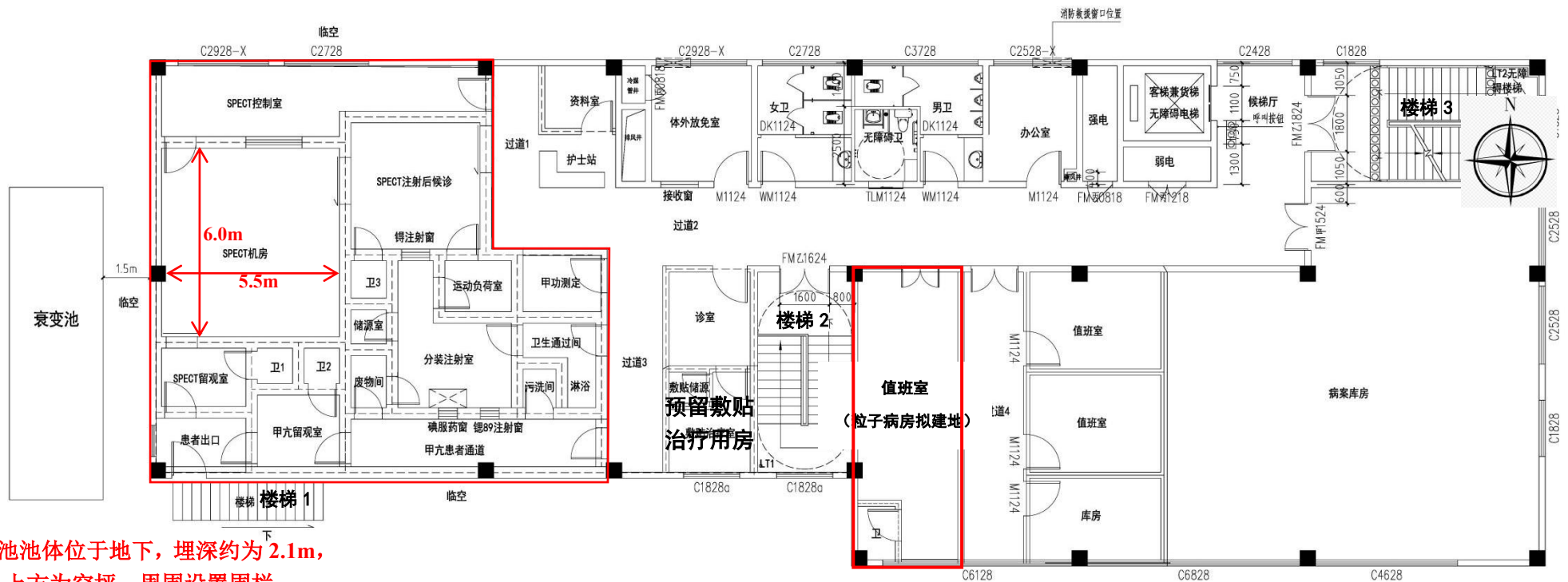
年 月 日



附图一 项目所在地理位置图

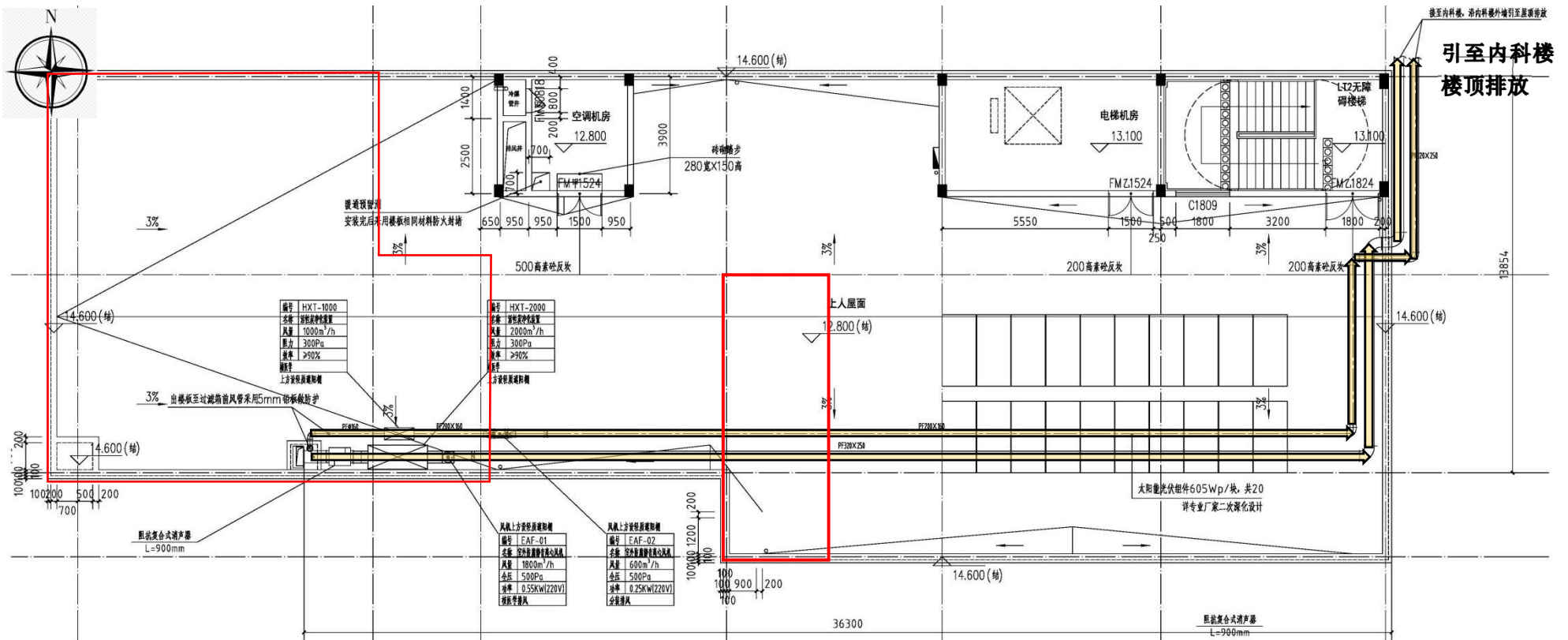


附图二 医院规划总平面布置图



衰变池池体位于地下，埋深约为2.1m，  
上方为空坪，周围设置围栏

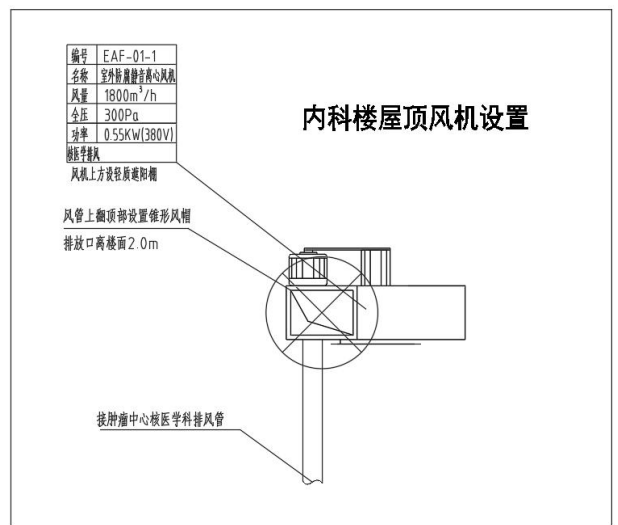
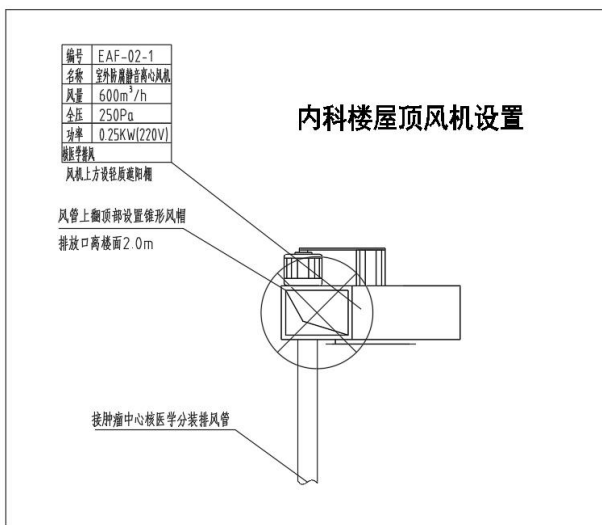
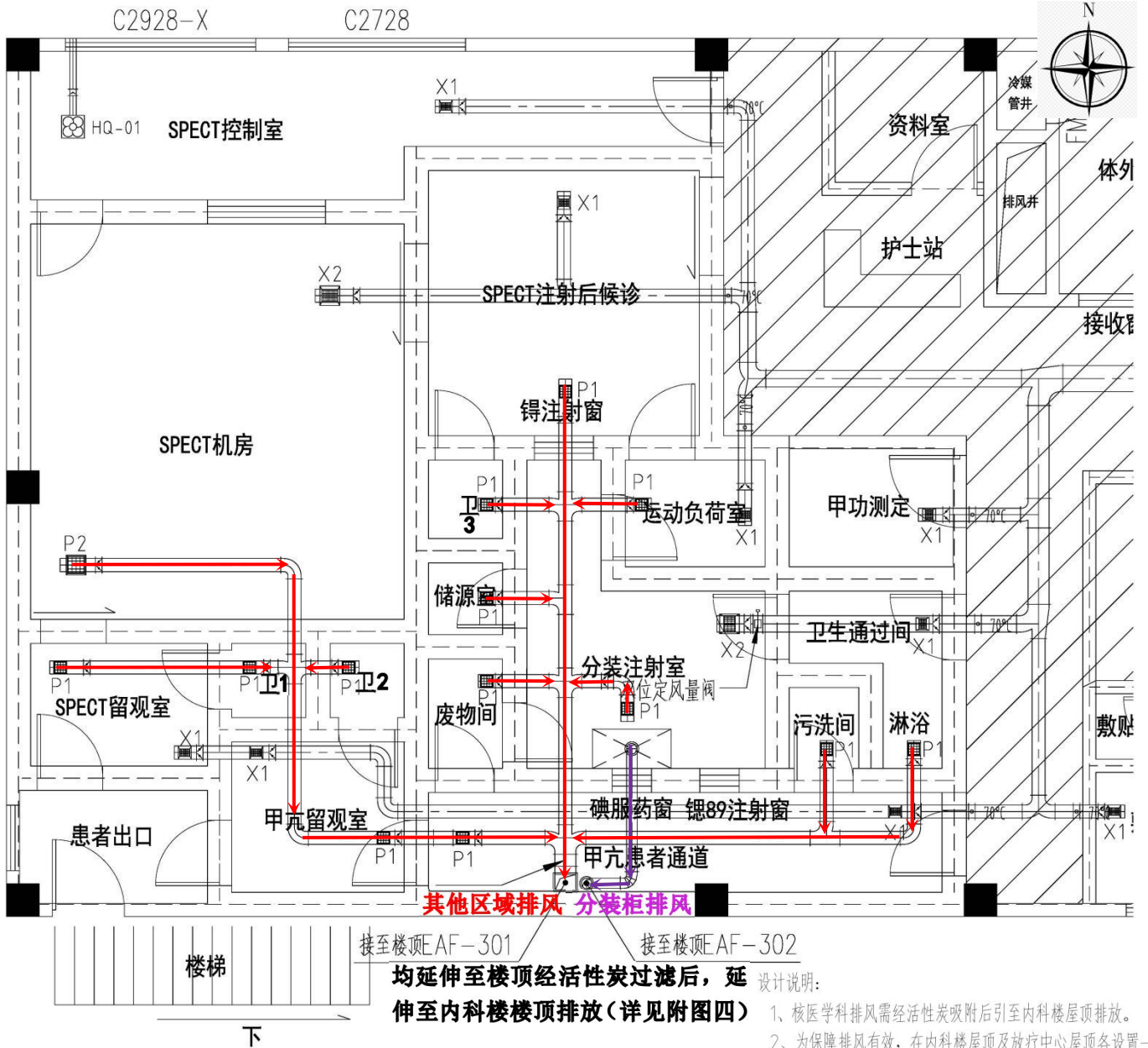
附图三 放疗中心三楼平面布置图（核医学科所在位置）



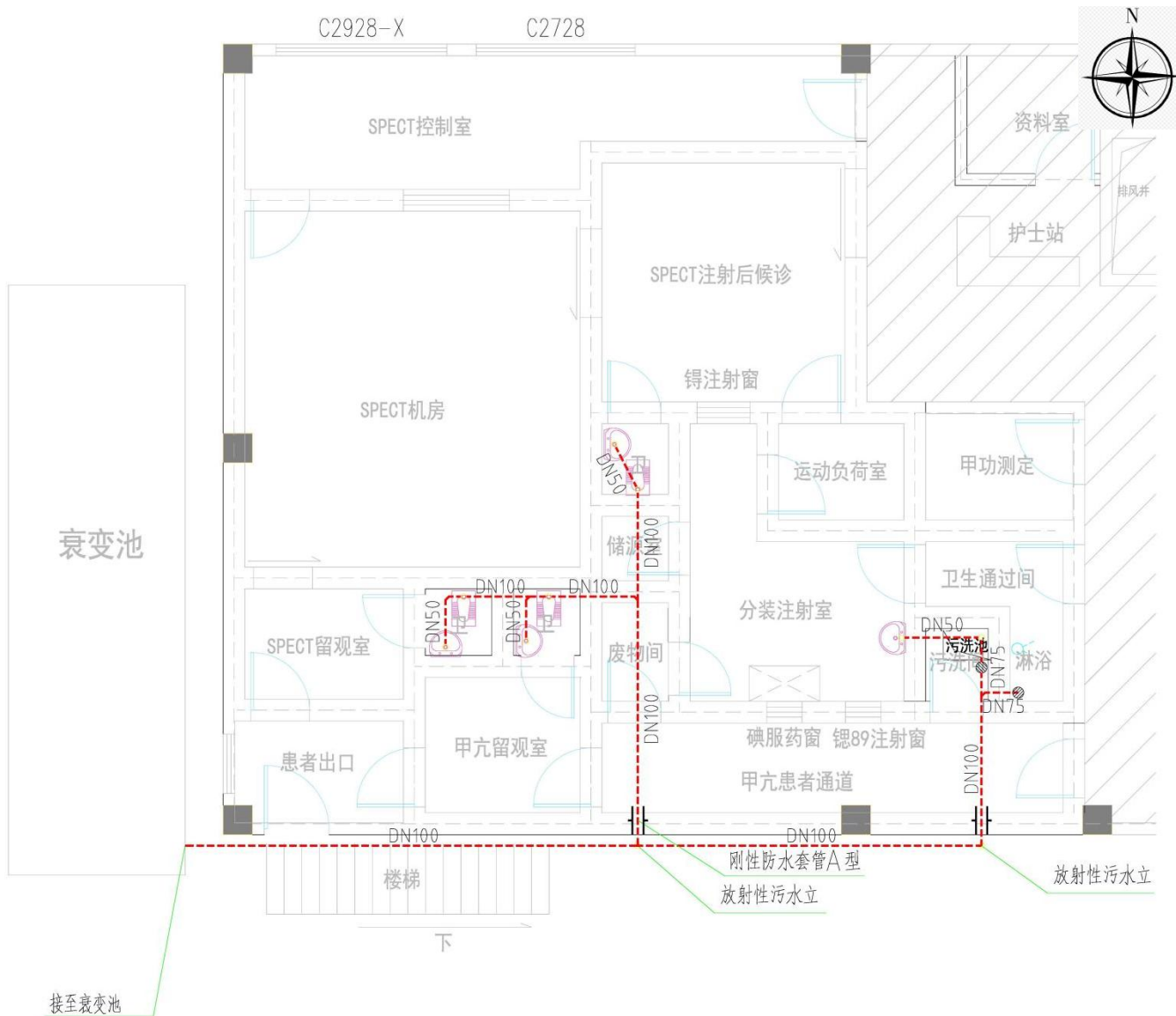
附图四 放疗中心楼顶平面布置图及楼顶部分风管布置示意图（核医学科对应楼上）



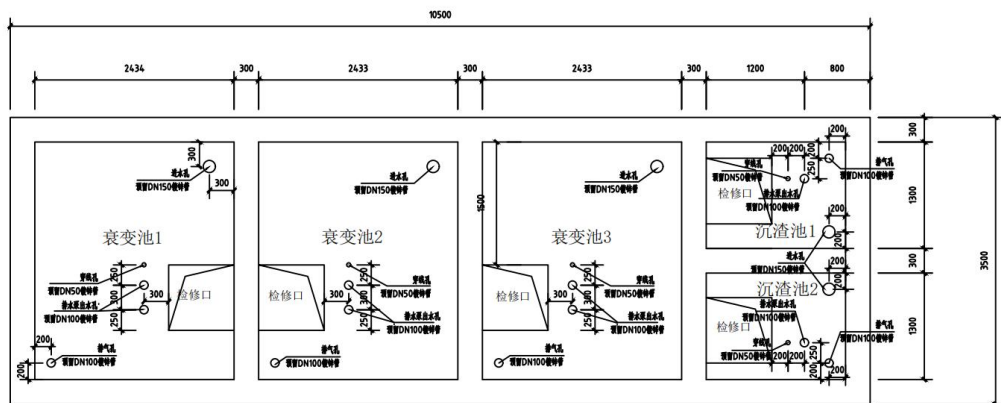




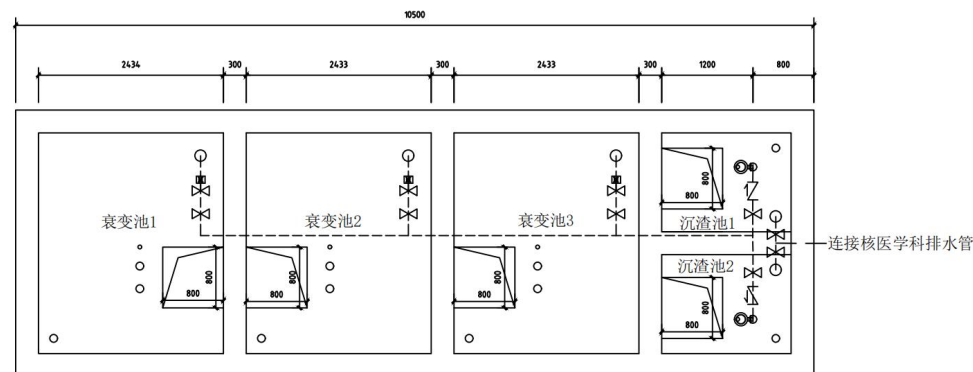
附图七 核医学科场所通风管网布置图



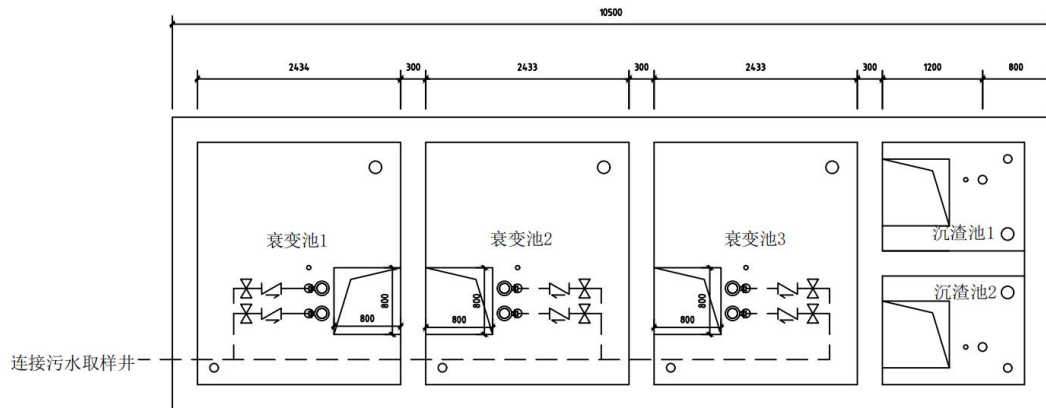
附图八 核医学科场所放射性废水排水管网布置图



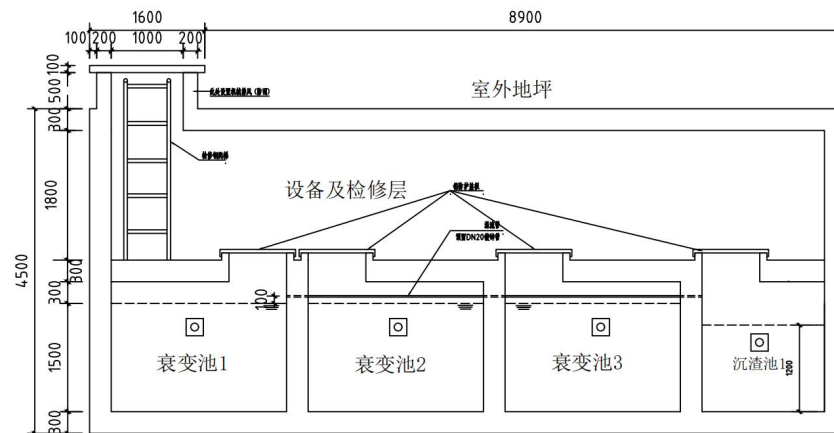
衰变池平面布置图



衰变池进水平面图



衰变池排水平面图



衰变池溢流平面图

附图九 核医学科衰变池平面布置图及剖面图



放疗中心大楼东侧现状



放疗中心大楼南侧现状



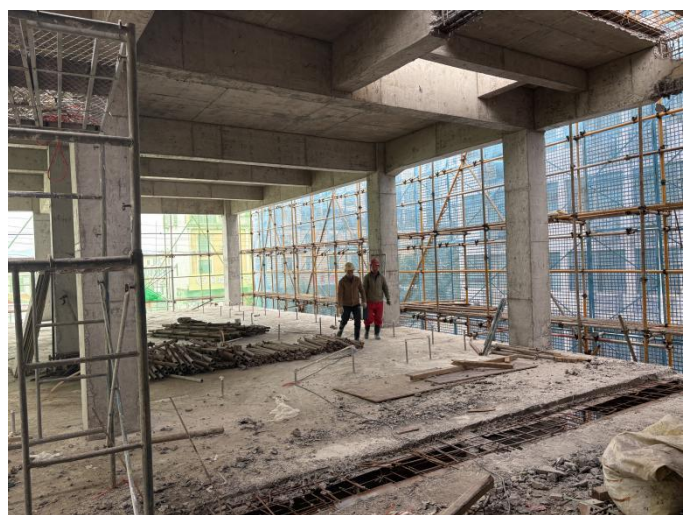
放疗中心大楼西侧现状



放疗中心大楼北侧现状



拟建场地楼上天台



拟建场地现状

附图十 现状照片



委托编号：\_\_\_\_\_

## 建设项目环境影响评价委托书

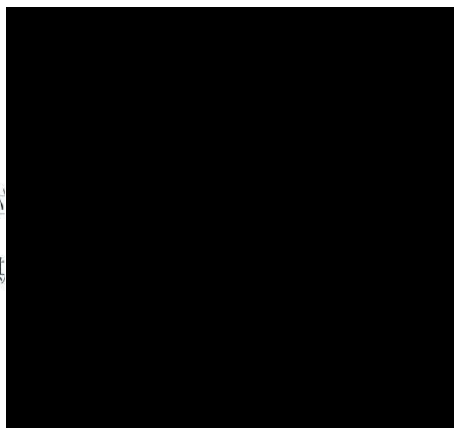
湖南省湘环环境研究院有限公司：

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》和《建设项目环境保护管理条例》等有关法律规定和要求，我单位特委托贵公司承担“宁远县人民医院核医学科场所变更建设项目”的环境影响评价工作。

特此委托！

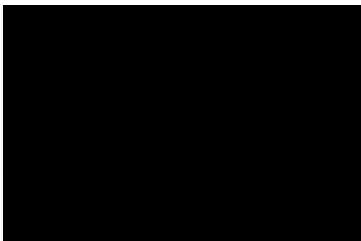
委托单位

委托日期





附件二 质量保证单及场所现状检测报告

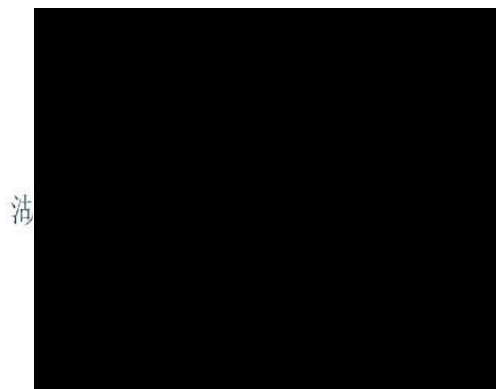


项目环境影响评价现状环境资料

质量保证单

人民医院核医学科场所变更建设项目环境影响评价提供了环境现状检测数据，并对所提供的数据资料的准确性和有效性负责。

建设项目名称	宁远县人民医院核医学科场所变更建设项目
项目所在地	永州市宁远县舜陵镇重华北路1号宁远县人民医院放疗中心三楼
建设单位	宁远县人民医院
检测单位	湖南省湘环环境研究院有限公司
检测时间	2026年3月5日
检测项目	环境 $\gamma$ 辐射剂量率、 $\beta$ 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）-2603001

项目名称： 宁远县人民医院核医学科场所变更建设项目

委托单位： 宁远县人民医院


检测类型： 委托检测

报告日期： 二〇二六年三月

湖

司

# 检测报告说明

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

单 位： **湖南省湘球环境研究院有限公司**  
Hunan Xiangjia Environmental Research Institute Co., Ltd.

地 址：长沙市雨花区井莲路 397 号紫金国际（紫铭大厦）2210

邮 编：410018

电 话：0731-84152990

湖南省湘环环境研究院有限公司检测报告

一、基本情况:

受检单位	宁远县人民医院
检测日期	2026年3月5日
检测项目	环境 $\gamma$ 辐射剂量率 (nGy/h)、 $\beta$ 表面污染 (Bq/cm <sup>2</sup> )
检测依据	《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021) 《表面污染测定 第1部分: $\beta$ 发射体 ( $E_{\beta\max} > 0.15\text{MeV}$ ) 和 $\alpha$ 发射体》(GB/T14056.1-2008)

二、检测仪器检定/校准情况:

仪器型号/名称	仪器编号	计量检定/校准证书编号	有效期至
JB4000型环境监测用 X、 $\gamma$ 辐射空气比释动能率仪	17157	8020266411	2026.10
CoMo 170型表面污染监测仪	6747	8020261817	2026.9.

三、受检场所基本情况:

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

编制人: 

审核人: 

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：宁远县人民医院

统一社会信用代码：1243112644788624XF

地址：湖南省永州市宁远县舜陵镇重华北路1号

法定代表人：李万忠

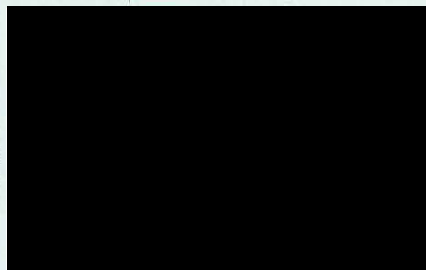
证书编号：湘环辐证[00197]

种类和范围：使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置（具体范围详见副本）。

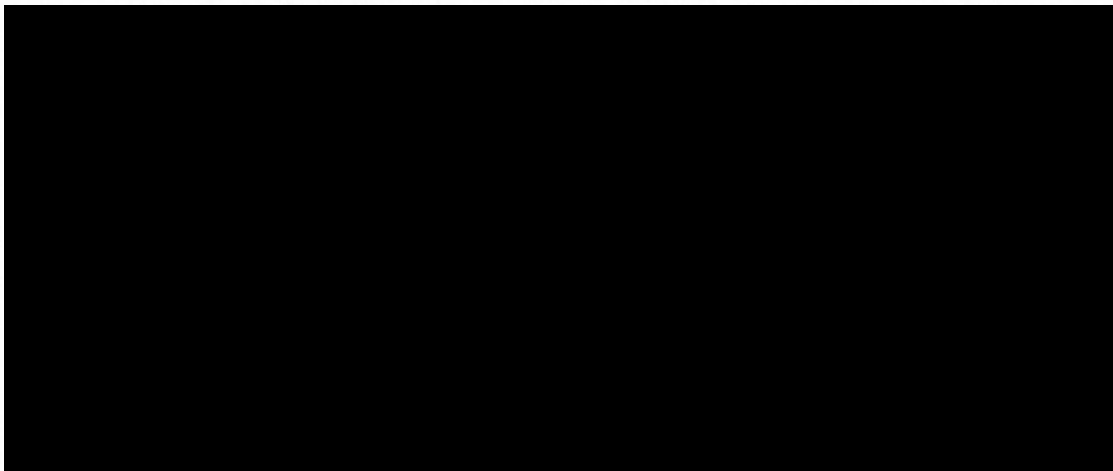
有效期至：2027年05月30日



发证机关：



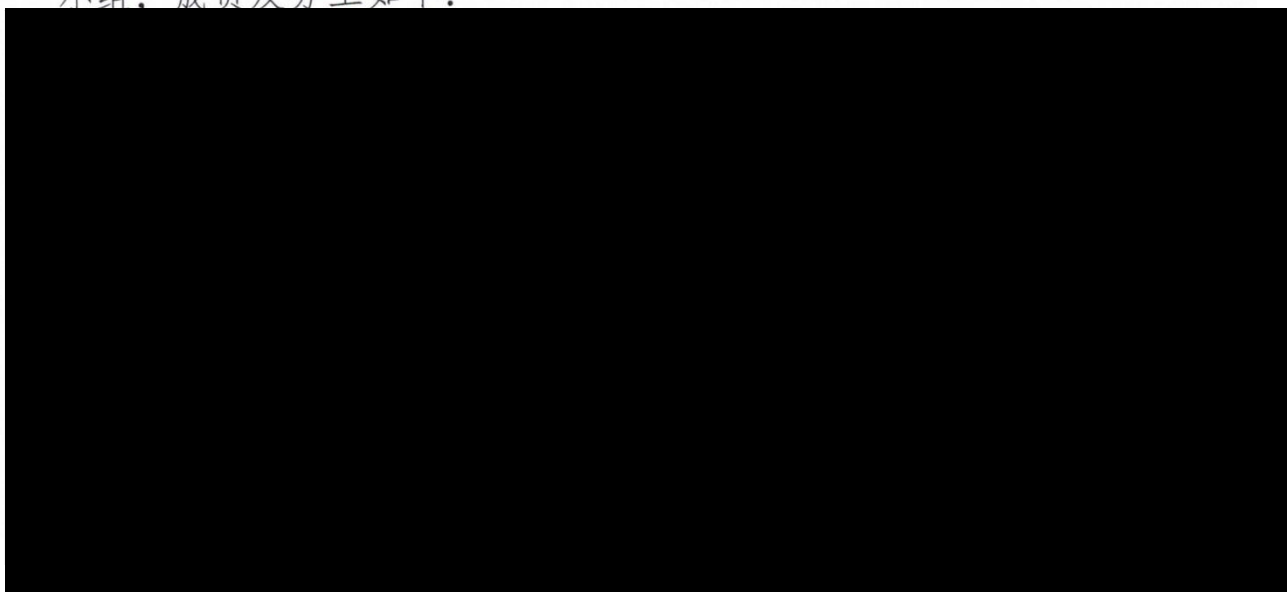
发证日期：2026年02月27日

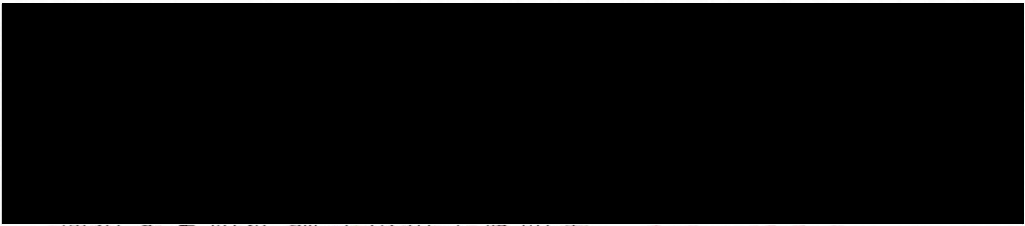


## 关于调整辐射安全防护领导小组的通知

各科(股)室:

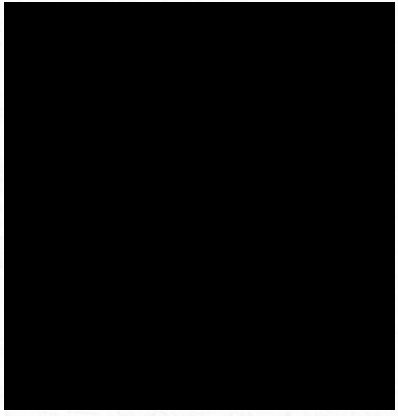
为加强我院辐射安全管理工作,保证医疗质量和医疗安全,保障医院辐射工作人员及受检者的健康,根据《放射性同位素与射线装置安全的防护条例》(国务院令 第 449 号)、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(环保部令 第 18 号)等相关文件精神,因人事变动,特调整辐射安全防护领导小组,成员及分工如下:





辐射安全领导小组主要职责：

1. 组织制定并落实辐射相关管理制度；
2. 组织制定辐射事故应急预案并组织演练；
3. 定期组织对辐射场所进行辐射环境保护检测和辐射设备性能检测；
4. 定期组织医院辐射工作人员进行职业健康体检、个人剂量检测和辐射安全与防护知识培训；
5. 记录医院发生的辐射事故并及时报告生态环境部门及卫生行政主管部门。



## 放射检查者防护制度

一、放射科医师应对检查的适应症与合理性进行评价，确定适当检查项目。在保证诊断效果的前提下，尽量避免采用放射性检查。减少不必要的X线检查，减少不必要的照射。

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

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

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

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

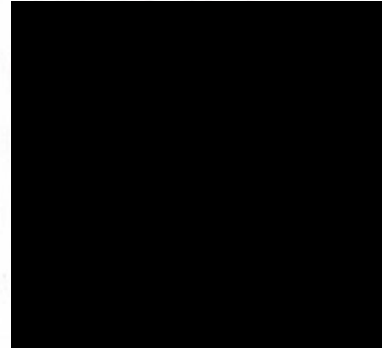
六、对育龄妇女的腹部及婴幼儿的X线检查，应严格掌握适应症；对孕妇，特别是受孕后8-10周的，非特殊需要，不得进行下腹部X射线检查。确有必要者应做好周密的防护措施并进行告知。

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

八、候诊者和陪护人（病人必须被搀扶才能进行检查的除外），

不得在无屏蔽防护的情况下在机房内停留。

九、科室应规划安全区域，确保候检者不受射线辐射。



## 辐射环境监测计划方案



部门组织每年定期请有监测资质的环境监测单位对我院射线装置机房及周围环境按规范进行环境现状监测。

计划如下：

①辐射操作人员应佩戴个人辐射剂量计和个人剂量报警器，并对我院射线装置机房四周环境工作场所进行常规监测，监测数据每年年底向省管部门上报备案。

②监测频度：每年常规监测 1 次，监测应由具备放射性监测资质的单位负责组织实施。

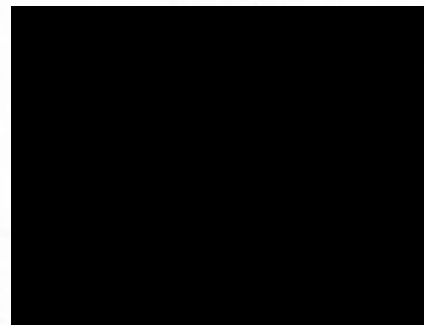
③监测范围：主要对医院涉源工作场所进行监测，重点对射线装置机房周围、防护门及缝隙处、电缆及管道的出入口、控制室、控制台等处进行监测，加强对职业人员，仪器设备、工作场所以及事故情况等监测。

④监测项目：每年定时委托有资质单位对各种射线装置机房防护性能进行检测。

监测计划一览表

场所名称	监测地点	监测项目	监测频率	限值要求	备注
射线装置场所	机房四周及顶棚墙体、防护门外 30cm 处	周围剂量当量率	资质单位 1 次/年；自检 1~3 个月 1 次	标准要求	委托检测+自检
	射线装置机房	防护性能	资质单位 1 次/年	标准要求	委托检测
		门灯连锁、门机连锁、工作指示灯、警告标识	每月自检	有效	自检

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 <40Bq/cm <sup>2</sup> 监督区<4Bq/cm <sup>2</sup> 其他<0.4Bq/cm <sup>2</sup>	自检
			1年一次		委托检测
	工作场所	周围剂量当量率	每次工作结束（出现放射性药品洒落应及时进行监测）	控制区屏蔽体周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/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 10μSv/h	自检
			1年一次		委托检测
	放射性废液衰变池排放口	总放射性	验收时	总β≤10Bq/L	委托
	放射性固废	废物包装外表面	每次处理前	β<0.4Bq/cm <sup>2</sup>	自检+委托





10.加强医疗安全质量管理，保证检查质量，发现检查结果与临床不符，应研究原因，必要时复查。

11.科室物品及资料由专人管理，做好登记建档和保存工作，做到合理使用。

12.在放射性药品采购及使用的各个环节严格遵守国家有关放射防护的法律法规，各项操作严格遵守放射防护要求。

13.做好交接班工作，各班要按时到位。

14.凡显像或功能检查等文字报告须经本科室医师检查后发出，进修医师所发报告须经本科医师签字认可后才能发出。

15.所有报告应及时发出，疑难问题及时组织会诊和讨论，报告有登记，不得丢失。

16.科室人员在加强自身业务学习的同时.应注重科室有关诊疗项目的临床及科普宣传，定期开展健康教育。



## 放射性污染去污操作规程

的是建立本科放射性污染去污的标准操作规程，  
辐射安全。

### 操作规程：

一、对于操作托盘中已污染的滤纸，应立即更换。

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

二、少量放射性液体溢出

(1)通知工作人员某处已发生放射性污染。

(2)阻止污染扩散：用强吸附力的纸覆盖在遗漏处以防止扩散。

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

三、大量放射性液体溢出

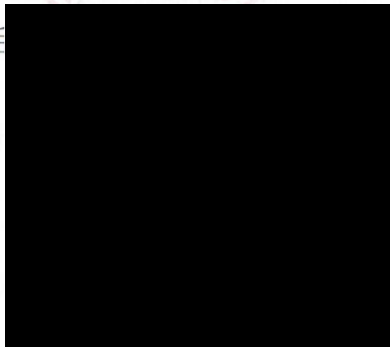
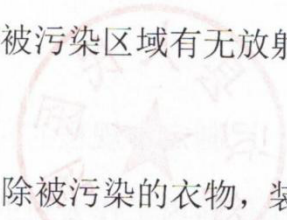
(1)应立即通知工作人员撤离污染现场。

(2)防止污染扩散：用强吸附力的纸覆盖在遗漏处以防止扩散。

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

四、检测：用低量程放射性污染检测仪检查被污染区域有无放射性同位素残留。

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



## 放射性药品采购、登记、使用、核对、保管制度

采购、登记、使用、核对、保管等工作环节，  
，防止辐射事故发生。

2.1 适用范围：使用放射性药品个人及科室。

2.2 规定：

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

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

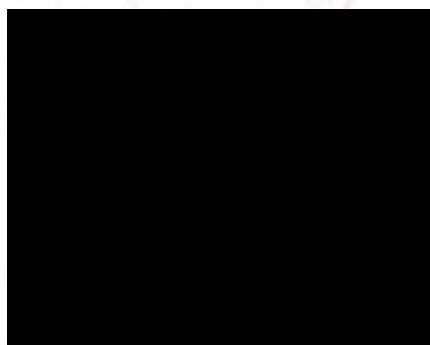
2.2.3 使用放射性药物时要认真做好核对工作，必须查对所用的放射性药物与诊治项目是否相符，并核对其剂量大小、比活度、标记时间、物理形状等，如发现不符合或异常应立即停止使用，并及时报告。

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

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

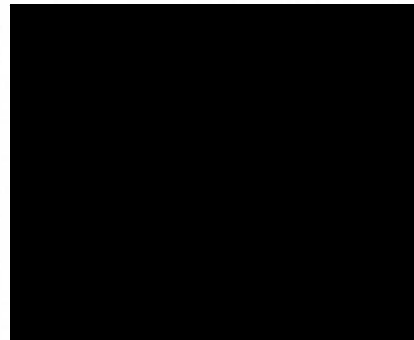
2.2.6 严禁采购、使用无批文、批号或相关有效证件的放射性药品或过期药品。

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



## 放射性药物安全操作规程

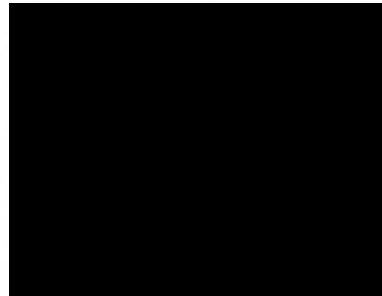
- 1.使用放射性药物前对受检者进行充分、详细的健康宣教和配合指导。
- 2.备齐一切用物，以免中途备物造成放射性污染。操作者应做好个人卫生防护：戴帽子、手套、口罩、铅眼镜、铅围脖，穿铅衣等防护用品。
- 3.包扎处理皮肤暴露伤口。
- 4.操作者佩戴个人剂量仪。
- 5.利用屏蔽进行防护：操作时应在铅防护注射台或分装柜上进行。
- 6.操作人员必须具有娴熟的操作技术，思想要集中，操作细心，防止药液外漏，尽量缩短操作时间和近距离操作。
- 7.操作台铺治疗巾或吸水纸，以便于去污和防止污染扩散。
- 8.注射放射性药物前先开通静脉通道，确认管道通畅后方可注药，防止药液外渗造成局部污染。
- 9.放射性污染物品及时清除，使用过的放射性污染注射器、医用器材等应放于专用衰变桶中，并做好识别标记。疑有放射性污染的物品也应放置于在衰变桶内。
- 10.防护用品放置于指定位置，不得穿着个人防护用品进入非放射性场所。
- 11.保持操作室通风；严禁在放射性工作场所内进食、吸烟、饮水和存放食物。



## 放射性药物管理规则

### 遵纪守法、专人管理、安全使用

- 1.遵守放射性药物使用规则，在“放射性药品使用许可证”允许范围内订购和使用放射性核素种类及核素用量。
- 2.放射性核素由专人管理，建立放射性核素进出量档案，按种类、件数、领取日期、经办人等项目登记。
- 3.放射性核素药品到货后，负责接收的医务人员应核对放射性核素名称、件数、剂量，检查其包装有无破损，并立即存放于高活性室。
- 4.放射性核素不得随意外拿，不准外借。
- 5.抓好放射性核素使用的防护和监督，严格控制使用剂量。
- 6.放射性标记配套药盒应存放于冰箱中，并在有效期内使用。
- 7.科室应加强安全保卫工作，作好放射源管理，并经常检查核对，防止丢失。万一丢失，应立即向有关领导和部门报告，及时采取有效措施。



## 放射性药品管理制度

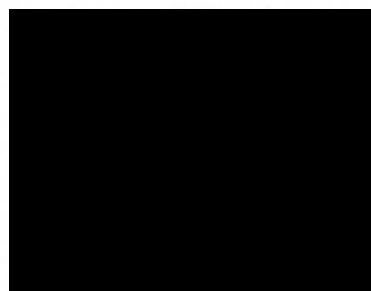
一、放射性药品的收支：每月所订购的放射性药品由专人取回，并由取回者负责开启包装，核对品种、数量，若为放射性核素，尚应用活度计测量当时剂量，并做好登记、签名。

二、使用：使用放射性药品前，应核实质品名和有效期，若为体内药物，应按《放射性药品简易质量检查制度》进行检查，合格后方可使用。以活度计准确测量剂量，分药、标记等工作应在通风柜中完成。每次使用后应做好使用登记、并签名。

三、保管：所有放射性药物集中存放于高活性室，按防护要求，置于不同容器之内，定期由科主任进行检查。每月由专人在活性室工作，具体负责放射性药物的保管工作。

四、注销登记：每次  $^{131}\text{I}$  碘溶液使用后由使用者记录剩余量。

五、若发现放射性药品丢失，立即报告科主任，由科主任上报院医务处、保卫部门，并上报上级防疫部门和药政管理部门。



## 放射性表面污染监测管理规程

### 1.工作场所的监测

(1)放射性工作区在结束标记操作清场之后，辐射安全员应监测工作区是否存在放射性污染。若有污染应及时按去污操作规程去除。

(2)监测地点包括：高活性室（地面、通风柜、工作台、注射窗口或服药窗口）、病人候诊区地面、SPECT 机房地面、甲亢留观室地面和工作台。

### 2.仪器设备的监测

放射性工作区使用的仪器设备作污染检查，若有污染应立即去污处理。使用的标记防护罐、镊夹应作污染检查，若有污染应去污后才能供下次使用。

### 3.人员的监测

(1)工作人员在操作完毕后由辐射安全员进行表面污染检查。

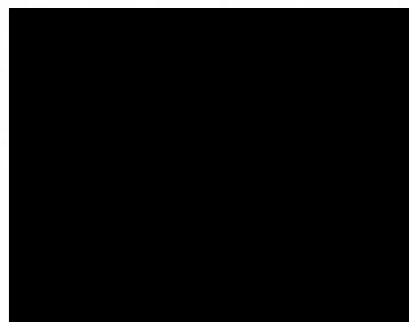
(2)检查内容包括：工作人员手部、工作服、工作鞋。

(3)检查无污染时，可按规定换下工作服离开工作区。

(4)如工作服有放射性污染，则应立即脱下，用塑料袋封好，存放于废物库衰变。

4.辐射安全员在监测前应按有关规定检查监测仪器是否正常，并在每次监测前后记录当时的仪器本底数。

5.监测数据记录备查。



## 放射性药品不良反应处理与报告制度

一、操作人员严格按规章制度操作，严格质量控制和无菌操作，避免放射性药品的不良反应。

二、若为病人出现不良的反应，视情况作如下处理：

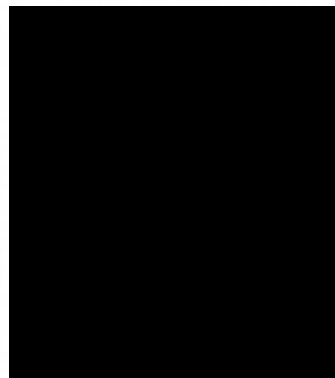
1、如在检查过程中出现与病情有关的反应，原则上立即请有关专科医师会诊处理，危及生命的紧急情况应立即就地抢救。

2、如出现药物过敏反应，视病情立即进行抗过敏、抗休克处理，并由核医学医师将病人护送至病房，门诊病人送至急诊室作进一步处理。

3、如果发现放射性药物给病人投给剂量过大，可能造成健康损害，应立即报告医务处，并上报上级防疫部门、药政管理部门，立即将病人留院观察、治疗。

三、上述 2、3 种情况由科主任在 2 小时内书面上报医务处，上级防疫部门、药政管理部门。

四、违反规章制度造成放射性药品不良反应的责任人按医院有关制度处理。



## 放射性废物、废液处理操作制度

### 一般原则

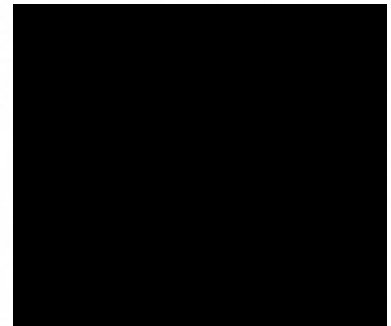
- 1、放射性操作中应严格控制，尽量减少产生放射性废物量。
- 2、每次操作所产生的放射性废物，应及时收集贮存。
- 3、严格禁止乱扔、乱倒各种带放射性的废弃物。

### 处理规定

1、从辐射工作区清理的一般废弃物，需经辐射安全员检测，确认无放射性后，方可按一般废物处理。

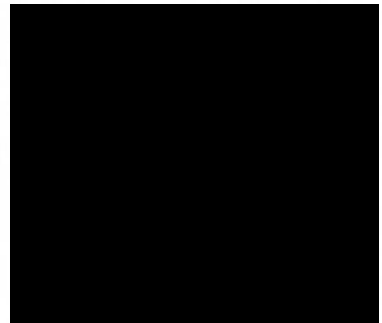
2、产生的固体放射性废物及被污染的衣服，先分类存放于废物间，按照标准要求储存相应的时间后，经监测达标后按一般废物处理。

3、产生的放射性废液由专用清洗池流入专用的放射性废物衰变池内暂存超过标准要求的时间后可直接排放至普通下水管道。



## 辐射安全和防护制度

- 1、放射性物质的储存容器应有相应的屏蔽防护设施。
- 2、放射性物质的放置应合理有序，按规定放置于定点的位置易于取放，每次取放的放射性物质就限于需用的那部分。
- 3、贮存和运输放射性物质均应使用专门容器；取放容器内容物时，不应污染容器；容器在运输时应有相应的屏蔽防护设施。
- 4、储存的放射性物质应及时登记并保留送货单，登记内容包括生产单位、到货日期、核素种类、放射性活度等。
- 5、储源场所设有电离辐射警告标志；储源容器设有电离辐射警告标志，并标明时间。
- 6、放射性药物空罐由厂家定期回收。
- 7、工作人员进行放射性操作需要穿戴防护用品（铅衣、铅围脖、铅眼镜等），并配带个人剂量仪及个人剂量卡。
- 8.放射性物质的储存室备有表面污染监测仪及巡测仪，由资质单位进行定期检测。
- 9.储源场所采用双人双锁管理，无关人员不得出入。



## 核医学科门诊工作制度

1、在医院医疗副院长领导及门诊办协调下开展工作。科室主任负责科室门诊的业务技术和行政领导，科室确定 1-2 名副教授以上职称人员协助科主任领导科室的门诊工作。

2、严格执行门诊病人首诊负责制，对疑、难、重病员不能确诊者应及时请上级医师诊视或报门诊办组织相关科室会诊。

3、对病员要进行认真检查，按门诊病历书写的要求准确地记载病历。门诊负责医师应定期检查门诊医疗质量及服务质量。

4、门诊工作人员要做到“一切以病人为中心”，关心体贴病员，态度和蔼，有礼貌、耐心地解答问题，尽量简化手续，有计划地安排病员就诊，搞好优质服务。

5、门诊工作人员应提前做好开诊前的准备工作，按时开诊。门诊候诊区及诊室内一律不准抽烟。

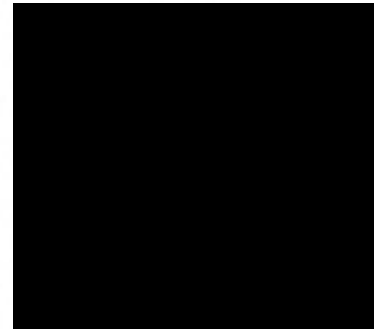
6、门诊医师应合理用药，合理检查，严禁滥开大处方，尽可能减轻病员的负担。

7、对基层或外地转诊病人，要认真诊治，同时注意医疗安全保护。

8、对年轻医师和进修医师来门诊工作时，门诊负责医生应向其介绍情况和有关门诊工作的规章制度，加强培养

## 核医学科医师职责

- 1、在科主任领导和上级医师指导下进行工作。
- 2、对病人进行仔细检查、诊治、开医嘱、书写病历及经常了解病人思想、生活情况，做好思想工作。
- 3、参加门诊，担任或指导实习员进行技术操作，及时准确的发出同位素检查报告单。做好信息反馈工作。
- 4、做好各项规章制度和技术操作规程，做好防护，严防差错事故。
- 5、参加技术改进和科学研究工作。
- 6、参加教学和进修实习人员的培训。
- 7、承担科主任分配的其它工作。



## 核医学科主任医师职责

1、在科主任领导下，分管负责本科的医疗、教学、科研、仪器设备与技术培训等工作，并制定相应的发展规划。

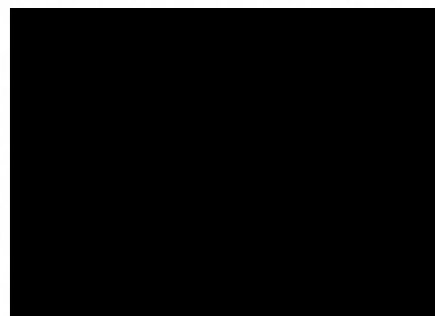
2、督促检查下级人员的工作质量，具体解决业务上的复杂疑难问题，并承担部分医疗、教学、科研工作。

3、主动配合临床医疗工作，经常征询临床科室对核医学工作的要求和意见。定期参加临床讨论会，主动介绍新的诊断项目及临床意义。

4、全面负责教学及进修、实习人员的培训工作，负责科内人员的业务学习和技术考核工作，不断提高业务技术水平。

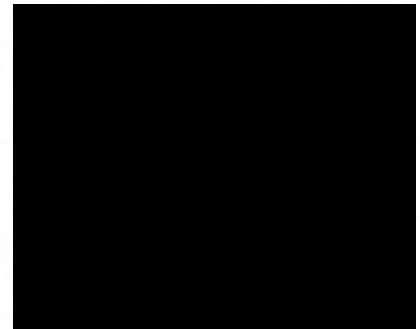
5.运用国内外先进经验，指导临床实践，不断开展新技术，提高医疗质量，吸收最新科研成果，指导全科开展科学研究工作。

6、承担科主任分配的其它工作。



## 核医学科技师职责

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



## 放射工作人员培训计划

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

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

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

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

## 设备检修维护制度

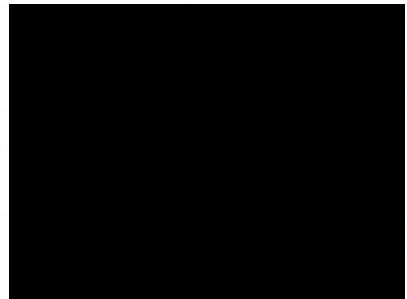
- 1、设备负责人要组织操作人员学习正确使用设备，并进行必要的技术训练，培养人员自觉爱护医院设备的思想意识，做到设备“整齐、清洁、安全、正常”。
- 2、加强设备检修，防止设备的损坏，应提前制定设备日常维修和大修计划，并根据维修计划准备所需材料、备件。
- 3、设备检修必须有详细的检修记录，内容包括：检修原因、检修内容、检修后运行情况、检修人员、以及验收人员，检修记录应存入设备档案。
- 4、设备检修后，应组织质量验收，由维修主管与使用人员、设备管理人员共同验收。

仪器维修记录

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

## 射线装置台帐管理制度

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



# 辐射事故应急处理预案

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

## 一、编制依据

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

## 二、辐射事故分级

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十条和《射线装置分类办法》规定，结合我院使用射线装置为II、III类装置，乙级非密封放射性工作场所发生事故时，定性为一般辐射事故，即：是指IV类、V类放射源、放射性同位素丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射等。

## 三、本预案适应范围

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

## 四、工作原则

以人为本、快速反应、预防为主、常备不懈。

## 五、组织机构及职能

事件应急工作领导小组

射安全工作，防止放射事故的发生；

意外的科室提出整改意见；

3. 对事故的现场进行组织协调、安排救助、并向影像诊断科工作人员与公众通报；

4. 向上级行政主管部门报告放射事故发生和应急救援情况，负责恢复正常秩序、稳定受照人员情绪等方面的工作。

(二) 领导小组下设工作小组，成员及职责如下：

1. 应急指挥小组：办公室设在设备科

主要职责：

(1) 负责组织应急准备工作，调度人员、设备、物资等，指挥其他各应急小组迅速赶赴现场，开展工作。

(2) 对放射事故的现场进行组织协调、安排救助，指挥放射事故应急救援行动。

(3) 负责向上级行政主管部门报告放射污染事件应急救援情况。

(4) 负责恢复医院正常秩序。

2. 现场处置小组

主要职责：

(1) 接到放射事件发生的报告后，立即赶赴现场，首先采取措

施保护工作人员和公众的生命安全，保护环境不受污染，最大限度控



划定紧急隔离区，不让无关人员进入，保

新事件性质，将事故情况报告应急指挥中心。

(4) 配合上级相关主管部门（卫生、生态环境、公安）进行检测和现场处理等各项工作。

### 3.现场救护组

主要职责：

(1) 接到指挥中心命令后，迅速赶赴现场进行伤员救助，并根据现场情况向指挥中心报告人员损伤情况。

(2) 联系相关医院，跟随救治。

(3) 将人员恢复情况随时报指挥中心。

### 4.后勤保障组

主要职责：

(1) 接到指挥中心命令后，立即启动应急人员和设施。

(2) 保证水、电供应，交通运输。

(3) 保证食物用餐。

## 六、应急处置程序

一旦发生放射事件，必须立即撤离相关人员，封锁现场，采取有效措施防止事故继续发生和蔓延而扩大危害范围，并在第一时间向领导小组报告，同时启动应急预案，具体程序如下：

### 1.迅速报告

发生事故的科室必须立即将发生事故的性质、时间、地点、科室名称、联系人、电话等报告给放射事故应急指挥中心（电话：0746-7325060），指挥中心立即将情况向领导小组汇报，并做好准备。

### 2.现场控制

现场处置小组接到事故发生报告后，立即赶赴现场，首先采取措施保护工作人员和公众的生命安全，保护环境不受污染，最大限度控制事态发展；负责现场警戒，划定紧急隔离区，不让无关人员进入，保护好现场；迅速、正确判断事件性质，将事故情况报告应急指挥中心。当出现紧急情况需要进入治疗室内时，现场处置小组工作人员进入治疗室需要佩戴个人剂量报警仪及正确佩戴个人剂量计。

### 3.启动应急预案

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

### 4.现场报告

根据现场情况，由应急指挥中心将事故发生时间、地点、造成事故的射线装置的名称、能量、最高剂量率等主要情况报告卫健委（永州市卫生健康委：0746-8426433（12320）、省卫生健康委：0731-84822000、市生态环境局电话：0746-8323996/12345（24小时）、省生态环境厅电话：0731-85698110、公安局（110））等相关部门以及上级行政主管部门。

## 5.现场处置

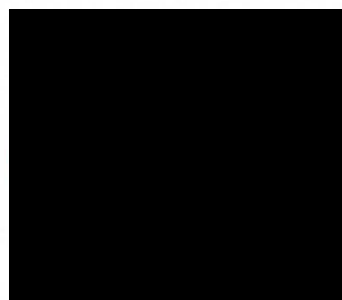
等待相关部门到达现场的同时，采取相应措施，使危害、损失降到最小。发生放射性同位素与射线装置失控导致大剂量 X 线误照，应立即进行现场救助，采取措施，使人员损伤、环境污染降到最小，组织人力将受照人员送往相关医院，并同时请市环保部门进行检测。发生放射性同位素丢失、被盗，可以组织人力在单位内进行排查，将放射源的名称、状态、特性、危害及射线装置等进行通告，广泛引起本单位职工与公众的重视，最大限度降低危害。

## 七、查找事故原因

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

## 八、警报解除

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



## 附录 1

### 辐射事故分级

特别重大辐射事故，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 1 人以上（含 1 人）急性死亡，或者 10 人以上（含 10 人）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 1 人以上（含 1 人）急性死亡。

重大辐射事故，是指 III 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 人以上（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾。

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

一般辐射事故，是指 IV 类、V 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

## 附录 2

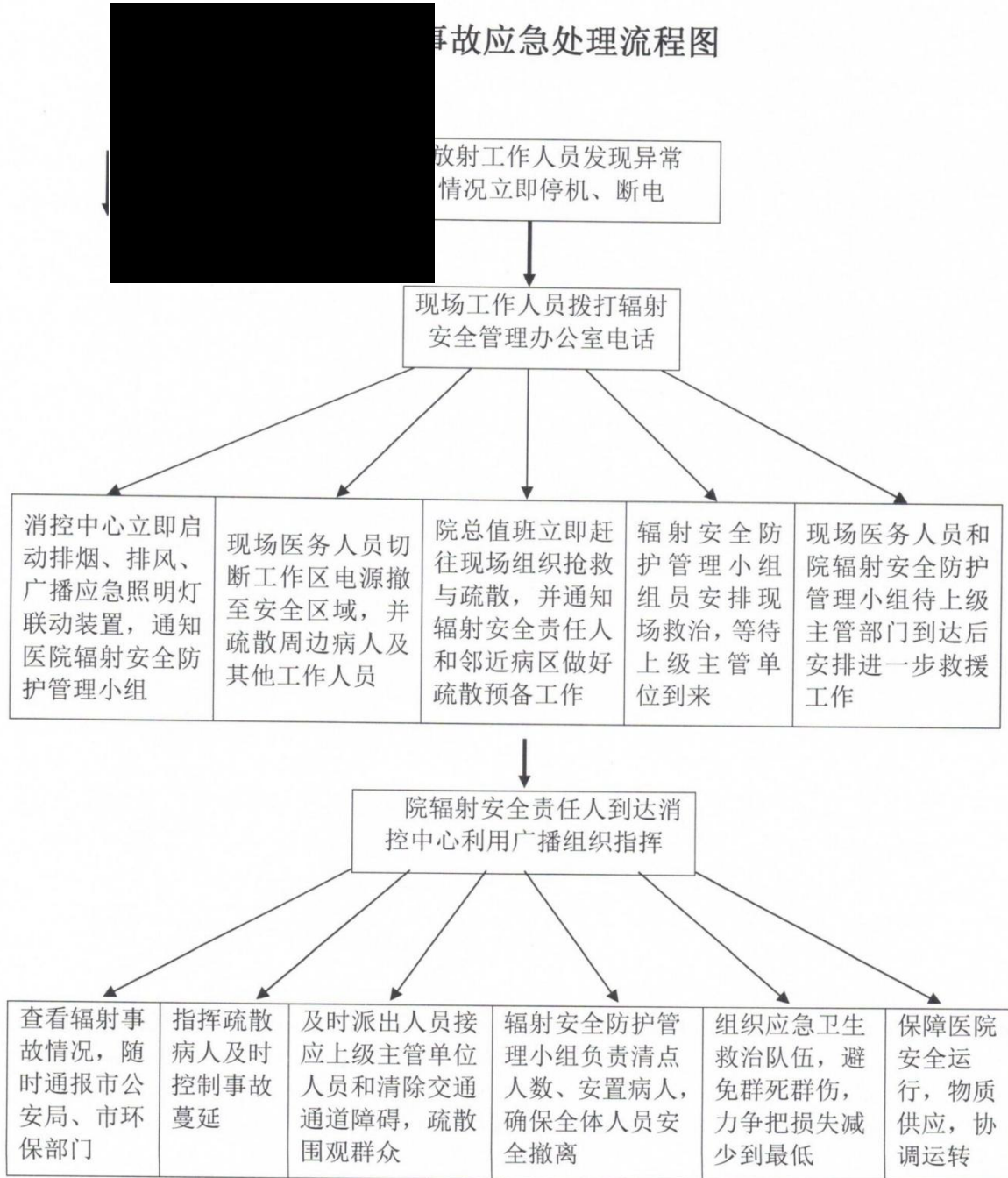
### 辐射事故初始报告表

事故单位名称						
法定代表人		地址				
电话		传真			联系	
许可证号		许可证审批机关				
事故发生时间		事故发生地点				
事故类型	<input type="checkbox"/> 人员受照 <input type="checkbox"/> 人员污染		受照人数		受污染人数	
	<input type="checkbox"/> 丢失 <input type="checkbox"/> 被盗 <input type="checkbox"/> 失控		事故源数量			
	<input type="checkbox"/> 放射性污染		污染面积(m <sup>2</sup> )			
序号	事故源核素名称	出厂活度 (Bq)	出厂日期	放射源编码	事故时活度 (Bq)	非密封放射性物质状态 (固/液态)
序号	射线装置名称	型号	生产厂家	设备编号	所在场所	主要参数
事故经过情况						
报告人签字		报告时间		年 月 日 时 分		

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

### 附录 3

### 事故应急处理流程图



附件九 关于确定年剂量管理目标值的文件

关于我院职业照射所致放射工作人员和公众

剂量管理目标值的确定

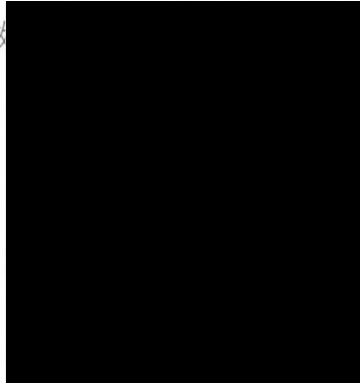
根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)相关要求,为保证我院放射诊疗项目的正常运行,加强对放射工作人员剂量的管理,按照国家相关法律法规和标准的要求,结合我院放射诊疗工作实际情况,现明确我院放射工作人员和公众的年有效剂量管理目标值如下:

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

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

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

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





附件十 本项目核医学科场所的辐射屏蔽设计方案

宁远县人民医院核医学科场所辐射屏蔽防护设计材料及厚度

房间名称	四面墙体	顶棚	地面	防护门
SPECT 机房	370mm 实心砖+20mm 钡水泥	120mm 混凝土+30mm 钡水泥	1800mm 混凝土	6mmPb (观察窗 6mmPb)
SPECT 注射后候诊室	370mm 实心砖 (西墙加刷 20mm 钡水泥)	120mm 混凝土+30mm 钡水泥	1800mm 混凝土	6mmPb
SPECT 留观室	370mm 实心砖 (北墙加刷 20mm 钡水泥)	120mm 混凝土+30mm 钡水泥	1800mm 混凝土	6mmPb
卫生间 1	370mm 实心砖 (北墙加刷 20mm 钡水泥)	120mm 混凝土+30mm 钡水泥	1800mm 混凝土	/
卫生间 2	370mm 实心砖 (北墙加刷 20mm 钡水泥)	120mm 混凝土+30mm 钡水泥	1800mm 混凝土	/
卫生间 3	370mm 实心砖 (西墙加刷 20mm 钡水泥)	120mm 混凝土+30mm 钡水泥	1800mm 混凝土	/
甲亢留观室	370mm 实心砖	120mm 混凝土+30mm 钡水泥	1800mm 混凝土	10mmPb
储源室	370mm 实心砖 (西墙加刷 20mm 钡水泥)	120mm 混凝土+30mm 钡水泥	1800mm 混凝土	6mmPb
废物间	370mm 实心砖	120mm 混凝土+30mm 钡水泥	1800mm 混凝土	6mmPb
分装注射室	370mm 实心砖	120mm 混凝土+30mm 钡水泥	1800mm 混凝土	6mmPb (与卫生通过间之间的防护门 10mmPb, 2 樘注射窗 6mmPb、服药窗 20mmPb)
运动负荷室	370mm 实心砖	120mm 混凝土+30mm 钡水泥	1800mm 混凝土	6mmPb
甲功测定室	370mm 实心砖 (东墙、北墙为 180mm 实心砖)	120mm 混凝土+30mm 钡水泥	1800mm 混凝土	/
卫生通过间	370mm 实心砖	120mm 混凝土+30mm 钡水泥	1800mm 混凝土	西侧防护门 10mmPb, 东侧防护门 6mmPb
污洗间	370mm 实心砖	120mm 混凝土+30mm 钡水泥	1800mm 混凝土	[REDACTED]
甲亢患者通道	370mm 实心砖	120mm 混凝土+30mm 钡水泥	1800mm 混凝土	
粒子病房	180mm 实心砖+10mm 钡水泥	120mm 混凝土+10mm 钡水泥	120mm 混凝土+10mm 钡水泥	

备注：屏蔽材料的密度：混凝土不小于 2.35g/cm<sup>3</sup>，铅不小于 11.34g/cm<sup>3</sup>，实心砖不小于 1.65g/cm<sup>3</sup>。



宁远县人民医院

<sup>99m</sup>Tc 显像诊断使用情况表

核素名称	单人用量 (Bq)	最大就诊人次			最大用量		
		人次/d	人次/周	人次/年	Bq/日	Bq/周	Bq/年
<sup>99m</sup> Tc	$7.4 \times 10^9$	10	50	2500	$7.4 \times 10^{10}$	$3.7 \times 10^{10}$	$1.85 \times 10^{12}$

<sup>131</sup>I 显像诊断使用情况表

核素名称	单人用量 (Bq)	最大就诊人次			最大用量		
		人次/d	人次/周	人次/年	Bq/日	Bq/周	Bq/年
<sup>131</sup> I	$3.7 \times 10^8$	10	10	500	$3.70 \times 10^9$	$3.70 \times 10^9$	$1.85 \times 10^{11}$



## 宁远县人民医院

### 拟使用放射性同位素使用情况一览表

序号	场所名称	核素名称	物理、化学性状	日最大操作量 (Bq)	年用量 (Bq)
1	放疗中心三楼 核医学科	<sup>99m</sup> Tc	液态、低毒组	$7.40 \times 10^9$	
2		<sup>131</sup> I	液态、中毒组	$3.70 \times 10^9$	

### 宁远县人民医院 <sup>125</sup>I 粒子植入使用情况表

核素名称	单人用量 (Bq)	最大就诊人次			Bq/
		人次/日	人次/周	人次/年	
<sup>125</sup> I	$4.44 \times 10^9$	2	6	300	$8.88 \times$

湘环评辐表〔2018〕31号

## 湖南省环境保护厅

### 关于对宁远县人民医院核技术利用改扩建项目 环境影响报告表的审批意见

宁远县人民医院：

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

#### 一、项目概况与评价结论：

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

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

#### 二、在项目建设与运行中，你医院应着重做好以下工作：

1、严格按照国家相关标准、规范和环评报告表的要求进行

机房建设，配备和佩戴必要的防护用品。

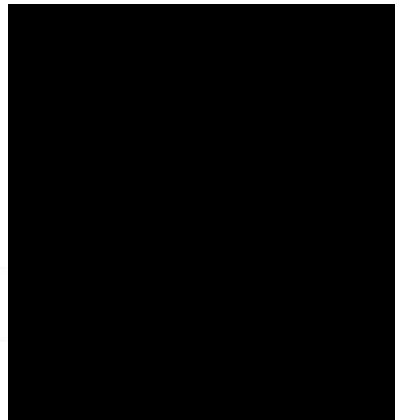
2、修改完善辐射事故应急处理预案等辐射相关管理制度。

3、做好新增辐射工作人员的放射性职业健康体检、个人剂量监测和培训工作，建立规范的档案，加强档案管理。

4、将新增项目纳入医院辐射环境监测计划，开展自主监测工作，确保辐射环境安全。

三、按照国家有关规定，在项目建成后你医院须重新办理辐射安全许可证和做好环保竣工验收工作。

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。

## 湖南省生态环境厅

# 关于宁远县人民医院放疗中心核技术利用建设 项目环境影响报告表的批复

宁远县人民医院：

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

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

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

（一）你医院应完善并落实辐射防护、环境安全管理、事故

预防、应急处理等规章制度。

(二) 做好辐射工作人员的放射性职业健康体检、个人剂量检测和辐射安全培训工作，做到辐射工作人员持证上岗，并建立规范的档案，加强档案管理。

(三) 做好直线加速器机房的辐射防护工作，落实安全连锁装置、紧急停止装置以及警示装置等安全措施，机房应设置机械通风装置。

(四) 加强射线装置的安全监管，严格操作规程和监测计划，定期检查各项安全防护设施设备，确保其正常运行。

(五) 按照环评要求配备防护用品及相应的辐射监测仪器，定期开展场所辐射水平监测和环境辐射水平监测，并妥善保存监测记录。

(六) 按要求开展辐射安全与防护状况年度评估工作，发现安全隐患的，应立即进行整改，并于每年1月31日前提交上一年度的年度评估报告。

三、你医院在该项目竣工投入使用前须到我厅重新办理辐射安全许可证，并按照规定做好环保竣工验收工作，按时在全国建设项目竣工环境保护验收信息平台填报验收相关信息。

四、永州市生态环境局负责该项目的日常监督管理工作。

抄送： 湖南省辐射环境监督站，永

## 湖南省生态环境厅 关于宁远县人民医院新增核医学科核技术利用 建设项目环境影响报告表的批复

宁远县人民医院：

你医院（注册地址：永州市宁远县舜陵镇重华北路1号，法定代表人：李万忠，统一社会信用代码：1243112644788624XF）提出的建设项目环境影响评价审批报告表（辐射类）核技术利用行政许可申请，本厅已依法于2025年11月20日受理，并已完成受理公示、技术评估和拟审批公示。经研究，批复如下：

一、你医院提交的《湖南省生态环境厅建设项目环境影响评价文件审批申请书》及有关材料符合国家建设项目环境影响评价文件审批的有关规定，根据《中华人民共和国行政许可法》第三十八条第一款以及《中华人民共和国环境影响评价法》第二十二条第一款、第三款规定，我厅决定准予行政许可。

二、宁远县人民医院拟重新调整放疗中心三楼布局规划，将南侧区域改建为核医学科场所。改建后的核医学科场所主要使用核素 I-131（用于甲亢治疗）和 Tc-99m（使用1台 SPECT/CT 开

展显像诊断),日等效最大操作量分别为  $3.7\text{E}+8\text{Bq}$  和  $7.4\text{E}+6\text{Bq}$ ,场所日等效最大操作量为  $3.774\text{E}+8\text{Bq}$ ,为乙级非密封放射性物质工作场所。根据湖南省湘环环境研究院有限公司对本项目的环评分析结论、专家评审意见及湖南省辐射环境监督站技术评估意见(《湖南省辐射环境监督站关于宁远县人民医院新增核医学科核技术利用建设项目环境影响报告表技术评估意见的报告》(湘辐评[2025]22号)),我厅原则同意环境影响报告表的总体评价结论和各项环境保护措施。该项目须严格按照《报告表》中所述的规模、地点、性质、污染防治措施进行建设。

三、在项目实施和运行管理中应重点做好如下工作:

(一)核医学科辐射工作场所屏蔽体设计应满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)和《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)的要求,核医学工作场所控制区内工作人员经常性停留的场所及控制区外人员可达处屏蔽体外表面30cm处的周围剂量当量率应小于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

(二)本项目核医学科工作场所应设置门禁控制系统、监控系统、对讲系统、独立的通风系统等安全防护措施,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。本项目通风系统排气口应高于本建筑物屋顶,尽可能远离邻近的高层建筑。

(三)本项目核医学科产生的放射性废水应经场所内专用放射性废水管道收集至衰变池,含I-131的废水应暂存超过180

天方可按照要求排放。

(四) 根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)要求,对工作场所进行分区管理,将储源室、卫生通过间、分装注射室、碘服药室、甲亢留观室、注射后候诊室、运动负荷兼抢救室、SPECT留观室、SPECT机房、通道1、通道2、废物间、污洗间、卫1、卫2以及衰变池区域划分为控制区,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。

(五) 按照环评要求配备辐射剂量监测仪、表面沾污仪、个人剂量报警仪等,严格落实辐射监测方案,定期开展场所辐射水平监测,监测记录长期保存。

(六) 加强非密封放射性物质管理,配备专人负责管理工作,建立非密封放射性物质台账;非密封放射性物质使用过程中应规范操作,避免非密封放射性物质泼洒、泄露;加强对接受放射性核素诊断病人的管理,避免受检人员在工作场所随意流动。

(七) 本项目的所有辐射工作人员应按要求取得辐射安全和防护合格证书,做到持证上岗,并做好岗前职业健康体检;建立健全个人剂量和职业健康档案,所有辐射工作人员均应按要求佩戴个人剂量计并接受剂量监测。

(八) 根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)和环评报告表预测,该项目实施后你单位公众和职业照射剂量约束值分别执行0.1mSv/a和5mSv/a。

(九) 你单位应按照环评报告要求完善辐射防护、环境安全

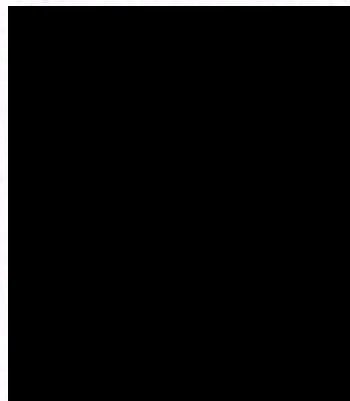
管理、事故预防、应急处理等规章制度，确保各项制度的有效性和可操作性。

四、项目竣工后须按照有关规定及时开展环保验收，并按照规定在“全国建设项目竣工环境保护验收信息平台”及时填报验收相关信息。

五、本项目由永州市生态环境局负责日常监督管理工作。你医院应在收到本批复后15个工作日内，将批复后的环境影响报告表及批复送至永州市生态环境局。

你医院如对本批复不服，可以在收到决定书之日起六十日内依法向湖南省人民政府申请行政复议，或者六个月内向长沙铁路运输法院提起行政诉讼。

附件：相关法律法规内容



## 附件

### 相关法律法规内容

一、《中华人民共和国行政许可法》第三十八条第一款:申请人的申请符合法定条件、标准的,行政机关应当依法作出准予行政许可的书面决定。

二、《中华人民共和国环境影响评价法》第二十二条第一款:建设项目的环境影响报告书、报告表,由建设单位按照国务院的规定报有审批权的生态环境主管部门审批。

三、《中华人民共和国环境影响评价法》第二十二条第三款:审批部门应当自收到环境影响报告书之日起六十日内,收到环境影响报告表之日起三十日内,分别作出审批决定并书面通知建设单位。

抄送： 湖南省辐射环境监督站，永州市生态环境局。