

编号：BG-ZFFB24220231

核技术利用建设项目

树兰（衢州）医院有限公司  
核医学科新增使用镭-177核素项目  
环境影响报告表  
（报批稿）

树兰（衢州）医院有限公司

2025年2月

生态环境部监制

# 目 录

表 1 项目基本情况.....	1
表 2 放射源.....	11
表 3 非密封放射性物质.....	11
表 4 射线装置.....	11
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	12
表 6 评价依据.....	14
表 7 保护目标与评价标准.....	17
表 8 环境质量和辐射现状.....	21
表 9 项目工程分析与源项.....	30
表 10 辐射安全与防护.....	34
表 11 环境影响分析.....	44
表 12 辐射安全管理.....	53
表 13 结论与建议.....	58
表 14 审批.....	61

## 附图

- 附图 1 项目地理位置图
- 附图 2 项目周边环境概况图
- 附图 3 医院总平面布置及本项目评价范围图
- 附图 4 本项目 4#楼 1 层核医学科总平面布局图
- 附图 5 4#楼 2 层平面布局图（本项目上方位置图）
- 附图 6 4#楼 1 层核医学科排风管线图
- 附图 7 本项目预测点
- 附图 8 衢州市环境管控单元分类图
- 附图 9 现场照片

## 附件

- 附件 1 委托书
- 附件 2 医院营业执照
- 附件 3 医院法人身份证
- 附件 4 辐射安全许可证
- 附件 5 新建 8 层钢结构病房项目环境影响报告书的审查意见
- 附件 6 现有核技术利用项目环评批复及验收附件
- 附件 7 本底检测报告
- 附件 8 医院放射防护管理小组文件
- 附件 9 现有辐射工作人员个人剂量监测报告
- 附件 10 医院 4#楼 1 层核医学科现有辐射工作人员培训上岗统计情况
- 附件 11 辐射防护相关制度
- 附件 12 辐射事故报告制度及应急预案
- 附件 13 应急演练记录
- 附件 14 职业健康体检
- 附件 15 专家函审意见及修改清单

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		树兰（衢州）医院有限公司核医学科新增使用镭-177 核素项目			
建设单位		树兰（衢州）医院有限公司			
法人代表		*****	联系人	*****	联系电话 *****
注册地址		浙江省衢州市柯城区钟楼底 2 号			
项目建设地点		浙江省衢州市柯城区钟楼底 2 号树兰（衢州）医院 4#楼 1 层核医学科内			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）		100	项目环保投资（万元）	10	投资比例（环保投资/总投资） 10%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积(m <sup>2</sup> ) /
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	<input type="checkbox"/> 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 type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
其他	/				
<b>1.1 项目概述</b>					
<b>1.1.1 建设单位情况简介</b>					
<p>树兰（衢州）医院（简称医院）按照三级甲等综合医院标准建设，拟建床位 800 张。重点打造肝胆外科、感染科、器官捐献和移植学科、肿瘤科等省级乃至国家级重点学科建设。秉承树兰医疗“三高四化三满意”的办院理念与“全人全程”的健康服务精神，致力成为浙西地区疑难、危重病人救治中心。</p> <p>医院于 2024 年 09 月 30 日取得了衢州市生态环境局柯城分局颁发的《辐射安全许可证》（浙环辐证[H2334]）。许可的种类和范围：“使用V类放射源；使用II类、III类射线装置；使用非密封放射性物质，丙级非密封放射性物质工作场所”，有效期至 2029 年 01 月 24 日。</p>					

### 1.1.2 项目建设目的和任务由来

随着放射治疗用核素的发展，为拓展核素治疗业务，医院依托 4#楼 1 层核医学科，新增使用镥-177 ( $^{177}\text{Lu}$ ) 核素进行肿瘤治疗及给药后患者临床观察和安全性试验（本项目仅在周六、周日进行）。

经 10.1.3 计算，本项目实施后，4#楼 1 层核医学科非密封放射性物质日等效最大操作量为  $7.49 \times 10^8 \text{Bq}$ ，为一个乙级非密封放射性物质工作场所。

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，本项目需要进行环境影响评价，对照《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），本项目属于“五十五、核与辐射”中“172、核技术利用建设项目—乙级非密封放射性物质工作场所”，环评类别为环境影响报告表。为此，树兰（衢州）医院有限公司委托中辐环境科技有限公司开展树兰（衢州）医院有限公司核医学科新增使用镥-177 核素项目（简称“本项目”）的环评工作。在接受委托后，评价单位组织相关技术人员进行了现场勘察、资料收集、现状监测等工作，并结合项目特点，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》（HJ10.1-2016）等规定要求编制完成本环评报告表。

### 1.1.3 项目建设内容和规模

#### 1、核医学科现状

根据现场调查与建设单位提供资料，4#楼 1 层核医学科设有 1 间分装注射室、1 间储源间、1 间污物贮存间、1 间卫生通过间、1 间注射后候诊室、1 间衰变池间、1 间 PET-CT 机房等功能用房，护士站、问诊室、办公室等附属用房。

2022 年 8 月，建设单位委托编制了《树兰（衢州）医院核医学科建设项目环境影响报告表》。2022 年 9 月 5 日，衢州市生态环境局以“衢环柯辐〔2022〕1 号”对该项目环评文件予以审批。根据环评报告及批复内容，核医学科新购 1 台 PET/CT（PET/CT 最大管电压 150kV，最大管电流 1000mA，为 III 类射线装置），使用  $^{18}\text{F}$  核素进行 PET/CT 显像诊断（周一至周五开展），日等效最大操作量为  $8.88 \times 10^6 \text{Bq}$ ，属于丙级非密封放射性物质工作场所。该项目于 2024 年 6 月 27 日通过竣工环保验收（见附件 6）。

针对核医学科配套使用的 3 枚  $^{68}\text{Ge}$  校准源（V 类放射源），医院于 2022 年 6 月 2 日完成了环境影响登记表备案登记，备案号：202233080200000047（见附件 6）。

#### 2、本项目情况

本项目依托医院 4#楼 1 层核医学科，新增使用  $^{177}\text{Lu}$  核素进行肿瘤治疗及给药后患者临床观察和安全性试验（主要是核素治疗过程中安全性的观察，不进行患者采血、收集粪便等试验）。本项目仅在周六、周日进行，每日安排 1 批次，每批次最多治疗 1 人，每人最大给药量为  $7.40 \times 10^9 \text{Bq}$ （200mCi），一年 50 周，年最多治疗 100 人次。每批次患者给药后留观时间需 4~6h，结束后患者方可离开。

具体情况见下表。

**表 1.1-1 4 号楼 1 层核医学科新增核素建设内容一览表**

核素名称	物理状态	日最大诊疗量 (人次)	每人最大用量 (Bq)	日最大用量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途
$^{177}\text{Lu}$	液态	1	$7.40 \times 10^9$	$7.40 \times 10^9$	$7.40 \times 10^{11}$	肿瘤治疗及给药后患者临床观察和安全性试验

本项目放射性核素通过外购成品药物获得，建设单位应做到：在项目建成运行前确定放射性核素的出售单位，签订相关供货协议，确保售出单位有完善的环保手续和生产、销售的相关资质及许可，并且在今后项目投入运行后继续严格执行放射性核素来源的合法、合规管理。

#### 1.1.4 工作人员及工作制度

根据医院提供资料，医院 4#楼 1 层核医学科现有辐射工作人员为 3 名；其中医生和护士 2 名负责本项目同时兼任现有核医学科工作；1 名技师只负责现有核医学科工作，不负责本项目。本项目仅在周六、周日进行。本项目辐射工作人员工作制度实行单班制，每班工作 8 小时，年工作 100 天。

**表 1.1-2 核医学科配备人员情况表**

序号	工作场所	岗位	姓名	工作内容	备注
1	核医学科	医生	周国胜	接诊、观察远程视频等	负责本项目同时兼任现有核医学科工作
2		护士	汪秀格	负责放射性药物测活、给药等	
3		技师	沈林晨	/	只负责现有核医学科工作，不负责本项目

医院现有 2 名辐射工作人员已参加衢州市放射工作人员放射防护知识培训或核技术利用辐射安全与防护考核并考核合格，考核成绩均在有效期内（见附件 10）。医院应组织辐射工作人员按时接受再培训。

## 1.2 项目选址及周边环境保护目标

### 1.2.1 项目地理位置

树兰（衢州）医院有限公司位于浙江省衢州市柯城区钟楼底 2 号，东侧为北门街路，

隔路为北门街历史文化街区；南侧为钟楼巷路；西侧为下街路，隔路为商铺及居民楼；北侧为新河沿路，隔路为斗潭公园。医院具体地理位置见附图 1，周边环境概况见附图 2。

### 1.2.2 项目周边环境关系

#### (1) 本项目外环境关系

本项目核医学科位于 4#楼 1 层（位于医院西北角，为独栋建筑，地上八层，地下局部负一层），距 5#楼（外科大楼）约 17m；南侧紧邻院内道路，距 3#楼（内科大楼）约 13.5m，距 2#楼（综合楼）约 32m；西侧紧邻院内道路，距院外道路（下街）约 23m，距沿街商铺及居民楼约 45m；北侧距院内道路约 7m，距院外道路（新河沿路）约 20m，距斗潭公园约 35m。核医学科辐射工作场所外环境关系详细情况见附图 3。

#### (2) 本项目工作场所四至及上下方环境关系

核医学科东侧紧邻电梯厅，南侧紧邻院内道路，西侧紧邻院内道路，北侧紧邻核医学科内部走廊，约 7m 为院内道路。核医学科正下方为土层，正上方 2 层主要为办公室、会议室、设备区、库房和更衣室等。详细情况见附图 4、附图 5。

综上所述，本项目实体屏蔽边界外 50m 评价范围主要为医院内部建筑物、内部道路、院外道路、院外沿街商铺和公园。

### 1.2.3 项目选址和平面布局合理性分析

本项目位于 4#楼 1 层核医学科内，上方主要为办公室、会议室、设备区、库房和更衣室等，正下方为土层，不邻接产科、儿科、食堂等部门，与非放射性工作场所有明确的分界隔离。设置了相对独立的工作人员路径、患者路径、药物路径等，排风口的位置远离周边高层建筑，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中关于核医学工作场所选址的要求。本项目不新增土地，项目用地属于医疗卫生用地，周围无环境制约因素；辐射工作场所实体屏蔽边界外 50m 评价范围主要为医院内部建筑物、内部道路、院外道路、院外沿街商铺和公园。项目运营过程产生的电离辐射，经采取一定的辐射防护措施后，对周围环境与公众造成的影响是可接受的，故本项目的选址是合理的。

## 1.3 实践正当性分析

随着放射治疗用核素的发展，为拓展核素治疗业务，本项目的建设目的在于使用  $^{177}\text{Lu}$  核素进行肿瘤治疗及给药后患者临床观察和安全性试验，医院在使用过程中，对

非密封放射性物质的使用将按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施,对非密封放射性物质的安全管理将建立相应的规章制度。因此,在正确使用和管理非密封放射性物质的情况下,可以将该项目辐射产生的影响降至尽可能小。

本项目产生的辐射给职业人员、公众及社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害,该核技术应用实践具有正当性,符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中“实践的正当性”原则。

## 1.4 相关规划符合性分析

### 1.4.1 产业政策符合性分析

本项目属于核技术在医学领域内的运用,属于《产业结构调整指导目录(2024年本)》中鼓励类第六项“核能”中第4条“同位素、加速器及辐照应用技术开发,辐射防护技术开发与监测设备制造”项目,均属于国家鼓励类产业,符合国家现行产业政策。

### 1.4.2 衢州市生态环境分区管控符合性分析

根据《关于实施“三线一单”生态环境分区管控的指导意见(试行)》(环环评〔2021〕108号),要求落实“生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单”(以下简称“三线一单”)约束,现分析如下:

#### (1) 生态保护红线

根据“衢州市生态环境局关于印发《衢州市生态环境分区管控动态更新方案》的通知(衢环发〔2024〕52号),本项目位于浙江省衢州市柯城区钟楼底2号,属于衢州市柯城区主城区城镇生活重点管控区(ZH33080220002),不在当地饮用水源、风景区、自然保护区等生态保护区内,即本项目不涉及生态保护红线。

#### (2) 环境质量底线

根据环境质量现状监测结果,本项目建设场所周围环境 $\gamma$ 辐射剂量属于正常本底范围, $\beta$ 表面污染也未见异常。在落实本报告提出的各项污染防治措施后,不会对周围环境产生不良影响,能维持周边环境质量现状,满足该区域环境质量功能要求,因此本项目符合环境质量底线要求。

#### (3) 资源利用上线

本项目主要水源为自来水,由市政自来水管网供给,占比量较小,市政自来水管网有能力为本项目提供水资源保障;本项目主要能源为电能,项目电能主要依托市政电力管网。总体而言,本项目符合能源资源利用上线和水资源利用上线要求。

(4) 生态环境准入清单

本项目位于浙江省衢州市柯城区钟楼底 2 号,属于衢州市柯城区主城区城镇生活重点管控区 (ZH33080220002)。环境管控单元图见附图 8,衢州市区环境管控动态更新方案符合性分析见表 1.4-1。

表 1.4-1 本项目与相关管控区生态环境准入清单符合性分析表

环境管控单元名称	要求	本项目情况	是否符合	
衢州市柯城区主城区城镇生活重点管控区 (ZH33080220002)	空间布局引导	禁止新建、扩建三类工业项目,现有三类工业项目改建不得增加污染物排放总量,鼓励现有三类工业项目搬迁关闭。禁止新建涉及一类重金属、重点行业重点重金属污染物、持久性有机污染物排放等环境健康风险较大的二类工业项目。除工业功能区(小微园区、工业集聚点)外,原则上禁止新建其他二类工业项目。现有二类工业项目改建、扩建,不得增加管控单元污染物排放总量。严格执行畜禽养殖禁养区规定。推进城镇绿廊建设,协同建设区域生态网络和绿道体系,建立城镇生态空间与区域生态空间的有机联系。推进既有建筑绿色化改造,高质量发展零碳低耗绿色建筑。	本项目为医院核技术利用项目,不属于本单元限制类产业,符合空间布局引导。	是
	污染物排放管控	严格实施污染物总量控制制度,根据区域环境质量改善目标,削减污染物排放总量。污水收集管网范围内,禁止新建除城镇污水处理设施外的入河排污口,现有的入河排污口应限期拆除,但相关法律法规和标准规定必须单独设置排污口的除外。加快污水处理设施建设与提标改造,加快完善城乡污水管网,加强对现有雨污合流管网的分流改造,深化城镇“污水零直排区”建设。加强噪声和臭气异味防治,强化餐饮油烟治理,严格施工扬尘监管,依法严禁秸秆、垃圾等露天焚烧。加强土壤和地下水污染防治与修复。推动能源、工业、建筑、交通、居民生活等重点领域绿色低碳转型。	本项目为医院核技术利用项目,不涉及工业污染物总量排放,运营期间各污染物经防治措施处理后均可达标排放,符合污染物排放管控要求。	是
	环境风险防控	合理布局工业、商业、居住、科教等功能区块,严格控制噪声、恶臭、油烟等污染排放较大的建设项目布局。	本项目位于医院已有建筑物内,不新增用地;本项目不属于噪声、恶臭、油烟等污染排放较大的建设项目。	是
	资源开发效率要求	全面开展节水型社会建设,推进节水产品推广普及,限制高耗水服务业用水。到 2025 年,推进生活节水降损,实施城市供水管网优化改造,城市公共供水管网漏损率控制在 9%以内。	本项目所用能源主要为城市生活用水和电能,资源使用效率高,符合资源开发效率要求。	是

综上所述，本项目能够符合“三线一单”的管控要求。

## 1.5 原有核技术利用项目许可情况

### 1.5.1 医院原有项目辐射安全许可证情况

医院目前持有的辐射安全许可证书编号为：浙环辐证[H2334]，许可种类和范围：使用V类放射源；使用II类、III类射线装置；使用非密封放射性物质，丙级非密封放射性物质工作场所，有效期为：2024年09月30日~2029年01月24日。医院辐射安全许可证见附件4。

### 1.5.2 原有核技术利用项目环保手续履行情况

医院已有核技术利用项目环保履行情况见表1.5-1~1.5-3。

表 1.5-1 医院原有已许可放射源情况

序号	名称	活度 (Bq)	类别	工作场所	环评批复文号	验收批复文号
1	<sup>68</sup> Ge	4.625E+7	V类	4号楼1层核医学科	备案号： 20223308020000047	
2	<sup>68</sup> Ge	9.25E+7	V类			
3	<sup>68</sup> Ge	4.625E+7	V类			

表 1.5-2 医院原有已许可非密封放射性物质工作场所情况

序号	核素名称	使用场所	日等效最大操作量 (Bq)	年最大使用量 (Bq)	场所等级	环评情况	验收情况
1	<sup>14</sup> C	1号楼9层临床试验研究中心	3.89E+07	3.89E+6	丙级	衢环柯辐[2024]1号	项目暂未运行
2	<sup>125</sup> I (粒子源)	4号楼负一层模拟定位CT机房或C臂机手术室或超声科B超机房或DSA手术室	3.70E+07	7.4E+11	丙级	备案号： 20233308020000035	
3	<sup>18</sup> F	PET/CT 机房	8.88E+06	3.7E+12	丙级	衢环柯辐[2022]1号	2024.6 完成自主验收

表 1.5-3 医院原有已许可核技术应用项目射线装置清单

序号	装置名称	数量	类别	型号	工作场所	环评情况	验收情况
1	口腔 CBCT	1	III类	OP300-1	CBCT 机房	备案登记, 备案号： 20223308020000015	
2	CT	1	III类	SOMATOM Confidence	CT 模拟定位机房		
3	DSA	1	II类	Artis zee III ceiling	DSA 机房	辐射安全分析报告 2022.4	2023.9.27 自主验收
4	PET/CT	1	III类	BiographmCTs	PET/CT 机房	衢环柯辐[2022]1	2024.6 完成自

						号	主验收
5	移动 DR	1	III类	MobiEye700T	放射科	备案登记, 备案号: 20223308020000015	
6	骨密度仪	1	III类	KD-GRAND	骨密度机房		
7	数字化双能 X 射线骨密度仪	1	III类	DEXA-iMAX	局部骨密度机房	备案登记, 备案号: 202233080200000122	
8	移动式 X 射线机	1	III类	KD-C5100	手术室	备案登记, 备案号: 20223308020000015	
9	数字化口腔 X 线机	1	III类	FOCUS	数字化口腔 X 线机房		
10	数字乳腺钼靶机	1	III类	uMammo 590i	数字乳腺钼靶机房		
11	数字消化道造影机	1	III类	Luminos Fusion	数字消化道造影机房		
12	40 排 CT	1	III类	UCT520	体检中心 CT 室	备案登记, 备案号: 202133080200000143	
13	单板 DR	1	III类	DigiEye 280T	体检中心 DR 室		
14	直线加速器	1	II类	VitalBeam	直线加速器机房	辐射安全分 析报告 2022.8	2023.9. 27 自主 验收
15	60 排 CT	1	III类	UCT710	钟楼院区 CT 机房	备案登记, 备案号: 20223308020000015	
	24 排 CT	1	III类	Precision 32			
	64 排 CT	1	III类	UCT760			
16	DR	1	III类	DigiEye680E	钟楼院区 DR 机房		

### 1.5.3 原有核技术利用项目管理情况

(1) 医院已成立了放射防护管理小组, 制定了一系列的辐射工作管理制度, 其中包括放射工作人员的管理制度、放射工作人员职业健康管理制、放射防护安全管理制度、放射事故预防措施、受检者告知制度、放射诊疗质量保证制度、辐射事故报告制度及应急预案等。

医院现有管理制度内容较为全面, 符合相关要求, 现有规章制度基本满足《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》中的有关防护要求, 可以满足现有项目运行的管理需求。医院严格落实各项规章制度, 各辐射防护设施运行、维护、检测工作良好, 在辐射安全和防护制度的建立、落实及档案管理等方面运行较好。

(2) 医院现有辐射工作人员 54 人, 均配备了个人剂量计。根据浙江建安检测研究院有限公司出具的 2023.11~2024.11 最近已出具连续四个周期个人剂量检测统计结果, 全院辐射工作人员年有效剂量最高为 0.5mSv (方智超), 核医学科现有工作人员汪秀格、周国胜年有效剂量分别为 0.32mSv、0.07mSv。

(3) 目前医院现有辐射工作人员均已参加衢州市放射工作人员放射防护知识培训

或核技术利用辐射安全与防护考核并考核合格，考核成绩均处于有效期内。医院应组织辐射工作人员按时接受再培训。

(4) 医院已对现有辐射工作人员开展健康监护，并建立职业健康档案。辐射工作人员在岗前、在岗期间和离岗前均进行职业健康体检，在岗期间体检周期不超过 2 年。根据医院提供的 2023 年、2024 职业健康体检报告，医院辐射工作人员均可继续从事放射性工作。

(5) 医院现有辐射工作场所均实行“两区”管理，划分明确的监督区和控制区；控制区入口设置有电离辐射警告标志；使用II类、III类射线装置机房均按要求设置有门灯连锁和工作状态指示灯等设施，机房防护和个人防护用品满足相关标准。核医学工作场所设置有门灯连锁和工作状态指示灯，设有放射性固废和放射性废水衰变处理设施，产生的放射性固废经暂存满足清洁解控要求后按医疗废物处理，产生的放射性废水经衰变后满足排放标准引至医院污水处理站，经进一步处理后纳入市政污水管网。核医学科产生的放射性废气经由西北侧的排风井排至楼顶排放，排放口高出屋脊，2 支排风管道排风机前端设活性炭吸附装置。另外，手套箱的顶壁安装活性炭过滤装置，放射性废气吸附处理后排放，对周围环境影响较小。

(6) 医院每年委托有资质单位定期对辐射工作场所和设备性能进行年度监测，根据建设单位提供的监测报告（上一年度委托浙江建安检测研究院有限公司开展辐射工作场所和设备性能监测），各辐射工作场所监测结果均满足相关标准要求，医院现已采取的辐射工作场所防护措施能够满足已开展辐射活动的辐射安全防护要求。

#### (7) 辐射事故应急演练和年度评估

医院已制定有《辐射事故报告制度及应急预案》、《放射事故应急预防措施》，经医院核实，自核技术利用建设项目开展以来，未发生过辐射事故。医院于 2024.4.29 开展了“核医学辐射事故应急演练”，应急演练记录见附件 13。医院执行年度评估制度，编制有《辐射安全和防护状况年度评估报告》，每年对现有放射性同位素和射线装置辐射工作场所防护状况、人员培训及个人剂量、放射性同位素和射线装置台账、辐射安全与防护制度执行情况等进行年度总结和评估，并按要求提交至发证机关。

#### (8) 现有核医学科放射性“三废”排放、处置及管理情况

##### ①放射性废液

根据医院提供的资料及《树兰（衢州）医院核医学科项目环境影响报告表》源项分

析内容，现有核医学科废水产生量为  $75\text{m}^3/\text{a}$ 。统一先通过核医学科放射性废水管道排入衰变池间，衰变池为一组  $65.4\text{m}^3$  的三级并联式放射性废水衰变系统。核医学科产生的放射性废水通过专门的管道进行统一收集，并经管道排入衰变池间的衰变池进行衰变。当放射性废水经衰变池衰变超过 30 天后直接解控排放排入医院污水处理系统。

### ②放射性废气

现有核医学科排风井位于核医学科西北侧，采用竖向风管将核医学科废气排放至主楼楼顶。核医学科设 2 支管线，1 号排风管道连接分装注射室、污物贮存间、储源间、卫生通过间、病人卫生间、PET/CT 机房、病人走廊、注射后候诊室、衰变池间和预留房间，2 号排风管道单独连接分装注射室内的手套箱。通过排风井内单独管道排至主楼楼顶排放。排风管道内保持负压，安装了防回流装置，两个排风口设活性炭吸附装置，活性炭吸附装置对放射性气溶胶吸附效率不小于 90%。另外，手套箱的顶壁安装活性炭过滤装置。

### ③放射性固废

现有核医学科运行过程产生的废弃的一次性注射器、针头、手套、药棉、纱布、破碎杯皿、擦拭污染地面的物品以及废气处理更换的废活性炭等放射性固废。在分装注射室、注射后候检区和注射后候诊室各设置 1 个  $10\text{mmPb}$  当量脚踏式铅废物桶，用于收集患者候诊过程产生的含  $^{18}\text{F}$  核素放射性固废。铅桶内放置塑料袋，其位置避开工作人员和经常走动的区域；对注射器和碎玻璃器皿等含尖刺及棱角的放射性废物，先装入硬纸盒或其他包装材料中，然后再装入塑料袋内。储存 30 天，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， $\beta$ 表面污染小于  $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，对废物清洁解控并作为医疗废物，委托有资质单位处理。

综上所述，现有核医学科的运行满足核医学科场所的管理要求。

## 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>177</sup> Lu	液态/中毒 /半衰期 6.73d	使用	$7.40 \times 10^9$	$7.40 \times 10^8$	$7.40 \times 10^{11}$	进行肿瘤治疗及给药后患者临床观察和安全性试验	简单操作	4#楼1层核医学科	医院根据病人预约情况向药商订购,药商派专人运送,运输来的药物连同铅罐包装放置储源间内
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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
	以下空白									

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

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

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序 号	名称	类 别	数 量	型 号	最大管电 压 (kV)	最大靶电 流 (μA)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
	以下空白												

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	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
放射性废液	液态	$^{177}\text{Lu}$	/	/	/	/	暂存在现有核医学科西侧衰变池内，三个并联衰变池中，每个衰变池有效容积 21.8m <sup>3</sup> ，总有效容积为 65.4m <sup>3</sup>	放射性废水在衰变池内暂存时间超 68 天后，排放前进行取样监测，监测结果经审管部门认可后，按照 GB18871 中 8.6.2 规定方式方可排入医院污水处理站。
放射性固废	固态	$^{177}\text{Lu}$	/	/	/	/	暂存在现有污物贮存间	待储存超过 68 天后（当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），经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， $\beta$ 表面污染小于 0.8Bq/cm <sup>2</sup> ，可对废物清洁解控并作为医疗废物，委托有资质单位处理。

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>(1) 《中华人民共和国环境保护法》(2014年4月24日最新修订)中华人民共和国主席令第九号,2015年1月1日施行修订版;</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018年12月29日第二次修订)中华人民共和国主席令第四十八号,2018年12月29日施行修订版;</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》(2003年6月28日中华人民共和国第十届全国人民代表大会常务委员会第三次会议通过)中华人民共和国主席令第六号,2003年10月1日施行;</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》(2017年7月16日中华人民共和国国务院第682号令修订)自2017年10月1日起施行修订版;</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2019年3月2日经中华人民共和国国务院令709号修订)自2019年3月2日起施行修订版;</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2020年12月25日经生态环境部令第20号修改)2021年1月4日施行修改版;</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(2011年4月18日环境保护部令第18号),自2011年5月1日起施行;</p> <p>(8) 《关于发布〈射线装置分类〉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),自2017年12月5日起施行;</p> <p>(9) 《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021年版)》(中华人民共和国生态环境部令第16号),自2021年1月1日起施行;</p> <p>(10) 《产业结构调整指导目录(2024年本)》(2023年12月27日中华人民共和国国家发展和改革委员会令7号公布),自2024年2月1日起施行;</p> <p>(11) 《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》(生态环境部公告2019年第57号),自2020年1月1日起施行;</p> <p>(12) 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》(生态环境部公告2021年第9号),自2021年3月15日起施行;</p> <p>(13) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评[2017]4号),自2017年11月20日起施行;</p> <p>(14) 《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</p>
------------------	--

	<p>通知》（环发[2006]145号），自2006年9月26日起施行；</p> <p>（15）《关于开展医疗机构辐射安全许可和放射诊疗许可办事流程优化工作的通知》（浙江省生态环境厅 浙江省卫生健康委员会，浙环函[2019]248号），自2019年7月18日起施行；</p> <p>（16）《浙江省建设项目环境保护管理办法》自2021年2月10日起施行修正版；</p> <p>（17）《浙江省辐射环境管理办法》自2021年2月10日起施行修正版；</p> <p>（18）浙江省生态环境厅关于发布《省生态环境主管部门负责审批环境影响评价文件的建设项目清单（2024本）》的通知（浙环发[2024]67号）；</p> <p>（19）衢州市生态环境局关于发布《衢州市生态环境局市本级负责办理行政许可等事项清单（2024年本）》的通知（衢环发[2024]26号）；</p> <p>（20）《衢州市生态环境局关于印发&lt;衢州市生态环境分区管控动态更新方案&gt;的通知》衢环发[2024]52号，2024年7月17日。</p>
<p>技 术 标 准</p>	<p>（1）《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）；</p> <p>（2）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>（3）《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；</p> <p>（4）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；</p> <p>（5）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；</p> <p>（6）《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）；</p> <p>（7）《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）及《关于核医学标准相关条款咨询的复函》（辐射函[2023]20号）；</p> <p>（8）《医疗废物专用包装袋、容器和警示标志标准》（HJ421-2008）；</p> <p>（9）《操作非密封源的辐射防护规定》（GBZ11930-2010）；</p> <p>（10）《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> <p>（11）《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）。</p>
<p>其 他</p>	<p>（1）环境影响评价委托书；</p> <p>（2）《辐射防护导论》，方杰主编；</p>

- |  |
|--|
| <p>(3) 《辐射防护手册》（第三分册），原子能出版社，李德平、潘自强主编；</p> <p>(4) 《浙江环境天然贯穿辐射水平调查研究》（2000年）；</p> <p>(5) 医院提供的其他与本项目有关的技术资料。</p> |
|--|

## 表 7 保护目标与评价标准

### 7.1 评价范围

参考《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1-2016)中规定“放射性药物生产及其他非密封放射性物质工作场所项目的评价范围乙、丙级取半径 50m 的范围”，结合本项目特点，确定评价范围为核医学科辐射工作场所实体屏蔽物边界外 50m 以内的区域，评价范围示意图详见附图 3。

### 7.2 保护目标

根据现场踏勘，本项目评价范围主要为医院内部建筑物、内部道路、院外道路、院外沿街商铺和公园；无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民区、学校和行政办公区域等环境敏感区。环境保护目标为本项目辐射工作人员以及评价范围内医院其他非辐射工作人员和公众成员。

表 7.2-1 本项目环境保护目标一览表

场所	环境保护目标	方位	距离本项目实体屏蔽边界最近距离 (m)		规模	人员类别
			水平	垂直		
4#楼 1 层核医学科	辐射工作人员 <sup>①</sup>	内部	/	/	2 人	职业
	电梯厅	东侧	紧邻	/	流动人群	公众
	5#楼 (外科大楼)	东侧	17	/	约 300 人/d	公众
	院内道路	南侧	紧邻	/	流动人群	公众
	3#楼 (内科大楼)	南侧	13.5	/	约 500 人/d	公众
	2#楼 (综合楼)	南侧	32	/	约 400 人/d	公众
	院内道路	西侧	紧邻	/	流动人群	公众
	院外道路 (下街)	西侧	23	/	流动人群	公众
	沿街商铺及居民楼	西侧	45	/	约 1000 人/d	公众
	内部走廊	北侧	紧邻	/	流动人群	公众
	院内道路	北侧	7	/	流动人群	公众
	院外道路 (新河沿路)	北侧	20	/	流动人群	公众
	斗潭公园	北侧	35	/	流动人群	公众
	库房、设备区	上方	紧邻	+4	约 5 人/d	公众
	走廊	上方	紧邻	+4	流动人群	公众
办公室、会议室、更衣室	上方	紧邻	+4	约 50 人/d	公众	

注：①医院 4#楼 1 层核医学科现有辐射工作人员为 3 名；其中医生和护士 2 名负责本项目同时兼任现有核医学科工作；1 名技师只负责现有核医学科工作，不负责本项目。

## 7.3 评价标准

### 7.3.1 剂量限值

剂量限值执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定，工作人员的\*\*职业照射\*\*和\*\*公众照射\*\*的剂量限值如下：

#### （1）职业照射

应对任何工作人员职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

- 1) 审管部门决定连续 5 年的年平均有效剂量(但不可作任何追溯性平均), 20mSv;
- 2) 任何一年中的有效剂量, 50mSv;

#### （2）公众照射

实践使公众中关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

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

### 7.3.2 剂量约束值

根据《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。

本次评价中, 对于职业人员取不超过 5mSv/a 作为年剂量约束值; 对于公众取不超过 0.1mSv/a 作为年剂量约束值。

### 7.3.3 核医学科工作场所评价标准

#### 1、辐射工作场所屏蔽体外剂量率水平

根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）及《关于核医学标准相关条款咨询的复函》（辐射函[2023]20 号）中的相关规定, 本项目核医学科辐射工作场所屏蔽体外剂量率控制水平详见表 7.3-1。

表 7.3-1 核医学科辐射工作场所屏蔽体外剂量率控制水平

场所	位置		剂量率控制水平 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
核医学科	控制区内房间防护门、观察窗和墙壁外表面 30cm 处	控制区内工作人员经常性停留的场所（人员居留因子 $\geq 1/2$ ）	2.5
		控制区内工作人员较少停留或无需到达的场所（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	10

放射性药物合成和分装的箱体、通风柜、注射窗等设备外表面 30cm 处人员操作位	2.5
放射性药物合成和分装箱体非正对人员操作位表面 30cm 处	25
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外表面 30cm 处	2.5

## 2、表面污染控制水平

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）相关规定，核医学科辐射工作场所的放射性表面污染控制水平详见表 7.3-2。

表 7.3-2 核医学科工作场所放射性表面污染控制水平

表面类型		β放射性物质 (Bq/cm <sup>2</sup> )
工作台设备、墙壁、地面	控制区 <sup>1)</sup>	4×10 <sup>1</sup>
	监督区	4
工作服、手套、工作鞋	控制区、监督区	4
手、皮肤、内衣、工作袜		4×10 <sup>-1</sup>
1) 该区内的高污染子区除外		

## 3、放射性固废相关要求

根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中相关规定，固体放射性废物的管理应满足以下要求：

### (1) 固体放射性废物收集

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

**7.2.1.2** 含尖刺及棱角的放射性废物，应预先进行包装处理，再装入废物桶，防止刺破废物袋。

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

### (2) 固体放射性废物贮存

**7.2.2.1** 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。

**7.2.2.2** 废物暂存间内不得存放易燃、易爆、腐蚀性物品。

## 4、核医学工作场所通风要求

根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中相关规定，核医学工作场

所通风要求如下：

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

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

## 5、放射性废液排放控制

根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中相关规定，结合本项目核素使用情况、衰变池设计情况，放射性废液排放满足以下要求：

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

b) 所含核素半衰期大于 24 小时的放射性废液暂存时间超过 10 倍最长半衰期（含碘-131 核素的暂存超过 180 天），监测结果经审管部门认可后，按照 GB 18871 中 8.6.2 规定方式进行排放。放射性废液总排放口总 $\alpha$ 不大于 1Bq/L、总 $\beta$ 不大于 10 Bq/L、碘-131 的放射性活度浓度不大于 10Bq/L。

**表 8 环境质量和辐射现状**

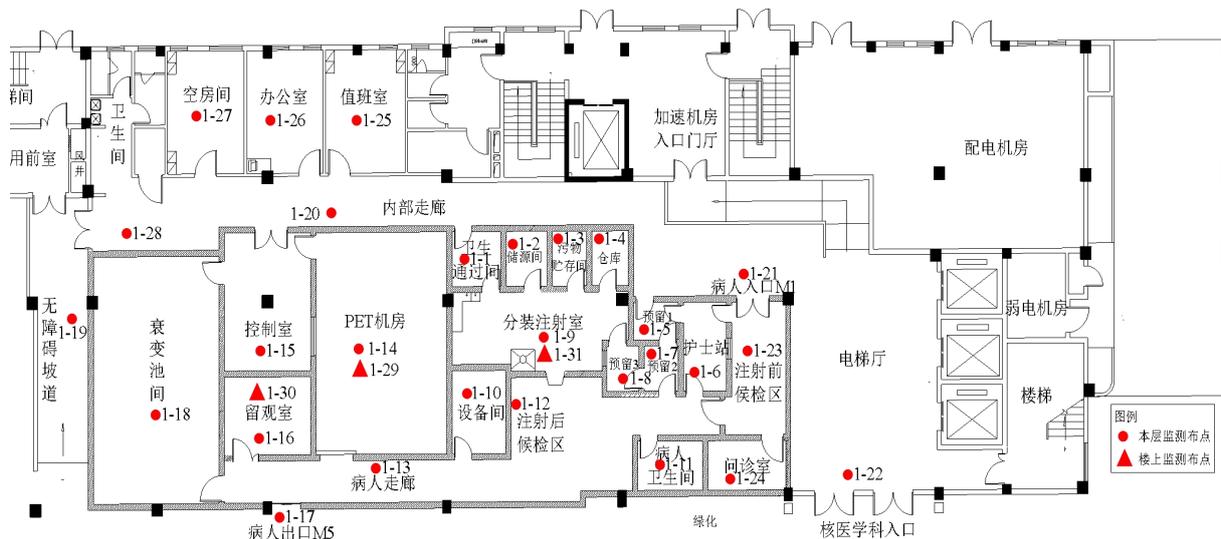
**8.1 项目地理和场所位置**

树兰（衢州）医院有限公司位于浙江省衢州市柯城区钟楼底 2 号，本项目位于 4# 楼 1 层核医学科内，项目地理位置见附图 1，辐射工作场所位置详见附图 3。

**8.2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位**

- (1) 环境现状评价对象：拟建辐射项目区域及周边环境
- (2) 监测因子： $\gamma$ 辐射剂量率、 $\beta$ 表面污染
- (3) 监测点位

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）有关布点原则进行布点，分别布置于拟建场地及周围建筑物。监测点位详见 8.2-1~8.2-4。



**图 8.2-1 4#楼 1 层场所内 X- $\gamma$ 辐射监测布点示意图 1**

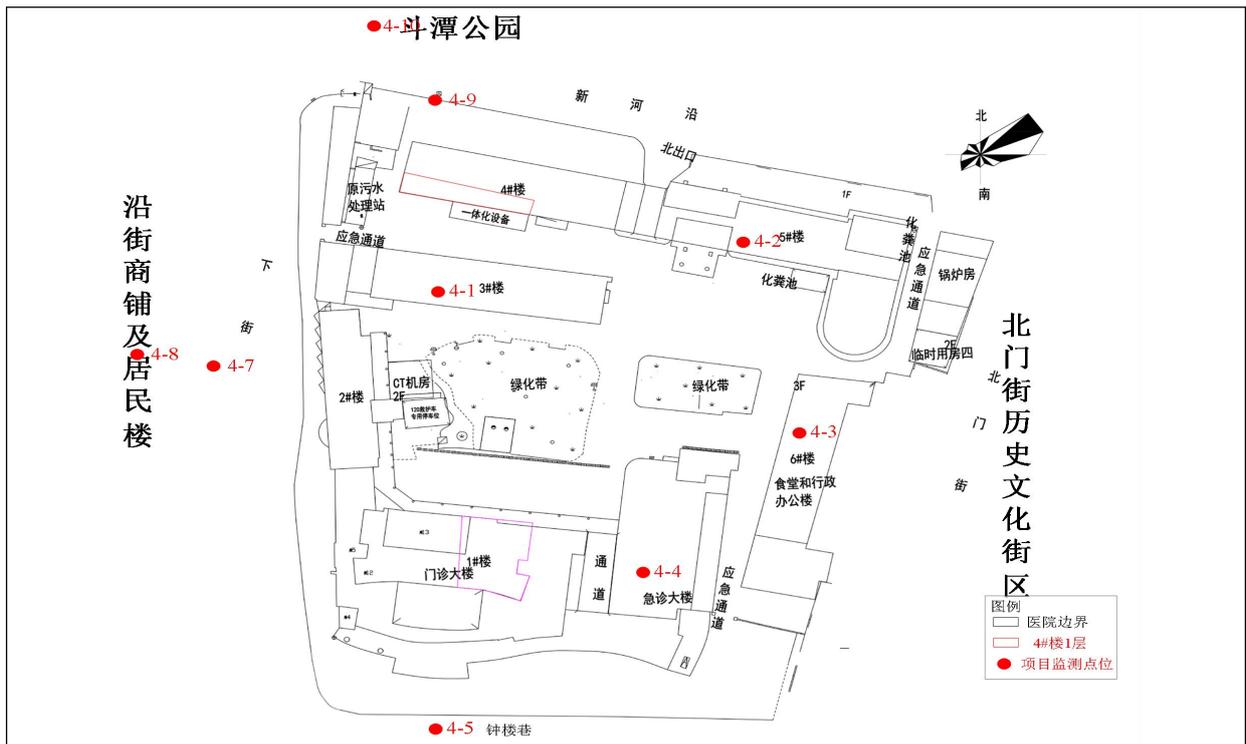


图 8.2-2 评价范围内周围环境 X-γ辐射剂量率监测布点示意图

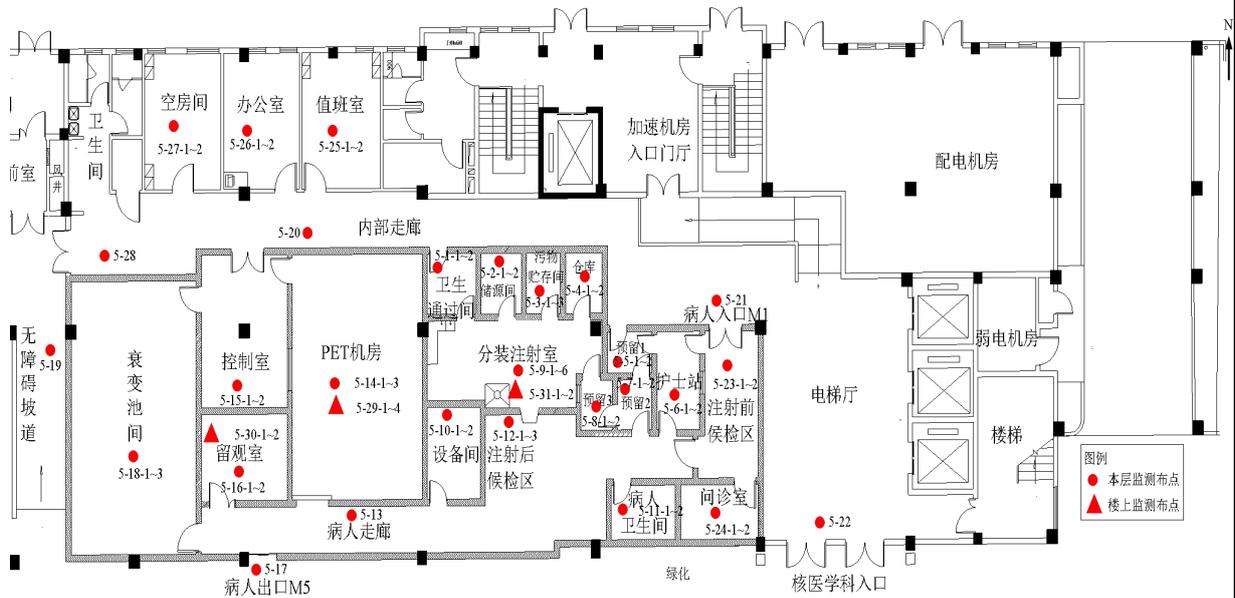


图 8.2-3 4#楼 1 层场所内β表面污染监测布点图

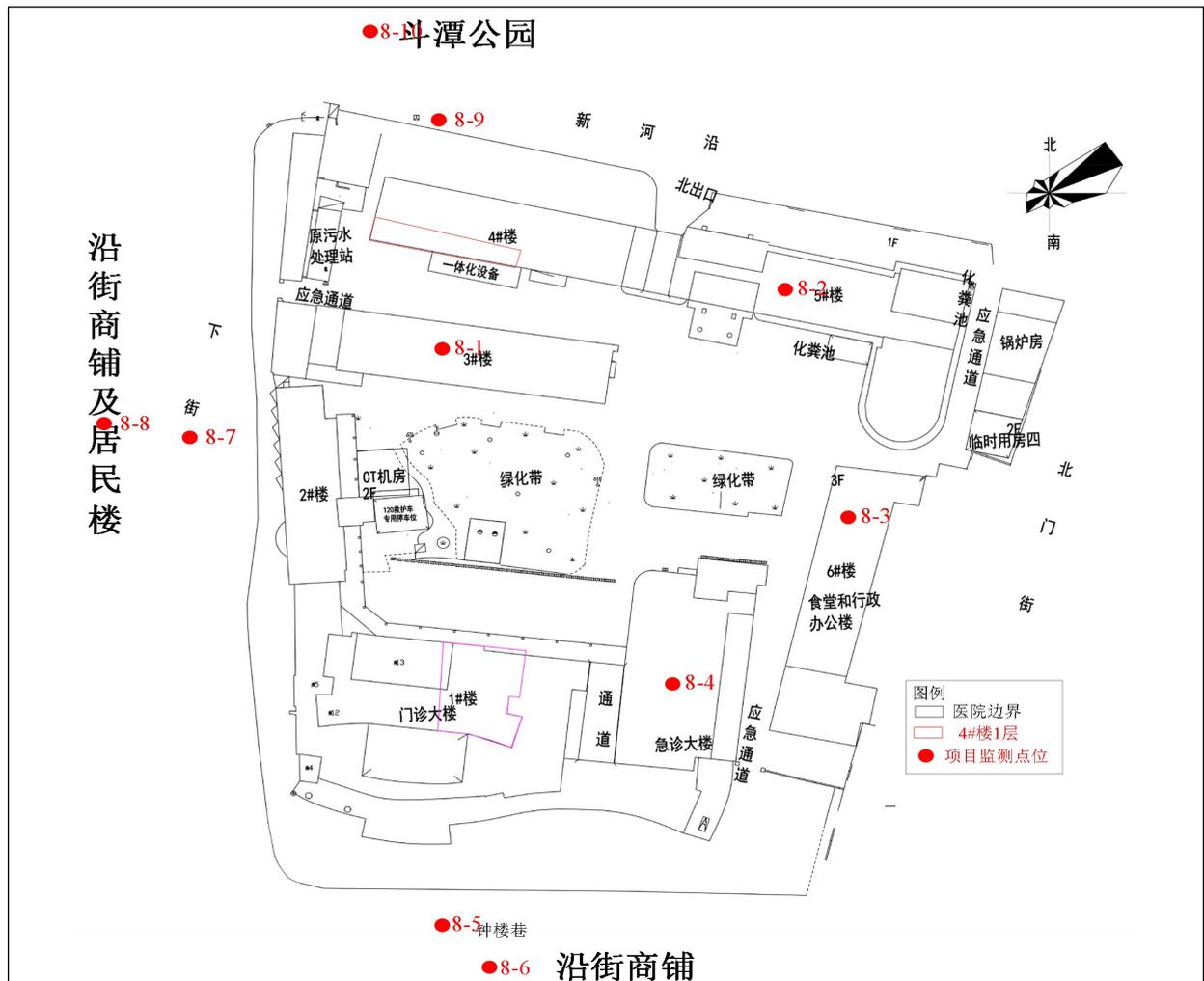


图 8.2-4 评价范围内周围环境 $\beta$ 表面污染监测布点示意图

### 8.3 监测方案、质量保证措施及监测结果

#### 8.3.1 监测方案

- (1) 监测单位：浙江建安检测研究院有限公司
- (2) 监测日期：2024 年 07 月 10 日
- (3) 监测方式：现场监测
- (4) 监测依据：《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）、《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）和《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/T 14056.1-2008）
- (5) 监测频次：依据标准予以确定
- (6) 监测工况：辐射环境本底
- (7) 天气环境条件：温度：36℃；相对湿度：47%，晴
- (8) 主要监测仪器

表 8.3-1 监测设备参数表

仪器型号	FH 40G-L10+FHZ 672E-10
仪器名称	便携式 X、 $\gamma$ 辐射周围剂量当量率仪
生产厂家	Thermo SCIENTIFIC
仪器编号	05035404
能量范围	40KeV~4.4MeV
量程	主机：10nSv/h~100mSv/h；探头：1nSv/h~100 $\mu$ Sv/h
校准单位	上海市计量测试技术研究院 华东国家计量测试中心
校准证书	2024H21-10-5119258001
校准日期	2024 年 03 月 05 日

表 8.3-2  $\alpha$ 、 $\beta$ 表面污染仪

仪器型号	CoMo 170
仪器名称	$\alpha$ 、 $\beta$ 表面污染仪
生产厂家	S.E.A
仪器编号	05034889
探测器灵敏窗面积	170cm <sup>2</sup>
探测器本底	$\alpha$ :0.1CPS； $\beta$ :15~25CPS
检定单位	上海市计量测试技术研究院 华东国家计量测试中心
检定证书	2024H21-20-5074969001
检定有效期	2024 年 01 月 30 日~2025 年 01 月 29 日

### 8.3.3 监测结果

本项目辐射环境现状各监测点位的监测结果见表 8.3-3 及表 8.3-4。

表 8.3-3 本项目 4#楼 1 层辐射及评价范围内环境 X- $\gamma$ 剂量率检测结果

监测点编号	监测点位置	监测结果 (nGy/h)		备注
		平均值	标准差	
1-1	卫生通过间	163	3	室内
1-2	储源间	96	1	室内
1-3	污物贮存间	94	3	室内
1-4	仓库	81	3	室内
1-5	预留间 1	109	3	室内
1-6	护士站	171	3	室内

1-7	预留间 2	112	2	室内
1-8	预留间 3	114	3	室内
1-9	分装注射室	120	2	室内
1-10	设备间	151	3	室内
1-11	病人卫生间	140	3	室内
1-12	注射后候诊区	114	4	室内
1-13	病人走廊	125	1	室内
1-14	PET/CT 机房	132	2	室内
1-15	控制室	156	4	室内
1-16	留观室	154	3	室内
1-17	病人出口 M5	90	1	室内
1-18	衰变池间	99	2	室内
1-19	无障碍坡道	133	3	室内
1-20	内部走廊	171	3	室内
1-21	病人入口 M1	180	4	室内
1-22	核医学科入口	182	2	室内
1-23	注射前候检区	184	4	室内
1-24	问诊室	187	4	室内
1-25	值班室	162	2	室内
1-26	办公室	144	3	室内
1-27	空房间	160	2	室内
1-28	衰变池间北侧外	172	3	室内
1-29	楼上主任办公室、会议室	177	4	室内
1-30	楼上库房	162	3	室内
1-31	楼上更衣室	177	4	室内
4-1	3#楼	169	4	室内
4-2	5#楼	158	4	室内
4-3	食堂及行政楼	166	4	室内
4-4	急诊大楼	174	2	室内
4-5	钟楼巷	113	2	室外
4-6	沿街商铺（钟楼巷）	110	3	室外
4-7	下街路	91	2	室外
4-8	沿街商铺和居民楼（下街路）	108	2	室外
4-9	新河沿路	112	4	室外
4-10	斗潭公园	128	4	室外

注：1、测量时探头距离地面约 1m；

2、每个监测点测量 10 个数据取平均值，以上监测结果均已扣除仪器对宇宙射线的响应值；

3、环境 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率=读数平均值 $\times$ 校准因子 $k_1$  $\times$ 仪器检验源效率因子 $k_2$  $\div$ 空气比释动能和周围剂量当量的换算系数-屏蔽修正因子 $k_3$  $\times$ 测量点宇宙射线响应值 $D_c$ ，校准因子 $k_1$ 为 1.23，仪器使用 $^{137}\text{Cs}$ 进行校准，效率因子 $k_2$ 取 1，换算系数为 1.20Sv/Gy， $k_3$ 楼房取 0.8、平房取 0.9、原野和道路取 1，仪器对宇宙射线的响应值为 10nGy/h。

4、根据现场调查，“留观室”实为“注射后候诊室”。下同

5、辐射环境质量现状监测期间，现有4#楼1层核医学科没有病人，没有使用<sup>18</sup>F核素进行PET/CT显像诊断；现有核医学科储源间有配套使用的3枚<sup>68</sup>Ge校准源，下同。

**表 8.3-4 本项目 4#楼 1 层辐射及评价范围内环境辐射 $\beta$ 表面污染检测结果**

监测点编号	监测点位置	监测结果 (Bq/cm <sup>2</sup> )
5-1-1	卫生通过间地面	<0.08
5-1-2	卫生通过间墙面	<0.08
5-2-1	储源间地面	<0.08
5-2-2	储源间墙面	<0.08
5-3-1	污物贮存间地面	<0.08
5-3-2	污物贮存间墙面	<0.08
5-3-3	污物贮存间铅废物桶表面	<0.08
5-4-1	仓库地面	<0.08
5-4-2	仓库墙面	<0.08
5-5-1	预留间 1 地面	<0.08
5-5-2	预留间 1 墙面	<0.08
5-6-1	护士站地面	<0.08
5-6-2	护士站墙面	<0.08
5-7-1	预留间 2 地面	<0.08
5-7-2	预留间 2 墙面	<0.08
5-8-1	预留间 3 地面	<0.08
5-8-2	预留间 3 地面	<0.08
5-9-1	分装注射室地面	<0.08
5-9-2	分装注射室墙面	<0.08
5-9-3	分装注射室工作人员工作服表面	<0.08
5-9-4	分装注射室通风橱表面	<0.08
5-9-5	分装注射室注射台表面	<0.08
5-9-6	分装注射室办公桌表面	<0.08
5-10-1	设备间地面	<0.08
5-10-2	设备间墙面	<0.08
5-11-1	病人卫生间地面	<0.08
5-11-2	病人卫生间墙面	<0.08

5-12-1	注射后候诊区地面	<0.08
5-12-2	注射后候诊区墙面	<0.08
5-12-3	注射后候诊区桌面	<0.08
5-12-4	注射后候诊区铅废物桶表面	<0.08
5-13	病人走廊地面	<0.08
5-14-1	PET/CT 机房地面	<0.08
5-14-2	PET/CT 机房墙面	<0.08
5-14-3	PET/CT 机房机器表面	<0.08
5-15-1	控制室地面	<0.08
5-15-2	控制室墙面	<0.08
5-16-1	留观室地面	<0.08
5-16-2	留观室墙面	<0.08
5-17	病人出口 M5 地面	<0.08
5-18-1	衰变池间地面	<0.08
5-18-2	衰变池间墙面	<0.08
5-18-3	衰变池间罐体表面	<0.08
5-19	无障碍坡道地面	<0.08
5-20	内部走廊地面	<0.08
5-21	病人入口 M1 地面	<0.08
5-22	核医学科入口地面	<0.08
5-23-1	注射前候检区地面	<0.08
5-23-2	注射前候检区墙面	<0.08
5-24-1	问诊室地面	<0.08
5-24-2	问诊室墙面	<0.08
5-25-1	值班室地面	<0.08
5-25-2	值班室墙面	<0.08
5-26-1	办公室地面	<0.08
5-26-2	办公室墙面	<0.08
5-27-1	空房间地面	<0.08
5-27-2	空房间墙面	<0.08

5-28	衰变池间北侧外地面	<0.08
5-29-1	楼上主任办公室地面	<0.08
5-29-2	楼上主任办公室墙面	<0.08
5-29-3	楼上主任会议室地面	<0.08
5-29-4	楼上主任会议室墙面	<0.08
5-30-1	楼上库房地面	<0.08
5-30-2	楼上库房墙面	<0.08
5-31-1	楼上更衣室地面	<0.08
5-31-2	楼上更衣室墙面	<0.08
8-1	3#楼地面	<0.08
8-1	3#楼地面	<0.08
8-1	3#楼地面	<0.08
8-4	急诊大楼地面	<0.08
8-5	钟楼巷地面	<0.08
8-6	沿街商铺地面（钟楼巷）	<0.08
8-7	下街路地面	<0.08
8-8	沿街商铺和居民楼地面（下街路）	<0.08
8-9	新河沿路地面	<0.08
8-10	斗潭公园地面	<0.08

注 1: 0.08Bq/cm<sup>2</sup> 为 CoMo 170α、β表面污染仪/05034889 探测下限。2、根据现场调查，“留观室”实为“注射后候诊室”。

### 8.3.2 质量保证措施

(1) 本项目辐射环境监测单位为浙江建安检测研究院有限公司，具有浙江省市场监督管理局颁发的资质认定证书，并在允许范围内开展工作和出具有效的监测报告，保证了监测工作的合法性和有效性；

(2) 采用国家有关部门颁布的监测标准方法，每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。

(3) 监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。

(4) 监测实行全过程的质量控制，严格按照浙江建安检测研究院有限公司《质量手册》、《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定执行，监测人员经培训、考核合格后上岗。

(5) 监测报告严格实行三级审核制度，经校核、审核，最后由授权签字人审定。

#### 8.4 环境现状调查结果的评价

由表 8.3-3 监测结果可知，本项目各监测点位室内 $\gamma$ 辐射剂量率范围为 81nGy/h~187nGy/h，即  $8.1\times 10^{-8}$ Gy/h~ $18.7\times 10^{-8}$ Gy/h；道路 $\gamma$ 辐射剂量率范围为 91nGy/h~133nGy/h，即  $9.1\times 10^{-8}$ Gy/h~ $13.3\times 10^{-8}$ Gy/h。

根据《浙江环境天然贯穿辐射水平调查研究》可知，浙江省建筑物室内 $\gamma$ 辐射剂量率在  $4.0\times 10^{-8}$ Gy/h~ $46.7\times 10^{-8}$ Gy/h 之间，道路 $\gamma$ 辐射剂量率范围为  $4.7\times 10^{-8}$ Gy/h~ $17.7\times 10^{-8}$ Gy/h，可见本项目 4#楼 1 层辐射工作场所及周围 $\gamma$ 辐射剂量率处于当地本底水平范围之内。

由表 8.3-4 可知，本项目各监测点位 $\beta$ 表面污染监测结果均小于仪器探测下限，满足标准要求未见异常。

## 表 9 项目工程分析与源项

### 9.1 建设阶段工程分析

本项目依托医院 4#楼 1 层核医学科，新增使用  $^{177}\text{Lu}$  核素进行肿瘤治疗及给药后患者临床观察和安全性试验，不进行建筑物改造。

### 9.2 工程设备和工艺分析

#### 9.2.1 工作原理

$^{177}\text{Lu}$  放射性药物主要用于缓解前列腺癌、乳腺癌、肺癌、鼻咽癌、神经内分泌肿瘤等晚期恶性肿瘤骨转移所致骨痛，用于治疗肿瘤转移的放射性药物都是趋骨性的，骨组织代谢活跃的部分浓聚更多的放射性药物。骨肿瘤病灶部位由于骨组织受到破坏，成骨细胞的修复作用极其活跃，所以浓聚大量的放射性药物。由于不是肿瘤细胞直接浓聚放射性药物，是肿瘤部位骨组织代谢活跃形成的放射性药物浓聚，因此是一种间接的浓聚机制。骨肿瘤病灶浓聚的放射性药物靶/非靶比值很高，非密封放射性物质衰变过程中发射 $\beta$ 射线，辐射作用引起肿瘤组织内毛细血管扩张、水肿，细胞结构不清；染色体淡或固缩，炎细胞浸润；进一步肿瘤细胞核消失或空泡形成，坏死或纤维化形成，从而治疗骨肿瘤。

#### 9.2.2 工作流程及产污环节分析

本项目仅在周六、周日进行，每日安排 1 批次，每批次最多治疗 1 人，每人最大给药量为  $7.40 \times 10^9 \text{Bq}$  (200mCi)，一年 50 周，年最多治疗 100 人次。每批次患者给药后留观时间需 4~6h，结束后患者方可离开。

工作人员根据临床诊断所需药物的使用量、预约检查的人数，提前一天向供药单位订购放射性药物，供药单位在约定的时间送药品，经确认无误完成相关交接、登记手续后，运输来的药物连同铅罐包装放置储源间内暂存。本项目所使用的  $^{177}\text{Lu}$  核素为外购单支成品药物，无需分装，在手套箱内测活，由医护人员在分装注射室的铅屏蔽窗的屏蔽下安装输液泵并为病人给药（使用微量注射泵自动给药）。

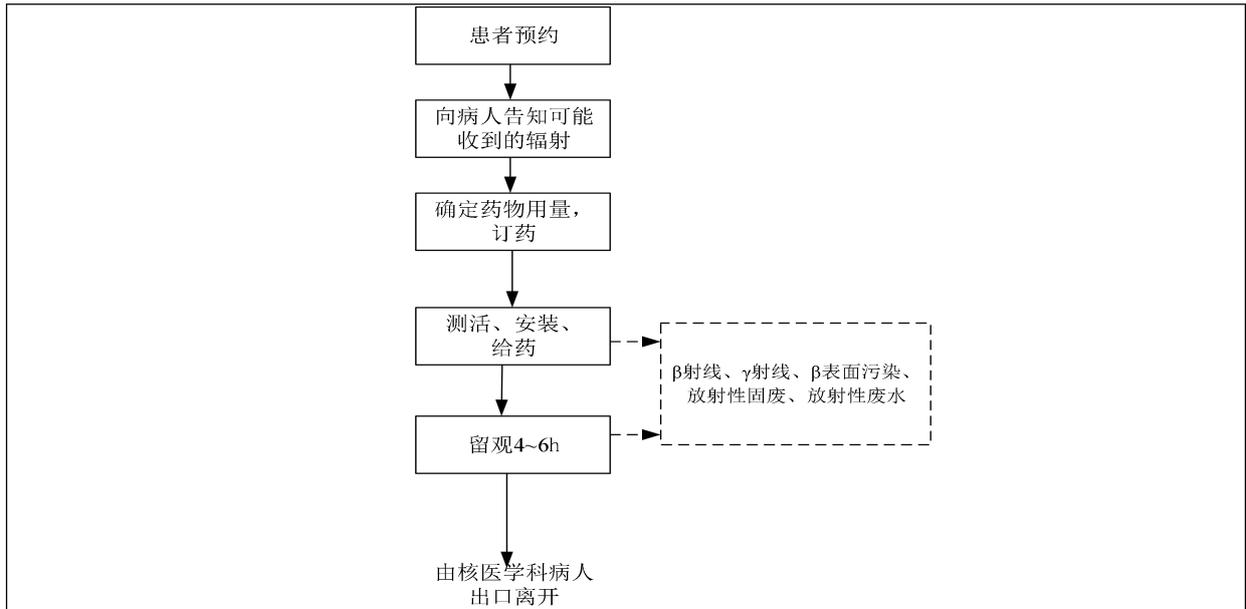


图 9.2-1 工作流程及产污环节示意图

因此，本项目产生的污染因子主要是： $\beta$  射线、 $\gamma$  射线、 $\beta$  表面污染、放射性废水、放射性固废。

本项目拟设置 2 名辐射工作人员，包括医生、护士，工作负荷具体见下表。

表 9.2-1 本项目辐射工作人员情况及工作负荷一览表

工作场所	工艺	操作内容	操作时间	人员数量
分装注射室	测活	药品测活	30s/次	护士 1 人
	输液泵安装	安装输液泵	1min/次	
	给药及观察	注射进行自动给药，给药过程进行观察患者情况	30min/次	
控制室	远程观察	远程观察给药后患者情况	4-6 小时/次	医生 1 人

### 9.2.3 工作场所人流、物流路径

本项目路径主要是工作人员路径、患者路径、药物路径、污物路径，具体见图 9.2-2。经 11.2 辐射影响分析章节，病人输注  $^{177}\text{Lu}$  核素等过程中会产生  $\gamma$  射线及  $\beta$  射线。核素在衰变过程中主要释放  $\beta$  射线和  $\gamma$  射线， $\beta$  射线穿透力很弱，在组织内射程很短，不会对环境产生明显影响， $\gamma$  射线穿透能力很强，会对周围环境造成一定的辐射影响，因此  $\gamma$  射线是核素使用过程中的主要污染因子。

**工作人员路径：**辐射工作人员由南侧门进入，医生进入控制室/办公室；护士进入分装注射室进行药品测活，然后在分装注射室的铅屏蔽窗的屏蔽下通过微量注射泵为患者自动给药；卫生通过间包含更衣、淋浴、放射性表面污染检测及清洁用品储存等功能，医护人员从分装注射室离开，需通过卫生通过间淋浴更衣，经检测表面污染合格后，更

衣再回到非放射工作场所。

以上辐射工作人员均通过原路离开。

**患者路径：**患者由核医学科入口进入，然后由核医学科病人入口进入，沿着病人走廊在注射窗前接受给药，给药结束后进入注射后候诊室留观；留观结束后，患者通过病人出口离开。

**药物路径：**供药单位于给药日上班前运输至医院，通过核医学科入口进入，运输来的药物连同铅罐包装放置储源间内暂存，由护士完成接收登记。

**污物路径：**本项目产生的放射性固废暂存在现有污物贮存间，待衰变至符合清洁解控水平后，由分装注射室、卫生通过间、内部走廊，经一层西侧出口送医院医疗废物库收集后按照医疗废物处置。

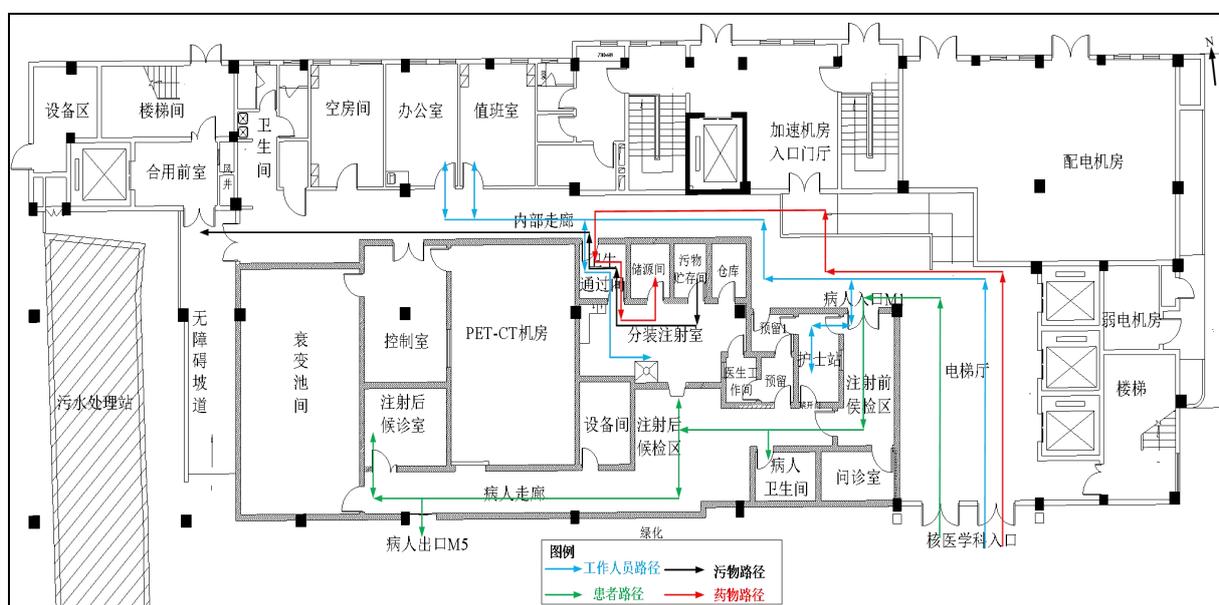


图 9.2-2 本项目工作场所人员、物流路径图

### 9.3 污染源项描述

#### (1) 辐射污染源项分析

##### 1) $\beta$ 表面污染

工作人员在对放射性药物的操作中，会引起工作台、工作服和手套等产生放射性沾污，造成小面积的 $\beta$ 表面污染。

##### 2) $\beta$ 射线和 $\gamma$ 射线

为病人给药  $^{177}\text{Lu}$  核素过程中会产生 $\beta$ 射线及 $\gamma$ 射线。 $\beta$ 射线穿透力很弱，在组织内辐射距离很短，不会对环境产生明显影响， $\gamma$ 射线穿透能力很强，会对周围环境造成一定的辐射影响，因此 $\gamma$ 射线是核素使用过程中的主要污染因子。

### 3) 放射性废水

放射性废水来源于工作人员操作过程中手部受到微量污染的清洁废水，患者冲洗排便废水等。

①医护人员从分装注射室离开，需进行表污监测，并进行必要的清洗去污，监测结果满足标准后方可回到非放射工作场所，此过程会产生清洗废水。医护人员洗手用水按照 20L/人·天，每天安排 2 人，废水排污系数取 1.0，每周开展 2 天，则医护人员清洗废水产生量 0.04m<sup>3</sup>/天，0.08m<sup>3</sup>/周，4m<sup>3</sup>/a。

②参考《建筑给水排水设计标准》（GB50015-2019），治疗期间患者每人每次用水定额取 10L/天，废水排污系数取 1.0，每周两次，则患者废水产生量为 0.01m<sup>3</sup>/天，0.02m<sup>3</sup>/周，1m<sup>3</sup>/a。

综上，本项目放射性废水产生量为 0.05m<sup>3</sup>/天，0.10m<sup>3</sup>/周，5.0m<sup>3</sup>/a。

### 4) 放射性固废

本项目产生的放射性废物主要是放射性药物操作过程中沾染 <sup>177</sup>Lu 核素的废手套、吸水纸（垫）等，按照每人每天 0.5kg 产生量进行估算，本项目仅在周六、周日进行，每日安排 1 批次，每批次最多治疗 1 人，一年 50 周，年最多治疗 100 人次，则本项目产生的放射性固废为 50kg/年。

### 5) 放射性废气

本项目使用的放射性核素为外购的成品药剂，在操作过程中，无开放液面，故本项目无放射性废气产生。

## 9.2.2 非正常工况源项分析

①由于工作人员操作不熟练或违反放射操作规程或误操作等其他原因致使放射性药物洒漏，造成意外照射和辐射污染。

②由于未锁好核医学科进出口的大门或取用药物后未及时锁好储源间防护门或手套箱内药物保管工作不到位致使放射性药剂丢失，可能对公众和周围环境造成辐射污染。

## 表 10 辐射安全与防护

### 10.1 项目安全设施

#### 10.1.1 辐射工作场所布局

医院依托 4#楼 1 层核医学科，新增使用  $^{177}\text{Lu}$  核素进行肿瘤治疗及给药后患者临床观察和安全性试验（本项目仅在周六、周日进行），项目平面布局见图 4。

表 10.1-1 本项目四周布局一览表

位置	东侧	南侧	西侧	北侧	上一层	下一层
4#楼 1 层核医学科	电梯厅	院内道路	院内道路	内部走廊	办公室、会议室、设备区、库房和更衣室等	土层

本项目位于 4#楼 1 层核医学科内，上方主要为办公室、会议室、设备区、库房和更衣室等，正下方为土层，不邻接产科、儿科、食堂等部门，与非放射性工作场所有明确的分界隔离。

本项目辐射工作场所相对独立，项目流程连续完整，有相对独立的辐射防护措施，有明确的监督区和控制区划分。治疗及观察期间，给药后的患者禁止离开控制区，仅在控制区内流动；放射性药物在上班之前通过核医学科入口送至储源间，运送通道较为短捷；放射性药物、放射性固体废物运输后，医院应对所在位置进行表面污染监测，如不满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中 B2.1 要求，应及时进行清洁去污。工作场所设置了相对独立的工作人员通道、患者通道。患者通道与工作人员通道分开，患者单向流动，注射放射性药物后患者与注射放射性药物前患者不交叉，避免了患者之间交叉影响。

本项目辐射工作场所出入口均设有门禁系统，防止给药后患者的随意流动，或无关人员进入控制区；控制区的卫生通过间可为工作人员提供必要的可更换衣物、防护用品和表面污染监测设备。

综上所述，本项目辐射工作场所布局满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中关于核医学工作场所对于布局的要求。

#### 10.1.3 非密封放射性物质工作场所分级、分类和分区管理

##### (1) 非密封放射性物质工作场所分级

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 C 和附录 D，查得  $^{177}\text{Lu}$  毒性分组为中毒，毒性组别修正因子取 0.1，操作方式与状态修正因子取 1。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）关于非密封放射性物

质工作场所分级的相关规定（日等效最大操作量计算公式为：日等效最大操作量=日最大操作量×毒性组别修正因子/操作方式修正因子），本项目放射性药物日最大等效操作量计算见下表。

**表 10.1-2 4#楼 1 层核医学科非密封源工作场所分级**

序号	核素名称	计划最大日操作量 (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)	分级
1	<sup>177</sup> Lu (新增)	7.40×10 <sup>9</sup>	0.1	1	7.40×10 <sup>8</sup>	乙级
2	<sup>18</sup> F (现有)	/	/	/	8.88×10 <sup>6</sup>	
合计					7.49×10 <sup>8</sup>	

根据 GB18871-2002 非密封源工作场所的分级原则，4#楼 1 层核医学科属于乙级非密封放射性物质工作场所。

### (2) 工作场所分类

根据《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）附录 G.1 核医学工作场所分类，根据日操作最大量放射性核素的加权活度将场所分为三级，见表 10.1-3。

**表 10.1-3 核医学工作场所分类一览表**

分类	日操作最大量放射性核素的加权活度 (MBq)
I	>50000
II	50~50000
III	<50

注：加权活度=（计划的日最大操作活度×核素毒性权重因子）/操作性质修正因子

本项目放射性核素毒性权重因子和不同操作性质修正因子见表 10.1-4 和 10.1-5。

**表 10.1-4 核医学科常用放射性核素毒性权重因子**

类别	放射性核素	权重因子
A	<sup>75</sup> Se、 <sup>89</sup> Sr、 <sup>125</sup> I、 <sup>131</sup> I、 <sup>23</sup> P、 <sup>90</sup> Y、 <sup>99</sup> Mo、 <sup>153</sup> Sm	100
B	<sup>11</sup> C、 <sup>13</sup> N、 <sup>13</sup> O、 <sup>18</sup> F、 <sup>51</sup> Cr、 <sup>68</sup> Ga、 <sup>99</sup> Tcm、 <sup>111</sup> In、 <sup>113</sup> Inm、 <sup>123</sup> I、 <sup>201</sup> Tl	1
C	<sup>14</sup> C、 <sup>3</sup> H、 <sup>81</sup> Krm、 <sup>127</sup> Xe、 <sup>133</sup> Xe	0.01

**表 10.1-5 不同操作性质的修正因子**

操作方式和地区	操作性质修正因子
贮存	100
废物处理；闪烁法计数和显像；候诊区及诊断病床区	10
配药、分装以及施给药；简单放射性药物制备；治疗病床区	1
复杂放射性药物配置	0.1

本项目增加使用核素后核医学科核素权重活度计算结果见表 10.1-6。

**表 10.1-6 本项目辐射工作场所非密封放射性物质加权活度计算结果**

工作场所	核素	毒性权重因子	操作性质修正因子	日操作最大活度 (Bq)	放射性核素加权活度 (MBq)	合计 (MBq)	场所分类
储源间	<sup>177</sup> Lu (新增)	100	100	7.40E+09	7.40E+03	7.55E+03	II类

	<sup>18</sup> F (现有)	1	100	1.48E+10	1.48E+02		
污物贮存间	<sup>177</sup> Lu (新增)	100	10	7.40E+07	7.40E+02	7.47E+02	II类
	<sup>18</sup> F (现有)	1	10	7.40E+07	7.40E+00		
分装注射室	<sup>177</sup> Lu (新增)	100	1	7.40E+09	7.40E+05	7.47E+05	I类
	<sup>18</sup> F (现有)	1	1	7.40E+09	7.40E+03		
注射后候诊区	<sup>177</sup> Lu (新增)	100	10	7.40E+09	7.40E+04	7.47E+04	I类
	<sup>18</sup> F (现有)	1	10	7.40E+09	7.40E+02		
注射后候诊室	<sup>177</sup> Lu (新增)	100	10	7.40E+09	7.40E+04	7.47E+04	I类
	<sup>18</sup> F (现有)	1	10	7.40E+09	7.40E+02		

本项目的储源间和污物贮存间为II类辐射工作场所，其余场所属于I类工作场所。根据《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）对临床核医学工作场所具体分类办法，I类、II类、III类核医学工作场所的防护设计要求见表 10.1-7。

表 10.1-7 本项目辐射工作场所的室内表面及装备结构要求

种类	分类		
	I	II	III
结构屏蔽	需要	需要	不需要
地面	与墙壁接缝无缝隙	与墙壁接缝无缝隙	易清洗
表面	易清洗	易清洗	易清洗
分装柜	需要	需要	不必须
通风	特殊的强制通风	良好通风	一般自然通风
管道	特殊的管道 <sup>a</sup>	普通管道	普通管道
盥洗与去污	洗手盆 <sup>b</sup> 和去污设备	洗手盆 <sup>b</sup> 和去污设备	洗手盆 <sup>b</sup>

注：<sup>a</sup>下水道宜短，大水流管道应有标记以便维修检测；<sup>b</sup>洗手盆应为感应式或脚踏式等手部非接触开关控制。

根据表 10.1-7，I类辐射工作区需设置结构屏蔽，地面与墙壁接触应采用无缝隙设计；工作台表面采用易清洗的材料，如不锈钢；配备洗手盆和去污设备。另外I类辐射工作区应设置特殊的强通风装置；含放射性废液的排水管道应为特殊管道，且在满足需要的情况下，尽量缩短管道长度，并做有标记。II类辐射工作区应保证良好的通风；含放射性废液的排水管道可采用能满足工作需要的普通管道。本项目辐射工作场所的室内表面及装备结构要求基本满足了《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）中对于I类辐射工作区的设计要求。

### (3) 分区管理

#### ①分区原则

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防范工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，在辐射工作场所内划出控制区和监督区，在

项目运营期间采取分区管理措施。

**控制区：**在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散，以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志，并给出相应的辐射水平和污染水平指示。运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可证）和实体屏蔽（包括门锁和门-灯联锁装置）限制进出控制区，并定期审查控制区的实际状况，确认是否需要改变该区的防护手段或安全措施，或是更改该区的边界。

**监督区：**未被定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域。在监督区入口处的合适位置设立表明监督区的标牌；并定期审查该区的条件，以确定是否需要采取防护措施和做出安全规定，或是否需要更改监督区的边界。

本项目控制区和监督区划分情况如表 10.1-3，图 10.1-1 所示。

**表 10.1-3 本项目控制区和监督区划分情况**

场所	控制区	监督区
4#楼 1 层 核医学科	分装注射室、污物贮存间、储源间、仓库、PET/CT 机房、注射后候诊区、注射后候诊室、病人卫生间、病人走廊、设备间、衰变池间、预留房间	护士站、注射前候检区、问诊室、控制室、卫生通过间，核医学科南侧、西侧和北侧墙体外 30cm



**图10.1-1 本项目辐射工作场所两区划分图**

控制区通过实体屏蔽措施、电离辐射警告标志等进行控制管理，使用时，除辐射工作人员和患者外，禁止其他人员进入；监督区通过设置标明监督区的标志提醒人员尽量

避开该区域，并委托有资质的单位定期对监督区进行监测、检查，如果发现异常应立即进行整改，整改完成后方可继续使用。

#### 10.1.4 辐射工作场所屏蔽设计

4#楼 1 层核医学科现有辐射防护屏蔽设计参数表见表 10.1-4。

表 10.1-4 辐射工作场所现有屏蔽设计方案

工作场所	屏蔽体	屏蔽材料及厚度
储源间	东、南墙	240mm 实心砖+30mm 硫酸钡水泥
	西墙	240mm 实心砖
	北墙	240mm 实心砖+60mm 硫酸钡水泥
	顶棚	160mm 混凝土+60mm 硫酸钡水泥
	防护门	内衬 8mm 铅板
污物贮存间	东、南、西墙	240mm 实心砖+30mm 硫酸钡水泥
	北墙	240mm 实心砖+60mm 硫酸钡水泥
	顶棚	160mm 混凝土+60mm 硫酸钡水泥
	防护门	内衬 8mm 铅板
病人卫生间	东、南墙	240mm 实心砖+40mm 硫酸钡水泥
	西墙	240mm 实心砖+20mm 硫酸钡水泥
	北墙	240mm 实心砖
	顶棚	160mm 混凝土+20mm 硫酸钡水泥
	防护门	内衬 8mm 铅板
病人走廊	南墙	240mm 实心砖+40mm 硫酸钡水泥
	顶棚	160mm 混凝土+20mm 硫酸钡水泥
	防护门	内衬 10mm 铅板
护士站	四侧墙体	240mm 实心砖
	顶棚	160mm 混凝土
	防护门	内衬 8mm 铅板
衰变池间	四侧墙体	240mm 实心砖+60mm 硫酸钡水泥
	顶棚	160mm 混凝土+60mm 硫酸钡水泥
	防护门	内衬 8mm 铅板
卫生通过间	四侧墙体	240mm 实心砖
	顶棚	160mm 混凝土+60mm 硫酸钡水泥
	防护门	内衬 8mm 铅板
注射后候诊室	东、南、西侧墙体	240mm 实心砖
	北墙	240mm 实心砖+40mm 防护涂料
	顶棚	160mm 混凝土+20mm 防护涂料
	防护门	内衬 8mm 铅板
分装注射室	东、南、西墙	240mm 实心砖+40mm 硫酸钡水泥
	北墙	240mm 实心砖+30mm 硫酸钡水泥

	顶棚	160mm 混凝土+60mm 硫酸钡水泥
	防护门	内衬 8mm 铅板
注：混凝土密度不低于 2.35g/cm <sup>3</sup> ；铅密度不低于 11.34g/cm <sup>3</sup> ；实心砖密度不低于 1.65g/cm <sup>3</sup> ；硫酸钡水泥密度不低于 3.8g/cm <sup>3</sup> 。		

### 10.1.5 辐射安全设施

#### 1、辐射安全措施

①医院储源间防护门、注射后候诊室防护门、分装注射室防护门等处已设置电离辐射警告标志；核医学科场所已实施“两区”管理，监督区和控制区入口设置明显的标识。

②核医学科进出防护门均设单向门禁（只进不出或只出不进），严禁带药受检者随意进出，严禁无关人员滞留或误入。在4#楼1层核医学科场所内的注射后候诊区、注射候诊室、注射窗口、病人走廊处等处均设有监控系统，监控显示屏已设置在控制室内，以便于控制室工作人员及时掌握病人状态和活动情况，及时发现突发情况并及时进行处理。

③护士操作过程中，穿戴防护服、手套、防护眼镜、口罩、帽子。放射性药物的操作均在手套箱内进行。若有药液洒漏、患者呕吐物，应及时用试纸擦拭。每次操作后，对相应场所进行清洁去污。

④储源间已实行双人双锁管理，并设监控系统，做好防火、防盗措施。药物交接过程实行双人交接，对于核素种类、生产单位、活度、出入库使用等，严格登记建档。

⑤根据现场调查，4#楼1层核医学科排风机房内风机排风量约 4130m<sup>3</sup>/h。核医学科设2支管线，1号排风管道连接分装注射室、污物贮存间、储源间、卫生通过间、病人卫生间、PET/CT机房、病人走廊、注射后候诊室、衰变池间和预留房间，排风量约 3000m<sup>3</sup>/h。2号排风管道单独连接分装注射室内的手套箱，排风量约 1130m<sup>3</sup>/h。风速大于 0.5m/s。通过排风井内单独管道排至主楼楼顶排放。排风井位于核医学科西北侧，采用竖向风管将核医学科废气排放至主楼楼顶。排风管道内保持负压，安装了防回流装置，两个排风口设活性炭吸附装置。排风井的排放口位于4#楼楼顶，并高出屋脊进行排放，对周围环境影响较小。

⑥医院目前已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并制定了较为完善的辐射防护工作管理制度，核素操作过程中应严格执行相应的规章制度。

⑧辐射工作场所内划出控制区和监督区，实行分区管理。

⑨卫生通过间内设有1台表面污染监测设备，辐射工作人员离开控制区前应做表

面污染监测。从控制区取出任何物品都应该进行表面污染监测，如不满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中B2.1 要求，应及时进行清洁去污。

## 2、辐射防护用品

结合本项目的情况，医院配置的防护用品见表 10.1-5。

表 10.1-5 本项目配置的防护用品和设备表

序号	种类名称	设置场所	数量	铅当量	备注
1	储源铅罐	储源间	1 个	16mmPb	新增
2	手套箱	分装注射室	1 个	50mmPb	依托现有
3	去污工具组	卫生通过间	1 套	/	依托现有
4	脚踏式铅桶	分装注射室、注射后候诊区、注射候诊室	3 个	10mmPb	依托现有
5	注射窗口	分装注射室	1 个	40mmPb	依托现有
6	微量注射泵	分装注射室	1 个	/	新增
7	衰变铅箱	污物贮存间	2 个	10mmPb	新增
8	工作服、工作帽、工作鞋、手套、口罩等	/	若干	/	/
9	放射性污染防护服、铅橡胶围脖、铅橡胶帽、铅玻璃眼镜	分装注射室	2 套	0.5mmPb	依托现有
10	$\alpha/\beta$ 表面污染仪	核医学科内	1 台	/	依托现有
11	便携式 X- $\gamma$ 射线巡测仪		1 台	/	依托现有
12	活度计		1 台	/	依托现有
13	个人剂量报警仪		2 枚	/	依托现有

本项目核医学科运行期间主要污染物为 X- $\gamma$ 射线、 $\alpha$ 、 $\beta$ 表面污染等，根据项目特点，医院已配置 $\alpha/\beta$ 表面污染仪、便携式 X- $\gamma$ 射线巡测仪，项目配备的监测仪器符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》对监测仪器的配置要求。

## 3、放射性药物存放场所的辐射安全措施

①核医学科使用的各种放射性药物均从专业放射性同位素供货商购买，供货商根据医院订购合同，按时定量将放射性药物送至核医学科，核医学科安排专人接收放射性核素，交接过程均在监控下进行，经确认无误完成相关交接手续后暂存在储源间内。

②储源间内设置视频监控、门口设置电离辐射警告标志。

③储源间应定期进行放射防护监测，无关人员不应入内。

④应建立放射性药物的出入库登记制度，贮存、领取、使用放射性药物时，应当进行登记、检查，做到账物相符。

⑤应定期检查放射性药物的实际库存数量及贮存场所。

⑥储源间的设施和措施应满足“六防”的防护要求。

## 4、放射性表面污染控制

为保证非密封源工作场所的表面污染水平达到《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的标准，医院应做到以下管理措施和要求：

①放射性药物应当有良好的外包装，送入后要妥善储存及转移，防止意外洒漏；

②放射性药物操作人员应当定期参加相关专业培训，具备相应的技能与防护知识，并配备有适当的防护用品。操作放射性药物时，须在有负压的手套箱内进行，手套箱操作台面要求光滑、平整、易于清洗去污，操作都必须在铺衬有吸水纸的瓷盘内进行。

③操作台、地面应当选用易于清污的材料或材质，并且每次操作完成后应当使用表面污染监测仪器对操作台、地面、个人防护用品等进行表面污染监测，并购买放射性表面去污用品和试剂进行去污，以满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的标准值。

## 5、人员防护措施

### ①辐射工作人员的防护

辐射工作人员进入分装注射室经卫生通过间更换服装，并穿戴工作服、帽、鞋、防护口罩、胶质手套及相应个人防护用品。工作人员离开分装注射室，需返经卫生通过间，经对工作服、手部等体表部位进行污染测定，确认未受放射污染，方可更衣离开。如果发现污染，工作服需进行清洗、处理，经清洗消除污染后，需再次监测，直至污染达到标准限值以下后方可使用；皮肤、手部等体表部位污染，需至淋浴间进行清洗、处理，经清洗消除污染后，需再次监测，直至污染达到标准限值以下后方可离开。

### ②受检者、其他人员的防护

受检者根据预约按时来院，在注射窗接受注射药物，到指定地点候诊、检查，不应随意走动，并在受检者专用厕所如厕。检查完毕由专门出口处离开，尽量减少对其他人员的影响。

为防止无关人员进入控制区，控制区走廊入口的防护门设置为带门禁系统的单向门，实现“入口受检者只入不出、出口受检者只出不入”，保证控制区内受检者的单向流动，避免无关人员进入控制区。

## 6、操作过程中的防护措施

医生在进行放射性药品测活、注射操作时首先做好个人防护，包括穿戴铅衣，铅眼镜、铅手套、口罩、工作帽等，均具备 0.5mmPb 当量。本项目在手套箱内经测量核定药物活度后转移给病人注射。分药时药品、铅罐均放置在垫有滤纸的瓷盘内进行，以防

止放射性药液洒漏造成操作台污染。手套箱底部设有废物铅桶，用于暂时收集放射性废物。注射操作台拟采用铅玻璃防护，并在注射位设置铅挡板。注射操作时，医生（采取相应防护措施）与病人及药物分别位于铅玻璃的两侧，病人注射后进入注射后候诊室观察。

医生在进行放射性药品操作时首先做好个人防护，包括穿戴铅衣，铅眼镜、放射性污染防护服等。

### **7、内照射防护措施**

操作放射性药物时，液体洒落、挥发泄漏造成地面、工作台面、操作人员衣服、手套和空气等污染，污染的表面一方面成为外照射的辐射源，一方面通过皮肤渗透、呼吸、进食使放射性物质进入体内形成内照射。

另外，为降低内照射对工作场所内辐射工作人员的影响，分装注射室设有放射性药物专用手套箱，手套箱通风速率不低于 0.5m/s，可以有效降低高活室内空气中的放射性物质浓度。严格规范辐射工作人员工作和生活习惯，禁止在核医学工作场所内饮食饮水、化妆等；辐射工作人员定期进行培训，严格按照操作规程操作，尽量避免放射性药物洒漏，并经常用湿法清洁台面、地面及设备表面。严格遵守个人卫生制度和安全操作规程，穿戴个人防护用品，防止放射性核素沾染手和体表。辐射工作人员离开核医学工作场所在卫生通过间进行必要的表污监测和污染洗消后才能离开。

### **8、对注射后病人防护措施**

首先告知病人及家属辐射可能带来的危害性，患者要与陪护人员实行隔离，陪护人员不允许在注射后候诊室内驻留，医院需要划定专门的陪护人员等候区并尽量远离非密封源放射性物质工作场所，同时需要患者注射后在注射后候诊室静候，禁止随意走动，呕吐物和排泄物要排入病人卫生间，最终排入衰变池内。

## **10.2 三废的治理**

本项目核医学科使用非密封性同位素过程中会产生放射性固废、放射性废水，医院拟采取以下治理措施。

### **（1）放射性废水**

本项目核医学科产生的放射废水包括：工作人员操作过程中手部受到微量污染的清洁废水，患者冲洗排便废水。

根据医院提供资料，核医学科现有一组 65.4m<sup>3</sup> 的三级并联式放射性废水衰变系统，

每个衰变池容积为 21.8m<sup>3</sup>，位于核医学科西侧衰变池间，本项目产生的放射性废水排入现有核医学科西侧衰变池内。

### (3) 放射性固废

本项目产生的放射性废物主要是放射性药物操作过程中沾染 <sup>177</sup>Lu 核素的废手套、吸水纸（垫）等，依托核医学科现有的污物贮存间，贮存 10 个半衰期以上，经监测符合清洁解控水平并经审管部门确认或批准后按一般医疗固废委托当地有资质单位处置。

### (4) 放射性废气

本项目使用的放射性核素为外购的成品药剂，在操作过程中，无开放液面，故本项目无放射性废气产生。

**表 11 环境影响分析**

### **11.1 建设阶段对环境的影响**

本项目依托医院 4#楼 1 层核医学科，新增使用  $^{177}\text{Lu}$  核素进行肿瘤治疗及给药后患者临床观察和安全性试验，不进行建筑物改造。

### **11.2 营运期环境影响分析**

#### **11.2.1 $\beta$ 表面污染影响**

$\beta$ 表面沾污的影响主要来源于医生操作时，放射性物质逸玷污操作台、地板、墙壁、个人防护用品等表面，对职业人员和公众造成辐射影响，因此，为了使本项目非密封放射性物质工作场所的 $\beta$ 表面污染水平达到 GB18871-2002 规定的要求，建设单位要做到以下防护措施：

- ①使用、操作放射性同位素的人员应经过培训，具备相应的技能与防护知识；
- ②易产生放射性物质逸出或飞散的操作，其操作须在手套箱内进行；
- ③操作液体放射性物质应在易去除污染的工作台上放置的搪瓷盘内进行，并铺以吸水性好的材料；
- ④吸取液体的操作必须用合适的器具，严禁用口吸取；
- ⑤不允许用裸露的手直接接触放射性物质或进行污染物件操作；
- ⑥放射性操作之后应对工作台、设备、地面及个人防护用品等进行表面污染检查清洗、去污。工作人员应进行淋浴；
- ⑦放射性药品用后应及时存放在专用柜内，需防盗、防水、防火、柜外应有电离辐射标志；
- ⑧做好就诊病人的管理，特别是已服药的病人管理工作，严格划定好控制区和监督区，禁止无关人员随处走动；
- ⑨如 $\beta$ 表面污染水平超过GB18871-2002 规定值，医院应暂停开展核医学活性区的相关业务，去污染经监测符合标准后方可重新开展业务。

#### **11.2.2 $\gamma$ 射线外照射辐射影响**

辐射工作人员在放射性药物操作区进行相关放射性药物的操作和给病人注射放射性核素，这个过程主要是放射性核素产生的  $\gamma$  射线引起的辐射照射。当病人注射了放射性药物之后，病人又成为一个活动的辐射体，其所在的工作场所则要考虑来自病人身体的射线辐射。

## 1、4#楼 1 层核医学科屏蔽体外剂量率计算

核医学科核素辐射剂量率估算相关参数取值表如 11.2-1。

表 11.2-1 本项目涉及核素辐射剂量率估算相关参数取值表

核素名称	<sup>177</sup> Lu
铅什值层厚度 mm ( $\rho=11.3\text{g/cm}^3$ )	4.7
混凝土什值层厚度 mm ( $\rho=2.35\text{g/cm}^3$ )	150
砖什值层厚度 mm ( $\rho=1.65\text{g/cm}^3$ )	214
周围剂量当量率常数(裸源) $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{h}\cdot\text{MBq})$	0.00517
患者体外 1m 处的周围剂量当量率 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{MBq}\cdot\text{h})$	0.0027

备注：①<sup>177</sup>Lu 周围剂量当量率常数取值参考《<sup>177</sup>Lu-Dotatate 治疗的放射防护评估》，中国辐射卫生，2021.12.30，<sup>177</sup>Lu 的 TVL 取值参考《辐射防护手册第三分册》（潘自强主编）中的图 2.16 几种常用屏蔽材料对宽束  $\gamma$  射线的半值层和十分之一值层厚度。②根据《辐射防护导论》，将  $\gamma$  射线减弱一定程度所需物质厚度  $d$  与物质的密度  $\rho$  成反比关系 ( $d_1/d_2=\rho_2/\rho_1$ )。本项目使用的硫酸钡水泥密度为  $3.8\text{g/cm}^3$ ，混凝土密度为  $2.35\text{g/cm}^3$ ，预测时将硫酸钡防护涂料厚度折合为混凝土厚度。

本项目屏蔽计算公式参考《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）附录 I 选取，屏蔽体外关注点剂量率计算公式如下：

$$H=10^{-X/TVL}\cdot A\cdot\Gamma/R^2 \quad (\text{式 } 11.2-1)$$

式中：

$H$ ——屏蔽体外关注点剂量率，单位为  $\mu\text{Sv/h}$ ；

$X$ ——屏蔽厚度，单位为 mm；

$A$ ——单个患者或受检者所用放射源的最大活度，单位为 MBq；

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

$R$ ——参考点与放射源间的距离，m。

居留因子参照《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）附录A选取，具体数值见表11.2-2。

表 11.2-2 居留因子的选取

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

### (1) 诊疗人数及使用量

本项目仅在周六、周日进行，每日安排 1 批次，每批次最多治疗 1 人，每人最大给药量为  $7.40 \times 10^9 \text{Bq}$  (200mCi)，一年 50 周，年最多治疗 100 人次。

## (2) 工作场所辐射水平分析及预测

根据式 11.2-1，本项目辐射剂量率的计算结果见表 11.2-3，关注点位置见附图 7。

表 11.2-3 本项目关注点处辐射剂量率计算结果表

关注点位	位置	A (单个患者或受检者所用药的最大活度, MBq)	$\Gamma$ (距源 1m 处的周围剂量当量率常数, $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{MBq} \cdot \text{h})$ )	屏蔽材料及厚度	r (参考点与放射源间的距离 m)	屏蔽体外关注点剂量率控制值, $\mu\text{Sv/h}$		
1#	储源间	东侧墙外 30cm 处	7.40E+03	0.00517	16mmPb 铅罐 +240mm 实心砖	1.2	3.76E-07	
2#		南侧墙外 30cm 处	7.40E+03	0.00517	+30mm 硫酸钡水泥	1.5	2.41E-07	
		南侧防护门外	7.40E+03	0.00517	16mmPb 铅罐 + 衬 8mm 铅板	1.5	1.33E-07	
3#		西侧墙外 30cm 处	7.40E+03	0.00517	16mmPb 铅罐 +240mm 实心砖	1.2	7.92E-07	
4#		北侧墙外 30cm 处	7.40E+03	0.00517	16mmPb 铅罐 +240mm 实心砖 +60mm 硫酸钡水泥	1.5	1.14E-07	
5#		上方 30cm 处	7.40E+03	0.00517	16mmPb 铅罐 +160mm 混凝土 +60mm 硫酸钡水泥	3.3	2.68E-08	
6#		注射后候诊室	东侧墙外 30cm 处	7.40E+03	0.0027	240mm 实心砖	2.4	2.62E-04
7#			南侧墙外 30cm 处	7.40E+03	0.0027	240mm 实心砖	2.0	3.78E-04
			南侧防护门外	7.40E+03	0.0027	内衬 8mm 铅板	2.0	5.00E-04
			8#	西侧墙外 30cm 处	7.40E+03	0.0027	240mm 实心砖	2.4
9#	北侧墙外 30cm 处		7.40E+03	0.0027	240mm 实心砖 +40mm 防护涂料	2.0	1.40E-04	
10#	上方 30cm 处		7.40E+03	0.0027	160mm 混凝土 +20mm 防护涂料	3.3	9.58E-05	
11#	分装注射室		分装注射室手套箱取药位测活	7.40E+03	0.00517	16mmPb 铅罐 +50mmPb 手套箱	0.3	3.85E-15
12#		注射位	7.40E+03	0.00517	40mmPb 注射窗	0.3	1.31E-09	
13#		西侧墙外 30cm 处	7.40E+03	0.00517	240mm 实心砖 +40mm 硫酸钡	4.5	5.29E-05	

					水泥		
14#		北侧墙外 30cm 处	7.40E+03	0.00517	240mm 实心砖 +30mm 硫酸钡 水泥	1.8	4.24E-04
		北侧防护 门外	7.40E+03	0.00517	8mm 铅板	1.8	2.34E-04
15#		上方 30cm 处	7.40E+03	0.00517	160mm 混凝土 +60mm 硫酸钡 水泥	3.3	6.80E-05
16#		东侧墙外 30cm 处	7.40E+01	0.00517	10mmPb 衰变铅 箱+240mm 实心 砖+30mm 硫酸 钡水泥	1.26	6.45E-08
17#	污物 贮存 间 <sup>①</sup>	南侧墙外 30cm 处	7.40E+01	0.00517	8mm 铅板 +10mmPb 衰变 铅箱	1.5	4.55E-08
		南侧防护 门外	7.40E+01	0.00517		1.5	2.52E-08
18#		上方 30cm 处	7.40E+01	0.00517	10mmPb 衰变铅 箱+160mm 混凝 土+60mm 硫酸 钡水泥	3.3	5.06E-09
19#	患者 接受 给药 位	南侧墙外 30cm 处	7.40E+03	0.0027	240mm 实心砖 +60mm 硫酸钡 水泥	2.5	1.15E-04
20#		上方 30cm 处	7.40E+03	0.0027	160mm 混凝土 +20mm 硫酸钡 水泥	3.3	3.55E-05
21#	病人 走廊	南侧墙外 30cm 处	7.40E+03	0.0027	240mm 实心砖 +40mm 硫酸钡 水泥	1.3	3.31E-04
		南侧防护 门外	7.40E+03	0.0027	内衬 10mm 铅 板	1.3	8.81E-05
22#		上方 30cm 处	7.40E+02	0.0027	160mm 混凝土 +20mm 硫酸钡 水泥	3.3	9.58E-06
23#	衰变 池间 <sup>②</sup>	西侧墙外 30cm 处	7.40E+02	0.00517	240mm 实心砖 +60mm 硫酸钡 水泥	1.3	3.86E-05

注：①核素应用过程中产生的固废表面核素活度按不超过使用量的 1%计；②患者体内核素排入衰变池的比例按照 10%计算，因此距离按照衰变池槽的边缘距离西侧墙最近的距离进行核算。

由上表估算结果可知，距核医学科工作场所各控制区内房间防护门、注射窗和墙壁外表面 30cm 处和手套箱测活位外表面 30cm 处人员操作位的周围剂量当量率均小于 2.5 $\mu$ Sv/h。

本项目产生的放射性废水排入现有核医学科西侧衰变池内，根据本地检测报告（附件 7）中衰变池间周围 $\gamma$ 辐射剂量率为 9.9 $\times 10^{-8}$ Gy/h（ $\mu$ Gy/h 与 $\mu$ Sv/h 的转化因子取 1），考虑到衰变池间的叠加影响，则叠加后周围剂量当量率为 3.87E-05，仍小于 2.5 $\mu$ Sv/h。因此，

本项目核医学科屏蔽设计满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）的要求，项目对周围环境的辐射影响是可以接受的。

实际上，病人在注射后候诊室留观过程中，由于衰变作用导致病人体内核素的活度不断减少，因而对墙外或门外的辐射影响也不断降低。

### 11.2.3 人员受照剂量估算

人员的有效剂量由方杰主编的《辐射防护导论》中的公式计算，计算公式如下：

$$D_{Eff} = D_r \times t \times T \times U \quad (\text{式11.2-2})$$

式中： $D_{Eff}$ ——辐射外照射人均年有效剂量，Sv；

$D_r$ ——辐射剂量率，Sv/h；

$t$ ——年工作时间，h；

$T$ ——居留因子；

$U$ ——使用因子，以点源考虑， $U$ 取1。

#### (1) 辐射工作人员受照剂量估算

根据医院提供的资料，本项目仅在周六、周日进行，每日安排1批次，每批次最多治疗1人，每人最大给药量为 $7.40 \times 10^9 \text{Bq}$ （200mCi），一年50周，年最多治疗100人次。每批次患者给药后留观时间需4~6h，结束后患者方可离开。

本项目辐射工作人员工作制度实行单班制，每班工作8小时，年工作100天。本项目辐射工作人员情况以及工作负荷一览表见表9.2-1。

根据表11.2-3预测的各关注点处辐射剂量率，结合医院预估工作量，关注点处人员居留因子等参数，由式11.2-2计算即可得到辐射工作人员的年有效剂量，见表11.2-5。

表11.2-5 辐射工作人员年有效剂量估算

场所	操作	辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	居留因子	年工作时间 (h)	年有效剂量 (mSv)	
分装注射室	药品测活	3.85E-15 (11#)	1	0.83 (30s/次×100次/年)	3.21E-18	6.56E-11
	安装输液泵	3.85E-15 (11#)	1	1.67 (1min/次×100次/年)	6.42E-18	
	为患者连接输液泵，进行自动给药，给药过程进行观察患者情况	1.31E-09 (12#)	1	50 (30min/次×100次/年)	6.56E-11	
控制室		1.40E-04 (9#)	1	600(6h/天×100天/年)	8.39E-05	8.39E-05

根据计算，本项目辐射工作人员年有效剂量最大为8.39E-05mSv，满足职业人员年剂

量约束值不超过 5mSv 的要求。

本项目拟配备 2 名辐射工作人员,均为医院 4#楼 1 层核医学科现有辐射工作人员兼任,在负责本项目同时需要兼任医院 4#楼 1 层核医学科现有工作。考虑到叠加影响,故叠加上 2023 年 11 月-2024 年 11 月核医学科现有工作人员汪秀格、周国胜年有效剂量分别为 0.32mSv、0.07mSv,则叠加后辐射工作人员汪秀格、周国胜所受年有效剂量分别为 0.32mSv、0.07mSv,符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中关于“剂量限值”要求,也满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)提出的不超过 5mSv 年剂量约束值。

## (2) 公众人员受照剂量估算

根据表11.2-3预测的各关注点处辐射剂量率,结合医院预估工作量,关注点处人员居留因子等参数,由式11.2-2计算即可得到公众人员的年有效剂量,见表11.2-6。

表11.2-6 公众人员年有效剂量估算

关注场所	人员类型	关注点位	辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	距离 (m)	居留因子	受照时间 (h)	年有效剂量 (mSv)
电梯厅(东侧)	公众	4#	1.14E-07	紧邻	1/4	600	1.71E-08
5#楼(外科大楼)		4#	1.14E-07	17	1	600	2.37E-10
院内道路(南侧)		21#	3.31E-04	紧邻	1/16	600	1.24E-05
3#楼(内科大楼)		21#	3.31E-04	13.5	1	600	1.09E-06
2#楼(综合楼)		21#	3.31E-04	32	1	600	1.94E-07
院内道路(西侧)		23#	3.87E-05	紧邻	1/16	600	1.45E-06
院外道路(下街)		23#	3.87E-05	23	1/16	600	2.74E-09
沿街商铺及居民楼		23#	3.87E-05	45	1	600	1.15E-08
内部走廊(内测)		9#	1.40E-04	紧邻	1/4	600	2.10E-05
院内道路(北侧)		9#	1.40E-04	7	1/16	600	1.07E-07
院外道路(新河沿路)		9#	1.40E-04	20	1/16	600	1.31E-08
斗潭公园		9#	1.40E-04	35	1	600	6.85E-08
库房、设备区		10#	9.58E-05	紧邻	1/16	600	3.59E-06
走廊		15#	6.80E-05	紧邻	1/4	600	1.02E-05
办公室、会议室		22#	9.58E-06	紧邻	1	600	5.75E-06
更衣室		20#	3.55E-05	紧邻	1/16	600	1.33E-06

根据表 11.2-6, 本项目运行阶段所致公众年有效剂量最大为 1.24E-05mSv, 满足本项目公众成员年剂量约束值不超过 0.1mSv 的要求。

根据建设单位提供的 2024 年 6 月 27 日编制的《树兰(衢州)医院核医学科建设项目竣工环境保护设施验收》中公众人员年有效剂量最大为 0.005mSv, 考虑到叠加影响, 则叠加后年有效剂量最大为 0.005mSv。

综上所述, 本项目辐射工作人员和周围的公众所受外照射年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中关于“剂量限值”的要求, 对职业人

员要求的剂量约束值不超过 5mSv/a 的要求,对公众要求的剂量约束值不超过 0.1mSv/a 的要求。

#### 11.2.4 “三废”影响分析

##### (1) 放射性废液

本项目产生的放射性废水排入现有核医学科西侧衰变池内。

根据医院提供资料,医院 4 号楼 1 层核医学科西侧设置的总有效容积为 65.4m<sup>3</sup>的衰变池组,由衰变槽体、降解槽体、流量过程控制、取样检测装置、监测显示等部分组成。通过专用的管道收集、暂存核医学科在诊疗过程中产生的放射性废液,衰变池组由 3 个衰变池组成,单个衰变池有效容积为 21.8m<sup>3</sup>,3 个衰变池并联切换使用。

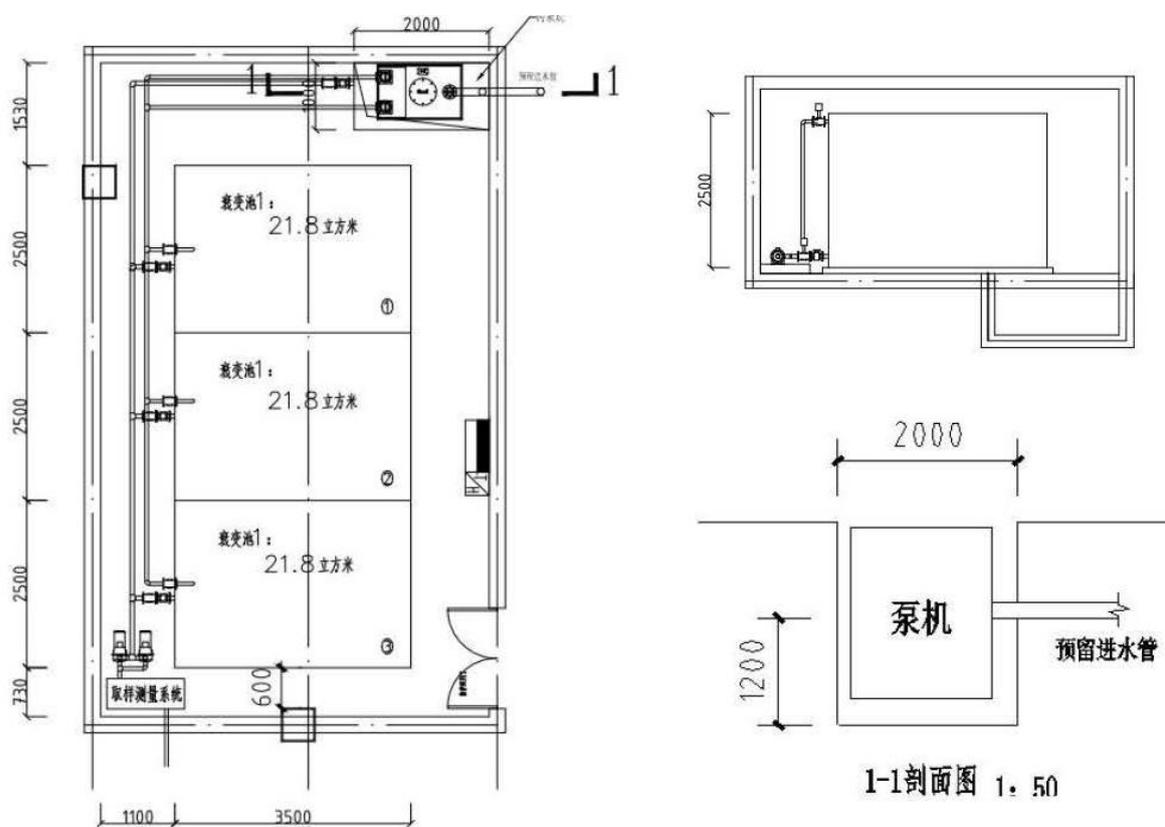


图 11.2-1 衰变池设计图

根据 9.3, 本项目放射性废水产生量为 5m<sup>3</sup>/a, 叠加核医学科现有放射性废水产生量 (75m<sup>3</sup>/a), 则本项目运行后, 4#楼 1 层核医学科放射性废水总产生量为 80m<sup>3</sup>/a, 平均每天产生量为 0.23m<sup>3</sup> (年工作以 50\*7=350 天计)。水装满第一个衰变池需要 21.8m<sup>3</sup>÷0.23m<sup>3</sup>/d ≈96 个自然日 (约 96 天), 当第三个衰变池开始收贮废水时, 废水已在第一个衰变池内贮存约 96 天。新增使用 <sup>177</sup>Lu 核素半衰期为 6.73d, 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 (<sup>177</sup>Lu 的十个半衰期约为 68 天) 的要求。

因此，本项目产生的放射性废水依托核医学科西侧衰变池间处理能力是可行的。但本项目运行后核医学科放射性废水需在衰变池间暂存时间超 68 天后，排放前进行取样监测（放射性废液总排放口总 $\alpha$ 不大于 1Bq/L、总 $\beta$ 不大于 10 Bq/L），监测结果经审管部门认可后，按照 GB18871 中 8.6.2 规定方式方可排入医院污水处理站。

### （2）放射性固废

4#楼 1 层核医学科已设置污物贮存间，已在分装注射室和注射后候诊室各设置 1 个 10mmPb 当量铅废物桶。

本项目产生的放射性固废依托核医学科现有的污物贮存间，并拟新增 2 个铅废物桶，贮存 10 个半衰期以上，经监测符合清洁解控水平并经审管部门确认或批准后按医疗废物委托当地有资质单位处置。

### （3）放射性废气

本项目使用的放射性核素为外购的成品药剂，在操作过程中，无开放液面，故本项目无放射性废气产生。

根据现场调查，4#楼 1 层核医学科排风机房内风机排风量约 4130m<sup>3</sup>/h。核医学科设 2 支管线，1 号排风管道连接分装注射室、污物贮存间、储源间、卫生通过间、病人卫生间、PET/CT 机房、病人走廊、留观室、核污水处理间和预留房间，2 号排风管道单独连接分装注射室内的手套箱。通过排风井内单独管道排至主楼楼顶排放。排风井位于核医学科西北侧，采用竖向风管将核医学科废气排放至主楼楼顶。排风管道内保持负压，安装了防回流装置，两个排风口设活性炭吸附装置。排风井的排放口位于 4#楼楼顶，并高出屋脊进行排放，对周围环境影响较小。

综上所述，本项目所产生的放射性废水和放射性固废对周围环境影响较小。

## 11.3 辐射事故影响分析

### 11.3.1 可能发生的事

（1）由于工作人员操作不熟练或违反放射操作规程或误操作等其他原因致使放射性药物洒漏，造成意外照射和辐射污染。

（2）由于未锁好核医学科进出口的大门或取用药物后未及时锁好储源间防护门或手套箱内药物保管工作不到位致使放射性药剂丢失，可能对公众和周围环境造成辐射污染。

### 11.3.2 防范措施

（1）制定完善的操作规范，对操作人员定期培训，使之熟练操作，严格按照操作规

范操作，减少药物洒漏事故的发生。若少量药液洒漏，应及时用试纸擦拭，以防止污染扩散。去污结束后，使用表面污染检测仪对洒漏放射性液体的区域进行表面污染监测，符合国家相关标准后，结束应急状态。事后及时总结经验，形成纸质报告并存档。

(2) 加强放射性核素安全管理，设专人负责，做好核素的领取、使用登记工作，确保放射性药物的安全。储源间进行双人双锁管理，并设监控系统，做好防火防盗工作。

当发生放射性药物丢失事故时，事故发现者应立即报告医院辐射事故应急指挥领导小组，保护现场。领导小组立即启动本单位辐射事故应急预案，疏散现场无关人员，设置警戒区及警示标志；向当地生态环境主管部门、公安部门、卫生主管部门报告，在1小时内填写《辐射事故初始报告单》；协助公安、生态环境和卫生主管部门对丢失放射性药物进行侦查和追缴，力争在最短时间内将放射性物品找回。

(3) 加强放射性废物的管理，在放射性废物的包装外标明放射性废物的类型、核素种类和存放日期的说明，并做好相应的记录。

(4) 辐射工作人员配备防护服、手套、防护眼镜、口罩、帽子，工作场所配备表面污染检测仪和应急设备。

(5) 定期对本项目通风管道进行排查、维修。

综上所述，通过上述措施，能够有效避免辐射事故的发生或尽量减轻辐射事故的后果。

### 11.3.3 事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十条、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等有关规定，医院应制定辐射事故应急预案，医院应在以后辐射工作开展过程中定期进行演练，及时进行整改。同时医院应配置必要的应急装备、器材以及应急资金。发生辐射事故时，医院应当立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要防范措施，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境主管部门和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

医院在落实本次环评提出的环境事故风险防范措施，并落实辐射事故应急预案中提出的各项应急措施和设施的前提下，本项目辐射事故影响可控制在可接受水平内。

## 表 12 辐射安全管理

### 12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

#### 12.1.1 机构设置

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》相关要求，本项目应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或至少有 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。

医院成立了放射防护管理领导小组，全面负责医院的辐射安全管理工作及相关工作，见附件 8。组成人员如下：

组长：林国领

副组长：徐建锋

成员：朱泽振、沈林晨、吴超、张丽琦

成立文件中明确了管理小组成员组成及相关职责，故建设单位原有辐射安全与环境保护管理机构能够满足本项目辐射安全管理工作的需求，在核技术利用项目运行过程中，建设单位应根据核技术利用项目开展和人事变动情况及时调整机构组成。

#### 12.1.2 辐射人员管理

##### (1) 职业健康检查

本项目辐射工作人员均为现有辐射工作人员，医院已对现有辐射工作人员开展健康监护，并建立职业健康档案。辐射工作人员在岗前、在岗期间和离岗前均进行职业健康体检，在岗期间体检周期不超过 2 年。

##### (2) 辐射工作人员培训

医院现有 2 名辐射工作人员已参加衢州市放射工作人员放射防护知识培训或核技术利用辐射安全与防护考核并考核合格，考核成绩均在有效期内。医院应组织辐射工作人员按时接受再培训。

##### (3) 个人剂量检测

医院现有辐射工作人员全部配备了个人剂量计。个人剂量计每三个月送检，并建立个人剂量档案，加强档案管理，个人剂量档案应当终生保存。根据医院提供的最近一个年度辐射工作人员个人剂量检测报告，监测结果符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对辐射工作人员要求的剂量限值。

#### 12.1.3 年度评估报告

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，使用放射性同位素的单位，应当对本单位放射性同位素和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。年度评估报告应当包括：放射性同位素与射线装置台账、辐射安全和防护设施的运行与维护、辐射安全和防护制度及措施的建立和落实、事故和应急以及档案管理等方面的内容。年度评估发现安全隐患的，应当立即整改。本项目建成后，将本项目辐射工作场所纳入现有辐射安全与防护状况评估。

## 12.2 辐射安全管理规章制度

根据医院提供的辐射防护工作管理制度，医院已制定的辐射防护工作制度有：放射工作人员的管理制度、放射工作人员职业健康管理制度、放射防护安全管理制度、放射事故预防措施、受检者告知制度、放射诊疗质量保证制度、辐射事故报告制度及应急预案、应急演练等。

医院严格落实以上各项制度，各辐射防护设施运行、维护、检测工作良好，在辐射安全和防护制度的建立、落实及档案管理等方面运行较好。医院现有管理制度内容较为全面，能够满足医院从事相关辐射活动辐射安全和防护管理的要求。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，使用放射性同位素、射线装置的单位，应有“健全的操作规程、岗位职责、辐射防护与安全保卫制度、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，完善的辐射应急措施，还应制定质量保证大纲”。

在本项目建成后运行中，建设单位应根据本项目核技术利用项目的特点，制定和完善以下方面的管理制度，并对现有制度进行补充和完善，以保证核医学科工作安全有序开展。

(1) 操作规程：针对新增的核素及非密封放射性物质工作场所，医院应制定相应的操作规程，明确辐射工作人员的资质条件要求、操作过程中采取的具体防护措施及操作程序等，重点是工作时必须佩戴个人剂量计，避免事故发生。

(2) 岗位职责：针对新增的核素及非密封放射性物质工作场所，医院应明确辐射管理人员、辐射工作人员的岗位责任，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，并层层落实。

(3) 辐射防护和安全保卫制度：针对新增的核素及非密封放射性物质工作场所，特别是储存非密封放射性物质的地方，制定针对性的辐射防护和安全保卫制度，规定专人负责辐射防护与安全保卫工作，定期对辐射防护与安全保卫相关的用品、仪器进行检查。

(4) 台账管理制度：医院应当建立放射性核素台账，记载放射性同位素的核素名称、出厂时间和活度、标号、编码、来源和去向。

(5) 放射性“三废”管理制度：明确医院运营过程中产生的放射性“三废”，明确放射性“三废”的收集、处理、处置等事项；

(6) 按照《浙江省辐射环境管理办法》要求，终结运行后产生放射性污染的非密封放射性物质使用场所，需要终止或者部分终止相关活动的，建设单位应当编制退役环境影响评价文件，报原颁发辐射安全许可证的生态环境主管部门审批，并按照审批要求落实污染治理、场所修复和保护等各项退役措施。完成退役并经原颁发辐射安全许可证的生态环境主管部门终态验收后，依法注销或者变更辐射安全许可证。

## 12.3 辐射监测

### 12.3.1 监测仪器和防护设备

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，使用放射性同位素和射线装置的单位，应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，包括个人剂量报警仪、固定式和便携式辐射监测、表面污染监测等设备，对直接从事使用活动的工作人员进行个人剂量监测和职业健康检查，建立个人剂量档案和职业健康监护档案。

本项目依托 4#楼 1 层核医学科，新增使用  $^{177}\text{Lu}$  核素进行肿瘤治疗及给药后患者临床观察和安全性试验，为乙级非密封放射性物质工作场所。根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及现场调查，本项目已配置 1 台环境辐射巡测仪、配备 1 台表面污染监测仪、2 枚个人剂量报警仪，每名辐射工作人员已配置 1 枚个人剂量计，并建立个人剂量档案。医院开展日常自行监测。

### 12.3.2 日常监测

日常工作中，每次工作结束（出现放射性药物洒落应及时进行监测），需使用表面污染监测仪对本项目辐射工作场所放射性污染情况进行监测，工作人员离开辐射工作场所时，需监测手、皮肤暴露部分以及工作服、手套、鞋、帽等的污染水平，这部分日常

监测工作由本项目辐射工作人员自行完成。此外，本项目辐射工作场所应采用环境辐射巡测仪进行定期监测，频次不少于1次/月。

### 12.3.3 年度常规监测

委托有资质的单位对辐射工作场所的剂量进行监测，监测周期为1次/年；年度监测报告应作为《辐射安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。

### 12.3.4 个人剂量监测

个人监测主要是利用个人剂量计进行外照射个人累积剂量监测，每名辐射工作人员需佩戴个人剂量计，定期（最长不得超过3个月）送检，建立个人剂量监测档案。个人剂量档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。个人剂量监测档案应终生保存，辐射工作人员可查看和复制本人个人剂量监测档案。

### 12.3.5 辐射工作场所监测内容和要求

监测内容：表面放射性污染；周围剂量当量率。

监测布点及数据管理：监测布点应参考环评提出的监测计划或验收监测布点方案。监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查。

表 12.3-1 辐射工作场所监测计划建议

工作场所	监测内容	监测点位	监测周期	
			自行监测	委托监测
4#楼1层核医学科内	表面放射性污染	控制区内地面和墙面，放射性核素工作台面，储源间，包装袋表面；监督区内出入口、控制区出入口处地面、墙面；工作人员手、皮肤暴露部分及工作服、手套、鞋、帽等。	每次操作放射性同位素前后进行监测，对从控制区离开的人员和物品进行监测	1次/年
	周围剂量当量率	控制区和监督区所有工作人员和公众可能居留的有代表性点位	1次/月	1次/年

## 12.4 环保措施竣工验收

医院应根据核技术利用项目的开展情况，按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号）、《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）的相关要求，对配套建设的环境保护设施进行验收，自行或委托有能力的技术机构编制验收报告，并组织由设计单位、施工单位、环境影响报告表编制机构、验收监测（调查）报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等成立的验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式开展验收工作。建设项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，其主体工程方可投入生产或者使用；未经验收或者验收

不合格的，不得投入生产或者使用。

## 12.5 辐射事故应急

医院现有辐射事故应急预案内容较为全面，根据国务院令第 449 号《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和防护管理办法》有关规定，医院辐射事故应急预案应当包括下列内容：

- （一）应急机构和职责分工；
- （二）应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；
- （三）辐射事故分级与应急响应措施；
- （四）辐射事故调查、报告和处理程序。

医院已经制定了《辐射事故报告制度及应急预案》（见附件 12），预案中对应急处理原则、应急处理程序的具体措施等作出要求，明确了应急预案启动的条件。但医院原有应急预案内容较为简单，应急预案中还应补充以下内容：①应急机构人员职责分工及联系方式；②应急人员的培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；③辐射事故等级划分等。医院应根据上述国家有关法规的要求，针对核技术利用项目的具体情况重新制定在事故情况下的应急响应计划，以便能够快速有效地处理辐射事故，将放射危害的影响降低到最低水平。

一旦发生辐射事故，医院应立即启动应急预案，采取预案中的具体措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，由辐射事故应急处理领导小组上报当地生态环境主管部门及省级生态环境主管部门，同时上报公安部门；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，并及时组织专业技术人员排除事故；配合各相关部门做好辐射事故调查工作，并做好后续工作。

## 表 13 结论与建议

### 13.1 结论

#### 13.1.1 项目概况

树兰（衢州）医院有限公司位于浙江省衢州市柯城区钟楼底 2 号，本项目依托医院 4#楼 1 层核医学科，新增使用  $^{177}\text{Lu}$  核素进行肿瘤治疗及给药后患者临床观察和安全性试验。本项目仅在周六、周日进行，本项目实施后，4#楼 1 层核医学科非密封放射性物质日等效最大操作量为  $7.49 \times 10^8 \text{Bq}$ ，为一个乙级非密封放射性物质工作场所。

#### 13.1.1 辐射安全与防护分析结论

##### (1) 辐射安全防护措施结论

本项目工作场所顶棚均采用混凝土结构，四侧墙体采用实心砖和硫酸钡结构。根据分析结果，医院采取的辐射防护措施能够符合辐射防护要求。

本项目辐射工作场所进出口和控制区各房间防护门处均设置电离辐射警告标志，进出口已设门禁，工作场所实行分区管理并设监控系统，储源间设双人双锁并做好防火、防盗措施，药物测活在分装注射室的手套箱内进行，为辐射工作人员配备个人防护用品。

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，本项目依托核医学科已配置的 1 台环境辐射巡测仪、配备的 1 台表面污染监测仪、2 枚个人剂量报警仪，每名辐射工作人员均已配置 1 枚个人剂量计，并建立个人剂量档案。医院开展日常自行监测。

在落实以上措施后，本项目的辐射安全措施能够满足安全防护要求。

##### (2) 辐射安全管理结论

医院已成立放射防护管理小组，并指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作；该院应根据实际情况及本报告要求，制定和完善相关辐射安全管理制度，以适应当前环保的管理要求；医院现有辐射工作人员均已参加衢州市放射工作人员放射防护知识培训或核技术利用辐射安全与防护考核并考核合格，考核成绩均在有效期内。医院应组织辐射工作人员按时接受再培训。该院已对现有辐射工作人员进行了职业健康监护和个人剂量监测，并建立了个人职业健康监护档案和个人剂量档案。

#### 13.1.2 环境影响分析结论

根据理论计算结果，在做好个人防护措施和安全措施的情况下，本项目对辐射工作人员产生的年有效剂量能够满足职业人员年剂量约束值不超过  $5\text{mSv}$  的要求，对公众产

生的年有效剂量能够满足公众人员年剂量约束值不超过 0.1mSv 的要求。

### 13.1.3 可行性分析结论

#### (1) 产业政策符合性

本项目属于核技术在医学领域内的运用，属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中鼓励类 第六项“核能”中第 4 条“同位素、加速器及辐照应用技术开发，辐射防护技术开发与监测设备制造”项目，均属于国家鼓励类产业，符合国家现行产业政策。

#### (2) 实践正当性

本项目的建设目的在于使用  $^{177}\text{Lu}$  核素进行肿瘤治疗及给药后患者临床观察和安全性试验，医院在使用过程中，对非密封放射性物质的使用将按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，对非密封放射性物质的安全管理将建立相应的规章制度，且用于标记药物的  $^{177}\text{Lu}$  同位素的生物半衰期较短，对患者人体影响较小。因此，在正确使用和管理非密封放射性物质的情况下，可以将该项目辐射产生的影响降至尽可能小。

本项目产生的辐射给职业人员、公众及社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，该核技术应用实践具有正当性，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“实践的正当性”原则。

#### (3) 相关规划及选址合理性

本项目用地性质为医疗用地，项目符合衢州市总体规划要求，符合衢州市生态环境分区管控动态更新方案要求；本项目位于 4#楼 1 层核医学科内，上方主要为办公室、会议室、设备区、库房和更衣室等，正下方为土层，不邻接产科、儿科、食堂等部门，与非放射性工作场所有明确的分界隔离，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中关于核医学工作场所选址的要求。项目实体屏蔽边界外 50m 评价范围主要为医院内部建筑物、内部道路、院外道路、院外沿街商铺和公园，无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民区、学校和行政办公区域等环境敏感区。项目运营过程产生的电离辐射，经采取一定的辐射防护措施后，对周围环境与公众造成的影响是可接受的，故本项目的选址是合理的。

#### (4) 项目可行性

综上所述，树兰（衢州）医院有限公司核医学科新增使用镥-177 核素项目选址符合国家相关法律法规的要求，平面布局基本合理。医院在落实本报告提出的各项污染防治措施后，其辐射工作场所辐射安全措施及安全管理措施满足从事相应辐射活动的

要求，辐射工作人员和公众年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）的要求，营运期对周围环境产生的辐射影响在可接受范围内，因此本项目运行时对周围环境的影响符合辐射环境保护的要求，从辐射安全和环境保护角度论证，该项目的建设是可行的。

## 13.2 建议与承诺

### 13.2.1 建议

加强辐射安全教育培训，提高职业工作人员对辐射防护的理解和执行辐射防护措施自觉性，杜绝放射性事故的发生。

### 13.2.2 承诺

（1）医院承诺按照相关法律法规要求严格履行环评制度、辐射安全许可制度，建成后按要求组织竣工环保验收工作，加强环保档案管理，由专人或兼职人员负责。

（2）医院做好衰变池台账管理，保证衰变池正常监测运行。加强辐射工作人员的管理，监督人员防护用具的使用。严格按照本报告提出的要求进行辐射工作人员的培训、个人剂量监测、健康检查，并按要求建立保管辐射工作人员档案。

（3）医院承诺本项目环评审批后，在项目正式投入运营前及时重新申领《辐射安全许可证》。

## 表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见：

经办人：

公章  
年 月 日

审批意见：

经办人：

公章  
年 月 日