

山东第一医科大学附属肿瘤医院  
(山东省肿瘤防治研究院、山东省肿瘤医院)  
核医学工作场所改扩建（二期）、  
核医学工作场所使用核素  $^{177}\text{Lu}$ 、 $^{225}\text{Ac}$ 、 $^{227}\text{Th}$  项目（二期）  
竣工环境保护验收监测报告表

建设单位：山东第一医科大学附属肿瘤医院

(山东省肿瘤防治研究院、山东省肿瘤医院)

编制单位：山东博瑞达环保科技有限公司

二〇二五年三月

建设单位法人代表：于金明

编制单位法人代表：陈波

项目负责人：（签字）

填 表 人：（签字）

建设单位：山东第一医科大学附属肿瘤医院（山东省肿瘤防治研究院、山东省肿瘤医院）

电话：13505409537

邮编：250000

地址：山东省济南市槐荫区济兗路 440 号、山东省济南市槐荫区烟台路 2999 号

编制单位：山东博瑞达环保科技有限公司

电话：（0531）88686860

邮编：250101

地址：山东省济南市天辰路 2177 号联合财富广场 1 号楼 17 层

## 目 录

表 1 项目基本情况 .....	1
表 2 项目建设概况 .....	6
表 3 辐射安全与防护设施/措施 .....	25
表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定 .....	42
表 5 验收监测质量保证及质量控制 .....	54
表 6 验收监测内容 .....	56
表 7 验收监测 .....	62
表 8 验收监测结论 .....	72
附件 1: 委托书 .....	75
附件 2: 环评批复 .....	76
附件 3: 关于山东第一医科大学附属肿瘤医院核医学科治疗区场所部分变更请示的 复函 .....	85
附件 4: 辐射安全与防护考核情况 .....	87
附件 5: 辐射安全许可证 .....	88
附件 6: 辐射工作安全责任书 .....	96
附件 7: 放射防护管理领导小组 .....	98
附件 8: 应急预案 .....	100
附件 9: 应急演练 .....	108
附件 10: 一人一档示例 .....	116
附件 11: 部分相关规章制度 .....	117
附件 12: 监测报告 .....	153

表 1 项目基本情况

建设项目名称	核医学工作场所改扩建项目（二期）、核医学工作场所使用核素 $^{177}\text{Lu}$ 、 $^{225}\text{Ac}$ 、 $^{227}\text{Th}$ 项目（二期）				
建设单位名称	山东第一医科大学附属肿瘤医院 (山东省肿瘤防治研究院、山东省肿瘤医院)				
项目性质	<input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建				
建设地点	山东省济南市槐荫区济兗路 440 号医院东南部核医学科				
源 项	放射源		/		
	非密封放射性物质		$^{131}\text{I}$		
			$^{177}\text{Lu}$ （本次仅增加病房，核素量不变）		
	射线装置		1 台 SPECT-CT		
建设项目环评批复时间	2021 年 11 月 17 日	开工建设时间	2021 年 11 月		
	2022 年 10 月 18 日		2022 年 10 月		
取得辐射安全许可证时间	2025 年 2 月 13 日	项目投入运行时间	2025 年 2 月		
辐射安全与防护设施投入运行时间	2025 年 2 月	验收现场监测时间	2025 年 3 月 10 日-3 月 12 日		
环评报告表审批部门	济南市生态环境局	环评报告表编制单位	山东博瑞达环保科技有限公司		
投资总概算（万元）	2000	辐射安全与防护设施投资总概算（万元）	200	比例	10%
实际总概算（万元）	2000	辐射安全与防护设施实际总概算（万元）	200	比例	10%
验收依据	<p>一、建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度</p> <p>1、《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日施行；</p> <p>2、《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日施行；</p> <p>3、《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020 年 4 月 29 日第二次修订；</p>				

	<p>4、《建设项目环境保护管理条例》，2017年10月1日施行；</p> <p>5、《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》，2019年3月2日第二次修订；</p> <p>6、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，生态环境部令第20号，2021年1月4日修改；</p> <p>7、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部第18号令，2011年5月1日施行；</p> <p>8、《建设项目环境影响后评价管理办法（试行）》，部令 第37号，2016年1月1日施行；</p> <p>9、《关于发布&lt;放射性废物分类&gt;的公告》环境保护部公告第65号，2017年；</p> <p>10、《山东省环境保护条例》（2017年修订），2018年1月1日施行；</p> <p>11、《山东省辐射污染防治条例》，山东省人民代表大会常务委员会第37号，2014年5月1日起施行；</p> <p>12、关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告（国环规环评[2017]4号）。</p> <p><b>二、建设项目竣工环境保护验收技术规范</b></p> <p>《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><b>三、建设项目环境影响报告表及其审批部门审批决定</b></p> <p>（1）《山东第一医科大学附属肿瘤医院（山东省肿瘤防治研究院、山东省肿瘤医院）核医学工作场所改扩建项目环境影响报告表》，2021年11月；</p> <p>（2）《核医学工作场所使用核素 <math>^{177}\text{Lu}</math>、<math>^{225}\text{Ac}</math>、<math>^{227}\text{Th}</math> 项目环境影响报告表》，2022年9月；</p>
--	--

	<p>(3) 《核医学工作场所环境影响后评价报告》，2024年1月；</p> <p>(4) 《济南市生态环境局关于山东第一医科大学附属肿瘤医院（山东省肿瘤防治研究院、山东省肿瘤医院）核医学工作场所改扩建项目环境影响报告表的批复》（济环辐表审[2021]20号），2021年11月17日；</p> <p>(5) 《济南市生态环境局关于核医学工作场所使用核素 <math>^{177}\text{Lu}</math>、<math>^{225}\text{Ac}</math>、<math>^{227}\text{Th}</math> 项目环境影响报告表的批复》（济环辐表审[2022]14号），2022年10月18日；</p> <p>(6) 《关于山东第一医科大学附属肿瘤医院核医学科治疗区场所部分变更请示的复函》，2024年1月12日。</p> <p><b>四、其他相关文件</b></p> <p>(1) 山东第一医科大学附属肿瘤医院（山东省肿瘤防治研究院、山东省肿瘤医院）核医学工作场所改扩建（二期）、核医学工作场所使用核素 <math>^{177}\text{Lu}</math>、<math>^{225}\text{Ac}</math>、<math>^{227}\text{Th}</math> 项目（二期）竣工环境保护验收监测委托书；</p> <p>(2) 医院辐射安全许可证、辐射安全管理规章制度等支持性资料。</p>
验收执行标准	<p><b>本项目验收执行标准与环评文件、批复要求执行标准一致，如下：</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）；</li> <li>2、《环境<math>\gamma</math>辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；</li> <li>3、《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；</li> <li>4、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）；</li> <li>5、《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）；</li> <li>6、《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；</li> <li>7、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</li> <li>8、《山东省医疗机构污染物排放控制标准》（DB37/596-2020）；</li> </ol>

9、《表面污染测定 第一部分：β 发射体（ $E_{\beta \text{ max}} > 0.15\text{MeV}$ ）和 α 发射体》（GB/T14056.1-2008）。

结合以上标准，本项目环境 γ 辐射空气吸收剂量率执行标准限值见下表：

序号		环评标准	验收标准
1	距甲癌及 $^{177}\text{Lu}$ 治疗工作场所、SPECT-CT 机房各控制区内房间防护门、观察窗和墙壁外表面 30cm 处周围剂量当量率	2.5μSv/h	2.5μSv/h
2	核医学工作场所人员偶尔居留的区域周围剂量当量率	10μSv/h	10μSv/h
3	职业人员的年管理剂量约束值	5mSv/a	5mSv/a
4	公众人员的年管理剂量约束值	0.1mSv/a	0.1mSv/a
5	职业工作人员手部的年管理剂量约束值	125mSv/a	125mSv/a

#### 工作场所的放射性表面污染控制水平（ $\text{Bq}/\text{cm}^2$ ）

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	$4 \times 10$	$4 \times 10$
	监督区	$4 \times 10^{-1}$	4	4
工作服、手套、工作鞋	控制区	$4 \times 10^{-1}$	$4 \times 10^{-1}$	4
	监督区			
手、皮肤、内衣、工作袜		$4 \times 10^{-2}$	$4 \times 10^{-2}$	$4 \times 10^{-1}$

注：1) 该区内的高污染子区除外

#### 水污染物排放浓度限值

污染物排放监控位置	污染物	一级标准	二级标准
放射性衰变池出口	总α（ $\text{Bq}/\text{L}$ ）	1	1
	总β（ $\text{Bq}/\text{L}$ ）	10	10

其他参考文件	<p>1、《山东省环境天然放射性水平调查研究报告》(山东省环境监测中心站，1989 年)；</p> <p>根据山东省环境监测中心站对山东省环境天然放射性水平的调查，济南市环境天然 <math>\gamma</math> 空气吸收剂量率见下表：</p> <p style="text-align: center;"><b>济南市环境天然<math>\gamma</math>空气吸收剂量率(<math>\times 10^{-8}\text{Gy/h}</math>)</b></p> <table border="1" data-bbox="459 808 1404 1055"> <thead> <tr> <th>监测内容</th> <th>范 围</th> <th>平均值</th> <th>标准差</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>原 野</td> <td>4.43~8.08</td> <td>6.26</td> <td>0.77</td> </tr> <tr> <td>道 路</td> <td>1.84~6.88</td> <td>4.12</td> <td>1.40</td> </tr> <tr> <td>室 内</td> <td>6.54~12.94</td> <td>8.94</td> <td>1.91</td> </tr> </tbody> </table> <p>注：表中数据摘自 1989 年《山东省环境天然放射性水平调查研究报告》，山东省环境监测中心站 1989 年。</p>	监测内容	范 围	平均值	标准差	原 野	4.43~8.08	6.26	0.77	道 路	1.84~6.88	4.12	1.40	室 内	6.54~12.94	8.94	1.91
监测内容	范 围	平均值	标准差														
原 野	4.43~8.08	6.26	0.77														
道 路	1.84~6.88	4.12	1.40														
室 内	6.54~12.94	8.94	1.91														

表 2 项目建设概况

## 2.1 项目建设内容

### 2.1.1 建设单位情况

山东第一医科大学附属肿瘤医院（山东省肿瘤防治研究院、山东省肿瘤医院）始建于 1958 年，隶属于山东第一医科大学（山东省医学科学院），山东省卫生健康委为业务主管部门，是一所集医疗、科研、教学、预防与保健为一体并跨省区服务的省级肿瘤防治研究中心，是肿瘤学国家临床重点专科建设单位、国家疑难病症诊治能力提升工程项目储备库入选单位、国家药物临床试验机构、山东省一类科研院所、山东省临床医学中心，为山东省癌症中心、山东省抗癌协会和山东省肿瘤防办挂靠单位，连续十二年位居复旦版肿瘤专科声誉排行榜第六位、省级肿瘤专科医院之首。

医院占地面积近 500 亩，建筑面积 33.97 万平方米，资产总值近 60 亿元，在职职工 2529 人，开放床位 1950 张，年门诊量 40 万人次。拥有中国工程院院士 1 人，中央联系的高级专家、中央保健会诊专家、享受国务院政府特贴、长江学者青年专家和“万人计划”专家等 10 余人，泰山学者攀登计划专家、泰山学者特聘专家、泰山学者青年专家、省有突出贡献的中青年专家、齐鲁卫生与健康领军人才和杰青人才等 70 余人。

《山东第一医科大学附属肿瘤医院（山东省肿瘤防治研究院、山东省肿瘤医院）核医学工作场所改扩建项目环境影响报告表》于 2021 年 11 月 17 日取得济南市生态环境局批复，批复文号为济环辐表审[2021]20 号。

《核医学工作场所使用核素<sup>177</sup>Lu、<sup>225</sup>Ac、<sup>227</sup>Th项目环境影响报告表》于 2022 年 10 月 18 日取得济南市生态环境局批复，批复文号为济环辐表审[2022]14 号。

由于核医学工作场所布局、核素用量、患者路径发生变化，医院于 2024 年 1 月编制了《核医学工作场所环境影响后评价报告》，并于 2024 年 1 月 12 日取得济南市生态环境局《关于山东第一医科大学附属肿瘤医院核医学科治疗区场所部分变更请示的复函》。

山东第一医科大学附属肿瘤医院（山东省肿瘤防治研究院、山东省肿瘤医院）现持有生态环境部于 2025 年 2 月 13 日颁发的辐射安全许可证，证书编号为：国环辐证（00520），种类和范围为：使用 I 类、III 类、V 类放射源；使用 I 类、II 类、III 类射线装置；生产、使用非密封放射性物质，乙级、丙级非密封放射性物质工作场所，有效期至：2028 年 11 月 30 日。

本项目各工作场所动工时间分别为 2021 年 11 月、2022 年 10 月，防护装置及防护设施、设备调试运行时间为 2025 年 2 月。

### 2.1.2 建设内容和规模

项目分期建设、分期验收。本次验收为项目二期验收，包括核医学诊断治疗工作场所 SPECT-CT 检查室 2 及甲癌及  $^{177}\text{Lu}$  治疗工作场所，建设内容包括：①改造 1 间 SPECT-CT 机房 2；②核医学科治疗区 8 间病房划分为 4 间甲癌病房、4 间  $^{177}\text{Lu}$  治疗病房，将走廊北侧 5 间甲癌病房中最西侧 2 间调整为  $^{177}\text{Lu}$  治疗病房，将走廊南侧 3 间甲癌病房中西侧 2 间调整为  $^{177}\text{Lu}$  治疗病房，抢救室按照“核医学工作场所改扩建项目”布局设置于走廊北侧西头；改造后  $^{177}\text{Lu}$  治疗区及甲癌治疗区之间设置门禁，在甲癌病房 3 和 4 之间设置门禁， $^{177}\text{Lu}$  治疗位于场所西部，甲癌治疗区位于场所东部。同时对应调整核医学治疗区患者路径③降低核素用量： $^{131}\text{I}$  核素治疗每日最多接诊 5 名患者，每 4 天开展一批，年最多接诊 400 人次，日最大使用  $2.775 \times 10^{10}\text{Bq}$ （750mCi），日等效最大操作量  $2.775 \times 10^9\text{Bq}$ ，年最大操作量  $2.22 \times 10^{12}\text{Bq}$ （60Ci）；核素  $^{177}\text{Lu}$  用量与原环评保持一致；④对甲癌及  $^{177}\text{Lu}$  治疗工作场所的放射性废气收集及吸附装置进行改造，将甲癌治疗区与  $^{177}\text{Lu}$  治疗区放射性废气收集及处理系统分开，两区域单独收集并处理；⑤核医学科治疗区所设 4 间甲癌病房，4 间  $^{177}\text{Lu}$  病房，均带有病人专用卫生间，同时在卫生通过间、抢救室、清洁用品存放间设置地漏或洗手池，以上区域产生废水通过专用收集管道收集至核医学科治疗区所专用放射性废水衰变系统，衰变池仍利用医院现有 2 套放射性废水衰变系统。核医学工作场所改扩建项目一期和核医学工作场所使用核素  $^{177}\text{Lu}$ 、 $^{225}\text{Ac}$ 、 $^{227}\text{Th}$  项目一期已于 2023 年 5 月 5 日完成自主验收。

### 2.1.3 项目总平面图布置、建设地点和周围环境敏感目标

核医学工作场所改扩建项目（二期）、核医学工作场所使用核素  $^{177}\text{Lu}$ 、 $^{225}\text{Ac}$ 、 $^{227}\text{Th}$  项目（二期）位于山东省济南市槐荫区济兗路 440 号医院东南部核医学科。医院地理位置图见图 2-1；平面布置图见图 2-2；周围环境影像图见图 2-3；核医学科平面布置图见图 2-4。

本项目平面布局与原环评对比变化情况：将核医学科治疗区 8 间病房划分为 4 间甲癌病房、4 间  $^{177}\text{Lu}$  治疗病房，将走廊北侧 5 间甲癌病房中最西侧 2 间调整为  $^{177}\text{Lu}$  治疗病房，将走廊南侧 3 间甲癌病房中西侧 2 间调整为  $^{177}\text{Lu}$  治疗病房，抢救室按照“核医学工作场所改扩建项目”布局设置于走廊北侧西头。变动情况已取得济南市生态环境局《关

于山东第一医科大学附属肿瘤医院核医学科治疗区场所部分变更请示的复函》。本次验收区域平面布置与《核医学工作场所环境影响后评价报告》中一致。

验收范围内共存在 5 处环境保护目标，与环评阶段保持一致，本次验收项目 50m 范围内环境保护目标情况见表 2-1。

**表 2-1 济兖路院区主要环境保护目标一览表**

序号	环境敏感目标	人员	方位及距离	敏感目标规模特征	备注
1	项目所在建筑（含后装治疗中心、核医学科及设备物质部）	辐射工作人员 14 名，公众成员为流动人员	项目所在建筑	单层平房	同环评
2	PET-CT 中心	公众成员，为流动人员	S, 5m	地上 2 层楼房	同环评
3	放疗楼	公众成员，为流动人员	W, 20m	地上 2 层楼房	同环评
4	辅助用房	公众成员，为流动人员	E, 15m	单层平房	同环评
5	陪护用房	公众成员，为流动人员	S, 40	单层平房	同环评

本项目现场勘探情况照片见表 2-2。

**表 2-2 本项目现场勘探情况照片表**

	
1、SPECT-CT 设备	2、控制台、观察窗



3、急停按钮、对讲装置



4、防护门、指示灯及警告标识



5、制度上墙



6、放射性废物污物箱

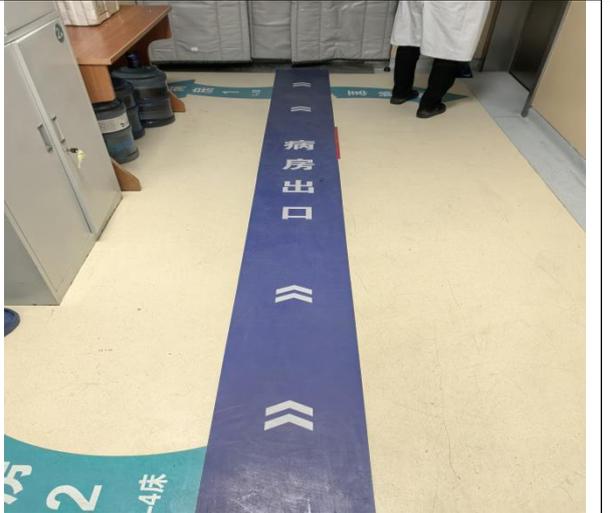
SPECT-CT 现场照片



1、病房门禁、警告标识、指示标



2、病房内铅屏风

	
<p>3、病房防护门及固定式剂量监测仪</p>	<p>4、患者通道指示标</p>
	
<p>5、卫生通过间</p>	<p>6、分区标识</p>
	
<p>7、储源间</p>	<p>8、<math>^{131}\text{I}</math> 放射性废物桶</p>

	
9、碘自动分装仪	10、衰变池
	
室顶排风口	12、监测设备
甲癌及 $^{177}\text{Lu}$ 治疗区现场照片	

### 2.1.4 环境影响报告表及其审批部门审批决定建设内容与实际建设内容情况说明

核医学工作场所改扩建项目（二期）、核医学工作场所使用核素  $^{177}\text{Lu}$ 、 $^{225}\text{Ac}$ 、 $^{227}\text{Th}$  项目（二期）环境影响报告表及批复建设内容与现场验收情况对比见表 2-3。

表 2-3 本次验收项目环境影响报告表批复建设内容与验收情况对比表

项目名称	环境影响报告表批复意见	验收时落实情况	备注
核医学工作场所改扩建项目（二期）	该项目位于济南市槐荫区济兗路 440 号山东第一医科大学附属肿瘤医院，拟对院区东部现有核医学工作场所进行改扩建，改造后，核医学诊断及甲癌治疗分成 2 个工作场所。核医学科西部为核医学诊断治疗工作场所，使用 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 $^{89}\text{Sr}$ 、 $^{223}\text{Ra}$ ，贮存 $^{99\text{m}}\text{Mo}$ 、 $^{125}\text{I}$ 粒籽源，日等效最大操作量为 $8.604 \times 10^8 \text{Bq}$ ；核医学科东部为甲癌治疗工作场所，使用 $^{131}\text{I}$ 开展甲癌放射治疗，	①改造 1 间 SPECT-CT 机房 2；②核医学科治疗区 8 间病房划分为 4 间甲癌病房、4 间 $^{177}\text{Lu}$ 治疗病房，将走廊北侧 5 间甲癌病房中最西侧 2 间调整为 $^{177}\text{Lu}$ 治疗病房，将走廊南侧 3 间甲癌病房中西侧 2 间调整为 $^{177}\text{Lu}$ 治疗病房，抢救室按照“核医学工作场所改扩建项目”布局设置于走廊北侧西头；改造后 $^{177}\text{Lu}$ 治疗区及甲癌治疗区之间设置门禁，在甲癌病房 3 和 4 之间设置门禁， $^{177}\text{Lu}$	项目变动内容与《核医学工作场所环境影响后评价报告》中评价变化内容一致。变动内容已于 2024 年 1 月 12 日取得济南市生态

核医学工作场所使用核素 $^{177}\text{Lu}$ 、 $^{225}\text{Ac}$ 、 $^{227}\text{Th}$ 项目（二期）	<p>日等效最大操作量为 <math>3.96 \times 10^9 \text{Bq}</math>，均属乙级非密封放射性物质工作场所。</p> <p>山东第一医科大学附属肿瘤医院位于济南市槐荫区济兗路 440 号，医院核医学科改建项目环境影响评价报告已于 2021 年 11 月 17 日取得济南市生态环境局批复（批复文号济环辐表审〔2021〕20 号）。现为满足诊疗需求，医院拟在核医学科新增使用放射性核素 <math>^{177}\text{Lu}</math>、<math>^{225}\text{Ac}</math>、<math>^{227}\text{Th}</math>，因核医学科西部改建施工工期持续 3-4 个月，改建过程中在现有核医学科工作场所内使用此 3 种核素，改建完成后在改建后的核医学科工作场所内使用。改建后，核医学科西部核医学诊断治疗工作场所增加 <math>^{177}\text{Lu}</math>（日等效最大操作量为 <math>7.4 \times 10^8 \text{Bq}</math>）、<math>^{225}\text{Ac}</math>（日等效最大操作量为 <math>7.4 \times 10^7 \text{Bq}</math>）、<math>^{227}\text{Th}</math>（日等效最大操作量为 <math>7.4 \times 10^7 \text{Bq}</math>）后日等效最大操作量为 <math>1.78 \times 10^9 \text{Bq}</math>，属于乙级非密封放射性物质工作场所；核医学科东部甲癌及 <math>^{177}\text{Lu}</math> 治疗工作场所布局进行调整，同时增加 <math>^{177}\text{Lu}</math>（日等效最大操作量为 <math>7.4 \times 10^8 \text{Bq}</math>）后日等效最大操作量为 <math>4.0 \times 10^9 \text{Bq}</math>，属于乙级非密封放射性物质工作场所。</p>	<p>治疗位于场所西部，甲癌治疗区位于场所东部。同时对应调整核医学治疗区患者路径。③降低核素用量：<math>^{131}\text{I}</math> 核素治疗每日最多接诊 5 名患者，每 4 天开展一批，年最多接诊 400 人次，日最大使用 <math>2.775 \times 10^{10} \text{Bq}</math>（750mCi），日等效最大操作量 <math>2.775 \times 10^9 \text{Bq}</math>，年最大操作量 <math>2.22 \times 10^{12} \text{Bq}</math>（60Ci）；核素 <math>^{177}\text{Lu}</math> 用量与原环评保持一致；④对甲癌及 <math>^{177}\text{Lu}</math> 治疗工作场所的放射性废气收集及吸附装置进行改造，将甲癌治疗区与 <math>^{177}\text{Lu}</math> 治疗区放射性废气收集及处理系统分开，两区域单独收集并处理；⑤核医学科治疗区所设 4 间甲癌病房，4 间 <math>^{177}\text{Lu}</math> 病房，均带有病人专用卫生间，同时在卫生间通过间、抢救室、清洁用品存放间设置地漏或洗手池，以上区域产生废水通过专用收集管道收集至核医学科治疗区所专用放射性废水衰变系统，衰变池仍利用医院现有 2 套放射性废水衰变系统。其它内容已验收完成。</p>	<p>环境局《关于山东第一医科大学附属肿瘤医院核医学科治疗区场所部分变更请示的复函》。</p>
核医学工作场所环境影响报告	<p>①降低核素用量：<math>^{131}\text{I}</math> 核素治疗每日最多接诊 5 名患者，每 4 天开展一批，年最多接诊 400 人次，日最大使用 <math>2.775 \times 10^{10} \text{Bq}</math>（750mCi），日等效最大操作量 <math>2.775 \times 10^9 \text{Bq}</math>，年最大操作量 <math>2.22 \times 10^{12} \text{Bq}</math>（60Ci）；②核素用量与原环评保持一致：<math>^{177}\text{Lu}</math> 核素治疗每年开展 100 日，单日最大接诊 1 人，每人最大用量为 <math>7.4 \times 10^9 \text{Bq}</math>（200mCi），则日最大使用 <math>7.4 \times 10^9 \text{Bq}</math>（200mCi），日等效最大操作量 <math>7.4 \times 10^8 \text{Bq}</math>，年最大操作量 <math>7.4 \times 10^{12} \text{Bq}</math>（20Ci）；③房间布局：将核医学科治疗区 8 间病房划分为 4 间甲癌病房、4 间 <math>^{177}\text{Lu}</math> 治疗病房，将走廊北侧 5 间甲癌病房中最西侧 2 间调整为 <math>^{177}\text{Lu}</math> 治疗病房，将走廊南侧 3 间甲癌病房中西侧 2 间调整为 <math>^{177}\text{Lu}</math> 治疗病房，抢救室按照“核医学工作场所改扩建项目”布局设置于走廊北侧西头；④患者路径：<math>^{177}\text{Lu}</math> 治疗患者住院前在护士站登记由核医学科治疗工作</p>	<p>①降低核素用量：<math>^{131}\text{I}</math> 核素治疗每日最多接诊 5 名患者，每 4 天开展一批，年最多接诊 400 人次，日最大使用 <math>2.775 \times 10^{10} \text{Bq}</math>（750mCi），日等效最大操作量 <math>2.775 \times 10^9 \text{Bq}</math>，年最大操作量 <math>2.22 \times 10^{12} \text{Bq}</math>（60Ci）；②核素用量与原环评保持一致：<math>^{177}\text{Lu}</math> 核素治疗每年开展 100 日，单日最大接诊 1 人，每人最大用量为 <math>7.4 \times 10^9 \text{Bq}</math>（200mCi），则日最大使用 <math>7.4 \times 10^9 \text{Bq}</math>（200mCi），日等效最大操作量 <math>7.4 \times 10^8 \text{Bq}</math>，年最大操作量 <math>7.4 \times 10^{12} \text{Bq}</math>（20Ci）；③房间布局：将核医学科治疗区 8 间病房划分为 4 间甲癌病房、4 间 <math>^{177}\text{Lu}</math> 治疗病房，将走廊北侧 5 间甲癌病房中最西侧 2 间调整为 <math>^{177}\text{Lu}</math> 治疗病房，将走廊南侧 3 间甲癌病房中西侧 2 间调整为 <math>^{177}\text{Lu}</math> 治疗病房，抢救室按照“核医学工作场所改扩建项目”布局设置于走廊北侧西头；④患者路径：<math>^{177}\text{Lu}</math> 治疗患者住院前在护士站登记由核医学科治疗工作</p>	<p>与后评价报告一致。</p>

场所西侧患者入口进入场所控制区后直接进入病房，医护人员在病房内为患者注射，注射后在病房内住院观察，注射后 1 天须至 SPECT-CT 机房扫描，工作人员合理安排分流患者，做好患者屏蔽，住院 3d 后，符合出院要求后由东侧患者出口离开核医学科治疗场所。	场所西侧患者入口进入场所控制区后直接进入病房，医护人员在病房内为患者注射，注射后在病房内住院观察，工作人员合理安排分流患者，做好患者屏蔽，住院 3d 后，符合出院要求后由东侧患者出口离开核医学科治疗场所。
--	--

## 2.2 源项情况

本次验收涉及非密封放射性物质和射线装置，非密封放射性物质相关参数见表 2-4，射线装置参数见表 2-5。

表 2-4 本次验收涉及非密封放射性物质一览表

核素名称	物理状态	日等效最大操作量 (Bq)	操作时间 (h)	年操作量 (Bq)	毒性因子	操作方式	暂存方式	备注
$^{131}\text{I}$	液体、中 毒组	$2.775 \times 10^9$	179.55	$2.22 \times 10^{12}$	$\beta$ 射线、 $\gamma$ 射线	简单的 操作	场所储 源间内	与后评 价报告 一致
$^{177}\text{Lu}$	液体、中 毒组	$7.4 \times 10^8$	46.66	$7.4 \times 10^{12}$	$\beta$ 射线、 $\gamma$ 射线	简单的 操作	场所储 源间内	

注：本次仅增加  $^{177}\text{Lu}$  病房，核素量不变。

表 2-5 本次验收涉及射线装置一览表

名称	型号	类型	射线种类	管电压 (kV)	管电流 (mA)
SPECT-CT	GE 870pro	III 类	X 射线	140	440

## 2.3 工程设备与工艺分析

### 一、核医学工作场所改扩建项目（二期）

#### 1、设备组成、基本原理和工作流程

##### (1) 设备组成

本次验收内容为使用核素  $^{131}\text{I}$  开展甲癌治疗和 1 台 SPECT-CT，主要包括甲癌治疗工作场所和 SPECT-CT 检查室 2。

##### (2) $^{131}\text{I}$ 治疗机理

甲状腺具有高度选择性摄取  $^{131}\text{I}$  的功能，功能亢进的甲状腺组织摄取量将更多。 $^{131}\text{I}$  在甲状腺内停留的时间较长，在甲亢或甲癌患者甲状腺内的有效半衰期约 3~5 天。 $^{131}\text{I}$  衰变时主要发射  $\beta$ -粒子，且射程短，仅约 2~3mm，对周围正常组织一般无影响。因此，大剂量  $^{131}\text{I}$  进入功能亢进的甲状腺组织，这些组织在  $\beta$ -粒子集中且较长时间的作用下将遭受部分抑制或破坏取得类似部分切除甲状腺的效果，达到治疗甲亢或甲癌的目的。

##### (3) SPECT-CT 扫描诊断工作原理

单光子发射计算机断层成像术(Single-Photon Emission Computed Tomography, SPECT)

是借助于单光子核素标记药物来实现体内功能和代谢显像的仪器，它是核医学影像的基本仪器之一。它的特点是能够反映组织器官的血流灌注和物质代谢方面的信息，同时所使用的核素半衰期较长，易于制备和运输，所以使用成本低，便于推广。但由于分辨率的限制，无法清晰地显示解剖结构，造成病灶的定位困难。目前 SPECT/CT 融合机型已经产生，能够将 SPECT 的功能图像与诊断 CT 的图像精确地融合起来，弥补了 SPECT 在解剖定位和分辨率方面的不足。

SPECT-CT 的基本成像原理是：首先病人需要摄入含有半衰期适当的放射性同位素药物，在药物到达所需要成像的断层位置后，由于放射性衰变，将从断层处发出  $\gamma$  光子，位于外层的  $\gamma$  照相机探头的每个灵敏点探测沿一条投影线（Ray）进来的  $\gamma$  光子，通过闪烁体将探测到的高能  $\gamma$  射线转化为能量较低但数量很大的光信号，通过光电倍增管将光信号转化为电信号并进行放大，得到的测量值代表人体在该投影线上的放射性之和。在同一条直线上的灵敏点可探测人体一个断层上的放射性药物，它们的输出称作该断层的一维投影（Projection）。图中各条投影线都垂直于探测器并互相平行，故称之为平行束，探测器的法线与 X 轴的交角  $\theta$  称为观测角（View）。 $\gamma$  照相机是二维探测器，安装了平行孔准直器后，可以同时获取多个断层的平行束投影，这就是平片。平片表现不出投影线上各点的前后关系。要想知道人体在纵深方向上的结构，就需要从不同角度进行观测。可以证明，知道了某个断层在所有观测角的一维投影，就能计算出该断层的图像。CT 设备的主要功能是获取投影数据和重建断层图像。

#### （4） $^{131}\text{I}$ 诊疗流程

需要服药的患者由场所西侧住院入口进入场所，由自动分装仪对药物进行分装，患者在服碘窗口处自行取药服用，服药后患者进入甲癌病房进行治疗，3-4 天左右进行 SPECT-CT 扫描，约第 4-5 天离院。

##### a、病人扫描流程

治疗流程如图 2-5：

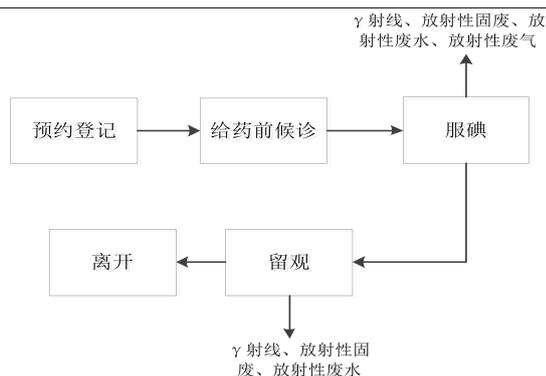


图 2-5  $^{131}\text{I}$  治疗流程及产污环节图

①治疗前准备；

②需要服药的患者根据预约，患者进入用药前候诊区等待，听到呼叫后有场所西部入口进入场所，在走廊东部服碘窗处服药；

③由自动分装仪按照不同病人服用  $^{131}\text{I}$  的剂量分装药物，患者按照医生指示在服碘室窗自行取药服用；

④甲癌患者由患者通道进入病房内观察，约第 4-5 天由场所东部出口离开场所离院；

#### b、药物使用流程

本项目放射性药物拟从原子高科购买，购买时为未分装药物，药物外有铅罐及铅箱进行防护。药物由专业公司负责运输，运输人员储源间东侧入口进入储源间，运输人员原路返回离开。

药物使用时，工作人员将药物转移至碘分装室内，在碘分装室分装仪内完成药物分装工作，由自动分装仪按照不同病人服用  $^{131}\text{I}$  的剂量分装药物，患者按照医生指示在服碘窗口自行取药服用。



图 2-6 药物使用流程图及产污环节图

#### c、医护人员路线

医护人员只在患者服药前将药物转移至分装仪，患者服药过程及留观过程中医护人员不进入场所。

## 2、人员配备及工作时间

本项目核医学科工作人员为医院现有核医学科工作人员，共 19 人。

根据医院提供资料和实际操作过程， $^{131}\text{I}$  转移及打开工作由护士负责，转移过程年最大近距离接触  $^{131}\text{I}$  的时间不超过 4.17h，打开铅罐过程年最大近距离接触  $^{131}\text{I}$  的时间不超过 0.35h；摆位、操作工作由放射诊断工作场所内工作人员负责，摆位过程年最大近距离接触  $^{131}\text{I}$  的时间不超过 8.33h，操作过程年最大近距离接触  $^{131}\text{I}$  的时间不超过 166.7h。

### 3、污染源分析及评价因子

#### ①放射性固体废物

主要为放射性药物操作过程中沾染核素的手套、药棉、纱布、吸水纸、一次性纸杯等，以及剩余核素、放射性废气处理系统产生的废活性炭。

#### ②表面污染

工作人员在操作非密封放射性物质（ $^{131}\text{I}$ ）时，不可避免地会引起工作台、地面等放射性沾污，造成 $\beta$ 放射性表面污染。

#### ③放射性废水

患者服用放射性药物后，所产生的排泄物、呕吐物及冲洗水等含有放射性核素。另外，场所清洗去污可产生放射性废水。

#### ④放射性废气

$^{131}\text{I}$  是挥发性核素，储存过程中会产生微量的放射性废气。

#### ⑤ $\gamma$ 射线

$^{131}\text{I}$  在衰变过程中释放出 $\gamma$ 射线，可能会对周围环境造成一定的影响。

#### ⑥ $\beta$ 射线和韧致辐射

本评价项目  $^{131}\text{I}$  核素在衰变过程中释放出 $\beta$ 射线， $\beta$ 射线在空气及人体组织中射程均较短，较容易防护，不会对环境产生辐射污染。

⑦X 射线。本项目 SPECT-CT 诊断时开机并使用 CT 功能时产生 X 射线，X 射线对周围环境造成一定影响。关机时，X 射线随之消失。

虽然 $\beta$ 射线穿透能力弱，在空气及人体组织中射程较短，但核素盛放在玻璃容器中时 $\beta$ 射线易与容器壁作用产生韧致辐射，韧致辐射可能会对周围环境会产生辐射污染。

综合上述分析，正常工况下：

本次验收区域主要污染因素为  $\gamma$  射线、X 射线、表面污染、放射性固体废物、放射性废水、放射性废气。

## 二、核医学工作场所使用核素 $^{177}\text{Lu}$ 、 $^{225}\text{Ac}$ 、 $^{227}\text{Th}$ 项目（二期）

## 1、设备组成、基本原理和工作流程

本次验收内容为  $^{177}\text{Lu}$  专用病房区域。 $^{177}\text{Lu}$  的合成、标记、分装工作依托放射性核素诊断治疗工作场所，已验收完成。

### （1） $^{177}\text{Lu}$ 工作原理

$\text{Lu-177}$  属于专门用于所谓的肽受体放射性核素治疗。此外，药物分子还包含一个转运部分一种蛋白质分子，可以识别位于癌细胞表面并与之结合的靶向受体。放射性成分附着在这种蛋白质载体上，从而可以将放射性核素靶向递送至恶性细胞。 $^{177}\text{Lu}$  是一种比较理想的治疗用金属核素，半衰期为 6.7 天，衰变产生三种能量的  $\beta$ -粒子，在组织中的平均射程为  $670\ \mu\text{m}$ ，其  $\beta$ -粒子能量相对较低，在对病灶产生辐射作用时对骨髓抑制较轻，特别适合用于小体积肿瘤及转移灶（ $<3\text{mm}$ ）治疗且不会对周围正常组织造成较大损伤；另外其发射的低能  $\gamma$  射线可用于显像及放射治疗效果的评价。 $^{177}\text{Lu}$  标记的放射性药物可以分为三类： $^{177}\text{Lu}$  标记的多肽、 $^{177}\text{Lu}$  标记的单克隆抗体和  $^{177}\text{Lu}$  标记小分子化合物。目前有一种  $^{177}\text{Lu}$  标记的多肽已获批上市，用于胃肠胰腺神经分泌肿瘤患者的治疗。

### （2）治疗流程

#### 1) 患者治疗流程

①在核医学科进行  $\text{Lu-177}$  标记的放射性药物治疗，给药剂量分别为  $200\text{mCi}/\text{人}$ 。注射前 1 h，给病人注射抗呕吐药物（5-HT3 拮抗剂），注射前 30 min 经输液泵给病人以  $320\text{ml}/\text{h}$  速度输注氨基酸溶液，持续注射 4 h。氨基酸溶液为 25 g 赖氨酸和 25g 精氨酸溶于 1L 生理盐水中。

②将制备好的放射性药物用生理盐水稀释到 10-15ml。用带铅屏蔽套的 30 mL 注射器将所需剂量的放射性药物抽出，经活度计确认注射前放射性活度并记录。患者注射前已埋置留置针，注射时只需将注射器通过三通阀与输液泵连接，设置 30 分钟内完成输液。向注射器内注入生理盐水，以  $400\text{ml}/\text{h}$  速度注入生理盐水。冲洗完毕后，卸下注射器测量残余放射性并记录。

③ $^{177}\text{Lu}$  治疗拟定 3 天住院计划。时间安排为：

a) Day0: 注射 5%氨基酸溶液及  $^{177}\text{Lu-DOTATATE}$ 。专业医师在给药前进入病房进行查体，确认患者一般情况后由护士给药。

b) Day1-3: 给药 24 小时后，若患者无特殊不适，专业医师可于 Day0、Day1 进入病房后于 1m 以外观察换恶化一般情况，之后 Day2、Day3 可与患者保持电话沟通，必

要时进入病房。

若患者出现不良反应（如恶心、呕吐、皮疹、发热等），专业医师进入病房后可身着铅衣观察并指导处理。

治疗流程如图 2-3：

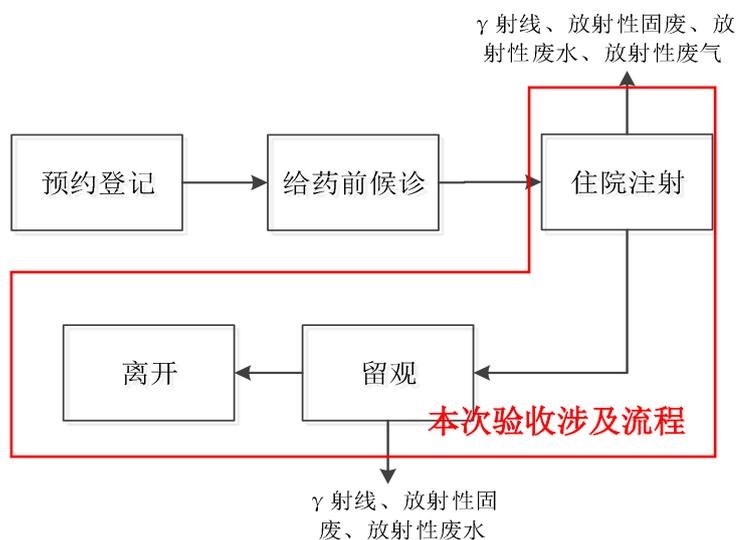


图 2-7  $^{177}\text{Lu}$  治疗流程及产污环节图

## 2) 药物使用流程

1、反应前准备阶段：将装有  $\text{Lu-177Cl}_3$  母液的西林瓶放入活度计进行总活度测量，按所需核素活度用量进行分装。此过程需要在铅屏蔽的手套箱中手动接触操作 2-3 分钟，辐照部位主要为操作人员双手及前臂。

2、合成及转移阶段： $\text{Lu-177Cl}_3$  母液分装、反应体系配制、加热标记、产品分离纯化、产品质控。具体操作如下：将装有  $\text{Lu-177Cl}_3$  母液的西林瓶放入铅屏蔽的手套箱铅罐内，根据需要分装成所需活度。取适量前体、乙酸盐缓冲溶液、乙腈配制反应体系溶液，取所需活度的  $\text{Lu-177Cl}_3$  溶液加入上述体系中，密封后于  $95^\circ\text{C}$  下反应 15min。冷却后，用 10mL 的去离子水稀释反应体系，然后通过活化后的 C18 柱。先用 10mL 的去离子水冲洗柱子除去游离的  $\text{Lu-177}$  离子和再用 0.6mL 乙醇淋洗，得到目标产物。将产品用生理盐水稀释并通过  $0.22\mu\text{m}$  的无菌滤膜装于无菌西林瓶中，并取适量进行质控。

3、给药：采用注射器泵送法。护理人员穿戴适当的个人防护设备，在处理小瓶时使用钳子，以尽量减少辐射暴露。给药前，用适当的剂量校准器确认放射性肽小瓶（和注射器，如适用）的放射剂量，并在屏蔽屏下目视检查产品是否存在颗粒物和变色（如果存在颗粒物或变色，则不应使用小瓶）。输注过程应超过 30 分钟，不应以团注的形式给药。

本项目源由供源单位工作人员负责运输，运输人员经场所南部医务人员通道进入工作场所储源室内，运输人员原路返回离开。放射性药物由核医学科专人负责接收，并做好台账。放射性药物及放射性废物运输选择在人员活动较少的清晨时段，避免对无关人员造成污染。

药物使用时，工作人员在核医学诊断治疗工作场所手套箱内完成药物合成、标记、质检工作，然后将药物转移至  $^{177}\text{Lu}$  病房内为病人注射，药物转运时药物均在密闭容器中。

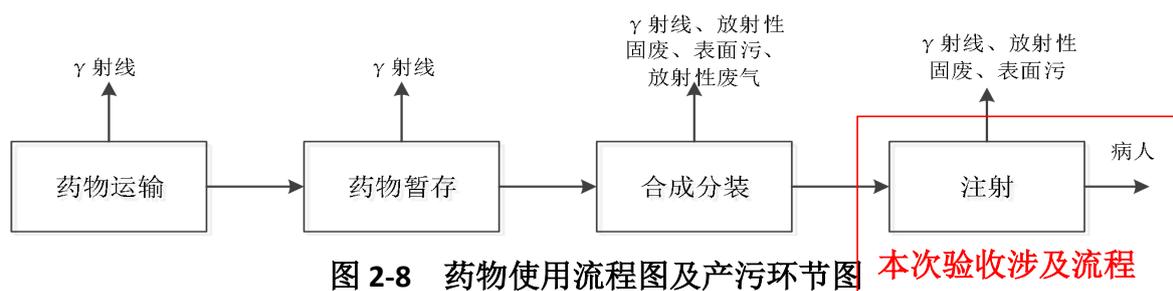


图 2-8 药物使用流程图及产污环节图 **本次验收涉及流程**

## 2、人员配备及工作时间

本项目核医学科工作人员为医院现有核医学科工作人员，共 15 人。

核素  $^{177}\text{Lu}$  使用过程中，辐射工作人员核素合成、标记分装、转运药物、为患者注射、摆位指导、扫描等工作已于一期验收完成，本次仅为  $^{177}\text{Lu}$  病房区域验收，主要为  $^{177}\text{Lu}$  治疗患者注射药物及留观。

根据医院提供资料和实际操作过程，注射过程年最大近距离接触  $^{177}\text{Lu}$  的时间不超过 3.33h/a。

## 3、污染源分析及评价因子

① $\gamma$ 射线。 $^{177}\text{Lu}$  在衰变过程中会释放 $\gamma$ 射线， $\gamma$ 射线穿透能力很强，会对周围环境造成辐射影响。

② $\beta$ 射线。 $^{177}\text{Lu}$  在衰变过程中释放出 $\beta$ 射线， $\beta$ 射线在空气及人体组织中射程均较短，较容易防护，不会对环境产生辐射污染。虽然 $\beta$ 射线穿透能力弱，在空气及人体组织中射程较短，但核素盛放在玻璃容器中时 $\beta$ 射线易与容器壁作用产生韧致辐射，韧致辐射经屏蔽措施屏蔽后对周围影响较小。

③表面污染。由于工作人员操作不熟练、误操作等原因造成  $^{177}\text{Lu}$  洒漏，对工作台、地面造成表面污染，患者排泄、呕吐对地面、前面、座椅、病床等造成表面污染。

④放射性废水。患者注射放射性药物后，所产生的排泄物、呕吐物及冲洗水等含有放射性核素。

⑤放射性固体废物。主要为放射性药物操作过程中污染的注射器、针头、手套、药棉、纱布、吸水纸、破碎杯皿。

综上所述，核医学诊断治疗项目的污染因素主要是  $\beta$  射线、 $\gamma$  射线、表面污染、放射性废水、放射性固体废物对环境的影响。

综上，本次验收的主要污染因素为  $\beta$  射线、 $\gamma$  射线、X 射线、表面污染、放射性废水、放射性固体废物、放射性废气。

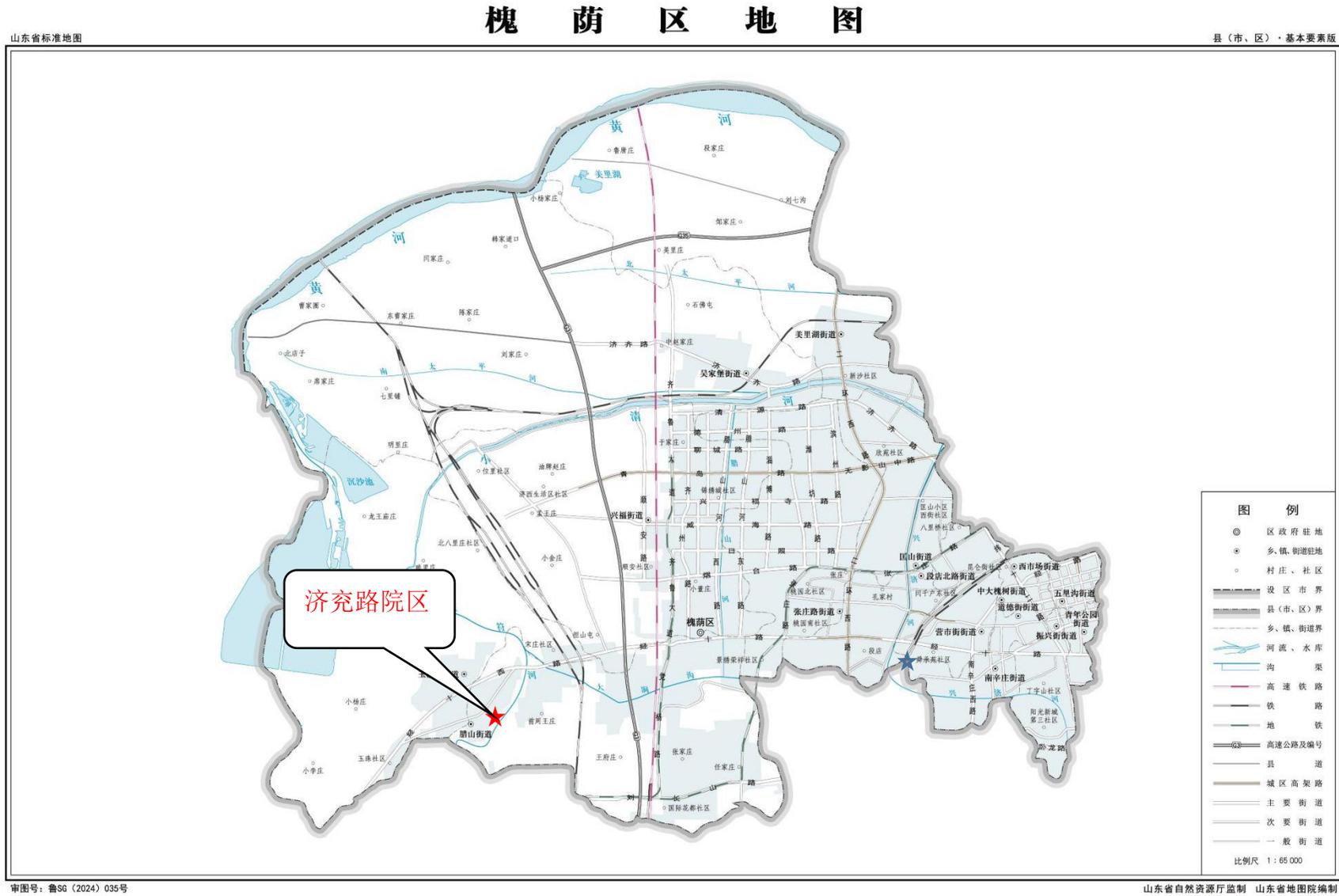


图 2-1 医院地理位置图



图 2-2 医院平面布置图

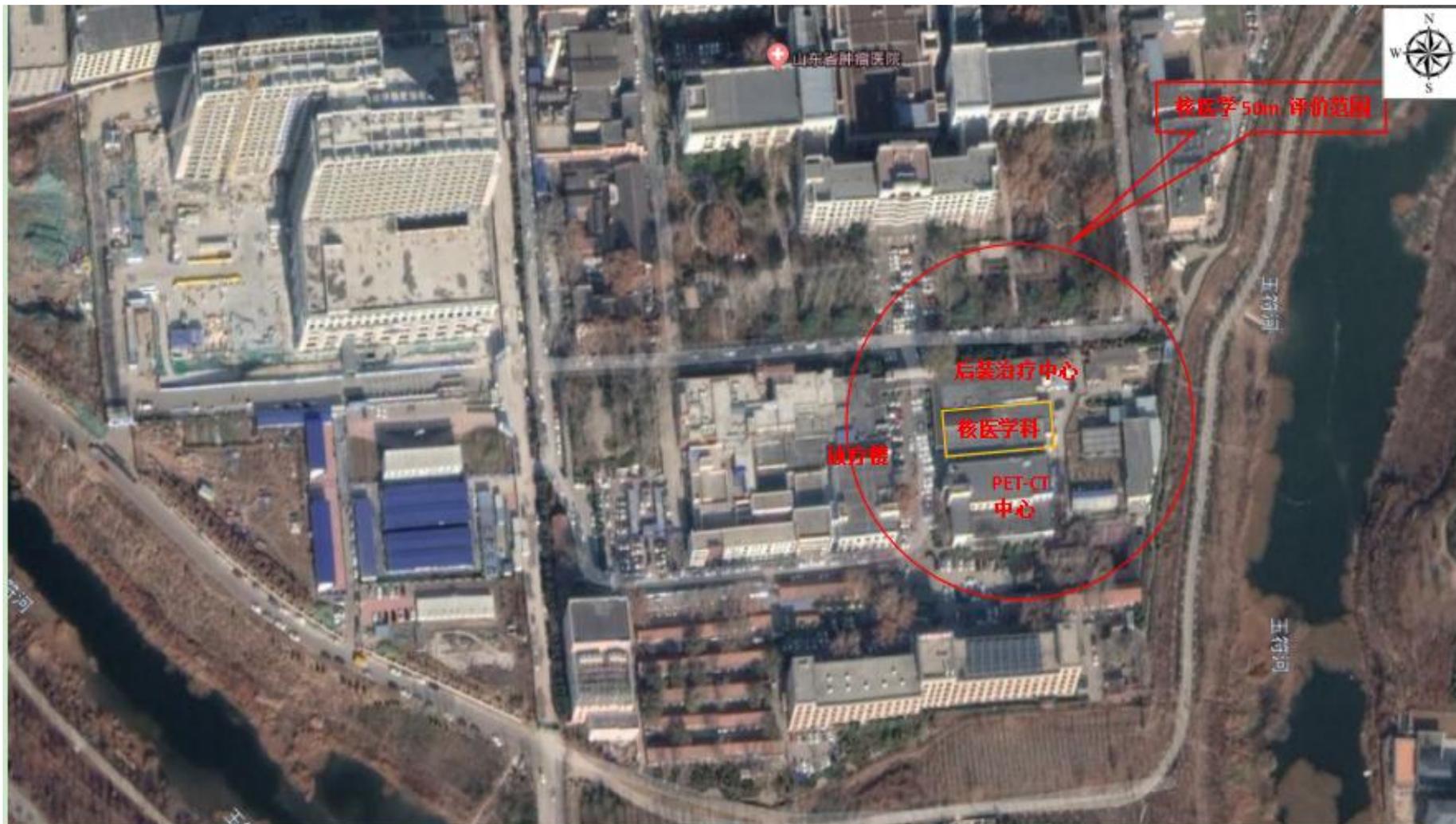


图 2-4 项目周围环境影像图（比例尺 1:2000）



图 2-4 核医学科平面布置图

表 3 辐射安全与防护设施/措施

## 一、辐射安全与防护设施建设情况

## 1、工作场所布局和分区管理

## (1) 场所布局

核医学工作场所改扩建项目（二期）、核医学工作场所使用核素  $^{177}\text{Lu}$ 、 $^{225}\text{Ac}$ 、 $^{227}\text{Th}$  项目（二期）均位于济兖路院区东南部核医学科内，核医学工作场所使用核素  $^{177}\text{Lu}$ 、 $^{225}\text{Ac}$ 、 $^{227}\text{Th}$  项目在“核医学工作场所改扩建项目”的基础上进行改造，改造过程中由于核医学工作场所布局、核素用量、患者路径发生变化，医院于 2024 年 1 月编制了《核医学工作场所环境影响后评价报告》，并于 2024 年 1 月 12 日取得济南市生态环境局《关于山东第一医科大学附属肿瘤医院核医学科治疗区场所部分变更请示的复函》。改造后为甲癌及  $^{177}\text{Lu}$  治疗工作场所， $^{177}\text{Lu}$  治疗区及甲癌治疗区之间设置门禁， $^{177}\text{Lu}$  治疗位于场所西部， $^{131}\text{I}$  甲癌治疗区位于场所东部。

甲癌及  $^{177}\text{Lu}$  治疗工作场所东侧为污水处理站，南侧为过道、PET-CT 中心，西侧为核医学诊断治疗工作场所，北侧为过道、物资设备部仓库、办公室等。甲癌及  $^{177}\text{Lu}$  治疗工作场所包括放射性药物贮存室（储源室）、分装给药室（碘分装室）、病房（甲癌病房、 $^{177}\text{Lu}$  病房）、给药后患者专用卫生间、值班室和放置急救设施的区域（抢救间）。同时还设置了清洁用品储存场所（清洁用品存放间）、员工休息室、更衣室、卫生间、护士站、去污淋浴间（卫生通过间内）、抢救室等辅助用房。

SPECT-CT 检查室 2 位于核医学科放射诊断工作场所内，SPECT-CT 检查室 2 北侧为 SPECT-CT 检查室 3，东侧为控制室，南侧为走廊，西侧为 SPECT-CT 检查室 3 的控制室。

核医学科平面布置图见图 2-4。

本项目场所周围环境详见表 3-1，场所平面布局与后评价报告一致，布局合理。

表 3-1 周围环境一览表

名称	方向	场所名称
甲癌及 $^{177}\text{Lu}$ 治疗工作场所	楼 上	无
	北 面	过道、物资设备部仓库、办公室等
	东 面	污水处理站
	南 面	过道，PET-CT 中心

	西面	核医学诊断治疗工作场所
	下方	土层
放射诊断工作场所	楼上	无
	北面	后装治疗中心
	东面	甲癌治疗工作场所
	南面	过道, PET-CT 中心
	西面	医院道路
	下方	土层

### (2) 分区管理

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对辐射工作场所的划分规定，应把辐射工作场所分为控制区和监督区以便于辐射防护管理和职业照射控制。根据该规定要求，本项目将工作场所各房间划分为“控制区”和“监督区”两区管理。

医院对本项目进行分区管理，控制区包括 SPECT-CT 检查室 2、甲癌及  $^{177}\text{Lu}$  治疗工作场所的储源室、碘分装室、4 间甲癌病房、4 间  $^{177}\text{Lu}$  治疗病房、工具间（清洁用品存放间）、被服间、抢救室、服药后患者走廊、衰变池，监督区包括 SPECT-CT 检查室 2 控制室、甲癌及  $^{177}\text{Lu}$  治疗工作场所的住院前候诊室、护士站、治疗室、护士值班室、多功能室、医生值班室、盥洗室、耗材库房、卫生间、卫生通过间等，并在控制区边界设置电离辐射警告标志。核医学科分区管理图见图 3-1。

### (3) 动线分析

核医学工作场所为患者通道和医护通道的双通道设计。

#### ① 患者路线

$^{177}\text{Lu}$  治疗患者住院前在护士站登记由核医学科治疗工作场所西侧患者入口进入场所控制区后直接进入病房，医护人员在病房内为患者注射，注射后在病房内住院观察，工作人员合理安排分流患者，做好患者屏蔽，住院 3d 后，符合出院要求后由东侧患者出口离开核医学科治疗场所。

$^{131}\text{I}$  甲癌治疗患者住院前在核医学科南侧护士站登记，听到叫号后患者经住院患者通道由甲癌治疗工作场所西侧患者入口进入场所控制区，患者经控制区患者走廊至场所东端服碘窗口服药，服药后进入相应病房住院观察，出院前至 SPECT-CT 机房扫描，由 SPECT-CT 工作场所诊断室工作人员合理安排分流患者，符合出院要求后由东侧患者出口离开甲癌治疗场所。

$^{177}\text{Lu}$  治疗患者住院结束离开场所路径与甲癌患者路径有部分交叉， $^{177}\text{Lu}$  治疗患者出院时，医护人员通过对讲装置及视频监控引导甲癌住院患者进入病房内，确保  $^{177}\text{Lu}$  治疗患者在走廊无甲癌患者时通过，避免其受到不必要的照射。

### ②医护人员路线

核医学诊断治疗工作场所涉及核素操作的医护人员由场所南部工作人员入口经医生通道进入卫生通过间、分装注射室、储源室等操作，结束诊疗后经卫生通过间原路离开工作场所。操作工作人员由场所南部进入控制室进 SPECT-CT 操作。

医护人员需进入场所为  $^{177}\text{Lu}$  治疗患者注射，医护人员由核医学诊断治疗工作场所卫生通过间向东经医护人员通道进入甲癌及  $^{177}\text{Lu}$  治疗工作场所，进入相应的  $^{177}\text{Lu}$  治疗病房为患者完成注射操作，操作结束后原路返回离开。

甲癌治疗区工作人员通过厂区南侧卫生通过间进入储源室，将药物  $^{131}\text{I}$  转移至碘分装室内，由自动分装仪完成药物分装工作，转移完成后原路返回离开。

### ③药物路线

放射性药物  $^{177}\text{Lu}$  由专业公司负责运输， $^{177}\text{Lu}$  运输人员经场所南部医务人员通道进入工作场所储源室内，运输人员原路返回离开。 $^{177}\text{Lu}$  在核医学诊断治疗工作场所分装注射室内完成合成标记等工作，然后由工作人员转运至甲癌及  $^{177}\text{Lu}$  治疗工作场所  $^{177}\text{Lu}$  治疗病房为患者注射，转运过程，医护人员由核医学诊断治疗工作场所卫生通过间向东经医护人员通道进入甲癌及  $^{177}\text{Lu}$  治疗工作场所，进入相应的  $^{177}\text{Lu}$  治疗病房为患者完成注射操作。

放射性药物  $^{131}\text{I}$  从原子高科购买，购买时为未分装药物，药物外有铅罐及铅箱进行防护。药物由专业公司负责运输，运输人员储源间东侧入口进入储源间，运输人员原路返回离开。

放射性药物由核医学科专人负责接收，并做好台账。放射性药物及放射性废物运输选择在人员活动较少的清晨时段，以避免对无关人员造成污染。

### ④放射性废物路线

本项目核医学诊断治疗工作场所、甲癌及  $^{177}\text{Lu}$  治疗工作场所产生的放射性废物收集后置于各自的储源间衰变箱中贮存，衰变后经检测满足清洁解控水平后，可按一般医疗废物处理，核医学诊断治疗工作场所固废经场所西北部出口运出，甲癌及  $^{177}\text{Lu}$  治疗工作场所由场所东侧出口运出，交由具有相应危险废物处置资质的单位进行规范处置。

工作场所人流物流具体路线见图 3-2。

## 2、屏蔽设施建设情况

本次验收各房间防护屏蔽参数见表 3-2。屏蔽设施与后评价报告一致。

表 3-2 本次验收涉及主要房间防护设施一览表

名称	长×宽 (m)	面积 (m <sup>2</sup> )	四周墙体 防护	室顶防 护	层高 (m)	防护门 铅当量	观察窗/注 射台铅当量
<b>核医学诊断治疗工作场所</b>							
SPECT-CT 机 房 2	7.25×7.35	53.29	370mm 实心砖	120mm 混凝土 +40mm 硫酸钡 砂	4.5m	5mmPb	观察窗： 5mmPb
场所进出防护门：5mmPb，并设有门禁，受检者走廊：370mm 实心砖							
<b>甲癌及 <math>^{177}\text{Lu}</math> 治疗工作场所</b>							
名称	长×宽 (m)	面积 (m <sup>2</sup> )	四周墙体 防护	室顶 防护	房高 (m)	防护门 铅当量	观察窗/注 射台铅当量
卫生通过间	3.96×1.48	5.86	南墙 120mm 实 心砖，东墙 240mm 实心砖， 西墙、北墙 400mm 混凝土	400mm 混凝土	4.5m	10mmPb	/
储源室	3.8×1.5	5.7	400mm 混凝土		4.5m	10mmPb	/
碘分装室	3.8×2.0	7.6	400mm 混凝土		4.5m	15mmPb	服碘窗 20mmPb
病房 1-4	5.3×3.0	15.9	最西端墙 500mm 混凝土， 其他 400mm 混 凝土		4.5m	18mmPb	/
病房 5	5.4×3.0	16.2	南墙 400mm 混 凝土，其他 500mm 混凝土		4.5m	15mmPb	/
病房 6-8	5.4×3.0	16.2	最西端墙及南 墙 500mm 混凝 土，其他 400mm 混凝土		4.5m	15mmPb	/
被服间	3.55×2.43	8.63	南墙 500mm 实 心砖，东、西 墙 400mm 混凝 土，北墙 240mm 实心砖		4.5m	10mmPb	/

抢救室	3.34×2.83	9.45	北墙、西墙 500mm 混凝土， 东墙 400mm 混 凝土，南墙 300mm 混凝土		4.5m	16mmPb	/
清洁用品存 放间（放废 间）	1.56×1.18	1.84	北墙、西墙 400mm 混凝土， 其他 240mm 实 心砖		4.5m	10mmPb	/
场所进出防护门：25mmPb，服碘窗：20mmPb，受检者走廊：500mm 混凝土							

### 3、辐射安全防护措施

工作场所辐射安全防护措施与后评价报告一致。

（1）甲癌及  $^{177}\text{Lu}$  治疗工作场所在控制区入口、出口、各房间防护门上均张贴电离辐射警告标志，SPECT-CT 机房防护门设有电离辐射警告标志、工作状态指示灯，场所地面、墙面醒目位置设置受检者导向标志指导受检者在场所内就诊。在  $^{177}\text{Lu}$  治疗病房内、甲癌病房内、服碘区设置监控装置及对讲装置，SPECT-CT 机房设置对讲装置。

（2）**工作场所表面污染防护：**放射性核素诊断工作场所及甲癌及  $^{177}\text{Lu}$  治疗工作场所各房间地板与墙壁接缝无缝隙，地面铺设塑胶地板，工作台设置表面易清洗的不锈钢台面，易于清洗、去污。

（3）**观察窗：**SPECT-CT 机房及控制室之间设观察窗 1 个，防护当量为 5mmPb。

（4） $^{131}\text{I}$  采用自动分装的方式，工作人员将存有  $^{131}\text{I}$  原液的铅罐置于碘全自动分装仪内，然后通过远程控制（控制计算机设置在护士站）设定样品的分配活度、体积和计划使用时间，系统会自动完成将放射性原液进行稀释处理、定量分配、在线活度测量和样品体积配比的全部工作。设备自动将原液稀释后引入设备内预先放置好的一次性杯子中，病人在服碘窗口直接拿取盛有分装好药液的一次性杯子，在服碘窗口自行服药后即可。

（5）**屏蔽设施：** $^{177}\text{Lu}$ 、 $^{131}\text{I}$  放射性药物在科内转运均配备 10mmPb 转运提盒。 $^{177}\text{Lu}$  治疗病房和甲癌病房内均配备铅屏风（6mmPb 当量）。

（6）**贮存：**核医学工作场所  $^{177}\text{Lu}$ 、 $^{131}\text{I}$  各设储源室 1 间，核素送至医院后临时贮存于储源室内，核素运输过程放置于供货方提供的专门屏蔽容器铅罐、铅箱内，于用药当天送达储源室，储源室设置红外监控设施，“双人双锁”，医院定期进行辐射水平监测，在贮存期间禁止无关人员进入，对放射性药物登记建档，记录用量平衡记录等台账，对各设施定期巡检，做好“三防”措施。

(7) **门禁系统：**在两场所设门禁系统。分别设在患者入口门和患者出口门，病人进入控制区后按照诊断场所标示路线在场所内就诊，不得随意出入。

(8) 本项目核医学工作场所产生的放射性废水均进入场所东侧放射性废水衰变池进行处理，裸露管道外加 10mmPb 板进行防护。

(9) **个人防护用品：**医院在核医学工作场所为工作人员配备了防护用品，包括铅衣 12 套，铅眼镜 16 套，均为 0.5mm 铅当量，在两场所配备放射性污染防护服，医院已为每位工作人员配备个人剂量计（人手 1 支，由合作的个人剂量检测机构配发，每季度检测 1 次）。

(10) 医院核医学工作场所配有 2 台  $\beta$ 、 $\gamma$  射线检测仪，2 台  $\alpha$ 、 $\beta$  表面污染仪，1 台环境级  $\beta$ 、 $\gamma$  剂量率仪，固定式剂量率仪 15 个，网络式射线监测系统 3 个。工作人员离开场所时洗手进行表面污染检测。从控制区取出物品也进行表面污染检测。在  $^{177}\text{Lu}$  治疗病房区及甲癌病房区放置 1 台剂量率仪，按要求进行出院管理。

#### 4、放射性三废的处理

##### (1) 放射性废气治理

本次验收放射性废气产生环节主要为放射性药物  $^{177}\text{Lu}$  的注射、 $^{131}\text{I}$  服药、放射诊断等工序。

医院于场所控制区内设置独立的通风过滤系统，采用负压抽风方式。放射诊断工作场所 SPECT-CT 机房设置独立的排风管道，SPECT-CT 机房通风废气经专用排风管道由放射诊断工作场所储源室西北侧向上引至屋顶上方，高于屋顶 3m 排放（P2），项目在屋顶上方排风机前吸入端设置 1 个过滤风量为  $5000\text{m}^3/\text{h}$  的活性炭过滤装置（放射诊断工作场所通风专用），过滤后的废气经排气筒排放。

碘分装室自动分装仪置于分装柜内，分装柜为负压工况操作。核医学科治疗区所自动分装仪废气经专用排风管道直接向上引至屋顶上方排放，项目已在分装柜顶壁设置 1 个过滤风量为  $1700\text{m}^3/\text{h}$  的活性炭过滤装置（核医学科治疗区所分装柜专用），过滤后的废气由排风管道引至屋顶，高于屋顶排放。该通风管道只用于碘自动分装仪分装柜通风，不与其他通风管道混用，屋顶设有抽风机与过滤装置联动控制，过滤装置外均设 20mmPb 当量的防护。

甲癌治疗区放射性废气与  $^{177}\text{Lu}$  治疗区的放射性废气分开收集处理。4 间  $^{177}\text{Lu}$  治疗病房通风管道汇入一根主管道，引至屋顶上方，高于屋顶排放，屋顶上方排风机前吸入

端设置 1 个过滤风量为  $2150\text{m}^3/\text{h}$  的活性炭过滤装置，过滤后的废气经排气筒排放。过滤装置外设  $10\text{mmPb}$  当量的防护。4 间甲癌病房、抢救室、卫生通过间、被服间、储源室汇入一根主管道，引至屋顶上方，高于屋顶排放，屋顶上方排风机前吸入端设置 1 个过滤风量为  $2150\text{m}^3/\text{h}$  的活性炭过滤装置，过滤后的废气经排气筒排放。过滤装置外设  $10\text{mmPb}$  当量的防护。甲癌及  $^{177}\text{Lu}$  治疗工作场所设置 2 套活性炭吸附装置，活性炭吸附设置在风机段前，处理流程为：滤网过滤段→活性炭吸附段→风机段，处理后废气可达标排放。

两个核医学工作场所的控制区均采用微负压通风，监督区均采用正压通风，使气流由清洁区向控制区流动。气流总体根据非放射性区气压>监督区气压>控制区气压进行设计，使气体由非放射性区域流向监督区，再流向控制区。排风管道设反风阀，防止排风反流。本项目通风系统排气口均高于南侧 PET-CT 中心屋顶 3m。

核医学工作场所通风示意图见图 3-3。

## （2）放射性废水

医院现有放射性废水衰变系统 2 套，本次仍使用此 2 套放射性废水衰变系统，甲癌及  $^{177}\text{Lu}$  治疗工作场所产生的废水排入原  $^{131}\text{I}$  专用放射性废水衰变系统即长半衰期放射性废水衰变系统。

### ①放射性废液的收集

本项目主要为  $^{177}\text{Lu}$  治疗患者和  $^{131}\text{I}$  甲癌患者在住院期间产生的放射性废水。该部分废水均排入医院原  $^{131}\text{I}$  专用衰变系统即长半衰期放射性废水衰变系统中处理。

项目核医学科治疗区所设 4 间甲癌病房，4 间  $^{177}\text{Lu}$  病房，均带有病人专用卫生间，同时在卫生通过间、抢救室、清洁用品存放间设置地漏或洗手池，以上区域产生废水通过专用收集管道收集至核医学科治疗区所专用放射性废水衰变系统。

### ②放射性废液的贮存

#### ① $^{177}\text{Lu}$ 、 $^{131}\text{I}$ 治疗放射性废水贮存

$^{177}\text{Lu}$ 、 $^{131}\text{I}$  治疗产生的放射性废水排入长半衰期放射性废水衰变系统，该放射性废水衰变系统位于 PET-CT 中心东南侧，设有 1 个化粪池和 5 个衰变池，单个衰变池容积  $20\text{m}^3$ ，总容积  $100\text{m}^3$ ，为槽式放射性废水衰变池，污水首先进入一号衰减池，当一号池注满后，池中的传感器发出一个信号。自动关闭此池的电动进水阀，同时开启二号池的电动进水阀，二号池开始进水。如此往复，直至注满五号衰变池。当五号衰变池将要注满时（设定水位标高的 90%），电脑指令一号衰减池中的排污泵启动排水，废水排入医

院污水处理系统，经进一步处理后排入市政污水管网。污水排空后，水泵自动关闭。在五号池注满后，该一号池的进水阀门开启，第二个循环开始。衰变池设有液位计，到达设定液位会通过控制系统关闭进水阀，化粪池和衰变池中均为双泵，是带铰刀的 50WAF15-10 排污泵，可将固体杂质粉碎成颗粒排出，以上措施可防止废水溢出、污泥硬化淤积、堵塞出水口、衰变池超压等问题。每个衰变池上方设置取样口。

项目衰变池周围为医院污水处理站等设施，甲癌及  $^{177}\text{Lu}$  治疗工作场所放射性废水衰变系统位于独立的废水处理间内，废水处理间设置门锁并悬挂电离辐射警示标志，公众成员无法进入。

本项目放射性废水收集管道进行了辐射防护。衰变池池底和池壁采用坚固、防渗透和耐酸碱腐蚀的混凝土，厚度均为 200mm，池壁内壁光滑。

### ③放射性废液的排放

长半衰期放射性废水衰变系统内放射性废液所含核素为  $^{131}\text{I}$ 、 $^{177}\text{Lu}$ ，放射性废液排放时暂存时间超过 180d，同时超过  $^{177}\text{Lu}$  的十个半衰期，放射性废液总排放口总  $\alpha$  不大于 1Bq/L，总  $\beta$  不大于 10Bq/L， $^{131}\text{I}$  的放射性活度浓度不大于 10Bq/L，监测结果经审管部门认可后排入医院污水处理站进行处理，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）。

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

### （3）放射性废物

#### ①放射性废物的收集

本项目分别在改建后的 4 间  $^{177}\text{Lu}$  治疗病房、4 间甲癌病房内放置污物桶，废物桶均为铅屏蔽废物桶，并张贴电离辐射标志，废物桶内放置专用塑料袋直接收纳废物。含尖刺及棱角的放射性废物，医院预先进行包装处理，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 20 kg，表面剂量率不超过 0.1mSv/h，外表面污染控制水平不超过  $\beta < 0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 。场所各房间装满废物或达到收集时限的塑料袋密封后及时转送至各场所的储源间。

#### ②放射性废物的贮存

本项目核医学工作场所目前共设 22 个 10mmPb 铅桶(20L)、4 个 10mmPb 衰变箱(80L)、

2 个 10mmPb 衰变箱（400L）用于收集放射性固体废物。衰变箱（污物桶）配备情况详见表 3-3。衰变箱内放置专用塑料袋，在其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，衰变箱体上设电离辐射警告标志。

表 3-3 衰变箱（污物桶）配备情况一览表

项目	放射性固体废物产生量	衰变容器配备情况
变更前	含 $^{131}\text{I}$ 核素固体废物：收集周期为 6 个月，每个周期产生约 200L 含 $^{177}\text{Lu}$ 核素固体废物：收集周期为 70 天，每个周期产生约 15.34L	含 $^{131}\text{I}$ 核素固体废物衰变容器：5 个容积为 60L 防护能力为 20mmPb 的衰变箱 含 $^{177}\text{Lu}$ 核素固体废物衰变容器：4 个容积为 20L 防护能力为 10mmPb 的衰变箱
变更后	含半衰期大于 24h 核素固体废物：累积接诊患者 1028 人次，每年产生 226.4kg（约 452.8L）放射性废物，日均产生 1.29L	含半衰期大于 24h 核素固体废物衰变容器：2 个容积为 400L 防护能力为 10mmPb 的衰变箱（400L）

特殊情况下衰变池产生的废渣，废气收集系统过滤装置定期更换产生的废活性炭，放置于衰变箱内衰变十个半衰期以上后，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的豁免水平推荐值及《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）要求，经监测合格，可清洁解控作为医疗废物处理。

本项目所用放射性废物衰变箱均按照《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）的相关规定，于衰变箱上设置放射性标志并在显著位置设置标签，标注废物类型、核素种类、比活度水平和存放日期等。此外，在衰变箱内放置有专用塑料袋直接收纳废物，对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，然后再装入专用塑料袋内。

衰变箱内的放射性废物经设定周期存放后可达到解控水平，经审管部门确认或批准，可按免管废物处理。

## 二、辐射安全管理情况

根据《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）、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（环境保护部第 3 号令）及生态环境主管部门的要求，核技术利用单位应落实环评文件及环评批复中要求的各项管理制度和安全防护措施。为此对该医院的辐射环境管理和安全防护措施进行了检查。

### 1、组织机构

山东第一医科大学附属肿瘤医院（山东省肿瘤防治研究院、山东省肿瘤医院）签订

了《辐射工作安全责任书》，法人代表为辐射工作安全责任人，设置专职机构放射防护办公室并指定专人高峰负责放射性同位素与射线装置的安全和防护工作，指定专人负责放射性同位素的保管工作。

## 2、安全管理制度

该医院制定了辐射安全防护管理制度。所制定的制度包括：

制定了《辐射(放射)防护管理制度》、《射线装置安全使用管理制度》、《辐射工作人员个人剂量监测和职业健康管理制度》、《辐射工作人员培训和考核管理制度》、《放射源及放射性同位素使用登记管理制度》、《放射源等放射性物质储存场所安全保卫制度》、《辐射(放射)防护监测制度》、《射线装置使用登记管理制度》、《辐射安全防护设施维护与维修制度》、《辐射工作场所分区规范》等工作制度及辐射安全管理制度。

## 3、操作规程

制定了《乙级工作场所操作规程》。

## 4、应急程序

编制并修订了《辐射事故(放射事件)应急预案》，并于 2024 年 10 月 10 日组织开展了核医学科 2024 年锝淋洗液撒应急演练。

## 5、年度评估

医院按时开展本单位辐射安全和防护状况的年度评估，《山东第一医科大学附属肿瘤医院 2024 年度放射性同位素与射线装置安全与防护状况评估报告》已按要求通过申报系统上传提交。

## 6、监测方案

制定了《辐射(放射)防护监测制度》。

## 7、环保措施的落实情况

### （1）从事放射性工作人员的教育培训

制定了《辐射工作人员培训和考核管理制度》。本项目辐射工作人员均已在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台进行学习，参加核技术利用辐射安全与防护考核并取得合格成绩报告单，均在有效期内。

### （2）个人剂量

本项目辐射工作人员均配备了个人剂量计，并由山东省医学科学院放射医学研究

所、山东杰创安全检测有限公司负责对个人剂量定期进行监测并出具监测报告，已建立 1 人 1 档。

### （3）警告标志

医院核医学工作场所各房间防护门、衰变箱等位置均设有明显的“当心电离辐射”警告标志；SPECT-CT 机房防护门上方均设置工作状态指示灯，工作正常。

### （4）安全防护情况

根据环评报告和现场查验，各辐射工作场所屏蔽情况与要求一致，已按要求配置急停开关、门机联锁、监控对讲及电离辐射警告标志等防护装置与措施。

### （5）辐射防护用品

医院为各辐射工作场所配备了便携式个人剂量报警仪、表面污染监测仪及 X- $\gamma$  巡测仪等监测设备。

### （6）对全国核技术利用辐射安全申报系统单位信息进行及时维护。

## 三、环境影响报告表批复与现场验收情况对比

本项目环境影响报告表批复与现场验收情况对比表见表 3-4。

表 3-4 环境影响报告表及批复与验收情况的对比

环境影响报告表及批复意见（综述）		验收时落实情况	备注
核医学工作场所改扩建项目（二期）			
做好辐射工作场所的环境安全防护工作	落实核医学科两个工作场所实体屏蔽防护措施，确保核医学工作场所辐射防护能力满足《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）。	核医学科 SPECT-CT 机房和甲癌治疗区房间四周墙体采用实心砖或混凝土，顶棚采用混凝土，防护门采用内衬铅板；观察窗采用铅玻璃观察窗。经现场监测，本次验收区域周围环境 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率监测结果最大值为 382nSv/h，核医学工作场所辐射防护能力满足《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）。	已落实。实体屏蔽措施与后评价报告一致。
	对核医学工作场所进行分区管理，划分控制区和监督区，并在控制区边界设置电离辐射警告标志。在两场所内设门禁系统，储源间设置双人双锁、红外监控设施，在贮存期间储源间内禁止无关人员进入，对放射性药物登记建档，记录用量平衡记录等台账，对各设施定期巡检。按要求配备防护用品，确保工作人员和公众年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的相关要求。	经现场核实，核医学工作场所进行了分区管理，划分控制区和监督区，并在控制区边界设置电离辐射警告标志。本次验收的甲癌治疗工作场所内设门禁系统，储源间设置了双人双锁、红外监控设施，在贮存期间储源间内禁止无关人员进入，对放射性药物登记建档，记录用量平衡记录等台账，对各设施定期巡检。按要求配备了防护用品。经估算，工作人员最大年有效剂量为 0.839mSv/a，公众最大年有效剂量为 0.049mSv/a。工作人员和公众年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188—2021）的相关要求。	已落实

	放射性废气的处置。落实《报告表》提出的通风设计方案，两个工作场所分别设置放射性废气收集及处理系统，放射性废气经专用管道收集，高效过滤装置处理后高出屋顶 3m 排放。	经现场核实，本项目甲癌治疗工作场所设置了放射性废气收集及处理系统，采用负压抽风方式，场所内其他房间设置独立排风管道。放射性废气经专用管道收集，高效过滤装置处理后高出屋顶 3m 排放。	已落实。废气收集及处理系统与后评价报告一致。
	放射性废水的处置。设置放射性废水处理系统，放射性废水经暂存衰变后，确保满足《山东省医疗机构污染物排放控制标准》（DB37/596-2020）和《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）放射性废液排放要求。	经现场核实，本项目设置了 2 组衰变池作为放射性废水处理系统，放射性废水暂存衰变。经现场监测，长半衰期衰变池出口废水总 $\alpha$ 放射性最大值为 0.05Bq/L，总 $\beta$ 放射性最大值为 0.23Bq/L，满足《山东省医疗机构污染物排放控制标准》（DB37/596-2020）和《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）放射性废液排放要求。	已落实。
	放射性固体废物的处置。剩余放射性药物，由供货厂家回收；设置放射性固废衰变箱，放射性固体废物在衰变箱停留衰变达到解控水平后按医疗废物处理。	经现场核实，本项目剩余的放射性药物，由供货厂家回收；设置了放射性固废衰变箱，放射性固体废物在衰变箱停留衰变达到解控水平后按医疗废物处理。	已落实，与后评价报告一致。
建立并完善监测、评估、应急、培训等各项管理制度并组织实施	完善辐射环境监测方案，配备与该项目辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。放射性辐射工作场所还应当配备表面污染监测仪。定期开展监测，监测结果及时报济南市生态环境局槐荫分局。辐射工作人员应佩戴个人剂量计，并进行个人剂量监测。安排专人负责个人剂量监测管理，发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查。建立辐射工作人员个人剂量档案，做到一人一档。	经现场核实，医院制定了《辐射(放射)防护监测制度》，配备了个人剂量测量报警、辐射监测仪、表面污染监测仪等与该项目辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，定期开展了自行监测，监测结果已按时报济南市生态环境局槐荫分局。 本项目辐射工作人员均佩戴了个人剂量计，进行了个人剂量监测。安排高峰负责个人剂量监测管理，建立了辐射工作人员个人剂量档案，做到一人一档。	已落实
	按要求开展辐射安全和防护状况年度评估工作，年度评估报告于每年 1 月 31 日前报济南市生态环境局槐荫分局。	经核实，医院已开展 2024 年辐射安全和防护状况年度评估工作，年度评估报告已按时报济南市生态环境局槐荫分局。	已落实
	修订辐射事故应急预案，定期组织开展应急演练，落实风险防范措施，切实防范辐射环境风险。	经核实，医院已修订《辐射事故(放射事件)应急预案》，并于 2024 年 10 月 10 日组织开展了核医学科 2024 年锝淋洗液撒应急演练。	已落实
	加强辐射工作人员的辐射安全培训和再培训。制定培训计划，组织辐射工作人员参加辐射安全培训和考核；考核不合格的，不得上岗。	经核实，已制定《辐射工作人员培训和考核管理制度》，组织辐射工作人员参加辐射安全培训和考核；考核不合格的，不得上岗。本项目所有人员均持证上岗。	已落实
	放射性药物设专人管理，严格落实辐射安全管理责任制以及放射性同位素使用登记制度、操作规程、辐射防护和安全保卫制度	经核实，放射性药物已设专人管理，严格落实了《辐射(放射)防护管理制度》、《射线装置安全使用管理制度》、《辐射工作人员个人剂量监测和职业健康管理制度》、《辐射工作人	已落实

	等。	员培训和考核管理制度》、《放射源及放射性同位素使用登记管理制度》、《放射源等放射性物质储存场所安全保卫制度》、《辐射(放射)防护监测制度》、《射线装置使用登记管理制度》、《辐射安全防护设施维护与维修制度》、《辐射工作场所分区规范》等制度，相关制度均已上墙。	
核医学工作场所使用核素 $^{177}\text{Lu}$ 、 $^{225}\text{Ac}$ 、 $^{227}\text{Th}$ 项目（二期）			
做好辐射工作场所的安全和防护工作	落实核医学科工作场所实体屏蔽、合成与分装装置的屏蔽及药物转运和注射的屏蔽措施，确保辐射防护能力满足《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)和《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)。	甲癌及 $^{177}\text{Lu}$ 治疗工作场所各房间四周墙体采用混凝土，顶棚采用混凝土，防护门采用内衬铅板。经现场监测，本次验收区域周围环境 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率监测结果最大值为 2.20 $\mu\text{Sv/h}$ ，核医学工作场所辐射防护能力满足《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)。	已落实。实体屏蔽措施与后评价报告一致。
	对核医学科工作场所进行分区管理，划分控制区和监督区，在控制区边界和其他醒目位置设置电离辐射警告标志，设置门禁系统，储源室设置双人双锁及红外监控等安全防护设施，建立使用核素台账制度，做到账物相符。对各工作场所定期巡检，按要求配备防护用品，确保工作人员和公众年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的相关要求。	经现场核实，核医学科工作场所进行分区管理，划分了控制区和监督区，在控制区边界和其他醒目位置设置电离辐射警告标志，设置门禁系统，储源室设置双人双锁及红外监控等安全防护设施，建立了使用核素台账制度，账物相符。对各工作场所定期巡检，按要求配备了防护用品。经估算，工作人员最大年有效剂量为 0.839mSv/a，公众最大年有效剂量为 0.049mSv/a。工作人员和公众年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)和《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188—2021)的相关要求。	已落实
	落实《报告表》提出的通风设计方案，设置通风系统，放射性废气经专用管道收集，活性炭过滤装置过滤后排放，确保满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)的相关规定。	经现场核实，本项目设置通风系统，放射性废气经专用管道收集，采用负压抽风方式， $^{177}\text{Lu}$ 患者注射、留观产生的放射性废气设置独立的放射性废气收集及处理系统。放射性废气经专用管道收集，活性炭过滤装置过滤后排放，满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)的相关规定。	已落实。废气收集及处理系统与后评价报告一致。
	各工作场所设置放射性废水收集及衰变系统，妥善收集、暂存放射性废水，经衰变后确保满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)放射性废液排放要求。	经现场核实，工作场所设置了衰变池作为放射性废水收集及衰变系统，妥善收集、暂存放射性废水。经现场监测，长半衰期衰变池出口废水总 $\alpha$ 放射性最大值为 0.05Bq/L，总 $\beta$ 放射性最大值为 0.23Bq/L，衰变后满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)放射性废液排放要求。	已落实
	设置放射性固废衰变箱，放射性固体废物在衰变箱停留衰变，经监测满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)后按医疗废物处理。	经现场核实，本项目设置了放射性固废衰变箱，放射性固体废物在衰变箱停留衰变，经监测衰变箱表面满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)后按医疗废物处理。	已落实，与后评价报告一致。
建立并完	完善辐射环境监测方案，配备与该项目辐射类型和辐射水平相	经现场核实，医院制定了《辐射(放射)防护监测制度》，配备了个人剂量测量报警、辐射监	已落实

善监测、评估、应急、培训等各项管理制度并组织实施	适应的防护用品和监测仪器,包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。放射性辐射工作场所还应当配备表面污染监测仪。定期开展监测,监测结果及时报济南市生态环境局槐荫分局。辐射工作人员应佩戴个人剂量计,并进行个人剂量监测。安排专人负责个人剂量监测管理,发现个人剂量监测结果异常的,应当立即核实和调查。建立辐射工作人员个人剂量档案,做到一人一档。	测仪、表面污染监测仪等与该项目辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器,定期开展了自行监测,监测结果已按时报济南市生态环境局槐荫分局。 本项目辐射工作人员均佩戴了个人剂量计,进行了个人剂量监测。安排高峰负责个人剂量监测管理,建立了辐射工作人员个人剂量档案,做到一人一档。	
	按要求开展辐射安全和防护状况年度评估工作,年度评估报告于每年1月31日前报济南市生态环境局槐荫分局。	经核实,医院已开展2024年辐射安全和防护状况年度评估工作,年度评估报告已按时报济南市生态环境局槐荫分局。	已落实
	修订辐射事故应急预案,定期组织开展应急演练,落实风险防范措施,切实防范辐射环境风险。	经核实,医院已修订《辐射事故(放射事件)应急预案》,并于2024年10月10日组织开展了核医学科2024年锝淋洗液撒应急演练。	已落实
	加强辐射工作人员的辐射安全培训和再培训。制定培训计划,组织辐射工作人员参加辐射安全培训和考核;考核不合格的,不得上岗。	经核实,已制定《辐射工作人员培训和考核管理制度》,组织辐射工作人员参加辐射安全培训和考核;考核不合格的,不得上岗。本项目所有人员均持证上岗。	已落实
	放射性药物设专人管理,严格落实辐射安全管理责任制以及放射性同位素使用登记制度、操作规程、辐射防护和安全保卫制度等。	经核实,放射性药物已设专人管理,严格落实了《辐射(放射)防护管理制度》、《射线装置安全使用管理制度》、《辐射工作人员个人剂量监测和职业健康管理制度》、《辐射工作人员培训和考核管理制度》、《放射源及放射性同位素使用登记管理制度》、《放射源等放射性物质储存场所安全保卫制度》、《辐射(放射)防护监测制度》、《射线装置使用登记管理制度》、《辐射安全防护设施维护与维修制度》、《辐射工作场所分区规范》等制度,相关制度均已上墙。	已落实
核医学工作场所环境影响后评价报告			
	做好辐射安全管理工作,落实《核医学工作场所使用核素 $^{177}\text{Lu}$ 、 $^{225}\text{Ac}$ 、 $^{227}\text{Th}$ 项目》和《核医学工作场所环境影响后评价报告》提出的各项污染防治措施,确保满足相关法规和标准要求。	核医学工作场所实体屏蔽措施、场所布局、人流物流路径、分区管理、放射防护措施、放射性废物的管理措施以及三废的治理措施均与《核医学工作场所环境影响后评价报告》一致,满足相关法规和标准要求。	已落实





图 3-2 核医学科工作场所人流物流情况



图 3-3 核医学科验收区域通风示意图

表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

### 一、环境影响报告表结论

#### （一）核医学工作场所使用核素 $^{177}\text{Lu}$ 、 $^{225}\text{Ac}$ 、 $^{227}\text{Th}$ 项目

##### 1、项目概况

山东第一医科大学附属肿瘤医院（山东省肿瘤防治研究院、山东省肿瘤医院）始建于 1958 年，隶属于山东第一医科大学（山东省医学科学院），山东省卫生健康委为业务主管部门，是一所集医疗、科研、教学、预防与保健为一体并跨省区服务的省级肿瘤防治研究中心，是肿瘤学国家临床重点专科建设单位、国家药物临床试验机构、山东省一类科研院所、山东省临床医学中心，为山东省癌症中心、山东省抗癌协会和山东省肿瘤防办挂靠单位，连续十年位居复旦版肿瘤专科声誉和综合排行榜第六位、省级肿瘤专科医院之首。

医院现有《辐射安全许可证》，证书编号：国环辐证[00520]，有效期至 2023 年 11 月 15 日。准予使用 I 类、III 类、V 类放射源，使用 I 类、II 类、III 射线装置，乙级、丙级非密封放射性物质工作场所（生产、使用）。

为满足诊疗需求，医院拟在核医学科新增使用放射性核素  $^{177}\text{Lu}$ 、 $^{225}\text{Ac}$ 、 $^{227}\text{Th}$ ，医院改建阶段核医学工作场所日等效最大操作量为  $4 \times 10^9 \text{Bq}$ ，属于乙级非密封放射性物质工作场所（乙级： $2 \times 10^7 \sim 4 \times 10^9 \text{Bq}$ ），改建后核医学科西部核医学诊断治疗工作场所日等效最大操作量为  $1.78 \times 10^9 \text{Bq}$ ，属于乙级非密封放射性物质工作场所（乙级： $2 \times 10^7 \sim 4 \times 10^9 \text{Bq}$ ），核医学科东部甲癌及  $^{177}\text{Lu}$  治疗工作场所日等效最大操作量为  $4.0 \times 10^9 \text{Bq}$ ，属于乙级非密封放射性物质工作场所（乙级： $2 \times 10^7 \sim 4 \times 10^9 \text{Bq}$ ）。

##### 2、现状监测

##### ① $\gamma$ 空气吸收剂量率

根据《山东省环境天然放射性水平调查研究报告》（1989）资料（表 6-2）和本项目监测结果（表 6-3），本项目核医学工作场所拟建位置四周剂量率在（93.7~211）nSv/h 之间，均低于  $2.5 \mu\text{Sv/h}$  的剂量率目标控制值。

根据表 6-4，环境保护目标处  $\gamma$  空气吸收剂量率在，（65.5~104）nSv/h 之间，本项目监测设备使用  $^{137}\text{Cs}$  作为检定参考辐射源，根据 HJ1157-2021，使用  $^{137}\text{Cs}$  作为检定参考辐射源，空气比释动能和周围剂量当量的换算系数取  $1.20 \text{Sv/Gy}$ ，换算后，项目拟建位置周围环境 X- $\gamma$  空气吸收剂量率现状值为（54.6~8.67） $\times 10^{-8} \text{Gy/h}$ ，与济南

市环境  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率[道路  $(1.84\sim 6.88) \times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ]处于同一水平,属于正常本底值。

### ②表面污染

根据上述监测结果,核医学科 $\alpha$ 表面污染未检出,监督区 $\beta$ 表面污染均为本底水平,低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定的监督区表面污染控制水平  $4\text{Bq/cm}^2$ 。控制区 $\beta$ 表面污染在本底水平 $\sim 1.99\text{Bq/cm}^2$ 之间,低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定的控制区表面污染控制水平  $40\text{Bq/cm}^2$ 。

### ③放射性废水放射水平

根据监测结果,医院核医学诊断治疗场所放射性废水衰变系统排口总 $\alpha$ 为  $0.028\text{Bq/L}$ ,总 $\beta$ 为  $0.457\text{Bq/L}$ ,核素治疗场所放射性废水衰变系统排口总 $\alpha$ 为  $0.035\text{Bq/L}$ ,总 $\beta$ 为  $0.450\text{Bq/L}$ ,医院污水总排口总 $\alpha$ 为  $0.036\text{Bq/L}$ ,总 $\beta$ 为  $0.470\text{Bq/L}$ ,均低于《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)中总 $\alpha$ 放射性  $1\text{Bq/L}$ ,总 $\beta$ 放射性  $10\text{Bq/L}$ 的排放标准要求。

### ④土壤放射水平

根据监测结果,医院核医学科附近土壤总 $\alpha$ 为  $234\sim 247\text{Bq/kg}$ ,总 $\beta$ 为  $130\sim 293\text{Bq/kg}$ ,参考《南水北调山东段沿线土壤的放射性水平》(邓大平等,中国辐射卫生 Dec 2006, Vol15, No 4)本项目周围土壤中放射性水平处于本底水平范围内。

## 3、选址合理性分析

医院核医学科位于医院东南部,项目建成后,其北侧为拟建后装治疗中心、南侧隔过道为 PET-CT 中心,西侧隔医院道路为放疗楼,东侧为医院污水处理站等辅助用房,项目选址充分考虑了周围场所的安全,其周围辐射工作场所集中,不临近产科、儿科、食堂等部门,独立布置,设有单独的出、入口,出口不设置在门诊大厅、收费处等人群稠密处,所在建筑辐射项目集中,周围少有人经过,选址合理。

## 4、核医学科建设项目环评结论

(1) 改建阶段不对现有核医学工作场所进行改造,改建后阶段医院拟对原医院拟改建布局进行调整:①在西部改建后的放射性核素诊断治疗工作场所内使用核素  $^{225}\text{Ac}$ 、 $^{227}\text{Th}$ ,此区域布局不变;②对拟建设的甲癌治疗工作场所布局进行调整,将原 6#甲癌病房、抢救室改建为  $^{177}\text{Lu}$  治疗病房,原病房门位于病房东侧,本次将病房门

调整到病房西侧，将 5#甲癌病房调整为抢救室；②在改造后的抢救室及  $^{177}\text{Lu}$  治疗病房之间设置门禁；③调整甲癌及  $^{177}\text{Lu}$  治疗工作场所通风及放射性废水排水系统。

（3）屏蔽计算校核表明，相关工作场所屏蔽墙体、室顶、防护门、观察窗的设计厚度均能满足核医学工作场所外考察点  $\gamma$  空气吸收剂量率低于  $2.5\mu\text{Sv/h}$  的剂量率目标控制值。

（4）核医学科工作人员年有效剂量最大为  $0.052\text{mSv/a}$ ，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中规定的工作人员  $20\text{mSv}$  的年有效剂量限值，同时低于本评价提出的  $5.0\text{mSv}$  的年管理剂量约束值。手部剂量当量最大为  $86.3\text{mSv/a}$ ，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中规定的工作人员手部  $500\text{mSv/a}$  限值，也低于本评价提出的  $125\text{mSv}$  的年管理剂量约束限值。

场所外公众成员及敏感目标处公众成员年有效剂量均《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中规定的公众成员  $1.0\text{mSv/a}$  的限值，也低于  $0.1\text{mSv/a}$  的年管理剂量约束值要求。

（5）放射性固体废物在衰变箱停留衰变达到解控水平后经监测合格后，可清洁解控作为医疗废物处理。医院拟交由有相关处理资质的单位处理。放射性固体废物处置措施适当，不会对环境造成放射性污染。

（6）项目放射性废水经足够时间衰变后经检测废水中总  $\alpha$ 、总  $\beta$  放射性满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）规定的限值要求后，排入医院污水处理站处理，最终排入城市污水管网，对周围水环境影响较小。

（7）本项目拟在控制区及手套箱设置独立的通风系统，放射性废气经活性炭过滤后高于建筑楼顶  $3\text{m}$  排放。

（8）工作场所设计电离辐射警告标志、工作状态指示灯、防盗门、监控和对讲装置等安全措施。拟配备手套箱、注射器防护窗、铅衣、铅帽、铅围脖、铅眼镜、剂量报警仪、表面沾污仪、衰变箱、铅屏风等。

#### 5、人员培训及健康管理

本项目核医学科工作人员为医院现有核医学科工作人员，共 14 人，所有辐射工作人员均已参加辐射安全防护培训，并取得了辐射安全防护培训合格证书。

持有合格证书的人员，应按照国家最新要求按时在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台参加辐射安全与防护学习，考试合格后方可上岗。辐射工作人员均为现有人员，

已佩戴个人剂量计，并进行了定期检测。

医院拟为所有辐射工作人员均佩戴了个人剂量计，并定期委托有资质的单位每 3 个月监测一次，建有个人剂量档案。

#### 6、辐射安全防护管理

医院已成立了辐射安全与防护领导小组，下设辐射安全与防护管理组，编制了相关辐射规章制度，各项规章制度，从操作人员岗位责任，辐射防护和安全保卫，设备检修、放射设备的使用等方面分别做了明确要求和规定，保障了从事辐射工作的人员和公众的健康与安全，同时保护了环境。

#### 7、可行性分析结论

本项目属《产业结构调整指导目录（2019 年本）（2021 年修订）》中鼓励类，符合国家产业政策。项目具有明显的经济效益、社会效益和环境效益，符合正当性。

综上所述，在山东第一医科大学附属肿瘤医院（山东省肿瘤防治研究院、山东省肿瘤医院）认真落实各项污染防治措施和辐射环境管理计划的基础上，该单位将具备其所从事的辐射活动的技术能力和辐射安全防护措施，从辐射环境保护的角度分析，该项目的运行是安全可行的。

### （二）核医学工作场所改扩建项目

#### 1、项目概况

山东第一医科大学附属肿瘤医院（山东省肿瘤医院、山东省肿瘤防治研究院）始建于 1958 年，隶属于山东第一医科大学（山东省医学科学院），山东省卫生健康委为业务主管部门，是一所集医疗、科研、教学、预防与保健为一体并跨省区服务的省级肿瘤防治研究中心，是肿瘤学国家临床重点专科建设单位、国家药物临床试验机构、山东省一类科研院所、山东省临床医学中心，为山东省癌症中心、山东省抗癌协会和山东省肿瘤防办挂靠单位，连续十年位居复旦版肿瘤专科声誉和综合排行榜第六位、省级肿瘤专科医院之首。

医院现有《辐射安全许可证》，证书编号：鲁环辐证[01066]，有效期至 2023 年 11 月 15 日。准予使用 I 类、III 类、V 类放射源，使用 II 类、III 射线装置，乙级、丙级非密封放射性物质工作场所（生产、使用）。

现有场所无法满足日益增长的医疗需求，因此医院拟对该场所进行改扩建，通过调整布局，将放射诊断及甲癌治疗分成 2 个工作场所，并调整核素用量。改造后，核

医学科西北为放射诊断工作场所，使用  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 $^{89}\text{Sr}$ 、 $^{223}\text{Ra}$ ，贮存  $^{99}\text{Mo}$ 、 $^{125}\text{I}$  粒籽源，日等效最大操作量为  $8.604 \times 10^8 \text{Bq}$ ，属于乙级非密封放射性物质工作场所（乙级： $2 \times 10^7 \text{Bq} \sim 4 \times 10^9 \text{Bq}$ ）。核医学科东部为甲癌治疗工作场所，使用  $^{131}\text{I}$  开展甲癌放射治疗，日等效最大操作量为  $4.0 \times 10^9 \text{Bq}$ ，属于乙级非密封放射性物质工作场所（乙级： $2 \times 10^7 \text{Bq} \sim 4 \times 10^9 \text{Bq}$ ）。

## 2、现状监测

### ① $\gamma$ 空气吸收剂量率

根据《山东省环境天然放射性水平调查研究报告》（1989）资料（表 6-2）和本项目监测结果（表 6-3），本项目两场所拟建位置四周剂量率在（61.3~123）nSv/h 之间，在济南市环境  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率范围内[室内（6.54~12.94） $\times 10^{-8} \text{Gy/h}$ 、道路（1.84~6.88） $\times 10^{-8} \text{Gy/h}$ ]，核医学工作场所内及衰变池上方剂量率在（61.3~123）nSv/h 之间，低于  $2.5 \mu \text{Sv/h}$ 。

根据表 6-4，环境保护目标处  $\gamma$  空气吸收剂量率在（5.51~9.48） $\times 10^{-8} \text{Gy/h}$  之间，与济南市环境  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率范围内[道路（1.84~6.88） $\times 10^{-8} \text{Gy/h}$ ]处于同一水平，无辐射异常点。

### ② 表面污染

根据上述监测结果，核医学科  $\alpha$  表面污染未检出，监督区  $\beta$  表面污染均为本底水平，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的监督区表面污染控制水平  $4 \text{Bq/cm}^2$ 。控制区  $\beta$  表面污染在本底水平~ $14.87 \text{Bq/cm}^2$  之间，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的控制区表面污染控制水平  $40 \text{Bq/cm}^2$ 。

### ③ 放射性废水放射水平

根据监测结果，医院放射诊断区放射性废水衰变系统排口总  $\alpha$  为  $0.100 \text{Bq/L}$ ，总  $\beta$  为  $4.45 \text{Bq/L}$ ，甲癌治疗区放射性废水衰变系统排口总  $\alpha$  为  $0.100 \text{Bq/L}$ ，总  $\beta$  为  $4.45 \text{Bq/L}$ ，医院污水总排口总  $\alpha$  为  $0.100 \text{Bq/L}$ ，总  $\beta$  为  $4.45 \text{Bq/L}$ ，均低于《山东省医疗机构污染物排放控制标准》（DB37/596-2020）表 1 中总  $\alpha$  放射性  $1 \text{Bq/L}$ ，总  $\beta$  放射性  $10 \text{Bq/L}$  的标准要求。

## 3、选址合理性分析

医院拟建核医学科位于医院东南部，本项目为原址改造项目，改造工程位于医院

东南部现有核医学科建筑内进行。项目建成后，其北侧为拟建后装治疗中心、南侧隔过道为 PET-CT 中心，西侧隔医院道路为放疗楼，东侧为医院污水处理站等辅助用房，项目选址充分考虑了周围场所的安全，其周围辐射工作场所集中，不临近产科、儿科、食堂等部门，独立布置，设有单独的出、入口，出口不设置在门诊大厅、收费处等人群稠密处，所在建筑辐射项目集中，周围少有人经过，选址合理。

#### 4、核医学科建设项目环评结论

(1) 放射诊断工作场所包括储源室、分装注射室、注射后候诊区、病人专用卫生间、SPECT 机房 3 间、乳腺伽玛相机机房、卫生通过间、控制室、准备间、登记室、工具间等。医院在该场所控制区入口及出口拟设置门锁权限控制、单向门等安全措施，病人进入控制区后按照诊断场所标示路线在场所内就诊，不得随意出入。本场所控制区设计集中，医院通过合理安全患者就诊时间，减少用药后患者之间交叉，场所物流、人流通道设计合理，给药前、后患者不交叉，两个工作场所给药后患者通道不交叉，给药后患者与工作人员通道不交叉，故该场所布局基本合理。

甲癌治疗工作场所包括储源室、分装室、卫生通过间、甲癌病房、抢救室、被服间、工具间、护士站、治疗室、值班室等。医院在该场所控制区入口及出口拟设置门锁权限控制、单向门等安全措施，病人进入控制区后按照诊断场所标示路线在场所内就诊，不得随意出入。本场所控制区设计集中，场所物流、人流通道设计合理，给药室靠近病房，尽量减少放射性药物和给药后患者通过非放射性区域，两个工作场所给药后患者通道不交叉，给药后患者与工作人员通道不交叉，人员与放射性药物通道不交叉，故该场所布局基本合理。

(3) 屏蔽计算校核表明，相关工作场所屏蔽墙体、室顶、防护门、观察窗的设计厚度均能满足核医学工作场所外考察点  $\gamma$  空气吸收剂量率低于  $2.5\mu\text{Sv/h}$  的剂量率目标控制值。

(4) 核医学科工作人员年有效剂量最大为  $2.95\text{mSv/a}$ ，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中规定的工作人员  $20\text{mSv}$  的年有效剂量限值，同时低于本评价提出的  $5.0\text{mSv}$  的年管理剂量约束值。手部剂量当量最大为  $51.94\text{mSv/a}$ ，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中规定的工作人员手部  $500\text{mSv/a}$  限值，也低于本评价提出的  $125\text{mSv}$  的年管理剂量约束限值。

场所外公众成员及敏感目标处公众成员年有效剂量均《电离辐射防护与辐射源安

全基本标准》中规定的公众人员  $1.0\text{mSv/a}$  的限值，也低于  $0.25\text{mSv/a}$  的年管理剂量约束值要求。

(5) 放射性固体废物在衰变箱停留衰变达到解控水平后经监测合格并经审管部门确认或批准后，可作免管固体废物处理。医院作为医疗废物交由有相关处理资质的单位处理。使用后的  $\text{Mo-Tc}$  发生器、剩余核素由供源单位回收。放射性固体废物处置措施适当，不会对环境造成放射性污染。

(6) 项目放射性废水经足够时间（十个半衰期以上）衰变后经检测废水中总 $\beta$ 放射性满足《山东省医疗机构污染物排放控制标准》（DB37/596-2020）中表 1 规定的限值（总 $\beta$ 放射性  $10\text{Bq/L}$ ）后，排入医院污水处理站处理，最终排入城市污水管网，对周围水环境影响较小。

(7) 本项目拟在控制区及通风橱设置独立的通风系统，放射性废气经活性炭过滤后高于建筑楼顶  $3\text{m}$  排放。

(8) 工作场所设计电离辐射警告标志、工作状态指示灯、防盗门、监控和对讲装置等安全措施。拟配备通风橱、注射器防护窗、铅衣、铅帽、铅围脖、铅眼镜、剂量报警仪、表面沾污仪、衰变箱、铅屏风等，并确保每名放射工作人员均配备个人剂量计。

#### 5、人员培训及健康管理

本项目核医学科工作人员为医院现有核医学科工作人员，共 15 人，所有辐射工作人员均已参加辐射安全防护培训，并取得了辐射安全防护培训合格证书。

持有合格证书的人员，应按照国家最新要求按时在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台参加辐射安全与防护学习，考试合格后方可上岗。辐射工作人员均为现有人员，已佩戴个人剂量计，并进行了定期检测。

医院拟为所有辐射工作人员均佩戴了个人剂量计，并定期委托有资质的单位每 3 个月监测一次，建有个人剂量档案。

#### 6、辐射安全防护管理

医院已成立了辐射安全与防护领导小组，下设辐射安全与防护管理组，编制了相关辐射规章制度，各项规章制度，从操作人员岗位责任，辐射防护和安全保卫，设备检修、放射设备的使用等方面分别做了明确要求和规定，保障了从事辐射工作的人员和公众的健康与安全，同时保护了环境。

## 7、可行性分析结论

本项目属《产业结构调整指导目录（2019年本）（修正）》中鼓励类，符合国家产业政策。项目具有明显的经济效益、社会效益和环境效益，符合正当性。

综上所述，在山东第一医科大学附属肿瘤医院（山东省肿瘤防治研究院、山东省肿瘤医院）认真落实各项污染防治措施和辐射环境管理计划的基础上，该单位将具备其所从事的辐射活动的技术能力和辐射安全防护措施，从辐射环境保护的角度分析，该项目的运行是安全可行的。

### （三）核医学工作场所环境影响后评价报告

1、核医学科治疗区包括储源室、放药储存室、卫生通过间、甲癌病房、 $^{177}\text{Lu}$ 病房放废间等。医院在该场所控制区入口及出口设置门锁权限控制、单向门等安全措施，病人进入控制区后按照诊断场所标示路线在场所内就诊，不得随意出入。本场所控制区设计集中，场所物流、人流通道设计合理，给药室靠近病房，尽量减少放射性药物和给药后患者通过非放射性区域，两个工作场所给药后患者通道不交叉，给药后患者与工作人员通道不交叉，人员与放射性药物通道不交叉，故该场所布局基本合理。

2、结合前文对  $^{131}\text{I}$  核素在同一间病房内的剂量率计算结果，使用核素  $^{177}\text{Lu}$  时，病房外剂量率远低于使用核素  $^{131}\text{I}$  时，故将甲癌病房调整为  $^{177}\text{Lu}$  治疗病房，可对降低对周围环境辐射影响。

3、本次降低  $^{131}\text{I}$  核素使用量， $^{177}\text{Lu}$  核素使用量保持不变，所以辐射工作人员所受累积剂量将对应减小。

根据上述计算，使用核素  $^{177}\text{Lu}$  时，病房外剂量率远低于使用核素  $^{131}\text{I}$  时，故本次调整将降低对场所周围公众成员的影响。

4、本次降低  $^{131}\text{I}$  核素使用量， $^{177}\text{Lu}$  核素使用量保持不变，则废水中  $^{131}\text{I}$  核素将对应减少，现有放射性废水衰变系统能够满足调整后的需求。

5、本次调整核素用量降低，则对应放射性固废的产生量将减少，现有放射性固体废物衰变箱容积能够满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）的要求。

6、本次调整核素用量降低，则对应放射性废气的产生量将减少，现有排风系统能够满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）的要求，能够有效防止放射性气体对周围环境产生辐射影响。

7、工作场所设计电离辐射警告标志、工作状态指示灯、防盗门、监控和对讲装

置等安全措施。配备有手套箱、注射器防护窗、铅衣、铅帽、铅围脖、铅眼镜、剂量报警仪、表面沾污仪、衰变箱、铅屏风等。

本次针对核医学科治疗区核素用量、房间布局调整、患者路径的变动情况进行了分析，分析结果表明，调整后场所对周围环境辐射影响减小，人员路径、放射性废气处置措施、原放射性废水衰变系统及放射性固体废物防治措施能够满足项目开展需要。

项目变更后，不改变原建设项目环境影响评价结论，符合相关法律法规和标准要求。

## 二、审批部门审批决定

《山东第一医科大学附属肿瘤医院（山东省肿瘤防治研究院、山东省肿瘤医院）核医学工作场所改扩建项目环境影响报告表》经审查，批复如下：

### 一、项目主要建设内容

该项目位于济南市槐荫区济兗路 440 号山东第一医科大学附属肿瘤医院，拟对院区东部现有核医学工作场所进行改扩建，改造后，核医学诊断及甲癌治疗分成 2 个工作场所。核医学科西部为核医学诊断及治疗工作场所，使用  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 $^{89}\text{Sr}$ 、 $^{223}\text{Ra}$ ，贮存  $^{99}\text{Mo}$ 、 $^{125}\text{I}$  粒籽源，日等效最大操作量为  $8.604 \times 10^8 \text{Bq}$ ；核医学科东部为甲癌治疗工作场所，使用  $^{131}\text{I}$  开展甲癌放射治疗，日等效最大操作量为  $3.96 \times 10^9 \text{Bq}$ ，均属乙级非密封放射性物质工作场所。

### 二、项目建设及运行中应重点做好的工作

#### （一）做好辐射工作场所的环境安全防护工作

1、落实核医学科两个工作场所实体屏蔽防护措施，确保核医学工作场所辐射防护能力满足《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）。

2、对核医学工作场所进行分区管理，划分控制区和监督区，并在控制区边界设置电离辐射警告标志。在两场所内设门禁系统，储源间设置双人双锁、红外监控设施，在贮存期间储源间内禁止无关人员进入，对放射性药物登记建档，记录用量平衡记录等台账，对各设施定期巡检。按要求配备防护用品，确保工作人员和公众年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的相关要求。

3、放射性废气的处置。落实《报告表》提出的通风设计方案，两个工作场所分

别设置放射性废气收集及处理系统，放射性废气经专用管道收集，高效过滤装置处理后高出屋顶 3m 排放。

4、放射性废水的处置。设置放射性废水处理系统，放射性废水经暂存衰变后，确保满足《山东省医疗机构污染物排放控制标准》（DB37/596-2020）和《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）放射性废液排放要求。

5、放射性固体废物的处置。剩余放射性药物，由供货厂家回收；设置放射性固废衰变箱，放射性固体废物在衰变箱停留衰变达到解控水平后按医疗废物处理。

## （二）建立并完善监测、评估、应急、培训等各项管理制度并组织实施

1、完善辐射环境监测方案，配备与该项目辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。放射性辐射工作场所还应当配备表面污染监测仪。定期开展监测，监测结果及时报济南市生态环境局槐荫分局。

辐射工作人员应佩戴个人剂量计，并进行个人剂量监测。安排专人负责个人剂量监测管理，发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查。建立辐射工作人员个人剂量档案，做到一人一档。

2、按要求开展辐射安全和防护状况年度评估工作，年度评估报告于每年 1 月 31 日前报济南市生态环境局槐荫分局。

3、修订辐射事故应急预案，定期组织开展应急演练，落实风险防范措施，切实防范辐射环境风险。配置必要的辐射监测设备。严格执行辐射环境监测计划，并及时向环保部门上报监测数据。

4、加强辐射工作人员的辐射安全培训和再培训。制定培训计划，组织辐射工作人员参加辐射安全培训和考核；考核不合格的，不得上岗。

5、放射性药物设专人管理，严格落实辐射安全管理责任制以及放射性同位素使用登记制度、操作规程、辐射防护和安全保卫制度等。

**《核医学工作场所使用核素  $^{177}\text{Lu}$ 、 $^{225}\text{Ac}$ 、 $^{227}\text{Th}$  项目环境影响报告表》，经审查，批复如下：**

### 一、项目主要内容

山东第一医科大学附属肿瘤医院位于济南市槐荫区济兗路 440 号，医院核医学科改建项目环境影响评价报告已于 2021 年 11 月 17 日取得济南市生态环境局批复(批复文号济环辐表审〔2021〕20 号)。现为满足诊疗需求，医院拟在核医学科新增使用放

放射性核素  $^{177}\text{Lu}$ 、 $^{225}\text{Ac}$ 、 $^{227}\text{Th}$ ，因核医学科西部改建施工工期持续 3-4 个月，改建过程中在现有核医学科工作场所内使用此 3 种核素，改建完成后在改建后的核医学科工作场所内使用。改建后，核医学科西部核医学诊断治疗工作场所增加  $^{177}\text{Lu}$ (日等效最大操作量为  $7.4\times 10^8\text{Bq}$ )、 $^{225}\text{Ac}$ (日等效最大操作量为  $7.4\times 10^7\text{Bq}$ )、 $^{227}\text{Th}$ (日等效最大操作量为  $7.4\times 10^7\text{Bq}$ )后日等效最大操作量为  $1.78\times 10^9\text{Bq}$ ，属于乙级非密封放射性物质工作场所；核医学科东部甲癌及  $^{177}\text{Lu}$  治疗工作场所布局进行调整，同时增加  $^{177}\text{Lu}$ (日等效最大操作量为  $7.4\times 10^8\text{Bq}$ )后日等效最大操作量为  $4.0\times 10^9\text{Bq}$ ，属于乙级非密封放射性物质工作场所。

## 二、项目建设及运行中应重点做好的工作

### （一）做好辐射工作场所的环境安全防护

1、落实核医学科工作场所实体屏蔽、合成与分装装置的屏蔽及药物转运和注射的屏蔽措施，确保辐射防护能力满足《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)和《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)。

2、对核医学科工作场所进行分区管理，划分控制区和监督区，在控制区边界和其他醒目位置设置电离辐射警告标志，设置门禁系统，储源室设置双人双锁及红外监控等安全防护设施，建立使用核素台账制度，做到账物相符。对各工作场所定期巡检，按要求配备防护用品，确保工作人员和公众年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的相关要求。

3、落实《报告表》提出的通风设计方案，设置通风系统，放射性废气经专用管道收集，活性炭过滤装置过滤后排放，确保满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)的相关规定。

4、各工作场所设置放射性废水收集及衰变系统，妥善收集、暂存放射性废水，经衰变后确保满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)放射性废液排放要求。

5、各工作场所设置放射性废水收集及衰变系统，妥善收集、暂存放射性废水，经衰变后确保满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)放射性废液排放要求。

### （二）建立并完善监测、评估、应急、培训等各项管理制度并组织实施

1、完善辐射环境监测方案，配备与该项目辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。放射性辐射工作场所还应当配备表面污染监测仪。定期开展监测，监测结果及时报济南市生态环境局槐荫分局。

辐射工作人员应佩戴个人剂量计，并进行个人剂量监测。安排专人负责个人剂量监测管理，发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查。建立辐射工作人员个人剂量档案，做到一人一档。

2、按要求开展辐射安全和防护状况年度评估工作，年度评估报告于每年 1 月 31 日前报济南市生态环境局槐荫分局。

3、修订辐射事故应急预案，定期组织开展应急演练，落实风险防范措施，切实防范辐射环境风险。

4、加强辐射工作人员的辐射安全培训和再培训。制定培训计划，组织辐射工作人员参加辐射安全培训和考核；考核不合格的，不得上岗。

5、放射性药物设专人管理，严格落实辐射安全管理责任制以及放射性同位素使用登记制度、操作规程、辐射防护和安全保卫制度等。

#### 《关于山东第一医科大学附属肿瘤医院核医学科治疗区场所部门变更请示的复函》

你院《山东第一医科大学附属肿瘤医院关于核医学科治疗区场所部分变更的请示》收悉。根据《中华人民共和国环境影响评价法》第二十七条和你单位编制的《核医学工作场所环境影响后评价报告》、专家意见，经研究，函复如下：

一、我局原则同意该《核医学工作场所环境影响后评价报告》备案。

二、请你单位做好辐射安全管理工作，落实《核医学工作场所使用核素  $^{177}\text{Lu}$ 、 $^{225}\text{Ac}$ 、 $^{227}\text{Th}$  项目环境影响报告表》和《核医学工作场所环境影响后评价报告》提出的各项污染防治措施，确保满足相关法规和标准要求。

表 5 验收监测质量保证及质量控制

为掌握该医院各工作场所正常运行情况下周围的辐射环境水平，为环境管理污染源控制、环境规划等提供科学依据，本次验收监测在严格执行国家相关要求及监测规范规定的前提下，通过对该医院济充路院区 SPECT-CT 机房 2、甲癌及  $^{177}\text{Lu}$  治疗工作场所周围进行了现场监测和检查，根据现场条件和相关监测标准、规范的要求合理布点。

### 5.1 监测单位

本次验收由山东鲁环检测科技有限公司开展检测，具备相关检测资质。

### 5.2 监测方法

**X- $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率：**现场布点监测，首先应进行巡测，以发现可能出现的高辐射水平区域，在巡测的基础上对关注点的局部屏蔽和缝隙进行重点检测。每个监测点读取 10 个测量值为一组，计算其平均值，扣除宇宙射线响应值后为最终测量结果。

**$\alpha$ 、 $\beta$  表面污染：**现场布点监测，每个监测点读取 5 个测量值为一组，计算其平均值作为最终测量结果。

### 5.3 监测分析仪器

本次使用环境监测 X- $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率仪、 $\alpha$ 、 $\beta$  表面污染测量仪、低本底  $\alpha$   $\beta$  测量仪，具体参数见下表 5-1。

表 5-1-1 X- $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率仪监测仪器参数一览表

仪器名称	环境监测 X- $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率仪
仪器型号	FH40G+FHZ672E-10
能量响应	33KeV~3MeV，变化的限值为 $\pm 15\%$
量 程	10nSv/h~1Sv/h
检定单位	山东省计量科学研究院
检定证书编号	Y16-20210491
检定有效期	2025 年 3 月 14 日
剂量率指示的固有误差	不大于 5.0%
使用环境温度	(-30~+55 $^{\circ}\text{C}$ ) 温度依赖性 < 20%

表 5-1-2 表面污染监测仪器参数一览表

仪器名称	$\alpha$ 、 $\beta$ 表面污染测量仪
仪器型号	CoMo170

检定单位	中国计量科学研究院
检定证书编号	DLhd2024-04848
检定有效期	2025年07月31日
探测器尺寸	170cm <sup>2</sup>
探测效率	探测面积 100 cm <sup>2</sup>

表 5-1-3 低本底  $\alpha$   $\beta$  测量仪参数一览表

仪器名称	低本底 $\alpha$ $\beta$ 测量仪
仪器型号	WIN-8A
检定单位	山东省计量科学研究院
检定证书编号	Y15-20240168
检定有效期	2026年06月26日
$\alpha$ / $\beta$ 交叉性能	3%的 $\alpha$ 进入 $\beta$ 道, 0.5%的 $\beta$ 进入 $\alpha$ 道
效率稳定性	仪器连续通电 8 小时, 探测器效率变化小于 10%

#### 5.4 监测技术规范

1. 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）
2. 《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）
3. 《表面污染测定 第一部分： $\beta$  发射体（ $E_{\beta \text{ max}} > 0.15\text{Mev}$ ）和  $\alpha$  发射体》（GB/T14056.1-2008）
- 4.HJ 898-2017 水质 总  $\alpha$  放射性的测定 厚源法
- 5.HJ 899-2017 水质 总  $\beta$  放射性的测定 厚源法

#### 5.5 其他保证措施

本次由两名检测人员共同进行现场检测，由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。检测时获取足够的的数据量，以保证检测结果的统计学精度。建立完整的文件资料、仪器校准（测试）证书、检测布点图、测量原始数据、统计处理记录等全部保留，以备复查。检测报告严格实行三级审核制度，经过校对、审核，最后由技术负责人审定。

## 表 6 验收监测内容

为掌握本项目正常运行情况下周围的辐射环境水平，本次验收由山东鲁环检测科技有限公司对本次验收的相关场所及周围环境进行了现场监测。

### 6.1 监测项目

X- $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率、 $\alpha$ 、 $\beta$ 表面污染、废水总放射性（总 $\alpha$ 、总 $\beta$ ）、土壤总放射性（总 $\alpha$ 、总 $\beta$ ）。

### 6.2 监测仪器

使用环境监测 X- $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率仪、 $\alpha$ 、 $\beta$ 表面污染测量仪、低本底 $\alpha$   $\beta$ 测量仪。

### 6.3 监测分析方法

由两名检测人员共同进行现场监测，依据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）和《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）的要求和方法，现场布点监测。

X- $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率：现场布点监测，首先应进行巡测，以发现可能出现的高辐射水平区域，在巡测的基础上对关注点的局部屏蔽和缝隙进行重点检测。每个监测点读取 10 个测量值为一组，计算其平均值，扣除宇宙射线响应值后为最终测量结果。

$\alpha$ 、 $\beta$ 表面污染：现场布点监测，每个监测点读取 5 个测量值为一组，计算其平均值作为最终测量结果。

废水总放射性：在衰变池出口取水样，3 次/天，分析后取平均值作为最终监测结果。

土壤总放射性：监测季节主导风向为北风，在主导风向下风向取 1 个土壤表层样，1 次/天。

表 6-1 监测分析方法一览表

分析方法名称	标准号	方法检出限
环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范	HJ 1157-2021	/
表面污染测定 第 1 部分： $\beta$ 发射体（ $E_{\beta\text{max}} > 0.15\text{MeV}$ ）和 $\alpha$ 发射体	GB/T 14056.1-2008	/
水质 总 $\alpha$ 放射性的测定 厚源法	HJ 898-2017	$4.3 \times 10^{-2}\text{Bq/L}$
水质 总 $\beta$ 放射性的测定 厚源法	HJ 899-2017	$1.5 \times 10^{-2}\text{Bq/L}$

### 6.4 监测布点

本次验收监测对医院 SPECT-CT 机房、甲癌及  $^{177}\text{Lu}$  治疗工作场所周围进行了现场监测，具体布点情况见表 6-2~6-9，监测布点情况见图 6-1、6-2。

序号	监测点位	检测状态	检测因子	频次	
a1	SPECT-CT 检查二室机房内	非工作状态	X- $\gamma$ 空气吸收剂量率	1次/天， 检测1天	
a2	SPECT-CT 检查二室控制室内				
a3	SPECT-CT 检查二室西侧防护门外 30cm 处				
a4	SPECT-CT 检查二室东侧防护门外 30cm 处				
a5	SPECT-CT 检查二室室顶上方距地 100cm 处				
a6	SPECT-CT 检查二室西墙外 30cm 处				
a7	SPECT-CT 检查二室南墙外 30cm 处				
a8	SPECT-CT 检查二室北墙外 30cm 处				
A18	SPECT-CT 检查二室西侧防护门上门缝	记录设备工作电压，工作电流； 注射药物为 $^{131}\text{I}$ 时，注射药物剂量：（已注射天数）			
A19	SPECT-CT 检查二室西侧防护门左门缝				
A20	SPECT-CT 检查二室西侧防护门下门缝				
A21	SPECT-CT 检查二室西侧防护门右门缝				
A22	SPECT-CT 检查二室西侧防护门中间位置				
A23	SPECT-CT 检查二室东侧防护门上门缝				
A24	SPECT-CT 检查二室东侧防护门左门缝				
A25	SPECT-CT 检查二室东侧防护门下门缝				
A26	SPECT-CT 检查二室东侧防护门右门缝				
A27	SPECT-CT 检查二室东侧防护门中间位置				
A28	SPECT-CT 检查二室西墙外 30cm 处				
A29	SPECT-CT 检查二室南墙外 30cm 处				
A30	SPECT-CT 检查二室北墙外 30cm 处				
A31	SPECT-CT 检查二室操作位				
A32	SPECT-CT 检查二室观察窗外 30cm 处				
A33	SPECT-CT 检查二室东墙外 30cm 处				
A34	SPECT-CT 检查二室室顶上方距地 100cm 处				
A40	摆位时工作人员身体（离病人 1m 处）				
A35	南侧 5m PET-CT 中心				/
A36	西侧 20m 放疗楼				

A37	东侧 15m 辅助用房			
A38	南侧 40m 陪护用房			
A39	$^{131}\text{I}$ 衰变池上方			
<b>表 6-3 甲癌及 <math>^{177}\text{Lu}</math> 治疗场所换环境 <math>\gamma</math> 空气吸收剂量率监测点位</b>				
序号	检测点位	检测状态	检测因子	检测频次
B1	卫生通过间	/	$\gamma$ 空气吸收 剂量率	每天 1 次, 检测 1 天
B2	储源室防护门外表面 30cm 处			
B3	储源室东侧墙外 30cm 处			
B4	储源室室顶上方距地 100cm 处			
B5	衰变箱表面 30cm 处			
B6	被服间南墙外 30cm 处			
B7	工作人员手部（手提铅罐时）	$^{131}\text{I}$ 转移至分装仪过程中		
B8	分装室防护门外表面 30cm 处	病人服药时，记录药物活度		
B9	分装室东墙外 30cm 处			
B10	分装室西墙外 30cm 处			
B11	分装室室顶上方距地 100cm 处			
B12	分装室北侧防护门外 30cm 处			
B13	病房 1 东墙外 30cm 处	记录各病房内病人人数、服用药物的剂量		
B14	病房 1 北墙外 30cm 处			
B15	病房 1 防护门外表面 30cm 处			
B16	病房 1 室顶上方距地 100cm 处			
B17	病房 2 北墙外 30cm 处			
B18	病房 2 防护门外表面 30cm 处			
B19	病房 2 室顶上方距地 100cm 处			
B20	病房 3 北墙外 30cm 处			
B21	病房 3 防护门外表面 30cm 处			
B22	病房 3 室顶上方距地 100cm 处			
B23	病房 8 防护门外表面 30cm 处			
B24	病房 8 南墙外 30cm 处			
B25	病房 8 东墙外 30cm 处			
B26	病房 8 室顶上方距地 100cm 处			
B27	病房区域入口防护门外表面 30cm 处			
B28	病房区域出口防护门外表面 30cm 处			
B29	病房 5 北墙外 30cm 处	记录各病房内病人人数、服用药物的剂量		
B30	病房 5 防护门表面 30cm 处			
B31	病房区域入口防护门外表面 30cm 处			
B32	病房 6 西墙外 30cm 处			
B33	病房 6 南墙外 30cm 处			
B34	病房 6 防护门表面 30cm 处			

B35	病房 7 南墙外 30cm 处	病人 1 人, 记录药物剂量		
B36	病房 7 防护门表面 30cm 处			
B37	抢救室防护门表面 30cm 处			
B38	抢救室西墙外 30cm 处			
B39	抢救室北墙外 30cm 处			
B40	抢救室室顶上方距地 100cm 处			
B41	分装仪表面 30cm 处	$^{131}\text{I}$ 装入分装仪后		

表 6-4 甲癌及  $^{177}\text{Lu}$  治疗场所表面污染水平监测点位

测点编号	点位描述	检测因子	检测频次
A1	卫生通过间地面	表面污染水平	每天 1 次, 检测 1 天
A2	卫生通过间墙面		
B1	储源间地面		
B2	储源间墙面		
B3	衰变箱表面		
C1	分装室地面		
C2	分装室墙面		
C2	分装仪表面		
D1	被服间地面		
D2	被服间墙面		
E1	病房 1 地面		
E2	病房 1 墙面		
E3	病房 1 卫生间地面		
E4	病房 1 卫生间墙面		
F1	病房 2 地面		
F2	病房 2 墙面		
G1	病房 3 地面		
G2	病房 3 墙面		
H1	病房 8 地面		
H2	病房 8 墙面		
I1	甲癌治疗区走廊地面		
I2	甲癌治疗区走廊墙面		
J1	病房 5 地面		
J2	病房 5 墙面		
K1	病房 6 地面		
K2	病房 6 墙面		
L1	病房 7 地面		



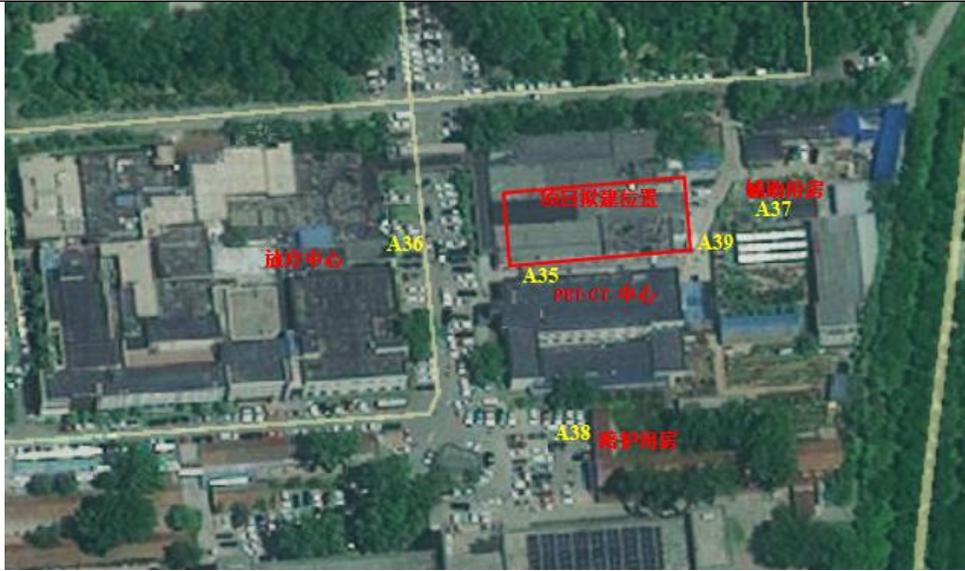


图 6-2 核医学工作场所  $\gamma$  监测布点图 2

## 表 7 验收监测

## 7.1 验收监测期间运行工况

监测期间为平时使用时的最大典型工况。本次验收监测工况具体见监测结果表 7-1~7-8。

3.10 天气：晴 温度：18℃ 湿度：38%

3.11 天气：晴 温度：18℃ 湿度：50%

3.12 天气：晴 温度：18℃ 湿度：23%

## 7.2 验收监测结果

本次验收竣工环境保护验收监测结果，见表 7-1~7-8。

环境 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率监测结果均已扣除宇宙射线响应值（16.8nSv/h）。

表 7-1 核医学诊断场所及敏感目标环境 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率监测结果

序号	点位描述	监测结果 (nSv/h)		序号	点位描述	监测结果 (nSv/h)		备注
		平均值	标准差			平均值	标准差	
非工作状态				工作电压 120kV，工作电流 120mA；注射药物为 <sup>131</sup> I；注射药物剂量：150mCi（已注射三天）				
/	/	/	/	A18	SPECT-CT 检查二室西侧防护门上门缝	364	2.3	预测点
/	/	/	/	A19	SPECT-CT 检查二室西侧防护门左门缝	128	2.0	预测点
/	/	/	/	A20	SPECT-CT 检查二室西侧防护门下门缝	293	3.0	预测点
/	/	/	/	A21	SPECT-CT 检查二室西侧防护门右门缝	140	2.6	预测点
a3	SPECT-CT 检查二室西侧防护门外 30cm 处	233	1.8	A22	SPECT-CT 检查二室西侧防护门中间位置	237	2.1	环评考察点
/	/	/	/	A23	SPECT-CT 检查二室东侧防护门上门缝	81.1	0.8	预测点
/	/	/	/	A24	SPECT-CT 检查二室东侧防护门左门缝	76.0	0.5	预测点
/	/	/	/	A25	SPECT-CT 检查二室东侧防护门下门缝	81.6	2.3	预测点
/	/	/	/	A26	SPECT-CT 检查二室东侧防护门右门缝	79.5	0.7	预测点
a4	SPECT-CT 检查二室东侧防护门外 30cm 处	69.6	0.6	A27	SPECT-CT 检查二室东侧防护门中间位置	69.7	0.6	环评考察点
a6	SPECT-CT 检查二室西墙外 30cm 处	104	0.9	A28	SPECT-CT 检查二室西墙外 30cm 处	116	1.8	环评考察点

a7	SPECT-CT 检查二室南墙外 30cm 处	105	1.3	A29	SPECT-CT 检查二室南墙外 30cm 处	106	1.1	环评考察点
a8	SPECT-CT 检查二室北墙外 30cm 处	76.2	1.2	A30	SPECT-CT 检查二室北墙外 30cm 处	86.9	0.8	环评考察点
a2	SPECT-CT 检查二室控制室内	81.4	0.5	A31	SPECT-CT 检查二室操作位	88.4	0.8	预测点
/	/	/	/	A32	SPECT-CT 检查二室观察窗外 30cm 处	85.4	0.6	环评考察点
/	/	/	/	A33	SPECT-CT 检查二室东墙外 30cm 处	105	1.2	环评考察点
a5	SPECT-CT 检查二室室顶上方距地 100cm 处	58.6	0.9	A34	SPECT-CT 检查二室室顶上方距地 100cm 处	58.4	0.6	环评考察点
/	/	/	/	A40	摆位时工作人员身体（离病人 1m 处）（ $\mu\text{Sv/h}$ ）	5.27	0.2	预测点
/	/	/	/	A35	南侧 5m PET-CT 中心	101	0.4	预测点
/	/	/	/	A36	西侧 20m 放疗楼	122	2.2	预测点
/	/	/	/	A37	东侧 15m 辅助用房	101	0.9	预测点
/	/	/	/	A38	南侧 40m 陪护用房	63.7	1.3	预测点
/	/	/	/	A39	$^{131}\text{I}$ 衰变池上方	109	2.9	预测点
a1	SPECT-CT 检查二室机房内	71.6	0.6	/	/	/	/	预测点

表 7-2 甲癌及  $^{177}\text{Lu}$  治疗工作场所环境  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率监测结果

序号	点位描述	检测状态	监测结果（nSv/h）		备注
			平均值	标准差	
B1	卫生通过间	/	88.2	0.6	预测点
B2	储源室防护门外表面 30cm 处		66.1	0.8	环评考察点
B3	储源室东侧防护门外 30cm 处		78.2	0.4	环评考察点
B4	储源室室顶上方距地 100cm 处		355	2.6	环评考察点
B5	衰变箱表面 30cm 处		125	2.0	预测点
B6	被服间南墙外 30cm 处		99.1	0.5	预测点

B7	工作人员手部（手提铅罐时）（ $\mu\text{Sv/h}$ ）	$^{131}\text{I}$ 转移至分装仪过程中（药物剂量 900mCi）	6.20	0.05	环评考察点
B41	分装仪表面 30cm 处（ $\mu\text{Sv/h}$ ）	$^{131}\text{I}$ 装入分装仪后（药物剂量 900mCi）	8.94	0.07	预测点
B8	分装室防护门外表面 30cm 处	病人服 $^{131}\text{I}$ 过程，服 $^{131}\text{I}$ 剂量 200mCi	377	2.2	环评考察点
B9	分装室东墙外 30cm 处		69.8	0.5	环评考察点
B10	分装室西墙外 30cm 处		86.9	0.5	环评考察点
B11	分装室室顶上方距地 100cm 处		386	4.8	环评考察点
B12	分装室北侧防护门外 30cm 处（ $\mu\text{Sv/h}$ ）		2.20	0.06	环评考察点
B13	病房 1 东墙外 30cm 处	病人 2 人， $^{131}\text{I}$ 剂量 350mCi	122	1.6	环评考察点
B14	病房 1 北墙外 30cm 处		83.6	0.3	环评考察点
B15	病房 1 防护门外表面 30cm 处（ $\mu\text{Sv/h}$ ）		1.65	0.02	环评考察点
B16	病房 1 室顶上方距地 100cm 处		771	4.4	环评考察点
B17	病房 2 北墙外 30cm 处	病人 2 人， $^{131}\text{I}$ 剂量 220mCi	94.9	0.6	环评考察点
B18	病房 2 防护门外表面 30cm 处		712	3.2	环评考察点
B19	病房 2 室顶上方距地 100cm 处		250	3.1	环评考察点
B20	病房 3 北墙外 30cm 处	病人 2 人， $^{131}\text{I}$ 剂量 250mCi	94.3	0.7	环评考察点
B21	病房 3 防护门外表面 30cm 处		824	4.4	环评考察点
B22	病房 3 室顶上方距地 100cm 处		90.1	0.5	环评考察点
B23	病房 8 防护门外表面 30cm 处	病人 2 人， $^{131}\text{I}$ 剂量 350mCi	795	4.5	环评考察点
B24	病房 8 南墙外 30cm 处		105	1.3	环评考察点
B25	病房 8 东墙外 30cm 处		114	2.0	环评考察点
B26	病房 8 室顶上方距地 100cm 处		69.4	0.2	环评考察点

B27	甲癌病房区域入口防护门外表面 30cm 处	/	115	1.6	预测点
B28	病房区域出口防护门外表面 30cm 处		75.5	0.6	环评考察点
B29	病房 5 北墙外 30cm 处	$^{177}\text{Lu}$ 剂量 200mCi	98.8	0.6	环评考察点
B30	病房 5 防护门表面 30cm 处		516	4.0	环评考察点
B31	$^{177}\text{Lu}$ 病房区域入口防护门外表面 30cm 处	/	58.3	0.3	预测点
B32	病房 6 西墙外 30cm 处	$^{177}\text{Lu}$ 剂量 200mCi	73.5	0.6	环评考察点
B33	病房 6 南墙外 30cm 处		94.6	0.7	环评考察点
B34	病房 6 防护门表面 30cm 处		681	5.6	环评考察点
B35	病房 7 南墙外 30cm 处	$^{177}\text{Lu}$ 剂量 200mCi	90.6	0.7	环评考察点
B36	病房 7 防护门表面 30cm 处		992	6.9	环评考察点
B37	抢救室防护门表面 30cm 处	$^{177}\text{Lu}$ 剂量 200mCi	417	4.6	环评考察点
B38	抢救室西墙外 30cm 处		75.4	1.5	环评考察点
B39	抢救室北墙外 30cm 处		78.9	1.5	环评考察点
B40	抢救室室顶上方距地 100cm 处		67.5	0.6	环评考察点

表 7-3 核医学工作场所 $\beta$ 表面污染水平监测结果

点位编号	点位描述	$\beta$ 表面污染 (Bq/cm <sup>2</sup> )
A1	卫生通过间地面	1.33
A2	卫生通过间墙面	0.14
B1	储源间地面	8.61
B2	储源间墙面	1.01
B3	衰变箱表面	0.47
C1	分装室地面	14.0
C2	分装室墙面	14.8
C3	分装仪表面	25.1

D1	被服间地面	0.23
D2	被服间墙面	0.11
E1	病房 1 地面	4.49
E2	病房 1 墙面	0.34
E3	病房 1 卫生间地面	2.38
E4	病房 1 卫生间墙面	0.58
F1	病房 2 地面	1.92
F2	病房 2 墙面	0.34
G1	病房 3 地面	1.67
G2	病房 3 墙面	0.28
H1	病房 8 地面	3.60
H2	病房 8 墙面	0.73
I1	甲癌治疗区走廊地面	2.50
I2	甲癌治疗区走廊墙面	1.02
J1	病房 5 地面	1.61
J2	病房 5 墙面	0.19
K1	病房 6 地面	0.21
K2	病房 6 墙面	0.12
L1	病房 7 地面	1.22
L2	病房 7 墙面	0.12
M1	抢救室地面	0.21
M2	抢救室墙面	0.11
N1	$^{177}\text{Lu}$ 治疗区走廊地面	1.50
N2	$^{177}\text{Lu}$ 治疗走廊墙面	0.09
O1	SPECT-CT2 机房地面	0.63
O2	SPECT-CT2 机房墙面	0.11

P1	SPECT-CT2 机房控制区地面	0.09
P2	SPECT-CT2 机房控制区墙面	0.08

表 7-4 甲癌治疗场所废水总放射性监测结果

点位编号	点位描述	监测频次	总 $\alpha$ 放射性 (Bq/L)	总 $\beta$ 放射性 (Bq/L)
1	$^{131}\text{I}$ 衰变池 总排口	第一次	0.04	0.18
		第二次	0.05	0.22
		第三次	0.04	0.23

表 7-5 甲癌治疗场所土壤放射性监测结果

序号	监测点位	总 $\alpha$ 放射性 (Bq/kg)	总 $\beta$ 放射性 (Bq/kg)
1#	核医学工作场所附近绿 化带（表层样）	195	308

## 监测结果分析：

由表 7-1 可知，非工作状态下，核医学科 SPECT-CT 诊断区及周边敏感目标环境 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率为（58.6~233）nSv/h，处于济南市环境天然辐射水平的正常波动范围内。工作状态下，核医学科 SPECT-CT 诊断区环境 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率监测结果最大值为 382nSv/h，低于环评批复、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）周围剂量当量率应不大于 2.5 $\mu$ Sv/h 的要求。

由表 7-2 可知，甲癌及  $^{177}\text{Lu}$  治疗工作场所环境 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率监测结果最大值为 2.20  $\mu$  Sv/h，低于环评批复、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）周围剂量当量率应不大于 2.5 $\mu$ Sv/h 的要求。

由表 7-3 可知，核医学科验收区域控制区表面污染监测结果最大值为 25.1Bq/cm<sup>2</sup>，监督区表面污染监测结果最大值为 1.33Bq/cm<sup>2</sup>，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的放射性表面污染控制水平要求。

由表 7-4 可知，衰变池废水排放口总  $\alpha$  放射性最大为 0.05Bq/L，总  $\beta$  放射性最大为 0.23Bq/L，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）和《山东省医疗机构污染物排放控制标准》（DB37/596-2020）中放射性废液总 $\alpha$ 不大于 1Bq/L，总 $\beta$ 不大于 10Bq/L 的限值要求。

由表 7-5 可知，土壤放射性总 $\alpha$ 放射性为 195Bq/kg，总 $\beta$ 放射性为 308Bq/kg，与一期验收监测数据相差不大，均处于本底水平范围内。

### 7.3 职业人员与公众成员受照剂量

#### 1. 居留因子

居留因子参照《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）选取，见下表 7-6。

表 7-6 居留因子的选取

场所	居留因子 (T)		停留位置	备注
	典型值	范围		
全居留	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、有人护理的候诊室以及周边建筑中的驻留区域	
部分居留	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	
偶然居留	1/16	1/8-1/40	1/8: 各治疗室门 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: 仅有行人车辆来往的户外区域、无人看管的停车场、车辆自动卸货区域、楼梯、无人看管的电梯	

#### 2. 照射时间

核医学科验收区域工作由医院核医学科现有工作人员负责。

使用核素  $^{177}\text{Lu}$  整个过程已在核医学工作场所使用核素  $^{177}\text{Lu}$ 、 $^{225}\text{Ac}$  及  $^{227}\text{Th}$  项目（一期）中验收完成，本次仅增加病房，核素量不变，年治疗患者人数与时间不变，不再重复计算。

SPECT-CT 扫描过程已在核医学工作场所改扩建项目（一期）中计算，本次仅增加了设备，诊断区所有 SPECT-CT 扫描时间不变，不再重复计算。

$^{131}\text{I}$  药物由供货方转运至储源室，由护士转移至分装室自动分装仪内。护士转移过程接触时间为 4.17h/a，打开铅罐接触时间为 0.35h/a，摆位和扫描已在二期验收中计算，本次不再计算摆位和扫描过程。

#### 3. 职业人员个人累积剂量监测结果

本项目由医院核医学科工作人员负责，核医学科现有人员共 19 人，所有人员均佩

戴了个人剂量计进行个人剂量监测，医院提供了 2023.9~2024.9 共 4 个季度的个人剂量报告作为类比，现有核医学科工作人员上一年度的工作内容与本项目相似，工作量与本项目接近，故采用核医学科工作人员原岗位个人剂量报告作类比。个人剂量报告委托山东省医学科学院放射医学研究所、山东杰创安全检测有限公司进行监测，个人剂量报告年有效累积剂量情况见表 7-7、7-8。

表 7-7 职业人员个人剂量监测结果

序号	姓名	个人累积剂量 (mSv)	序号	姓名	个人累积剂量 (mSv)
1	王炎	0.40	11	孙枫溟	0.38
2	吴庆伟	0.24	12	李鹏飞	0.61
3	张辉	0.49	13	马国帅	0.37
4	钟金芝	0.12	14	冯允建	0.26
5	王晓慧	0.15	15	刘婷婷	0.35
6	周振红	0.27	16	马雯雯	0.39
7	刘学萍	0.59	17	李冉冉	0.42
8	霍宗伟	0.17	18	张鹏	0.31
9	孙晓蓉	0.81	19	李国梁	0.44
10	卞传彬	0.29			

表 7-8 辐射工作人员个人累积剂量统计表

个人剂量计累积剂量范围	个人剂量计人数
管理约束值（5mSv/a）以内	19 人
管理约束值（5mSv/a）~标准限值（20mSv/a）	0 人
大于标准限值（20mSv/a）	0 人

根据原岗位个人剂量报告估算年有效累积剂量情况，本次验收涉及 19 名职业工作人员中受照剂量最大为 0.81mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定职业人员的剂量限值 20mSv/a，也低于环评和本次验收提出的 5.0mSv/a 的管理约束限值。

#### 4.各人员辐射年有效剂量计算

居留因子参照《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）选取，见表 7-6。工作人员年有效剂量计算见表 7-9。

表 7-9 核医学工作场所  $^{131}\text{I}$  工作人员辐射年有效剂量

操作内容	剂量率( $\mu\text{Sv/h}$ )	居留	时间	最大年有效剂量
------	-------------------------	----	----	---------

		因子	(h/a)	(mSv/a)
转移	6.20	1	4.17	0.026
打开铅罐	8.94	1	0.35	0.003

综上所述，叠加一期验收项目核医学科工作人员身体年有效剂量  
 $=0.81+0.026+0.003=0.839\text{mSv/a}$ ，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》  
 (GB18871-2002)中规定职业人员的剂量限值  $20\text{mSv/a}$ ，也均低于《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中要求的一般情况下职业照射的剂量约束值不超过  $5\text{mSv/a}$  和环评中提出的  $5.0\text{mSv/a}$  的管理约束限值。

### 5.公众成员受照剂量

本次验收区域公众人员可达位置的受照剂量见表 7-10，敏感目标处公众人员受照剂量一期验收已完成，本次不再计算。

表 7-10 公众成员剂量核算

位置	剂量率(nSv/h)	居留因子	时间(h/a)	最大年有效剂量(mSv/a)
SPECT-CT 机房南侧（走廊）	116	1/5	2000	0.046
SPECT 机房上方	58.4	1/40	2000	0.003
甲癌病房 1 东墙外	122	1/5	2000	0.049
甲癌病房 2 北墙外	94.9	1/5	2000	0.038
甲癌病房 3 北墙外	94.3	1/5	2000	0.038
患者出口外	75.5	1/20	2000	0.008
$^{177}\text{Lu}$ 及甲癌治疗区室顶上方	771	1/40	2000	0.039
碘分装室东墙外	69.8	1/20	2000	0.007
被服间南墙外（走廊）	99.1	1/5	2000	0.040
碘分装室东防护门外	78.2	1/20	2000	0.008
抢救室西侧（SPECT-CT3 控制室）	75.4	1/20	2000	0.008
$^{177}\text{Lu}$ 病房 5 北侧	98.8	1/5	2000	0.040
$^{177}\text{Lu}$ 病房 6 南侧（走廊）	94.6	1/5	2000	0.038
$^{177}\text{Lu}$ 病房 7 南侧（走廊）	90.6	1/5	2000	0.036

注：本项目公众受照剂量未扣除背景值受照剂量。

综上所述，本项目公众人员受照年有效剂量（未扣除背景受照剂量）最大值为

0.049mSv/a, 该年有效剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中规定公众人员的剂量限值 1mSv/a, 也均低于《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021) 中公众照射剂量约束值不超过 0.1mSv/a 的要求。

表 8 验收监测结论

按照国家有关环境保护的法律法规，该项目进行了环境影响评价，履行了建设项目环境影响审批手续，项目配套建设环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

### 8.1 项目概况

项目分期建设、分期验收。核医学工作场所使用核素  $^{177}\text{Lu}$ 、 $^{225}\text{Ac}$ 、 $^{227}\text{Th}$  项目在“核医学工作场所改扩建项目”的基础上进行改造，项目改造过程中由于核医学工作场所布局、核素用量、患者路径发生变化，医院于 2024 年 1 月编制了《核医学工作场所环境影响后评价报告》，并于 2024 年 1 月 12 日取得济南市生态环境局《关于山东第一医科大学附属肿瘤医院核医学科治疗区场所部分变更请示的复函》。

本次验收为核医学工作场所改扩建项目（二期）、核医学工作场所使用核素  $^{177}\text{Lu}$ 、 $^{225}\text{Ac}$ 、 $^{227}\text{Th}$  项目（二期）验收，验收内容为 1 台 SPECT-CT、甲癌及  $^{177}\text{Lu}$  治疗工作场所。

### 8.2 现场监测结果

验收监测期间，非工作状态下，核医学科 SPECT-CT 诊断区及周边敏感目标环境  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率为（58.6~233）nSv/h，处于济南市环境天然辐射水平的正常波动范围内。工作状态下，核医学科 SPECT-CT 诊断区环境  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率监测结果最大值为 382nSv/h，低于环评批复、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）周围剂量当量率应不大于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$  的要求。

验收监测期间，甲癌及  $^{177}\text{Lu}$  治疗工作场所环境  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率监测结果最大值为 2.20  $\mu\text{Sv/h}$ ，低于环评批复、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）周围剂量当量率应不大于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$  的要求。

验收监测期间，核医学科验收区域控制区表面污染监测结果最大值为 25.1Bq/cm<sup>2</sup>，监督区表面污染监测结果最大值为 1.33Bq/cm<sup>2</sup>，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的放射性表面污染控制水平要求。

验收监测期间，衰变池废水排放口总  $\alpha$  放射性最大为 0.05Bq/L，总  $\beta$  放射性最大为 0.23Bq/L，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）和《山东省医疗机构污染物排放控制标准》（DB37/596-2020）中放射性废液总  $\alpha$  不大于 1Bq/L，总  $\beta$  不大于 10Bq/L 的限值要求。

验收监测期间，土壤放射性总  $\alpha$  放射性为 195Bq/kg，总  $\beta$  放射性为 308Bq/kg，与一

期验收监测数据相差不大，均处于本底水平范围内。

### 8.3 职业人员与公众受照剂量结果

#### 1. 职业人员受照剂量结果

根据本次验收监测结果估算，叠加一期验收项目核医学科工作人员身体年有效剂量  $0.839\text{mSv/a}$ ，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中规定职业人员的剂量限值  $20\text{mSv/a}$ ，也均低于《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)中要求的一般情况下职业照射的剂量约束值不超过  $5\text{mSv/a}$  和环评中提出的  $5.0\text{mSv/a}$  的管理约束限值。

#### 2. 公众受照剂量结果

根据本次验收监测结果估算，本项目公众人员受照年有效剂量最大值为  $0.049\text{mSv/a}$ ，该年有效剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中规定公众人员的剂量限值  $1\text{mSv/a}$ ，也低于《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)中公众照射剂量约束值不超过  $0.1\text{mSv/a}$  的要求。

### 8.4 现场检查结果

SPECT-CT 机房由机房、控制间、设备间等组成。场所布局、分区管理合理、各防护屏蔽措施及设施（电离辐射警告标志、工作状态指示灯、对讲和视频监控、通风）的配置均能正常工作且有效，能够满足辐射安全防护的要求。

甲癌及  $^{177}\text{Lu}$  治疗工作场所由卫生通过间、储源室、分装室、甲癌病房、 $^{177}\text{Lu}$  治疗病房、抢救室、被服间、工具间等组成。工作场所布局、分区管理及动线合理、各防护屏蔽措施及设施（电离辐射警告标志、对讲和视频监控、通风、放射性废水收集排放、放射性固废收集贮存）的配置均能正常工作且有效，能够满足辐射安全防护的要求。

### 8.5 环境管理

山东第一医科大学附属肿瘤医院（山东省肿瘤防治研究院、山东省肿瘤医院）签订了《辐射工作安全责任书》，法人代表为辐射工作安全责任人，设置专职机构放射防护办公室并指定专人高峰负责放射性同位素与射线装置的安全和防护工作，指定专人负责放射性同位素的保管工作。

制定了《辐射(放射)防护管理制度》、《射线装置安全使用管理制度》、《辐射工作人员个人剂量监测和职业健康管理制度》、《辐射工作人员培训和考核管理制度》、《放射源及放射性同位素使用登记管理制度》、《放射源等放射性物质储存场所安全保

卫制度》、《辐射(放射)防护监测制度》、《射线装置使用登记管理制度》、《辐射安全防护设施维护与维修制度》、《辐射工作场所分区规范》等工作制度及辐射安全管理制度，建立了辐射安全管理档案。编制并修订了《辐射事故(放射事件)应急预案》，按计划组织开展了辐射事故应急演练，按规定编制辐射安全和防护状况年度评估报告并在规定时间内提报全国核技术利用辐射安全申报系统。

本项目辐射工作人员均已通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识，参加考核并取得合格成绩，处于有效期内。均配备了个人剂量计，并委托有资质单位负责对个人剂量定期进行监测并出具监测报告，已建立 1 人 1 档。

辐射工作场所配备了个人剂量报警仪、x-γ剂量率仪等监测设备。

综上所述，山东第一医科大学附属肿瘤医院（山东省肿瘤防治研究院、山东省肿瘤医院）核医学工作场所改扩建项目（二期）、核医学工作场所使用核素  $^{177}\text{Lu}$ 、 $^{225}\text{Ac}$ 、 $^{227}\text{Th}$  项目（二期）基本落实了辐射安全管理制度和辐射安全防护各项措施，辐射安全与防护措施有效，辐射安全管理制度齐全，编制了辐射事故应急预案并进行了应急演练，验收监测结果满足要求，本项目对辐射工作人员和公众成员是安全的，具备建设项目竣工环境保护验收条件。

#### 8.6 要求与建议

结合工作实际，不断完善辐射安全管理制度，定期做好辐射工作人员再培训，加强辐射事故应急演练。

## 附件 1：委托书

### 委托书

山东博瑞达环保科技有限公司：

我单位核医学工作场所改扩建项目（二期）、核医学工作场所使用核素  $^{177}\text{Lu}$ 、 $^{225}\text{Ac}$ 、 $^{227}\text{Th}$  项目（二期）、核医学工作场所及医用电子加速器应用项目（三期）已建成进行调试运行。该项目已按照生态环境部门的审批要求，严格落实各项环境保护措施，污染防治设施与主体工程同时投入调试运行。根据《建设项目环境管理条例》和《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》等有关规定，委托你单位对本项目进行环境保护竣工验收。

山东第一医科大学附属肿瘤医院  
(山东省肿瘤防治研究院、山东省肿瘤医院)

2025 年 2 月 24 日

## 附件 2：环评批复

# 济南市生态环境局

## 济南市生态环境局关于山东第一医科大学附属肿瘤医院（山东省肿瘤防治研究院、山东省肿瘤医院）核医学工作场所改扩建项目环境影响报告表的批复

济环辐表审（2021）20 号

山东第一医科大学附属肿瘤医院（山东省肿瘤防治研究院、山东省肿瘤医院）：

你单位《核医学工作场所改扩建项目环境影响报告表》收悉。经审查，批复如下：

### 一、项目主要建设内容

该项目位于济南市槐荫区济兗路 440 号山东第一医科大学附属肿瘤医院，拟对院区东部现有核医学工作场所进行改扩建，改造后，核医学诊断及甲癌治疗分成 2 个工作场所。核医学科西部为核医学诊断及治疗工作场所，使用  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 $^{89}\text{Sr}$ 、 $^{223}\text{Ra}$ ，贮存  $^{99}\text{Mo}$ 、 $^{125}\text{I}$  粒籽源，日等效最大操作量为  $8.604 \times 10^8 \text{Bq}$ ；核医学科东部为甲癌治疗工作场所，使用  $^{131}\text{I}$  开展甲癌放射治疗，日等效最大操作量为  $3.96 \times 10^9 \text{Bq}$ ，均属乙级非密封放射性物质工作场所。

该项目在落实报告表提出的各项环境保护措施和下列工作要求后，可以满足国家环境保护相关法规和标准的要求。我局同意该环境影响报告表。

## 二、项目建设及运行中应重点做好的工作

### （一）做好辐射工作场所的环境安全防护工作。

1、落实核医学科两个工作场所实体屏蔽防护措施，确保核医学工作场所辐射防护能力满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188—2021）和《核医学放射防护要求》（GBZ 120—2020）。

2、对核医学工作场所进行分区管理，划分控制区和监督区，并在控制区边界设置电离辐射警告标志。在两场所内设门禁系统，储源间设置双人双锁、红外监控设施，在贮存期间储源间内禁止无关人员进入，对放射性药物登记建档，记录用量平衡记录等台账，对各设施定期巡检。按要求配备防护用品，确保工作人员和公众年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的相关要求。

3、放射性废气的处置。落实《报告表》提出的通风设计方案，两个工作场所分别设置放射性废气收集及处理系统，放射性废气经专用管道收集，高效过滤装置处理后高出屋顶3m排放。

4、放射性废水的处置。设置放射性废水处理系统，放射性废水经暂存衰变后，确保满足《山东省医疗机构污染物排放

控制标准》(DB37/596-2020)和《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)放射性废液排放要求。

5、放射性固体废物的处置。剩余放射性药物，由供货厂家回收；设置放射性固废衰变箱，放射性固体废物在衰变箱停留衰变达到解控水平后按医疗废物处理。

(二) 建立并完善监测、评估、应急、培训等各项管理制度并组织实施。

1、完善辐射环境监测方案，配备与该项目辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。放射性辐射工作场所还应当配备表面污染监测仪。定期开展监测，监测结果及时报济南市生态环境局槐荫分局。

辐射工作人员应佩戴个人剂量计，并进行个人剂量监测。安排专人负责个人剂量监测管理，发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查。建立辐射工作人员个人剂量档案，做到一人一档。

2、按要求开展辐射安全和防护状况年度评估工作，年度评估报告于每年1月31日前报济南市生态环境局槐荫分局。

3、修订辐射事故应急预案，定期组织开展应急演练，落实风险防范措施，切实防范辐射环境风险。

4、加强辐射工作人员的辐射安全培训和再培训。制定培训计划，组织辐射工作人员参加辐射安全培训和考核；考核不

合格的，不得上岗。

5、放射性药物设专人管理，严格落实辐射安全管理责任制以及放射性同位素使用登记制度、操作规程、辐射防护和安全保卫制度等。

（三）环境影响报告表经批准后，项目的性质、规模、地点或生态保护、污染防治措施发生重大变动的，应按要求重新报批环境影响报告表。

三、项目建设必须严格执行环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投用的“三同时”制度。项目建成后要按规定进行建设项目竣工环境保护验收，并依法向社会公开验收报告，经验收合格后方可正式投入使用。

四、市生态环境局槐荫分局负责该项目环境保护措施落实情况的监督管理，市生态环境保护综合行政执法支队按照“双随机、一公开”要求，将该项目纳入监管范围。

五、依据《中华人民共和国行政复议法》和《中华人民共和国行政诉讼法》，公民、法人或者其他组织认为该审批决定侵犯其合法权益的，可以自接到该批复之日起六十日内提起行政复议，也可以自接到该批复之日起六个月内提起行政诉讼。

济南市生态环境局

2021年11月17日

抄送：济南市生态环境局槐荫分局、市生态环境保护综合行政执法支队。

# 济南市生态环境局

## 济南市生态环境局关于核医学工作场所使用 核素 $^{177}\text{Lu}$ 、 $^{225}\text{Ac}$ 、 $^{227}\text{Th}$ 项目环境影响 报告表的批复

济环辐表审（2022）14号

山东第一医科大学附属肿瘤医院（山东省肿瘤防治研究院、山东省肿瘤医院）：

你单位《核医学工作场所使用核素  $^{177}\text{Lu}$ 、 $^{225}\text{Ac}$ 、 $^{227}\text{Th}$  项目环境影响报告表》收悉。经审查，批复如下：

### 一、项目主要内容

山东第一医科大学附属肿瘤医院位于济南市槐荫区济兗路440号，医院核医学科改建项目环境影响评价报告已于2021年11月17日取得济南市生态环境局批复（批复文号济环辐表审〔2021〕20号）。现为满足诊疗需求，医院拟在核医学科新增使用放射性核素  $^{177}\text{Lu}$ 、 $^{225}\text{Ac}$ 、 $^{227}\text{Th}$ ，因核医学科西部改建施工工期持续3-4个月，改建过程中在现有核医学科工作场所内使用此3种核素，改建完成后在改建后的核医学科工作场所内使用。医院现有核医学科工作场所增加  $^{177}\text{Lu}$ （日等效最大操作量为  $7.4 \times 10^8 \text{Bq}$ ）、 $^{225}\text{Ac}$ （日等效最大操作量为  $7.4 \times 10^7 \text{Bq}$ ）、

<sup>227</sup>Th（日等效最大操作量为 $7.4 \times 10^7$ Bq）后日等效最大操作量为 $4.0 \times 10^9$ Bq，属于乙级非密封放射性物质工作场所；改建后，核医学科西部核医学诊断治疗工作场所增加<sup>177</sup>Lu（日等效最大操作量为 $7.4 \times 10^8$ Bq）、<sup>225</sup>Ac（日等效最大操作量为 $7.4 \times 10^7$ Bq）、<sup>227</sup>Th（日等效最大操作量为 $7.4 \times 10^7$ Bq）后日等效最大操作量为 $1.78 \times 10^9$ Bq，属于乙级非密封放射性物质工作场所；核医学科东部甲癌及<sup>177</sup>Lu治疗工作场所布局进行调整，同时增加<sup>177</sup>Lu（日等效最大操作量为 $7.4 \times 10^8$ Bq）后日等效最大操作量为 $4.0 \times 10^9$ Bq，属于乙级非密封放射性物质工作场所。

该项目在落实报告表提出的各项环境保护措施和下列工作要求后，可以满足国家环境保护相关法规和标准的要求。我局同意该环境影响报告表。

## 二、项目建设及运行中应重点做好的工作

### （一）做好辐射工作场所的环境安全防护工作

1、落实核医学科工作场所实体屏蔽、合成与分装装置的屏蔽及药物转运和注射的屏蔽措施，确保辐射防护能力满足《核医学放射防护要求》（GBZ120—2020）和《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188—2021）。

2、对核医学科工作场所进行分区管理，划分控制区和监督区，在控制区边界和其他醒目位置设置电离辐射警告标志，设置门禁系统，储源室设置双人双锁及红外监控等安全防护设施，建立使用核素台账制度，做到账物相符。对各工作场所定期巡检，按要求配备防护用品，确保工作人员和公众年有效剂

量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的相关要求。

3、落实《报告表》提出的通风设计方案，设置通风系统，放射性废气经专用管道收集，活性炭过滤装置过滤后排放，确保满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）的相关规定。

4、各工作场所设置放射性废水收集及衰变系统，妥善收集、暂存放射性废水，经衰变后确保满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）放射性废液排放要求。

5、设置放射性固废衰变箱，放射性固体废物在衰变箱停留衰变，经监测满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)后按医疗废物处理。

（二）建立并完善监测、评估、应急、培训等各项管理制度并组织实施

1、完善辐射环境监测方案，配备与该项目辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。放射性辐射工作场所还应当配备表面污染监测仪。定期开展监测，监测结果及时报济南市生态环境局槐荫分局。

辐射工作人员应佩戴个人剂量计，并进行个人剂量监测。安排专人负责个人剂量监测管理，发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查。建立辐射工作人员个人剂量档案，做到一人一档。

2、按要求开展辐射安全和防护状况年度评估工作，年度评估报告于每年1月31日前报济南市生态环境局槐荫分局。

3、修订辐射事故应急预案，定期组织开展应急演练，落实风险防范措施，切实防范辐射环境风险。

4、加强辐射工作人员的辐射安全培训和再培训。制定培训计划，组织辐射工作人员参加辐射安全培训和考核；考核不合格的，不得上岗。

5、放射性药物设专人管理，严格落实辐射安全管理责任制以及放射性同位素使用登记制度、操作规程、辐射防护和安全保卫制度等。

（三）环境影响报告表经批准后，项目的性质、规模、地点或生态保护、污染防治措施发生重大变动的，应按要求重新报批环境影响报告表。

三、项目建设必须严格执行环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投用的“三同时”制度。项目建成后要按规定进行建设项目竣工环境保护验收，并依法向社会公开验收报告，经验收合格后方可正式投入使用。

四、市生态环境局槐荫分局负责该项目环境保护措施落实情况的监督管理，市生态环境保护综合行政执法支队按照“双随机、一公开”要求，将该项目纳入监管范围。

五、依据《中华人民共和国行政复议法》和《中华人民共和国行政诉讼法》，公民、法人或者其他组织认为该审批决定侵犯其合法权益的，可以自接到该批复之日起六十日内提起行

政复议，也可以自接到该批复之日起六个月内提起行政诉讼。



抄送：市生态环境局槐荫分局、市生态环境保护综合行政执法支队。

### 附件 3: 关于山东第一医科大学附属肿瘤医院核医学科治疗区场所部分变更请示的复函

## 济南市生态环境局

### 关于山东第一医科大学附属肿瘤医院 核医学科治疗区场所部分变更 请示的复函

山东第一医科大学附属肿瘤医院:

你院《山东第一医科大学附属肿瘤医院关于核医学科治疗区场所部分变更的请示》收悉。根据《中华人民共和国环境影响评价法》第二十七条和你单位编制的《核医学工作场所环境影响后评价报告》、专家意见,经研究,函复如下:

一、我局原则同意该《核医学工作场所环境影响后评价报告》备案。

二、请你单位做好辐射安全管理工作,落实《核医学工作场所使用核素<sup>177</sup>Lu、<sup>225</sup>Ac、<sup>227</sup>Th项目环境影响报告表》和《核医学工作场所环境影响后评价报告》提出的各项污染防治措施,确保满足相关法规和标准要求。



- 1 -

抄送：市生态环境局槐荫分局、市生态环境保护综合行政执法支队。

**附件 4：辐射安全与防护考核情况**

序号	人员	安全与防护培训考核编号
1	吴庆伟	FS23SD0300045
2	马国帅	FS22SD0300038
3	张辉	FS21SD0300027
4	王炎	FS23SD0300011
5	卞传彬	FS22SD0300201
6	孙枫溟	FS21SD0300354
7	李鹏飞	FS23SD0300008
8	刘婷婷	FS23SD0300152
9	王晓慧	FS23SD0300010
10	钟金芝	FS21SD0300012
11	李冉冉	FS23SD0300332
12	周振红	FS23SD0300058
13	刘学萍	FS21SD0300009
14	霍宗伟	FS23SD0300005
15	孙晓蓉	FS23SD0300017
16	张鹏	FS23SD0300331
17	李国梁	FS23SD0300220
18	马雯雯	FS23SD0300140
19	冯允建	FS22SD0300024

## 附件 5：辐射安全许可证



# 辐射安全许可证

(副本)



中华人民共和国生态环境部监制



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

单位名称	山东第一医科大学附属肿瘤医院（山东省肿瘤防治研究院、山东省肿瘤医院）		
统一社会信用代码	1237000049554077XD		
地 址	山东省济南市槐荫区济兗路 440 号、济南市槐荫区烟台路 2999 号		
法定代表人	姓 名	于金明	联系方式 0531-67626971
辐射活动场所	名 称	场所地址	负责人
	DSA1 室	山东省济南市槐荫区济兗路 440 号 2 号楼介入治疗中心	邵文博
	DSA3 室	山东省济南市槐荫区济兗路 440 号 2 号楼介入治疗中心	邵文博
	DSA2 室	山东省济南市槐荫区济兗路 440 号 2 号楼介入治疗中心	邵文博
	DSA4 室	山东省济南市槐荫区济兗路 440 号 2 号楼介入治疗中心	邵文博
	介入粒子源储存室	山东省济南市槐荫区济兗路 440 号 2 号楼介入治疗中心	邵文博
	核医学科储源室	山东省济南市槐荫区济兗路 440 号核医学科诊断区	孙晓蓉
	核医学科检查 1 室	山东省济南市槐荫区济兗路 440 号核医学科诊断区	孙晓蓉
	核医学科检查 2 室	山东省济南市槐荫区济兗路 440 号核医学科诊断区	孙晓蓉
	核医学科检查 3 室	山东省济南市槐荫区济兗路 440 号核医学科诊断区	孙晓蓉
	核医学科诊断区	山东省济南市槐荫区济兗路 440 号核医学科西部	孙晓蓉
	核医学科治疗区	山东省济南市槐荫区济兗路 440 号核医学科东部	孙晓蓉
	介入一专用病房 211	山东省济南市槐荫区济兗路 440 号 2 号楼二层介入科一病区	刘吉兵
	证书编号	国环辐证[00520]	
有效期至	2028 年 11 月 30 日		
发证机关	生态环境部		
发证日期	2025 年 02 月 13 日		



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	山东第一医科大学附属肿瘤医院（山东省肿瘤防治研究院、山东省肿瘤医院）		
统一社会信用代码	1237000049554077XD		
地 址	山东省济南市槐荫区济兗路 440 号、济南市槐荫区烟台路 2999 号		
法定代表人	姓 名	于金明	联系方式 0531-67626971
辐射活动场所	名 称	场所地址	负责人
	骨科骨密度测定室	山东省济南市槐荫区济兗路 440 号 8 号楼三层骨软外科骨密度测定室	周磊
	骨科小 C 臂机房	山东省济南市槐荫区济兗路 440 号 8 号楼三层小 C 臂机房	周磊
	头颈一专用病房 514	山东省济南市槐荫区济兗路 440 号 5 号楼 5 层头颈放疗一病区	胡漫
	质子院区 CT 模拟定位 1 室	山东省济南市槐荫区烟台路 2999 号 地下一层模拟定位区	朱健
	质子院区伽玛刀机房	山东省济南市槐荫区烟台路 2999 号 地下一层伽玛刀机房	朱健
	质子治疗区	山东省济南市槐荫区烟台路 2999 号 地下一层质子治疗区	朱健
	质子院区直加治疗室 05	山东省济南市槐荫区烟台路 2999 号 地下一层放疗区	朱健
	质子院区直加治疗室 03	山东省济南市槐荫区烟台路 2999 号 地下一层放疗区	朱健
	质子院区直加治疗室 02	山东省济南市槐荫区烟台路 2999 号 地下一层放疗区	朱健
证书编号	国环辐证[00520]		
有效期至	2028 年 11 月 30 日		
发证机关	生态环境部		
发证日期	2025 年 02 月 13 日		

## (二) 非密封放射性物质

证书编号: 国环辐证[00520]

序号	活动种类和范围							备注			
	辐射活动场所名称	场所等级	核素	物理状态	活动种类	用途	日最大操作量 (贝可)	日等效最大操作量 (贝可)	年最大用量 (贝可)	申请单位	监管部门
41			Tb-155	液态	使用	放射性药物治疗	7.4E+8	7.4E+5	3.7E+10		
42			Lu-177	液态	使用	放射性药物治疗	4.44E+10	4.44E+8	4.44E+12		
43			I-123	液态	使用	放射性药物诊断	3.7E+9	3.7E+6	1.85E+11		
44			Mo-99	液态	使用	放射性药物诊断	3.7E+10	3.7E+7	1.85E+12		
45			Tb-161	液态	使用	放射性药物诊断	1.08E+10	1.08E+8	5.4E+11		
46	核医学科治疗区	乙级	I-131	液态	使用	放射性药物治疗	2.775E+10	2.775E+9	2.22E+12		

40 / 62



## (二) 非密封放射性物质

证书编号：国环辐证[00520]

序号	活动种类和范围							备注				
	辐射活动场所名称	场所等级	核素	物理状态	使用	活动种类	用途	日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	申请单位	监管部门
47			Lu-177	液态	使用		放射性 药物治 疗	4.44E+10	4.44E+8	4.44E+12		
48	介入CT室	丙级	I-125(粒子源)	固态	使用		放射性 药物治 疗	8.88E+9	8.88E+6	7.992E+11		
49	介入粒子源储存室	丙级	I-125(粒子源)	固态	使用		放射性 药物治 疗	8.88E+9	8.88E+5	7.992E+11		
50	介入三专用病房407	乙级	Y-90	液态	使用		放射性 药物治 疗	4E+9	4E+7	2E+11		
51	介入三专用病房410	丙级	I-125(粒子源)	固态	使用		放射性 药物治 疗	8.88E+9	8.88E+6	7.99E+11		
52	介入三专用病房411	丙级	I-125(粒子源)	固态	使用		放射性 药物治 疗	8.88E+9	8.88E+6	7.99E+11		
53	介入三专用病房	丙级	I-125(粒子源)	固态	使用		放射性 药物治 疗	8.88E+9	8.88E+6	7.99E+11		

41 / 62





### (三) 射线装置

证书编号：国环辐证[00520]

序号	活动种类和范围				装置名称	使用台账			备注			
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类		数量/台(套)	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
	拟定位机房	拟定位装置	类						kV 管电流 320 mA			
33	骨科骨密度测定室	医用诊断 X 射线装置	III 类	使用	1	EXA-3000	AB1EB1606047	管电压 80 kV 管电流 0.25 mA	澳思托			
34	骨科小 C 臂机房	医用诊断 X 射线装置	III 类	使用	1	Ziehm solo	51549	管电压 140 kV 管电流 666 mA	奇目			
35	核医学科检查 1 室	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	III 类	使用	1	Discovery NM/CT 670	PROX27217	管电压 140 kV 管电流 440 mA	GE			
36	核医学科检查 2 室	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	III 类	使用	1	NM/CT 870 DR	10	管电压 140 kV 管电流 440 mA	GE			
37	核医学科检查 3 室	医用 X 射线计算机断层扫描	III 类	使用	1	NM/CT 870 DR	NT3DG2200012BH	管电压 140 kV 管电流 440 mA	GE			

51 / 62

## (三) 射线装置

证书编号：国环辐证[00520]

序号	活动种类和范围				使用台账				备注			
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
	直加治疗室 02	于 100 兆电子伏的医用加速器				器			MeV			
70	质子院区直加治疗室 03	粒子能量小于 100 兆电子伏的医用加速器	II类	使用	1	医用直线加速器	VitalBeam	4705	粒子能量 10 MeV	瓦里安		
71	质子院区直加治疗室 05	粒子能量小于 100 兆电子伏的医用加速器	II类	使用	1	医用直线加速器	uRT-linac 506C	111008	粒子能量 6 MeV	联影		
72		质子治疗装置	I类	使用	1	质子治疗系统	Probeam	1022	粒子能量 250 MeV	瓦里安医疗系统公司		
73	质子治疗区	放射治疗模拟定位装置	III类	使用	6	质子治疗定位用 X 射线管	GS-20712	1	管电压 150 kV 管电流 320 mA	瓦里安医疗系统公司		
							GS-20712	1	管电压 150 kV 管电流 320 mA	瓦里安医疗系统公司		
						质子治疗定位用 X 射线管	GS-20712	1	管电压 150 kV 管电流	瓦里安医疗系统公司		

58 / 62





## (五) 许可证申领、变更和延续记录

证书编号: 国环辐证[00520]

序号	业务类型	批准时间	事由	内容事由	申领、变更和延续前许可证号
1	重新申请	2025-02-13	许可证重新申领		国环辐证[00520]
2	重新申请	2024-03-31	许可证重新申领		国环辐证[00520]
3	重新申请	2024-03-31	许可证延续		国环辐证[00520]
4	延续	2023-11-16	许可证延续		国环辐证[00520]
5	重新申请	2023-02-27	重新申请, 批准时间: 2023-02-27		国环辐证[00520]
6	重新申请	2022-07-06	重新申请, 批准时间: 2022-07-06		国环辐证[00520]
7	重新申请	2022-03-24	重新申请, 批准时间: 2022-03-24		鲁环辐证[01066]
8	重新申请	2022-02-24	重新申请, 批准时间: 2022-02-24		鲁环辐证[01066]
9	重新申请	2022-12-29	重新申请, 批准时间: 2022-12-29		鲁环辐证[01066]
10	重新申请	2021-05-11	重新申请, 批准时间: 2021-05-11		鲁环辐证[01066]
11	变更	2020-10-22	变更, 批准时间: 2020-10-22		鲁环辐证[01066]
12	重新申请	2020-09-27	重新申请, 批准时间: 2020-09-27		鲁环辐证[01066]
13	重新申请	2020-05-19	重新申请, 批准时间: 2020-05-19		鲁环辐证[01066]
14	重新申请	2020-01-15	重新申请, 批准时间: 2020-01-15		鲁环辐证[01066]
15	重新申请	2018-11-16	重新申请, 批准时间: 2018-11-16		鲁环辐证[01066]
16	重新申请	2018-01-11	重新申请, 批准时间: 2018-01-11		鲁环辐证[01066]
17	重新申请	2014-05-04	重新申请, 批准时间: 2014-05-04		鲁环辐证[01066]
18	延续		延续		鲁环辐证[01066]

## 附件 6：辐射工作安全责任书

### 辐射工作安全责任书

为防治放射性污染，保护环境，保障人体健康，落实辐射工作安全责任，根据《中华人民共和国放射性污染防治法》有关规定，（涉源单位名称）承诺：

一、法定代表人或负责人（人名）明子 为辐射工作安全责任人。

二、设置专职机构（机构名称）放射科 或指定专人（人名）高峰 负责放射性同位素与射线装置的安全和防护工作。

三、在许可规定的范围内从事辐射工作。

四、健全安全、保安和防护管理规章制度，制定辐射事故应急方案，并采取措施防止辐射事故的发生。一旦发生事故将立即报告当地环保部门。

五、建立放射性同位素的档案，并定期清点。

六、指定专人（人名）王 负责放射性同位素保管工作。放射性同位素单独存放，不与易燃、易爆、腐蚀性等物品混存。确保贮存场所具有效防火、防水、防盗、防丢失、防泄漏的安全措施。贮存、领取、使用、归还放射性同位素时及时进行登记、检查，做到账物相符。

七、保证其辐射工作场所安全、防护和污染防治设施符合国家有关要求，并确保这些设施正常运行。

八、发生任何涉及放射性同位素的转让、购买行为时，在规定时间内办理备案登记手续。

九、在运输或委托其他单位运输放射性同位素时，遵守有关法律法规，制定突发事件的应急方案，并有专人押运。

十、按有关规定妥善处置放射性废物或及时送城市放射性废物库贮存。

十一、对本单位辐射工作人员进行有关法律、法规、规章、专业技术、安全防护和应急响应等知识的培训教育，持证上岗。

十二、每年对本单位辐射工作安全与防护状况进行一次自我安全评估，安全评估报告将对存在的安全隐患提出整改方案，安全评估报告报省级环保部门备案。

十三、建立辐射工作人员健康和个人剂量档案。

十四、认真履行上述责任，如有违反，造成不良后果的，将依法承担有关法律及经济责任。

单 位：  (公章)

法定代表人：

负责人：  高峰

联系人： 吴锦辉

电 话： 676 26 074

日 期： 2024. 1. 9

## 附件 7：放射防护管理领导小组

### 三十七、放射防护管理领导小组

组 长：于金明

副组长：路友华 蒋建民 王哲海 徐 洁 赵 磊

邢力刚 刘玉国 孟 雪（常务） 宋现让

委 员：于海宁 王永胜 王兴军 王沙沙 尹 勇

左丙丽 卢 洁 朱 健 孙晓蓉 李万湖

吴 萌 陈海生 邵文博 岳金波 孟英涛

高 峰 黄 勇 韩建军 焦合生 潘立才

穆向魁

领导小组办公室设在医学装备部

秘书（辐射安全关键岗位）：高 峰

### 放射防护管理领导小组职责

1. 贯彻、落实国家有关辐射防护、环境保护、职业卫生等工作的方针、政策和文件。
2. 批准医院辐射安全与防护管理相关制度、规程及管理办法。
3. 核准辐射安全与防护管理年度经费预算、审核辐射安全与防护管理相关费用支出。
4. 定期召开辐射安全工作例会和组织专项安全检查，管理监督放射诊疗项目的开展。
5. 批准我院辐射事故应急预案，参加和指挥辐射事故应急处置、报告和原因调查等工作。

### 办公室职责

1. 负责放射防护管理领导小组日常事务。

2. 负责起草医院放射防护规章制度、规程及管理办法，并监督制度落实。

3. 负责提出辐射安全与防护管理年度经费预算并上报领导小组审议。

4. 负责放射防护管理领导小组工作会议的具体组织工作。

5. 负责组织放射防护日常巡查监督、年度检测、许可项目申报、放射工作人员培训、健康查体、个人剂量检测等。

6. 负责辐射事故应急预案起草和修订，定期组织辐射事故应急演练；负责辐射事故协调、监测、调查及上级部门沟通工作。

## 附件 8：应急预案

# 山东第一医科大学附属肿瘤医院 辐射事故(放射事件)应急预案 (2024 年版 2024 年 6 月 1 日)

为健全辐射事故应急机制，提高辐射事故应急处置能力，减轻和消除辐射事故的风险和危害，保障辐射工作人员和公众生命健康，促进医院辐射安全与放射医疗事业全面协调、可持续发展，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和防护管理办法》、《放射诊疗管理规定》等法律法规，结合医院辐射管理工作实际，制定本预案。

### 一、适用范围

适用本院区和质子院区放射性同位素和射线装置发生的辐射事故或可能导致辐射事故的放射事件，范围如下：

- (一) 放射源的丢失、被盗、误置或遗弃；
- (二) 放射源或射线装置失控造成超剂量照射；
- (三) 放射性药物洒落或容器泄露，造成大范围放射性污染；
- (四) 放射源卡源事件；
- (五) 诊断放射性药物实际用量偏离处方剂量 50% 以上的；
- (六) 放射治疗实际照射剂量偏离处方剂量 25% 以上的；
- (七) 人员误照或误用放射性药物的；
- (八) 由于其他原因造成的人员超年有效剂量照射。

### 二、组织机构与职责

#### (一) 领导小组组成

医院成立辐射事故应急处理领导小组(以下简称“应急领导小组”)，

负责组织、开展辐射事故应急处理救援工作。组成成员如下：

组 长：孟 雪

副组长：卢 洁

成 员：于海宁 王沙沙 尹 勇 朱 健 孙晓蓉 李万湖 吴  
萌 邵文博 孟英涛 高 峰 黄 勇 韩建军 焦合生

应急领导小组办公室设在医学装备部，办公室主任卢洁。

### （二）领导小组职责：

贯彻执行生态环境和卫生健康部门辐射事故应急方针、政策和具体要求；在医院突发事件应急工作领导小组领导下，决策和部署全院辐射事故应急管理；负责向生态环境部门、公安、卫生部门上报发生的辐射安全事故；负责制定、修订并实施医院辐射事故应急预案，组织实施应急演练；负责启动应急预案，组织、指挥和协调医院辐射事故的应急处置、应急保障、信息通报及善后处置等工作；配合上级监管部门开展事故调查、处置及后果评价工作；负责审定相关辐射事故应急准备及应急响应所需经费和物资采购计划。

### （三）组成部门职责

医学装备部：负责医院辐射事故应急预案编制和修订；负责事故应急工作组织、协调和信息提供；负责与生态环境、公安、卫生健康等上级部门的联络工作；负责辐射事故自行辐射监测、个人剂量检测管理等；负责应急响应期间信息资料的收集、传递，组织草拟事故通报和工作报告等；负责组织辐射事故调查处理，为应急领导小组组长决策提供技术支持。

党（院）办公室：负责辐射事故综合协调和对外信息发布。

医务管理部：负责辐射事故受伤、受照人员的先期救治，如需后期救治，负责联系具备相关救治能力的医院；负责相关病人、家属接待和善后处理工作。

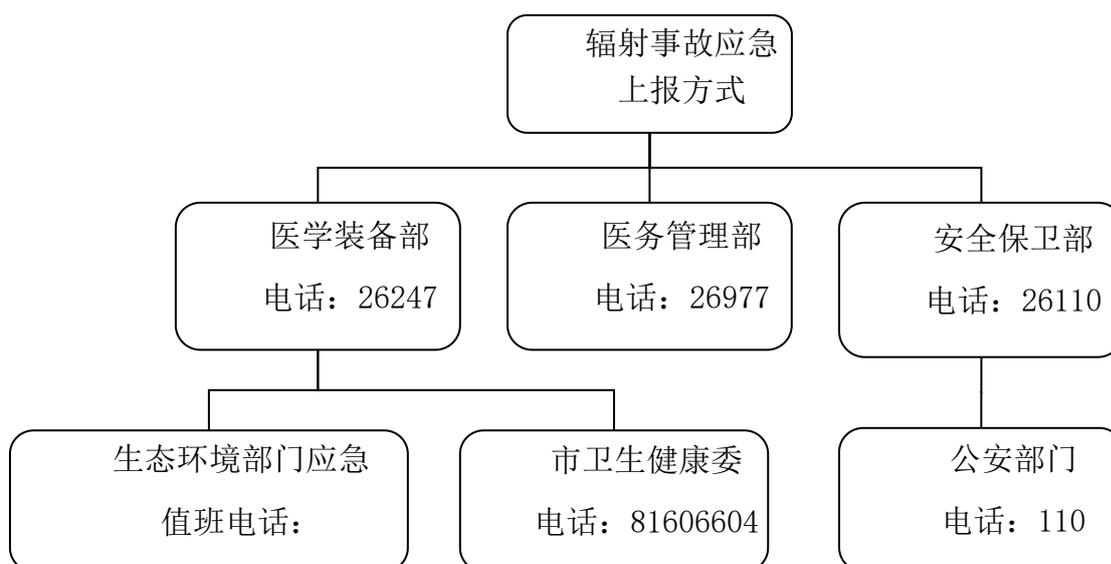
护理管理部：负责辐射辐射事故受伤或受照人员抢救中的护理工作。

后勤管理部：负责辐射事故应急响应的物资准备、后勤保障等工作。

安全保卫部：负责辐射事故现场警戒和秩序维护。

放射性同位素和射线装置使用部门：负责辐射事故第一时间上报和先期处置工作，控制事故事态发展，在辐射事故应急处理领导小组指挥下开展应急处置工作。

#### (四) 应急联系方式



### 三、应急工作原则

辐射事故应急处理工作，应当遵循以人为本，科学施救；预防为主、常备不懈；快速反应、及时控制的工作原则。

各相关科室主任负责本部门辐射安全工作，指定专人负责具体日常工作。建立部门相应的监测、应急制度，完善应急反应机制，增强应急处理能力。坚持以预防为主、常备不懈方针，做到及时发现、及时报告、快速反应、及时控制。

### 四、应急响应

#### (一) 应急处置

一旦发生辐射事故或疑似辐射事故，发现人第一时间采取紧急处置措施(如按下控制室内/治疗室设置的辐射安全联锁急停按钮)停机或停束，通

知本场所工作人员和患者离开危险区域，立即向科室主任或医院总值班室（非工作日：67626228）报告。

科室主任或医院总值班室接到事故报告后，立即报告辐射事故应急处理领导小组组长或副组长，并由组长或副组长启动辐射事故应急预案。各组成部门立即赶往事故现场，在做好辐射防护的情况下先期控制事态发展，抢救受照、受伤人员。对事故发生现场周围辐射环境开展自行监测，确定辐射影响范围，进行现场管控和秩序维护。如发生超出医院处置能力的辐射事故，应立即向上级监管部门或其他单位请求支援。

## （二）辐射事故上报

发生辐射事故或判断可能引发辐射事故后，立即通过电话向生态环境部华东核与辐射安全监督站(15800776156)、山东省生态环境厅应急值班(87589255、51798888)、济南市生态环境局应急值班(12369)和济南市卫生健康委(81606604)部门报告，放射源丢失还要向公安部门(110)报告。随后报送相关信息，包括：辐射事故的发生时间、地点、信息来源、事故起因和性质、基本过程、人员受害情况、事故发展趋势、处置情况、拟采取的措施以及下一步工作建议等初步情况。

在查清相关基本情况、事故发展情况后应随时上报后续情况，可视事故发展情况多次上报。

## （三）应急终止

在辐射事故危害已消除且无再继发可能后，经请示相应政府辐射事故应急工作专项小组同意后，终止本院辐射事故应急工作。

## （四）后期处置

应急响应终止后，辐射事故应急处理领导小组应立即组织开展或协助上级主管部门开展事故原因调查，认真总结教训，制定整改措施，防止类似事故的再次发生。

评估应急期间所采取的应急处置行动的有效性，评价所有的应急工作

日志、记录、书面信息等，建立事故档案，及时修订辐射事故应急预案及其实施程序。

对辐射事故原因、情况和应急期间的主要行动进行总结，于 20 日内报生态环境和卫生健康辐射主管部门。

#### （五）应急保障

##### 1. 应急资金

根据辐射事故应急准备和应急响应的需要，医学装备部应当每年提出项目支出预算报应急领导小组会议进行审议，由财务管理部做出资金预算，以满足日常应急准备与应急响应期间的资金需要。

##### 2. 应急设施设备

根据本预案规定的职责，应急领导小组各组成部门应配备必要的应急设施设备，主要包括：通讯设备、剂量监测仪器、辐射防护设备及相应的文件资料等。

##### 3. 应急能力维持

###### （1）应急预案修订

根据实际需要和情势变化，适时修订和完善应急预案。

###### （2）应急预案培训

每年由应急领导小组组织 1 次辐射事故应急预案的培训，主要培训内容为：应急预案内容、辐射安全法律法规、辐射危害和辐射防护基础知识、事故案例、急救和消防基本知识及操作技能、辐射监测仪器使用等。

###### （3）应急演练

每年由应急领导小组组织 1 次辐射事故应急演练，并对演练结果进行评价和总结。应急演练设置不同的事故场景，以模拟辐射事故应急响应的形式进行应急演练，检验应急人员的应急技能和应急反应速度。

#### 五、可能发生的事故(事件)及工作人员应对措施

（一）当发生一般放射性核素泄漏污染环境时，及时控制人员进入，选

择合理的去污方法，防止交叉污染。去污时佩戴有效的个人防护用品和射线检测设备。一般核素药物为液态，若发生撒漏，可用吸水纸或抹布吸附，为防止污染范围的扩散，去污程序应先从污染轻的周围渐向污染重的部位。如经反复清洗效果不明显时，可根据放射性核素的化学性质和污染表面的性质，选用有效的去污剂进一步去污。吸水纸或抹布作为放射性固体废物，储存于放射性废物桶中，半衰期小于 24 小时的储存 30 天后，半衰期大于 24 小时储存大于 10 个半衰期，含碘-131 的放射性废物储存 180 天后，再作处理。

(二)当发生严重核素污染环境事件，即放射性药品洒落量预计超过 20mCi (F-18)、50mCi (I-131)、100mCi (Tc-99m) 或者洒落区域剂量率超过 100  $\mu$  Sv/h 时，现场操作人员立即通知在场其他人员做好防护并撤离现场，设立警戒区防止其他人员进入污染区域，操作人员穿戴好必要的防护和隔离用品，携带射线检测仪标出污染范围。经采取减少危害和防止污染扩散的必要措施后，脱去污染的用品并将其留在污染区。应急领导小组提出全面处理事故的方案并协助事故科室组织实施，污染区环境经去污、监测合格后应急处理结束。

(三)当发生放射源丢失、被盗、误置或遗弃事故时，所在科室负责人应当在第一时间报告应急领导小组启动辐射事故应急预案。明确放射源种类、活度并保护好现场。及时向上级生态环境、卫生监督及公安机关部门上报，积极配合做好调查侦破工作，尽快追回丢失放射源。

(四)当放射源意外丧失屏蔽且不能返回到安全储存位置时，应立即按下设备的“急停”键或启动应急手动回源功能，观察壁挂式射线报警仪读数，判断放射源是否返回安全位置。若放射源仍未收回罐中心，射线报警仪仍持续报警，确认是放射源发生卡源事故。工作人员应在最短的时间内穿戴好防护用品并携带计量仪进入机房，撤离病人离开高剂量率区域，关闭铅防护门，对患者进行心理疏导。对故障射线装置房间或局部区域实施

出入控制，做好相关记录（患者已照射时间、剂量、撤离机房时间、估算患者辐射剂量等）。

在射线装置机房和防护门完好情况下，鉴于射线装置的放射源总活度有限，并多为具有高度安全性的密封源，发生在设施内的放射性泄露通常不会对设施场所区外造成明显危害，场外没有必要采取撤离公众的防护行动。

（五）当射线装置及射线装置防护设施失控时，如射线装置故障、操作引、门机联锁装置失效等引起的误照射，根据外照射防护三原则，尽量减少受照射时间，增加照射距离，立即按下紧急开关或切断电源，撤离病人离开事故现场到机房外安全区域，解决装置故障问题。

（六）当发生伽玛刀放射源失控时，技术员应密切观察患者及设备运行状况，如遇到治疗过程中卡源情况，立即按下急停按钮，紧急退源。观察壁挂式射线报警仪读数，如果退源失败，立即穿上铅衣进入治疗室手动退源；如手动退源失败，立即将患者转出治疗室，妥善转至安全区域并封锁现场，并通知分管工程技术人员维修。待患者和医务人员解除辐射危险后，记录治疗信息及故障情况。

#### （七）质子治疗系统可能出现的事故（事件）

事故（事件）描述	可能原因	后果	应急措施	主要预防措施
1. 治疗室终端误入	① 分区管理失效； ② 安全联锁装置失效； ③ 工作人员误操作。	误入人员受到超过年剂量照射。	① 误入人员就近按下停机按钮，并迅速从最近人员出入口撤出；控制室操作人员发现治疗室有人员误入，在控制台按下急停按钮停止出束； ② 启动辐射事故应急预案； ③ 划出警戒线，疏散非事故处理人员； ④ 进行现场辐射环境监测； ⑤ 对受误照射人员进行生命体征检查，采取医疗救治措施。	① 加强分区管理和巡察力度； ② 定期对安全联锁的有效性进行检查； ③ 加强工作人员的技能培训与考核； ④ 严格按照安全操作规程进行操作。

2. 回旋加速器大厅人员误入	① 分区管理失效； ② 安全联锁装置失效； ③ 工作人员误操作。	误入人员受到超过年剂量照射。	① 误入人员就近按下停机按钮，并迅速从最近人员出入口撤出；控制室操作人员发现治疗室有人员误入，在控制台按下急停按钮停止出束； ② 启动辐射事故应急预案； ③ 划出警戒线，疏散非事故处理人员； ④ 进行现场辐射环境监测； ⑤ 对受误照射人员进行生命体征检查，采取医疗救治措施。	① 加强分区管理和巡察力度； ② 定期对安全联锁的有效性进行检查； ③ 加强工作人员的技能培训与考核； ④ 严格按照安全操作规程进行操作。
3. 质子治疗区机房通风系统故障	① 断电； ② 风机故障； ③ 人员误操作。	增加工作人员和公众照射。	① 立即停止出束，对通风系统进行检查、维修； ② 检查风机，若发生故障，立即维修或更换。	① 加强检查和监测； ② 定期对风机进行检查； ③ 设置备用风机和备用电源； ④ 加强管理和培训。
4. 冷却水泄漏	① 冷却水管故障或破裂； ② 人员误操作；	造成环污染。	① 立即停止出束，对冷却水系统进行检查、维修； ② 检查冷却水管路，若发生破裂，立即维修或更换。	① 加强检查和监测； ② 定期对冷却水管进行检查； ③ 加强管理和培训。

山东第一医科大学附属肿瘤医院

2024年6月1日

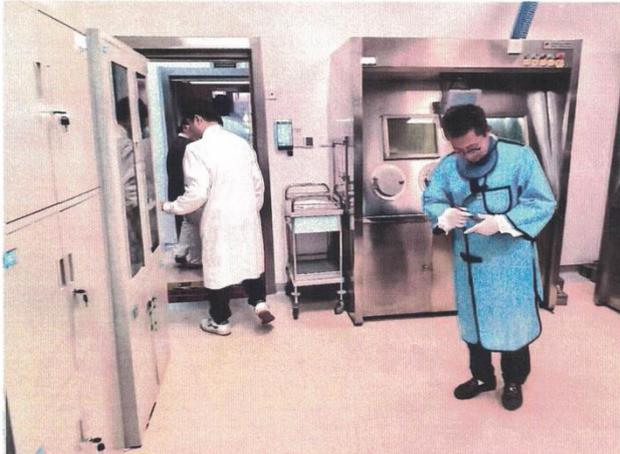
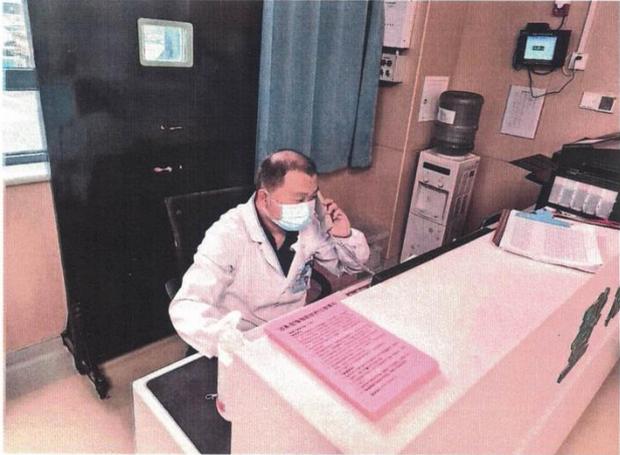
## 附件 9：应急演练

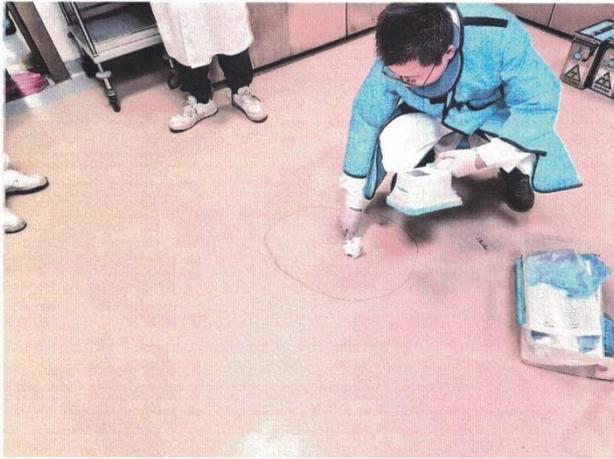
演练名称	核医学科 2024 年锝淋洗液撒漏应急演练		
演练目的	检验预案，验证能力，加强协调配合，锻炼应急队伍		
演练时间	2024 年 10 月 10 日	演练地点	核医学科注射室
组织部门	核医学科	演练性质	√ 科室演练 □ 联合演练
参演科室	核医学科		
参演人员	见最后签到表		
演练过程	<p>角色分工：</p> <p>科室负责人：孙晓蓉</p> <p>通讯联络组：杨亮（登记室）</p> <p>应急小组成员：当日在岗技师吴庆伟、马国帅</p> <p>发现人员：注射护士张辉</p> <p>辐射应急指导小组：放射防护办公室</p> <p>疏散组：当班技师</p> <p>演练现场：2024. 10. 10 下午 15：30 我科人员张辉在放射性药物注射室移动存放锝<math>[^{99m}\text{Tc}]</math>的淋洗瓶过程中，未拿稳使淋洗液不慎掉落地面，疑似溅到衣物及周围环境，张辉通过电话立即报告科主任，立即启动放射性事故应急预案。</p> <p>15:31 张辉立即停止当前操作，截断放射性污染来源，使用表面沾污仪确认污染区域，用红笔标记大致污染范围，同时在周围树立警示标志；</p> <p>15:32 张辉通过电话通知现场当班技师、医生，积极准备现场处理工作，内线联系登记室，登记室杨亮联系放射防护办公室（26074），张辉使用表面沾污仪确认自身污染区域，穿戴鞋套进入安全通过间处理身上污染，污染的衣物放置于铅垃圾桶内，使其污染的放射性药品衰变；经检测皮肤未污染，可不进行洗消。</p> <p>15:34 封闭注射室，非应急人员不得进入。处理人员吴庆伟戴好防护用品、鞋套以及手套，拿取抢救箱（置多功能桌内）及时处理现</p>		

	<p>场，当班护士及工作人员疏散周围人群及其他工作人员；</p> <p>15:36 处理人员吴庆伟手持镊子，用吸水纸或棉球由外圈向内圈旋转将放射性药品吸去，在尽量将污染源擦干多遍，必要时用湿布擦洗污染（擦洗一遍即丢掉，另换湿布擦洗），并将污染物收集在锍[<math>^{99\text{mTc}}</math>]废物桶内。</p> <p>15:37 处理过程由放射防护办公室督导完成；</p> <p>15:38 全部过程中技师帮助进行剂量和表面污染监测，处理人员尽量除去污染，若擦洗多次，不能进一步减低放射性立即中止处理，根据强度和放射性能量进行必要的屏蔽和决定是否限制抵触；</p> <p>15:39 定期监测，至接近本底方可撤去屏蔽、限制以及警戒线。</p> <p>注意：全部过程中进行剂量和表面污染监测，尽量除去污染，若擦洗多次，不能进一步减低放射性立即中止处理，根据强度和放射性能量进行必要的屏蔽和决定是否限制抵触，处理人员定期监测，至接近本底方可撤去屏蔽和限制。</p>
演练评估	演练方案 <input checked="" type="checkbox"/> 优秀 <input type="checkbox"/> 良好 <input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 注：_____
	应急上报 <input checked="" type="checkbox"/> 优秀 <input type="checkbox"/> 良好 <input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 注：_____
	先期处置 <input type="checkbox"/> 优秀 <input checked="" type="checkbox"/> 良好 <input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 注：_____
	响应速度 <input type="checkbox"/> 优秀 <input checked="" type="checkbox"/> 良好 <input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 注：_____
	现场指挥 <input checked="" type="checkbox"/> 优秀 <input type="checkbox"/> 良好 <input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 注：_____
	人员操作 <input type="checkbox"/> 优秀 <input checked="" type="checkbox"/> 良好 <input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 注：_____
	个人防护 <input checked="" type="checkbox"/> 优秀 <input type="checkbox"/> 良好 <input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 注：_____
	设备物资 <input checked="" type="checkbox"/> 优秀 <input type="checkbox"/> 良好 <input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 注：_____
	处置程序 <input type="checkbox"/> 优秀 <input checked="" type="checkbox"/> 良好 <input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 注：_____
	协调配合 <input type="checkbox"/> 优秀 <input checked="" type="checkbox"/> 良好 <input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 注：_____
	请示上报 <input type="checkbox"/> 优秀 <input checked="" type="checkbox"/> 良好 <input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 注：_____
总体评价 <input type="checkbox"/> 优秀 <input checked="" type="checkbox"/> 良好 <input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 注：_____	
存在问题	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 处理时未穿鞋套</li> <li>2. 处理范围较小，仅看到明显液体位置。迸溅的其他位置不清晰。</li> </ol>

改进措施	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 应急小组成员应知应会不熟练，应及时复习处理过程内容</li> <li>2. 建议用墨水试验一下，一般高度滴落，进溅范围并擦拭清洁处理</li> </ol>		
评估人	孙晓蓉	总指挥或替代人	孙晓蓉







**山东省肿瘤医院核医学科**  
**应急演练签到表**

应急演练名称：放射性核素 洒漏	演练时间： 2024.10.10		
主持人：[Signature]	地点：普诊室		
医师组：	霍宗伟	李东伟	王晓慧
	孙枫溪	孙相波	李明飞
	下传彬	张鹏	高钟秀
技师组：	张鹏	吴庆伟	张师
	李国梁	马国坤	[Signature]
	王炎	杨亮	柏浩
护士组：	李冉冉	周振红	田静兰
	刘学萍	张辉	张辉
	冯允建	刘婷婷	孙婧妍
	马雯雯		
应到	20人	实到	16人

## 锝淋洗液撒漏应急处置演练脚本（2024.10.10）

### 一、总则

为了科学、规范、及时、有效地做好我科放射性药物安全事件防范和应急处置工作，根据《医院应急处理预案》及《医院突发事件应急预案总则》《山东第一医科大学附属肿瘤医院辐射事故应急预案》等相关要求，为提高我科对放射性药物及放射源安全的组织指挥、快速响应及处置能力，保障医疗安全，组织 2024 年核医学科锝淋洗液撒漏应急处置演练。

### 二、目的

- 1、本次演练旨在提高放射源管理人员的安全意识和应锝淋洗液撒漏应急处置演练的能力，确保在放射源丢失情况下能够迅速、有效地采取应对措施，保障公众的生命安全和环境安全。
- 2、进一步明确相关科室和人员的职责任务，完善应急机制，保证正常的诊疗秩序，杜绝差错，提高服务质量。

### 三、角色分工：

科室负责人：孙晓蓉

通讯联络组：杨亮（登记室）

应急小组成员：当日在岗技师吴庆伟、马国帅

发现人员：注射护士张辉

辐射应急指导小组：放射防护办公室

疏散组：当班技师。

四、主要参加人员名单：见签到表，应到（ ）实到（ ）

### 五、演练步骤：

2024.10.10 下午 15: 30 我科人员张辉在放射性药物注射室移动存放锝[ $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ]的淋洗瓶过程中，未拿稳使淋洗液不慎掉落地面，疑似溅到衣物及周围环境，张辉通过电话立即报告科主任，立即启动放射性事故应急预案。

15:31 张辉立即停止当前操作，截断放射性污染源，使用表面沾污仪确认污染区域，用红笔标记大致污染范围，同时在周围树立警示标志；

15:32 张辉通过电话通知现场当班技师、医生，积极准备现场处理工作，内线联系登记室，登记室杨亮联系放射防护办公室(26074)，张辉使用表面沾污仪确认自身污染区域，

穿戴鞋套进入安全通过间处理身上污染，污染的衣物放置于铅垃圾桶内，使其污染的放射性药品衰变；经检测皮肤未污染，可不进行洗消。

15:34 封闭注射室，非应急人员不得进入。处理人员吴庆伟戴好防护用品、鞋套以及手套，拿取抢救箱（置多功能桌内）及时处理现场，当班护士及工作人员疏散周围人群及其他工作人员；

15:36 处理人员吴庆伟手持镊子，用吸水纸或棉球由外圈向内圈旋转将放射性药品吸去，在尽量将污染源擦干多遍，必要时用湿布擦洗污染（擦洗一遍即丢掉，另换湿布擦洗），并将污染物收集在锝[ $^{99\text{mTc}}$ ]废物桶内。

15:37 处理过程由放射防护办公室督导完成；

15:38 全部过程中技师帮助进行剂量和表面污染监测，处理人员尽量除去污染，若擦洗多次，不能进一步减低放射性立即中止处理，根据强度和放射性能量进行必要的屏蔽和决定是否限制抵触；

15:39 定期监测，至接近本底方可撤去屏蔽、限制以及警戒线。

注意：全部过程中进行剂量和表面污染监测，尽量除去污染，若擦洗多次，不能进一步减低放射性立即中止处理，根据强度和放射性能量进行必要的屏蔽和决定是否限制抵触，处理人员定期监测，至接近本底方可撤去屏蔽和限制。

注意：

1. 在演练过程中，要切实做好个人防护措施，确保人员安全。
2. 演练结束后，要及时总结经验教训，完善放射源管理制度和应急预案。
3. 演练结束后，要对演练效果进行评估，对存在的问题进行整改和提升。

#### 六、存在问题分析：

#### 七、整改措施：

#### 八、附演练照片

山东省肿瘤医院核医学科				
应急演练签到表				
应急演练名称：放射性核素洒漏		演练时间： 2024.10.10		
主持人：孙明		地点：高洁室		
医师组：	霍宗伟	霍宗伟	王晓慧	王晓慧
	孙枫溟	孙枫溟	李鹏飞	李鹏飞
	卞传彬	卞传彬	高钟秀	高钟秀
技师组：	张鹏	张鹏	吴庆伟	吴庆伟
	李国梁	李国梁	马国帅	马国帅
	王炎	王炎	杨亮	杨亮
护士组：	李冉冉	李冉冉	周振红	周振红
	刘学萍	刘学萍	张辉	张辉
	冯允建	冯允建	刘婷婷	刘婷婷
	马雯雯	马雯雯		
	应到	20人	实到	16人

附件 10：一人一档示例

### 辐射工作人员个人剂量档案表

姓名	张树斌	性别	男	照片	
出生年月	1992.10	政治面貌	共青团员		
参加工作时间	2019.07	职务职称	技师		
部门、岗位	放射物理技师 / 档案号				
毕业院校及专业	承德医学院 医学影像学	身份证号	21052119921028151X		
固定电话		手机	18615624988		

### 个人剂量监测情况

序号	监测时间	监测结果	本人签字	年度累计	记录人
1	2019.12.1-2020.2.24	0.02*	张树斌		张树斌
2	2020.2.24-2020.5.20	0.02*	张树斌	0.13	张树斌
3	2020.5.20-2020.8.14	0.02	张树斌	张树斌	张树斌
4	2020.8.14-2020.11.6	0.07	张树斌		张树斌
5	2020.11.6-2021.1.1	0.1	张树斌		张树斌
6	2021.1.1-2021.4.20	0.26	张树斌	0.4	张树斌
7	2021.4.20-2021.7.20	0.03	张树斌	张树斌	张树斌
8	2021.7.20-2021.10.20	0.05	张树斌		张树斌
9	2021.10.20-2022.1.17	0.05	张树斌		张树斌
10	2022.1.17-2022.4.05	0.19	张树斌		张树斌
11	2022.4.05-2022.7.12	0.04	张树斌		张树斌
12	2022.7.12-2022.10.07	0.03	张树斌		张树斌
13	2022.10.07-2023.1.13	0.02	张树斌		张树斌
14	2023.1.13-2023.3.31	0.02	张树斌		张树斌
15	2023.3.31-2023.6.26	0.14	张树斌		张树斌
16	2023.6.26-2023.9.20	0.02	张树斌		张树斌
17	2023.9.20-2023.11.08	0.02	张树斌		张树斌
18	2023.11.08-2024.3.10	0.22	张树斌		张树斌
19	2024.3.10-2024.6.6	0.04	张树斌		张树斌

### 辐射工作人员个人剂量档案表

姓名	刘烁婷	性别	女	照片	
出生年月	1984.09	政治面貌	中共党员		
参加工作时间	2009.09	职务职称	主管药师		
部门、岗位	核医学 技师	档案号			
毕业院校及专业	承德医学院 医学影像学	身份证号	210521198409092141		
固定电话	0431-6762899	手机	13867109138		

### 个人剂量监测情况

序号	监测时间	监测结果	本人签字	年度累计	记录人
1	2019.12.1-2020.2.24	0.02	刘烁婷		刘烁婷
2	2020.2.24-2020.5.20	0.02	刘烁婷		刘烁婷
3	2020.5.20-2020.8.14	0.02	刘烁婷		刘烁婷
4	2020.8.14-2020.11.6	0.025	刘烁婷	0.085	刘烁婷
5	2020.11.6-2021.1.1	0.02	刘烁婷		刘烁婷
6	2021.1.1-2021.4.20	0.26	刘烁婷		刘烁婷
7	2021.4.20-2021.7.20	0.02	刘烁婷		刘烁婷
8	2021.7.20-2021.10.20	0.02	刘烁婷		刘烁婷
9	2021.10.20-2022.1.17	0.02	刘烁婷	0.4	刘烁婷
10	2022.1.17-2022.4.05	0.02	刘烁婷		刘烁婷
11	2022.4.05-2022.7.12	0.19	刘烁婷		刘烁婷
12	2022.7.12-2022.10.07	0.02	刘烁婷		刘烁婷
13	2022.10.07-2023.1.13	0.02	刘烁婷		刘烁婷
14	2023.1.13-2023.3.31	0.02	刘烁婷		刘烁婷
15	2023.3.31-2023.6.26	0.44	刘烁婷		刘烁婷
16	2023.6.26-2023.9.20	0.15	刘烁婷		刘烁婷
17	2023.9.20-2023.11.08	0.02	刘烁婷	0.33	刘烁婷
18	2023.11.08-2024.3.10	0.22	刘烁婷		刘烁婷
19	2024.3.10-2024.6.6	0.06	刘烁婷	0.39	刘烁婷

## 附件 11：部分相关规章制度

### 11.1 射线装置安全使用管理制度

#### 射线装置安全使用管理制度

为确保医院射线装置使用安全有序，保障工作人员、患者和公众的安全与健康，根据《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和防护管理办法》等相关法律法规，结合医院实际制定本制度。

一、射线装置的使用、维护和保养实行专人负责制，科室责任人负有指导和监督责任。

二、射线装置机房应设置醒目电离辐射标志和警告标识，各类射线装置应有规范的操作规程和运行记录。

三、保持射线装置机房环境条件(温度、湿度)达标，符合射线装置要求，装置使用部门每日需按时进行机器的清洁维护工作。

四、新安装或经大修的射线装置需经具备资质的机构进行验收检测，合格后方可使用。正常使用中的机器应每年完成一次性能状态检测。

五、定期对设备的安全性进行检查，如用电安全、周围环境的安全等，以确保射线装置的使用安全。

六、每天开机前应对装置状态和使用环境进行检查，保证射线装置处于安全工作状态。

七、射线装置使用部门每周进行一次安全检查和射线装置维护，主要为机器清洁、安全装置运转部件检查，以减少机器故障的发生并及时掌握机器的运行情况。

八、射线装置分管工程师每季度进行一次全面检查和保养。内容包括：机械和电器部件牢固，运行准确，电缆完好，保护地线接触良好，显示数据准确，质控数据合格等内容。保持射线装置始终处于良好、安全的状态。

九、射线装置操作人员应严格遵守操作规程，发生故障应及时停机检查，严禁机器“带病”工作，同时记录故障现象并通知医学装备部维修，不得私自修理。

十、对于病患要严格控制照射时间和投照视野，对于非投照部位要采取适当防护措施，对于性腺部位要特别注意防护，孕妇一般不宜做 X 线检查。

十一、非机房工作人员未经允许禁止进入控制室、设备机房。

十二、非工作时间，不得将设备控制室及机房处于开放状态。

新安装射线装置须取得辐射安全许可证和放射诊疗许可证后方可运行。

## 11.2 放射源等放射性物质储存场所安全保卫制度

### 放射源等放射性物质储存场所安全保卫制度

为了加强放射源等放射性物质的安全保卫管理，防止丢失或被盗，根据医院实际制定本制度。

一、医院放射防护管理领导小组对放射源等放射性物质安全管理负指导、检查和监督责任。

二、安全保卫部对放射源等放射性物质安全管理负安全保卫责任，制定防盗措施，防止放射源被盗。

三、放射源等放射性物质使用及产生科室承担安全管理责任，层层落实岗位责任制和交接班管理制度，防止放射源等放射性物质丢失或被盗。

四、放射源存放于放射源库保险柜内，放射源库实施双人双锁管理，安装视频监控和入侵报警系统。安全保卫部和医学装备部定期对放射源安全保卫和防护情况进行检查，发现问题，立即要求责任科室整改。

五、放射源等放射性物质储存场所设置醒目的电离辐射警示标识。

六、发生放射源丢失、被盗时应及时启动应急预案。

七、放射源使用科室和管理部门要建立放射源管理档案和台账，放射源出入库必须双人签字；所有领用出库放射源必须在当日归还源库，不得在外过夜。

八、放射源等放射性物质储存场所：

（一）本院区核医学科放射性仓库由核医学科负责日常管理，主要存放本院区 V 类校准源、豁免放射源及放射性药品等。

（二）质子院区 PET-CT 中心放射源库由 PET-CT 中心负责日常管理，主要存放质子院区 V 类校准源

（三）本院区介入治疗中心粒子源库由微创手术室负责日常管理，主要储存碘-125 粒子源。

放射性废物库主要为核医学科(含质子院区)、PET-CT 中心(含质子院区)、微创手术室、重点实验室、质子治疗区等放射性废物库，主要存放各部门日常产生的放射性固体废物，日常由各部门负责管理。

## 11.3 辐射工作人员个人剂量监测和职业健康管理制度

### 辐射工作人员个人剂量监测和职业健康管理制度

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《中华人民共和国职业病防治法》和《职业性外照射个人监测规范》等有关法规和标准要求，医院应定期对辐射工作人员进行个人剂量监测和职业健康体检，并对每位辐射工作人员建立个人剂量档案和职业健康档案。

#### 一、个人剂量监测

##### （一）个人剂量计的佩戴和保管

1. 医院所有辐射工作人员在辐射工作场所工作时，必须正确规范佩戴个人剂量计，放射防护管理办公室应定期对佩戴情况进行监督检查。

2. 胸前剂量计一般佩戴在左胸前或衣领前面。佩戴胸前剂量计时，应将有关标签的一面朝外；指环式个人剂量计不怕水、不怕消毒液，佩带此指环时，可根据手术要求进行手部处理；穿戴铅围裙时，个人剂量计应戴在铅围裙里面。

3. 在进行如介入放射学、核医学放射药物分装与注射等全身受照不均匀的工作，预计剂量较大时，应在铅围裙外锁骨对应的领口位置附加一个佩戴剂量计，此剂量计根据接触射线具体情况，由科室提出申请后，到放射防护管理领导小组办公室领取。

4. 个人剂量计只限持有者本人使用和保管，避免个人剂量计在非正常使用状态下暴露在射线环境中，同时应放在无日晒的地方，避免靠近热源。

5. 任何人不得私自打开个人剂量计，以免损坏或丢失剂量。

6. 个人剂量计发生误曝光、丢失和损坏时，应在 24 小时内报告放射防护管理办公室。

##### （二）个人剂量计的收取和发放

各部门、各科室配备专人负责在规定时间内收取和发放个人剂量计，并到放射防护管理办公室交回上一周期的个人剂量计和领取新一周期的个人剂量计。

##### （三）个人剂量监测及存档管理

1. 医院质子治疗装置辐射工作人员全身外照射个人剂量监测包括  $\gamma$  和中子剂量率；其他辐射工作人员全身外照射个人剂量监测  $\gamma$  剂量率。

2. 放射防护管理办公室应当及时将检测报告结果反馈辐射工作人员，并将个人剂量结果记入个人剂量档案。

3. 辐射工作人员个人剂量监测档案由放射防护管理办公室负责管理，档案终身保存，包括个人剂量报告原件、一人一档剂量档案和剂量异常调查报告，辐射工作人员有权查阅、复印本人的个人剂量监测档案。个人剂量监测档案终身保存。

#### (四) 个人剂量监测结果调查和处理

1. 医院辐射工作人员年有效剂量调查水平为 5 mSv，当个人年累计剂量超过调查值时，需开展内部调查，分析原因，由放射防护管理办公室组织填写核查登记表。如正常使用造成剂量超标，应减少其辐射工作量，必要时调整工作岗位；如属非正常使用造成剂量超标，当事人应当向放射防护管理办公室提交书面材料。

2. 当个人年累积剂量超过 20mSv(年剂量限值)时，除开展第 1 条工作外，还需向辐射安全许可证发证机构报告；如人员受到超过年剂量限值的照射是由放射性同位素和射线装置失控导致，需按照医院应急预案中一般辐射事故规定的辐射事故调查、报告和处理程序执行。

#### (五) 应急处理

若发现辐射工作人员遭受较大剂量或意外照射时，应及时上报放射防护管理办公室，由放射防护管理办公室将个人剂量计及时送检，以便确定受照剂量，采取相应防治措施。

#### (六) 处罚规定

1. 辐射工作人员不按规定佩戴个人剂量计或没有个人剂量监测数据者，一旦发生与放射工作相关的疾病，按规定将无法评定为放射性职业病。

2. 个人剂量计如丢失或损坏，本人及时主动汇报的，按该剂量仪的原价格赔偿；如不及时主动汇报导致个人剂量结果无法出具的，罚款 500 元，并通报批评。

3. 监督检查中如发现不佩戴个人剂量计或不规范、不正确佩戴个人剂量计的，未严格执行医院操作规程或防护用品使用不当的，通报批评责任人和科室负责人，并对责任人和科室负责人罚款 500 元。

4. 如个人剂量计误置辐射工作场所可能受到发生较大剂量照射等，不及时上报且导致个人剂量监测结果超过调查水平的，对责任人和科室负责人罚款 500 元；如发现故意将个人剂量计留置与辐射工作场所造成个人剂量检测数据异常的，直接暂停责任人从事相关工作，并扣发责任人、科室负责人和辐射防护负责人当月绩效。

## 二、职业健康管理

（一）辐射工作人员上岗前应接受职业健康检查，符合健康标准后方可从事相应的辐射工作。不得安排未经职业健康检查或者不符合辐射工作职业健康标准的人员从事辐射性相关工作。

（二）上岗后的辐射工作人员应定期进行职业健康检查，每两年组织一次，必要时可增加临时性检查。未按要求定期参加健康体检的，不得从事辐射工作岗位。

（三）对职业健康检查中发现不宜继续从事辐射性工作的人员，应及时调离辐射工作岗位，对需要复查和医学随访观察的辐射工作人员，及时予以安排。

（四）对参加应急处理或者受到事故照射的辐射工作人员，以及个人剂量监测结果超过 50mSv 的，及时组织健康检查或者医疗救治，按照国家有关标准进行医学随访观察。

（五）女性辐射工作人员怀孕后退出辐射工作岗位，在怀孕及哺乳期间剂量控制视同公众。

（六）离职、离岗前需完成离岗职业健康体检，经批准后方可离岗，未做离岗职业健康体检者不允许离岗。

医院为辐射工作人员建立并保存职业健康档案，并设立专人负责管理，终身保存。辐射工作人员有权查阅、复印本人的职业健康档案。

## 11.4 放射源及放射性同位素使用登记管理制度

### 放射源及放射性同位素使用登记管理制度

#### 一、放射源使用登记

（一）购置新放射源必须经医院内控审批，签订放射源购置合同，由医学装备部在每次转让前报生态环境部或省生态环境厅审查批准。

（二）使用部门对放射源数量、各种技术数据，要有详细登记，建立专门档案。

（三）放射源储存场所物品转入和转出必须有严格的出入库登记制度，登记内容包括存入和转出时间、放射源种类、放射源活度，登记时采用双人双签字。

（四）放射源储存场所设定专人负责管理，实行双人双锁制度，不得随意更换管理人员或交与他人保管，必须两位管理员同时在场方能使用。

（五）放射源储存场所内不能存放非放射性物品，严禁存放易燃、易爆、剧毒、腐蚀性物品。

（六）产生放射性污染的放射源使用场所，终结运行后应当依法实施退役。退役完成后方可办理辐射安全许可证变更或注销手续。

（七）放射源储存场所内部和周围安装监控，并有报警装置防止被盗或丢失。

#### 二、放射性同位素使用登记

（一）放射性同位素购买，需经过省生态环境厅审批同意。

（二）放射性同位素的申领、订购由放射性药品专业人员负责。

（三）放射性同位素使用管理由专人负责和监督。

（四）接收、使用、处理(去向)放射性同位素应严格登记时间、批号、容器号、用量、剩余量，应有两人查对。

（五）使用放射性同位素过程中必须严格按操作规程和安全管理规定操作。

工作结束后，由专人负责测试工作台面污染情况并记录签字。造成污染的，应立即进行清洁处理。

## 11.5 辐射工作人员培训和考核管理制度

### 辐射工作人员培训和考核管理制度

为提高辐射工作人员安全防护意识和工作技能,严格辐射工作人员的执业准入,加强辐射安全管理,预防辐射性事故,减轻辐射职业危害,根据《放射诊疗管理规定》、《中华人民共和国职业病防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规要求,结合医院实际制定本制度。

一、医院辐射工作人员为从事电离辐射医学工作的所有人员,包含放射治疗、放射诊断、核医学、介入治疗等科室工作人员,也包含从事电离辐射医学应用的其他相关工作人员。

二、医院辐射工作人员上岗前须参加生态环境和卫生健康等部门要求的专业培训和考核,考核合格或取得上岗证后方可开展辐射相关工作。

三、辐射安全与防护考核合格证有效期到期前要重新参加培训和考核,取得合格证后方可继续从事辐射相关工作。

四、医院放射防护管理办公室具体负责组织辐射工作人员接受辐射安全和防护培训考核,制定培训和考核计划并组织实施。

五、培训内容和形式应符合生态环境和卫生健康主管部门的要求。辐射工作人员上岗后应至少每两年参加一次放射防护和有关法律法规知识培训。

六、医院为培训提供必要的专项经费和时间支持。

1.放射防护管理办公室负责建立并妥善保存培训档案,包括各次培训中的课程名称、培训时间、考试或考核成绩等资料,培训合格证书或成绩单统一保管。

## 11.6 辐射(放射)防护监测制度

### 辐射(放射)防护监测制度

为加强辐射工作人员健康管理，保障放射性同位素和射线装置使用安全，及时发现辐射安全事故和隐患，规范辐射(放射)防护管理，保障工作人员、患者和环境安全，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》要求，结合医院实际制定本制度。

一、使用放射性同位素与射线装置，应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责。

二、监测方式采用自主监测和委托具备资质的检测机构相结合的方式。

三、医院每年至少一次委托有资质的检测机构对放射性同位素与射线装置状态和辐射场所进行检测，并建立检测数据档案。

四、放射防护管理办公室专职人员每半年对放射性同位素工作场所、射线装置及其使用场所的安全和防护状况自行监测，对发现的问题及时反馈并立即整改，保障辐射工作场所的防护安全。

五、放射性同位素与射线装置建设项目竣工验收时进行验收检测，验收检测的内容和程序均按国家有关标准确定，验收检测合格后方可开展工作。

六、对于更换核心部件的射线装置，使用前应委托具备资质的第三方检测机构检测，合格后方可再次投入使用。

七、医院各辐射工作场所配备必要的监测设备，并按要求开展检测。

（一）放疗治疗室配备固定式射线报警仪；质子治疗系统治疗场所应配备 X- $\gamma$  剂量率和中子剂量率仪；含源场所应配备个人剂量报警仪；非密封放射性物质工作场所应配备 X- $\gamma$  剂量率和表面污染沾污仪；其余介入和诊断场所应配备 X- $\gamma$  剂量率等。

（二）各科室应每月对各工作场所周围 X- $\gamma$  剂量率进行检测，并记录检测数据，发现异常立即通知放射防护管理办公室。

（三）核医学科、PET/CT 室、重点实验室、粒子植入场所等非密封放射性物质工作场所在每日工作后，应使用表面沾污仪对操作台表面等区域污染水平进行监测，并做好记录。

（四）放射性固体废场所场所，应对在放射性废物解封前，对其辐射水平和

表面污染水平进行检查，并做好记录。

剂量监测仪器每年均应由专业资质的机构进行检测或校准，并出具报告。

## 11.7 射线装置使用登记管理制度

### 射线装置使用登记管理制度

为加强医院射线装置管理，保障辐射工作人员和公众的健康与安全，掌握射线装置工作量和使用情况，便于查找事故原因、改进防护工作和日后鉴定工作人员健康状况，根据《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》等有关法律法规，结合医院实际制定本制度。

一、本制度适用于医院射线装置使用的部门及个人。

二、射线装置使用登记管理人员应相对固定，负责射线装置使用登记和台账管理。使用登记管理人员必须认真填写射线装置基本技术参数和状态，建立对应明细台账。

三、射线装置台账应记载射线装置的名称、型号、射线种类、类别、用途、来源等事项；射线装置台账应做到一机一卡，技术参数准确无误，不得私自涂改，做到物帐相符。

四、射线装置操作人员在使用装置前必须填写射线装置使用登记台账，操作过程中如遇到故障或其他非正常问题，必须在射线装置使用登记台账备注说明。射线装置使用登记台账所有填写项目务必如实填写，不得模糊不清。由台账管理人监督检查。

五、台账管理人员应定期核对台账，使每台设备检修维护记录都能与台账相符合。

六、台账不允许私自外借，如果外借必须经主管领导同意并办理登记手续，因私自外借使台账资料丢失的，须追究台账管理人员责任。造成严重后果的，责任自负。

## 11.8 辐射安全防护设施维护与维修制度

### 辐射安全防护设施维护与维修制度

为认真贯彻执行《中华人民共和国环境保护法》、《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》，保障辐射环境安全，制订本制度：

#### 一、 辐射安全防护设施维护、维修制度

1. 辐射安全防护设施的日常维护由设施使用科室负责，辐射安全防护设施维修由医学装备部统一管理。

2. 使用科室每月对辐射安全防护设施，包括安全联锁、工作状态指示灯、安全标志、通风设施、防护门、固定式报警仪、开门开关、急停开关等，进行检查，并记录。如发现异常，立即通知医学装备部。

3. 使用科室严格按照操作规程，对放射诊疗设备每天进行必要的检查和维护。

4. 辐射安全防护设施维护和维修应有记录，记录故障、维护和保养的情况。

5. 定期彻底检查有关部件，发现隐患及时更换损坏的零件，防患于未然。

#### 二、 维修、维护内容

1. 各传动机构包括电动、手动铅门润滑是否符合要求，否则应及时添加或更换。

2. 驱动部分的松紧度，过松时应及时调整，保证驱动部分正常工作。

3. 所有限位开关是否正确，是否可靠工作。

4. 设备工作状态灯是否显示正常，损坏应及时更换。

5. 排风是否正常，检查排风量，保证换气次数。

6. 电动门红外感应是否灵敏，保证病人的安全。

#### 三、 检修、维护规范

1. 检修人员需做好必要的防护开展检查、维护和维修工作。

2. 用明显的标志划出禁区(控制区)，严格控制无关人员进入；

3. 检修前必须进行辐射环境监测，确保辐射环境符合相关标准，方可进行检修；

4. 辐射风险较高设施的检修、维护时必须保证有两人以上共同进行；

5. 做好现场的清扫工作，更换后的零配件不得随便乱扔，存放于暂存库，

对于回旋加速器更换下来的活化部件应按照三废处理原则，规范放置存储；

6. 检修、维护后对其周围环境分别进行一次辐射监测；

7. 建立射线装置使用维护检修档案。所有的射线装置维修、更换、检定、使用、检查等都必须及时规范地记录。

## 11.9 辐射工作场所分区规范

### 辐射工作场所分区规范

为了便于辐射防护管理和职业照射控制，根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》把辐射工作场所分为控制区和监督区。

#### 一、控制区

辐射工作场所中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。

确定控制区的边界时，考虑预计的正常照射的水平、潜在照射的可能性和大小，以及所需要的防护手段与安全措施的性质和范围。

对于范围比较大的控制区，如果其中的照射或污染水平在不同的局部变化较大，需要实施不同的专门防护手段或安全措施，则可根据需要再划分出不同的子区，以方便管理。

凡划定的控制区必须在其边界进出口及适当的位置设立醒目的符合要求的电离辐射标志和警告标志。按需要在控制区入口处提供防护衣具、监测设备和个人衣物贮存柜。按需要在控制区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等。

#### 二、监督区

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的区域为监督区。

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。采用适当的手段划出监督区的边界。在监督区入口处的适当地点设立标明监督区的标牌。

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。

## 11.10 辐射(放射)防护管理制度

### 辐射(放射)防护管理制度

为加强放射诊疗工作的管理，保证全院放射性同位素和射线装置安全，保障工作人员、患者和公众的健康权益。根据《中华人民共和国职业病防治法》《中华人民共和国放射性污染防治法》等法律法规，结合本单位实际制定本制度。

一、医院设置辐射(放射)防护管理领导小组，负责全院放射性同位素和射线装置安全运行以及辐射(放射)防护管理领导工作；负责确定全院辐射(放射)防护管理目标，建立管理体系和监督体制，提供资源支持等；负责全院辐射(放射)事故应急领导工作。

二、医院设置辐射(放射)防护管理办公室，挂靠医学装备部，具体负责全院辐射(放射)防护管理工作，并且与各科室负责人签订辐射安全责任书。设立辐射(放射)防护专职管理人员，人员资质应当符合国家法规要求。

三、新建、改建、扩建放射性同位素和射线装置项目，项目建设前应委托相关单位环境影响评价文件和职业病危害放射防护预评价报告，环评文件报监管部门审查批准、预评报告经专家评审通过后方可开工建设。

项目建设完成调试后向生态环境部申请《辐射安全许可证》，确保辐射安全和防护设施与项目同时投入使用，并按照法规要求开展建设项目竣工环境保护自主验收、职业病危害控制效果评价和放射防护设施竣工验收，并取得《放射诊疗许可证》后方可投入正式使用。相关报批手续由医学装备部负责。

四、使用放射性同位素和射线装置的科室是辐射安全直接责任人，应当建立以科室主任为第一负责人的辐射(放射)防护管理体系，设专人(或兼职)负责科室内部辐射安全管理工作，建章立制，明确职责。

五、使用放射性同位素与射线装置的科室，应当在每年年底编写放射性同位素与射线装置安全和防护状况的年度自评报告，内容包括放射性同位素与射线装置台帐和使用情况、辐射(放射)防护设施的运行与维护、辐射(放射)防护制度及措施的建立和落实、安全隐患整改、事故和应急以及档案管理等方面的工作，并提交医学装备部。医学装备部编制全院年度自评报告，于每年1月31日前提交给辐射安全许可证发证机构。

六、放射性同位素和射线装置使用场所和设施应符合国家相关标准和规定，实施分区管理，设置安全警告标志、工作状态指示灯和联锁装置等。

七、放射性同位素使用科室应指定专门放射性同位素管理员，放射性同位素贮存场所实行双人双锁、24 小时监控制度，做好出入库记录和使用记录等，避免放射性同位素丢失、被盗。

八、定期做好射线装置的维修保养，新安装、维修或更换重要部件后的放射诊疗设备，须由取得相关资质认证的服务机构进行检测，确认合格后方可使用。

九、每月对各放射诊疗科室进行安全巡检，检查各场所规章制度执行、辐射安全设施有效性、放射性同位素安保、应急响应能力等，并做好问题总结、落实整改和经验反馈。

十、配备与放射性同位素和射线装置相适应的辐射监测设备，定期对工作场所周围辐射环境开展自行监测，做好记录，发现异常立即核实并及时改进。

十一、为工作人员配备个人剂量计，每季度委托有资质单位开展个人剂量计检测，建立个人剂量档案，一人一档，终身保存。发现个人剂量检测结果异常立即核实调查，如工作人员实际接受剂量超过年约束限值，立即报告监管部门。定期开展放射工作人员健康检查，建立职业健康管理档案。

十二、各工作场所应当为工作人员配备必要的防护用品和辐射报警仪，为受检者配备防护用品等。

十三、组织工作人员参加生态环境、卫生健康等部门要求的专业考核和培训，考核合格或取得上岗证后方可开展辐射相关工作。定期对全院辐射(放射)工作人员进行辐射(放射)安全与防护培训，开展核安全文化宣教，建立人员培训档案等。

十四、组织编制全院辐射(放射)事故应急预案，各科室编制分预案或应急程序，每年组织应急演练，根据情况定期修订各级预案。发生辐射(放射)安全事故立即启动应急预案，并报上级主管部门。

十五、辐射(放射)工作人员应严格执行操作规程，熟悉设备的主要结构和安全性能，确保设备安全，防止意外事件发生，具备应对意外事故的应急能力。

十六、操作人员在开展放射检查或治疗前应关闭防护门，无关人员不得进入检查室，因病情需要必须陪同检查者的，应事前告知陪同者相关危害，并给与陪

检者穿戴防护用品。

产生放射性废物的科室，根据废物产生情况，建立放射性“三废”处置设施，按要求进行废物处置和检测，并做好记录，确保不污染环境和危害人员健康。

## 附件 11：年度评估报告

# 山东第一医科大学附属肿瘤医院 2024 年度放射性同位素与射线装置安全与防护 状况评估报告

### 一、基本情况

#### (一)医院基本情况

山东第一医科大学附属肿瘤医院（山东省肿瘤医院、山东省肿瘤防治研究院）是一所集医疗、科研、教学、预防与保健为一体并跨省区服务的省级肿瘤防治研究中心，是肿瘤学国家临床重点专科建设单位、国家疑难病症诊治能力提升工程入选单位、国家药物临床试验机构、中国临床肿瘤学会（国家一级学会）理事长单位、中华医学会放疗分会主委单位、山东省临床医学中心，为山东省癌症中心、山东省肿瘤质控中心、山东省抗癌协会、山东省临床肿瘤学会和山东省肿瘤防办挂靠单位。

医院分为两个院区，本院区位于济南市槐荫区济兗路 440 号，质子院区位于济南市槐荫区烟台路 2999 号。医院占地面积近 500 亩，建筑面积 33.97 万平方米，资产总值近 60 亿元，在职职工 2600 余人，开放床位 1950 张，年门诊量 40 万人次。拥有中国工程院院士 1 人，中央联系的高级专家、中央保健会诊专家、享受国务院政府特贴、长江学者青年专家和“万人计划”专家等 10 余人，泰山学者攀登计划、泰山学者岗位特聘专家、泰山学者青年专家、省有突出贡献的中青年专家、齐鲁卫生健康领军和杰青人才等 60 余人。

质子院区作为济南国际医学科学中心“一号工程”和引爆项目，于 2021 年 4 月 1 日正式开诊，建设速度创造“世界之最”。质子治疗系统于 2022 年 7 月 6 日取得辐射安全许可证，2023 年 5 月 12 日通过竣工环境保护自主验收，11 月 7 日正式治疗病人。二期工程重离子硼中子项目获批，将率先建成国内国际最顶级的全链条肿瘤放疗技术体系，五年内实现“国际领先”的宏伟目标。

#### (二)核技术利用基本情况

2022年7月6日，生态环境部向我院颁发辐射安全许可证，证书编号：国环辐证[00520]；后经批准有效期延续至2028年11月30日，活动种类与范围为：使用Ⅰ类、Ⅲ类、Ⅴ类放射源，使用Ⅰ类、Ⅱ类、Ⅲ类射线装置，生产、使用非密封放射性物质，乙级、丙级非密封放射性物质工作场所。

我院现有放射源48枚，其中Ⅱ类放射源30枚，均为Co-60，安装于1台伽马刀设备内；Ⅲ类放射源3枚，均为Ir-192放射源，安装于后装治疗机内；Ⅴ类放射源15枚，包括7枚Na-22放射源、6枚Ge-68放射源、1枚Co-57放射源和1枚Cs-137放射源，均为标准刻度源。放射源台账见附件1。

现有非密封放射性工作场所11处，其中乙级场所8处，丙级场所3处，生产F-18和C-11核素，使用F-18、C-11、Tc-99m、Lu-177、Ac-225、Th-227、I-131、I-125、Sr-89、Cu-64、Zr-89、Y-90、Ra-223、Mo-99、Ga-68、N-13等16种核素。

现有射线装置73台(在用72台)，其中Ⅰ类射线装置1台，为质子治疗系统；Ⅱ类射线装置23台，包括16台直线加速器、1台射波刀、4台DSA(3台在用)和2台回旋加速器(1台在用)；Ⅲ类射线装置49台，包括13台CT、4台PET-CT、4台SPECT-CT(3台在用)、6台DR、6台质子定位装置、4台乳腺X光机、2台骨密度仪、3台数字胃肠机、4台C型臂、1台模拟定位机、2台生物辐照仪。射线装置台账见附件2。

## 二、辐射安全和防护设施的运行与维护情况

结合环保、卫生和公安要求，分科室分项目《放射防护巡检表》，表格由原来4个变为7个，检查项目由原9项增加到平均27项；医学装备部每月对各核技术利用工作场所安全防护设施进行巡检，发现问题31项，并形成检查记录，监督完成整改；各使用科室对安全设施进行定期有效性试验，质子治疗系统、伽马刀、后装机、直线加速器、回旋加速器等机房各项连锁装置均运行正常；核医学科和PET-CT室各场所安装有11套通风过滤系统，通风设施运行正常，监督区与控制区间压差符合标准要求。全院2个放射源库、伽马刀、后装机场所均安装监控视频，并接入山东省放射源在线监控系统。中国医学科学院放射医学研究所年度检测报告和医院自主检测结果表明：各场所屏蔽符合标准要求。

2024年医院各放射性同位素和射线装置工作场所辐射安全和防护设施总体运行良好。

### 三、辐射安全和防护制度及制度落实情况

2024 年，医院辐射安全与防护管理体系进一步完善，各项管理制度和措施均有效落实。9 月 26 日，医院印发了《关于调整医院医疗质量管理委员会及各相关委员会人员组成及职责的通知》，对医院放射防护管理领导小组进行调整，于金明院长担任组长，分管领导孟雪院长助理担任常务副组长，办公室设在医学装备部，注册核安全工程师高峰为辐射防护负责人。

2023 年，修订了《辐射工作人员培训和考核管理制度》等 10 项辐射安全管理制度，并印发执行，进一步完善了医院辐射安全制度体系。

### 四、辐射工作人员变动及辐射安全和防护知识培训情况

全院现有 533 名辐射工作人员参加核技术利用辐射安全与防护培训或考核，388 名通过了生态环境部核技术利用辐射安全与防护考核，145 名通过了医院组织的自主培训并通过考核。2024 年，全院新增 62 名辐射工作人员通过生态环境部组织的核技术利用辐射安全与防护考核，72 名辐射工作人员因退休、离岗和科室业务调整等原因不再从事辐射相关工作。

### 五、放射性同位素进出口、转让或送贮情况

2024 年，医院共申请并通过审批放射源进口审批表 7 个，出口审批表 7 个，放射源转让申请表 1 个。共进口放射源 9 枚，出口放射源 7 枚，均为 III 类 Ir-192 放射源；国内转让放射源 7 枚，包括 6 枚 Ge-68 放射源和 1 枚 Co-57 放射源，均为 V 类标准源；送贮废旧 V 类放射源 7 枚，包括 6 枚 Ge-68 放射源和 1 枚 Co-57 放射源。办理非密封放射性药品转让审批 11 项，涉及 F-18、I-131、Tc-99m、I-125、Sr-89、Ra-223、Y-90、Lu-177 等 8 种核素。

### 六、场所环境辐射监测和个人剂量监测情况

医院放射性同位素和射线装置使用场所均委托有资质的中国医学科学院放射医学研究所等单位进行了检测，检测结果表明，各场所外辐射剂量率均满足国家标准要求。检测报告见附件 3。

医院委托山东杰创安全检测有限公司对辐射工作人员开展了个人剂量检测。根据 2023 年第 4 季度至 2024 年第 3 季度检测结果，全院 533 名辐射工作人员中，有 1 名人员超过 5mSv/年的管理约束限值，为 11.09mSv/a，为介入科手术医生，原因是参与了一项关于肝癌介入治疗的临床实验，按照实验要求，血管操作要求

精细，导致操作时间明显延长，远超过平时普通患者的操作时间，导致接受 X 线曝光剂量明显增加。我院将适当调整该名医生工作量，以减少受照剂量。我院将进一步加强辐射工作人员辐射安全与防护培训和个人剂量片规范化佩戴宣教，强化日常辐射工作，特别是开展临床实验和科学研究工作中的自我防护意识。结合辐射防护与介入临床，开展低剂量介入手术技术研究，减少总体手术时间，保护辐射工作人员健康。其余辐射工作人员年个人剂量检测结果均低于年管理限值。2023 年第 4 季度至 2024 年第 3 季度个人检测报告见附件 4。

2024 年组织全院 624 名辐射工作人员开展岗前、岗中和离岗放射性职业病健康查体，查体结果表明所有人员放射类职业病检查项目未见明显异常，均可继续放射工作。

### 七、辐射事故及应急响应情况

2024 年 6 月份，医院修订了《山东第一医科大学附属肿瘤医院辐射事故(放射事件)应急预案》，并在 9 月 4 日组织了以“后装机卡源”为场景的院级辐射事故应急演练，医院辐射应急小组副组长于海宁现场指挥，医学装备部、放射物理技术科和安全保卫部等部门参加，验证了预案，熟悉了程序，检验了能力，锻炼了队伍。核医学科、介入科、影像科等科室开展了科室内应急演练。

### 八、核技术利用项目新建、改建、扩建和退役情况

《山东第一医科大学附属肿瘤医院（山东省肿瘤防治研究院、山东省肿瘤医院）螺旋断层放射治疗系统（托姆刀）应用项目环境影响报告表》通过了济南市生态环境局槐荫分局审批；“重点实验室小动物 SPECT/CT 室新进一台小动物 SPECT/CT”、“门诊楼负一层影像科 1、4 号通道 CT 扫描室更新两台 CT”、“本院区重点实验室一层 117 房间、质子院区综合楼 18 层 1810R 室两台辐照仪新建建设项目”、“本院区核医学科更换一台 SPECT/CT 建设项目”、“本院区增加 1 枚 Ge-68 校准源建设项目”等 5 个项目完成了登记表备案。

本院区核医学诊断区和后装治疗室建设完成，辐射安全许可证于 2023 年 2 月 27 日通过了生态环境部审批。另外，回旋加速器项目、核医学科二期项目建设完毕，已向生态环境部提交重新申请辐射安全许可证材料，目前处于审批流程中。

### 九、存在的安全隐患及其整改情况

2024年5月14日和10月11日，华东核与辐射安全监督站联合山东省生态环境厅、济南市生态环境局等部门对我院进行了两次安全检查，共提出了3项问题建议，分别是：医用电子直线加速器等治疗场所急停按钮和紧急开门按钮未张贴明显标识；单位辐射安全管理机构人员发生变动，但相关制度，如辐射事故应急预案未及时更新；本院区核医学科 I-131 治疗区衰变池无控制区分区标识，除我院正处于辐射安全许可证增项申报中，无法进行工作场所一致性修改外，其余均完成了整改，消除了安全隐患，并按时上报整改报告。

#### 十、其他有关法律、法规规定的落实情况

2024共完成1个项目竣工环境保护自主验收，是山东第一医科大学附属肿瘤医院 PET-CT 中心新增回旋加速器建设项目，并在全国建设项目竣工环境保护验收信息系统上进行了公示，并完成相关备案。

通过评估，我院辐射安全监管各项法规均得到有效落实，各工作场所安全与防护设施运行正常，辐射安全规章制度较为全面且得到较好落实，辐射工作人员培训与考核满足法规要求，人员个人剂量和场所周围辐射环境检测结果符合国家标准要求，辐射事故应急预案和应急能力满足事故前期处置要求和配合相关部门进一步相应的能力。综上所述，我院放射性同位素和射线装置安全与防护状况总体良好。

- 附件：1.山东第一医科大学附属肿瘤医院放射源台账  
2.山东第一医科大学附属肿瘤医院射线装置台账  
3.山东第一医科大学附属肿瘤医院场所检测报告  
4.上年度个人剂量检测报告

山东第一医科大学附属肿瘤医院

2025年1月3日

## 附件 1

山东第一医科大学附属肿瘤医院放射源台账

序号	核素名称	出厂日期	出厂活度 (贝可)	标号	放射源编码	类别	装置名称	位置
1	Cs-137	2018-06-08	5.55E+6	1804-81	US18CS003205	V类	刻度/校准源	中心院区 PET-CT 中心
2	Na-22	2018-09-27	3.7E+5	3180-18-55	TR18NA000605	V类	刻度/校准源	中心院区 PET-CT 中心
3	Na-22	2018-09-27	3.7E+5	3180-18-58	TR18NA000635	V类	刻度/校准源	中心院区 PET-CT 中心
4	Na-22	2018-09-27	3.7E+5	3180-18-59	TR18NA000645	V类	刻度/校准源	中心院区 PET-CT 中心
5	Na-22	2018-09-27	3.7E+6	3120-18-10	TR18NA000595	V类	刻度/校准源	中心院区 PET-CT 中心
6	Na-22	2018-09-27	3.7E+5	3180-18-57	TR18NA000625	V类	刻度/校准源	中心院区 PET-CT 中心
7	Na-22	2018-09-27	3.7E+5	3180-18-60	TR18NA000655	V类	刻度/校准源	中心院区 PET-CT 中心
8	Na-22	2018-09-27	3.7E+5	3180-18-56	TR18NA000615	V类	刻度/校准源	中心院区 PET-CT 中心
9	Ge-68	2022-11-08	4.6E+7	1020-22-161	TR22GE005005	V类	刻度/校准源	中心院区 PET-CT 中心
10	Ge-68	2022-11-08	9.25E+7	1013-22-48	TR22GE005045	V类	刻度/校准源	中心院区 PET-CT 中心
11	Ge-68	2022-11-08	4.6E+7	1020-22-162	TR22GE005015	V类	刻度/校准源	中心院区 PET-CT 中心
12	Co-57	2022-11-08	1.85E+8	8200-22-37	TR22C7000335	V类	刻度/校准源	中心院区 PET-CT 中心
13	Ge-68	2022-11-08	9.25E+7	1013-22-49	TR22GE005055	V类	刻度/校准源	质子中心 PET-CT

核医学工作场所改扩建（二期）、核医学工作场所使用核素  $^{177}\text{Lu}$ 、 $^{225}\text{Ac}$ 、 $^{227}\text{Th}$  项目（二期）竣工环境保护验收监测报告表

序号	核素名称	出厂日期	出厂活度 (贝可)	标号	放射源编码	类别	装置名称	位置
14	Ge-68	2022-11-08	4.6E+7	1020-22-163	TR22GE005025	V类	刻度/校准源	质子中心 PET-CT
15	Ge-68	2022-11-08	4.6E+7	1020-22-164	TR22GE005035	V类	刻度/校准源	质子中心 PET-CT
16	Co-60	2022-04-13	9.6E+12	2211189	0322C0002082	II类	伽玛刀	质子中心 伽玛刀机房
17	Co-60	2022-04-13	9.6E+12	2211190	0322C0002092	II类	伽玛刀	质子中心 伽玛刀机房
18	Co-60	2022-04-13	9.6E+12	2211192	0322C0002112	II类	伽玛刀	质子中心 伽玛刀机房
19	Co-60	2022-04-13	9.6E+12	2211191	0322C0002102	II类	伽玛刀	质子中心 伽玛刀机房
20	Co-60	2022-04-13	9.6E+12	2211194	0322C0002132	II类	伽玛刀	质子中心 伽玛刀机房
21	Co-60	2022-04-13	9.6E+12	2211193	0322C0002122	II类	伽玛刀	质子中心 伽玛刀机房
22	Co-60	2022-04-13	9.6E+12	2211195	0322C0002142	II类	伽玛刀	质子中心 伽玛刀机房
23	Co-60	2022-04-13	9.6E+12	2211196	0322C0002152	II类	伽玛刀	质子中心 伽玛刀机房
24	Co-60	2022-04-13	9.6E+12	2211197	0322C0002162	II类	伽玛刀	质子中心 伽玛刀机房
25	Co-60	2022-04-13	9.6E+12	2211200	0322C0002192	II类	伽玛刀	质子中心 伽玛刀机房
26	Co-60	2022-04-13	9.6E+12	2211199	0322C0002182	II类	伽玛刀	质子中心 伽玛刀机房
27	Co-60	2022-04-13	9.6E+12	2211198	0322C0002172	II类	伽玛刀	质子中心 伽玛刀机房

核医学工作场所改扩建（二期）、核医学工作场所使用核素  $^{177}\text{Lu}$ 、 $^{225}\text{Ac}$ 、 $^{227}\text{Th}$  项目（二期）竣工环境保护验收监测报告表

序号	核素名称	出厂日期	出厂活度 (贝可)	标号	放射源编码	类别	装置名称	位置
28	Co-60	2022-04-13	9.6E+12	2211202	0322C0002212	II类	伽玛刀	质子中心 伽玛刀机房
29	Co-60	2022-04-13	9.6E+12	2211201	0322C0002202	II类	伽玛刀	质子中心 伽玛刀机房
30	Co-60	2022-04-13	9.6E+12	2211203	0322C0002222	II类	伽玛刀	质子中心 伽玛刀机房
31	Co-60	2022-04-13	9.6E+12	2211204	0322C0002232	II类	伽玛刀	质子中心 伽玛刀机房
32	Co-60	2022-04-13	9.6E+12	2211206	0322C0002252	II类	伽玛刀	质子中心 伽玛刀机房
33	Co-60	2022-04-13	9.6E+12	2211205	0322C0002242	II类	伽玛刀	质子中心 伽玛刀机房
34	Co-60	2022-04-13	9.6E+12	2211207	0322C0002262	II类	伽玛刀	质子中心 伽玛刀机房
35	Co-60	2022-04-13	9.6E+12	2211210	0322C0002292	II类	伽玛刀	质子中心 伽玛刀机房
36	Co-60	2022-04-13	9.6E+12	2211208	0322C0002272	II类	伽玛刀	质子中心 伽玛刀机房
37	Co-60	2022-04-13	9.6E+12	2211209	0322C0002282	II类	伽玛刀	质子中心 伽玛刀机房
38	Co-60	2022-04-13	9.6E+12	2211211	0322C0002302	II类	伽玛刀	质子中心 伽玛刀机房
39	Co-60	2022-04-13	9.6E+12	2211212	0322C0002312	II类	伽玛刀	质子中心 伽玛刀机房
40	Co-60	2022-04-13	9.6E+12	2211215	0322C0002342	II类	伽玛刀	质子中心 伽玛刀机房

核医学工作场所改扩建（二期）、核医学工作场所使用核素  $^{177}\text{Lu}$ 、 $^{225}\text{Ac}$ 、 $^{227}\text{Th}$  项目（二期）竣工环境保护验收监测报告表

序号	核素名称	出厂日期	出厂活度 (贝可)	标号	放射源编码	类别	装置名称	位置
41	Co-60	2022-04-13	9.6E+12	2211213	0322C0002322	II类	伽玛刀	质子中心 伽玛刀机房
42	Co-60	2022-04-13	9.6E+12	2211214	0322C0002332	II类	伽玛刀	质子中心 伽玛刀机房
43	Co-60	2022-04-13	9.6E+12	2211217	0322C0002362	II类	伽玛刀	质子中心 伽玛刀机房
44	Co-60	2022-04-13	9.6E+12	2211216	0322C0002352	II类	伽玛刀	质子中心 伽玛刀机房
45	Co-60	2022-04-13	9.6E+12	2211218	0322C0002372	II类	伽玛刀	质子中心 伽玛刀机房
46	Ir-192	2023-12-11	3.7E+11	D85F2439	NL23IR008373	III类	后装治疗机	中心院区 后装治疗室
47	Ir-192	2023-11-20	3.7E+11	NLF 01 D13A-387	NL23IR008753	III类	后装治疗机	中心院区 后装治疗室
48	Ir-192	2023-03-20	3.7E+11	NLF 01 D13A-388	NL23IR008763	III类	后装治疗机	中心院区 后装治疗室

## 附件 2

山东第一医科大学附属肿瘤医院射线装置台账

序号	射线装置名称	规格型号	射线种类	类别	生产厂家	用途	位置
1	CT	SOMATOM Confidence	X	Ⅲ类	西门子	放射治疗模拟定位装置	放疗区
2	医用直线加速器	Clinac 23EX	X、 $\beta$	Ⅱ类	瓦里安	粒子能量小于 100 兆电子伏的医用加速器	放疗区
3	医用直线加速器	Clinac 21EX	X、 $\beta$	Ⅱ类	瓦里安	粒子能量小于 100 兆电子伏的医用加速器	放疗区
4	PET-CT	Biograph Horizon	X	Ⅲ类	西门子	医用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置	PET-CT 中心
5	医用回旋加速器	MINI TRACE	质子、 $\gamma$	Ⅱ类	GE	制备正电子发射计算机断层显像装置(PET)放射性药物的加速器	PET-CT 中心
6	CT	Brilliance Big Bore	X	Ⅲ类	西门子	放射治疗模拟定位装置	放疗区
7	医用直线加速器	UNIQUE	X、 $\beta$	Ⅱ类	瓦里安	粒子能量小于 100 兆电子伏的医用加速器	放疗区
8	医用直线加速器	Trilogy	X、 $\beta$	Ⅱ类	瓦里安	粒子能量小于 100 兆电子伏的医用加速器	放疗区
9	医用直线加速器	TOMO HI-ART	X	Ⅱ类	瓦里安	粒子能量小于 100 兆电子伏的医用加速器	放疗区
10	医用直线加速器	Synergy	X、 $\beta$	Ⅱ类	瓦里安	粒子能量小于 100 兆电子伏的医用加速器	放疗区
11	医用直线加速器	Clinac CX	X、 $\beta$	Ⅱ类	瓦里安	粒子能量小于 100 兆电子伏的医用加速器	放疗区
12	医用直线加速器	Trilogy	X、 $\beta$	Ⅱ类	瓦里安	粒子能量小于 100 兆电子伏的医用加速器	放疗区
13	DSA	ALLura Xper FD20	X	Ⅱ类	飞利浦	血管造影用 X 射线装置	介入治疗中心介入手术室
14	DSA	Azurion7M20	X	Ⅱ类	飞利浦	血管造影用 X 射线装置	介入治疗中心介入手术室(非在用)
15	PET-CT	GEMINI TF BIG BORE	X	Ⅲ类	西门子	医用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置	PET-CT 中心
16	CT	Brilliance iCT	X	Ⅲ类	飞利浦	医用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置	影像科
17	CT	SOMATOM Definition AS	X	Ⅲ类	西门子	医用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置	影像科
18	CT	Brilliance 64	X	Ⅲ类	飞利浦	医用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置	影像科
19	DR	DRX Evolution	X	Ⅲ类	锐科	医用诊断 X 射线装置	影像科
20	模拟定位机	Acuity	X	Ⅲ类	瓦里安	放射治疗模拟定位装置	放疗区

序号	射线装置名称	规格型号	射线种类	类别	生产厂家	用途	位置
21	骨密度仪	Discovery Wi	X	Ⅲ类	豪洛捷	医用诊断 X 射线装置	骨密度室
22	C 型臂 X 光机	Cios Alpha	X	Ⅲ类	西门子	医用诊断 X 射线装置	内窥镜室(西区)
23	C 型臂 X 光机	Ziehm solo	X	Ⅲ类	奇目	医用诊断 X 射线装置	手术室(西区)
24	数字胃肠 X 光机	Luminos DRF Max	X	Ⅲ类	西门子	医用诊断 X 射线装置	影像科
25	数字胃肠 X 光机	AXIOM Lumions DRF	X	Ⅲ类	西门子	医用诊断 X 射线装置	影像科：影像科(西区)
26	乳腺 X 光机	Mammomat Inspiration	X	Ⅲ类	西门子	医用诊断 X 射线装置	影像科
27	移动 DR	Mobilett XP Digital	X	Ⅲ类	西门子	医用诊断 X 射线装置	ICU(西区)
28	DR	Discovery XR656	X	Ⅲ类	GE	医用诊断 X 射线装置	影像科
29	乳腺 X 光机	Senographe Essential	X	Ⅲ类	GE	医用诊断 X 射线装置	影像科
30	SPECT-CT	Discovery NM/CT 670	X	Ⅲ类	GE	医用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置	核医学科
31	医用直线加速器	Halcyon	X、 $\beta$	Ⅱ类	瓦里安	粒子能量小于 100 兆电子伏的医用加速器	放疗区
32	医用直线加速器	VitalBeam	X、 $\beta$	Ⅱ类	瓦里安	粒子能量小于 100 兆电子伏的医用加速器	新放疗区
33	医用直线加速器	Clinac iX	X、 $\beta$	Ⅱ类	瓦里安	粒子能量小于 100 兆电子伏的医用加速器	新放疗区
34	磁共振加速器	Unity	X	Ⅱ类	医科达	粒子能量小于 100 兆电子伏的医用加速器	新放疗区
35	医用直线加速器	Trilogy	X	Ⅱ类	瓦里安	粒子能量小于 100 兆电子伏的医用加速器	放疗区
36	骨密度仪	EXA-3000	X	Ⅲ类	澳思托	医用诊断 X 射线装置	骨软外科
37	射波刀	CyberKnife M6 FMSystem	X	Ⅱ类	安科锐	粒子能量小于 100 兆电子伏的医用加速器	放疗区
38	SPECT-CT	BrightView XCT	X	Ⅲ类	飞利浦	医用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置	核医学科(非在用)
39	CT	IQon Spectral	X	Ⅲ类	飞利浦	医用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置	影像科
40	C 型臂 X 光机	PLX7100A	X	Ⅲ类	普爱	医用诊断 X 射线装置	后装治疗区
41	DR	Digital Diagnost	X	Ⅲ类	飞利浦	医用诊断 X 射线装置	影像科(西区)
42	CT	SOMATOM Drive	X	Ⅲ类	西门子	医用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置	影像科(西区)
43	CT	SOMATOM Definition AS	X	Ⅲ类	西门子	医用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置	影像科(西区)
44	乳腺 X 光机	Selenia Dimensions	X	Ⅲ类	豪洛捷	医用诊断 X 射线装置	影像科(西区)

序号	射线装置名称	规格型号	射线种类	类别	生产厂家	用途	位置
45	PET-CT	Biograph Horizon	X	Ⅲ类	西门子	医用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置	PET-CT(质子临床研究中心)
46	CT	SOMATOM Drive	X	Ⅲ类	西门子	医用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置	CT 模拟定位 1 室(质子临床研究中心)
47	CT	SOMATOM Confidence	X	Ⅲ类	西门子	放射治疗模拟定位装置	CT 定位 2 室(质子临床研究中心)
48	C 型臂 X 光机	Cios Fusion	X	Ⅲ类	西门子	医用诊断 X 射线装置	手术室(西区)
49	动物 PET-CT	IRIS PET/CT	X	Ⅲ类	Invision	医用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置	基础研究中心
50	医用直线加速器	Halcyon	X、 $\beta$	Ⅱ类	瓦里安	粒子能量小于 100 兆电子伏的医用加速器	直加治疗 1 室(质子临床研究中心)
51	CT	Brilliance iCT	X	Ⅲ类	飞利浦	医用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置	质子临床研究中心影像科
52	数字胃肠 X 光机	Luminos DRF Max	X	Ⅲ类	西门子	医用诊断 X 射线装置	质子临床研究中心影像科
53	乳腺 X 光机	Selenia Dimensions	X	Ⅲ类	豪洛捷	医用诊断 X 射线装置	质子临床研究中心影像科
54	DR_DR	Ysio Max	X	Ⅲ类	西门子	医用诊断 X 射线装置	质子临床研究中心影像科
55	移动 DR	Mobilett Mira Max	X	Ⅲ类	西门子	医用诊断 X 射线装置	质子临床研究中心影像科
56	DSA	Artis zee III ceiling	X	Ⅱ类	西门子	血管造影用 X 射线装置	介入治疗中心介入手术室
57	CT	SOMATOM Confidence	X	Ⅲ类	西门子	放射治疗模拟定位装置	介入治疗中心 CT 室
58	医用直线加速器	TrueBeam	X、 $\beta$	Ⅱ类	瓦里安	粒子能量小于 100 兆电子伏的医用加速器	直加治疗 2 室(质子临床研究中心)
59	医用直线加速器	VitalBeam	X、 $\beta$	Ⅱ类	瓦里安	粒子能量小于 100 兆电子伏的医用加速器	直加治疗 3 室(质子临床研究中心)
60	DSA	Artis zee III ceiling	X	Ⅱ类	西门子	血管造影用 X 射线装置	介入治疗中心介入手术室
61	SPECT-CT	Symbia Intevo Bold	X	Ⅲ类	西门子	医用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置	SPECT-CT(质子临床研究中心)
62	质子治疗系统	Probeam	质子	Ⅰ类	瓦里安	质子治疗装置	质子治疗系统(质子临床研究中心)
63	质子治疗定位用 X 射线管	GS-20712	X	Ⅲ类	瓦里安	放射治疗模拟定位装置	质子治疗系统(质子临床研究中心)
64	质子治疗定位用 X 射线管	GS-20712	X	Ⅲ类	瓦里安	放射治疗模拟定位装置	质子治疗系统(质子临床研究中心)
65	质子治疗定位用 X 射线管	GS-20712	X	Ⅲ类	瓦里安	放射治疗模拟定位装置	质子治疗系统(质子临床研究中心)

序号	射线装置名称	规格型号	射线种类	类别	生产厂家	用途	位置
66	质子治疗定位用 X 射线管	GS-20712	X	Ⅲ类	瓦里安	放射治疗模拟定位装置	质子治疗系统(质子临床研究中心)
67	质子治疗定位用 X 射线管	GS-20712	X	Ⅲ类	瓦里安	放射治疗模拟定位装置	质子治疗系统(质子临床研究中心)
68	质子治疗定位用 X 射线管	GS-20712	X	Ⅲ类	瓦里安	放射治疗模拟定位装置	质子治疗系统(质子临床研究中心)
69	CT	Big Bore	X 射线	Ⅲ类	飞利浦	放射治疗模拟定位装置	后装治疗室
70	SPECT-CT	NM/CT 870 DR	X 射线	Ⅲ类	GE	医用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置	核医学科
71	乳腺伽玛相机	Dilon 6800	X 射线	Ⅲ类	Dilon	医院诊断 X 射线装置	核医学科
72	回旋加速器	HM-12S	质子、 $\gamma$	Ⅱ类	住友	制备正电子发射计算机断层显像装置(PET)放射性药物的加速器	PET-CT 中心(非在用)
73	生物学 X 射辐照仪	RS 2000Plus	X	Ⅲ类	Rad Source Technologies	其他不能被豁免的 X 射线装置	基础研究中心(非在用)
74	X 射线研究辐照仪	SARRP	X	Ⅲ类	Xstrahl	其他不能被豁免的 X 射线装置	基础研究中心(非在用)

## 附件 12：项目一期验收意见

### 核医学工作场所改扩建和核医学工作场所使用核素 $^{177}\text{Lu}$ 、 $^{225}\text{Ac}$ 、 $^{227}\text{Th}$ 项目竣工环境保护验收意见

2023 年 5 月 5 日，山东第一医科大学附属肿瘤医院（山东省肿瘤防治研究院、山东省肿瘤医院）根据核医学工作场所改扩建和核医学工作场所使用核素  $^{177}\text{Lu}$ 、 $^{225}\text{Ac}$ 、 $^{227}\text{Th}$  项目竣工环境保护验收监测报告表，并对照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，严格依照国家有关法律法规、建设项目竣工环境保护验收技术规范/指南、本项目环境影响评价报告和审批部门审批决定等要求对本项目进行验收，提出意见如下：

#### 一、工程建设基本情况

本项目位于山东省济南市槐荫区济充路 440 号，医院东南部核医学科，项目性质为改、扩建。核医学工作场所改扩建西侧核医学诊断治疗工作场所验收建设规模涉及射线装置为 2 台 SPECT-CT、1 台乳腺伽马相机，涉及核素为  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ （日等效最大操作量  $7.4 \times 10^7 \text{Bq}$ ）、 $^{89}\text{Sr}$ （日等效最大操作量  $2.96 \times 10^7 \text{Bq}$ ）、 $^{225}\text{Ra}$ （日等效最大操作量  $6.6 \times 10^6 \text{Bq}$ ）、 $^{99\text{m}}\text{Mo}$ （日等效最大操作量  $8.88 \times 10^7 \text{Bq}$ ）、 $^{125}\text{I}$ （日等效最大操作量  $7.992 \times 10^6 \text{Bq}$ ）。核医学工作场所使用核素  $^{177}\text{Lu}$ 、 $^{225}\text{Ac}$ 、 $^{227}\text{Th}$  改建阶段验收建设规模涉及核素为  $^{177}\text{Lu}$ （日等效最大操作量  $7.4 \times 10^8 \text{Bq}$ ）、 $^{225}\text{Ac}$ （日等效最大操作量  $7.4 \times 10^7 \text{Bq}$ ）、 $^{227}\text{Th}$ （日等效最大操作量  $7.4 \times 10^7 \text{Bq}$ ）。

2021 年 11 月由山东博瑞达环保科技有限公司编制《山东第一医科大学附属肿瘤医院（山东省肿瘤防治研究院、山东省肿瘤医院）核医学工作场所改扩建项目环境影响报告表》，2021 年 11 月 17 日，济南市生态环境局以济环辐表审[2021]20 号文件批复；2022 年 9 月由山东博瑞达环保科技有限公司编制《核医学工作场所使用核素  $^{177}\text{Lu}$ 、 $^{225}\text{Ac}$ 、 $^{227}\text{Th}$  项目环境影响报告表》，2022 年 10 月 18 日，济南市生态环境局以济环辐表审[2022]14 号文件批复。医院现持有生态环境部于 2023 年 2 月 27 日颁发的辐射安全许可证，国环辐证（00520），种类和范围为“使用 I 类、III 类、V 类放射源，使用 I 类、II 类、III 类射线装置，生产、使用非密封放射性物质，乙级、丙级非密封放射性物质工作场所”，有效期至 2023 年 11 月 15 日。本次验收内容于 2021 年 11 月开工建设，于 2023 年 2 月竣工，现已安装调试完成，处于试运营阶段。

本项目实际总投资金额为 3100 万元，环保投资 140 万元，所占比例为 4.5%。

本次验收范围为核医学工作场所改扩建一期西侧核医学诊断治疗工作场所和核医学工作场所使用核素  $^{177}\text{Lu}$ 、 $^{225}\text{Ac}$ 、 $^{227}\text{Th}$  一期改建阶段，内容为：核医学科西侧医生办公室、诊室、档案室及闲置房间等区域进行改造，改造成核医学诊断治疗工作场所，依托核医学科原有核素，并新增  $^{177}\text{Lu}$ 、 $^{225}\text{Ac}$ 、 $^{227}\text{Th}$  开展放射诊断治疗。改建后诊断治疗场所包含登记室、注射前候诊区、储源室、分装注射室、注射后卫生间、注射后候诊区、2 间 SPECT-CT 机房及乳腺伽玛相机机房、诊室等。对场所内通风、排水等系统进行改造，衰变池仍利用医院现有 2 套放射性废水衰变系统。将核医学东部改为放射性核素诊断治疗工作场所，将原 1 间甲癌治疗病房改造为  $^{177}\text{Lu}$  病房， $^{131}\text{I}$  项目维持不变。

待西侧核医学诊断治疗工作场所另一间 SPECT-CT 机房及东侧甲癌治疗工作场所等核医学科施工改建全部完成后，对核医学工作场所改扩建和核医学工作场所使用核素  $^{177}\text{Lu}$ 、 $^{225}\text{Ac}$ 、 $^{227}\text{Th}$  项目，进行二期及改建后阶段竣工验收工作。

## 二、工程变动情况

经查阅环评报告与批复要求及现场核实，本次验收项目的建设位置、项目性质、建设规模与环评报告表及批复内容要求一致。

## 三、环境保护设施建设情况

### 1、辐射屏蔽情况

本项目工作场所包括 SPECT-CT 诊断区、乳腺伽玛相机诊断区、分装注射室、储源间、 $^{177}\text{Lu}$  治疗病房等。

卫生通过间北墙 120mm 实心砖，其他 240mm 实心砖，防护门 5mmPb 当量；储源室西墙、北墙 370mm 实心砖，南墙 240mm 实心砖，东墙 120mm 实心砖，防护门 5mmPb 当量；分装注射室东墙、西墙 370mm 实心砖，北墙 240mm 实心砖，南墙 120mm 实心砖，防护门 5mmPb 当量；注射后候诊区北墙 370mm 实心砖+40mm 硫酸钡砂，其他 370mm 实心砖，防护门 5mmPb 当量；注射后患者专用卫生间西墙、北墙 240mm 实心砖，南墙 370mm 实心砖，其他墙体 120mm 实心砖，防护门 5mmPb 当量；SPECT 机房治疗三室四周墙体 370mm 实心砖，机房门 6mmPb 当量、控制室门 5mmPb 当量，观察窗 12mmPb 当量；SPECT 机房治疗一室四周墙体 370mm 实心砖，机房门 6mmPb 当量、控制室门 5mmPb 当量，观察窗 12mmPb 当量；乳腺伽玛相机机房治疗四室四周墙体 370mm 实心砖，防

护门 5mmPb 当量；清洁用品存放间北墙、东墙 370mm 实心砖，西墙、南墙 240mm 实心砖，防护门 10mmPb 当量；上述房间室顶均为 120mm 混凝土+40mm 硫酸钡砂。 $^{177}\text{Lu}$  治疗病房西墙 500mm 混凝土，其他 400mm 混凝土，防护门 15mmPb 当量，室顶 300mm 混凝土。核医学科诊断治疗工作场所场所进出防护门 6mmPb 当量，病房区域进、出口门 25mmPb 当量。均设有单向门禁，受检者走廊 370mm 实心砖

## 2、辐射分区

核医学工作场所均按要求划分了控制区和监督区，控制区入口处设置电离辐射警示标志，禁止非有关工作人员入内；监督区入口处张贴监督区标牌，禁止无关公众人员进入。

## 3、辐射安全措施

SPECT-CT 机房设计有急停按钮和对讲设备，并设有工作状态指示灯，机房防护门设有闭门装置及电离辐射警示标志。放射药物储存场所设有监控装置。

医院配备了 $\beta$ 、 $\gamma$ 射线检测仪、表面污染仪、剂量报警仪等检测设备，配备了铅当量为 0.5mmPb 当量当量的铅衣、铅眼镜等防护用品，不同防护级别的放射固体废物衰变桶，储存满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）标准。项目设置放射性废气收集及处理系统，医院于放射性药物分装注射室内设置手套箱。手套箱设有独立通风管道，管道出口设置活性炭过滤装置，排气筒最终通至楼顶。

医院现有 2 套放射性废水衰变系统，用于处理核医学工作场所放射性废水。该项目改建后仍使用此 2 套放射性废水衰变系统，本项目西侧核医学诊断治疗工作场所产生的放射性废水与医院 PET-CT 中心排入短半衰期放射性废水衰变系统，东侧  $^{177}\text{Lu}$  治疗工作场所产生的废水排入原  $^{131}\text{I}$  专用放射性废水衰变系统即长半衰期放射性废水衰变系统，裸露部分外加 10mmPb 当量当量板进行防护。2 套放射性废水衰变系统总有效容积为 170.2m<sup>3</sup>，满足本项目使用要求。衰变池池底和池壁采用防渗透和耐酸碱腐蚀的不锈钢材料，池顶盖为不锈钢内衬铅板结构，衰变间四周墙壁采用 200mm 厚的混凝土，衰变间防护门为辐射屏蔽门。医院放射性衰变系统采用智能控制系统进行控制。

## 4、辐射安全管理情况

成立了放射防护办公室，签订了《辐射工作安全责任书》；制定了《辐射(放射)防护管理制度》、《辐射工作人员个人剂量监测和职业健康管理制度》、《辐射工作人员培训和考核管理制度》、《辐射（放射）防护监测制度》、《放射源等放射性物质储存场所安全保卫制度》、《放射源及放射性同位素使用登记管理制度》、《射线装置安全使用管理制度》、《射线装置使用登记管理制度》、《监测仪表使用与校验管理制度》、《辐射安全防护设施维护与维修制度》、《辐射工作场所分区规范》、《医用射线受检者防护管理制度》、《更换放射源管理制度》、《核素泄漏去污操作规程》、《三废处理措施》、《乙级工作场所操作规程》等辐射防护管理制度，建立了辐射安全管理档案；编制了《山东省肿瘤防治研究院放射性事故应急预案》并进行了应急演练；已提交2022年年度评估报告。

本项目配备14名辐射工作人员，均取得了辐射防护与安全培训合格证书；所有辐射工作人员均佩戴了个人剂量计，已委托山东省医学科学院放射医学研究所进行了个人剂量监测，并建立了个人剂量档案。

#### 四、环境保护设施调试效果

本项目验收监测期间，非工作状态下，核医学工作场所周围环境 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率为(79.6~134)nSv/h，即(6.63~11.17) $\times 10^{-8}$ Gy/h，处于济南市环境天然辐射水平的正常波动范围内。

工作状态下，工作场所周围X- $\gamma$ 空气剂量率监测结果最大值为274nSv/h，低于《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)规定的标准限值。

控制区表面污染监测结果最大值为3.75Bq/cm<sup>2</sup>，监督区表面污染监测结果最大值为0.34Bq/cm<sup>2</sup>，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的放射性表面污染控制水平要求。

衰变池出口废水总 $\alpha$ 日均最大值为0.069Bq/L，总 $\beta$ 日均值为0.894Bq/L，满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)和《山东省医疗机构污染物排放控制标准》(DB37/596-2020)限值要求。

土壤放射性总 $\alpha$ 放射性为247Bq/kg，总 $\beta$ 放射性为362Bq/kg，参考《南水北调山东段沿线土壤的放射性水平》(邓大平等，中国辐射卫生Dec2006, Vol15, No4)，处于本底水平范围内。

#### 五、工程建设对环境的影响

根据个人剂量检测报告和验收监测结果估算得知：本项目辐射工作人员年有效剂量最大值为0.80mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中规定职业人员的剂量限值20mSv/a，也均低于《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中要求的一般情况下职业照射的剂量约束值不超过5mSv/a和环评中提出的5.0mSv/a的管理约束限值。手部所受年有效剂量最大值为3.38mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中规定的工作人员手部500mSv/a限值，也低于本次验收的提出的125mSv/a的年管理剂量约束限值。

根据本次验收监测结果估算得知，本项目公众人员年有效剂量最大值为 $8.93 \times 10^{-2}$ mSv/a，项目环境敏感目标处公众人员年辐射剂量最大值为 $9.48 \times 10^{-2}$ mSv/a，均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定1mSv/a的剂量限值，也低于《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中公众照射剂量约束值不超过0.1mSv/a的要求和本次验收采用的公众年剂量管理目标值不超过0.1mSv/a的管理要求。

#### 六、验收结论

项目环保手续齐全，基本落实了环境影响报告表及批复中的各项要求，辐射安全与防护措施有效，辐射安全管理制度齐全，验收监测结果满足要求，符合建设项目竣工环境保护验收条件，验收合格。

#### 七、后续要求

1. 加强辐射工作人员的辐射安全与防护培训，加强核安全文化宣贯，提高安全意识；
2. 放射性废物严格按照《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）进行分类收集，分别处理；
3. 加强开展核医学工作场所相关监测。

#### 八、验收人员信息

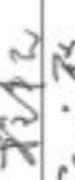
见附表

山东第一医科大学附属肿瘤医院  
(山东省肿瘤防治研究院、山东省肿瘤医院)

2023年5月5日

附表：

山东第一医科大学附属肿瘤医院（山东省肿瘤防治研究院、山东省肿瘤医院）  
核医学工作场所改扩建和核医学工作场所使用核素  $^{177}\text{Lu}$ 、 $^{225}\text{Ac}$ 、 $^{227}\text{Th}$  项目竣工环境保护验收工作组名单

	机构	姓名	单位	职务/职称	签名
组长	建设单位	高峰	山东第一医科大学附属肿瘤医院（山东省肿瘤防治研究院、山东省肿瘤医院）	高工	
		刘娟娟		放射防护办公室正教授	
		孙晓蓉		核医学科副主任研究员	
成员	专业技术专家	程丰民	山东省核与辐射安全监测中心	正高	
		邱云霞	山东省青岛生态环境监测中心	正高	
		张爱真	山东第一医科大学附属省立医院 (山东省立医院)	副主任技师	
	报告编制单位	孙希文	山东博瑞达环保科技有限公司	工程师	

## 附件 13：监测报告

报告编号：鲁环辐检（2025）WT-0304 号	
 211512341945	 YS-25006-01
<h1>检 测 报 告</h1> <p>鲁环辐检（2025）WT-0304 号</p>	
委托单位：	山东第一医科大学附属肿瘤医院（山东省肿瘤防治研究院、山东省肿瘤医院）
受检单位：	山东第一医科大学附属肿瘤医院（山东省肿瘤防治研究院、山东省肿瘤医院）
项目名称：	核医学工作场所改扩建项目（二期）、核医学工作场所使用核素 $^{177}\text{Lu}$ 、 $^{225}\text{Ac}$ 、 $^{227}\text{Th}$ 项目（二期）、核医学工作场所及医用电子加速器应用项目（三期）
报告日期：	2025 年 03 月 19 日
<p>山东鲁环检测科技有限公司</p> <p>（检测专用章）</p> 	

报告编号：鲁环辐检（2025）WT-0304 号

## 说 明

1. 报告无本单位检测专用章、骑缝章及  章无效。
2. 报告内容需填写齐全，无本单位授权签字人的签字无效。
3. 部分复制报告未重新加盖本单位检测专用章不得作为对外发布的依据。
4. 报告涂改或以其它任何形式篡改的均属无效。
5. 自送样品的委托检测，委托单位对来样的代表性和资料的真实性负责，检测结果仅对来样负责。
6. 对不可复现、复检和不可重复性试验的项目（参数），结果仅对采样（或检测）时所代表的时间和空间负责。
7. 未经本单位同意，不得复制本报告（全部复印除外）。
8. 对检测报告（结果）如有异议，请于收到报告之日起一个月内以书面形式向本公司提出，逾期视为自动放弃申诉的权利。
9. 本单位保证检测的客观公正性，对委托单位的商业信息、技术文件、检测报告等商业秘密履行保密义务。

名 称：山东鲁环检测科技有限公司

地 址：济南市天辰路 2177 号联合财富广场 1 号楼 17 层

电 话：0531 -88886181 传 真：0531 -88886181

E-mail: lh88886181@126.com

邮 编：250000

报告编号：鲁环辐检（2025）WT-0304号

## 检测报告

委托单位	山东第一医科大学附属肿瘤医院（山东省肿瘤防治研究院、山东省肿瘤医院）		
受检单位	山东第一医科大学附属肿瘤医院（山东省肿瘤防治研究院、山东省肿瘤医院）		
检测地点	山东省济南市槐荫区济充路440号；山东省济南市槐荫区烟台路2999号。		
联系人	刘娟娟	联系方式	13505409537
委托日期	2025.3.3	检测日期	2025.3.10~3.12
检测项目	$\gamma$ 辐射空气吸收剂量率、放射性表面污染、废水中总 $\alpha$ 和总 $\beta$ 放射性		
环境条件	3.10 天气：晴 温度：18℃ 湿度：38%		
	3.11 天气：晴 温度：18℃ 湿度：50%		
	3.12 天气：晴 温度：18℃ 湿度：23%		
检测方法 及依据	1. HJ 61-2021 辐射环境监测技术规范 2. HJ 1157-2021 环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范 3. GB/T 14056.1-2008 表面污染测定 第1部分： $\beta$ 发射体（ $E_{\beta\text{max}} > 0.15\text{MeV}$ ） 和 $\alpha$ 发射体 4. HJ 898-2017 水质 总 $\alpha$ 放射性的测定 厚源法 5. HJ 899-2017 水质 总 $\beta$ 放射性的测定 厚源法		
检测布点	依据相关标准对山东第一医科大学附属肿瘤医院（山东省肿瘤防治研究院、山东省肿瘤医院）核医学工作场所改扩建项目（二期）、核医学工作场所使用核素 $^{177}\text{Lu}$ 、 $^{225}\text{Ac}$ 、 $^{227}\text{Th}$ 项目（二期）、核医学工作场所及医用电子加速器应用项目（三期）工作场所及周围进行布点检测。		
检测结论	本报告仅提供检测数据，结果不予评价。		
备注	/		

编制：梁姗姗

校核：安晓楠

日期：2025.3.19

日期：2025.3.19

第1页共7页



报告编号：鲁环辐检（2025）WT-0304号

## 检测报告

主要检测 仪器设备	名称：环境监测 X- $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率仪 型号：FH40G+FHZ672E-10 编号：031576+11309 检定单位：中国计量科学研究院 检定证书编号：DLj12024-02567 有效期至：2025 年 03 月 14 日
	环境 $\gamma$ 剂量率测量系统主机（FH40G） 量程范围：10nSv/h~1Sv/h 能量响应：33KeV~3MeV，变化的限值为 $\pm 15\%$ 剂量率指示的固有误差：不大于 5.0% 天然本底扣除（NBR）探测器（FHZ672E-10）： 量程范围：1nSv/h~100 $\mu\text{Sv/h}$ 能量响应：8keV~4.4MeV 相对响应之差 $<15\%$ （相对于 $^{137}\text{Cs}$ 参考 $\gamma$ 辐射源） 使用环境温度：（-30~+55 $^{\circ}\text{C}$ ）温度依赖性 $<20\%$
	名称： $\alpha$ 、 $\beta$ 表面污染测量仪 型号：CoMo170 出厂编号：4270 检定单位：中国计量科学研究院 检定证书编号：DLhd2024-04848 有效期至：2025 年 07 月 31 日 探测器类型：ZnS 涂层、薄膜塑料闪烁体探测器 探测器尺寸：170 $\text{cm}^2$ ；报警方式：声光报警
	名称：低本底 $\alpha$ $\beta$ 测量仪 型号：WIN-8A 出厂编号：180701 有效期至：2026 年 06 月 26 日 检定单位：山东省计量科学研究院 检定证书编号：Y15-20240168 生产厂家：山东海强环保科技有限公司 $\alpha$ / $\beta$ 交叉性能：3%的 $\alpha$ 进入 $\beta$ 道，0.5%的 $\beta$ 进入 $\alpha$ 道 效率稳定性：仪器连续通电 8 小时，探测器效率变化小于 10%

报告编号：鲁环辐检（2025）WT-0304 号

## 检测 报 告

表 1 济充路院区核医学诊断场所及敏感目标环境 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率检测结果

序号	点位描述	检测状态	监测结果 (nSv/h)	
			平均值	标准差
a1	SPECT 检查二室机房内	非工作状态	71.6	0.6
a2	SPECT 检查二室控制室内		81.4	0.5
a3	SPECT 检查二室西侧防护门外 30cm 处		233	1.8
a4	SPECT 检查二室东侧防护门外 30cm 处		69.6	0.6
a5	SPECT 检查二室室顶上方距地 100cm 处		58.6	0.9
a6	SPECT 检查二室西墙外 30cm 处		104	0.9
a7	SPECT 检查二室南墙外 30cm 处		105	1.3
a8	SPECT 检查二室北墙外 30cm 处		76.2	1.2
A1	SPECT 检查二室西侧防护门上 门缝	工作电压 120kV, 工作 电流 190mA; 药物为 $^{177}\text{Lu}$ 时; 药物剂量: 200mCi	376	4.3
A2	SPECT 检查二室西侧防护门左 门缝		141	3.7
A3	SPECT 检查二室西侧防护门下 门缝		382	4.6
A4	SPECT 检查二室西侧防护门右 门缝		247	3.1
A5	SPECT 检查二室西侧防护门中 间位置		257	2.2
A6	SPECT 检查二室东侧防护门上 门缝		89.1	1.0
A7	SPECT 检查二室东侧防护门左 门缝		71.5	0.5
A8	SPECT 检查二室东侧防护门下 门缝		86.7	0.9
A9	SPECT 检查二室东侧防护门右 门缝		81.3	0.5
A10	SPECT 检查二室东侧防护门中 间位置		70.3	0.9

报告编号：鲁环辐检（2025）WT-0304号

序号	点位描述	检测状态	监测结果（nSv/h）	
			平均值	标准差
A11	SPECT 检查二室西墙外 30cm 处	工作电压 120kV，工作电流 120mA；注射药物为 $^{131}\text{I}$ ；注射药物剂量：150mCi（已注射三天）	109	4.2
A12	SPECT 检查二室南墙外 30cm 处		116	2.0
A13	SPECT 检查二室北墙外 30cm 处		125	1.4
A14	SPECT 检查二室操作位		80.5	0.9
A15	SPECT 检查二室观察窗外 30cm 处		86.7	0.5
A16	SPECT 检查二室东墙外 30cm 处		104	1.4
A17	SPECT 检查二室室顶上方距地 100cm 处		66.4	0.7
A18	SPECT 检查二室西侧防护门上 门缝		364	2.3
A19	SPECT 检查二室西侧防护门左 门缝		128	2.0
A20	SPECT 检查二室西侧防护门下 门缝		293	3.0
A21	SPECT 检查二室西侧防护门右 门缝		140	2.6
A22	SPECT 检查二室西侧防护门中 间位置		237	2.1
A23	SPECT 检查二室东侧防护门上 门缝		81.1	0.8
A24	SPECT 检查二室东侧防护门左 门缝		76.0	0.5
A25	SPECT 检查二室东侧防护门下 门缝		81.6	2.3
A26	SPECT 检查二室东侧防护门右 门缝		79.5	0.7
A27	SPECT 检查二室东侧防护门中 间位置		69.7	0.6
A28	SPECT 检查二室西墙外 30cm 处		116	1.8
A29	SPECT 检查二室南墙外 30cm 处		106	1.1
A30	SPECT 检查二室北墙外 30cm 处		86.9	0.8
A31	SPECT 检查二室操作位		88.4	0.8

第 4 页 共 17 页

报告编号：鲁环辐检（2025）WT-0304号

序号	点位描述	检测状态	监测结果 (nSv/h)	
			平均值	标准差
A32	SPECT 检查二室观察窗外 30cm 处	/	85.4	0.6
A33	SPECT 检查二室东墙外 30cm 处		105	1.2
A34	SPECT 检查二室室顶上方距地 100cm 处		58.4	0.6
A35	南侧 5m PET-CT 中心		101	0.4
A36	西侧 20m 放疗楼		122	2.2
A37	东侧 15m 辅助用房		101	0.9
A38	南侧 40m 陪护用房		63.7	1.3
A39	$^{131}\text{I}$ 衰变池上方		109	2.9

注：检测结果已扣除宇宙射线响应值。

表 2 济兖路院区甲癌及  $^{177}\text{Lu}$  治疗工作场所环境  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率检测结果

序号	点位描述	检测状态	监测结果 (nSv/h)	
			平均值	标准差
B1	卫生通过间	/	88.2	0.6
B2	储源室防护门外表面 30cm 处		66.1	0.8
B3	储源室东侧墙外 30cm 处		78.2	0.4
B4	储源室室顶上方距地 100cm 处		355	2.6
B5	衰变箱表面 30cm 处		125	2.0
B6	被服间南墙外 30cm 处		99.1	0.5
B7	工作人员手部（手提铅罐时）（ $\mu\text{Sv/h}$ ）	$^{131}\text{I}$ 转移至分装仪过程中（药物剂量 900mCi）	6.20	0.05
B41	分装仪表面 30cm 处（ $\mu\text{Sv/h}$ ）	$^{131}\text{I}$ 装入分装仪后（药物剂量 900mCi）	8.94	0.07
B8	分装室防护门外表面 30cm 处	病人服 $^{131}\text{I}$ 过程，服 $^{131}\text{I}$ 剂量 200mCi	377	2.2

报告编号：鲁环辐检（2025）WT-0304号

序号	点位描述	检测状态	监测结果 (nSv/h)	
			平均值	标准差
B9	分装室东墙外 30cm 处		69.8	0.5
B10	分装室西墙外 30cm 处		86.9	0.5
B11	分装室室顶上方距地 100cm 处		386	4.8
B12	分装室北侧防护门外 30cm 处 ( $\mu\text{Sv/h}$ )		2.20	0.06
B13	病房 1 东墙外 30cm 处	病人 2 人, $^{131}\text{I}$ 剂量 350mCi	122	1.6
B14	病房 1 北墙外 30cm 处		83.6	0.3
B15	病房 1 防护门外表面 30cm 处 ( $\mu\text{Sv/h}$ )		1.65	0.02
B16	病房 1 室顶上方距地 100cm 处		771	4.4
B17	病房 2 北墙外 30cm 处	病人 2 人, $^{131}\text{I}$ 剂量 220mCi	94.9	0.6
B18	病房 2 防护门外表面 30cm 处		712	3.2
B19	病房 2 室顶上方距地 100cm 处		250	3.1
B20	病房 3 北墙外 30cm 处	病人 2 人, $^{131}\text{I}$ 剂量 250mCi	94.3	0.7
B21	病房 3 防护门外表面 30cm 处		824	4.4
B22	病房 3 室顶上方距地 100cm 处		90.1	0.5
B23	病房 8 防护门外表面 30cm 处	病人 2 人, $^{131}\text{I}$ 剂量 350mCi	795	4.5
B24	病房 8 南墙外 30cm 处		105	1.3
B25	病房 8 东墙外 30cm 处		114	2.0
B26	病房 8 室顶上方距地 100cm 处		69.4	0.2
B27	甲癌病房区域入口防护门外表面 30cm 处		/	115

报告编号：鲁环辐检（2025）WT-0304号

序号	点位描述	检测状态	监测结果（nSv/h）	
			平均值	标准差
B28	病房区域出口防护门外表面 30cm 处		75.5	0.6
B29	病房 5 北墙外 30cm 处	$^{177}\text{Lu}$ 剂量 200mCi	98.8	0.6
B30	病房 5 防护门表面 30cm 处		516	4.0
B31	$^{177}\text{Lu}$ 病房区域入口防护门外表面 30cm 处		/	58.3
B32	病房 6 西墙外 30cm 处	$^{177}\text{Lu}$ 剂量 200mCi	73.5	0.6
B33	病房 6 南墙外 30cm 处		94.6	0.7
B34	病房 6 防护门表面 30cm 处		681	5.6
B35	病房 7 南墙外 30cm 处	$^{177}\text{Lu}$ 剂量 200mCi	90.6	0.7
B36	病房 7 防护门表面 30cm 处		992	6.9
B37	抢救室防护门表面 30cm 处	$^{177}\text{Lu}$ 剂量 200mCi	417	4.6
B38	抢救室西墙外 30cm 处		75.4	1.5
B39	抢救室北墙外 30cm 处		78.9	1.5
B40	抢救室室顶上方距地 100cm 处		67.5	0.6

注：检测结果已扣除宇宙射线响应值。

表 3 济兖路院区核医学工作场所  $\beta$  表面污染水平检测结果

点位编号	点位描述	$\beta$ 表面污染（Bq/cm <sup>2</sup> ）
A1	卫生通过间地面	1.33
A2	卫生通过间墙面	0.14
B1	储源间地面	8.61
B2	储源间墙面	1.01
B3	衰变箱表面	0.47

第 7 页 共 17 页

报告编号：鲁环辐检（2025）WT-0304 号

点位编号	点位描述	$\beta$ 表面污染 ( $\text{Bq}/\text{cm}^2$ )
C1	分装室地面	14.0
C2	分装室墙面	14.8
C3	分装仪表面	25.1
D1	被服间地面	0.23
D2	被服间墙面	0.11
E1	病房 1 地面	4.49
E2	病房 1 墙面	0.34
E3	病房 1 卫生间地面	2.38
E4	病房 1 卫生间墙面	0.58
F1	病房 2 地面	1.92
F2	病房 2 墙面	0.34
G1	病房 3 地面	1.67
G2	病房 3 墙面	0.28
H1	病房 8 地面	3.60
H2	病房 8 墙面	0.73
I1	甲癌治疗区走廊地面	2.50
I2	甲癌治疗区走廊墙面	1.02
J1	病房 5 地面	1.61
J2	病房 5 墙面	0.19
K1	病房 6 地面	0.21
K2	病房 6 墙面	0.12
L1	病房 7 地面	1.22
L2	病房 7 墙面	0.12

第 8 页 共 17 页

报告编号：鲁环辐检（2025）WT-0304 号

点位编号	点位描述	$\beta$ 表面污染 (Bq/cm <sup>2</sup> )
M1	抢救室地面	0.21
M2	抢救室墙面	0.11
N1	$^{177}\text{Lu}$ 治疗区走廊地面	1.50
N2	$^{177}\text{Lu}$ 治疗走廊墙面	0.09
O1	SPECT2 机房地面	0.63
O2	SPECT2 机房墙面	0.11
P1	SPECT2 机房控制区地面	0.09
P2	SPECT2 机房控制区墙面	0.08

注：以上点位  $\alpha$  表面污染检测结果为未检出。表 4 烟台路院区核医学工作场所 PET-MR 环境  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率检测结果

序号	点位描述	检测状态	监测结果 (nSv/h)	
			平均值	标准差
c1	PET-MR 机房控制区	非工作状态	108	2.1
c2	PET-MR 机房西墙外 30cm 处		82.9	0.6
c3	PET-MR 机房南侧防护门外 30cm 处		75.8	0.5
c4	PET-MR 机房北侧防护门外 30cm 处		147	5.2
c5	PET-MR 机房东墙外 30cm 处		115	2.2
c6	PET-MR 机房室顶上方距地 100cm 处		104	0.6
c7	PET-MR 机房地板下方距地面 170 cm 处		111	1.4
C1	PET-MR 机房南侧防护门上 门缝	药物 $^{18}\text{F}$ 的剂量： 12mCi	108	1.7
C2	PET-MR 机房南侧防护门左 门缝		94.2	0.8
C3	PET-MR 机房南侧防护门下 门缝		116	2.9

报告编号：鲁环辐检（2025）WT-0304号

序号	点位描述	检测状态	监测结果 (nSv/h)	
			平均值	标准差
C4	PET-MR 机房南侧防护门右门缝	/	87.3	0.5
C5	PET-MR 机房南侧防护门中间位置		90.7	0.4
C6	PET-MR 机房北侧防护门上门缝		416	5.0
C7	PET-MR 机房北侧防护门左门缝		492	3.2
C8	PET-MR 机房北侧防护门下门缝		383	4.0
C9	PET-MR 机房北侧防护门右门缝		314	3.3
C10	PET-MR 机房北侧防护门中间位置		333	4.9
C11	PET-MR 机房西墙外 30cm 处 (抢救室)		93.1	1.0
C12	PET-MR 机房北墙外 30cm 处		206	3.0
C13	PET-MR 机房东墙外 30cm 处		144	2.7
C14	PET-MR 机房操作位		101	0.6
C15	PET-MR 机房观察窗外 30cm 处		119	2.2
C16	PET-MR 机房室顶上方距地 100cm 处		109	1.6
C17	PET-MR 机房地板下方距地面 170 cm 处		118	1.9
C18	医疗综合楼东侧 10m 质子中心		70.6	0.5
C19	医疗综合楼南侧 16m 医疗健康技术推广中心		41.2	0.6

表 5 烟台路院区核医学工作场所 PET-MR 诊断区  $\beta$  表面污染水平检测结果

点位编号	点位描述	$\beta$ 表面污染检测结果 (Bq/cm <sup>2</sup> )
a1	PET-MR 操作区地面	0.29
a2	PET-MR 操作区墙面	0.10

注：以上点位  $\alpha$  表面污染检测结果为未检出。

报告编号：鲁环辐检（2025）WT-0304号

表6 烟台路院区医用电子加速器5 环境 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率检测结果

序号	点位描述	检测状态	监测结果 (nSv/h)	
			平均值	标准差
d1	直线加速器5 控制室	非工作状态	89.7	0.4
d2	直线加速器5 机房东墙外30cm处		90.8	0.6
d3	直线加速器5 机房室顶上方距地100cm处		108	1.5
d4	直线加速器5 机房防护门外30cm处		68.2	0.6
d5	直线加速器5 机房内		89.6	1.0
D1	西墙外北段	主射束朝西， 无模体6MV，输出 剂量率为 1400cGy/min	123	1.4
D2	西墙外主屏蔽位置		115	1.2
D3	西墙外南段		112	1.8
D4	东墙外南段	主射束朝东， 无模体6MV，输出 剂量率为 1400cGy/min	114	1.5
D5	东墙外主屏蔽位置		101	0.9
D6	东墙外北段		125	1.3
D7	室顶主屏蔽位置	主射束朝上， 无模体6MV，输出 剂量率为 1400cGy/min	105	0.7
D8	室顶南侧次屏蔽位置		108	1.6
D9	室顶北侧次屏蔽位置		97.5	0.8
D10	防护门中间位置	主射束朝东， 等中心放置模体 6MV，输出剂量率 1400cGy/min	71.9	0.7
D11	防护门上门缝		111	1.8
D12	防护门下门缝		115	2.0
D13	防护门左侧门缝		139	1.9
D14	防护门右侧门缝		106	1.1

第11页共17页

报告编号：鲁环辐检（2025）WT-0304号

序号	点位描述	检测状态	监测结果（nSv/h）	
			平均值	标准差
D15	控制室操作位	主射束朝西， 等中心放置模体 GMV，输出剂量率 为 1400cGy/min	100	0.6
D16	西墙外北段		102	0.6
D17	西墙外主屏蔽位置		118	1.4
D18	西墙外南段		107	1.3
D19	东墙外南段	主射束朝东， 等中心放置模体 GMV，输出剂量率 为 1400cGy/min	118	1.9
D20	东墙外主屏蔽位置		97.4	0.7
D21	东墙外北段		114	1.3
D22	室顶主屏蔽位置	主射束朝上， 等中心放置模体 GMV，输出剂量率 为 1400cGy/min	101	0.7
D23	室顶南侧次屏蔽位置		109	1.3
D24	室顶北侧次屏蔽位置		103	0.6

表 7 济兖路院区甲癌治疗场所废水总放射性检测结果

点位编号	点位描述	监测频次	总 $\alpha$ 放射性 (Bq/L)	总 $\beta$ 放射性 (Bq/L)
1	$^{131}\text{I}$ 衰变池 总排口	第一次	0.04	0.18
		第二次	0.05	0.22
		第三次	0.04	0.23

本页以下空白。



报告编号：鲁环辐检（2025）WT-0304号



附图 2 济南路院区核医学科工作场所环境  $\gamma$  辐射检测布点图

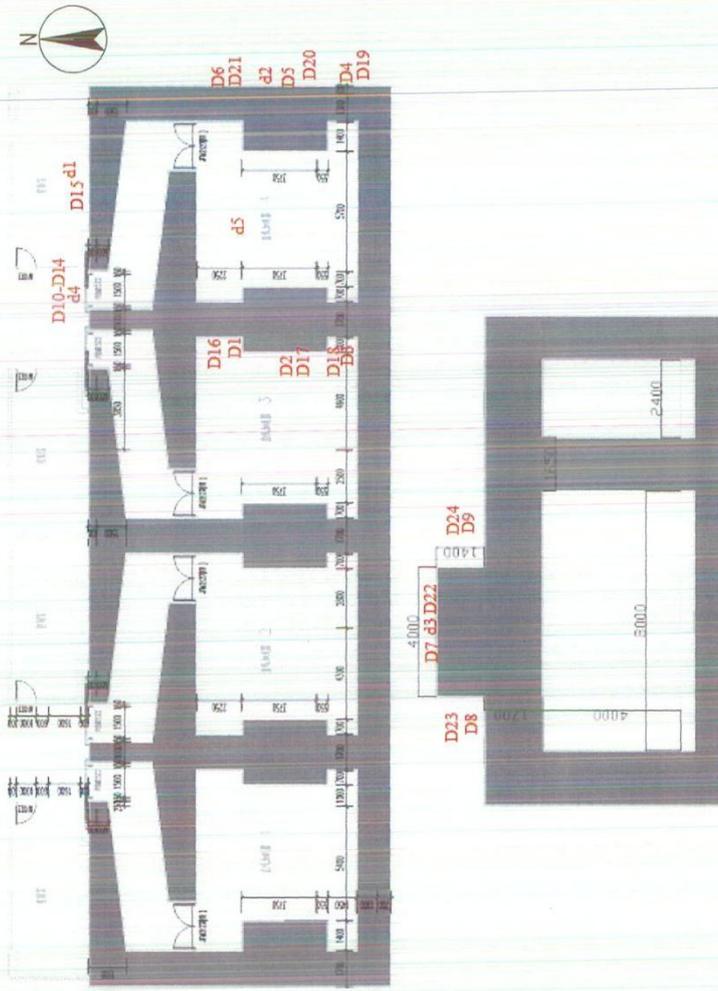


报告编号：鲁环辐检（2025）WT-0304号



附图 4 烟台路院区核医学工作场所 PET-MR 环境  $\gamma$  辐射检测布点图

报告编号：鲁环辐检（2025）WT-0304号



附图5 烟台路院区医用电子加速器机房环境 $\gamma$ 辐射检测布点图

\*\*\*\*\*报告结束\*\*\*\*\*

第 17 页 共 17 页

报告编号：鲁环辐检（2025）第 S0301 号



# 检测报告

鲁环辐检（2025）第 S0301 号

委托单位：山东第一医科大学附属肿瘤医院（山东省肿瘤防治研究院、山东省肿瘤医院）

受检单位：山东第一医科大学附属肿瘤医院（山东省肿瘤防治研究院、山东省肿瘤医院）

项目名称：核医学工作场所改扩建项目（二期）、核医学工作场所使用核素  $^{177}\text{Lu}$ 、 $^{225}\text{Ac}$ 、 $^{227}\text{Th}$  项目（二期）、核医学工作场所及医用电子加速器应用项目（三期）

报告日期：2025 年 03 月 19 日

山东鲁环检测科技有限公司

（检测专用章）



报告编号：鲁环辐检（2025）第 S0301 号

## 说 明

1. 报告无本单位检测专用章、骑缝章及 **MA** 章无效。
2. 报告内容需填写齐全，无本单位授权签字人的签字无效。
3. 部分复制报告未重新加盖本单位检测专用章不得作为对外发布的依据。
4. 报告涂改或以其它任何形式篡改的均属无效。
5. 自送样品的委托检测，委托单位对来样的代表性和资料的真实性负责，检测结果仅对来样负责。
6. 对不可复现、复检和不可重复性试验的项目（参数），结果仅对采样（或检测）时所代表的时间和空间负责。
7. 未经本单位同意，不得复制本报告（全部复印除外）。
8. 对检测报告（结果）如有异议，请于收到报告之日起一个月内以书面形式向本公司提出，逾期视为自动放弃申诉的权利。
9. 本单位保证检测的客观公正性，对委托单位的商业信息、技术文件、检测报告等商业秘密履行保密义务。

名 称：山东鲁环检测科技有限公司

地 址：济南市天辰路 2177 号联合财富广场 1 号楼 17 层

电 话：0531 -88886181 传 真：0531 -88886181

E-mail: lh88886181@126.com

邮编：250000

报告编号：鲁环辐检（2025）第 S0301 号

## 检测 报 告

委托单位	山东第一医科大学附属肿瘤医院（山东省肿瘤防治研究院、山东省肿瘤医院）		
受检单位	山东第一医科大学附属肿瘤医院（山东省肿瘤防治研究院、山东省肿瘤医院）		
检测地点	山东省济南市槐荫区济兗路 440 号。		
联系人	刘娟娟	联系方式	13505409537
委托日期	2025 年 3 月 3 日	检测日期	2025 年 3 月 12 日
检测项目	土壤中总 $\alpha$ 、总 $\beta$ 放射性		
环境条件	天气：晴 温度：18℃ 湿度：23%		
检测方法及依据	HJ 61-2021 辐射环境监测技术规范		
主要设备仪器 以及型号/规格	低本底 $\alpha$ $\beta$ 测量仪 WIN-8A		
出厂编号	180701		
检测结论	本报告仅提供检测数据，结果不予评价。		
备注	/		

编制：梁姍姍

校核：安松

日期：2025.3.19

日期：2025.3.19

批准：王学军  
日期：2025.3.19

第 1 页 共 2 页

报告编号：鲁环辐检（2025）第 S0301 号

## 检测报告

表 1 济兖路院区甲癌治疗场所土壤土壤放射性检测结果

序号	监测点位	总 $\alpha$ 放射性 (Bq/kg)	总 $\beta$ 放射性 (Bq/kg)
1#	核医学工作场所附近 绿化带（表层样）	195	308

本页以下空白。

\*\*\*\*\*报告结束\*\*\*\*\*



报告编号：鲁环辐检（2023）WT-0307 号



编号：SDLH/JC-01



YS-23005-02

# 检测报告

鲁环辐检（2023）WT-0307 号

委托单位：山东博瑞达环保科技有限公司

受检单位：山东第一医科大学附属肿瘤医院（山东省肿瘤防治研究院、山东省肿瘤医院）

项目名称：核医学工作场所改扩建项目

报告日期：2023 年 03 月 23 日

山东鲁环检测科技有限公司

（检测专用章）



报告编号：鲁环辐检（2023）WT-0307号

## 检测 报 告

委托单位	山东博瑞达环保科技有限公司		
受检单位	山东第一医科大学附属肿瘤医院（山东省肿瘤防治研究院、山东省肿瘤医院）		
检测地点	山东省济南市槐荫区济兗路 440 号		
联系人	刘娟娟	联系方式	13505409537
委托日期	2023. 3. 10	检测日期	2023. 3. 15-3. 16
检测项目	$\gamma$ 辐射空气吸收剂量率、放射性表面污染、废水中总 $\alpha$ 、总 $\beta$ 放射性		
环境条件	2023. 3. 15 天气：多云 温度：4℃~12℃ 湿度：18%~35% 2023. 3. 16 天气：多云 温度：8℃~20℃ 湿度：26%~45%		
检测方法 及依据	1. HJ 61-2021 辐射环境监测技术规范 2. HJ 1157-2021 环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范 3. GB/T14056. 1-2008 表面污染测定 第 1 部分： $\beta$ 发射体（ $E_{\beta\text{max}} > 0.15\text{MeV}$ ） 和 $\alpha$ 发射体 4. GB/T 5750. 13-2006 生活饮用水标准检验方法 放射性指标 5. HJ 898-2017 水质 总 $\alpha$ 放射性的测定 厚源法 6. HJ 899-2017 水质 总 $\beta$ 放射性的测定 厚源法		
检测布点	依据相关标准对山东第一医科大学附属肿瘤医院（山东省肿瘤防治研究院、山东省肿瘤医院）核医学工作场所改扩建项目进行布点检测。		
检测结论	本报告仅提供检测数据，结果不予评价。		
备注	/		

编制：梁娟娟  
日期：2023. 3. 23校核：靳牛牛  
日期：2023. 3. 23批准：王宏伟  
日期：2023. 3. 23

报告编号：鲁环辐检（2023）WT-0307号

## 检测报告

主要检测 仪器设备	<p>名称：环境监测 X-<math>\gamma</math> 辐射空气吸收剂量率仪          型号：FH40G+FHZ672E-10 编号：031576+11309          检定单位：中国计量科学研究院          检定证书编号：DLj12022-03140 有效期至：2023年3月31日          环境 <math>\gamma</math> 剂量率测量系统主机（FH40G）          量程范围：10nSv/h~1Sv/h          能量响应：33KeV~3MeV，变化的限值为<math>\pm 15\%</math>          剂量率指示的固有误差：不大于 5.0%          天然本底扣除（NBR）探测器（FHZ672E-10）：          量程范围：1nSv/h~100 <math>\mu\text{Sv/h}</math>          能量响应：8keV~4.4MeV 相对响应之差<math>&lt;15\%</math>（相对于 <math>^{137}\text{Cs}</math> 参考 <math>\gamma</math> 辐射源）          使用环境温度：（-30~+55<math>^{\circ}\text{C}</math>）温度依赖性<math>&lt;20\%</math></p>
	<p>名称：<math>\alpha</math>、<math>\beta</math> 表面污染测量仪          型号：CoMo170 出厂编号：4270          检定单位：中国计量科学研究院          检定证书编号：DLhd2022-02852 有效期至：2023年8月18日          探测器类型：ZnS 涂层、薄膜塑料闪烁体探测器          探测器尺寸：170<math>\text{cm}^2</math>；报警方式：声光报警          表面活度响应（Ra）：<math>Ra(\alpha)=41.62(\text{s}^{-1}\cdot\text{Bq}^{-1}\cdot\text{cm}^2)</math>（对 Am-241）  <math>Ra(\beta)=59.02(\text{s}^{-1}\cdot\text{Bq}^{-1}\cdot\text{cm}^2)</math>（对 Tl-204）          单位：cps、Bq 或 <math>\text{Bq}/\text{cm}^2</math>，当外接剂量率探头时显示 nSv/h、<math>\mu\text{Sv/h}</math> 或 mSv/h</p>
	<p>名称：低本底 <math>\alpha</math> <math>\beta</math> 测量仪 型号：WIN-8A          出厂编号：180701 有效期至：2024年06月28日          检定单位：山东省计量科学研究院          检定证书编号：Y15-20220163          生产厂家：山东海强环保科技有限公司  <math>\alpha</math> / <math>\beta</math> 交叉性能：3%的 <math>\alpha</math> 进入 <math>\beta</math> 道，0.5%的 <math>\beta</math> 进入 <math>\alpha</math> 道          效率稳定性：仪器连续通电 8 小时，探测器效率变化小于 10%</p>

报告编号：鲁环辐检（2023）WT-0307号

序号	点位描述	检测状态	监测结果 (nSv/h)	
			平均值	标准差
A38	乳腺伽马相机机房北侧墙外 30cm 处	/	137	3.9
A39	乳腺伽马相机机房北侧防护门上门缝		131	5.0
A40	乳腺伽马相机机房北侧防护门左门缝		140	3.6
A41	乳腺伽马相机机房北侧防护门下门缝		150	3.0
A42	乳腺伽马相机机房北侧防护门右门缝		129	2.9
A43	乳腺伽马相机机房北侧防护门中间位置		103	4.1
A44	乳腺伽马相机机房东侧墙外 30cm 处		144	4.5
A45	乳腺伽马相机机房室顶上方距地面 100cm 处		87.3	0.7
A46	乳腺伽马相机机房内距受检者 0.5m 的铅屏风后		330	5.2
A47	乳腺伽马相机机房内距受检者 1m 处 ( $\mu\text{Sv/h}$ )		5.27	0.2
A48	南侧 5m PET-CT 中心		91.1	0.6
A49	西侧 20m 放疗楼		93.4	1.4
A50	东侧 15m 辅助用房		74.6	0.5
A51	南侧 40m 陪护用房		75.4	0.8

注：检测结果已扣除宇宙射线响应值。

表 2 乳腺伽马相机  $\beta$  表面污染水平检测结果

点位编号	点位描述	$\beta$ 表面污染检测结果 ( $\text{Bq}/\text{cm}^2$ )
B1	分装注射室地面	0.24
B2	分装注射室墙面	0.07
B3	手套箱表面	0.04
B4	注射窗台面	0.52

## 建设项目工程竣工环境保护“三同时”验收登记表

填表单位（盖章）：山东博瑞达环保科技有限公司

填表人（签字）：

项目经办人（签字）：

建设单位	项目名称	核医学工作场所改扩建项目（二期）、核医学工作场所使用核素 <sup>177</sup> Lu、 <sup>225</sup> Ac、 <sup>227</sup> Th 项目（二期）				项目代码		建设地点	山东省济南市槐荫区济南路 440 号医院东南部核医学科				
	行业类别	综合医院				建设性质	<input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改扩建 <input type="checkbox"/> 技术改造						
	设计生产能力	1 台 SPECT、甲癌及 <sup>177</sup> Lu 治疗工作场所				实际生产能力	1 台 SPECT、甲癌及 <sup>177</sup> Lu 治疗工作场所		环评单位	山东博瑞达环保科技有限公司			
	环评文件审批机关					审批文号			环评文件类型	环境影响报告表			
	开工日期					竣工日期			排污许可证申领时				
	环保设施设计单位					环保设施施工单位			本工程排污许可证				
	验收单位	山东博瑞达环保科技有限公司				环保设施监测单位	山东鲁环检测科技有限公司		验收监测时工况	稳定			
	投资总概算（万元）	2000				环保投资总概算（万元）	200		所占比例（%）	10			
	实际总投资	2000				实际环保投资（万元）	200		所占比例（%）	10			
	废水治理（万元）	废气治理（万元）	噪声治理（万元）			固体废物治理（万元）			绿化及生态（万元）	其他（万元）			
新增废水处理设施能力					新增废气处理设施能力			年平均工作时间					
运营单位		山东第一医科大学附属肿瘤医院 （山东省肿瘤防治研究院、山东省肿瘤医院）				运营单位社会统一信用代码				验收时间			
污染物排放达标与总量控制（工业建设项目详填）	污染物	原有排放量（1）	本期工程实际排浓度（2）	本期工程允许排浓度（3）	本期工程产生量（4）	本期工程自身削减量（5）	本期工程实际排放量（6）	本期工程核定排放量（7）	本期工程“以新代老”削减量（8）	全厂实际排放总量（9）	全厂核定排放总量（10）	区域平衡替代削减量（11）	排放增减量（12）
	废水												
	化学与氧量												
	氨氮												
	石油类												
	废气												
	二氧化硫												
	烟尘												
	工业粉尘												
	氮氧化物												
	工业固体废物												
	与项目有关的其他特征污染物												

注：1、排放增减量：（+）表示增加，（-）表示减少 2、(12)=(6)-(8)-(11)，(9)=(4)-(5)-(8)-(11)+(1) 3、计量单位：废水排放量——万吨/年；废气排放量——万标立方米/年；工业固体废物排放量——万吨/年；水污染物排放浓度——毫克/升；大气污染物排放浓度——毫克/立方米；水污染物排放量——吨/年；大气污染物排放量——吨/年

