

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)
核医学工作场所及医用电子加速器应用项目(三期)
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	5
表 3 辐射安全与防护设施/措施	20
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	29
表 5 验收监测质量保证及质量控制	34
表 6 验收监测内容	36
表 7 验收监测	40
表 8 验收监测结论	47
附件 1: 委托书	50
附件 2: 环评批复	51
附件 3: 辐射安全与防护考核情况	55
附件 4: 辐射安全许可证	57
附件 5: 辐射工作安全责任书	65
附件 6: 放射防护管理领导小组	67
附件 7: 应急预案	69
附件 8: 应急演练	77
附件 9: 一人一档示例	83
附件 10: 部分相关规章制度	84
附件 11: 年度评估报告	102
附件 12: 项目一期、二期验收意见	115
附件 13: 监测报告	127

表 1 项目基本情况

建设项目名称	核医学工作场所及医用电子加速器应用项目（三期）				
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 checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建				
建设地点	山东省济南市槐荫区烟台路 2999 号医疗综合楼地下 1 层				
源 项	放射源		/		
	非密封放射性物质		/		
	射线装置		1 台医用电子加速器		
建设项目环评批复时间	2019 年 6 月 27 日	开工建设时间	2019 年 7 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）	1000	辐射安全与防护设施投资总概算（万元）	100	比例	10%
实际总概算（万元）	1000	辐射安全与防护设施实际总概算（万元）	100	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、《关于发布<放射性废物分类>的公告》环境保护部公告第65号，2017年；</p> <p>9、《山东省环境保护条例》（2017年修订），2018年1月1日施行；</p> <p>10、《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>11、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>二、建设项目竣工环境保护验收技术规范</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>三、建设项目环境影响报告表及其审批部门审批决定</p> <p>（1）《山东省肿瘤防治研究院核医学工作场所及医用电子加速器应用项目环境影响报告表》，2019年6月；</p> <p>（2）济南市生态环境局关于《山东省肿瘤防治研究院核医学工作场所及医用电子加速器应用项目环境影响报告表》审批意见（济环辐表审[2019]31号），2019年6月27日。</p> <p>四、其他相关文件</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）核医学工作场所及医用电子加速器应用项目（三</p>
--	---

	<p>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>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:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021); 2、《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021); 3、《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021); 4、《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021); 5、《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020); 6、《放射治疗放射防护要求》(GBZ 121-2020); 7、《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020); 8、《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019); 9、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002); 10、《表面污染测定 第一部分: β 发射体 ($E_{\beta \max} > 0.15\text{Mev}$) 和 α 发射体》(GB/T14056.1-2008)。 <p>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:</p> <table border="1" data-bbox="459 1361 1401 1733"> <thead> <tr> <th>序号</th> <th></th> <th>环评标准</th> <th>验收标准</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>距 PET-MR 机房防护门、观察窗和墙壁外表面 30cm 处周围剂量当量率</td> <td>2.5$\mu\text{Sv/h}$</td> <td>2.5$\mu\text{Sv/h}$</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>医用电子加速器机房屏蔽剂量率目标控制值</td> <td>2.5$\mu\text{Sv/h}$</td> <td>2.5$\mu\text{Sv/h}$</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>职业人员的年管理剂量约束值</td> <td>5mSv/a</td> <td>5mSv/a</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>公众人员的年管理剂量约束值</td> <td>0.25mSv/a</td> <td>0.1mSv/a</td> </tr> </tbody> </table> <p>工作场所的放射性表面污染控制水平 (Bq/cm^2)</p> <table border="1" data-bbox="459 1774 1401 2024"> <thead> <tr> <th colspan="2" rowspan="2">表面类型</th> <th colspan="2">α 放射性物质</th> <th rowspan="2">β 放射性物质</th> </tr> <tr> <th>极毒性</th> <th>其他</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">工作台、设备、墙壁、地面</td> <td>控制区¹⁾</td> <td>4</td> <td>4×10</td> <td>4×10</td> </tr> <tr> <td>监督区</td> <td>4×10^{-1}</td> <td>4</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>	序号		环评标准	验收标准	1	距 PET-MR 机房防护门、观察窗和墙壁外表面 30cm 处周围剂量当量率	2.5 $\mu\text{Sv/h}$	2.5 $\mu\text{Sv/h}$	2	医用电子加速器机房屏蔽剂量率目标控制值	2.5 $\mu\text{Sv/h}$	2.5 $\mu\text{Sv/h}$	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	0.25mSv/a	0.1mSv/a	表面类型		α 放射性物质		β 放射性物质	极毒性	其他	工作台、设备、墙壁、地面	控制区 ¹⁾	4	4×10	4×10	监督区	4×10^{-1}	4	4
序号		环评标准	验收标准																																		
1	距 PET-MR 机房防护门、观察窗和墙壁外表面 30cm 处周围剂量当量率	2.5 $\mu\text{Sv/h}$	2.5 $\mu\text{Sv/h}$																																		
2	医用电子加速器机房屏蔽剂量率目标控制值	2.5 $\mu\text{Sv/h}$	2.5 $\mu\text{Sv/h}$																																		
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	0.25mSv/a	0.1mSv/a																																		
表面类型		α 放射性物质		β 放射性物质																																	
		极毒性	其他																																		
工作台、设备、墙壁、地面	控制区 ¹⁾	4	4×10	4×10																																	
	监督区	4×10^{-1}	4	4																																	

	工作服、手套、工作鞋	控制区	4×10^{-1}	4×10^{-1}	4																
		监督区																			
	手、皮肤、内衣、工作袜		4×10^{-2}	4×10^{-2}	4×10^{-1}																
注：1) 该区内的高污染子区除外																					
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 γ 空气吸收剂量率见下表：</p> <p style="text-align: center;">济南市环境天然γ空气吸收剂量率($\times 10^{-8}$Gy/h)</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <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。

《山东省肿瘤防治研究院核医学工作场所及医用电子加速器应用项目环境影响报告表》于 2019 年 6 月 27 日取得济南市生态环境局批复，批复文号为济环辐表审[2019]31 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）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。

本项目各场所动工时间为 2019 年 7 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

医院在山东省济南市槐荫区烟台路 2999 号医疗综合楼地下一层设置核医学工作场所一座，购置 1 台 PET-CT 设备、1 台 PET-MR 设备、1 台 SPECT-CT 设备，使用核素 ^{18}F 开展 PET-CT（MR）诊断，使用核素 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 开展 SPECT-CT 诊断，建设 4 座医用电子加速器

机房，使用 4 台医用电子加速器开展放射治疗。项目分期建设，分期验收。其中 3 台医用电子加速器已于 2021 年 7 月 27 日完成自主验收，核医学工作场所、1 台 PET-CT 设备、1 台 SPECT-CT 设备已于 2022 年 3 月 22 日完成自主验收。本次验收为项目三期验收，验收内容为使用核素 ^{18}F 开展 PET-MR 诊断和 1 台医用电子加速器。

2.1.3 项目总平面图布置、建设地点和周围环境敏感目标

本项目位于山东省济南市槐荫区烟台路 2999 号医疗综合楼地下 1 层。医院地理位置图见图 2-1；院区平面布置图见图 2-2；院区周围环境影像图见图 2-3；PET-MR 平面布置图见图 2-4，烟台路院区医用电子加速器平面布置图见图 2-5。本项目平面布局与环评阶段一致。

验收范围内共存在 3 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 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	备注
1	医疗综合楼	辐射工作人员，公众成员为流动人员	项目所在建筑	同环评
2	质子中心	公众成员，为流动人员	E，10m	同环评
3	医疗健康技术推广中心	公众成员，为流动人员	S，16m	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、控制台、观察窗	2、PET-MR 设备

	
<p>3、急停按钮</p>	<p>4、控制台急停按钮</p>
	
<p>5、小防护门、警告标识</p>	<p>6、大防护门、工作状态指示灯、警告标识</p>
	
<p>7、分区标识</p>	<p>8、制度上墙</p>

PET-MR 现场照片



1、分区标识、工作状态指示灯



2、防护门、警告标识



3、紧急开门按钮



4、控制台急停按钮



5、X/γ 射线报警仪



6、加速器设备



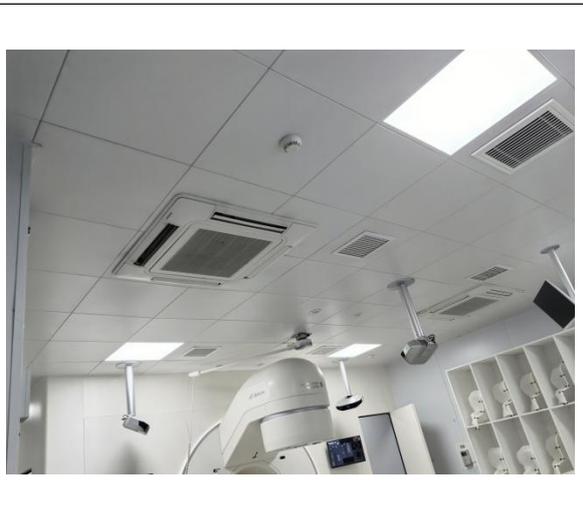
7、加速器两侧急停按钮



8、机房内墙急停按钮



9、制度上墙



10、通风系统进风口



11、通风系统排风口

医用电子加速器现场照片

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

核医学工作场所及医用电子加速器应用项目（三期）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及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
核医学工作场所及医用电子加速器应用项目（三期）	山东省肿瘤防治研究院核医学工作场所及医用电子加速器应用项目位于济南市槐荫区京台高速以西，烟台路延长线以北，项目主要建设内容为拟在技术创新与临床转化平台项目医院医疗综合楼地下一层设置核医学工作场所一座，拟购置 1 台 PET-CT 设备、1 台 PET-MR 设备、1 台 SPECT-CT 设备，开展 SPECT-CT、PET-CT（MR）诊断，使用核素 ^{99m}Tc 、 ^{18}F ，贮存 ^{99}Mo ，日等效最大操作量 $9.435 \times 10^7 \text{Bq}$ ，属乙级非密封放射性物质工作场所；同时建设 4 座医用电子加速器机房，使用 4 台医用电子加速器（属 II 类射线装置）开展放射治疗。	山东省肿瘤防治研究院核医学工作场所及医用电子加速器应用项目位于济南市槐荫区京台高速以西，烟台路延长线以北，项目主要建设内容为在技术创新与临床转化平台项目医院医疗综合楼地下一层设置核医学工作场所一座，购置 1 台 PET-CT 设备、1 台 PET-MR 设备、1 台 SPECT-CT 设备，开展 SPECT-CT、PET-CT（MR）诊断，使用核素 ^{99m}Tc 、 ^{18}F ，贮存 ^{99}Mo ，日等效最大操作量 $9.435 \times 10^7 \text{Bq}$ ，属乙级非密封放射性物质工作场所；同时建设 4 座医用电子加速器机房，使用 4 台医用电子加速器（属 II 类射线装置）开展放射治疗。本次验收内容为使用核素 ^{18}F 开展 PET-MR 诊断和 1 台医用电子加速器。其它内容已验收完成。	医用电子加速器由 10MV 变为 6MV，X 射线能量降低，防护设施不变，对环境的影响减小。

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，医用电子加速器参数见表 2-6。

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)	年操作量 (Bq)	毒性因子	操作方式	暂存方式
^{18}F	液体、低毒组、半衰期 1.83h	2.775×10^7	6.9375×10^{12}	β 射线、 γ 射线	简单的操作	场所储源间内

注：核素量不变已验收，本次仅涉及 1 台 PET-MR。病人注射药物 40min 后进入 PET-MR 进行检查，体内药物衰变约为 12mCi。

表 2-5 本次验收涉及装置一览表

名称	型号	类型	射线种类	管电压 (kV)	管电流 (mA)	备注
PET-MR	uPMR-790	/	/	/	/	/
医用电子加速器	联影 uRT-linac 506C	II 类	X 射线	80/100/120/140	10-420	CT 功能

表 2-6 医用电子加速器主要性能指标

名称	5 号医用电子加速器
型号	联影 uRT-linac 506C
射线种类	X 射线

X 射线能量	6MV
电子线 (MeV)	无
输出剂量率 (cGy/min)	600/1400 cGy/min
最大方形照射野	40cm *40cm
等中心高度	1280mm
正常治疗距离 (NTD)	100cm
X 射线泄漏率	0.1%
MLC	单层 MLC

2.3 工程设备与工艺分析

1、设备组成、基本原理和 workflow

本次验收内容为 1 台 PET-MR 和 1 台医用电子加速器。其余设备设施已验收完成。

(1) PET-MR 扫描诊断工作原理（使用 ^{18}F ）

PET(Positron Emission Tomography, 正电子发射型计算机断层显像)是目前最先进的放射性核素显像技术。PET 工作的原理是利用 ^{18}F 、 ^{11}C 、 ^{13}N 、 ^{15}O 等正电子核素标记或合成相应的显像剂, 引入机体后定位于靶器官, 这些核素在衰变过程中发射正电子, 这种正电子在组织中运行很短距离后, 即与周围物质中的负电子相互作用, 发生湮没辐射, 发射出方向相反、能量相等 (511keV) 的两个光子。PET 显像是采用一系列成对的互成 180° 排列并与符合线路相连的探测器来探测湮没辐射光子, 从而获得机体正电子核素的断层分布图及病变的位置、形态、大小、代谢和功能, 对疾病进行诊断。

MR 为利用磁共振成像技术对人体解剖结构进行显像。

PET-MR 是将 PET 和 MR 两个已经相当成熟的影像技术相融合, 实现了 PET 和 MR 图像的同机融合。使 PET 的功能影像与螺旋 MR 影像两种显像技术的优点融于一体, 形成优势互补, 一次成像即可获得 PET 图像, 又可获得相应部位的 MR 图像及 PET-MR 的融合图像, 即可准确地对病灶进行定性, 又能准确定位, PET 和 MR 结果可以互相印证, 相互补充, 使 PET-MR 的诊断效能及临床实用价值更高。核磁共振扫描数据还可用于 PET 图像的衰减校正, 大大缩短了 PET 检查时间。

(2) 医用电子加速器工作原理

医用电子加速器是将电子枪产生的电子经加速管加速后形成高能电子束的装置。电子加速器既可以产生高能电子束, 同时利用高能电子束与靶物质相互作用时的韧致辐射产生 X 射线束。因此, 作为一种体外照射的治疗设备, 医用电子加速器三维重建和利用

其特定装置产生的高能电子束或 X 射线，应用计算机立体定位系统进行图像三维剂量分步重建，对人体有恶性肿瘤的部位进行照射，使肿瘤组织受到不可逆损毁。可根据所诊断肿瘤类型及其在体内的位置、患者的身体状况和各次给予剂量之间的时间间隔，以最佳输出能量对人体肿瘤进行照射治疗，同时肿瘤周围正常结构得到最大限度的保护，达到治疗肿瘤疾病的目的。

（3）治疗流程

①PET-MR 扫描流程

PET-MR 显像检查主要通过给受检者注射放射性标记药物，如 ^{18}F ，并利用正电子发射型计算机断层显像系统（PET-MR）对受检者全身或者相关脏器进行诊断检查。

注射药物的受检者从注射后候诊室直接进入相应的检查室检查，医务人员配合受检病人摆好位后进入操作间进行隔室操作，摆位时间平均约 30s/每人，检查时间根据疾病类型和病人情况休息时间不同，一般为 15~30min。

检查流程如图 2-4：

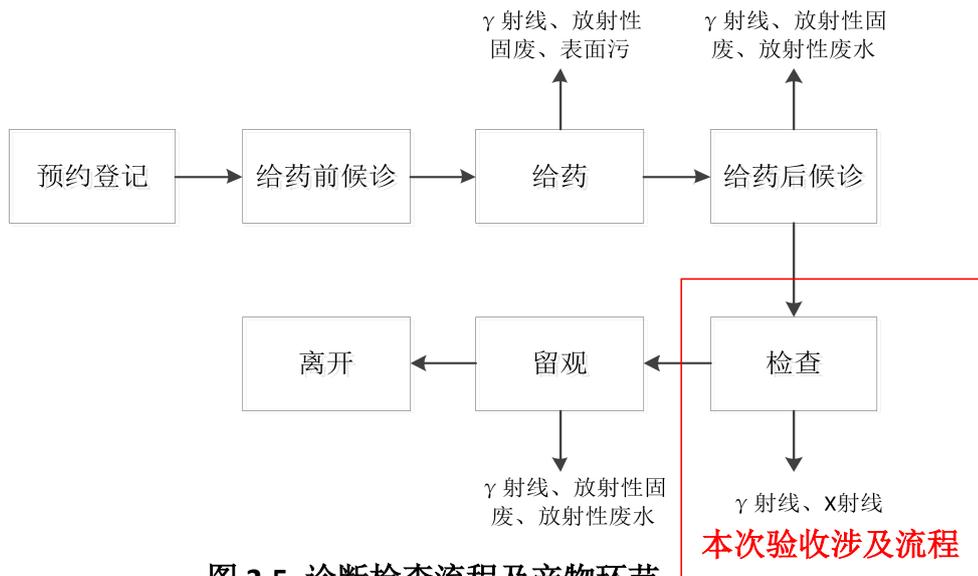


图 2-5 诊断检查流程及产物环节

②医用电子加速器诊疗流程

医用电子加速器放射治疗工作，主要是通过电子加速器发射出的 X 射线对患者肿瘤部位进行照射，从而达到治疗肿瘤的目的，其工作流程见图 2-6。

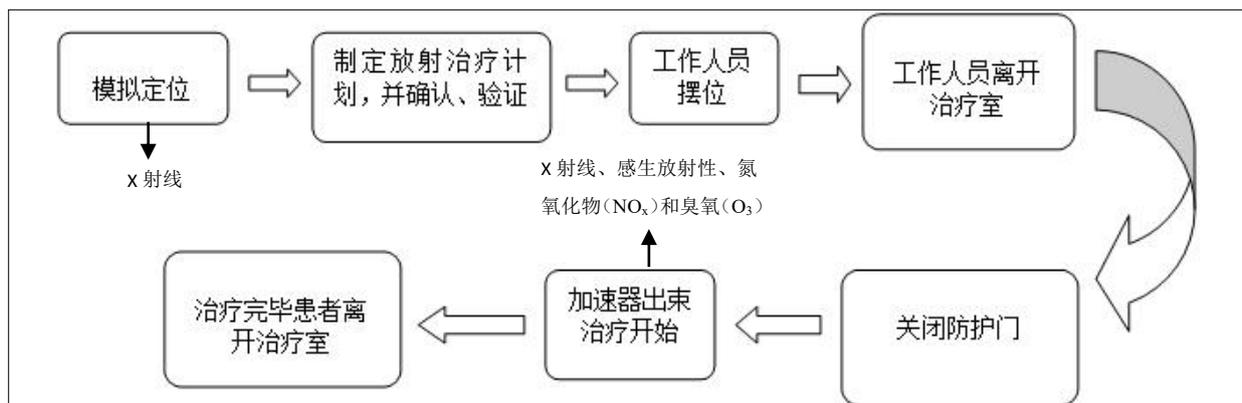


图 2-6 医用电子加速器治疗流程

2、人员配备及工作时间

PET-MR 工作由医院 PET-CT 室现有工作人员负责，加速器由放射物理技术科现有工作人员负责。

根据医院提供资料和实际操作过程，PET-MR 摆位及操作等过程由技师完成，摆位年操作时间为 208.3h，扫描年操作时间为 4166.7h；医用电子加速器年照射时间最大为 104.2h。

3、污染源分析及评价因子

1) PET-MR 诊断（使用 ^{18}F ）放射性污染因素

① γ 射线。核素 ^{18}F 在衰变过程中释放出 γ 射线， γ 射线穿透能力很强，会对周围环境造成辐射影响。

② β 射线。 ^{18}F 在衰变过程中释放出 β 射线， β 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。

综上所述， ^{18}F 核素 PET-MR 诊断项目的污染因素主要是 γ 射线对环境的影响。

2) 医用电子加速器污染因素

(1) X 射线

本项目医用电子加速器 X 射线最大能量为 6MV，加速器产生的电子经过加速后，受到金属靶的阻止而产生韧致辐射，由于 X 射线的贯穿能力极强，对周围环境可能造成辐射污染，但运行时产生的 X 射线随加速器的开、关而产生和消失。在加速器开机时间内的 X 射线为主要辐射环境污染因素。

(2) 感生放射性

电子能量大于 18MeV 的医用电子加速器运行过程中产生感生放射性，本次验收加速器无电子线，不产生感生放射性。

（3）放射性废水

本项目不产生医疗废水和放射性废水，医用电子加速器冷却系统采用去离子蒸馏水，内循环使用，不会产生感生放射性废水，加速器自带水流量监测开关，当加速器中的大功率负载等的冷却水流量不满足要求时，加速器自动切断高压电源，由于蒸发耗损，需要补充去离子蒸馏水时由厂家派专人补充。

（4）非放射性气体

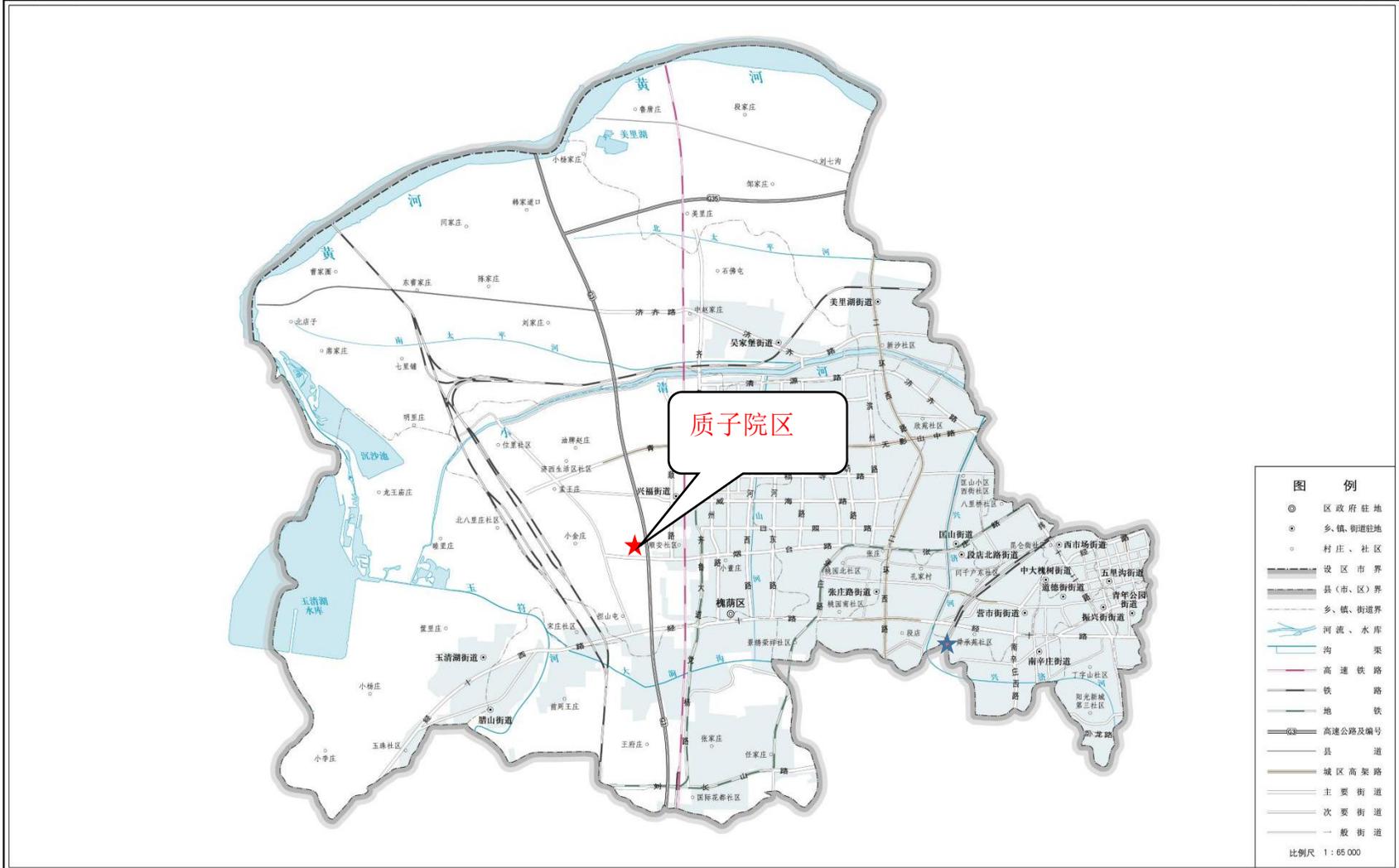
医用电子加速器运行中产生非放射性有害气体氮氧化物（NO_x）和臭氧（O₃）等非辐射有害因素。在 X 射线辐射源的照射下，空气吸收辐射能量并通过电离离子的作用可产生臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）。它们是具有刺激性作用的有害气体。

综上所述，加速器产生的主要污染因素包括 X 射线、非放射性气体。

槐 荫 区 地 图

山东省标准地图

县(市、区)·基本要素版



审图号：鲁S6(2024)035号

山东省自然资源厅监制 山东省地图院编制

图 2-1 医院地理位置图

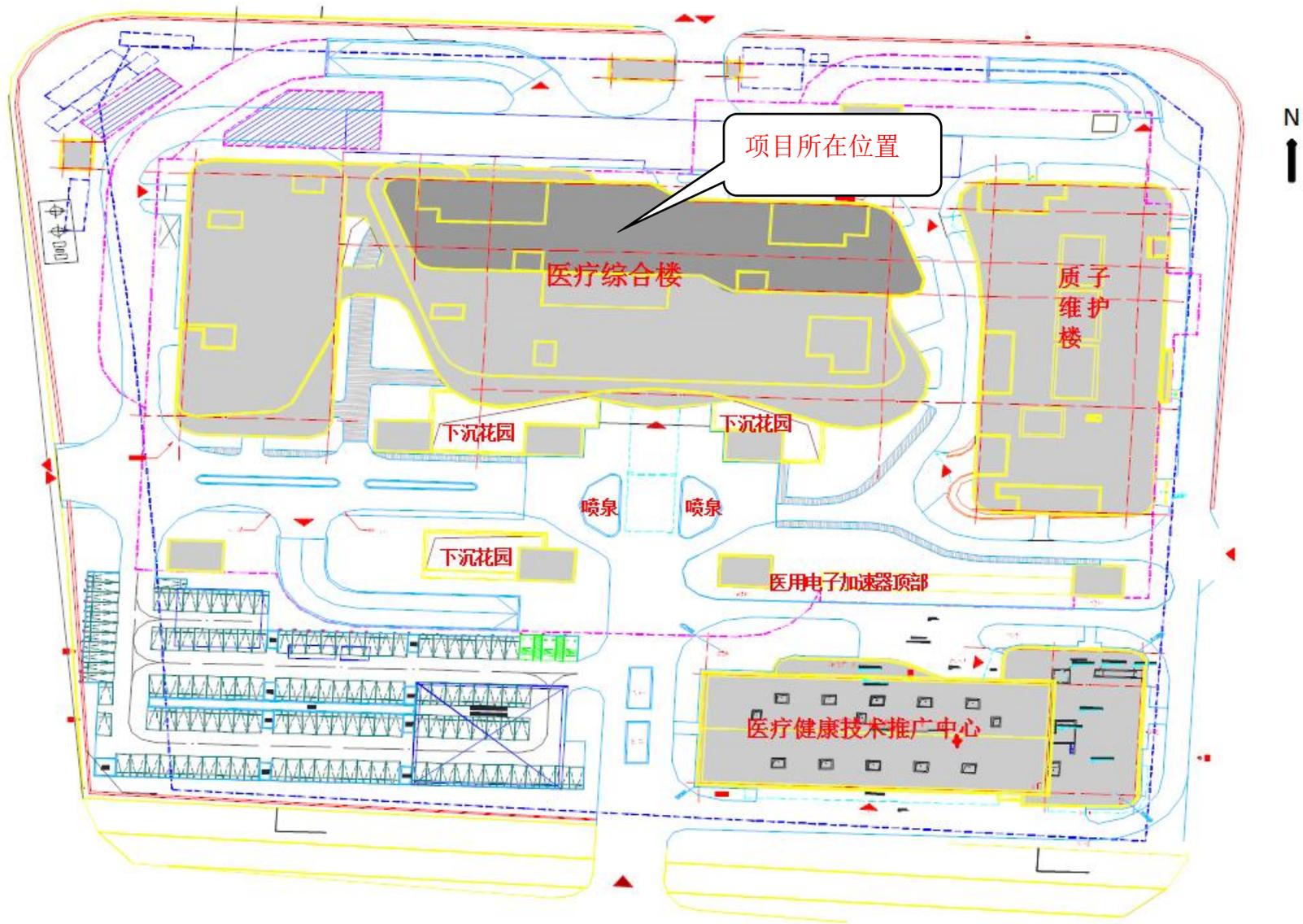


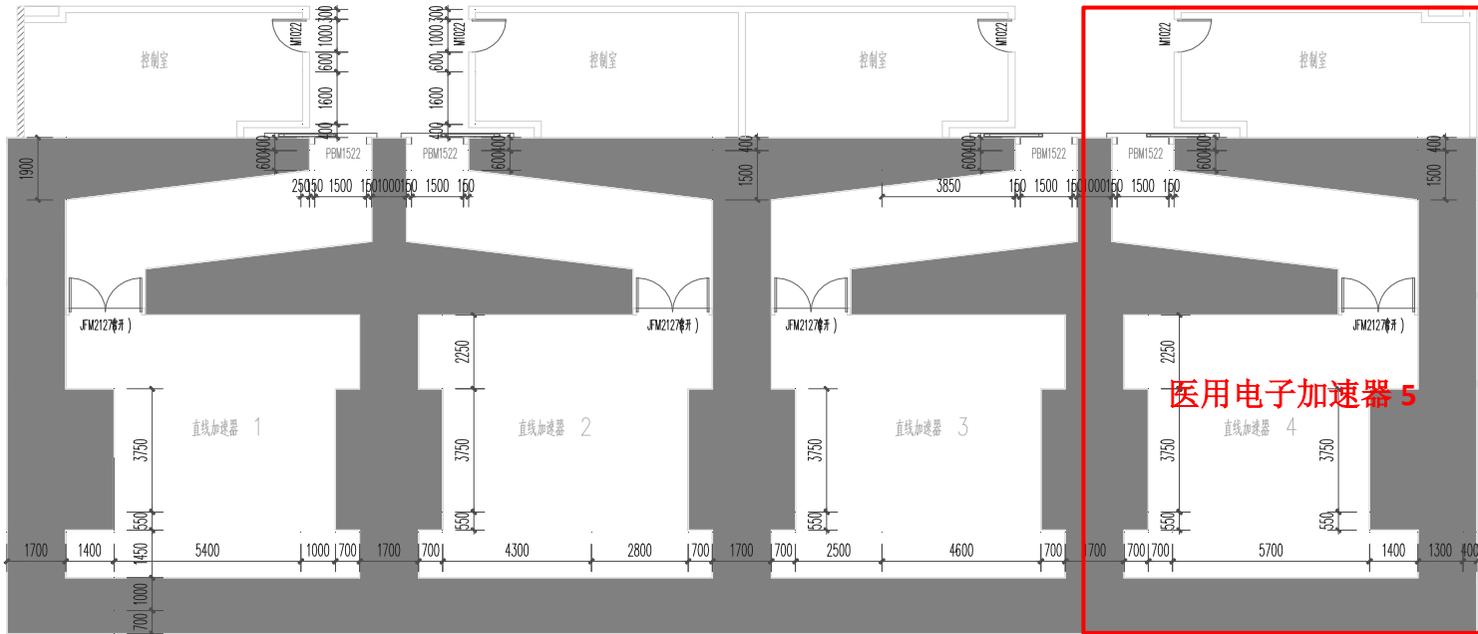
图 2-2 院区平面布置图



图 2-3 项目周围环境影像图



图 2-4 核医学科平面布置图（PET-MR 位置）



本次验收区域

图 2-5 烟台路院区医用电子加速器平面布置图

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

本次验收 PET-MR 位于烟台路院区医疗综合楼地下 1 层核医学工作场所内，加速器位于医疗综合楼负一层东南角放疗工作场所直加治疗室 5。

PET-MR 平面布置图见图 2-4，加速器平面布置见图 2-5。

本项目场所周围环境详见表 3-1，同环评时期相比，场所平面布局未发生变化，布局合理。

表 3-1 周围环境一览表

名称	方向	场所名称
PET-MR 机房	楼 上	消控安保间、医疗综合楼大厅
	北 面	走廊、候诊室
	东 面	设备间
	南 面	操作区控制台
	西 面	留观室
	下 方	热水机房、物质库房、维修机房等辅助用房
直线加速器 5 机房	楼 上	医院绿化、道路
	北 面	控制室
	东 面	走廊、楼梯间
	南 面	土层
	西 面	直线加速器 3 机房
	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 PET-MR 和加速器机房划分为“控制区”和“监督区”两区管理。

医院对本项目进行分区管理，将 PET-MR 机房划为控制区，操作区划为监督区；加

速器机房四周墙壁围成的区域及迷路划为控制区，与墙壁外部相邻、人员可到达区域划为监督区；并在控制区边界设置电离辐射警告标志。PET-MR 分区管理图见图 3-1，加速器分区管理图见图 3-2。

2、屏蔽设施建设情况

本次验收 PET-MR 防护屏蔽参数见表 3-2，加速器机房防护屏蔽参数见表 3-3。

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 ²)	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	备注
PET-MR 机房	7.96×6.9	54.92	370mm 实 心砖	180mm 混凝土 +70mm 面层； 地板： 150mm 混凝土 +400mm 面层	4	10mmPb	观察窗 25mmPb	与环评 一致

表 3-3 本次验收加速器机房防护设施一览表

			防 护 材 料	厚 度	宽 度	主 体 内 径 尺 寸 (长 × 宽 × 高)	面 积 (包 括 迷 路)	容 积	备 注
医用电子加速 器机房	西墙	主 屏 蔽 墙	混 凝 土	3100mm	4300 mm	8.0m×8.5m ×4.0m	79.2 m ²	316.7 m ³	与 环 评 一 致
		副 屏 蔽 墙	混 凝 土	1700mm	—				
	东墙	主 屏 蔽 墙	混 凝 土	3100mm	4300 mm				
		副 屏 蔽 墙	混 凝 土	1700mm	—				
	北墙 (“L”型迷 路)	迷 路 内 墙	混 凝 土	1400-2190 mm	—				
		迷 路 外 墙	混 凝 土	1000-1900 mm	—				

	南墙		混凝土+土层	1700mm 混凝土+ 土层	—				
	室顶	主屏蔽墙（外凸）	混凝土	3100mm	4000 mm				
		副屏蔽墙	混凝土	1700mm	—				

3、辐射安全防护措施

PET-MR 机房和医用电子加速器机房的辐射安全防护措施与环评一致，具体措施如下：

PET-MR

（1）PET-MR 机房防护门设有电离辐射警告标志、工作状态指示灯，设有急停按钮 6 个（机房内 4 个、控制区 2 个）和对讲设备，机房防护门设计有闭门装置。

（2）观察窗：PET-MR 机房及操作区之间设观察窗 1 个，防护当量为 25mmPb。

（3）个人防护用品：医院为工作人员配备了防护用品，包括铅衣、铅帽、铅围脖、铅眼镜、铅手套，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）。

（4）医院核医学工作场所配备 1 台便携式辐射监测仪、表面污染检测仪各 1 台以及个人剂量报警仪若干台。

医用电子加速器

（1）加速器机房防护门设有电离辐射警告标志、工作状态指示灯，加速器机房内、机房防护门外设置电视监视系统，机房和控制室之间安装双向对讲设备，机房内墙壁、迷路内及控制室内设置急停开关 9 个（机房内 8 个、控制室 1 个），机房防护门与加速器门机联锁，防护门内墙上设置手动开关装置，加速器机房防护门设置红外线感应防撞装置。控制室内设有 1 台 X/γ 射线报警仪。

（2）通风设施：加速器机房内设置通风系统，设四个进风口和一个排风口。进风

口位于机房室顶四角位置，排风口位于机房内西南角近地面处（距地高度约 0.3m）；室内通风口满足“高进低出、对角设置”的要求。医院风机通风量约 1500m³/h，机房通风次数大于 4 次/h，通风管道最终引至本栋楼楼顶。

（3）加速器等中心位于机房内中间位置，机房等中心距东墙主屏蔽和西墙主屏蔽均为 3.2m，距迷道内墙为 4.35m，距南墙为 3.65m，距地面 1.295m。

迷道入口防护门为电动平开防护门，加速器机房防护门为 15mm 铅板和 150mm 含硼 10%的聚乙烯复合门。

（4）放疗中心配备一台便携式辐射监测仪。

4、放射性三废的处理

PET-MR

本次验收仅为 PET-MR 验收，其余环节已验收完成，本次产生的污染物主要为放射性废气。

①放射性废气

本次验收放射性废气产生环节主要为 PET-MR 扫描过程。

PET-MR 机房设置通风过滤系统，采用负压抽风方式，出口设置高效过滤装置，排气筒经医技综合楼风道通至楼顶排放，排气筒高出楼顶及周围建筑 3m。

医用电子加速器

本次验收加速器 X 射线能量为 6MV，主要污染物为非放射性气体。

①非放射性气体

加速器在开机运行时，产生的 X 射线与空气作用可产生少量臭氧（O₃）和氮氧化物（NO，NO₂）。通过通风系统，可明显降低其浓度。

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》、《放疗区放射事故应急预案》等工作制度及辐射安全管理制度。

3、操作规程

制定了《联影 uRT-linac506c 直线加速器开机/关机》、《RCT 操作流程和注意事项》。

4、应急程序

编制并修订了《辐射事故(放射事件)应急预案》，并分别于 2024 年 8 月 20 日组织开展了放射治疗区（加速器）放射事故应急演练。

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 PET-MR 机房、加速器机房防护门均设有明显的“当心电离辐射”警告标志；PET-MR 机房和加速器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-γ 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
做好辐射工作场所的环境安全防护工作	核医学工作场所四周墙体采用实心砖墙及防护复合板，顶棚及地板采用混凝土；防护门采用内衬铅板；观察窗采用铅玻璃观察窗，满足核医学工作场所考察点 γ 空气吸收剂量率低于 2.5 μ Gy/h 的剂量率目标控制值。加速器机房采用混凝土实体屏蔽措施；防护门采用 15mm 铅板和 150mm 含硼 10% 的聚乙烯复合门结构；机房设置通风系统，通风换气次数 4 次/小时以上，满足《放射治疗放射防护要求》(GBZ 121—2020)。	经现场踏勘，PET-MR 机房四周墙体采用实心砖墙，顶棚及地板采用混凝土；防护门采用内衬铅板；观察窗采用铅玻璃观察窗，经监测，PET-MR 机房考察点 γ 空气吸收剂量最大值为 492nSv/h，均低于 2.5 μ Gy/h 的剂量率目标控制值。加速器机房 5 采用混凝土实体屏蔽措施；防护门采用 15mm 铅板和 150mm 含硼 10% 的聚乙烯复合门结构；机房设置了通风系统，通风换气次数 4 次/小时以上，满足《放射治疗放射防护要求》(GBZ 121—2020)。	已落实
	核医学工作场所控制区边界设置电离辐射警告标志，场所内设门禁系统。加速器机房安装电离辐射警告标志、工作状态指示灯、电视监视系统、双向对讲设备、激光定位系统、防护门门机联锁装置、急停开关等安全与防护措施。工作人员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。	经现场踏勘，PET-MR 机房控制区边界设置了电离辐射警告标志，场所内设门禁系统。加速器机房安装了电离辐射警告标志、工作状态指示灯、电视监视系统、双向对讲设备、激光定位系统、防护门门机联锁装置、急停开关等安全与防护措施。工作人员按要求配备防护用品。经估算，工作人员最大年有效剂量为 1.52mSv/a，公众最大年有效剂量为 0.044mSv/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)的相关要求。	已落实
建立并完	完善辐射环境监测方案，定期开展监测，监测结果及时报济南市生态环境局	经现场核实，医院制定了辐射环境监测方案，定期开展了自行监测，监测结果已按	已落实

善监测、评估、应急、培训等各项管理制度并组织实施	槐荫分局。	时报济南市生态环境局槐荫分局。	
	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。	
	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》，并分别于2024年8月20日组织开展了放射治疗区（加速器）放射事故应急演练。	已落实
	定期开展辐射工作人员培训工作，分别建立工作场所、辐射装置辐射工作人员培训档案，建立辐射工作人员个人剂量档案，辐射工作人员须持证上岗。	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。辐射工作人员均持证上岗。	已落实
	严格落实辐射安全管理责任制以及放射性同位素和射线装置使用登记制度、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》、《放疗区放射事故应急预案》等制度，相关制度均已上墙。	已落实
固体废物的处置。	医院设置放射性固废衰变箱，场所产生的固体废物在衰变箱停留衰变达到解控水平后按一般医疗废物处置；特殊情况下残留核素随同发生器或铅罐一并由供源单位回收。产生的废靶件属于放射性废物，需交由具有放射性废物处置资质的单位进行处置。	本次验收仅为1台PET-MR和1台6MV医用电子加速器验收，产生的污染物不涉及放射性固废和废靶件。	已落实



图 3-1 烟台路院区 PET-MR 分区管理图

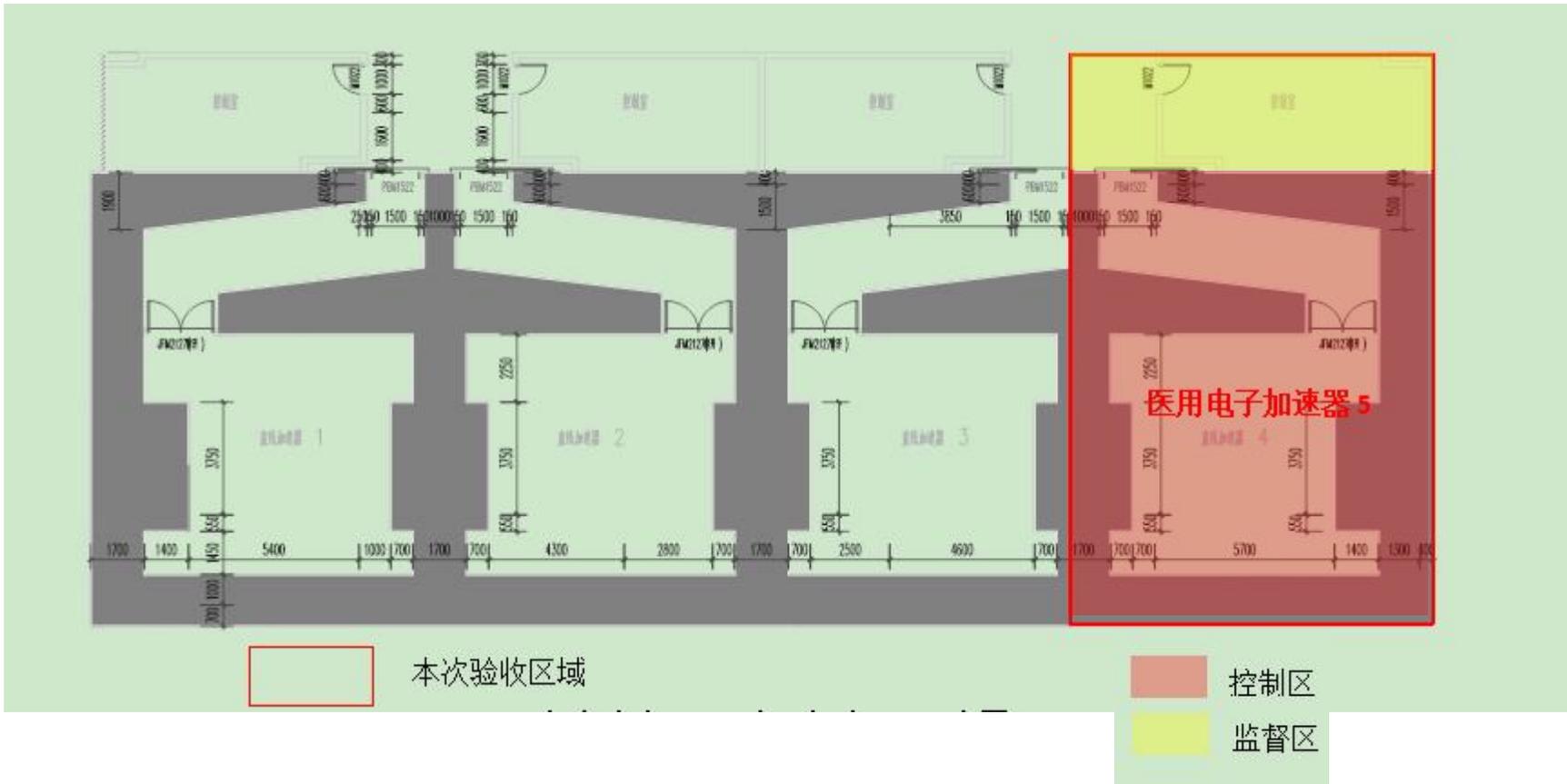


图 3-2 烟台路院区加速器分区管理图

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

1、项目概况

山东省肿瘤防治研究院在济南市槐荫区京台高速以西，烟台路延长线以北投资 13.3 亿元，建设山东省肿瘤防治研究院技术创新与临床转化平台项目。项目占地 3.7 万平方米，总建筑面积 84570m²，主要建有医疗综合楼和质子维护楼，同时配套相关辅助及环保设施。

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，乙级非密封放射性物质工作场所（生产、使用）。

根据医院规划，医院拟在技术创新与临床转化平台项目医院医疗综合楼地下一层设置核医学工作场所一座，开展 SPECT-CT、PET-CT（MR）诊断，使用核素 ^{99m}Tc、¹⁸F，建设 4 座医用电子加速器机房，使用 4 台医用电子加速器开展放射治疗。

2、现状监测

根据《山东省环境天然放射性水平调查研究报告》（1989）资料（表 7-1）和本项目监测结果（表 7-2），本项目拟建位置剂量率在（67.6~71.4）nSv/h 之间，在济南市环境 γ 辐射空气吸收剂量率范围内[道路（1.84~6.88） $\times 10^{-8}$ Gy/h、原野（4.43~8.08） $\times 10^{-8}$ Gy/h]。

3、选址合理性分析

项目核医学工作场所及医用电子加速器机房均位于地下一层建筑一端，地下一层放射诊疗工作场所集中，项目周围公众很少到达，对公众影响较小，选址合理。

4、核医学科核素应用项目

（1）医院拟在医疗综合楼地下 1 层购置 1 台 PET-CT 设备、1 台 PET-MR 设备、1 台 SPECT-CT 设备，新建核医学工作场所，应用核素 ¹⁸F、^{99m}Tc 进行放射诊断工作。

本项目核医学工作场所 PET 诊断及 SPECT 诊断分区设置、两种核素使用患者通道不交叉，医护通道与用药后患者通道不交叉，控制区设计集中，物流、人流通道设计基本合理，该新建核医学工作场所布局基本合理。

（2）本项核医学工作场所日等效最大操作量为 9.435×10^7 Bq，属于乙级非密封放射性物质工作场所（乙级： 2×10^7 Bq ~ 4×10^9 Bq）。

(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 γ 空气吸收剂量率低于 $2.5\mu\text{Gy/h}$ 的剂量率目标控制值。

(4) 核医学科 SPECT 诊断区工作人员年有效剂量最大为 0.642mSv/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 20mSv 的年有效剂量限值, 同时低于本评价提出的 5.0mSv 的年管理剂量约束值。手部剂量当量最大为 112.15mSv/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, 也低于本评价提出的 125mSv 的年管理剂量约束限值。

PET 诊断区工作人员年有效剂量最大为 3.13mSv/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 20mSv 的年有效剂量限值, 同时低于本评价提出的 5.0mSv 的年管理剂量约束值。手部剂量当量最大为 22.67mSv/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, 也低于本评价提出的 125mSv 的年管理剂量约束限值。

场所外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 1.0mSv/a 的限值, 也低于 0.25mSv/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按一般医疗废物处置。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) 放射性废水在衰变池停留衰变达到解控水平后, 排入医院污水处理总站做进一步处理。不会对环境造成放射性污染。

(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。配备有注射器防护台、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、医用电子加速器辐射环境影响评价结论

(1) 本项目拟在医疗综合楼地下一层东南角建设放疗中心, 含 4 座医用电子加速器机房, 拟配置 3 台 10MV 医用电子加速器及 1 台 6MV 医用电子加速器, 医用电子加速器属 II 类射线装置。

(2) 四座加速器机房均采用混凝土实体屏蔽措施, 屏蔽厚度均相同, 迷道入口设计为电动平开防护门, 加速器机房防护门均采用 15mm 铅板和 150mm 含硼 10% 的聚乙烯复合门。

(2)经预测估算,四座加速器机房外辐射水平最大为 $0.227\ \mu\text{Sv/h}$,低于 $2.5\ \mu\text{Sv/h}$ 剂量率控制目标。加速器机房屏蔽厚度满足标准要求,主屏蔽宽度满足理论计算要求。

(3)经计算,医用电子加速器机房外工作人员和公众成员接受的年有效剂量均能够满足国家标准(工作人员身体 20mSv/a 、公众 1.0mSv/a)及评价采用的工作人员身体及公众年管理剂量约束值分别不超过 5.0mSv/a 、 0.25mSv/a 的管理要求。

(4)加速器机房拟设置机械通风系统,通风量不低于 $1500\text{m}^3/\text{h}$,换气次数可达4次/h。满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》(GBZ126-2011)“6.1.10 治疗室通风换气次数应不小于4次/h”的要求。

(5)放射性气体产额很低,半衰期较短,通过合理的通风系统可使其影响降低。退役的靶为放射性固体废物,医院拟交由有相关处理资质的单位处理。

(6)加速器机房拟设置紧急停机按钮、电视监控装置、双向对讲装置,防护门设计安装门机联锁装置,张贴电离辐射警告标志,门上方设置工作状态指示灯。

6、 人员培训及健康管理

本项目相关工作人员共计46人,其中核医学科11人,PET中心工作人员15人,加速器工作人员20人。均已取得初级辐射安全培训,持有培训合格证书。

医院已为现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。

7、 辐射安全防护管理

公司现有的辐射环境管理组织、规章制度、辐射事故应急预案内容祥全,符合相应环保规定。建议按本环评要求完善监测计划。

8、 可行性分析结论

本项目属《产业结构调整指导目录(2011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,在山东省肿瘤防治研究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、 审批部门审批决定(节选)

《核医学工作场所及医用电子加速器应用项目环境影响报告表》,经审查,批复如下:

二、山东省肿瘤防治研究院核医学工作场所及医用电子加速器应用项目位于济南市槐荫区京台高速以西，烟台路延长线以北，项目主要建设内容为拟在技术创新与临床转化平台项目医院医疗综合楼地下一层设置核医学工作场所一座，拟购置 1 台 PET-CT 设备、1 台 PET-MR 设备、1 台 SPECT-CT 设备，开展 SPECT-CT、PET-CT（MR）诊断，使用核素 ^{99m}Tc 、 ^{18}F ，贮存 ^{99}Mo ，日等效最大操作量 $9.435 \times 10^7 \text{Bq}$ ，属乙级非密封放射性物质工作场所；同时建设 4 座医用电子加速器机房，使用 4 台医用电子加速器（属 II 类射线装置）开展放射治疗。

二、项目要严格落实环境影响报告表提出的各项辐射安全与防护措施，并重点做好以下工作。

（一）做好辐射工作场所的环境安全防护工作

核医学工作场所四周墙体采用实心砖墙及防护复合板，顶棚及地板采用混凝土；防护门采用内衬铅板；观察窗采用铅玻璃观察窗，注射窗采用铅玻璃注射窗，满足核医学工作场所考察点 γ 空气吸收剂量率低于 $2.5 \mu\text{Gy/h}$ 的剂量率目标控制值。PET 诊断场区分装储源室、SPECT 诊断场区分装储源室内扫设 1 个通风橱，通风橱配有机械排风装置，在半开的条件下风速不低于 1.0m/s 。四座加速器机房均采用混凝土实体屏蔽措施；防护门采用 15mm 铅板和 150mm 含硼 10% 的聚乙烯复合门结构；机房均设置通风系统，通风换气次数 4 次/小时以上，满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121—2020）。

核医学工作场所控制区边界设置电离辐射警告标志，场所内设门禁系统；分装储源间设置双人双锁，并设置红外监控设施等安全与防护措施。加速器机房安装电离辐射警告标志、工作状态指示灯、电视监视系统、双向对讲设备、激光定位系统、防护门门机联锁装置、急停开关等安全与防护措施。工作人员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。

（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，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。

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.定期开展辐射工作人员培训工作，分别建立工作场所、辐射装置辐射工作人员培训档案，建立辐射工作人员个人剂量档案，辐射工作人员须持证上岗。

5.严格落实辐射安全管理责任制以及放射性同位素和射线装置使用登记制度、操作规程、辐射防护和安全保卫制度等。

（三）固体废物的处置。医院设置放射性固废衰变箱，场所产生的固体废物在衰变箱停留衰变达到解控水平后按一般医疗废物处置；特殊情况下残留核素随同发生器或铅罐一并由供源单位回收。产生的废靶件属于放射性废物，需交由具有放射性废物处置资质的单位进行处置。

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，通过对该医院烟台路院区 PET-MR 机房、医用电子加速器 5 机房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- γ 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。

α 、 β 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- γ 辐射空气吸收剂量率仪、 α 、 β 表面污染测量仪，具体参数见下表 5-1。

表 5-1-1 X- γ 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- γ 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 $^{\circ}$ 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	α 、 β 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 ²
探测效率	探测面积 100 cm ²

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 γ 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： β 发射体（ $E_{\beta \max} > 0.15 \text{ MeV}$ ）和 α 发射体》（GB/T14056.1-2008）。

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。检测时获取足够的数量，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-γ辐射空气吸收剂量率、α、β表面污染。

6.2 监测仪器

使用环境监测 X-γ辐射空气吸收剂量率仪、α、β表面污染测量仪。

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γ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-γ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。

α、β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。

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 γ 辐射剂量率测量技术规范	HJ 1157-2021	/
表面污染测定 第 1 部分:β 发射体 (Eβ max>0.15MeV) 和 α 发射体	GB/T 14056.1-2008	/

6.4 监测布点

本次验收监测对烟台路院区 PET-MR 机房、医用电子加速器 5 机房周围进行了现场监测，具体布点情况见表 6-2~6-4，监测布点情况见图 6-1、6-2。

表 6-2 烟台路院区核医学工作场所 PET-MR 环境γ辐射空气吸收剂量率监测点位

序号	检测点位	检测状态	检测因子	检测频次
c1	PET-MR 机房控制区	非工作状态	γ空气吸收剂量率	每天 1 次，检测 1 天
c2	PET-MR 机房西墙外 30cm 处			
c3	PET-MR 机房南侧防护门外 30cm 处			
c4	PET-MR 机房北侧防护门外 30cm 处			
c5	PET-MR 机房东墙外 30cm 处			
c6	PET-MR 机房室顶上方距地 100cm 处			
c7	PET-MR 机房地板下方距地面 170 cm 处			
C1	PET-MR 机房南侧防护门上门缝	药物 ¹⁸ F 的剂量		
C2	PET-MR 机房南侧防护门左门缝			
C3	PET-MR 机房南侧防护门下门缝			

C4	PET-MR 机房南侧防护门右门缝			
C5	PET-MR 机房南侧防护门中间位置			
C6	PET-MR 机房北侧防护门上门缝			
C7	PET-MR 机房北侧侧防护门左门缝			
C8	PET-MR 机房北侧侧防护门下门缝			
C9	PET-MR 机房北侧防护门右门缝			
C10	PET-MR 机房北侧防护门中间位置			
C11	PET-MR 机房西墙外 30cm 处（抢救室）			
C12	PET-MR 机房北墙外 30cm 处			
C13	PET-MR 机房东墙外 30cm 处			
C14	PET-MR 机房操作位			
C15	PET-MR 机房观察窗外 30cm 处			
C16	PET-MR 机房室顶上方距地 100cm 处			
C17	PET-MR 机房地板下方距地面 170 cm 处			
C18	医疗综合楼东侧 10m 质子中心			
C19	医疗综合楼南侧 16m 医疗健康技术推广中心			

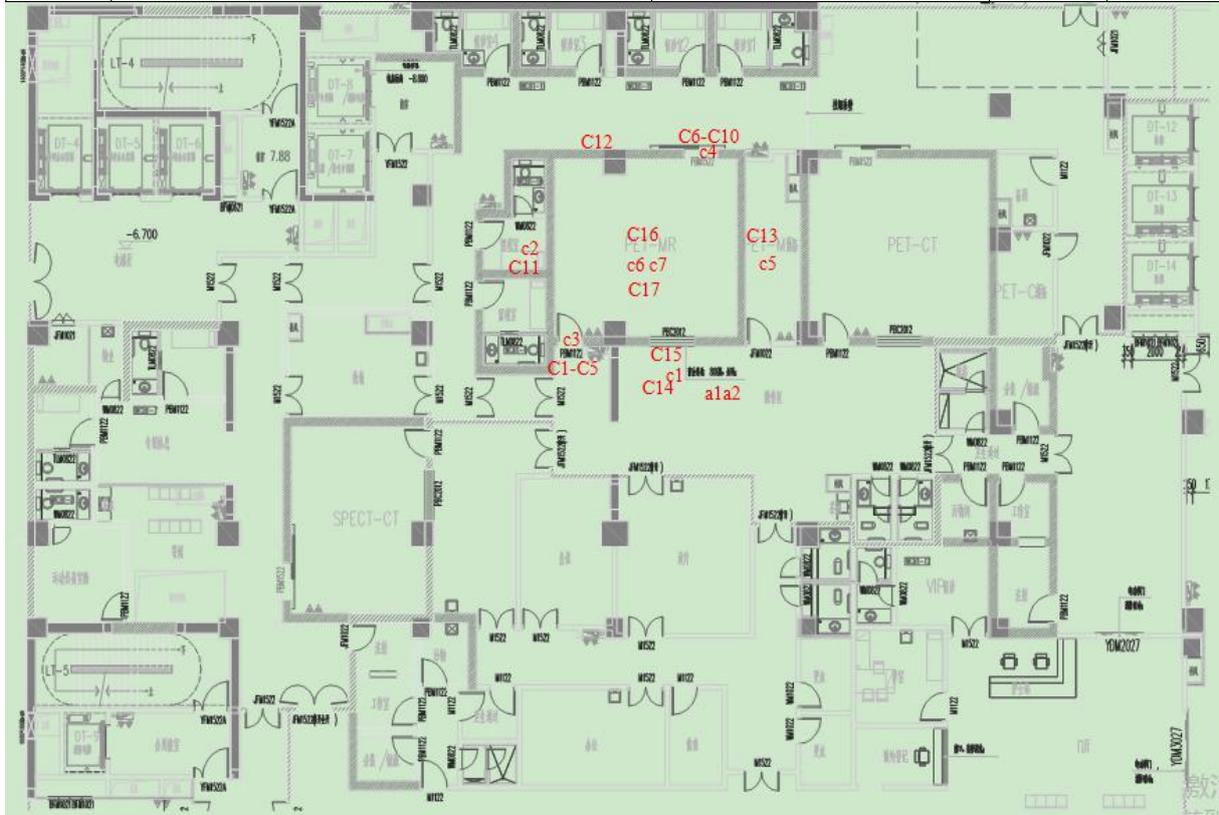
表 6-3 核医学工作场所 PET-MR 诊断区表面污染水平监测点位

测点编号	点位描述	检测因子	检测频次
a1	PET-MR 操作区地面	表面污染水平	每天 1 次，检测 1 天
a2	PET-MR 操作去墙面		

表 6-4 直线加速器 5 环境 γ 辐射空气吸收剂量率监测点位

点位编号	点位描述	检测状态	检测因子	检测频次
d1	直线加速器 5 控制室	非工作状态下	γ 空气吸收剂量率	每天 1 次，检测 1 天
d2	直线加速器 5 机房东墙外 30cm 处			
d3	直线加速器 5 机房室顶上方距地 100cm 处			
d4	直线加速器 5 机房防护门外 30cm 处			
d5	直线加速器 5 机房内			
D1	西墙外北段	主射束朝西， 无模体 6MV，输出剂量率为 1400cGy/min	γ 空气吸收剂量率	每天 1 次，检测 1 天
D2	西墙外主屏蔽位置			
D3	西墙外南段			
D4	东墙外南段	主射束朝东， 无模体 6MV，输出剂量率为 1400cGy/min	γ 空气吸收剂量率	每天 1 次，检测 1 天
D5	东墙外主屏蔽位置			
D6	东墙外北段			
D7	室顶主屏蔽位置	主射束朝上， 无模体 6MV，输出剂量率	γ 空气吸收剂量率	每天 1 次，检测 1 天
D8	室顶南侧次屏蔽位置			

D9	室顶北侧次屏蔽位置	为 1400cGy/min	
D10	防护门中间位置	主射束朝东， 等中心放置模体 6MV，输出剂量率为 1400cGy/min	
D11	防护门上门缝		
D12	防护门下门缝		
D13	防护门左侧门缝		
D14	防护门右侧门缝		
D15	控制室操作位	主射束朝西， 等中心放置模体 6MV，输出剂量率为 1400cGy/min	
D16	西墙外北段		
D17	西墙外主屏蔽位置		
D18	西墙外南段	主射束朝东， 等中心放置模体 6MV，输出剂量率为 1400cGy/min	
D19	东墙外南段		
D20	东墙外主屏蔽位置		
D21	东墙外北段	主射束朝上， 等中心放置模体 6MV，输出剂量率为 1400cGy/min	
D22	室顶主屏蔽位置		
D23	室顶南侧次屏蔽位置		
D24	室顶北侧次屏蔽位置		

图 6-1 烟台路院区核医学工作场所 PET-MR γ 及表面污染监测布点图

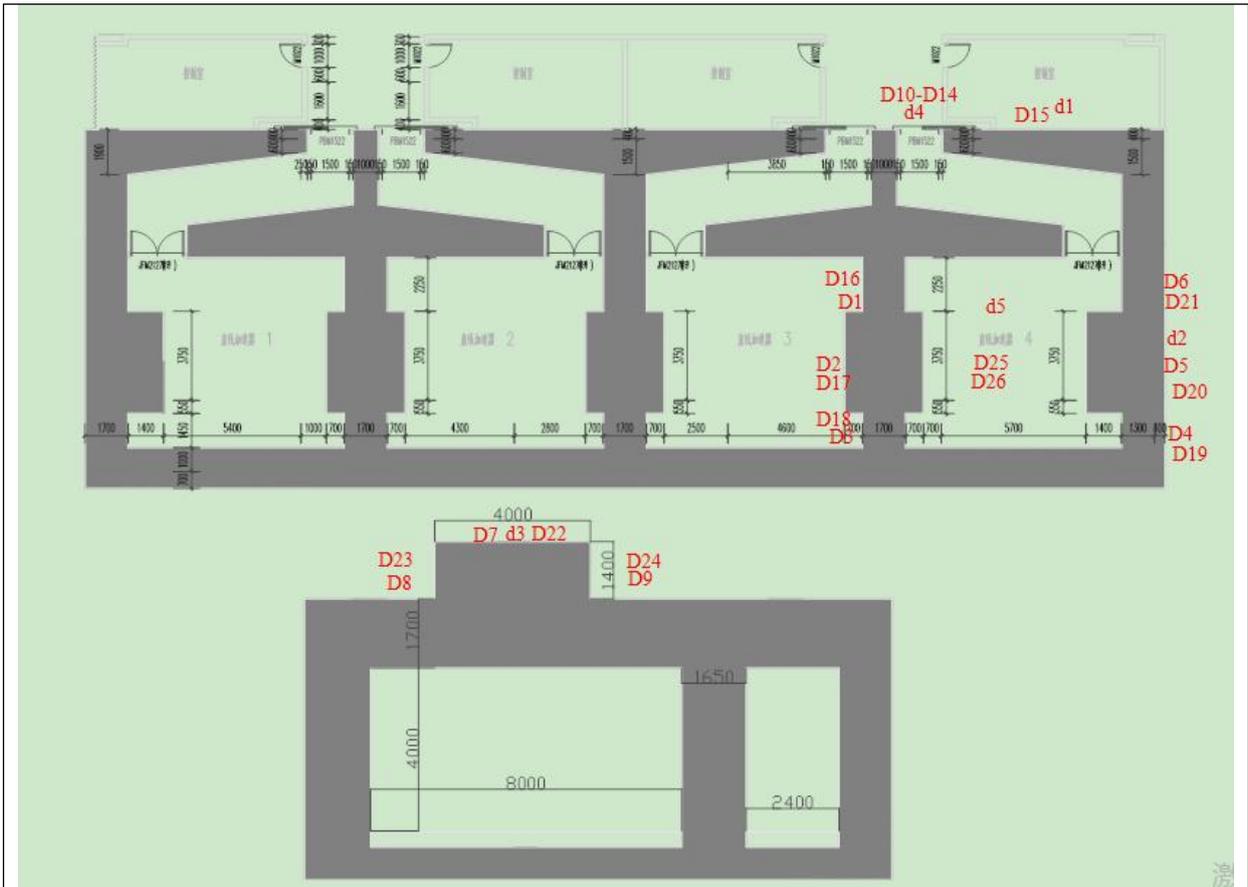


图 6-2 烟台路院区医用电子加速器机房 γ 监测布点图

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%

3.12 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 7-1~7-3。

环境 γ 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 烟台路院区核医学工作场所 PET-MR 环境 γ 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				工作状态 药物 ^{18}F 的剂量：12mCi				
/	/	/	/	C1	PET-MR 机房 南侧防护门 上门缝	108	1.7	预测点
/	/	/	/	C2	PET-MR 机房 南侧防护门 左门缝	94.2	0.8	预测点
/	/	/	/	C3	PET-MR 机房 南侧防护门 下门缝	116	2.9	预测点
/	/	/	/	C4	PET-MR 机房 南侧防护门 右门缝	87.3	0.5	预测点
c3	PET-MR 机房南侧 防护门外 30cm 处	75.8	0.5	C5	PET-MR 机房 南侧防护门 中间位置	90.7	0.4	环评考察 点
/	/	/	/	C6	PET-MR 机房 北侧防护门 上门缝	416	5.0	预测点
/	/	/	/	C7	PET-MR 机房 北侧侧防护 门左门缝	492	3.2	预测点
/	/	/	/	C8	PET-MR 机房 北侧侧防护 门下门缝	383	4.0	预测点

/	/	/	/	C9	PET-MR 机房 北侧防护门 右门缝	314	3.3	预测点
c4	PET-MR 机房北侧 防护门外 30cm 处	147	5.2	C10	PET-MR 机房 北侧防护门 中间位置	333	4.9	环评考察 点
c2	PET-MR 机房西墙 外 30cm 处	82.9	0.6	C11	PET-MR 机房 西墙外 30cm 处（抢救室）	93.1	1.0	环评考察 点
/	/	/	/	C12	PET-MR 机房 北墙外 30cm 处	206	3.0	环评考察 点
c5	PET-MR 机房东墙 外 30cm 处	115	2.2	C13	PET-MR 机房 东墙外 30cm 处	144	2.7	环评考察 点
/	/	/	/	C14	PET-MR 机房 操作位	101	0.6	预测点
c1	PET-MR 机房控制 区	108	2.1	C15	PET-MR 机房 观察窗外 30cm 处	119	2.2	环评考察 点
c6	PET-MR 机房室顶 上方距地 100cm 处	104	0.6	C16	PET-MR 机房 室顶上方距 地 100cm 处	109	1.6	环评考察 点
c7	PET-MR 机房地板 下方距地 面 170 cm 处	111	1.4	C17	PET-MR 机房 地板下方距 地面 170 cm 处	118	1.9	环评考察 点
/	/	/	/	C18	医疗综合楼 东侧 10m 质 子中心	70.6	0.5	预测点
/	/	/	/	C19	医疗综合楼 南侧 16m 医 疗健康技术 推广中心	41.2	0.6	预测点
/	/	/	/	C20	摆位时工作 人员身体（离 病人 1m 处）	15500	140	预测点

表 7-2 烟台路院区核医学工作场所 PET-MR 诊断区β表面污染水平监测结果

点位编号	点位描述	β表面污染 (Bq/cm ²)
a1	PET-MR 操作区地面	0.29
a2	PET-MR 操作区墙面	0.10

表 7-3 烟台路院区直线加速器 5 环境 γ 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	检测状态	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				工作状态					
/	/	/	/	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	环评考察点
/	/	/	/	D2	西墙外主屏蔽位置		115	1.2	环评考察点
/	/	/	/	D3	西墙外南段		112	1.8	环评考察点
d2	直线加速器 5 机房东墙外 30cm 处	90.8	0.6	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	环评考察点
				D5	东墙外主屏蔽位置		101	0.9	环评考察点
				D6	东墙外北段		125	1.3	环评考察点
d3	直线加速器 5 机房室顶上方距地 100cm 处	108	1.5	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	环评考察点
				D8	室顶南侧次屏蔽位置		108	1.6	环评考察点
				D9	室顶北侧次屏蔽位置		97.5	0.8	环评考察点
d4	直线加速器 5 机房防护门外 30cm 处	68.2	0.6	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	环评考察点
/	/	/	/	D11	防护门上门缝		111	1.8	预测点
/	/	/	/	D12	防护门下门缝		115	2.0	预测点
/	/	/	/	D13	防护门左侧门缝		139	1.9	预测点
/	/	/	/	D14	防护门右侧门缝		106	1.1	预测点
d1	直线加速器 5 控制室	89.7	0.4	D15	控制室操作位	主射束朝西， 等中心放置模 体 6MV，输出 剂量率为 1400cGy/min	100	0.6	环评考察点
/	/	/	/	D16	西墙外北段		102	0.6	环评考察点

/	/	/	/	D17	西墙外主屏蔽位置	主射束朝东，等中心放置模体 6MV，输出剂量率为 1400cGy/min	118	1.4	环评考察点
/	/	/	/	D18	西墙外南段		107	1.3	环评考察点
/	/	/	/	D19	东墙外南段		118	1.9	环评考察点
/	/	/	/	D20	东墙外主屏蔽位置		97.4	0.7	环评考察点
/	/	/	/	D21	东墙外北段	114	1.3	环评考察点	
/	/	/	/	D22	室顶主屏蔽位置	主射束朝上，等中心放置模体 6MV，输出剂量率为 1400cGy/min	101	0.7	环评考察点
/	/	/	/	D23	室顶南侧次屏蔽位置		109	1.3	环评考察点
/	/	/	/	D24	室顶北侧次屏蔽位置		103	0.6	环评考察点
d5	直线加速器 5 机房内	89.6	1.0	/	/	/	/	/	预测点

监测结果分析：

由表 7-1 可知，非工作状态下，烟台路院区核医学科 PET-MR 及周边敏感目标环境 γ 辐射空气吸收剂量率为 (41.2~147) 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，烟台路院区核医学科 PET-MR 环境 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果最大值为 492nSv/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 μ Sv/h 的要求。

由表 7-2 可知，烟台路院区核医学科 PET-MR 诊断区控制区表面污染监测结果最大值为 0.29Bq/cm²，监督区表面污染监测结果最大值为 0.10Bq/cm²，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 7-3 可知，非工作状态下，烟台路院区医用电子加速器 5 机房周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率为 (68.2~108) 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，烟台路院区医用电子加速器 5 机房环境 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果最大值为 139nSv/h，低于环评批复、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）周围剂量当量率应不大于 2.5 μ Sv/h 的要求。

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 7-4。

表 7-4 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

PET-MR 工作由医院 PET-CT 室现有工作人员负责，加速器由放射物理技术科现有工作人员负责。PET-MR 摆位及操作等过程由技师完成，摆位年操作时间为 208.3h，扫描年操作时间为 4166.7h；医用电子加速器 5 年照射时间最大为 104.2h。

3.职业人员个人累积剂量监测结果

本项目加速器 5 现有工作人员 5 人，PET-CT 技师 3 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 PET-CT 工作人员和加速器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 7-5、7-6。

表 7-5 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)
PET-CT 技师					
1	赵吉曦	0.19	2	吴洪波	0.25
3	王楠	0.30			
加速器工作人员					
1	周向东	0.10	2	陈进琥	0.10
3	楚志翔	0.08	4	王云刚	0.14

5	李晗旭	0.08		
---	-----	------	--	--

表 7-6 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	8 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 8 名职业工作人员中受照剂量最大为 0.30mSv，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 7-9。工作人员年有效剂量计算见表 7-7、7-8。

表 7-7 核医学工作场所 PET-MR 工作人员辐射年有效剂量

操作内容	剂量率(nSv/h)	居留因子	时间(h/a)	最大年有效剂量(mSv/a)
摆位	15500	/	208.3	3.23
扫描	101	1	4166.7	0.42

表 7-8 医用电子加速器 5 工作人员辐射年有效剂量

场所	剂量率(nSv/h)	居留因子	时间(h/a)	最大年有效剂量(mSv/a)
北墙外（控制室）	100	1	104.2h	0.01
西墙外（相邻机房）	123	1/5	104.2h	2.56×10^{-3}

综上所述，叠加一期验收项目核医学工作人员身体年有效剂量= $(0.42+3.23) / 3+0.30=1.52\text{mSv/a}$ ，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 20mSv/a，也低于《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。

加速器工作人员身体年有效剂量= $0.01/5+0.14=0.14\text{mSv/a}$ ，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 20mSv/a，也低于《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）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。

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 7-9，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 7-9 公众成员剂量核算

位置	剂量率 (nSv/h)	背景剂 量率 (nSv/h)	居留因 子	时间 (h/a)	最大年有效剂 量 (mSv/a)
PET-MR 机房上方区域	109	104	1/5	2000	2.0×10^{-3}
PET-MR 机房下方区域	118	111	1/16	2000	8.8×10^{-4}
加速器机房西墙外（相邻机房）	123	89.6	1/20	104.2	1.7×10^{-4}
加速器防护门外（候诊区）	139	68.2	1/8	104.2	9.2×10^{-4}
加速器机房东侧 （走廊、楼梯间）	125	90.8	1/8	104.2	4.5×10^{-4}
加速器室顶外（医院广场绿化）	109	108	1/16	104.2	6.5×10^{-6}

综上所述，本项目公众人员受照年有效剂量最大值为 $2.0 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，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 1mSv/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 0.1mSv/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。本次验收为核医学工作场所及医用电子加速器应用项目（三期）验收，验收内容为烟台路院区 1 台 PET-MR、1 台医用电子加速器。

8.2 现场监测结果

验收监测期间，非工作状态下，烟台路院区核医学科 PET-MR 及周边敏感目标环境 γ 辐射空气吸收剂量率为（41.2~147）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，烟台路院区核医学科 PET-MR 环境 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果最大值为 492nSv/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 μ Sv/h 的要求。

验收监测期间，烟台路院区核医学科 PET-MR 诊断区控制区表面污染监测结果最大值为 0.29Bq/cm²，监督区表面污染监测结果最大值为 0.10Bq/cm²，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，非工作状态下，烟台路院区医用电子加速器 5 机房周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率为（68.2~108）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，烟台路院区医用电子加速器 5 机房环境 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果最大值为 139nSv/h，低于环评批复、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）周围剂量当量率应不大于 2.5 μ Sv/h 的要求。

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 1.52mSv/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。

加速器工作人员身体年有效剂量 0.14mSv/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《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）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。

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 2.0×10^{-3} 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 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。

8.4 现场检查结果

PET-MR 机房由机房、控制区、设备间等组成。工作场所布局、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、急停按钮）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。

医用电子加速器由机房、控制室组成。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、门机联锁、对讲和视频监控、通风、急停按钮）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》、《放疗区放射事故应急预案》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）核医学工作场所及医用电子加速器应用项目（三期）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}Lu 、 ^{225}Ac 、 ^{227}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省肿瘤防治研究院核医学工作场所及医用电子加速器应用项目环境影响报告表的批复

济环辐表审（2019）31号

山东省肿瘤防治研究院：

你单位《核医学工作场所及医用电子加速器应用项目环境影响报告表》收悉。经审查，批复如下：

一、山东省肿瘤防治研究院核医学工作场所及医用电子加速器应用项目位于济南市槐荫区京台高速以西，烟台路延长线以北，项目主要建设内容为拟在技术创新与临床转化平台项目医院医疗综合楼地下一层设置核医学工作场所一座，拟购置1台PET-CT设备、1台PET-MR设备、1台SPECT-CT设备，开展SPECT-CT、PET-CT（MR）诊断，使用核素 ^{99m}Tc 、 ^{18}F ，贮存 ^{99}Mo ，日等效最大操作量 $9.435 \times 10^7 \text{Bq}$ ，属乙级非密封放射性物质工作场所；同时建设4座医用电子加速器机房，使用4台医用电子加速器（属II类射线装置）开展放射治疗。根据相关法律法规规定、环境影响评价结论和济南市环境影响评价技术审查中心

《关于山东省肿瘤防治研究院核医学工作场所及医用电子加速器应用项目环境影响报告表技术审查意见》（济环辐技审表（2019）31号），同意该项目建设。

二、项目要严格落实环境影响报告表提出的各项辐射安全与防护措施，并重点做好以下工作。

（一）做好辐射工作场所的环境安全防护工作。

1. 核医学工作场所四周墙体采用实心砖墙及防护复合板，顶棚及地板采用混凝土；防护门采用内衬铅板；观察窗采用铅玻璃观察窗，注射窗采用铅玻璃注射窗，满足核医学工作场所外考察点 γ 空气吸收剂量率低于 $2.5 \mu\text{Gy/h}$ 的剂量率目标控制值。PET诊断场区分装储源室、SPECT诊断场区分装储源室内均设1个通风橱，通风橱配有机械排风装置，在半开的条件下，风速不低于 1.0m/s 。四座加速器机房均采用混凝土实体屏蔽措施；防护门采用 15mm 铅板和 150mm 含硼 10% 的聚乙烯复合门结构；机房均设置通风系统，通风换气次数 4次/小时 以上，满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）。

2. 核医学工作场所控制区边界设置电离辐射警告标志，场所内设门禁系统；分装储源间设置双人双锁，并设置红外监控设施等安全与防护措施。加速器机房安装电离辐射警告标志、工作状态指示灯、电视监视系统、双向对讲设备、激光定位系统、防护门门机联锁装置、急停开关等安全与防护措施。工作人员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。

（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，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。

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. 定期开展辐射工作人员培训工作，分别建立工作场所、辐射装置辐射工作人员培训档案，建立辐射工作人员个人剂量档案，辐射工作人员须持证上岗。

5. 严格落实辐射安全管理责任制以及放射性同位素和射线装置使用登记制度、操作规程、辐射防护和安全保卫制度等。

（三）固体废物的处置。医院设置放射性固废衰变箱，场所产生的固体废物在衰变箱停留衰变达到解控水平后按一般医疗废物处置；特殊情况下残留核素随同发生器或铅罐一并由供源单位回收。产生的废靶件属于放射性废物，需交由具有放射性废物处置资质的单位进行处置。

三、项目建成后，按规定开展建设项目竣工环境保护验收工作，向社会公开验收报告，经验收合格后方可投入使用，将验收报告及公开情况报济南市生态环境局槐荫分局，并接受各级环保部门的监督检查。

四、济南市生态环境局槐荫分局做好该项目的日常监督管理，市生态环境保护综合行政执法支队做好抽查工作。

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：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

附件 3：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	刘森	FS20SD0200203
2	马国帅	FS22SD0300038
3	楚志翔	FS20SD0200150
4	王炎	FS23SD0300011
5	卞传彬	FS22SD0300201
6	孙枫溟	FS21SD0300354
7	李鹏飞	FS23SD0300008
8	吴仕章	FS21SD0200236
9	吴庆伟	FS23SD0300045
10	李澄明	FS21SD0200458
11	王金玉	FS21SD0200253
12	孔祥宾	FS20SD0200156
13	张辉	FS21SD0300027
14	李成强	FS21SD0200302
15	陶城	FS21SD0200301
16	刘婷婷	FS23SD0300152
17	王云刚	FS20SD0200154
18	马雯雯	FS23SD0300140
19	冯允建	FS22SD0300024
20	白瞳	FS21SD0200250
21	王晓慧	FS23SD0300010
22	陈进琥	FS21SD0200278
23	钟金芝	FS21SD0300012
24	朱健	FS21SD0200264
25	李冉冉	FS23SD0300332
26	周振红	FS23SD0300058
27	刘学萍	FS21SD0300009

28	霍宗伟	FS23SD0300005
29	孙晓蓉	FS23SD0300017
30	张鹏	FS23SD0300331
31	李国梁	FS23SD0300220

附件 4：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—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	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+1 1		
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+1 1		
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				数量/台(套)	装置名称	规格型号	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				产品序列号	生产厂家	申请单位	监管部门	
	拟定位机房	拟定位装置	类									
33	骨科骨密度测定室	医用诊断X射线装置	III类	使用	1	骨密度仪	EXA-3000	AB1EB1606047	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	C型臂X光机	Ziehm solo	51549	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	SPECT-CT	Discovery NM/CT 670	PROX27217	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	SPECT-CT	NM/CT 870 DR	10	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	SPECT-CT	NM/CT 870 DR	NT3DG2200012BH	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	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 5：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 6：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 7：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工作；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。

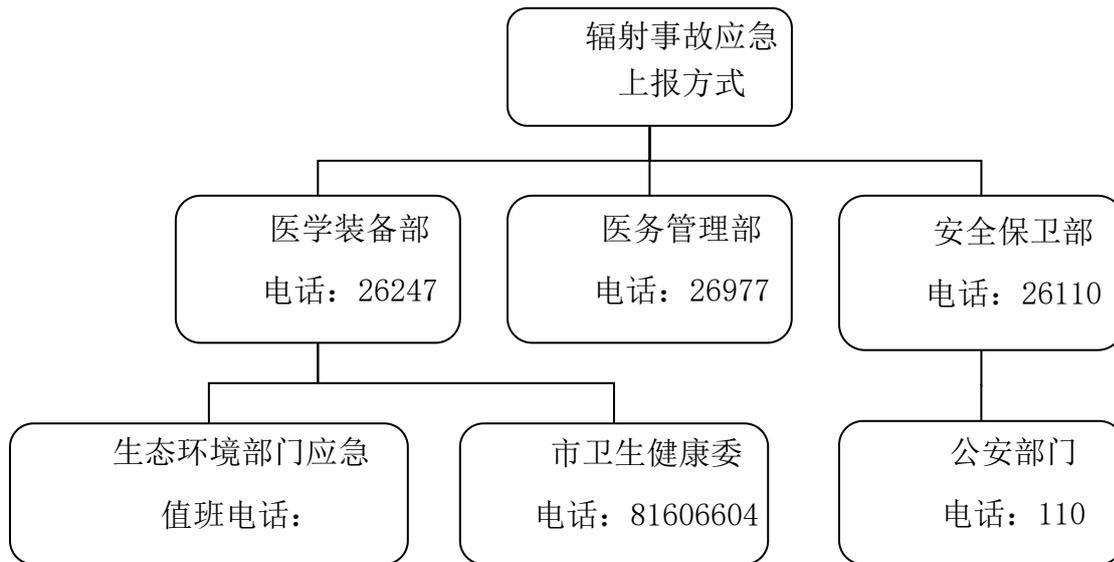
护理管理部：负责辐射辐射事故受伤或受照人员抢救中的护理工作。

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 μ 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 8：应急演练

山东省肿瘤医院放射物理技术科放射治疗区 放射事故应急演练

一、演练目的

为规范、强化相关人员应对突发放射事故的应急处理能力，将可能发生的放射事故损失降到最低，最大限度的保障工作人员与公众的安全，做到放射事故早发现、速报告、快处理，提高相关人员的快速反应能力，放射物理技术室根据依据《职业病防护法》《放射诊疗管理规定》、《放射事故管理规定》、《放射事故应急处理预案》等相关法律法规，制定放射物理技术室放射事故应急演练方案。

二、事件设定

2024 年 8 月 20 日 9: 00，第一放射治疗区机房，张凯、李露两名技师在为胸部放疗四病区患者张 * * 实施放疗过程中，发现机房防护门未关闭机器就可出束，判断为加速器门连锁失灵未停止出束，发生放射事故。

三、时间、地点及参演人员

演练地点:放射物理技术科第一放射治疗区

演练时间:2024 年 8 月 20 日 9: 00。

演练科目:放射事故应急演练。

参演人员:放疗区职工。

五、演练流程:

1、9:00 技师张凯发现机房防护门未关闭，加速器就可正常出束，经与技师李露共同判断为加速器防护门连锁失灵，导致机器误出束发生

放射事故。

2、9:01 技师张凯迅速按下停止出束键，此时加速器停止出束

3、9:02 技师李露迅速穿上放射防护服，进入机房，冲到患者张**身旁，口头告知加速器现在出现故障，需要立即离开机房，同时迅速解除患者的体位固定装置，协助患者下床，并快速撤离，并记录病人照射剂量。

4、9:03 技师张凯电话通知李需组长，李需到达现场后，立即指示技师李露、张凯迅速协助患者及家属撤离，并做好病人的解释工作。

5、9:04 李需立即把突发状况报告给尹勇主任和瓦里安工程师，尹勇主任迅速到达现场，并做了相关部署，然后把放射事故详细情况上报给医院相关部门。

6、9:07 工程师赶赴现场，检查加速器防护门的运行情况。瓦里安工程师经过检测发现，判断防护门其中一个继电器因老化损坏导致门连锁失灵，引发加速器误出束。

7、经瓦里安工程师检修，9:20 机房防护门已经能够正常运转，未再出现连锁失灵，保护功能已经恢复，并将相关故障报告给瓦里安公司维修部做好统计。

8、医院放射性事故应急处理领导小组成员及相关人员召开会议对本次事故进行分析、总结，并填报《辐射事故初始报告表》、《放射卫生事件报告卡》。

12、9:25 第一放射治疗区工作人员接瓦里安工程师通知，加速器经检

测可以正常运行，模拟两位患者治疗后，射线出束正常，无连锁报警现象，可以正常进行患者放疗。

13、9：30 经医院突发性核辐射与射线诊疗事故领导小组讨论，恢复第一放射治疗区工作，并发布通知。

六. 演练总结：

1. 部分技术员遇到突发情况手忙脚乱，对应急程序掌握不熟练。工程师缺乏经验没有定期保养维护机器及其相关部件
2. 通过演练可以看出各部门之间的协调能力还有待提高，部分技术员对待演练态度不认真，以后要增加演练频次让每个技术员熟练掌握演练流程和操作，督促工程师定期检修机器防止事故的发生。

放射物理技术科

2024.8.20





签字表

刘德贵	张仲伟	陈培福	郭
冷平	王春香	杨涛	王星
魏文强	吴克亮	白皓天	杨
高	梅	姜	李
董	曹	灯	王
张	张	张	王
李	孙	刘	李

附件 9：一人一档示例

辐射工作人员个人剂量档案表

姓名	刘树婷	性别	女	照片	
出生年月	1984年10月	政治面貌	中共党员	职务职称	主管药师
参加工作时间	2009年9月	档案号		手机号码	1388709138
部门、岗位	核医学科	身份证号	3153198410090241	固定电话	831-6762899
毕业院校及专业	皖南医学院				

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	刘树婷		刘树婷
2	2020.2.24-2020.5.20	0.02	刘树婷		刘树婷
3	2020.5.20-2020.8.14	0.02	刘树婷	0.08	刘树婷
4	2020.8.15-2020.11.6	0.02	刘树婷		刘树婷
5	2020.11.6-2021.1.1	0.02	刘树婷		刘树婷
6	2021.1.1-2021.4.20	0.06	刘树婷		刘树婷
7	2021.4.21-2021.7.20	0.02	刘树婷		刘树婷
8	2021.7.21-2021.10.20	0.02	刘树婷	0.14	刘树婷
9	2021.10.21-2022.1.17	0.02	刘树婷		刘树婷
10	2022.1.18-2022.4.15	0.02	刘树婷		刘树婷
11	2022.4.16-7.12	0.10	刘树婷		刘树婷
12	2022.7.13-2022.10.7	0.02	刘树婷		刘树婷
13	2022.10.8-2023.1.3	0.02	刘树婷	0.12	刘树婷
14	2023.1.4-2023.3.31	0.02	刘树婷		刘树婷
15	2023.4.1-2023.6.6	0.04	刘树婷		刘树婷
16	2023.6.7-2023.9.9	0.15	刘树婷		刘树婷
17	2023.9.10-2023.12.19	0.02	刘树婷	0.17	刘树婷
18	2023.12.20-2024.3.19	0.02	刘树婷		刘树婷
19	2024.3.20-2024.6.6	0.06	刘树婷	0.23	刘树婷

辐射工作人员个人剂量档案表

姓名	张树芳	性别	男	照片	
出生年月	1998.10	政治面貌	共青团员	职务职称	技师
参加工作时间	2019.07	档案号		手机号码	18615624488
部门、岗位	核医学科	身份证号	31052119981028131X	固定电话	
毕业院校及专业	安徽科技学院				

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	张树芳		张树芳
2	2020.2.24-2020.5.20	0.02	张树芳	0.13	张树芳
3	2020.5.20-2020.8.14	0.02	张树芳		张树芳
4	2020.8.15-2020.11.6	0.07	张树芳		张树芳
5	2020.11.6-2021.1.1	0.1	张树芳		张树芳
6	2021.1.1-2021.4.20	0.16	张树芳	0.4	张树芳
7	2021.4.21-2021.7.20	0.03	张树芳		张树芳
8	2021.7.21-2021.10.20	0.05	张树芳	0.44	张树芳
9	2021.10.21-2022.1.17	0.05	张树芳		张树芳
10	2022.1.18-2022.4.15	0.04	张树芳		张树芳
11	2022.4.16-7.12	0.04	张树芳		张树芳
12	2022.7.13-2022.10.7	0.02	张树芳		张树芳
13	2022.10.8-2023.1.3	0.02	张树芳	0.02	张树芳
14	2023.1.4-2023.3.31	0.02	张树芳		张树芳
15	2023.4.1-2023.6.6	0.14	张树芳		张树芳
16	2023.6.7-2023.9.9	0.02	张树芳	0.16	张树芳
17	2023.9.10-2023.12.19	0.02	张树芳		张树芳
18	2023.12.20-2024.3.19	0.22	张树芳	0.38	张树芳
19	2024.3.20-2024.6.6	0.04	张树芳	0.42	张树芳

附件 10：部分相关规章制度

10.1 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。

10.3 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。

10.4 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 γ 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 γ 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。

10.5 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。

10.6 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。

10.7 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- γ 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- γ 剂量率和表面污染沾污仪；其余介入和诊断场所应配备 X- γ 剂量率等。

（二）各科室应每月对各工作场所周围 X- γ 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。

10.8 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。

10.9 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。

10.10 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。在监督区人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。

10.11 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、享受国务院政府津贴、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

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

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

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、 β	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、 β	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、 γ	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、 β	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、 β	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、 β	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、 β	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、 β	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、 β	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、 β	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、 β	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、 β	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、 β	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、 β	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、 γ	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、二期验收意见

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）医用电子加速器应用项目（一期）

竣工环境保护验收意见

2021 年 7 月 27 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）在济南组织召开医用电子加速器应用项目（一期）竣工环保验收工作组会议。参加会议的单位有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），验收单位山东博瑞达环保科技有限公司，并邀请三位专家，组成验收工作组（名单附后）。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）根据山东博瑞达环保科技有限公司编制的《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）医用电子加速器应用项目（一期）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》，严格依照国家相关法律法规、建设项目竣工环境保护验收技术指南、本项目环境影响评价报告和审批部门审批意见等要求对本项目进行验收，验收工作组经现场勘察、查阅资料并认真讨论，提出意见如下：

一、工程建设基本情况

项目位于济南市槐荫区京台高速以西，烟台路延长线以北技术创新与临床转化平台项目（现命名为：山东省质子中心）医疗综合楼地下一层。

2019 年 6 月 27 日济南市生态环境局以济环辐表审[2019]31 号批复了《山东省肿瘤防治研究院核医学工作场所及医用电子加速器应用

项目环境影响报告表》。项目环评建设规模为核医学工作场所及 4 台直线加速器，本次验收规模为 3 台直线加速器，属 II 类射线装置。

2021 年 5 月 11 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）延续了山东省生态环境厅颁发的辐射安全许可证，证书编号为：鲁环辐证〔01066〕，种类和范围为“使用 I 类、III 类、V 类放射源，使用 II 类、III 类射线装置，使用非密封放射性物质，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。

二、项目变动情况

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、建设规模符合环评报告和批复内容要求。

三、环境保护设施及措施落实情况

本项目放疗科新上 3 台医用电子加速器（直加治疗室 1 室 Varian Halcyon 型 1 台、直加治疗室 2 室 Varian Vitalbeam 型 1 台和直加治疗室 3 室 Varian Truebeam 型 1 台），加速器放疗工作场所位于医疗综合楼负一层东南角，辐射工作场所分布相对集中，布局合理，划分了控制区与监督区，实行分区管理。

3 个加速器机房东墙、西墙的主屏蔽墙混凝土厚度为 3100mm，副屏蔽墙混凝土厚度为 1700mm；北墙（“L”型迷路）迷路内墙混凝土厚度为 1400-2190mm，迷路外墙混凝土厚度为 1000-1900mm；南墙为 1700mm 混凝土+土层；室顶主屏蔽墙（外凸）混凝土厚度为 3100mm，副屏蔽墙混凝土厚度为 1700mm；迷道入口设计为电动平开防护门，加速器机房防护门为 15mm 铅板和 150mm 含硼 10%的聚乙烯复合门。加速器等中心位于机房内中间位置，1 号机房等中心距东墙主屏蔽和西墙主屏蔽均为 3.2m，2 号、3 号机房等中心距东墙主屏蔽和西墙主

屏蔽均为 3.55m，距迷道内墙为 4.35m，距南墙为 3.65m，距地面 1.295m。

3 座加速器机房内均设置通风系统，每个加速器机房设四个进风口和一个排风口。进风口均位于机房室顶四角位置，室内通风口满足“高进低出、对角设置”的要求，各机房通风次数 4~5 次/h。

机房内治疗床、机架、屏蔽墙、控制台均设置紧急停机按钮。机房和控制室之间已安装监控和对讲设备。防护门均已安装门机联锁装置、工作状态指示灯及电离辐射警告标志。该医院为各辐射工作场所配备了便携式个人剂量报警仪、固定式射线报警仪及 X- γ 巡测仪等监测设备。

四、辐射安全管理情况

1. 成立了放射防护管理领导小组，签订了辐射工作安全责任书；制定了《放射防护安全巡检制度》、《放射诊疗工作场所辐射防护安全管理制度》、《放射防护领导小组工作制度》、《放射性同位素（射线装置）使用管理制度》、《安全防护设施定期检查维护制度》、《加速器室工作制度》、《放射工作人员个人剂量管理制度》、《放射诊疗工作场所辐射防护安全管理制度》、《直线加速器操作规程》等辐射防护管理制度和操作规程，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；编制了 2020 年度山东省肿瘤防治研究院评估报告并上报。

2. 本项目辐射工作人员，均取得初级辐射防护与安全培训合格证书；已委托有资质技术服务机构进行了个人剂量监测，并建立了个人剂量档案，做到了一人一档。

五、工程建设对环境的影响

经现场监测，非工作状态下，Varian Halcyon 型直线加速器机房周围 X- γ 辐射剂量率范围为（57.1~88.0）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，Varian Halcyon 型直线加速器机房周围 X- γ 辐射剂量率范围为（50.8~105）nSv/h，满足环评采用的目标值不超过 2.5 μ Sv/h 的限值要求。

非工作状态下，Varian Truebeam 型直线加速器机房周围 X- γ 辐射剂量率范围为（65.4~99.4）nSv/h，处于济南市环境天然辐射水平的正常范围内。工作状态下，Varian Truebeam 型直线加速器机房周围 X- γ 辐射剂量率范围为（56.4~106）nSv/h，满足环评采用的目标值不超过 2.5 μ Sv/h 的限值要求。

非工作状态下，Varian Vitalbeam 型直线加速器机房周围 X- γ 辐射剂量率范围为（52.6~96.4）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，Varian Vitalbeam 型直线加速器机房周围 X- γ 辐射剂量率范围为（49.0~92.1）nSv/h，满足环评采用的目标值不超过 2.5 μ Sv/h 的限值要求。

根据验收监测结果估算得知，医用电子加速器工作场所辐射工作人员年辐射剂量最大为 0.113mSv/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，也低于环评中提出的 5.0mSv/a 的管理约束限值。

根据本次验收监测结果估算得知，公众人员年辐射剂量为

0.018mSv/a，低于环评中提出的公众年剂量 0.25mSv/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

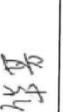
- 1、进一步健全辐射安全管理档案；
- 2、进一步完善辐射安全与防护措施，确保其安全有效。

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）

2021年7月27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）
医用电子加速器应用项目（一期）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	刘娟娟	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）	正高	
		朱健		研究员	
		王云刚		主管技师	
成员	专业技术专家	华芳	山东省核与辐射安全监测中心	研究员	
		王敏	济南市环境影响评价技术审查中心	高工	
		张爱真	山东省立医院	副主任技师	
	报告编制单位	李文艳	山东博瑞达环保科技有限公司	工程师	

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) 核医学工作场所应用项目（二期） 竣工环境保护验收意见

2022年3月22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）在济南市组织召开了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）核医学工作场所应用项目（二期）竣工环境保护验收工作组会议。参加会议的单位有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）、验收单位山东博瑞达环保科技有限公司，并邀请三位专业技术专家，成立了验收工作组(名单附后)。会上，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）汇报了本项目的建设及管理情况，山东博瑞达环保科技有限公司汇报了项目竣工环境保护验收监测报告，经现场检查，审阅资料和认真讨论，形成验收工作组意见如下：

一、工程建设基本情况

项目位于济南市槐荫区京台高速以西，烟台路延长线以北技术创新与临床转化平台项目医院医疗综合楼地下一层，建设规模为核医学工作场所一座，设置1台PET-CT设备、1台SPECT-CT设备，使用核素 ^{18}F 开展PET-CT诊断，使用核素 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 开展SPECT-CT诊断。涉及 ^{18}F （日等效最大操作量 $2.775 \times 10^7\text{Bq}$ ）、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ （日等效最大操作量 $2.96 \times 10^7\text{Bq}$ ）、 ^{99}Mo （日等效最大操作量 $3.7 \times 10^7\text{Bq}$ ）。本次验收规模与环评规模一致。

2019年6月27日，济南市生态环境局以济环辐表审[2019]31号批复了《山东省肿瘤防治研究院核医学工作场所及医用电子加速器应用项目环境影响报告表》，医院现持有山东省生态环境厅颁发的辐射安全许可证，鲁环辐证（01066），种类和范围为“使用I类、III类、V类放射源，使用II类、III类射线装置，使用非密封放射性物质，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。

二、项目变动情况

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、建设规模符合环评报告和批复内容要求。

三、环境保护设施及措施落实情况

1、辐射屏蔽情况

本项目工作场所包括 PET 诊断区及 SPECT 诊断区。PET 诊断区包括质检分包室、工作室（工作人员区）、注射室（患者区）、注射后候诊室（单人）、PET-CT 机房、抢救室、放射性废物储存室；SPECT 诊断区包括放射性药物储存室、给药室（工作人员区）、给药室（患者区）、注射后候诊区（多人）、留观室（单人）、运动负荷实验室（区）、SPECT-CT 机房、抢救室、放射性废物储存间。

PET 诊断区的质检分包室北墙为 370mm 实心砖，其余墙体为 200mm 实心砖，室顶为 180mm 混凝土+70mm 面层，地板为 120mm 混凝土+150mm 面层，防护门为 10mmPb，通风橱观察窗为 60mmPb。工作室（工作人员区）四周墙体为 200mm 实心砖，室顶为 180mm 混凝土+70mm 面层，地板为 120mm 混凝土+150mm 面层，防护门为 10mmPb，注射窗为 50mmPb。注射室（患者区）西墙南墙为 370mm 实心砖+10mmPb 防护复合板，其他为 200mm 实心砖，室顶为 180mm 混凝土+70mm 面层，地板为 120mm 混凝土+150mm 面层，防护门为 10mmPb。注射后第一候诊室东墙为 370mm 实心砖，注射后留观室西墙为 370mm 实心砖，注射后（第一、第二、第三）候诊室和留观室北墙均为 240mm 实心砖+10mmPb 防护复合板，其他墙均为 200mm 实心砖，室顶均为 180mm 混凝土+70mm 面层；地板均为 150mm 混凝土+400mm 面层，防护门均为 10mmPb。PET-CT 机房四周墙体为 370mm 的实心砖，室顶为 180mm 混凝土+70mm 面层；地板为 150mm 混凝土+400mm 面层，防护门为 10mmPb，观察窗为 25mmPb。抢救室东墙 370mm 实心砖，其他 240mm 实心砖，室顶为 180mm 混凝土+70mm 面层；地板为 150mm 混凝土+400mm 面层，防护门为 10mmPb。放射性废物储存室四周墙体均为 200mm 实心砖，室顶为 180mm 混凝土+70mm 面层；地板为

150mm 混凝土+400mm 面层，防护门为 10mmPb。

SPECT 诊断区的放射性药物储存间南、西墙为 240mm 实心砖，东、北墙为 240mm 实心砖，室顶为 180mm 混凝土+70mm 面层，地板为 120mm 混凝土+150mm 面层+1mmPb 防护复合板，防护门为 1mmPb，通风橱观察窗为 20mmPb。给药室（工作人员区）四周墙体为 240mm 实心砖，室顶为 180mm 混凝土+70mm 面层，地板为 120mm 混凝土+150mm 面层+1mmPb 防护复合板，防护门为 1mmPb，注射窗为 3mmPb。给药室（患者区）南墙 370mm 实心砖，其他 240mm 实心砖，室顶为 180mm 混凝土+70mm 面层，地板为 120mm 混凝土+150mm 面层+1mmPb 防护复合板，防护门为 1mmPb。注射后候诊区（多人）南墙为 400mm 实心砖，西墙为 240mm 实心砖，北墙为隔断，室顶均为 180mm 混凝土+70mm 面层；地板均为 150mm 混凝土+400mm 面层。留观室 1（单人）西、北墙为 370mm 实心砖，南墙为 240mm 实心砖、东墙为 400mm 实心砖，室顶均为 180mm 混凝土+70mm 面层；地板均为 150mm 混凝土+400mm 面层，防护门均为 1mmPb。留观室 2（单人）西、北墙为 370mm 实心砖，东、南墙为 240mm 实心砖，室顶均为 180mm 混凝土+70mm 面层；地板均为 150mm 混凝土+400mm 面层，防护门均为 1mmPb。SPECT-CT 机房四周墙体为 370mm 的实心砖，室顶为 180mm 混凝土+70mm 面层；地板为 150mm 混凝土+400mm 面层，防护门为 5mmPb，观察窗为 5mmPb。抢救室南墙为 370mm 实心砖，其他为 240mm 实心砖，室顶为 180mm 混凝土+70mm 面层；地板为 150mm 混凝土+400mm 面层，防护门为 3mmPb。放射性废物储存室四周墙体均为 240mm 实心砖，室顶为 180mm 混凝土+70mm 面层；地板为 150mm 混凝土+400mm 面层，防护门为 1mmPb。

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告标志，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

PET 机房和 SPECT 机房内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告标志。放射药物储存场

所设有监控装置。

医院配备了便携式 X- γ 辐射监测仪及表面污染检测仪，SPECT-CT 场所配备了铅当量为 0.5mmPb 的铅衣、铅手套、铅帽、铅眼镜、铅围巾等防护用品，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 PET 诊断场区质检分包室和 SPECT 诊断场区放射性药物储存室内各设置通风橱 1 个。通风橱设有独立通风管道，管道出口设置活性炭过滤装置，排气筒最终通至楼顶。

设有 1 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。衰变池建于医疗综合楼地下二层北部电梯西侧。放射性废水衰变系统由 1 个沉淀池和 2 个衰变池并联构成，放射性废水衰变系统总有效容积为 40m³，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。

四、辐射安全管理情况

1. 成立了辐射安全防护管理领导小组，签订了辐射工作安全责任书；制定了《放射性同位素（射线装置）使用管理制度》、《放射工作人员个人剂量管理制度》、《安全防护设施定期检查维护制度》、《核医学科工作制度》、《核医学科安全管理制度》、《核医学科放射防护制度》、《核医学科放射性药品管理制度》、《核医学科放射性废物处理制度》、《核医学工作人员个人防护与剂量监测规范》、《固体放射源专用储存保险箱使用管理制度》、《放射性仓库使用管理制度》等辐射防护管理制度和操作规程，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。提交了 2021 年年度评估报告。

2. 配备 35 名辐射工作人员，取得辐射防护与安全培训合格证书；已委托有资质技术服务机构进行了个人剂量监测，并建立了个人剂量档案。

五、验收监测结果

1. 验收监测期间，非工作状态下，PET-CT 和 SPETCT 机房周围环境 X- γ 空气吸收剂量率为（90.5~142）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，工作场所周围 X- γ 空气剂量率监测结果最大值为 582nSv/h，低于《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）所规定的标准限值。控制区表面污染监测结果最大值为 1.049Bq/cm²，监督区表面污染监测结果最大值为 0.521Bq/cm²，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 α 日均值为 0.035Bq/L，总 β 日均值为 1.4Bq/L，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）限值要求。

2. 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，也低于环评中提出的 5.0mSv/a 的管理约束限值。

经估算，公众人员年有效剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定 1mSv/a 的剂量限值，低于环评中提出的公众年剂量 0.25mSv/a 的管理要求，也低于《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中 0.1mSv/a 的要求。

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，验收监测结果基本满足要求，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

核医学工作场所合理设置导引标识。

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)

2022 年 3 月 22 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）
核医学工作场所应用项目（二期）竣工环境保护验收工作组名单

姓名	单位	职务/职称	签名	
组长		放射防护办公室正教授	刘娟娟	
成员	建设单位	刘治国	PET-CT 中心化学师	
		霍宗伟	核医学副主任医师	
		王敏	高工	
	专业技术专家	高峰	高工	高峰
		张爱真	副主任技师	张爱真
		李文艳	工程师	李文艳

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}Lu 、 ^{225}Ac 、 ^{227}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	γ辐射空气吸收剂量率、放射性表面污染、废水中总α和总β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γ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：β发射体（Eβmax>0.15MeV） 和α发射体 4. HJ 898-2017 水质 总α放射性的测定 厚源法 5. HJ 899-2017 水质 总β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 Lu、 ²²⁵ Ac、 ²²⁷ 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- γ 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 γ 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 μ Sv/h 能量响应：8keV~4.4MeV 相对响应之差 $<15\%$ （相对于 ^{137}Cs 参考 γ 辐射源） 使用环境温度：（-30~+55 $^{\circ}\text{C}$ ）温度依赖性 $<20\%$
	名称： α 、 β 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：170cm ² ；报警方式：声光报警
	名称：低本底 α β 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 α / β 交叉性能：3%的 α 进入 β 道，0.5%的 β 进入 α 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

点位编号	点位描述	β 表面污染 (Bq/cm ²)
M1	抢救室地面	0.21
M2	抢救室墙面	0.11
N1	¹⁷⁷ Lu 治疗区走廊地面	1.50
N2	¹⁷⁷ 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 α 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 γ 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 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 β 表面污染水平检测结果

点位编号	点位描述	β 表面污染检测结果（Bq/cm ² ）
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 α 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 γ 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 α 放射性 (Bq/L)	总 β 放射性 (Bq/L)
1	¹³¹ 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

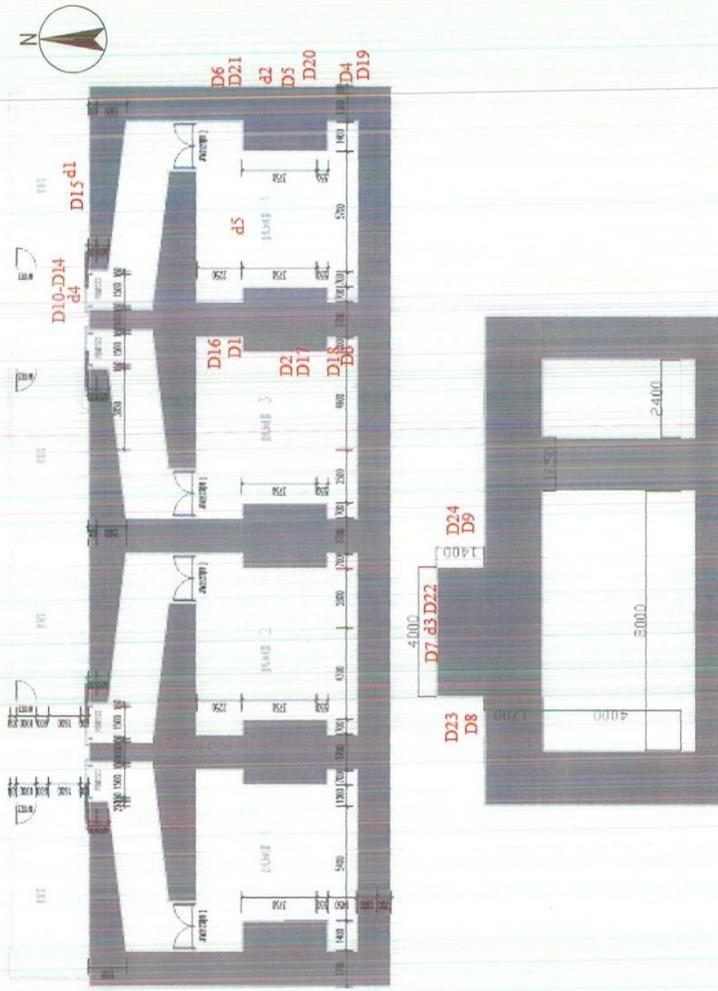
本页以下空白。

报告编号：鲁环辐检（2025）WT-0304号



附图 4 烟台路院区核医学工作场所 PET-MR 环境 γ 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 γ 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（2022）WT-0307号



YS-12004-04

检测报告

鲁环辐检（2022）WT-0307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）
项目名称： 核医学工作场所及医用电子加速器应用
项目
报告日期： 2022年3月18日

山东鲁环检测科技有限公司

（检测专用章）

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)		
检测地点	济南市槐荫区京台高速以西, 烟台延长线以北		
联系人	刘娟娟	联系方式	13505409537
委托日期	2022年3月11日	检测日期	2022年3月17日
检测项目	γ 辐射空气吸收剂量率 α、β 表面污染		
环境条件	天气: 阴 温度: 3℃ 湿度: 56-58%		
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 γ 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: β 发射体 (E _{βmax} >0.15MeV) 和 α 发射体		
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所、山东省肿瘤医院) 核医学工作场所及医用电子加速器应用项目进行布点检测, 具体布点位置详见附图。		
检测结论	本报告仅提供检测数据, 结果不予评价。		
备注	/		

编制: 郭志远
日期: 2022.3.18

校核: 翟宇
日期: 2022.3.18

批准: 王宏伟
日期: 2022.3.18



检 测 报 告

主要检测 仪器设备	<p>名称：环境监测 X-γ 辐射空气吸收剂量率仪 型号：FH40G+FH2672E-10 编号：031576+11309 检定单位：山东省计量科学研究院 检定证书编号：Y16-20210491 有效期至：2022年4月13日 环境 γ 剂量率测量系统主机（FH40G） 量程范围：10nSv/h~1Sv/h 能量响应：36KeV~1.3MeV，变化的限值为±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（FH2672E-10）： 量程范围：1nSv/h~100 μSv/h 能量响应：8keV~4.4MeV 相对响应之差<15%（相对于 137Cs 参考 γ 辐射源） 使用环境温度：（-30~+55℃）温度依赖性<20%</p>																																																					
	<p>称：α、β 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：DLhd2021-13225 有效期至：2022年09月06日 探测器类型：ZnS 涂层、薄膜塑料闪烁体探测器 探测器尺寸：170cm²；报警方式：声光报警 表面活度响应（R）：$R_{\alpha}=38.15(s^{-1} \cdot Bq^{-1} \cdot cm^2)$（对 Am-241） $R_{\beta}=68.51(s^{-1} \cdot Bq^{-1} \cdot cm^2)$（对 Tl-204） 单位：cps、Bq 或 Bq/cm²，当外接剂量率探头时显示 nSv/h、μSv/h 或 mSv/h 本底：α：0.0cps；β：18cps 探测效率：（探测面积 100 cm²）</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>C-14</td><td>F-18</td><td>P-32</td><td>S-35</td><td>Cl-36</td><td>K-40</td><td>Co-57</td><td>Co-60</td></tr> <tr> <td>14%</td><td>18%</td><td>25%</td><td>12%</td><td>42%</td><td>30%</td><td>7%</td><td>23%</td></tr> <tr> <td>Sr-89</td><td>Sr-90/Y90</td><td>Tc-99m</td><td>In-111</td><td>I-123</td><td>I-125</td><td>I-131</td><td>Cs137</td></tr> <tr> <td>27%</td><td>42%</td><td>3%</td><td>8%</td><td>7%</td><td>12%</td><td>21%</td><td>35%</td></tr> <tr> <td>Au-198</td><td>Tl-204</td><td>Am-241 α</td><td>Pu-238 α</td><td>U-238 α</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>23%</td><td>43%</td><td>18%</td><td>18%</td><td>22%</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>							C-14	F-18	P-32	S-35	Cl-36	K-40	Co-57	Co-60	14%	18%	25%	12%	42%	30%	7%	23%	Sr-89	Sr-90/Y90	Tc-99m	In-111	I-123	I-125	I-131	Cs137	27%	42%	3%	8%	7%	12%	21%	35%	Au-198	Tl-204	Am-241 α	Pu-238 α	U-238 α				23%	43%	18%	18%	22%		
C-14	F-18	P-32	S-35	Cl-36	K-40	Co-57	Co-60																																															
14%	18%	25%	12%	42%	30%	7%	23%																																															
Sr-89	Sr-90/Y90	Tc-99m	In-111	I-123	I-125	I-131	Cs137																																															
27%	42%	3%	8%	7%	12%	21%	35%																																															
Au-198	Tl-204	Am-241 α	Pu-238 α	U-238 α																																																		
23%	43%	18%	18%	22%																																																		

报告编号：鲁环辐检（2022）WT-0307号

第4页共7页

点位编号	点位描述	X-γ 辐射剂量率 (nSv/h)		备注
		平均值	标准差	
A47	留观室西墙外 30cm 处	125	2.5	
A48	留观室北墙外 30cm 处	140	2.4	
A49	摆位时工作人员身体 ($\mu\text{Sv/h}$)	15.5	0.14	高病人 1m 处
A53	PET-CT 机房地板下方距地面 170 cm 处	133	2.4	病人扫描时
A52	PET-CT 机房屋顶上方距地面 100 cm 处	83.0	0.6	

注：1. 检测结果已扣除宇宙射线响应值；
2. 检测点位均距地面 1.0m。

表 2 核医学工作场所 SPECT 诊断区环境 X-γ 辐射空气吸收剂量率检测结果

点位编号	点位描述	X-γ 辐射剂量率 (nSv/h)		备注
		平均值	标准差	
B33	通风橱手孔处	363	3.1	测量活度时
B34	通风橱观察室外表面 30 cm 处	122	3.1	
B37	取药时手部 ($\mu\text{Sv/h}$)	5.92	0.02	药物剂量 21.6mCi
B38	取药时身体	787	5.3	
B39	留观室防护门外表面 30cm 处	121	2.2	室内一位病人
B40	留观室北墙外 30cm 处	109	2.3	
B41	留观室东墙外 30cm 处	91.6	0.8	
B42	分装储源间（放射性药物储存室）南墙外 30cm 处	94.9	0.4	测量活度时
B43	第二留观室防护门外表面 30cm 处	99.1	0.5	室内一位病人
B44	给药后候诊室（区）南墙外 30cm 处	138	3.0	4 位病人
B45	SPECT 机房上方	80.6	0.6	病人扫描状态
B46	SPECT 机房下方	121	1.9	
B47	摆位时工作人员身体 ($\mu\text{Sv/h}$)	4.99	0.03	高病人 1m 处

注：1. 检测结果已扣除宇宙射线响应值；
2. 检测点位均距地面 1.0m。

验收意见

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） 核医学工作场所及医用电子加速器应用项目（三期） 竣工环境保护验收意见

2024年3月28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及医用电子加速器应用项目（三期）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设施验收技术规范 核技术利用项目》（HJ1326-2023）、本项目环境影响报告表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

（一）建设地点、规模、主要建设内容

核医学工作场所及医用电子加速器应用项目（三期）位于山东省济南市槐荫区烟台路2999号医疗综合楼地下1层。

建设规模为1台PET-MR、1台6MV医用电子加速器。

主要建设内容：新建1座PET-MR机房和1座医用电子加速器机房，购置一台PET-MR和1台6MV医用电子加速器。

（二）建设过程及环保审批情况

《山东省肿瘤防治研究院核医学工作场所及医用电子加速器应用项目环境影响报告表》于2019年6月27日取得济南市生态环境局批复，批复文号为济环辐表审[2019]31号。

本项目从取得辐射安全许可证至调试过程中无环境投诉、违法或处罚记录等情况。

（三）投资情况

本次验收项目实际总投资1000万元，其中辐射安全与防护设施投资100万元，环保投资占比为10%。

二、辐射安全与防护设施建设情况

（一）辐射安全与防护设施建设情况

PET-MR机房四周墙体为370mm实心砖，室顶为180mm混凝土+70mm面层，地板

为 150mm 混凝土+400mm 面层，防护门铅当量为 10mmPb，机房及控制室之间设观察窗 1 个，防护当量为 25mmPb。机房防护门设有电离辐射警告标志、工作状态指示灯，设有急停按钮 6 个和对讲设备，机房防护门设计有闭门装置。设置放射性废气收集及处理系统。

医用电子加速器机房 5 东墙、西墙及室顶的主屏蔽墙为 3100mm 混凝土，次屏蔽墙为 1700mm 混凝土；南墙为 1700mm 混凝土+土层；北墙迷路内墙为 1400-2190mm 混凝土，迷路外墙为 1000-1900mm 混凝土。迷道入口防护门为电动平开防护门，加速器机房防护门为 15mm 铅板和 150mm 含硼 10%的聚乙烯复合门。加速器机房防护门设有电离辐射警告标志、工作状态指示灯，加速器机房内、机房防护门外设置电视监视系统，机房和控制室之间安装双向对讲设备，机房内墙壁、迷路内及控制室内设置急停开关，机房防护门与加速器门机联锁，防护门内墙上设置手动开关装置，加速器机房防护门设置红外线感应防撞装置。设置通风系统，通风满足要求。

将 PET-MR 机房划为控制区，与墙壁外部相邻的操作区域划为监督区；加速器机房四周墙壁围成的区域及迷路划为控制区，与墙壁外部相邻、人员可到达区域划为监督区；并在控制区边界设置电离辐射警告标志。

配有便携式辐射监测仪、表面污染检测仪、个人剂量报警仪，固定式辐射报警仪，每人配备个人剂量计。

（二）辐射安全与防护设施和其他管理要求落实情况

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》、《放疗区放射事故应急预案》等工作制度及辐射安全管理制度。

编制并修订了《辐射事故(放射事件)应急预案》，并于 2024 年 8 月 20 日组织开展了放射治疗区（加速器）放射事故应急演练。已提交 2024 年年度评估报告。

PET-MR 工作由医院 PET-CT 室现有工作人员负责，加速器由放射物理技术科现有工

作人员负责。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。辐射工作人员均佩戴了个人剂量计，已委托有资质机构进行个人剂量检测，并建立了个人剂量档案，做到一人一档。

三、工程变动情况

医用电子加速器由 10MV 变为 6MV，防护设施未发生变化，其它建设内容与环评批复一致。

四、工程建设对环境的影响

验收监测结果表明：

（一）辐射工作场所环境辐射水平

验收监测期间，非工作状态下，烟台路院区核医学科 PET-MR 及周边敏感目标环境 γ 辐射空气吸收剂量率为（41.2~147）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，烟台路院区核医学科 PET-MR 环境 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果最大值为 492nSv/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 μ Sv/h 的要求。

验收监测期间，烟台路院区核医学科 PET-MR 诊断区控制区表面污染监测结果最大值为 0.29Bq/cm²，监督区表面污染监测结果最大值为 0.10Bq/cm²，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，非工作状态下，烟台路院区医用电子加速器 5 机房周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率为（68.2~108）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，烟台路院区医用电子加速器 5 机房环境 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果最大值为 139nSv/h，低于环评批复、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）周围剂量当量率应不大于 2.5 μ Sv/h 的要求。

（二）个人剂量

根据验收监测结果估算，本项目所致辐射工作人员和公众的年有效剂量分别满足 5.0mSv/a 和 0.1mSv/a 的剂量约束值要求。

五、验收结论

核医学工作场所及医用电子加速器应用项目（三期）认真履行了本项目的环境保护审批和许可手续，落实了环评文件及批复的要求，严格执行了环境保护“三同时”制度，

相关的验收文档资料齐全，辐射安全与防护设施运行有效，对环境的影响符合相关标准要求。

综上所述，验收组一致同意核医学工作场所及医用电子加速器应用项目（三期）（济环辐表审[2019]31号）通过竣工环境保护设施验收。

六、后续要求

定期检查辐射安全防护设施的有效性，加强人员培训及应急演练。

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3月28日

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	核医学工作场所及医用电子加速器应用项目（三期）			项目代码		建设地点	山东省济南市槐荫区烟台路 2999 号医疗综合楼地下 1 层					
	行业类别	综合医院			建设性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改扩建 <input type="checkbox"/> 技术改造							
	设计生产能力	1 台 PET-MR、1 台医用电子加速器			实际生产能力	1 台 PET-MR、1 台医用电子加速器		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）	1000			环保投资总概算（万元）	100		所占比例（%）	10				
	实际总投资	1000			实际环保投资（万元）	100		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）	本期工程核定排放总量（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

