

核医学工作场所改建项目 竣工环境保护验收监测报告表

建设单位：昌乐县人民医院

编制单位：山东丹波尔环境科技有限公司

2026 年 6 月

建设单位法人代表: (签字)

编制单位法人代表: (签字)

项 目 负 责 人: (签字)

填 表 人: (签字)

建设单位: 昌乐县人民医院 (盖章)

电话: 13356762599

传真:

邮编: 262400

地址: 潍坊市昌乐县利民街 278 号

编制单位: 山东丹波尔环境科技有限公司 (盖章)

电话: 18654528037

传真:

邮编: 250004

地址: 济南市市中区祥泰广场 1-1303

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 项目建设情况	8
表 3 辐射安全与防护设施/措施	23
表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批决定	32
表 5 验收监测质量保证及质量控制	38
表 6 验收监测内容	42
表 7 验收监测	45
表 8 验收监测结论	54

附图

附图 1 本项目地理位置示意图	57
附图 2 项目周边环境关系影像图	58
附图 3 医院本部院区总平面布置图	59
附图 4 6 号楼一楼平面布置示意图	60
附图 5 6 号楼二楼平面布置示意图	61
附图 6 核医学工作场所通风系统布置图	62
附图 7 核医学工作场所放射性废水输送管道路径布置图	63

附件

附件一 委托书	64
附件二 环评批复	65
附件三 辐射安全许可证	67
附件四 本项目验收检测报告	79
建设项目竣工环境保护“三同时”验收登记表	95

表 1 项目基本情况

建设项目名称		核医学工作场所改建项目			
建设单位名称		昌乐县人民医院			
项目性质		☐ 新建 ☒ 改建 ☐ 扩建			
建设地点		潍坊市昌乐县利民街 278 号，昌乐县人民医院本部院区 6 号楼一楼			
源项	放射源		/		
	非密封放射性物质		^{99m} Tc、 ¹⁸ F		
	射线装置		/		
建设项目环评批复时间		2025 年 4 月 16 日	开工建设时间		2025 年 4 月
取得辐射安全许可证时间		2025 年 10 月 21 日	项目投入运行时间		2025 年 10 月
辐射安全与防护设施投入运行时间		2025 年 10 月	验收现场监测时间		2026 年 3 月 24 日
环评报告表审批部门		潍坊市生态环境局昌乐分局	环评报告表编制单位		山东丹波尔环境科技有限公司
辐射安全与防护设施设计单位		青岛青盾医疗科技有限公司	辐射安全与防护设施施工单位		青岛青盾医疗科技有限公司
投资总概算	260 万元	辐射安全与防护设施投资总概算	200 万元	比例	76.9%
实际总概算	260 万元	辐射安全与防护设施实际总概算	231 万元	比例	88.8%
验收依据	一、法律、法规 1. 《中华人民共和国环境保护法》，中华人民共和国主席令第 9 号，2015 年 1 月 1 日施行； 2. 《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国主席令第 6 号公布，2003 年 10 月 1 日施行；				

	3. 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号公布，2017 年 6 月 21 日修订，2017 年 10 月 1 日施行； 4. 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第 449 号，2014 年 7 月 9 日第一次修订，2019 年 3 月 2 日第二次修订并施行； 5. 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，国家环境保护总局令第 31 号，2008 年 11 月 21 日第一次修订，2017 年 12 月 12 日第二次修订，2019 年 8 月 22 日第三次修订，2021 年 1 月 4 日第四次修订并施行； 6. 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第 18 号，2011 年 4 月 18 日公布，2011 年 5 月 1 日施行； 7. 《关于发布<射线装置分类>的公告》，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日施行； 8. 关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告，环境保护部国环规环评[2017]4 号，2017 年 11 月 20 日施行； 9. 《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公告第 37 号，2014 年 5 月 1 日施行； 10. 关于印发《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》的通知，生态环境部办公厅，环办辐射函（2025）313 号，2025 年 8 月 29 日印发。 二、技术规范 1. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； 2. 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）； 3. 《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）； 4. 《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）； 5. 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）； 6. 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）； 7. 《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）。 三、环境影响报告表及其审批部门审批决定 1. 《昌乐县人民医院核医学工作场所改建项目环境影响报告表，山东丹波尔环境科技有限公司，2025 年 3 月； 2. 《昌乐县人民医院核医学工作场所改建项目环境影响报告表》审批意见，
--	--

	潍坊市生态环境局昌乐分局，乐环辐表审〔2025〕1号，2025年4月16日。 四、其他相关文件材料 1. 医院辐射安全许可证； 2. 医院辐射安全管理规章制度等支持性资料。																											
验收执行标准	一、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002） 1) 剂量限值 B1.1 职业照射 a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv； b) 任何一年中的有效剂量，50mSv； c) 四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。 B1.2 公众照射 ①公众照射剂量限值 a) 年有效剂量，1mSv； b) 特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。 2) 工作场所的放射性表面污染控制水平 职业人员体表、内衣、工作服以及工作场所的设备和地面等表面放射性污染的控制应遵循 GB18871-2002 附录 B 中表 B11 所规定的限制要求。 工作场所的表面污染控制水平如表 1-1 所列。 表 1-1 工作场所的放射性表面污染控制水平 （Bq/cm²） <table><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><tr><td rowspan="2">工作台、设备、 墙壁、地面</td><td>控制区¹⁾</td><td>4</td><td>4×10¹</td><td>4×10¹</td></tr><tr><td>监督区</td><td>4×10⁻¹</td><td>4</td><td>4</td></tr><tr><td rowspan="2">工作服、手套、 工作鞋</td><td>控制区</td><td rowspan="2">4×10⁻¹</td><td rowspan="2">4×10⁻¹</td><td rowspan="2">4</td></tr><tr><td>监督区</td></tr><tr><td colspan="2">手、皮肤、内衣、工作袜</td><td>4×10⁻²</td><td>4×10⁻²</td><td>4×10⁻¹</td></tr></table> 注：该区内的污染子区除外。 3) 非密封源工作场所的分级	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 ¹	4×10 ¹	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
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 ¹	4×10 ¹																								
	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																								

根据 GB18871-2002 附录 C 中对非密封源工作场所分级原则及计算方法规定如下：

①非密封源工作场所分级原则

表 1-2 非密封源工作场所的分级

级别	日等效最大操作量/Bq
甲	$>4 \times 10^9$
乙	$2 \times 10^7 \sim 4 \times 10^9$
丙	豁免活度值以上 $\sim 2 \times 10^7$

②放射性核素的日等效操作量的计算

$$\text{日等效操作量} = \frac{\text{实际日操作量} \times \text{核素毒性组别修正因子}}{\text{操作方式与放射源状态修正因子}}$$

放射性核素的日等效操作量等于放射性核素的实际日操作量（Bq）与该核素毒性组别修正因子的积除以与操作方式的修正因子所得的商。

放射性核素的日等效操作量等于放射性核素的实际日操作量（Bq）与该核素毒性组别修正因子的积除以与操作方式的修正因子所得的商。放射性核素的毒性组别修正因子及操作方式有关的修正因子分别见表 1-3 和表 1-4。

表 1-3 放射性核素毒性组别修正因子

毒性组别	毒性组别修正因子
极毒	10
高毒	1
中毒	0.1
低毒	0.01

表 1-4 操作方式与放射源状态修正因子

操作方式	放射源状态			
	表面污染水平 较低的固体	液体, 溶液, 悬浮液	表面有污 染的固体	气体, 蒸汽, 粉末, 压 力很高的液体, 固体
源的贮存	1000	100	10	1
很简单的操作	100	10	1	0.1
简单操作	10	1	0.1	0.01
特别危险的操作	1	0.1	0.01	0.001

二、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）

4.2 辐射工作场所分级

应按照 GB18871 的规定,将辐射工作场所按放射性核素日等效最大操量的大小分为甲级、乙级和丙级。核医学常用放射性核素的毒性与操作方式修正因子可参考附录 A。

表 1-5 核医学常用放射性核素毒性组别修正因子

毒性组别	常用核素名称	毒性组别修正因子
高毒	^{90}Sr	1
中毒	^{22}Na 、 ^{32}P 、 ^{63}Ni 、 ^{67}Ga 、 ^{89}Sr 、 ^{90}Y 、 ^{99}Mo 、 ^{111}In 、 ^{125}I 、 ^{131}I 、 ^{153}Sm	0.1
低毒	^3H 、 ^{11}C 、 ^{11}CO 、 $^{11}\text{CO}_2$ 、 ^{14}CO 、 $^{14}\text{CO}_2$ 、 ^{18}F 、 ^{51}Cr 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 $^{111\text{m}}\text{In}$ 、 ^{123}I 、 ^{127}Xe 、 ^{133}Xe 、 ^{201}Tl	0.01

表1-6 核医学常见放射性核素状态与操作方式修正因子

活动类型	核素及状态	操作方式界定	操作方式修正因子
发生器淋洗	母体（状态）	贮存	100
	子体（状态）	简单操作	1
医疗机构使用	^{18}F 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ （液态）	很简单操作	10
	^{125}I 籽源（固态）	很简单操作	100
放射性药品生产	分装、标记（液态）	简单操作	1
	分装、标记（固态）	简单操作	10
核素治疗	^{131}I （液态）	简单操作	1

4.4 剂量限值与剂量约束值

4.4.1 剂量限值

核医学工作人员职业照射剂量限值应符合 GB 18871 附录 B 中 B1.1 的相关规定,核医学实践使公众成员所受到的剂量照射限值应符合 GB 18871 附录 B 中 B1.2 的相关规定。

4.4.2 剂量约束值

4.4.2.1 一般情况下,职业照射的剂量约束值不超过 5mSv/a;

4.2.2.2 公众照射的剂量约束值不超过 0.1mSv/a。

4.4.3 放射性表面污染控制水平核医学工作场所的放射性表面污染控制水平按照 GB 18871 执行。

6 工作场所的辐射安全与防护

6.1 屏蔽要求

	6.1.5 距核医学工作场所各控制区内房间防护门、观察窗和墙壁外表面30cm处的周围剂量当量率应小于$2.5\mu\text{Sv/h}$,如屏蔽墙外的房间为人员偶尔居留的设备间等区域,其周围剂量当量率应小于$10\mu\text{Sv/h}$。 6.1.6 放射性药物合成和分装的箱体、通风柜、注射窗等设备应设有屏蔽结构,以保证设备外表面30cm处人员操作位的周围剂量当量率小于$2.5\mu\text{Sv/h}$,放射性药物合成和分装箱体非正对人员操作位表面的周围剂量当量率小于$25\mu\text{Sv/h}$。 6.1.7 固体放射性废物收集桶、曝露于地面致使人员可以接近的放射性废液收集罐体和管道应增加相应屏蔽措施,以保证其外表面30cm处的周围剂量当量率小于$2.5\mu\text{Sv/h}$。 7.2.3 固体放射性废物处理 7.2.3.1 固体放射性废物暂存时间满足下列要求的,经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平,α表面污染小于0.08Bq/cm^2、β表面污染小于0.8Bq/cm^2的,可对废物清洁解控并作为医疗废物处理: a) 所含核素半衰期小于24小时的放射性固体废物暂存时间超过30天; 7.2.3.2 不能解控的放射性固体废物应该按照放射性废物处理的相关规定予以收集、整备,并送交有资质的单位处理。放射性废物包装体外的表面剂量率应不超过0.1mSv/h,表面污染水平对β和γ发射体以及低毒性α发射体应小于4Bq/cm^2、其他α发射体应小于0.4Bq/cm^2。 7.3.3 放射性废液排放 7.3.3.1 对于槽式衰变池贮存方式: a) 所含核素半衰期小于24小时的放射性废液暂存时间超过30天后可直接解控排放; b) 所含核素半衰期大于24小时的放射性废液暂存时间超过10倍最长半衰期(含碘-131核素的暂存超过180天),监测结果经审管部门认可后,按照GB 18871中8.6.2规定方式进行排放。放射性废液总排放口总α不大于1Bq/L、总β不大于10Bq/L、碘-131的放射性活度浓度不大于10Bq/L。 7.4 气态放射性废物的管理 7.4.1 产生气态放射性废物的核医学场所应设置独立的通风系统,合理组织
--	--

工作场所的气流，对排出工作场所的气体进行过滤净化，避免污染工作场所和环境。

7.4.2 应定期检查通风系统过滤净化器的有效性，及时更换失效的过滤器，更换周期不能超过厂家推荐的使用时间。更换下来的过滤器按放射性固体废物进行收集、处理。

根据以上标准及环境影响报告表，本次验收以5mSv/a、125mSv/a、0.1mSv/a分别作为职业工作人员有效剂量、职业人员肢体、公众成员年管理剂量约束值；以2.5 μSv/h作为核医学学工作场所各控制区房间外考察点处的剂量率目标控制值。

以GB18871-2002附录B中表B11所规定的限值（即表1-1）作为工作场所β表面污染水平目标控制值。

三、环境天然放射性水平

根据《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），潍坊市环境天然辐射水平见表1-7。

表 1-7 潍坊市环境天然辐射水平（ $\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ）

监测内容	范围	平均值	标准差
原 野	4.30~16.26	6.16	1.28
道 路	3.35~17.70	6.07	1.73
室 内	6.84~23.89	10.57	2.12

表 2 项目建设情况

2.1 项目建设内容

一、建设单位情况

昌乐县人民医院始建于 1951 年，医院设 5 个院区，辖三个二级医疗机构：本部院区、东院区（昌乐县中西医结合医院）、北院区（昌乐县妇幼保健院）、红河分院以及新院区，总编制床位 1325 张。全院现有在职职工 1600 余人，正高职称 65 人，副高职称 192 人，博士、硕士以上研究生 181 人。正在建设中的新院区总用地面积 233 亩土地，总建筑面积 24.73 万平方米，其中一期项目总建筑面积 5.7 万平方米，2022 年已投入使用。

近年来，医院通过三级综合医院创建、六大中心建设、三级综合医院复审等工作，建立完善了质量、服务、经营三大管理体系，为持续改善医疗服务提供支持，逐步实现了医院管理科学化、规范化、标准化，使医院内涵建设得到提升。医院先后荣获全国改善医疗服务示范医院；全国百姓放心百佳示范医院。

二、项目建设内容和规模

医院于 2025 年 3 月委托山东丹波尔环境科技有限公司编制了《昌乐县人民医院核医学工作场所改建项目环境影响报告表》，项目建设内容如下：

医院拟改建现有的一处核医学工作场所，位于医院本部院区 6 号楼（地上 2 层建筑）一楼，核医学原利用 ^{99m}Tc 、 ^{131}I 、 ^{89}Sr 进行临床诊断、诊疗；改建后的核医学场所利用 ^{99m}Tc 、 ^{18}F 进行临床显像诊断。利用现有的 1 台 SPECT-CT，新增 1 台 PET-CT（为潍坊市人民医院无偿捐赠的二手设备）。

该项目环境影响报告表于 2025 年 4 月 16 日由潍坊市生态环境局昌乐分局以乐环辐表审（2025）1 号文件审批通过。医院于 2025 年 10 月 21 日重新申领了辐射安全许可证（鲁环辐证[07156]），许可种类和范围为使用 II 类、III 类射线装置；使用非密封放射性物质，丙级非密封放射性物质工作场所，有效期至 2028 年 2 月 2 日。该项目使用核素已登记在辐射安全许可证中。

本项目于 2025 年 4 月施工建设，于 2025 年 10 月建设完成。改建医院现有的一处核医学工作场所，改建后的核医学工作场所利用 ^{99m}Tc 、 ^{18}F 进行临床显像诊断。

本次验收规模详见表 2-1。

表 2-1 本次验收涉及的非密封放射性物质

序号	核素名称	每日最大操作量	年最大操作量	操作方式	日等效最大操作量	场所分级
----	------	---------	--------	------	----------	------

1	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	$4.44 \times 10^9 \text{Bq}$ (120mCi)	$6.66 \times 10^{11} \text{Bq}$	很简单操作	$4.44 \times 10^6 \text{Bq}$	丙级非密封放射性物质工作场所
2	^{18}F	$2.22 \times 10^9 \text{Bq}$ (60mCi)	$2.22 \times 10^{11} \text{Bq}$		$2.22 \times 10^6 \text{Bq}$	
注： $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 和 ^{18}F 不在同一天开展， $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 每周开展 3 天， ^{18}F 每周开展 2 天。						

表 2-2 本次验收涉及的射线装置

序号	装置名称	型号	数量	类别	厂家	工作场所
1	SPECT-CT	Discovery NM/CT670	1 台	III类	GE	6 号楼一楼核医学工作场所 SPECT-CT 扫描间
2	PET-CT	Biograph 64	1 台	III类	西门子	6 号楼一楼核医学工作场所 PET-CT 扫描间

三、项目建设地点、总平面布置和周围环境敏感目标

1. 项目建设地点

本项目位于潍坊市昌乐县利民街 278 号，医院本部院区 6 号楼一楼。

本项目地理位置示意图见附图 1，项目周边环境关系影像图见附图 2，医院本部院区总平面布置示意图见附图 3，6 号楼一楼平面布置示意图见附图 4，6 号楼二楼平面布置示意图见附图 5。现场拍摄照片见图 2-3。

2. 项目总平面布置

本项目核医学工作场所主要有 ^{18}F 注射后候诊室、PET-CT 扫描间、PET-CT 控制室、设备间、洁具间、废物间、储源室、注射室、分装室、卫生通过间、SPECT-CT 扫描间、SPECT-CT 控制室、留观抢救室、 ^{99m}Tc 注射后候诊室等。医护人员出入口位于场所西北侧和东北侧；患者入口位于场所东北侧，患者出口位于场所西南侧，药物入口、污物出口位于场所北侧。

核医学工作场所布局与环评阶段发生了一些变化，根据 PET-CT 设备的尺寸调整了 PET-CT 扫描间的面积，环评阶段 PET-CT 扫描间和设备间实际建设为 PET-CT 扫描间，东侧卫生间和更衣室建设为设备间，储源室北侧的防护门实际建设为传送窗口，核医学工作场所环评阶段平面布置示意图见图 2-1，核医学工作场所验收阶段平面布置示意图见图 2-2。

3. 周围环境保护目标

本项目核医学工作场所周围环境情况见表2-3，场所周围50m范围内存在5处环境保护目标，为场所北侧约12m处3号病房楼、北侧约12m处医院家属楼、西侧约37m处中心供氧、南侧约14m处潍坊市第三人民医院家属楼、东南侧约48m处感染性疾病科。与环评一致。

表2-3 本项目核医学工作场所周围环境一览表（50m范围内）

名称	方向	场所名称
核医学工作场所	北侧	院内道路、3号病房楼、医院家属楼
	东侧	楼梯、院内空地、废弃建筑物、感染性疾病科
	南侧	院内空地、潍坊市第三人民医院废弃仓库、潍坊市第三人民医院家属楼
	西侧	楼梯、卫生材料库、院内道路、卫生间、仓库、洗衣房、中心供氧
	正上方	康复医学科病房
	正下方	土层

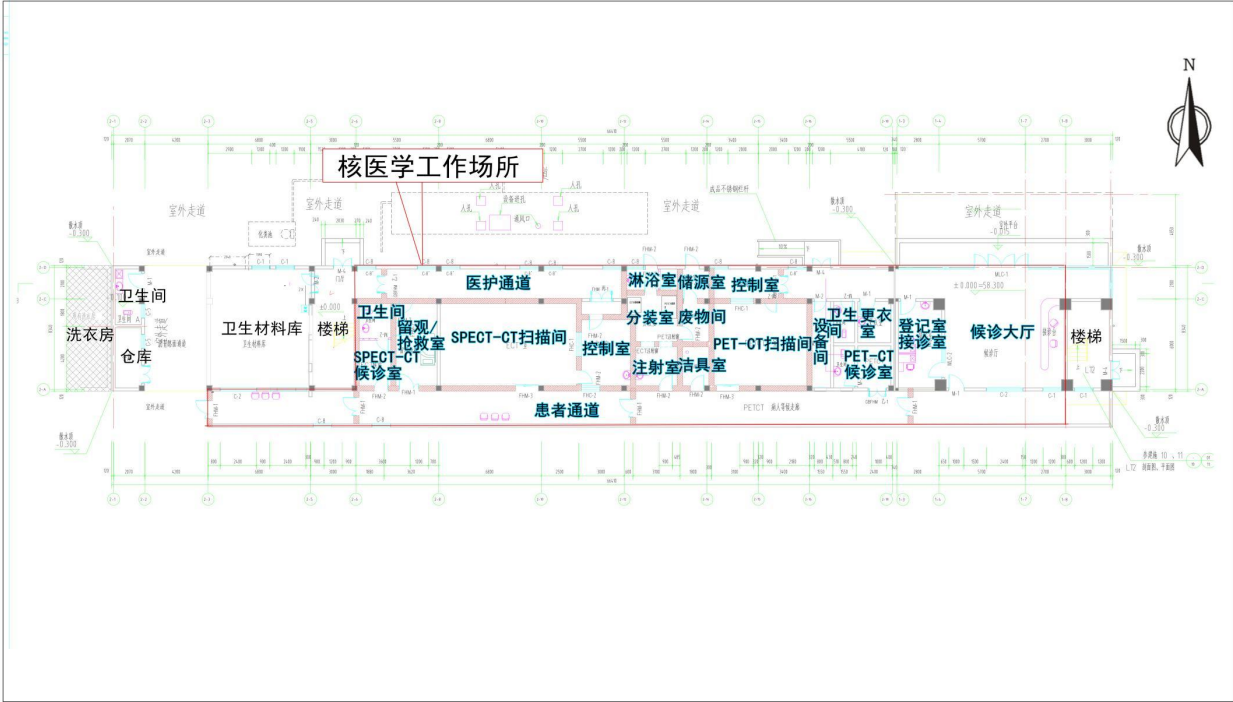


图 2-1 核医学工作场所环评阶段平面布置示意图

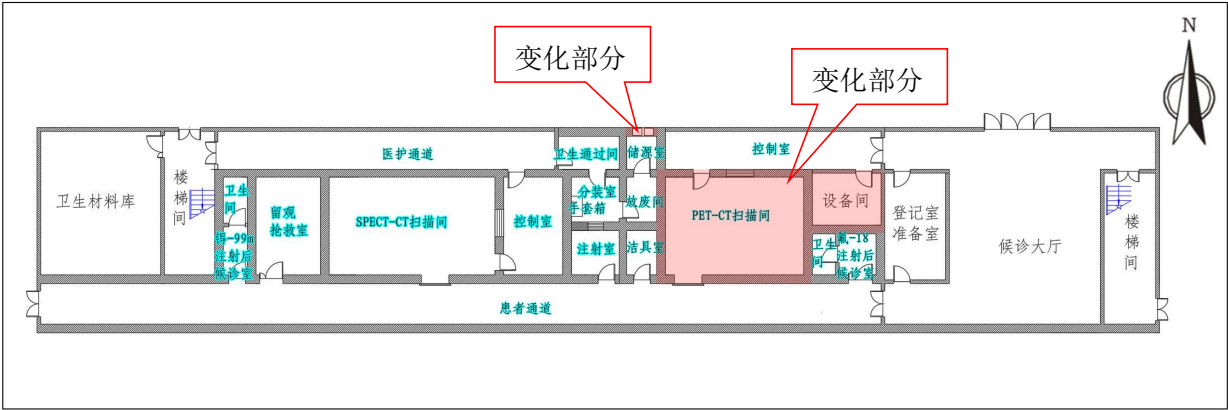
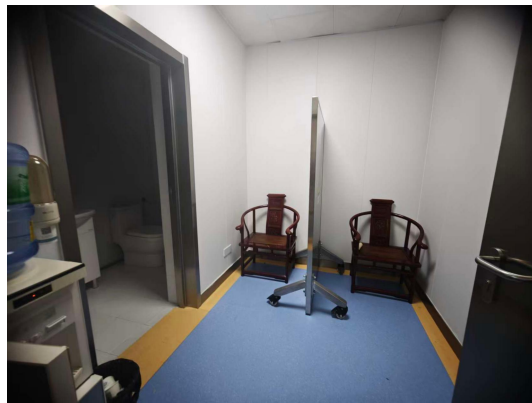


图 2-2 核医学工作场所验收阶段平面布置示意图



登记、候诊大厅



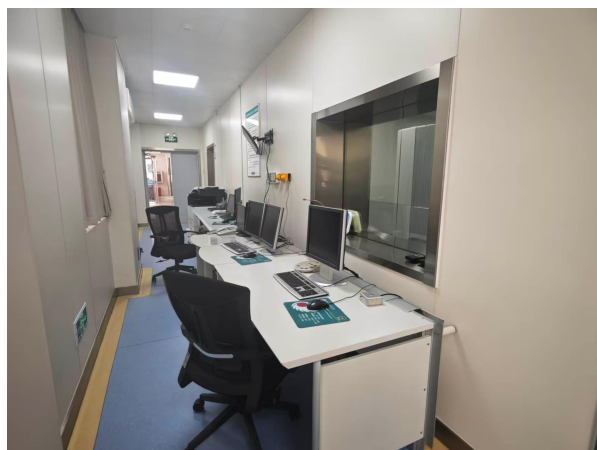
^{18}F 注射后候诊室



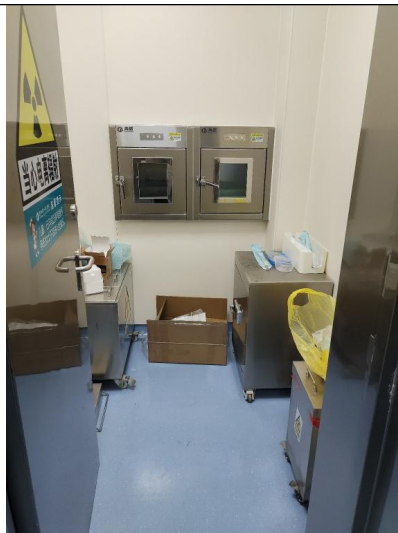
PET-CT 扫描间



PET-CT 患者出入防护门



PET-CT 控制室



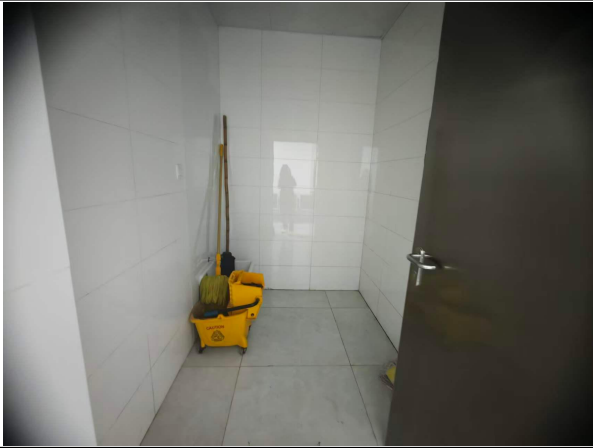
储源室



储源室北墙窗口



放废间



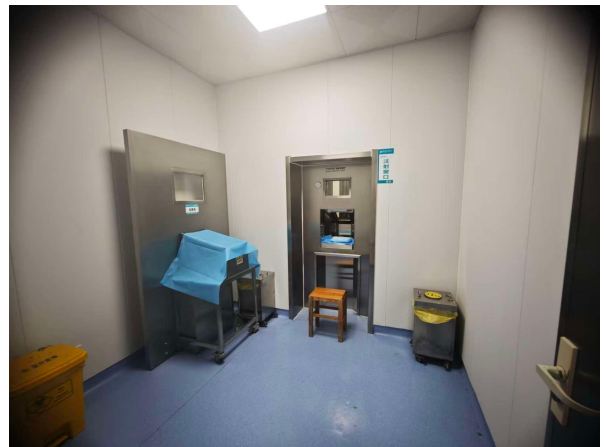
洁具室



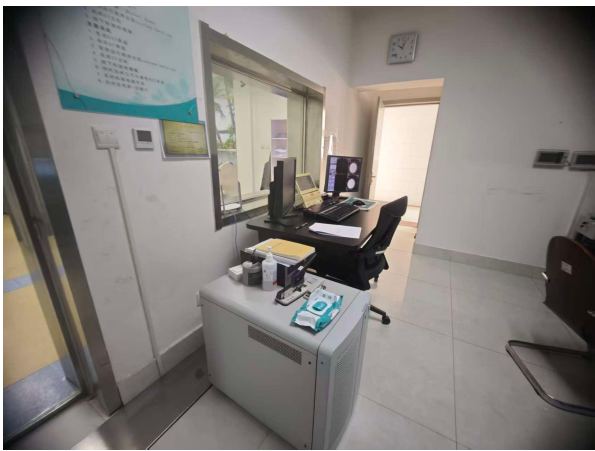
卫生通过间



分装室



注射室

	
SPECT-CT 扫描间	SPECT-CT 患者进出防护门
	
SPECT-CT 控制室	^{99m}Tc 注射后候诊室
	
留观/抢救室	放射性废物桶



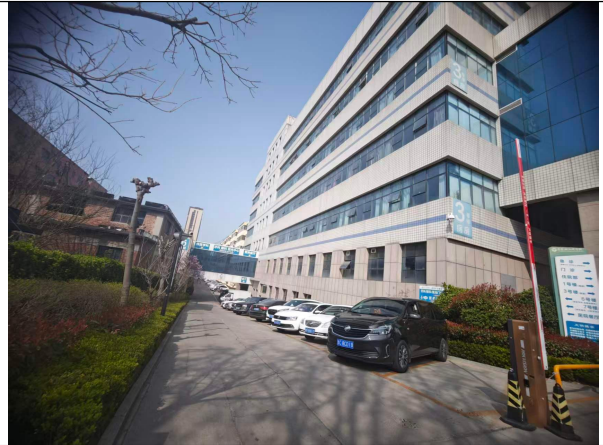
衰变池



排风管道终排口



感染性疾病科



3号病房楼



医院家属楼



潍坊市第三人民医院家属楼

	/
中心供氧	/
辐射防护用品	
	
辐射巡检仪/表面污染仪	个人剂量报警仪
	/
铅防护服	/

图 2-3 核医学工作场所现场图片

四、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一览表

本项目环境影响报告表建设内容与现场验收情况对比见表 2-4，环境影响报告表批复建设内容与现场验收情况对比见表 2-5。

表 2-4 本项目环境影响报告表建设内容与验收情况对比表

名称	环评内容	现场状况	备注
----	------	------	----

核医学工作场所	应用核素 ^{99m}Tc 、 ^{18}F 开展临床诊断工作			应用核素 ^{99m}Tc 、 ^{18}F 开展临床诊断工作			与环评一致
核素使用方案	每人最大用量	日患者最大人数	每年最大用量	每人最大用量	日患者最大人数	每年最大用量	备注
^{99m}Tc	$7.4 \times 10^8 \text{Bq}$ (20mCi)	15	$1.665 \times 10^{12} \text{Bq}$ (45Ci)	$7.4 \times 10^8 \text{Bq}$ (20mCi)	6	$6.66 \times 10^{11} \text{Bq}$ (18Ci)	实际日均就诊患者约6人次,核素使用量相应减少
^{18}F	$3.7 \times 10^8 \text{Bq}$ (10mCi)	15	$5.55 \times 10^{11} \text{Bq}$ (15Ci)	$3.7 \times 10^8 \text{Bq}$ (10mCi)	6	$2.22 \times 10^{11} \text{Bq}$ (6Ci)	

表 2-5 本项目环境影响报告表批复建设内容与验收情况对比表

环境影响报告表批复意见	验收时落实情况	备注
昌乐县人民医院位于潍坊市昌乐县利民街278号,该院现有省生态环境厅核发的辐射安全许可证(鲁环辐证[07156]),准予从事使用II类、III类射线装置;使用非密封放射性物质,乙级非密封放射性物质工作场所的活动。 本项目拟对医院本部院区6号楼一楼核医学工作场所进行改建,主要改建内容包括:保留现有SPECT-CT扫描间、登记室/接诊室等,对其他区域进行重新规划调整或调整辐射安全防护,调整核素 ^{99m}Tc 的用量(日等效最大操作量 $1.11 \times 10^7 \text{Bq}$, 年最大操作量 $1.665 \times 10^{12} \text{Bq}$),不再使用核素 ^{131}I 和 ^{89}Sr,增加核素 ^{18}F(日等效最大操作量 $5.55 \times 10^6 \text{Bq}$, 年最大操作量 $5.55 \times 10^{11} \text{Bq}$)的应用。本次改建完成后核医学工作场所日等效最大操作量为 $1.11 \times 10^7 \text{Bq}$,为丙级非密封放射性物质工作场所;核医学工作场所新增1台PET-CT,最大管电压为140kV,属于III类射线装置。	昌乐县人民医院位于潍坊市昌乐县利民街278号。 本项目对医院本部院区6号楼一楼核医学工作场所进行改建,主要改建内容包括:保留现有SPECT-CT扫描间、登记室/接诊室等,对其他区域进行重新规划调整或调整辐射安全防护,调整核素 ^{99m}Tc 的用量(日等效最大操作量 $4.44 \times 10^6 \text{Bq}$, 年最大操作量 $6.66 \times 10^{11} \text{Bq}$),不再使用核素 ^{131}I 和 ^{89}Sr,增加核素 ^{18}F(日等效最大操作量 $2.22 \times 10^6 \text{Bq}$, 年最大操作量 $2.22 \times 10^{11} \text{Bq}$)的应用。本次改建完成后核医学工作场所日等效最大操作量为 $4.44 \times 10^6 \text{Bq}$,为丙级非密封放射性物质工作场所;核医学工作场所新增1台PET-CT,最大管电压为140kV,属于III类射线装置。	实际日均就诊患者约6人次,核素使用量相应减少

2.2 源项情况

本项目使用 ^{99m}Tc 、 ^{18}F 核素开展临床显像诊断,本项目涉及核素主要技术参数见表 2-6。

表 2-6 本项目非密封放射性物质

序号	核素	理化性质	活动种类	实际日最大操作量	日等效最大操作量	年最大用量	操作方式
1	^{99m}Tc	液态,低毒组,半衰期 6.02h	使用	$4.44 \times 10^9 \text{Bq}$ (120mCi)	$4.44 \times 10^6 \text{Bq}$	$6.66 \times 10^{11} \text{Bq}$ (18Ci)	很简单的操作

2	^{18}F	液态，低毒组，半衰期 109.8min	使用	$2.22 \times 10^9 \text{Bq}$ (60mCi)	$2.22 \times 10^6 \text{Bq}$	$2.22 \times 10^{11} \text{Bq}$ (6Ci)	很简单的操作
---	-----------------	---------------------	----	---	------------------------------	---------------------------------------	--------

2.3 工程设备与工艺分析

2.3.1 核素特性、应用原理和流程

1、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$

(1) $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 特性

本项目使用 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 放射性性药物（无色澄明溶液）作为SPECT-CT示踪显像剂施行诊断。 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 的主要衰变方式是同质异能跃迁，同时发射0.14MeV的 γ 射线，半衰期6.02h，衰变图纲见图2-4。

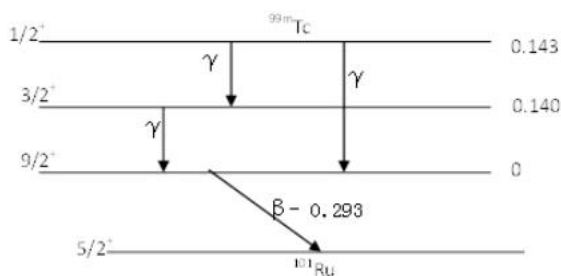


图2-4 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 衰变图纲图

(2) $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 诊断显像原理

SPECT-CT是将单光子发射计算机断层成像系统 (Single-Photon Emission Computed Tomography, SPECT) 和X射线计算机断层成像系统 (CT) 一体化组合的影像诊断设备，具备SPECT(单光子发射型计算机断层扫描) 功能及CT功能，可完成SPECT和CT的一站式服务，利用图像融合技术，可将功能代谢与解剖结构完美结合显示成像，得到SPECT和CT的融合图像，两种图像优势互补，完成对病变的精细解剖定位和功能影像诊断，灵敏度高、特异性强、定位准等功效。

受检者注射 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 放射性药物， $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 在特定的器官或组织发射出能量为 140keV的低能光子(γ 射线)，穿过组织器官后达到SPECT探测器。SPECT使用低能准直器对 γ 射线进行准直，通过闪烁体将 γ 射线能量转换为光信号，再通过光电倍增管将光信号转化为电信号并进行放大，得到的测量值代表在该投影线上的放射性大小，再利用计算机从投影求解断层图像。

临床主要应用于骨骼显像、心脏灌注断层显像、甲状腺显像、肾动态显像等。

(3) $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 诊断流程

- ①接受受检者预约后，医院收集病人病史，并对病人做常规检查；
- ②医护人员拿取 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 药物于注射窗口给病人静脉注射；

③施药后受检者在候诊室休息一定时间（根据疾病类型和病人情况休息时间不同），等待检查；

④受检者进入SPECT-CT机房，进行SPECT-CT检查；

⑤检查结束后，受检者在留观室留观一段时间后从患者专用通道离开。

^{99m}Tc 患者的诊断流程见图2-5。

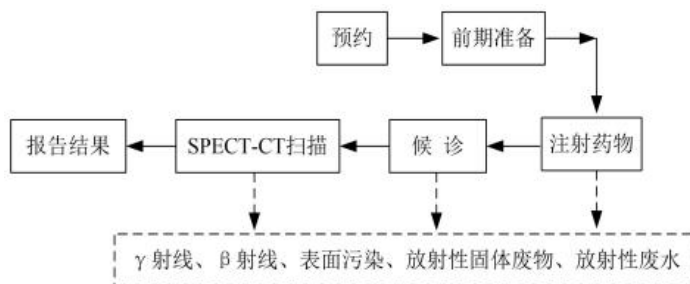


图 2-5 ^{99m}Tc 核素诊断流程及产污环节示意图

2、 ^{18}F

(1) ^{18}F 特性

正电子放射性核素 ^{18}F 自然衰变过程为 β^+ 辐射， β^+ 粒子在自然界中不能长时间独立存在，很快会与原子中轨道电子结合发生湮灭反应，同时释放出2个能量相同（0.511MeV）、方向相反的 γ 光子，即 γ 射线， γ 射线对周围环境产生外照射辐射影响。

核素 ^{18}F 自然衰变过程为 β 纯辐射， β 射线在空气及人体组织中射程均较短，不会对周围环境产生外照射辐射污染，但 β^+ 粒子发生湮灭反应后产生的 γ 光子将会对周围环境产生外照射影响。正电子发射及其湮灭图见图2-6。

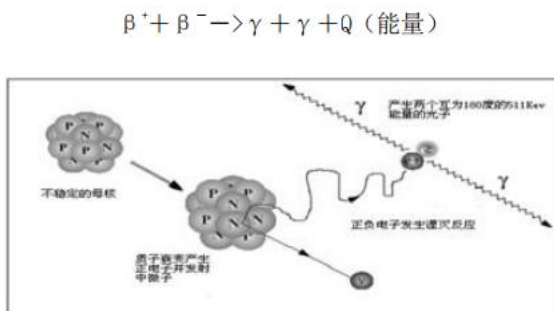


图2-6 正电子发射及其湮灭简图

(2) ^{18}F 诊断原理

PET其全称是正电子发射型计算机断层扫描显像仪(positron emission tomography, 简称PET)，是反映病变的基因、分子、代谢及功能状态的显像设备。它是利用正电子核素标记葡萄糖等人体代谢物作为显像剂，通过病灶对显像剂的摄取来反映其代谢变化，从而为临床提供疾病的生物代谢信息。CT是常用的断层显像技术，可以清楚地获得病变的解剖

结构信息，但仅靠结构特点难以作出准确的判断。PET-CT是将PET与CT整合在一台仪器上，组成一个完整的显像系统，被称作PET-CT系统。病人在检查时经过快速的全身扫描，可以同时获得CT解剖图像，以及PET功能代谢图像，两种图像优势互补，从而可对疾病作出全面、准确的判断。

当核素 ^{18}F 通过注射方式进入患者体内后，随血液等进入某些特定的组织器官，参与或模仿某些生命物质在人体内的病理生理、引流代谢的过程。由于正常组织和病变组织在这个过程中的差异，使其聚集这种放射性核素或其标记物的能力发生了变化。利用正光子发射计算机断层照相装置来探测这种放射性核素发射的 γ 射线在体内的分布状态并还原成图像，其影像不仅显示脏器和病变的位置、形态、大小等解剖结构，也可以显示脏器的功能、代谢情况，提供有关脏器的血流、功能、代谢和引流等方面定性的和定量的信息。

本项目患者在注射核素 ^{18}F 后，利用正光子发射计算机断层照相装置（PET-CT）显像。当人体内含含有发射正电子的核素时，正电子在人体中很短的路程内和周围负电子发生湮灭产生的一对 γ 光子，这两个 γ 光子的运动方向相反，能量均为0.511MeV，用两个位置相对的探测器分别探测两个 γ 光子，并进行符合测量即可对人体的脏器成像。

（3） ^{18}F 进诊断流程

①预约：患者根据诊断情况，进行预约登记。

②注射前准备工作：医院收集患者病史情况，判断是否适合进行PET-CT诊断。测量患者身高、体重，医生据此判断用药量。注射前测量患者血糖情况。

③核素分装：医生根据患者情况进行核素使用量确定，操作仪器进行分装，并测定活度。

④静脉注射：患者进入工作场所，在注射窗口接受注射。

⑤患者等候：注射后，患者进入注射后等候大厅，停留约50分钟~60分钟，排尿后即可接受扫描。

⑥PET-CT扫描：患者进入PET-CT扫描间，在医生指导下接受扫描；

⑦留观：扫描结束后，进入留观室留观约20分钟，如无异常，则经患者出口离开。

扫描流程如下图所示：

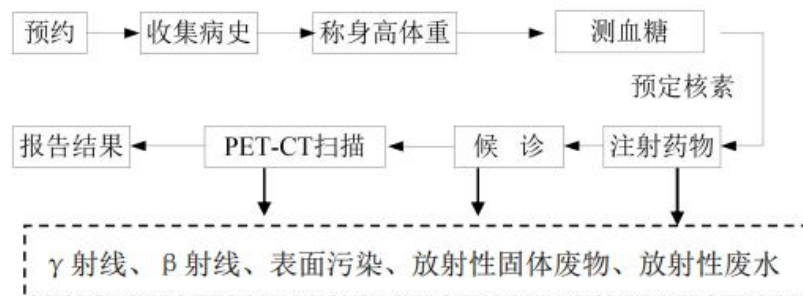


图2-7 ^{18}F 患者诊疗流程及产污环节示意图

2.3.2 污染源分析及评价因子

1. 正常工况

本次验收核医学工作场所涉及2种非密封放射性核素 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{18}F 的应用，在正常工作情况下产生的放射性危害因素分析如下：

(1) γ 射线、 β 射线及韧致辐射

①核素 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 在IT跃迁时释放 γ 射线和 β 射线。 β 射线穿透能力较弱，外照射的影响相对较小； γ 射线穿透能力很强，对周围环境会造成一定的辐射影响，本项目主要考虑核素 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 的 γ 射线影响。

②核素 ^{18}F 衰变过程中发射（产生）正电子，正电子与原子核周围的轨道电子（负电子）发生结合，同时释放两个能量相等方向相反的 γ 光子（0.511MeV），即 γ 射线。 γ 射线穿透能力较强，可能会对周围环境会造成一定的辐射影响。

(2) 放射性废气

本项目核医学工作场所使用的注射 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{18}F 属于非挥发性核素，操作过程比较简单，不经过加热、振荡等步骤，无放射性气体产生。

(3) 放射性废水

本项目核医学工作场所放射性废水产生环节主要为患者注射 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{18}F 放射性药物后，所产生的排泄物（包括呕吐物）以及冲洗水，内含有放射性核素，具有放射性；另外，日常清洗去污或事故情况下清洗均可产生放射性废水。

(4) 放射性固体废物

本项目产生的放射性固废可分为四个方面：①剩余放射性药物；②被污染的注射器、针头、手套、导管、药棉、纱布、吸水纸、破碎杯皿、擦拭表面污染的抹布等；③衰变池底部的沉渣；④定期更换的废活性炭。另外，患者使用过的被服，停留衰变至少一个半衰期后，经清洗处理后重复使用，不作为放射性固体废物。

(5) β 表面污染

工作人员在操作核素时，可能引起工作台、地面等放射性沾污，造成 β 表面污染。

综上所述，本项目主要涉及因子为 γ 射线、韧致辐射、 β 表面污染、放射性废气、放射性废水、放射性固体废物。

2. 事故工况

(1) 在核素转移、分装和注射（口服）过程中由于操作人员违反操作规程或误操作引起的放射性物质泄漏或倾洒，对工作台面、地面造成的放射性表面污染。

(2) 由于管理不善，发生放射性药物失窃，造成人员受照事故。

(3) 患者服药后未经允许离开核医学科，可能对接近患者的人员造成过量照射。

(4) 由于管理不善，使放射性废水、放射性固废未经足够时间的衰变排放，对环境对人体造成一定的危害。

2.3.3 核素使用情况及人员配置

1. 核素使用情况

① ^{99m}Tc

医院直接订购分装好的核素 ^{99m}Tc 针剂药品，药品装于钨罐中，直接送至医院6号楼核医学工作场所储源室内贮存。职业人员在分装室手套箱内取药，于南侧注射窗口对患者进行注射。注射后患者根据就诊类型于SPECT-CT注射后等待大厅休息一定时间，经SPECT-CT扫描后进入留观室留观一段时间，无异常可直接离开。

② ^{18}F

医院订购核素 ^{18}F 药品装于钨罐中，直接送至医院6号楼核医学工作场所储源室内贮存，医护人员在分装室手套箱内根据患者用量进行手动分装，然后于南侧注射窗口处对患者进行注射，注射后患者根据疾病类型于PET-CT注射后等待大厅休息一定时间，经PET-CT扫描后进入留观室留观一段时间，无异常后离开。

本项目各核素用量见表2-6。

表2-6 核素使用时间用量

序号	核素	每人最大用量	日最多接诊人数	日实际最大操作量	门诊安排	年最多诊疗人数	年用量
1	^{99m}Tc	$7.4 \times 10^8 \text{Bq}$ (20mCi)	6	$4.44 \times 10^9 \text{Bq}$ (120mCi)	3 天/周	900 人次	$6.66 \times 10^{11} \text{Bq}$ (18Ci)
2	^{18}F	$3.7 \times 10^8 \text{Bq}$ (10mCi)	6	$2.22 \times 10^9 \text{Bq}$ (60mCi)	2 天/周	600 人次	$2.22 \times 10^{11} \text{Bq}$ (6Ci)

根据医院的门诊安排， ^{99m}Tc 、 ^{18}F 核素就诊患者诊疗时间错开，每周一、三、五开展 ^{99m}Tc 诊断，每周二、四开展 ^{18}F 诊断。根据上表，本项目核医学场所日等效最大操作量为 $4.44 \times 10^6 \text{Bq}$ ，属于丙级非密封放射性物质工作场所（丙级：豁免活度值以上 $\sim 2 \times 10^7$ ）。

2. 人员配置

本项目核医学科配备了5名辐射工作人员，其中3名医师、1名护士、1名技师，其中1名兼职负责医院的辐射安全管理工作，5名工作人员从事核素操作、摆位及扫描等相关工作。

表 3 辐射安全与防护设施/措施

3.1 辐射防护设施/措施落实情况

本项目核医学工作场所主要有 ^{18}F 注射后候诊室、PET-CT 扫描间、PET-CT 控制室、设备间、洁具间、废物间、储源室、注射室、分装室、卫生通过间、SPECT-CT 扫描间、SPECT-CT 控制室、留观抢救室、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 注射后候诊室等。各房间均采用实体屏蔽。

医院对核医学工作场所进行分区管理，将 ^{18}F 注射后候诊室、PET-CT 扫描间、洁具间、废物间、储源室、注射室、分装室、SPECT-CT 扫描间、留观抢救室、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 注射后候诊室、患者走廊划为控制区，将登记室准备室、控制室、卫生通过间、医护通道划为监督区，并在控制区边界张贴电离辐射警告标志。分区示意图见附图 4。

根据现场核查，各场所主要房间屏蔽防护实际建设情况基本与环评阶段一致，具体详见表 3-1。

表 3-1 本项目核医学工作场所主要房间防护措施一览表

房间名称	房间大小 (长×宽)	四周墙体	室顶	防护门	窗
^{18}F 注射后候诊室	2.7×2.0× 4.5	370mm 实心砖+100mm 硫酸钡砂	200mm 混凝土 +8mmPb 铅板	南门 17mmPb	—
^{18}F 注射后候诊 卫生间	2.7×1.3× 4.5	370mm 实心砖+100mm 硫酸钡砂	200mm 混凝土 +8mmPb 铅板	—	—
PET-CT 扫描间	7.5×5.2× 4.5	370mm 实心砖+100mm 硫酸钡砂	200mm 混凝土 +8mmPb 铅板	南门/北门均 为 10mmPb	—
储源室	1.8×1.6× 4.5	370mm 实心砖+100mm 硫酸钡砂	200mm 混凝土 +8mmPb 铅板	南门 10mmPb	20mmPb
废物间	2.4×1.6× 4.5	370mm 实心砖+100mm 硫酸钡砂	200mm 混凝土 +8mmPb 铅板	南门 10mmPb 西门 15mmPb	—
洁具间	2.5×1.6× 4.5	370mm 实心砖+100mm 硫酸钡砂	200mm 混凝土 +8mmPb 铅板	南门 10mmPb	—
卫生通过间	3.3×1.8× 4.5	370mm 实心砖+100mm 硫酸钡砂	200mm 混凝土 +8mmPb 铅板	南门 10mmPb	—
分装室	2.6×2.4× 4.5	370mm 实心砖+100mm 硫酸钡砂	200mm 混凝土 +8mmPb 铅板	北门 10mmPb 东门 15mmPb	注射窗 口 50mmPb
注射室	2.6×2.4× 4.5	370mm 实心砖+100mm 硫酸钡砂	200mm 混凝土 +8mmPb 铅板	南门 10mmPb	
留观抢救室	5.7×3.5× 4.5	370mm 实心砖+100mm 硫酸钡砂	200mm 混凝土 +8mmPb 铅板	南门/北门为 10mmPb	—
$^{99\text{m}}\text{Tc}$ 注射后候 诊室	2.6×1.3× 4.5	370mm 实心砖+100mm 硫酸钡砂	200mm 混凝土 +8mmPb 铅板	南门 10mmPb	—

^{99m}Tc 注射后候 诊卫生间	$2.5 \times 1.3 \times$ 4.5	370mm 实心砖+100mm 硫酸钡砂	200mm 混凝土 +8mmPb 铅板	--	--
--------------------------------	--------------------------------	-------------------------	------------------------	----	----

3.1.1 辐射安全与防护设施/措施落实情况与环境影响报告表要求对比

本项目辐射防护设施/措施与环境影响报告表要求对比，见表 3-2。

表 3-2 本项目辐射防护设施/措施与环境影响报告表要求对比表

项目	环境影响报告表内容	实际情况
场所布局	核医学工作场所主要有 ^{18}F 注射后候诊室、PET-CT 扫描间、PET-CT 控制室、设备间、洁具间、废物间、储源室、注射室、分装室、卫生通过间、SPECT-CT 扫描间、SPECT-CT 控制室、留观抢救室、^{99m}Tc 注射后候诊室、更衣室等。 医护人员出入口位于场所北侧；患者入口位于场所东北侧，患者出口位于场所西南侧，药物入口、污物出口位于场所北侧。	因为 PET-CT 扫描间设计面积不足，实际将 PET-CT 扫描间和设备间调整为 PET-CT 扫描间，东侧卫生间和更衣室调整为设备间，储源室北侧的防护门实际建设为传送窗口
场所分级	丙级	与环评一致
人流、物流情况	设置有患者通道、医护人员通道、放射性废物及放射性药物通道，并规定了通行路线和方向	与环评一致
房间屏蔽参数	详见表3-1	与环评一致
防护门、窗	详见表3-1	与环评一致
防护器材配备	(1) ^{99m}Tc 手套箱：分装室内西侧拟放置 1 个 ^{99m}Tc 手套箱，用于 ^{99m}Tc 质控；手套箱为不锈钢外壳，正面为铅玻璃+铅钢复合板防护，其他防护面以铅钢复合板作为防护，防护能力为 10mmPb；手套箱内配有照明和机械排风装置（排风量为 $2000\text{m}^3/\text{h}$，风速不低于 0.5m/s），顶部拟设置活性炭高效过滤装置（视项目开展频率由厂家定期进行更换，去除效率可达 90%以上）；手套箱顶部与专用排风管道相连接，排风管道向南穿过分装室、注射室后向东转，与其他管道汇合后经核医学场所南侧向上引至 6 号楼楼顶排放（1#排气管道）。排风管内保持负压，拟安装防回流装置。 (2) ^{18}F 手套箱：分装室内东侧拟放置 1 个 ^{18}F 手套箱，用于 ^{18}F 质控、分装；手套箱为不锈钢外壳，正面为铅玻璃+铅钢复合板防护，其他防护面以铅钢复合板作为防护，防护能力为 50mmPb；手套箱内配有照明和机械排风装置（排风量为 $2000\text{m}^3/\text{h}$，风速不低于 0.5m/s），顶部拟设置活性炭高效过滤装置（视项目开展频率由厂家定期进行更换，去除效率可达 90%以上）；手套箱顶部与专用排风管道相连接，排风管道向南穿过分装室、注射室后向东转，与	核素 ^{99m}Tc、^{18}F 共用一个手套箱，手套箱位于分装室西侧，防护能力为 50mmPb；核医学现有 5 名辐射工作人员，医院为辐射工作人员配备了个人剂量计、辐射防护用品；

	其他管道汇合经核医学场所南侧向上引至 6 号楼楼顶排放（2#排气管道）。排风管内保持负压，拟安装防回流装置。 （3）人员配置及个人防护用品：根据建设单位提供资料，核医学现有 8 名辐射工作人员，分别为 4 名医师、1 名护士、3 名技师，由 4 名医师和 1 名护士负责核素操作，3 名技师负责摆位和扫描。医院按照 GBZ120-2020 的要求为辐射工作人员配备了个人防护用品，为辐射工作人员配备了个人剂量计，其中医生和护士（负责药物分装与注射等）采用双剂量计监测方法，均配备 2 支个人剂量计；技师配备 1 支个人剂量计，可以满足日常使用要求。 （4）检测设备：核医学工作场所目前配备有活度计 1 台，表面污染检测仪 1 台，便携式辐射监测仪 1 台，个人剂量报警仪 3 部，可满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求和日常使用需求。 （5）其他防护用具：拟在 ^{99m}Tc 注射后候诊室和 ^{18}F 注射后候诊室内各设置 1 橙铅屏风，防护能力为 10mmPb。 （6）应急及去污用品：医院配备有应急及去污用品，主要包括：一次性防水手套、气溶胶防护口罩、安全眼镜、防水工作服、胶鞋、去污剂；小刷子、一次性毛巾或吸水纸、毡头标记笔（水溶性油墨）、不同大小的塑料袋、酒精湿巾、电离辐射警告标志、胶带、标签、不透水的塑料布、一次性镊子等。 PET-CT 扫描间控制台及扫描床内设计有紧急停机按钮；PET-CT 扫描室南侧患者进出防护门为电动推拉式，设计有防夹装置、工作状态指示灯和电离辐射警告标志，且工作状态指示灯和防护门能够有效联动，同时设有曝光时关闭机房门的管理措施；医护进出防护门为平开式，设计有自动闭门装置和电离辐射警告标志。 核医学工作场所出入口等处均设计有电离辐射警告标志；核医学场所内设计有明确的患者或受检者导向标识或导向提示；扫描间、控制室与注射后候诊室之间，登记接诊室与患者走廊之间均设计有监控设备和对讲装置，可满足相关要求。	
密闭和通风要求	本项目放射性废气产生环节主要为放射性药物的分装、取药、注射等工序。对于各工序产生的放射性废气，建设单位拟于核医学工作场所内设置 3 套独立通风系统： ①1 套用于分装室 ^{99m}Tc 手套箱内核素 ^{99m}Tc 操作废气的通风（1#排气管道）； ②1 套用于分装室 ^{18}F 手套箱内核素 ^{18}F 操作废气的通风（2#排气管道）； ③1 套用于场所内注射室、分装室、储源室、放废间、洁具间、^{18}F 注射后候诊室、PET-CT 扫描间、^{99m}Tc 注射后候诊室、留观/抢救室、南侧患者走廊的通风（3#排气管道）； 上述 3 套通风系统均设计了专用管道和风机，管道在核医学场所南侧患者走廊室顶上方汇集后排至场所南侧外环境，引至核医学场所所在 6 号楼楼顶排放，排风管内保持负压，拟安装防回流装置，1#、2#排气管道在手套箱顶部设置活性炭高效过滤装置，3#排气管道在总排风口处设置活性炭高效过滤装置，上述废气经过滤后由场所所在 6 号楼（2F）楼顶排放，总排口高出楼顶 3m，排风口处设防雨帽、防虫网。通风系统设置压差报警装置，同时活性炭高	核医学工作场所内设置 2 套独立通风系统，1 套用于分装室手套箱内操作废气的通风，1 套用于场所内注射室、分装室等房间的通风，排气筒最终通至所在 6 号楼楼顶排放。通风系统示意

	效过滤装置厂家将定期对装置进行检修维护，并更换活性炭耗材。 本项目核医学工作场所控制区均采用微负压通风，监督区均采用正压通风，使气流由清洁区向控制区流动。气流总体根据非放射性区气压>监督区气压>控制区气压进行设计，使气体由非放射性区域流向监督区，再流向控制区。排风管道设反风阀，防止排风反流。本项目核医学工作场所通风系统设计图见图 8-1。 医院计划在购置活性炭高效过滤装置时，即与厂家签订协议，由厂家定期检查维护活性炭高效过滤装置（本项目共计 3 套），保持活性炭干燥，确保过滤效率满足 90%以上。 综上所述，核医学工作场所排风系统设计符合《核医学辐射防护与安全技术要求》（HJ1188-2021）和《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）规定。	图见附图6。
放射性废水收集、处理系统	医院核医学工作场所东北侧地下建设有 1 套槽式放射性废水衰变系统，拟利用现有的射性废水衰变系统处理 ^{99m}Tc、^{18}F 核素诊断过程中产生的放射性废水，放射性废水处理系统为地下式，四周均为泥土层，对应地面区域为院内道路，该区域周围公众成员居留相对较少，选址基本满足要求（位置详见图 8-2）。 核医学场所 ^{99m}Tc 注射后候诊专用卫生间产生的废水利用现有管道排至衰变池。 医院拟于 ^{18}F 注射后候诊专用卫生间、洁具间、注射室、分装室、卫生通过间等房间设置地漏，上述区域产生的放射性废水通过管道汇入沉淀池，通过污水提升泵引至衰变池进行衰变，专用管道为 PVC 管，使用 6mmPb 铅板包裹。 放射性废水衰变系统设有 1 个集水池（沉淀池）、3 个衰变池，3 个衰变池为并联结构，衰变池池壁外侧、池底均为混凝土材质，内侧涂刷防水涂料。3 个衰变池有效容积均为 8m^3。3 个衰变池为并联运行，各阀门均采用电控阀，各池体封盖中部均设有检修取样口，可满足各衰变池的维修与维护。同时集水池（沉淀池）及每个衰变池底部安装切割式潜污泵，可将沉积物粉碎成小颗粒，随废水一并衰变排放。 本项目放射性废水处理系统为高度智能控制系统，通过 PLC 和触摸设定工作参数和状态提醒机制，所有运行状态自行监控，可在无人值守状态下实现全自动稳定运行。核医学科产生的放射性废水通过专用管道排入集水池（沉淀池），经缓冲后泵入衰变池，此时 A1 电动阀打开，废水流入 1#衰变池，其内置液位计经检测达到预设高液位时经 PLC 处理信号此时关闭 A1 电动阀开始计时，同时开启 A2 电动阀，放射性废水流入 2#衰变池，当 2#衰变池达到高液位时关闭 A2 电动阀开始计时，同时开启 A3 电动阀，放射性废水流入 3#衰变池，当 3#衰变池达到高液位时关闭 A3 电动阀开始计时，再次开启 A1 电动阀，再次排入 1#衰变池完成进水一个循环。当 1#衰变池达到高液位后计时时间达到其衰变周期，通过潜水泵的开启，将衰变完成的废水排入医院污水处理站。2#、3#衰变池排水过程同理，三个衰变池交替使用。经下文分析，废水衰变系统能够满足本项目放射性废水衰变时长要求。 衰变池应作为控制区管理，医院拟在放射式废水衰变系统区域设置电离辐射警告标志。	与环评一致 放射性废水输送管道路径示意图见附图7。

放射性固体废物收集、处理设施	本项目产生的放射性固废可分为以下几个方面： （1）剩余放射性药物。建设单位拟根据患者预约量订购当天的药物，一般无剩余，若患者未及时就诊，拟将剩余的放射性药物置于分装室手套箱内，由供源单位回收。 （2）被污染的注射器、针头、手套、导管、药棉、纱布、吸水纸、破碎杯皿、擦拭表面污染的抹布等。 核医学科现有 6 个 ^{99m}Tc 放射性废物桶，规格为 $\Phi 32 \times 32 \times 45\text{cm}$，防护能力为 10mmPb，分别放置于分装室、注射室、^{99m}Tc 注射后候诊室、SPECT-CT 扫描间、留观/抢救室，用于患者注射、候诊等过程中产生的放射性废物的暂存；拟于分装室、注射室、^{18}F 注射后候诊室、PET-CT 扫描间、留观/抢救室等区域各放置 1 个 ^{18}F 专用污物桶（屏蔽厚度为 15mm 铅当量，容积均不低于 6L），用于患者	与环评一致
放射性固体废物收集、处理设施	注射、候诊等过程中产生的放射性废物的暂存；并于废物间内各放置 2 个 ^{99m}Tc、^{18}F 核素专用放射性废物衰变箱（屏蔽厚度为 15mm 铅当量，容积不低于 50L），每天将收集的含 ^{99m}Tc 或 ^{18}F 核素的放射性废物转移至废物间放射性废物衰变箱内。 本项目所用放射性废物衰变箱拟按照《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）和《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）相关规定，设置具有屏蔽结构和电离辐射标志的衰变箱，衰变箱表面注明废物所含核素的名称、废物的类别、入库日期等信息。在衰变箱内放置有专用塑料袋直接收纳废物，对注射器和碎玻璃器皿等含尖刺及棱角的放射性废物，应先装入利器盒中，然后再装入专用塑料袋内。本项目衰变箱内的放射性废物经设定周期存放后可达到解控水平，经检测确保表面剂量率满足所处环境本底水平、β 表面污染低于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ 后，可按一般医疗废物处理（医疗废物属于危险废物，废物代码为 HW01 841-001-01），随建设单位其他医疗废物一并交由具有相应危险废物处置资质的单位进行规范处置。建设单位应建立废物存储和处理台账，详细记录放射性废物的核素名称、重量、废物产生起始日期、责任人员、出库时间和监测结果等信息。 （3）放射性废衰变池底部的沉渣，本项目放射性废水衰变系统衰变池底部均设有切割式污水泵，排放废水时，沉渣经各池内切割式污水泵粉碎为小颗粒后，随废水一并排放，池内沉渣难于排出时，进行酸化预处理后再排入医院污水处理站。 （4）活性炭高效过滤装置需定期更换活性炭，医院拟于放废间内设置 2 个废活性炭专用衰变箱（屏蔽厚度为 15mm 铅当量，容积不低于 50L），用于贮存含 ^{99m}Tc、^{18}F 核素的废活性炭。定期更换的废活性炭置于放废间专用衰变箱中暂存衰变 30 天后，经检测确保表面剂量率满足所处环境本底水平、β 表面污染低于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ 后，按一般医疗废物交于具有相应危险废物处置资质的单位进行规范处置。	

3.1.2 辐射安全与防护设施/措施落实情况与环境影响报告表批复要求对比

辐射安全与防护设施/措施落实情况与环境影响报告表批复要求对比见表 3-3。

表 3-3 本项目辐射安全与防护设施/措施与环境影响报告表批复要求对照表

环境影响报告表批复意见（简述）		验收时落实情况
二、该项目应严格落实环境影响报告表提出的辐射安全与防护措施以下要求	（一）严格执行辐射安全管理制度 1. 落实辐射安全管理制度。医院法人代表为辐射安全工作第一责任人，分管负责人为直接责任人。设立辐射安全与环境保护管理机构，指定1名本科以上学历的专职技术人员统一负责医院的辐射安全管理工作，落实岗位职责。 2. 落实放射性同位素使用登记制度、辐射防护和安全保卫制度、培训计划和监测方案等，建立辐射安全管理档案。	1. 医院严格落实了辐射安全管理责任制，签订了辐射工作安全责任书，明确了医院法人代表为辐射安全工作第一责任人，分管负责人为直接责任人。医院成立了辐射安全与防护管理委员会，统一负责全院的辐射安全管理工作，明确了辐射工作岗位，落实了岗位职责。 2. 医院制定了《辐射防护与安全保卫制度》《核医学科操作规程》《辐射工作人员岗位职责》《监测方案》《设备检修维护制度》《台账登记制度》《人员培训计划》等规章制度，建立了辐射安全管理档案。
	（二）加强医护人员、患者的安全和防护工作 1. 制定培训计划，组织辐射工作人员参加辐射安全培训和再培训，经考核合格后持证上岗；考核不合格的，不得从事辐射工作。 2. 建立辐射工作人员个人剂量档案，做到1人1档。辐射工作人员应佩戴个人剂量计，每3个月进行1次个人剂量监测。安排专人负责个人剂量档案和个人监测管理，发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并向生态环境部门报告。 3. 医院配备的医护人员和患者个人防护用品应符合相关标准要求，确保辐射工作人员所受照射剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的标准限值。 4. 从事放射治疗或诊断时，应对患者采取有效辐射安全与防护措施，并告知患者、患者家属注意事项，严格控制接受不必要的受照剂量。	1. 医院制定了《辐射工作人员培训制度》，本项目 5 名辐射工作人员均通过了国家核技术利用辐射安全与防护考核，且均处于有效期内。 2. 医院建立了辐射工作人员个人剂量档案，做到了 1 人 1 档，医院为辐射工作人员配备了个人剂量计，每 3 个月进行 1 次个人剂量监测。安排专人负责个人剂量监测管理，项目运行期间，未发现个人剂量监测结果异常情况。 3. 医院为医护人员和患者配备了符合要求的防护用品，根据本次验收监测结果估算，辐射工作人员所受照射剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的标准限值。 4. 医院从事放射诊断时，对患者采取了有效的辐射安全与防护措施，并告知患者、患者家属注意事项，严格控制患者接受不必要的受照剂量。
	（三）做好辐射工作场所的安全和防护工作 1. 医院辐射工作场所醒目位置上应设置电离辐射警告标志，标志应符合《电离辐射防	1. 医院在核医学工作场所防护门等醒目位置均张贴了电离辐射警告标志，标志符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

	护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求。 2. 本项目涉及的工作场所要实行分区管理,划分控制区和监督区,各分区要严格按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)进行管理。 3. 应落实放射性同位素入库、库存、出库登记制度,建立使用台账。做好安全保卫工作,设置专用保险箱,明确专人负责保管,确保放射性同位素安全。 4. 应采取有效措施控制放射性核素进入废水,减少放射性废水的产生。放射性废水须经专门的废水收集系统排放至专门的衰变池内,至少衰变10个半衰期,经监测满足清洁解控水平后方可排入污水处理系统。 建立放射性废物桶专用储存间。本项目的非密封放射性物质破损、洒漏后的擦拭布,被放射性污染的棉棒、纸杯、残留的放射性核素等放射性固体废物应收集到符合规范的放射性废物桶内,在储存间衰变10个半衰期,达到清洁解控水平后,方可作为普通医疗垃圾处理。 与销售单位签订回收协议,由其回收未用完的放射性同位素及包装容器。 5. 制定并严格执行辐射环境监测计划。应配备辐射巡测仪和表面污染沾污仪,开展辐射环境监测,并向生态环境部门上报监测数据。 非密封放射性物质工作场所每天工作结束后,应当用表面污染沾污仪进行监测,确保工作场所辐射环境满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求。 (四)定期开展应急演练,修订辐射事故应急预案。若发生辐射事故,应及时向生态环境、公安和卫生健康等部门报告。	2. 医院对核医学场所进行分区管理,划分控制区和监督区,各分区严格按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)进行管理。 3. 医院制定了《台账登记制度》,建立了使用台账。做好了安全保卫工作,设置有专用保险箱,明确专人负责保管,确保放射性同位素的安全。 4. 医护人员规范操作,尽可能减少放射性核素进入废水,核医学场所设置有放射性废水衰变系统,放射性废水经系统收集后进入衰变池,在衰变池内存放超过30天后排入医院的污水处理系统。 医院建立有放射性废物专用储存间,核医学工作产生的沾有放射性核素的抹布、棉棒、纸杯、残留的放射性核素等放射性固体废物均收集到符合规范的放射性废物桶内,在储存间内存放超过30天后,作为普通医疗垃圾处理。 医院与销售单位签订回收协议,由其回收未用完的放射性同位素及包装容器。 5. 医院制定了《监测方案》,本项目配备了1台IA-V2型辐射巡检仪、1台RDS-80型表面污染仪,定期开展辐射环境监测,并每年将辐射检测数据提报全国核技术利用辐射安全申报系统。 6. 核医学场所每天工作结束后,用表面污染仪进行检测,工作场所辐射环境满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求。 医院编制了《辐射事故应急预案》,并于2025年4月18日开展了应急演练。
3.2 项目变动情况分析 3.2.1 项目变动情况及原因 根据《昌乐县人民医院核医学工作场所改建项目环境影响报告表》,本项目为改建一		

处核医学工作场所，使用核素 ^{99m}Tc 、 ^{18}F 开展临床诊断，新增 1 台 PET-CT 装置，核医学工作场所主要有 ^{18}F 注射后候诊室、PET-CT 扫描间、PET-CT 控制室、设备间、洁具间、废物间、储源室、注射室、分装室、卫生通过间（含淋浴）、SPECT-CT 扫描间、SPECT-CT 控制室、留观抢救室、 ^{99m}Tc 注射后候诊室、更衣室等。

实际建设过程中核医学场所的布局发生了一些变化，主要包括以下几个方面：

- （1）PET-CT 扫描间和设备间建设为 PET-CT 扫描间；
- （2）卫生间和更衣室建设为设备间；
- （3）储源室北侧的防护门建设为传送窗口；
- （4）分装室内安装了一个手套箱，分装室南墙设置了一个注射窗口；
- （5）设置了 2 套通风系统以及 2 套活性炭过滤装置。

3.2.2 结论

参考《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》，本项目变动情况不属于重大变动。

3.3 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》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》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。为此本次对医院的辐射环境管理和安全防护措施等进行了现场核查。

1. 组织机构

医院签订了辐射工作安全责任书，成立了辐射安全与防护管理委员会，指定该机构专职和专人负责医院放射性同位素与射线装置的安全和防护工作，落实了岗位职责。

3. 辐射安全管理制度及落实情况

（1）工作制度

医院制定了《辐射防护与安全保卫制度》《核医学科操作规程》《辐射工作人员岗位职责》《监测方案》《设备检修维护制度》《台账登记制度》《人员培训计划》等制度，建立了辐射安全管理档案。医院建立了放射性核素使用管理记录、药品出入库记录，SPECT-CT、PET-CT 等设备使用记录。

（2）操作规程

医院制定了《核医学科操作规程》，辐射工作人员严格按照操作规程进行操作。

（3）应急演练

医院编制了《辐射事故应急预案》，于 2025 年 4 月 18 日开展了辐射事故应急演练。

（4）人员培训

医院制定了《人员培训计划》，本项目配备了 5 名辐射工作人员，均通过了核技术利用辐射安全与防护考核，且在有效期内。

（5）监测方案

医院制定了《监测方案》，按照监测计划每年进行辐射防护检测，并进行了自主监测。本项目配备了 1 台 IA-V2 型辐射巡检仪、1 台 RDS-80 型表面污染仪，为辐射工作人员配备了个人剂量计，委托有资质的单位进行个人剂量检测，建立了个人剂量档案，做到 1 人 1 档。

（6）年度评估

医院每年开展自行检查及年度评估，对现有辐射项目编写了辐射安全与防护状况年度评估报告，已将 2025 年年度评估报告提报全国核技术利用辐射安全申报系统。

3. 辐射安全防护设备及用品

本项目配备了 1 台 IA-V2 型辐射巡检仪、1 台 RDS-80 型表面污染仪、3 部（2 部 RAD-60S 型、1 部 DP802I 型）个人剂量报警仪，配备了铅防护服。

表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批决定

4.1 环境影响报告表结论（仅本期涉及的核医学部分）

1. 项目概况

医院于 2023 年 2 月 3 日取得由山东省生态环境厅最新下发的辐射安全许可证，证书编号为鲁环辐证[07156]号，种类和范围为使用 II 类、III 类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所，有效期至 2028 年 2 月 2 日。

本项目核医学工作场所位于昌乐县人民医院本部院区 6 号楼一楼，使用锝-99m (^{99m}Tc) 进行 SPECT-CT 放射诊断，使用氟-18 (^{18}F) 进行 PET-CT 放射诊断。日等效最大操作量为 $1.11 \times 10^7 \text{Bq}$ ，属于丙级非密封放射性物质工作场所（丙级：场所日等效最大操作量豁免 $\sim 2 \times 10^7$ ）。

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中“第一类 鼓励类”“三十七、卫生健康”“1、医疗服务设施建设：预防保健、卫生应急、卫生监督服务设施建设，医疗卫生服务设施建设，传染病、儿童、精神卫生专科医院和康复医院（中心）、护理院（中心）、安宁疗护中心、全科医疗设施与服务，医养结合设施与服务”。本项目为医疗服务设施建设，属于鼓励类项目，符合国家产业政策要求。

本项目核医学工作场所用于放射诊断、治疗，可以提高当地的整体医疗水平、满足群众基本医疗服务和健康保障的需求，并进一步提供优势专科医疗服务，项目的开展满足医学诊疗的工作需要，具有明显的经济效益和社会效益。本项目通过合理选址、选用合适的防护措施，可保证其运行过程中产生的辐射影响满足国家有关要求，因此本项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的要求。

2. 选址合理

本项目核医学工作场所位于医院本部院区 6 号楼一楼，场所与周围区域以实体墙体或者安全门进行物理隔离；不邻接儿科、产科等场所，周围无关人员相对流动较少，场所相对独立，患者离开场所后沿单向通道直达 6 号楼西南侧室外，出口处非门诊大厅、收费处等人群稠密区域；核医学工作场所室外总排风口位于场所所在 6 号楼楼顶。经分析，本项目丙级核医学工作场所周围辐射水平均可满足国家相关要求，经有效的防护和治理措施，项目运行过程中对周围及环境保护目标处的辐射影响能够满足相关标准规范要求，因此，本项目选址基本合理可行。

3. 现状监测

本项目核医学工作场所内部及周围室内环境 γ 空气吸收剂量率为104~140nGy/h,即 $(10.4\sim14.0)\times10^{-8}\text{Gy/h}$;室外环境 γ 空气吸收剂量率为79~129nGy/h,即 $(7.9\sim12.9)\times10^{-8}\text{Gy/h}$,均处于潍坊市环境 γ 空气吸收剂量率本底水平正常波动范围内[室内 $(6.84\sim23.89)\times10^{-8}\text{Gy/h}$ 、道路 $(3.35\sim17.70)\times10^{-8}\text{Gy/h}$]。核医学科 β 表面污染为 $(0.03\sim0.42)\text{Bq/cm}^2$,低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)控制区 (40Bq/cm^2) 和监督区 (4Bq/cm^2) 的表面污染控制水平。

核医学工作场所下风向区域土壤总 β 放射性检测结果为746.4Bq/kg。参照《南水北调东线山东段沿线土壤的放射性水平》(邓太平、许家昂等,中国辐射卫生2006年12月第15卷第4期)中南水北调山东段沿线土壤中总 β 放射性水平范围为 $(510\sim858)\text{Bq/kg}$,因此,本项目土壤中总 β 放射性处于正常水平。

4. 环境影响评价结论

(1) 布局。本项目核医学工作场所位于医院本部院区6号楼一楼,功能房间设置齐全,医护通道与用药前患者通道不交叉,用药前患者和用药后患者不交叉,放射性药物和放射性废物运送通道尽可能短捷,通道设计合理,功能房间设置齐全。

(2) 分区。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的有关规定,该核医学工作场所划分为“控制区”和“监督区”两区管理。

(3) 项目屏蔽设计及防护措施。本项目核医学工作场所四周墙体、室顶、防护门、观察窗均采用有效的屏蔽。为职业人员配备有放射性污染防护服,以及必需的应急及去污用品。职业人员配备有个人剂量计。核医学工作场所配备有活度计1台、表面污染检测仪1台、辐射监测仪1台、个人剂量报警仪3部。核医学工作场所出入口等处设计有电离辐射警告标志,设计有明确的患者或受检者导向标识或导向提示,配备所需的监控设备和对讲装置,储源室拟设置双人双锁、监控等防盗措施。拟为患者配备防护铅屏风。

(4) 辐射水平。经估算,在现有设计条件下,核医学工作场所各关注点剂量率能满足相应的剂量率控制目标。

(5) 放射性废水。本项目产生的放射性废水排入放射性废水处理系统,在衰变池停留衰变满足30天后,排入医院污水处理站。

(6) 放射性固体废物。剩余的放射性药物放置于分装室手套箱内,由供源单位回收。患者诊疗产生的被污染的注射器、针头、手套、导管、药棉、纱布、吸水纸、破碎杯皿、擦拭表面污染的抹布和病人使用的一次性杯子等,在专用衰变箱停留衰变53天($^{99\text{m}}\text{Tc}$)/79

天 (^{18}F) 后, 经检测确保表面剂量率满足所处环境本底水平、 β 表面污染低于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ 后, 按一般医疗废物交于具有相应危险废物处置资质的单位进行规范处置。衰变池沉渣满足解控水平后, 经搅拌后随水流排出, 难以排出的, 经酸化预处理后, 再随废水排入医院污水处理站。放射性废气处理系统定期更换的废活性炭置于衰变箱中暂存衰变 30 天后, 经检测确保表面剂量率满足所处环境本底水平、 β 表面污染低于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ 后, 按一般医疗废物交于具有相应危险废物处置资质的单位进行规范处置。

(4) 放射性废气。本项目核医学工作场所共设计 3 套通风系统, 1 套用于分装室 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 手套箱内核素操作废气的通风 (1#排气管道); 1 套用于分装室 ^{18}F 手套箱内核素操作废气的通风 (2#排气管道); 1 套用于场所内分装室、储源室、废物间、注射室、SPECT-CT 候诊室、PET-CT 候诊室、PET-CT 扫描间、留观/抢救室、南侧患者走廊的通风 (3#排气管道)。1#、2#排气管道在手套箱顶部设置活性炭高效过滤装置, 3#排气管道在总排风口处楼顶位置设置活性炭高效过滤装置, 上述废气经过滤后由 6 号楼楼顶排放, 总排口高出楼顶 3m, 总排口处设防雨帽、防虫网。病房综合楼顶无人员停留, 对周围影响较小。

(5) 人员剂量。核医学工作场所运行过程中, 本项目医护人员手部年当量剂量最大值为 $21.95\text{mSv}/\text{a}$ 、身体年有效剂量最大值为 $1.64\text{mSv}/\text{a}$ 、眼晶体年有效剂量最大值为 $1.64\text{mSv}/\text{a}$; 技师手部年当量剂量最大值为 $0.45\text{mSv}/\text{a}$ 、身体年有效剂量最大值为 $0.45\text{mSv}/\text{a}$ 、眼晶体年有效剂量最大值为 $0.45\text{mSv}/\text{a}$; 慰问者年有效剂量最大为 $1.63\text{mSv}/\text{a}$, 公众成员年有效剂量最大为 $0.08\text{mSv}/\text{a}$, 分别低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中规定的工作人员四肢 $500\text{mSv}/\text{a}$ 、工作人员身体 $20\text{mSv}/\text{a}$ 、工作人员眼晶体 $20\text{mSv}/\text{a}$ 、慰问者 $5\text{mSv}/\text{a}$ 、公众成员 $1\text{mSv}/\text{a}$ 的剂量限值, 也分别低于本评价提出的工作人员手部 $125\text{mSv}/\text{a}$ 、工作人员身体 $5\text{mSv}/\text{a}$ 、慰问者 $5\text{mSv}/\text{a}$ 、公众成员 $0.1\text{mSv}/\text{a}$ 的年管理剂量约束值。

5. 辐射安全管理结论

医院设立有辐射安全与环境保护领导小组, 已签订辐射工作安全责任书。已制定有较为完善的辐射安全管理规章制度, 在本次环评项目实施前, 还应制定详细的核医学工作场所开展所需规章制度, 并适时修订原有制度, 以满足本次核技术应用项目的辐射安全管理要求。

本项目拟配备 8 名职业人员, 为核医学科现有工作人员, 已通过全国核技术利用辐射安全防护与考核。待本项目运行后, 建设单位应视项目开展情况增配相应的职业人员, 上

岗前应根据工作安排组织其在全国核技术利用辐射安全与防护培训平台进行相应培训并考核合格后上岗。建设单位应加强辐射工作人员管理，严禁安排未考核合格的人员从事辐射工作。

医院为职业人员每人配备了个人剂量计，定期对个人剂量进行检测。医院核医学科配备表面污染检测仪 1 台、便携式辐射监测仪 1 台，用于开展自行监测和应急监测。在制定的辐射事故风险防范措施和相应的事故应急预案条件下，通过进一步完善安全措施，其环境风险是可控的。

综上，昌乐县人民医院核医学工作场所改建项目，在切实落实报告中提出的辐射管理、辐射防护等各项措施，严格执行相关法律法规、标准规范等文件的情况下，对辐射工作人员和公众成员是安全的，对周围环境产生的辐射影响可满足国家相关标准要求，不会引起周围辐射水平的明显变化。因此，从环境保护角度分析，项目建设是可行的。

4.2 审批部门审批决定

经研究，对《昌乐县人民医院核医学工作场所改建项目环境影响报告表》提出审批意见如下：

一、昌乐县人民医院位于潍坊市昌乐县利民街 278 号，该院现有省生态环境厅核发的辐射安全许可证(鲁环辐证[07156])，准予从事使用 II 类、III 类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所的活动。

本项目拟对医院本部院区 6 号楼一楼核医学工作场所进行改建，主要改建内容包括：保留现有 SPECT-CT 扫描间、登记室/接诊室等，对其他区域进行重新规划调整或调整辐射安全防护，调整核素^{99m}Tc 的用量(日等效最大操作量 1.11×10^7 Bq, 年最大操作量 1.665×10^{12} Bq,)、不再使用核素¹³¹I 和⁸⁹Sr, 增加核素¹⁸F(日等效最大操作量 5.55×10^6 Bq, 年最大操作量 5.55×10^{11} Bq,) 的应用。本次改建完成后核医学工作场所日等效最大操作量为 1.11×10^7 Bq, 为丙级非密封放射性物质工作场所；核医学工作场所新增 1 台 PET-CT, 最大管电压为 140kV, 属于 III 类射线装置。

该项目在落实环境影响报告表提出的辐射安全和防护措施及本审批意见的要求后，对环境的影响符合国家有关规定和标准，我局同意按照环境影响报告表中所列的项目性质、规模、地点和采取的辐射安全和防护措施建设该项目。

二、该项目应严格落实环境影响报告表提出的辐射安全与防护措施和以下要求。

(一)严格执行辐射安全管理制度

1. 落实辐射安全管理责任制。医院法人代表为辐射安全工作第一责任人，分管负责人为直接责任人。设立辐射安全与环境保护管理机构，指定 1 名本科以上学历的专业技术人员统一负责医院的辐射安全管理工作，落实岗位职责。

2. 落实放射性同位素使用登记制度、辐射防护和安全保卫制度、培训计划和监测方案等，建立辐射安全管理档案。

(二) 加强医护人员、患者的安全和防护工作

1. 制定培训计划，组织辐射工作人员参加辐射安全培训和再培训，经考核合格后持证上岗；考核不合格的，不得从事辐射工作。

2. 建立辐射工作人员个人剂量档案，做到 1 人 1 档。辐射工作人员应佩戴个人剂量计，每 3 个月进行 1 次个人剂量监测。安排专人负责个人剂量档案和个人监测管理，发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并向生态环境部门报告。

3. 医院配备的医护人员和患者个人防护用品应符合相关标准要求，确保辐射工作人员所受照射剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定的标准限值。

4. 从事放射治疗或诊断时，应对患者采取有效辐射安全与防护措施，并告知患者、患者家属注意事项，严格控制接受不必要的受照剂量。

(三) 做好辐射工作场所的安全和防护工作

1. 医院辐射工作场所醒目位置上应设置电离辐射警告标志，标志应符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求。

2. 本项目涉及的工作场所要实行分区管理，划分控制区和监督区，各分区要严格按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)进行管理。

3. 应落实放射性同位素入库、库存、出库登记制度，建立使用台账。做好安全保卫工作，设置专用保险箱，明确专人负责保管，确保放射性同位素安全。

4. 应采取有效措施控制放射性核素进入废水，减少放射性废水的产生。放射性废水须经专门的废水收集系统排放至专门的衰变池内，至少衰变 10 个半衰期，经监测满足清洁解控水平后方可排入污水处理系统。

建立放射性废物桶专用储存间。本项目的非密封放射性物质破损、洒漏后的擦拭布，被放射性污染的棉棒、纸杯、残留的放射性核素等放射性固体废物应收集到符合规范的放射性废物桶内，在储存间衰变 10 个半衰期，达到清洁解控水平后，方可作为普通医疗垃

圾处理。

与销售单位签订回收协议，由其回收未用完的放射性同位素及包装容器。

5. 制定并严格执行辐射环境监测计划。应配备辐射巡测仪和表面污染沾污仪，开展辐射环境监测，并向生态环境部门上报监测数据。

非密封放射性物质工作场所每天工作结束后，应当用表面污染沾污仪进行监测，确保工作场所辐射环境满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求。

(四)定期开展应急演练，修订辐射事故应急预案。若发生辐射事故，应及时向生态环境、公安和卫生健康等部门报告。

三、工程建设必须严格执行环境保护“三同时”制度，配套建设的环境保护设施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。工程建成后，按相关规定组织竣工环境保护验收，经验收合格方可正式投入运行。

四、本审批意见有效期为五年，若该项目的性质、规模、地点、采用的辐射安全与防护措施等发生重大变动，须重新向我局报批环境影响评价文件。

表 5 验收监测质量保证及质量控制

5.1 质量保证目的

质量保证分为内部质量保证和外部质量保证。内部质量保证主要向管理者提供信任；外部质量保证主要向客户或公众提供信任，使其确信结果是准确可靠的。对于辐射环境监测来说，质量保证的目的是把监测的误差降低到可接受的程度，保证监测结果真实反映采样和监测时的环境放射性水平。

5.2 质量保证内容

质量保证的基本内容包括严密的组织、文件化管理、规范化操作、有效地控制四个方面。

5.2.1 严密的组织

本次验收监测由山东丹波尔环境科技有限公司进行，山东丹波尔环境科技有限公司具有 CMA 监测资质，开展监测时，监测资质在有效期内。山东丹波尔环境科技有限公司组织机构分工明确，管理层、技术负责人、质量负责人、授权签字人、监测人员、质量监督人员、样品管理员、设备管理员等各层次人员配备齐全，公司已对各层次人员赋予相应的权力和资源。公司受市场监督主管部门的监督检查和管理，在历次检查中，均未出现重大问题。

5.2.2 文件化管理

山东丹波尔环境科技有限公司制定有质量要求文件和质量证明文件。

质量要求文件主要由管理体系文件组成，包括质量手册、程序文件、作业指导书、记录表格，以及外来文件等。它是辐射环境监测的质量立法，是将行之有效的质量管理手段和方法规范化，使各项质量活动有法可依，有章可循。

质量证明文件是依据质量要求文件内容完成的活动及其结果提供客观证据的文件，是辐射环境监测获得的质量水平和质量体系中各项活动结果的客观反映，分为质量记录和技术记录，包括人员培训考核记录、仪器设备检定/校准证书、监测过程质量控制记录、样品分析测量结果报告及原始记录等。

5.2.3 规范化操作

山东丹波尔环境科技有限公司全部监测活动都有程序文件加以规定，并严格遵照执行。所有用于辐射环境监测的方法均参照现行有效的相关标准，包括分析测量、数据处理与报告等，相关人员均熟练掌握，严格遵照执行。

5.2.4 有效地控制

有效的控制是使监测过程处于受控状态，以达到质量要求所采取的作业技术活动。在辐射环境监测中，其作用是识别从采样、制样，到分析测量、数据处理、结果报告的全过程中造成缺陷的一些操作，以便采取有效措施。在控制技术中，统计技术是识别、分析和控制异常变化的重要手段。山东丹波尔环境科技有限公司建立了质量控制项目登记表，对质量控制项目、质控技术（方法）、执行标准、执行人员、监督人员、判定方法、判定结果、实施日期等进行详细的记录。公司制定有质量监督计划，定期开展质量监督，填写质量监督检查记录、质量控制结果评定表、质量控制项目实施结果分析报告并存档。可有效进行质量控制。

5.3 质量保证计划

公司在制定辐射环境监测方案的同时，制定了相应的质量保证计划，并覆盖监测的全过程。一般来说，质量保证计划可满足以下要求：

- a) 明确单位的组织架构、职责、权力层次和对应管理接口，以及工作内容和能力；解决所有的管理措施，包括规划、调度和资源。
- b) 建立并宣贯工作流程和程序。
- c) 满足辐射环境监测的监管要求。
- d) 使用合适的采样和测量方法，选择合适的设备及其文件记录，包括对设备和仪器进行恰当的维护、测试和校准，保证其能正常运行。
- e) 选择合适的环境介质采样和测量的地点及采样频度。
- f) 使用的校准标准可追溯至国家标准或国际标准。
- g) 有审查和评估监测方案整体效能的质量控制机制和程序（任何偏离正常程序的行为均应记录），必要时进行不确定度分析。
- h) 参加能力验证或实验室间比对。
- i) 满足记录及存档的规定要求。
- j) 培训从事特定设备操作的人员，使其拥有相应的资格（根据管理需要）。

公司质量保证计划可满足监管部门为辐射环境监测质量保证所规定的作为最低限度的基本通用要求。

5.4 监测方案的质量保证

5.4.1 监测方案内容

本项目验收监测前，对监测任务制定有详细的监测方案，内容包括：监测目的和要求、监测点位、监测项目和频次、监测分析方法和依据、质量保证要求、监测结果评价标准、监测计划安排、提交报告时间等。

5.4.2 质量保证要求

对监测方案实施质量保证的目的是为保证监测结果反映环境真实水平的可靠性提供客观依据。由于监测结果被各种条件和因素影响，使得某一地区、某一时间采集的样品获得的监测结果未必反映当地当时的环境真实水平。

本项目在制订辐射环境监测方案时，同时制订有质量保证计划（方案），具有涉及监测活动全过程的质量保证措施。

5.5 监测人员素质要求

a) 山东丹波尔环保科技有限公司各监测人员数量及其专业技术背景、工作经历、监测能力等均与所开展的监测活动相匹配，中级及以上专业技术职称或同等能力的人员数量不少于监测人员总数的 15%。

b) 公司监测人员均具备良好的敬业精神和职业操守，认真执行国家生态环境和其他有关法规标准。坚持实事求是、探索求真的科学态度和踏实诚信的工作作风。

c) 公司从事辐射环境监测人员均已接受相应的教育和培训，具备与其承担工作相适应的能力，掌握辐射防护基本知识，掌握辐射环境监测操作技术和质量控制程序，掌握数理统计方法。

d) 公司从事辐射环境监测人员均具备一定的专业技术水平，持证上岗。

5.6 监测设备的检定/校准和核查

5.6.1 监测设备的检定/校准

本项目所有检测仪器均在国家计量部门或其授权的校准机构检定/校准，开展验收监测时，均在有效期内。

5.6.2 监测设备的核查

为保证监测数据的准确可靠，山东丹波尔环保科技有限公司定期核查监测设备，通过实验室比对等方法，选取个别关键指标进行核查，核查结果可确定仪器是否适用，核查误差均在误差要求范围内。

5.7 监测数据的质量控制

5.7.1 监测方法

由两名检测人员共同进行现场监测，依据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）等相关要求进行现场测量。将仪器接通电源预热 15min 以上，设置好测量程序，仪器自动读取 10 个数据，计算算术平均值和标准差，结合仪器校准因子进行修正，扣除宇宙射线响应值后，得到测点最终辐射剂量率结果。

5.7.2 数据记录

本项目分析测量到结果计算的全过程，均按规定的格式和内容，清楚、详细、准确地记录，未随意涂改。

5.7.3 数据校核

公司进行分析数据之前，由专门的校核人员对原始数据进行必要的整理和校核。由校核人员逐一校核原始记录是否符合相关规范的要求，若有计算或记录错误，反复核算后予以订正。

5.7.4 数据审核

公司审核人员对数据的准确性、逻辑性、可比性和合理性进行审核。审核由二人独立进行或由未参与分析测量的人员进行核算。

5.7.5 数据保存

本项目监测任务合同（委托书/任务单）、原始记录、报告审核记录、监测报告、质量保证计划及其核查等资料均已归档保存。电子介质存储的报告和记录与纸质文档长期保存。

表 6 验收监测内容

为掌握本项目核医学工作场所正常运行情况下周围的辐射环境水平，山东丹波尔环境科技有限公司对本次验收的核医学工作场所及周围环境进行了剂量率和表面污染监测。同时根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021），本次对核医学工作场所下风向土壤中总 β 放射性进行了监测。

6.1 监测项目

核医学工作场所内部及周围X- γ 辐射剂量率、 β 表面污染、核医学工作场所下风向土壤中总 β 。根据项目所在地区气候气象条件，常年主导风向为东南风，因此在项目主导风向下风向（西北侧）取土样进行检测，与环评阶段取样位置一致。

6.2 监测仪器

（1）X- γ 辐射剂量率及 β 表面污染

本次验收监测仪器设备参数及技术指标见表6-1。

表 6-1 本次验收监测使用的监测仪器一览表

项 目	设备参数及技术指标	设备参数及技术指标
仪器名称	便携式 X- γ 剂量率仪	α 、 β 表面污染测量仪
仪器型号	FH40G+FHZ672E-10	BG9611
系统主机测量范围	10nGy/h~1Gy/h	0.1~99999cps
探测器测量范围	1nGy/h~100 μ Gy/h	/
系统主机能量范围	36keV~1.3MeV	/
检定单位	山东省计量科学研究院	山东省计量科学研究院
检定证书编号	Y16-20253686	Y15-20250102
检定有效期	2026 年 12 月 22 日	2026 年 5 月 8 日

（2）土壤中总 β

分析仪器型号及名称：MPC-9604型流气式低本底 α 、 β 测量仪。

6.3 监测分析方法

X- γ 剂量率、 β 表面污染由两名检测人员共同进行现场监测，依据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）、《表面污染测定第一部分 β 发射体（ $E_{\beta \text{ MAX}} > 0.15\text{MeV}$ ）和 α 发射体》等相关要求进行现场测量。将仪器接通电源预热15min以上，设置好测量程序，仪器自动读取10个数据，计算均值和标准偏差。

土壤中总β参照《水中总β放射性测定蒸发法》（EJ/T900-1994）进行检测。

(1) 采样方法

一般按照梅花形采样法进行，在10m×10m范围内布设5个采样点，分别取样再混合，子样的大小为10cm×10cm，采样深度为0~20cm，样品湿重约2.5kg。采得的湿样先除去石块及植物根茎叶，装入双层聚乙烯塑料袋中，并作好采样记录。有时在面积较大，地势不太平坦，样品分布不够均匀的地带也采用蛇形5点采样法。

(2) 采样量

将多点采集的土壤除去石块、草根等杂物，现场混合后取2~3kg样品装在双层塑料袋内密封，再置于同样大小的布袋中保存。

6.4 监测布点

本次验收监测对核医学工作场所及周围环境进行了现场监测，γ辐射剂量率布设85个监测点位，即A1~A41、B1~B44；在核医学工作场所β表面污染布设40个监测点位，即c1~c40。

土壤中总β取核医学工作场所西北侧的土壤进行检测，根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021），去除表层植被后使用土铲取表层土，取样位置见附图3。

γ剂量率、β表面污染监测布点情况见图6-1。

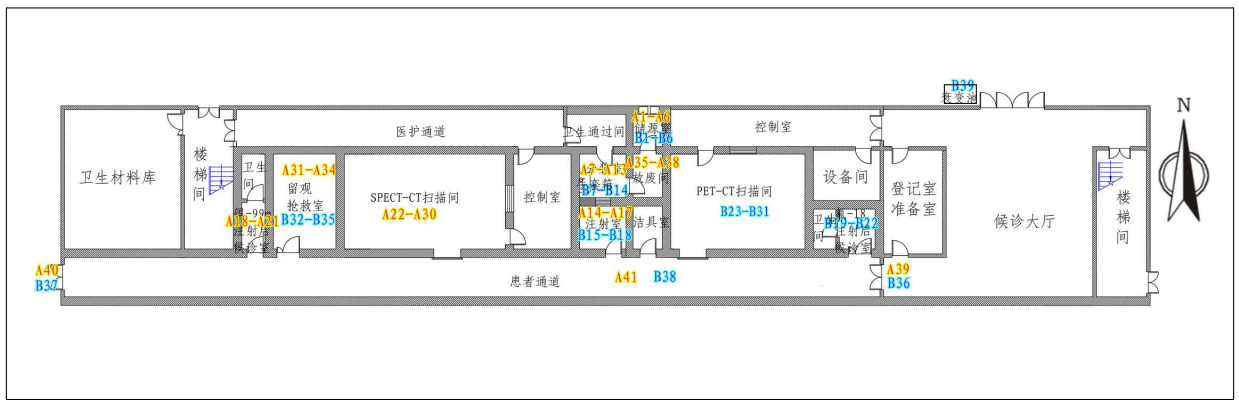


图 6-1(a) 监测布点图



图 6-1(b) 监测布点图

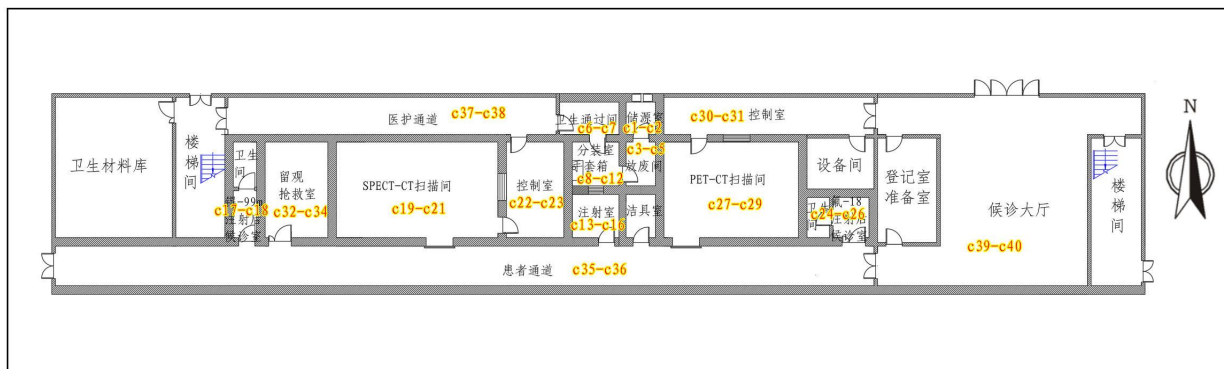


图 6-1(c) 监测布点图

表 7 验收监测

7.1 验收监测期间运行工况

本项目验收监测期间，各辐射安全与防护设施均正常，并能有效运行，验收监测期间，核素用量见监测结果表。

(1) X- γ 剂量率、 β 表面污染

监测时间：2026 年 3 月 24 日；监测条件：天气：晴，温度：14.7℃，相对湿度：38.5%。
检测时具体工况见监测结果表。

(2) 土壤中总 β

取样时间：2026 年 3 月 24 日。

检测时间：2026 年 4 月 22 日。

7.2 验收监测结果

核医学工作场所及周围监测结果见表 7-1～表 7-4。

表 7-1 使用核素 ^{99m}Tc 时核医学工作场所及周围 γ 辐射剂量率检测监测结果 (nGy/h)

点位	点位描述	剂量率	标准差	备注
A1	^{99m}Tc 储药铅罐外 5cm 处	10.0 $\mu\text{Gy/h}$	0.1	装有 60 mCi ^{99m}Tc 药物的铅罐放置在房间内
A2	^{99m}Tc 储药铅罐外 1m 处	299.7	2.0	
A3	东墙外 30cm	132.9	1.8	
A4	南墙及南侧防护门外 30cm	129.8	1.5	
A5	西墙外 30cm	168.2	1.8	
A6	北墙及北侧窗口外 30cm	100.8	0.7	
A7	^{99m}Tc 注射时工作人员手部	19.2 $\mu\text{Gy/h}$	0.2	20 mCi 的 ^{99m}Tc 药物放置在房间内，没有防护
A8	^{99m}Tc 注射时工作人员身体部位	2.1 $\mu\text{Gy/h}$	0.02	
A9	东墙及东侧防护门外 30cm	136.0	1.7	20 mCi 的 ^{99m}Tc 药物放置在手套箱内
A10	南墙及南侧注射窗外 30cm	159.6	1.4	
A11	西墙外 30cm	147.9	1.5	
A12	北墙及防护门外 30cm	140.7	1.7	
A13	^{99m}Tc 放射性废物桶表面	429.2	1.8	
A14	东墙外 30cm	143.3	1.3	20 mCi 的 ^{99m}Tc 药物放置在房间内
A15	北墙及北侧注射窗外 30cm	149.4	1.5	
A16	西墙外 30cm	136.6	1.4	

A17		南墙及南侧防护门外 30cm	145.5	1.5	
A18	^{99m} Tc 注射 后候诊室	东墙外 30cm	141.1	1.2	<u>40 mCi 的 ^{99m}Tc</u> 药物放置在房间 内
A19		南墙及南侧防护门外 30cm	171.1	1.5	
A20		西墙外 30cm	142.1	1.6	
A21		北墙外 30cm	146.0	1.4	
A22	SPECT-CT 扫描间	手术床外 1m	16.3μGy/h	0.5	<u>20 mCi 的 ^{99m}Tc</u> 药物放置在房间 内
A23		观察窗外 30cm	124.0	1.5	
A24		控制室操作位	130.2	1.6	
A25		东墙外 30cm	131.0	1.7	
A26		东侧防护门外 30cm	142.0	1.4	
A27		南墙外 30cm	133.6	1.6	
A28		南侧防护门外 30cm	137.4	1.3	
A29		西墙外 30cm	141.4	1.4	
A30		北墙外 30cm	144.6	1.7	
A31	留观抢救 室（ ^{99m} Tc）	东墙外 30cm	138.0	1.8	<u>40 mCi 的 ^{99m}Tc</u> 药物放置在房间 内
A32		南墙及南侧防护门外 30cm	143.6	1.5	
A33		西墙外 30cm	168.9	1.6	
A34		北墙外 30cm	146.6	1.5	
A35	放废间	东墙外 30cm	133.8	1.6	/
A36		南墙外 30cm	137.2	1.5	
A37		西墙及西侧防护门外 30cm	130.3	1.4	
A38		北墙及北侧防护门外 30cm	126.4	1.3	
A39	患者走廊	患者入口防护门外 30cm	133.5	1.3	<u>20 mCi 的 ^{99m}Tc</u> 药物放置在走廊 内，距防护门 1.0m
A40		患者出口防护门外 30cm	162.5	1.4	
A41	核医学工作场所楼上走廊（距地面 1m 处）		140.6	1.2	<u>放置 40 mCi 的</u> ^{99m} Tc
范 围			100.8nGy/h～16.3 μ Gy/h		--
注：表中检测数据已扣除宇宙射线响应值 13.5nGy/h；宇宙射线响应值的屏蔽修正因子，原野和道路为 1，平房取 0.9，多层建筑物取 0.8。					

表 7-2 使用核素 ¹⁸F 时核医学工作场所及周围 γ 辐射剂量率检测监测结果 (nGy/h)

点位	房间	点位描述	剂量率	标准差	备注
B1	储源室	¹⁸ F 储药铅罐外 5cm 处	13.3 μ Gy/h	0.2	装有 50 mCi ¹⁸ F 药

B2	^{18}F	^{18}F 储药铅罐外 1m 处	392.1	2.2	物的铅罐放置在房间内
B3		东墙外 30cm	145.5	1.6	
B4		南墙及南侧防护门外 30cm	135.1	1.4	
B5		西墙外 30cm	168.2	1.5	
B6		北墙及北侧窗口外 30cm	107.6	1.2	
B7	分装室 (^{18}F)	手套箱外 30cm (巡测)	487.0	2.1	50 mCi 的 ^{18}F 药物 放置在手套箱内
B8		^{18}F 注射时工作人员手部	8.7 $\mu\text{Gy/h}$	0.02	10 mCi 的 ^{18}F 药物 放置在房间内
B9		^{18}F 注射时工作人员身体部位	4.1 $\mu\text{Gy/h}$	0.02	
B10		东墙及东侧防护门外 30cm	130.2	1.7	
B11		南墙及南侧注射窗外 30cm	145.3	1.4	
B12		西墙外 30cm	141.1	1.5	
B13		北墙及防护门外 30cm	144.2	1.5	
B14		^{18}F 污物桶外表面 30cm	556.8	1.7	
B15	注射室 (^{18}F)	东墙外 30cm	168.2	1.2	10 mCi 的 ^{18}F 药物 放置在房间内
B16		北墙及北侧注射窗外 30cm	172.1	1.3	
B17		西墙外 30cm	145.3	1.7	
B18		南墙及南侧防护门外 30cm	240.3	1.6	
B19	^{18}F 注射后候 诊室	东墙外 30cm	127.3	1.4	20 mCi 的 ^{18}F 药物 放置在房间内
B20		南墙及南侧防护门外 30cm	132.9	1.5	
B21		西墙外 30cm	128.8	1.5	
B22		北墙外 30cm	121.6	1.6	
B23	PET-CT 扫描 间	手术床外 1m	27.6 $\mu\text{Gy/h}$	0.2	10 mCi 的 ^{18}F 药物 放置在房间内
B24		观察窗外 30cm	117.9	1.5	
B25		控制室操作位	111.0	1.4	
B26		东墙外 30cm	128.3	1.3	
B27		东侧防护门外 30cm	138.0	1.4	
B28		南墙外 30cm	145.2	1.7	
B29		南侧防护门外 30cm	147.7	1.5	
B30		西墙外 30cm	150.0	1.6	
B31		北墙外 30cm	133.2	1.4	
B32	留观抢救室 (^{18}F)	东墙外 30cm	156.2	1.7	20 mCi 的 ^{18}F 药物 放置在房间内
B33		南墙及南侧防护门外 30cm	148.3	1.4	
B34		西墙外 30cm	159.3	1.6	
B35		北墙外 30cm	111.5	1.3	

B36	患者走廊	患者入口防护门外 30cm	129.1	1.8	10 mCi 的 ^{18}F 药物 放置在走廊内, 距 防护门 1.0m
B37		患者出口防护门外 30cm	169.3	1.6	
B38	核医学工作场所楼上走廊 (距地面 1m 处)		145.7	1.4	放置 20 mCi 的 ^{18}F
B39	衰变池表面 30cm		115.8	1.3	--
B40	核医学工作场所北侧医院家属楼		113.4	1.5	--
B41	核医学工作场所北侧 3 号病房楼		107.0	1.4	--
B42	核医学工作场所东侧感染性疾病科		85.3	1.0	--
B43	核医学工作场所南侧潍坊市第三人民医院 家属楼		97.6	0.7	--
B44	核医学工作场所西侧中心供氧		99.8	0.9	--
范 围			85.3nGy/h~27.6 μ Gy/h		--

注: 表中检测数据已扣除宇宙射线响应值 13.5nGy/h; 宇宙射线响应值的屏蔽修正因子, 原野和道路为 1, 平房取 0.9, 多层建筑物取 0.8。

表 7-3 β 表面污染监测结果 (Bq/cm^2)

点位	点位描述	β 表面污染	标准差
c1	储源室地面	0.09	0.03
c2	储源室墙面	0.08	0.02
c3	放废间地面	0.09	0.02
c4	放废间墙面	0.04	0.02
c5	放废间衰变箱表面	0.24	0.03
c6	卫生通过间地面	0.03	0.02
c7	卫生通过间墙面	0.04	0.02
c8	分装室地面	0.03	0.02
c9	分装室墙面	0.01	0.03
c10	手套箱表面	0.01	0.02
c11	$^{99\text{m}}\text{Tc}$ 放射性废物桶表面	0.03	0.02
c12	^{18}F 放射性废物桶表面	0.03	0.02
c13	注射室地面	0.02	0.02
c14	注射室墙面	0.02	0.02
c15	$^{99\text{m}}\text{Tc}$ 放射性废物桶表面	0.04	0.02
c16	^{18}F 放射性废物桶表面	0.05	0.04
c17	$^{99\text{m}}\text{Tc}$ 注射后候诊室地面	0.05	0.03
c18	$^{99\text{m}}\text{Tc}$ 注射后候诊室墙面	0.05	0.03

c19	SPECT-CT 扫描间地面	0.06	0.04
c20	SPECT-CT 扫描间墙面	0.04	0.02
c21	SPECT-CT 扫描间床面	0.05	0.03
c22	SPECT-CT 控制室地面	0.03	0.03
c23	SPECT-CT 控制室墙面	0.03	0.02
c24	¹⁸ F 注射后候诊室地面	0.08	0.02
c25	¹⁸ Fc 注射后候诊室地面	0.08	0.02
c26	¹⁸ F 注射后候诊室内物品表面	0.07	0.02
c27	PET-CT 扫描间地面	0.03	0.02
c28	PET-CT 扫描间墙面	0.02	0.02
c29	PET-CT 扫描间床面	0.01	0.04
c30	PET-CT 控制室地面	0.05	0.02
c31	PET-CT 控制室墙面	0.06	0.02
c32	留观/抢救室地面	0.09	0.02
c33	留观/抢救室墙面	0.07	0.02
c34	留观/抢救室内物品表面	0.06	0.02
c35	患者走廊地面	0.10	0.03
c36	患者走廊墙面	0.09	0.02
c37	医护走廊地面	0.08	0.03
c38	医护走廊墙面	0.07	0.02
c39	候诊大厅地面	0.06	0.03
c40	候诊大厅墙面	0.07	0.02
范 围		0.01~0.24	

表7-4 土壤中总 β 放射性分析结果 单位：Bq/kg

取样点位	样品编号	样品位置	检测结果
1	231773-0001	核医学工作场所西北侧（下风向）	762（Bq/kg）

根据表 7-1、表 7-2 可知，核医学工作场所控制区内各房间外、控制区外关注点处的剂量率为（100.8~240.3）nGy/h，均低于本次验收执行的 2.5 μSv/h 剂量率目标控制值；手套箱、注射窗外表面 30cm 处剂量率最大为 487.0nGy/h，低于《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）第 6.1.6 款规定的放射性药物合成成分装的通风柜、注射窗等设备外

表面 30cm 处人员操作位剂量率目标控制值 2.5 μSv/h 及非正对人员操作位表面剂量率目标控制值 25 μSv/h；污物桶及衰变箱表面 30cm 处的剂量率最大为 556.8nGy/h，满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021)第 6.1.7 款规定的剂量率目标控制值 2.5 μSv/h。各环境保护目标处的剂量率为 85.3nGy/h~113.4nGy/h，处于潍坊市环境天然辐射水平范围内。

根据表 7-3 检测结果，核医学科 β 表面污染为(0.01~0.24)Bq/cm²，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)控制区(40Bq/cm²)和监督区(4Bq/cm²)的表面污染控制水平。

根据表 7-4 检测分析结果，本次核医学工作场所周围土壤总 β 放射性检测结果为 762Bq/kg，处于较低水平。

7.3 职业人员与公众成员受照剂量

一、年有效剂量估算公式

$$H = D_r \times T \times t \tag{7-1}$$

式中

H	年有效剂量，Sv/a
D_r	X 剂量率，Gy/h
T	居留因子，无量纲
t	年受照时间，h

二、居留因子

居留因子参照《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 1 部分：一般原则》(GBZ/T201.1-2007)，具体见表 7-5。

表 7-5 居留因子选取

场所	居留因子 (T)		示例	本项目
	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物中的驻留区	1：控制室、楼上病房、保护目标
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	1/5：走廊

偶然居留	1/16	1/8-1/40	1/8: 各治疗室房门 1/20: 公厕、自动售货区、储藏室、设有座椅的户外区域、无人护理的候诊室、病人滞留区域、屋顶、门岗室 1/40: 仅有来往行人车辆的户外区域、无人看管的停车场, 车辆自动卸货/卸客区域、楼梯、无人看管的电梯	1/16: 院内道路
------	------	----------	--	------------

三、操作时间

使用 ^{99m}Tc 过程中, 取药过程约 10s/例、注射过程约 30s/例、摆位指导约 1min/例、扫描过程约 20min/例。医院每周开展 3 天, 一年按 50 周计, 年最大诊疗人数 900 人, 则取药时间为 2.5h/a、注射时间为 7.5h/a、摆位指导过程时间为 15h/a、扫描过程时间为 300h/a。

使用核素 ^{18}F 过程中, 职业人员进行分装、取药和注射、摆位指导过程、扫描, 其中分装需 15s/次、取药过程约 10s/例、注射过程约 30s/例、摆位指导约 1min/例、扫描过程约 20min/例。医院每周开展 2 天, 一年按 50 周计, 年最大诊疗人数 600 人, 则分装时间为 2.5h/a、取药时间为 1.67h/a、注射时间为 5h/a、摆位指导过程 10h/a、扫描过程 200h/a。

四、职业人员受照剂量

本项目核医学科配备了 5 名辐射工作人员, 其中医生 3 名、护士 1 名、技师 1 名, 从事核素操作、摆位及扫描等相关工作, 其中医护人员 (医生和护士) 负责各核素的分装、取送药、注射等核素操作, 技师负责 SPECT-CT、PET-CT 控制室操作台操作及摆位指导工作。

(1) 根据本次验收检测结果估算工作人员的受照剂量

表 7-6 辐射工作人员所受剂量

项目	序号	操作过程	接触时间 (h)	身体部位	剂量率	受照剂量 (mSv)
^{99m}Tc (20mCi)	1	取药	2.5	身体	299.7nGy/h	7.49×10^{-4}
				手部	10.0 $\mu\text{Gy/h}$	0.025
	2	注射	7.5	身体	2.1 $\mu\text{Gy/h}$	0.016
				手部	19.2 $\mu\text{Gy/h}$	0.144
	3	摆位	15	身体	16.3 $\mu\text{Gy/h}$	0.245
				手部	16.3 $\mu\text{Gy/h}$	0.245
	4	扫描	300	身体	130.2nGy/h	0.039
				手部	130.2nGy/h	0.039
^{18}F (10mCi)	1	分装	2.5	身体	487nGy/h	1.22×10^{-3}
				手部	8.7 $\mu\text{Gy/h}$	0.033
	2	取药	1.67	身体	4.1 $\mu\text{Gy/h}$	6.54×10^{-4}

	3	注射	5	手部	8.7 μ Gy/h	0.022
				身体	4.1 μ Gy/h	0.021
				手部	8.7 μ Gy/h	0.044
	4	摆位	10	身体	27.6 μ Gy/h	0.276
				手部	27.6 μ Gy/h	0.276
	5	扫描	200	身体	111nGy/h	0.022
				手部	111nGy/h	0.022

表 7-7 职业人员受照剂量汇总 单位：mSv/a

核素名称	操作过程	医护人员（医师、护士）		技师	
		手部剂量	躯干剂量	手部剂量	躯干剂量
^{99m}Tc	取药	0.025	7.49×10^{-4}	--	--
	注射	0.144	0.016	--	--
	摆位	--	--	0.245	0.245
	扫描	--	--	0.039	0.039
^{18}F	分装	0.033	1.22×10^{-3}	--	--
	取药	0.022	6.54×10^{-4}	--	--
	注射	0.044	0.021	--	--
	摆位	--	--	0.276	0.276
	扫描	--	--	0.022	0.022
合计		0.268	0.039	0.582	0.582

本项目核医学工作场所运行过程中，按照医护人员参加全部诊断工作考虑，操作核素的医护人员年有效剂量最大值为 0.039mSv/a，手部年当量剂量最大值为 0.268mSv/a；则技师年有效剂量最大值为 0.582mSv/a、手部年当量剂量最大值为 0.582mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中规定的职业人员四肢 500mSv/a、身体 20mSv/a 的剂量限值，也低于环评报告中提出的职业人员 5mSv/a、四肢 125mSv/a 的管理剂量约束值。

（2）工作人员的个人剂量监测结果

本项目配有 5 名辐射工作人员，已委托了有资质的单位每 3 个月开展个人剂量检测。医院已建立了个人剂量档案，1 人 1 档，按照相关要求进行了档案填写。

本项目运行后，已开展了一次个人剂量检测，根据 2025 年 11 月 19 日-2026 年 2 月 16 日的个人剂量检测数据，辐射工作人员的有效累积剂量最大为 0.10mSv，折算为一年的受照剂量为 $0.10 \times 4 = 0.40\text{mSv}$ ，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，也低于环评报告表提出的 5.0mSv/a 的管理剂量约束值。

五、公众成员受照剂量

本项目核医学工作场所周围公众成员活动区域及环保目标处的剂量率均处于潍坊市环境天然辐射水平范围内，因此不会对场所周围公众及各环保目标处的公众成员造成附加剂量，因此公众成员年有效剂量低于环评报告表提出的 0.1mSv 的年管理剂量约束值。

表 8 验收监测结论

按照国家有关环境保护的法律法规，昌乐县人民医院核医学工作场所改建项目进行了环境影响评价并履行了环境影响审批手续。项目需配套建设的环境保护设施已与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

一、项目概况

本项目位于山东省潍坊市昌乐县利民街 278 号，医院本部院区 6 号楼一楼核医学工作场所。核医学工作场所主要有 ^{18}F 注射后候诊室、PET-CT 扫描间、PET-CT 控制室、设备间、洁具间、废物间、储源室、注射室、分装室、卫生通过间、SPECT-CT 扫描间、SPECT-CT 控制室、留观抢救室、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 注射后候诊室等。使用核素 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{18}F 开展临床显像诊断，属于使用非密封放射性物质，丙级非密封放射性物质工作场所。本次验收规模与环评一致。

医院已取得《辐射安全许可证》，证书编号：鲁环辐证[07156]，种类和范围为使用 II 类、III 类射线装置；使用非密封放射性物质，丙级非密封放射性物质工作场所，有效期至 2028 年 2 月 2 日。本次验收的核素 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{18}F 已在辐射安全许可证中登记。

二、监测结果

根据检测结果，核医学工作场所控制区内各房间外、控制区外关注点处的剂量率为 $(100.8 \sim 240.3) \text{ nGy/h}$ ，均低于本次验收执行的 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 剂量率目标控制值；手套箱、注射窗外表面 30cm 处剂量率最大为 487.0 nGy/h ，低于《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021) 第 6.1.6 款规定的放射性药物合成成分装的通风柜、注射窗等设备外表面 30cm 处人员操作位剂量率目标控制值 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 及非正对人员操作位表面剂量率目标控制值 $25 \mu\text{Sv/h}$ ；污物桶及衰变箱表面 30cm 处的剂量率最大为 556.8 nGy/h ，满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021) 第 6.1.7 款规定的剂量率目标控制值 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。各环境保护目标处的剂量率为 $85.3 \text{ nGy/h} \sim 113.4 \text{ nGy/h}$ ，处于潍坊市环境天然辐射水平范围内。

根据检测结果，核医学科 β 表面污染为 $(0.01 \sim 0.24) \text{ Bq/cm}^2$ ，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 控制区 (40 Bq/cm^2) 和监督区 (4 Bq/cm^2) 的表面污染控制水平。

根据检测结果，本次核医学工作场所周围土壤总 β 放射性检测结果为 762 Bq/kg ，处于较低水平。

三、职业与公众受照剂量

根据验收结果估算，本项目职业人员四肢、身体年有效剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中规定的职业人员四肢 500 mSv/a 、身体 20 mSv/a 的剂量限值，也低于

环评报告中提出的职业人员四肢 125mSv/a、工作人员身体 5mSv/a 的管理剂量约束值。公众成员附加年有效剂量低于环评报告表提出的 0.1mSv 的年管理剂量约束值。

四、现场检查结果

核医学工作场所划分监督区和控制区进行管理；场所采取了满足标准要求的实体屏蔽；场所内主要房间室内地面与墙壁衔接处无接缝，易清洗、去污，设备表面、工作台台面等平整光滑；控制区的入口设有电离辐射警告标志，监督区与控制区分割处设置防护门，将控制区与监督区分开，设有门禁，人员不得随意出入；场所内设有明确的患者导向标识或导向提示；医护人员和患者通道分开；配备有足够的个人防护用品(铅衣、放射性污染防护服等)；设置专用通风系统。手套箱顶壁和排气管道从地下出地面位置安装活性炭过滤装置；SPECT-CT 机房和 PET-CT 机房设有工作状态指示灯，防护门设有门-灯联动装置，并张贴电离辐射警告标志；放射性废水经专用排水管道排至放射性废水衰变系统的槽式衰变池，经暂存衰变达标后进入医院污水站进一步处理；核医学科配备有剂量率检测仪器和表面污染检测仪器，应急去污用品、放射性固体废物收集桶(箱)和衰变箱。

五、环境管理

1. 医院签订了辐射工作安全责任书，成立了辐射安全与防护管理委员会，指定该机构专职和专人负责医院放射性同位素与射线装置的安全和防护工作，落实了岗位职责。

2. 制定了《辐射防护与安全保卫制度》《核医学科操作规程》《辐射工作人员岗位职责》《监测方案》《设备检修维护制度》《台账登记制度》《人员培训计划》等制度，建立了辐射安全管理档案。编制了《辐射事故应急预案》，并开展了辐射事故应急演练。按规定编制了辐射安全和防护状况年度评估报告并在全国核技术利用辐射安全申报系统提交。

3. 本项目配备 5 名辐射工作人员，均已通过核技术利用辐射安全与防护考核，且在有效期内。已委托有资质单位对辐射工作人员进行个人剂量检测，建立了个人剂量档案。

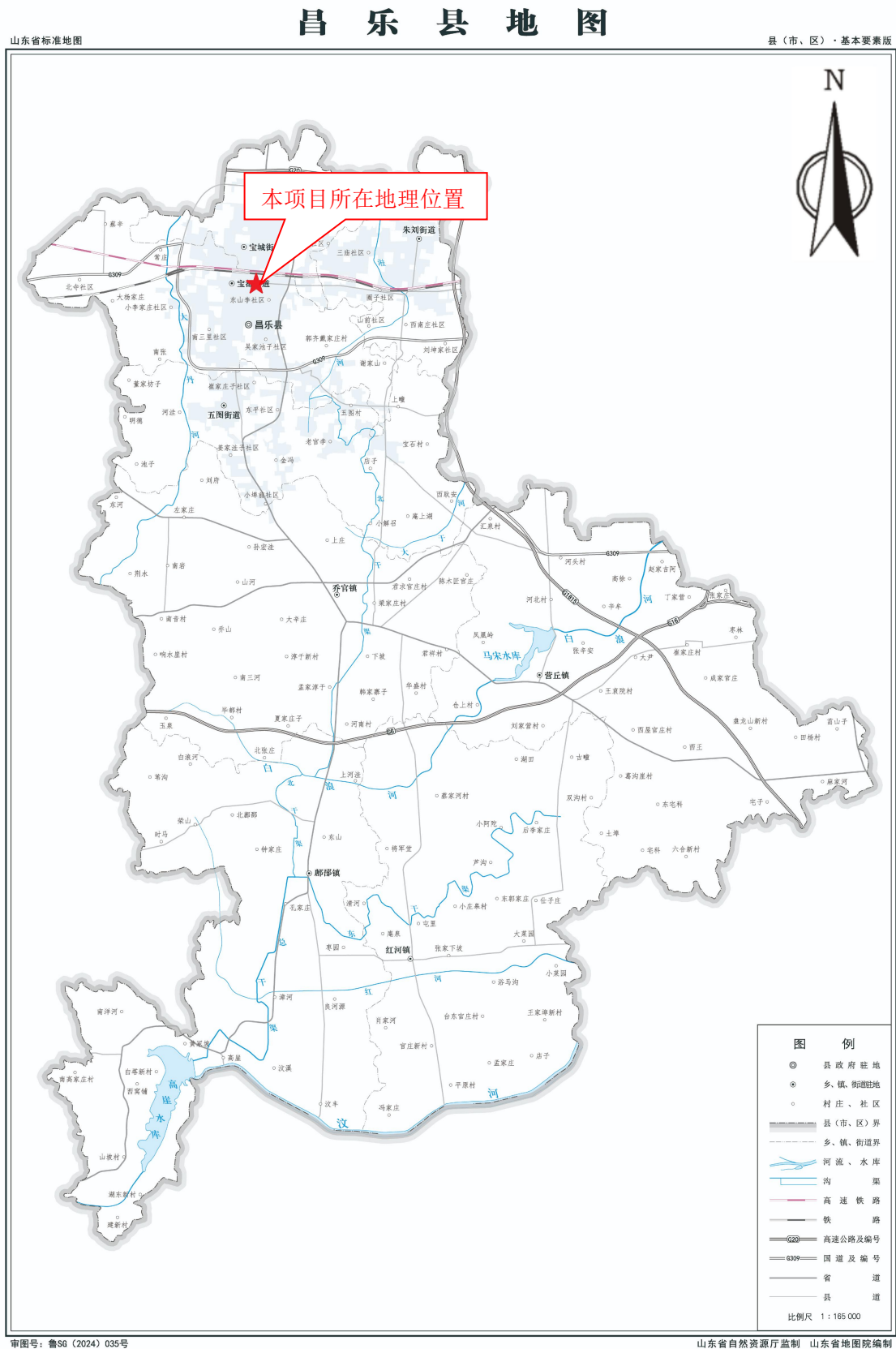
4. 本项目配备了 1 台 IA-V2 型辐射巡检仪、1 台 RDS-80 型表面污染仪、3 部(2 部 RAD-60S 型、1 部 DP802I 型)个人剂量报警仪，配备了铅防护服。

综上所述，昌乐县人民医院核医学工作场所改建项目基本落实了辐射安全管理制度和辐射安全防护各项措施，监测结果满足环境影响报告表及其审批部门批复意见中提出的要求，项目运行期间对辐射工作人员和公众的辐射影响满足验收执行标准的要求，该项目具备建设项目竣工环境保护验收条件。

六、建议

1. 适时修订和完善辐射安全管理制度，规范和完善辐射安全与防护管理档案。
2. 定期组织辐射事故应急演练，做好演练记录与评估。

附图 1 本项目地理位置示意图



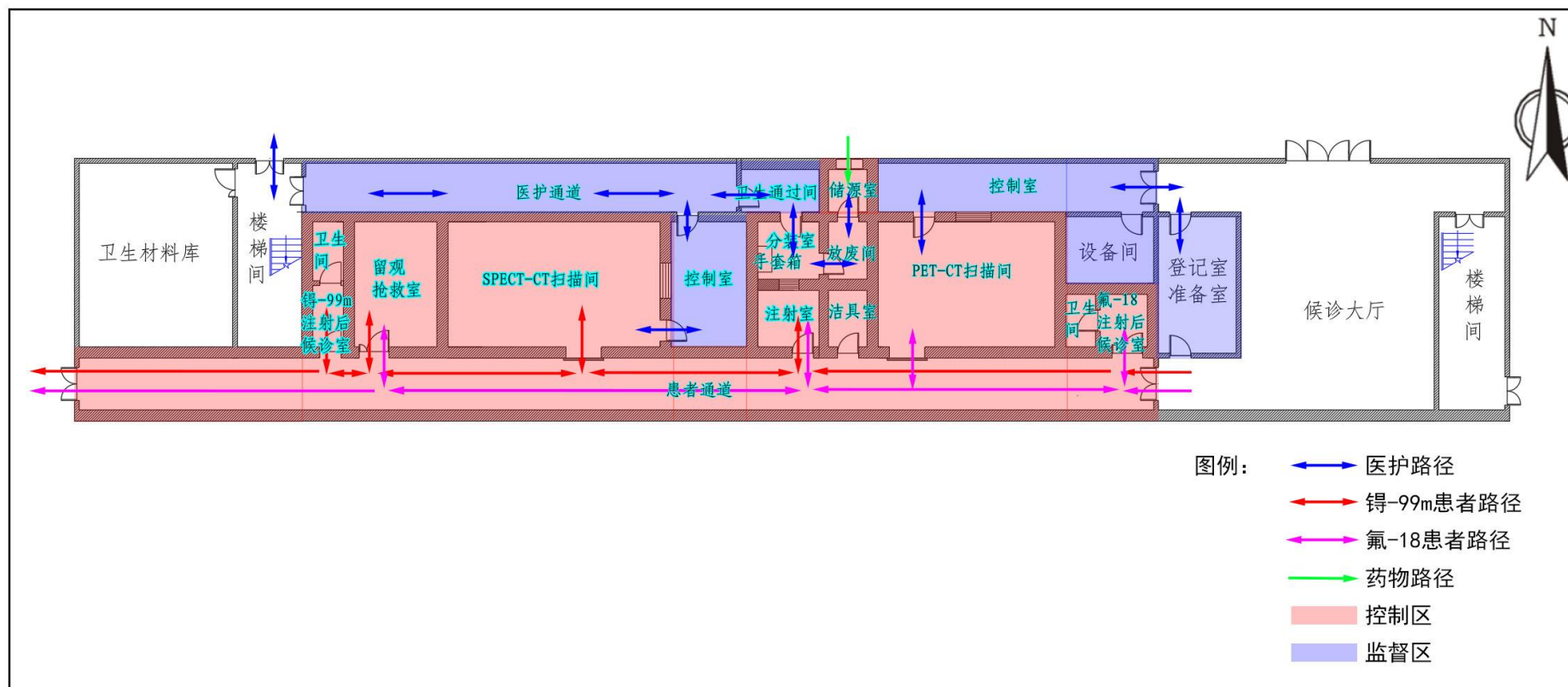
附图 2 项目周边环境关系影像图



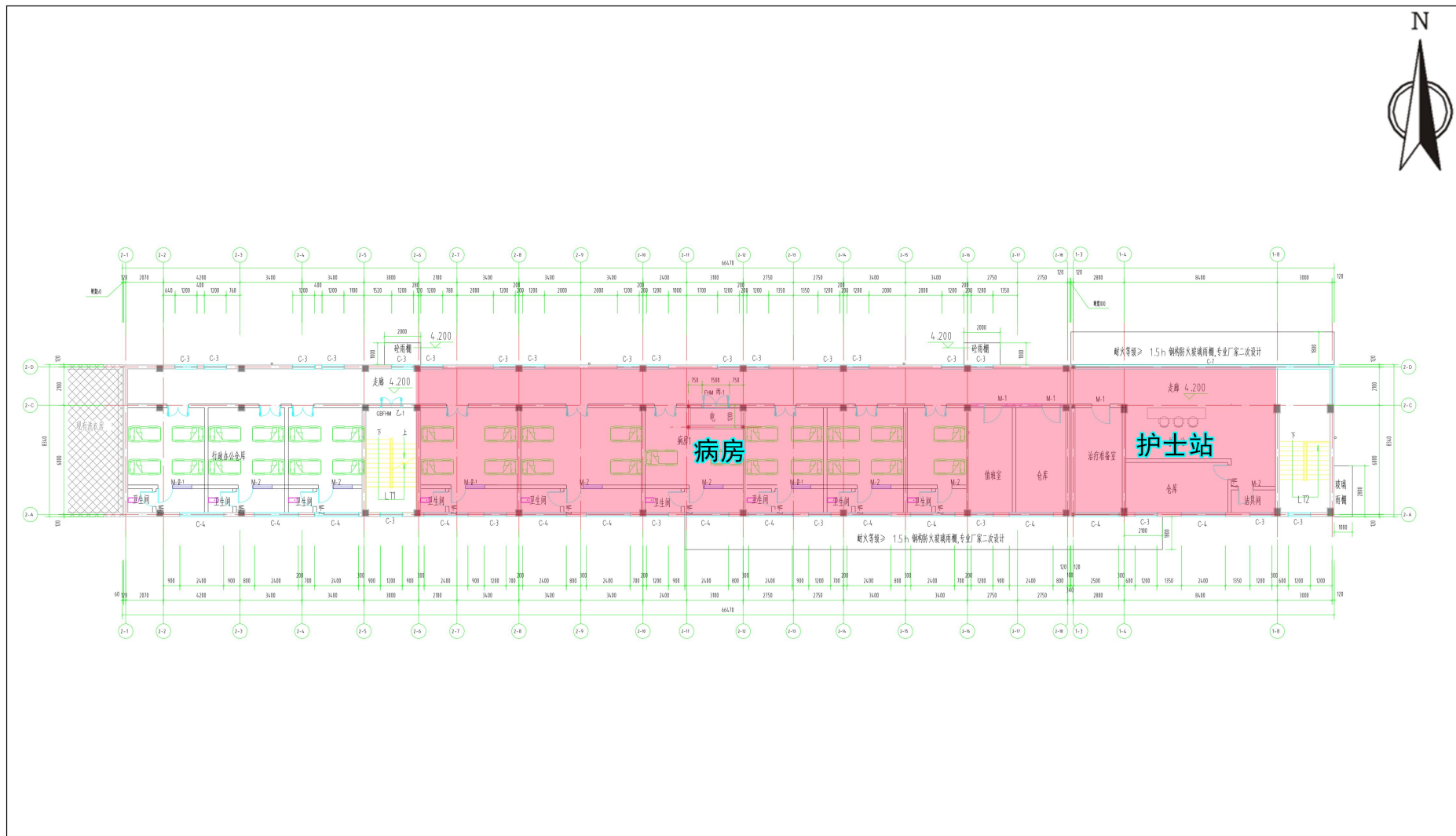
附图 3 医院本部院区总平面布置图



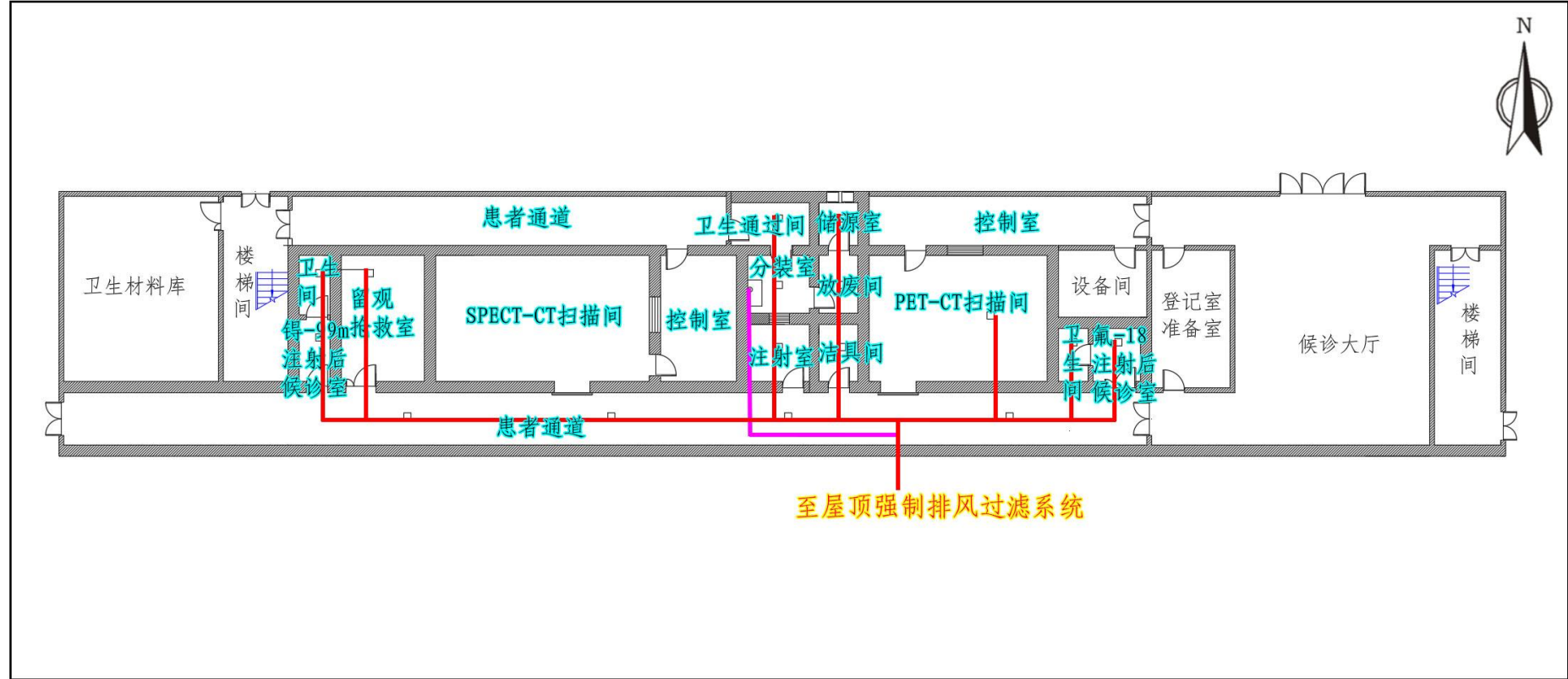
附图 4 6 号楼一楼平面布置示意图



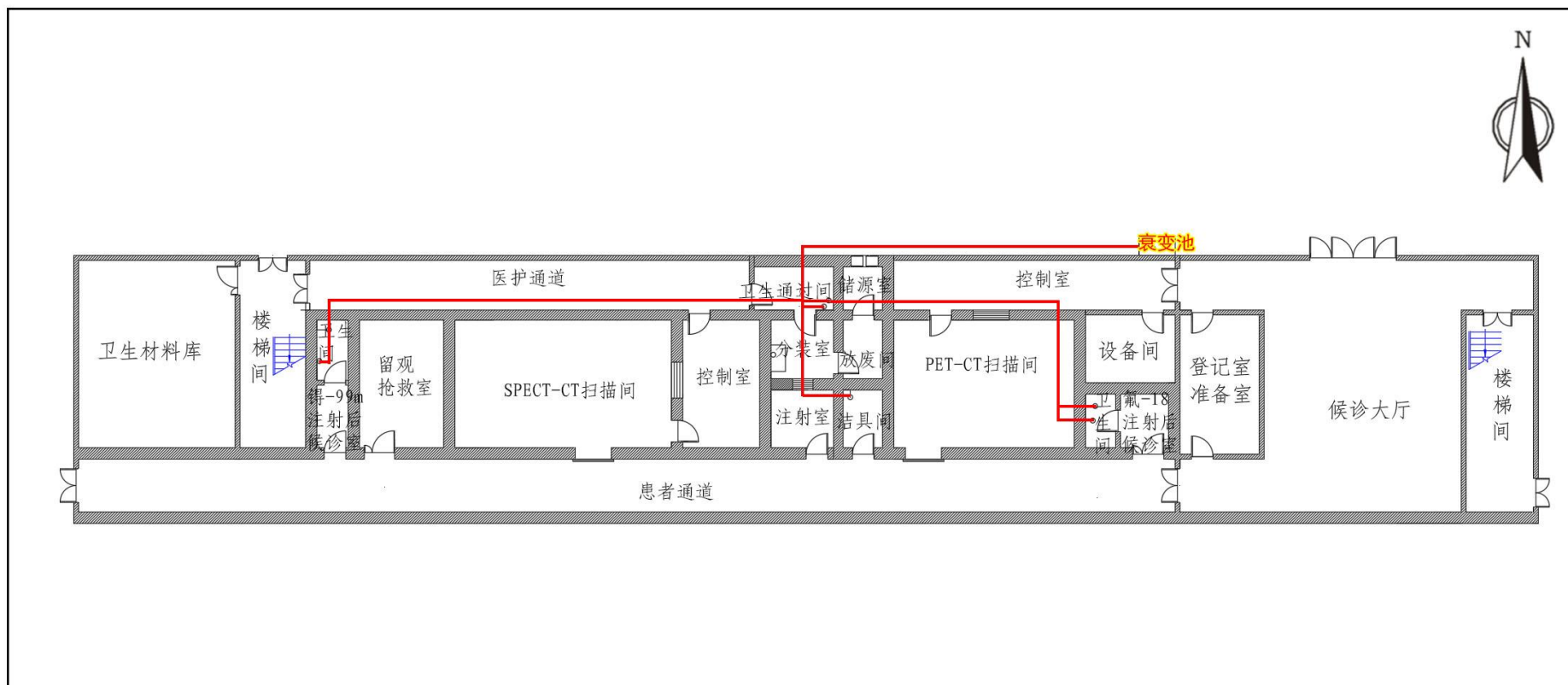
附图 5 6 号楼二楼平面布置示意图



附图 6 核医学工作场所通风系统布置图



附图 7 核医学工作场放射性废水输送管道路径布置图



附件一 委托书

委 托 书

山东丹波尔环境科技有限公司：

根据《建设项目环境保护管理条例》等相关规定，我单位核医学工作场所改建项目需进行竣工环境保护验收，现委托贵单位对该项目进行竣工环境保护验收监测。

特此委托

昌乐县人民医院（盖章）

2026 年 3 月 20 日

附件二 环评批复

生态环境部门审批意见 乐环辐表审（2025）1号 经研究，对《昌乐县人民医院核医学工作场所改建项目环境影响报告表》提出审批意见如下： 一、昌乐县人民医院位于潍坊市昌乐县利民街278号，该院现有省生态环境厅核发的辐射安全许可证（鲁环辐证[07156]），准予从事使用II类、III类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所的活动。 本项目拟对医院本部院区6号楼一楼核医学工作场所进行改建，主要改建内容包括：保留现有SPECT-CT扫描间、登记室/接诊室等，对其他区域进行重新规划调整或调整辐射安全防护，调整核素^{99m}Tc的用量（日等效最大操作量1.11×10^7Bq, 年最大操作量1.665×10^{12}Bq, ）、不再使用核素¹³¹I和⁹⁰Sr，增加核素¹⁸F（日等效最大操作量5.55×10^6Bq, 年最大操作量5.55×10^{11}Bq, ）的应用。本次改建完成后核医学工作场所日等效最大操作量为1.11×10^7Bq, 为丙级非密封放射性物质工作场所；核医学工作场所新增1台PET-CT, 最大管电压为140kV, 属于III类射线装置。 该项目在落实环境影响报告表提出的辐射安全和防护措施及本审批意见的要求后，对环境的影响符合国家有关规定和标准，我局同意按照环境影响报告表中所列的项目性质、规模、地点和采取的辐射安全和防护措施建设该项目。 二、该项目应严格落实环境影响报告表提出的辐射安全与防护措施和以下要求。 （一）严格执行辐射安全管理制度 1. 落实辐射安全管理责任制。医院法人代表为辐射安全工作第一责任人，分管负责人为直接责任人。设立辐射安全与环境保护管理机构，指定1名本科以上学历的专职技术人员统一负责医院的辐射安全管理工作，落实岗位职责。 2. 落实放射性同位素使用登记制度、辐射防护和安全保卫制度、培训计划和监测方案等，建立辐射安全管理档案。 （二）加强医护人员、患者的安全和防护工作 1. 制定培训计划，组织辐射工作人员参加辐射安全培训和再培训，经考核合格后持证上岗；考核不合格的，不得从事辐射工作。 2. 建立辐射工作人员个人剂量档案，做到1人1档。辐射工作人员应佩戴个人剂量计，每3个月进行1次个人剂量监测。安排专人负责个人剂量档案和个人剂量监测管理，发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并向生态环境部门报告。 3. 医院配备的医护人员和患者个人防护用品应符合相关标准要求，确保辐射工作人员所受照射剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》
--

(GB18871-2002)规定的标准限值。

4. 从事放射治疗或诊断时，应对患者采取有效辐射安全与防护措施，并告知患者、患者家属注意事项，严格控制接受不必要的受照剂量。

(三)做好辐射工作场所的安全和防护工作

1. 医院辐射工作场所醒目位置上应设置电离辐射警告标志，标志应符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求。

2. 本项目涉及的工作场所要实行分区管理，划分控制区和监督区，各分区要严格按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)进行管理。

3. 应落实放射性同位素入库、库存、出库登记制度，建立使用台账。做好安全保卫工作，设置专用保险箱，明确专人负责保管，确保放射性同位素安全。

4. 应采取有效措施控制放射性核素进入废水，减少放射性废水的产生。放射性废水须经专门的废水收集系统排放至专门的衰变池内，至少衰变10个半衰期，经监测满足清洁解控水平后方可排入污水处理系统。

建立放射性废物桶专用储存间。本项目的非密封放射性物质破损、洒漏后的擦拭布，被放射性污染的棉棒、纸杯、残留的放射性核素等放射性固体废物应收集到符合规范的放射性废物桶内，在储存间衰变10个半衰期，达到清洁解控水平后，方可作为普通医疗垃圾处理。

与销售单位签订回收协议，由其回收未用完的放射性同位素及包装容器。

5. 制定并严格执行辐射环境监测计划。应配备辐射巡测仪和表面污染沾污仪，开展辐射环境监测，并向生态环境部门上报监测数据。

非密封放射性物质工作场所每天工作结束后，应当用表面污染沾污仪进行监测，确保工作场所辐射环境满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求。

(四)定期开展应急演练，修订辐射事故应急预案。若发生辐射事故，应及时向生态环境、公安和卫生健康等部门报告。

三、工程建设必须严格执行环境保护“三同时”制度，配套建设的环境保护设施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。工程建成后，按相关规定组织竣工环境保护验收，经验收合格方可正式投入运行。

四、本审批意见有效期为五年，若该项目的性质、规模、地点、采用的辐射安全与防护措施等发生重大变动，须重新向我局报批环境影响评价文件。

经办人：张小苓





辐射安全许可证

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

单位名称：昌乐县人民医院

统一社会信用代码：1237072549387504XL

地址：山东省潍坊市昌乐县利民街278号

法定代表人：肖荣伟

证书编号：鲁环辐证[07156]

种类和范围：使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置；使用非密封放射性物质，丙级非密封放射性物质工作场所（具体范围详见副本）。

有效期至：2028年02月02日



发证机关：潍坊市生态环境局



发证日期：2025年10月21日

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	昌乐县人民医院			
统一社会信用代码	1237072549387504XL			
地 址	山东省潍坊市昌乐县利民街 278 号			
法定代表人	姓 名	肖荣伟	联系方式	15854415021
辐射活动场所	名 称	场所地址	负责人	
	昌乐县人民医院 1 号病房楼 16 楼介入手术室 (1)	山东省潍坊市昌乐县利民街 278 号	黄丽丽	
	昌乐县人民医院 1 号病房楼 16 楼介入手术室 (2)	山东省潍坊市昌乐县利民街 278 号	黄丽丽	
	昌乐县人民医院西门牙科楼 三楼	山东省潍坊市昌乐县利民街 278 号	郝学江	
	中西医结合医院五楼西侧 DR 室	山东省潍坊市昌乐县昌乐县孤山街 203 号	庞爱华	
	中西医结合医院一楼东侧 CT 室	山东省潍坊市昌乐县昌乐县孤山街 203 号	庞爱华	
	红河分院 门诊楼影像科	山东省潍坊市昌乐县昌乐县红河镇政府驻地	王萌	
证书编号	鲁环辐证[07156]			
有效期至	2028 年 02 月 02 日			
发证机关	潍坊市生态环境局 (盖章)			
发证日期	2025 年 10 月 21 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	昌乐县人民医院			
统一社会信用代码	1237072549387504XL			
地 址	山东省潍坊市昌乐县利民街 278 号			
法定代表人	姓 名	肖荣伟	联系方式	15854415021
辐射活动场所	名 称	场所地址	负责人	
	昌乐县人民医院门诊楼影像中心 DR 室 (1)	山东省潍坊市昌乐县利民街 278 号	傅晓琴	
	昌乐县人民医院门诊楼影像中心 Siemens3 钼钨双靶乳腺机	山东省潍坊市昌乐县利民街 278 号	傅晓琴	
	昌乐县人民医院门诊楼影像中心 Luminous 数字胃肠机室	山东省潍坊市昌乐县利民街 278 号	傅晓琴	
	昌乐县人民医院门诊楼影像中心 CT 室 (2)	山东省潍坊市昌乐县利民街 278 号	傅晓琴	
证书编号	鲁环辐证[07156]			
有效期至	2028 年 02 月 02 日			
发证机关	潍坊市生态环境局			(盖章)
发证日期	2025 年 10 月 21 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	昌乐县人民医院			
统一社会信用代码	1237072549387504XL			
地 址	山东省潍坊市昌乐县利民街 278 号			
法定代表人	姓 名	肖荣伟	联系方式	15854415021
辐射活动场所	名 称	场所地址	负责人	
	昌乐县人民医院门诊楼影像中心 DR 室 (1)	山东省潍坊市昌乐县利民街 278 号	傅晓琴	
	昌乐县人民医院门诊楼影像中心 Siemens3 钼钨双靶乳腺机	山东省潍坊市昌乐县利民街 278 号	傅晓琴	
	昌乐县人民医院门诊楼影像中心 Luminous 数字胃肠机室	山东省潍坊市昌乐县利民街 278 号	傅晓琴	
	昌乐县人民医院门诊楼影像中心 CT 室 (2)	山东省潍坊市昌乐县利民街 278 号	傅晓琴	
证书编号	鲁环辐证[07156]			
有效期至	2028 年 02 月 02 日			
发证机关	潍坊市生态环境局			(盖章)
发证日期	2025 年 10 月 21 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	昌乐县人民医院			
统一社会信用代码	1237072549387504XL			
地 址	山东省潍坊市昌乐县利民街 278 号			
法定代表人	姓 名	肖荣伟	联系方式	15854415021
辐射活动场所	名 称	场所地址		负责人
	昌乐县人民医院 6 号楼核医学科 SPECT/CT 室	山东省潍坊市昌乐县利民街 278 号		李彩琴
	昌乐县人民医院门诊楼二楼东侧碎石机室	山东省潍坊市昌乐县利民街 278 号		张科
	昌乐县人民医院 1 号病房楼放疗科模拟定位机室	山东省潍坊市昌乐县利民街 278 号		徐雷刚
	昌乐县人民医院 1 号病房楼放疗科直线加速器室	山东省潍坊市昌乐县利民街 278 号		徐雷刚
证书编号	鲁环辐证[07156]			
有效期至	2028 年 02 月 02 日			
发证机关	潍坊市生态环境局			(盖章)
发证日期	2025 年 10 月 21 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	昌乐县人民医院		
统一社会信用代码	1237072549387504XL		
地 址	山东省潍坊市昌乐县利民街 278 号		
法定代表人	姓 名	肖荣伟	联系方式 15854415021
辐射活动场所	名 称	场所地址	负责人
	新院区医疗综合楼数字化车载 X 射线机室	山东省潍坊市昌乐县昌乐县新昌路 5127 号	徐立娜
	新院区医疗综合楼一层西北侧 DSA 介入室	山东省潍坊市昌乐县昌乐县新昌路 5127 号	徐立娜
	新院区医疗综合楼一层南侧影像中心 CT 室	山东省潍坊市昌乐县昌乐县新昌路 5127 号	徐立娜
	新院区医疗综合楼一层南侧影像中心 DR 室	山东省潍坊市昌乐县昌乐县新昌路 5127 号	徐立娜
	昌乐县人民医院 1 号病房楼 16 楼手术室	山东省潍坊市昌乐县利民街 278 号	郝丽君
证书编号	鲁环辐证[07156]		
有效期至	2028 年 02 月 02 日		
发证机关	潍坊市生态环境局		(盖章)
发证日期	2025 年 10 月 21 日		



(一) 放射源

证书编号: 鲁环辐证[07156]

序号	活动种类和范围					使用台账					备注		
	辐射活动场所名称	核素	类别	活动种类	总活度(贝可)/ 活度(贝可)× 枚数	编码	出厂活度 (贝可)	出厂日期	标号	用途	来源	申请 单位	监管 部门
此页无内容													

6/17



(二) 非密封放射性物质

证书编号: 鲁环辐证[07156]

活动种类和范围										备注	
序号	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
1	昌乐县人民医院 6 号楼核医学科 PET/CT 室	丙级	F-18	液态	使用	放射性药物诊断	5.55E+9	5.55E+6	5.55E+11		
2	昌乐县人民医院 6 号楼核医学科	丙级	I-125(粒子源)	固态	使用	放射性药物治疗	1.48E+9	1.48E+7	2.96E+11		
3	学科 SPECT/CT 室		Tc-99m	液态	使用	放射性药物诊断	1.11E+10	1.11E+7	1.67E+12		

7/17



(三) 射线装置

证书编号: 鲁环辐证[07156]

活动种类和范围					使用台账					备注		
序号	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
1	昌乐县人民医院1号病房楼16楼介入手术室(1)	血管造影用X射线装置	II类	使用	1	DSA	AlluraXper FD20/20	64669821	管电压 125 kV 管电流 813 mA	飞利浦		
2	昌乐县人民医院1号病房楼16楼介入手术室(2)	血管造影用X射线装置	II类	使用	1	DSA	UNIQ FD20	80008750	管电压 125 kV 管电流 1063 mA	飞利浦		
3	昌乐县人民医院1号病房楼16楼手术室	医用诊断X射线装置	III类	使用	1	小C型臂	Compact L	11492	管电压 110 kV 管电流 20 mA	西门子		
4	昌乐县人民医院1	放射治疗模拟定位装置	III类	使用	1	模拟定位机(BMD-II)	BMD-II	SM124	管电压 120 kV 管电流	北京医疗器械研究所		

8 / 17



(三) 射线装置

证书编号: 鲁环辐证[07156]

活动种类和范围					使用台账					备注		
序号	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
	号病房楼放疗科模拟定位机室								500 mA			
5	昌乐县人民医院1号病房楼放疗科直线加速器室	粒子能量小于100兆电子伏的医用加速器	II类	使用	1	Varian CX 直线加速器	Varian CX	002119	粒子能量 15 MeV	美国瓦里安		
6	昌乐县人民医院6号楼核医学科PET/CT室	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	III类	使用	1	PET-CT	Biograph 64	1041	管电压 140 kV 管电流 665 mA	西门子		
7	昌乐县人民医院6号楼核医学科SPECT/CT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/CT670	21362	管电压 140 kV 管电流 440 mA	GE		

9 / 17



(三) 射线装置

证书编号: 鲁环辐证[07156]

证书编号：晋环辐证[07150]

活动种类和范围					使用台账					备注		
序号	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
	T室											
8	昌乐县人民医院门诊楼二楼东侧碎石机室	医用诊断X射线装置	III类	使用	1	HKESWL-V碎石机	HKESWL-V	000322	管电压 120 kV 管电流 300 mA	深圳惠康		
9	昌乐县人民医院门诊楼三楼内镜手术室	医用诊断X射线装置	III类	使用	1	DSA	Heart speed 10C	8019862	管电压 150 kV 管电流 800 mA	日本岛津		
10	昌乐县人民医院门诊楼影像中心CT室(1)	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	III类	使用	1	Definition AS 128层CT	Definition AS+	002895	管电压 140 kV 管电流 666 mA	德国西门子		
11	昌乐县人民医院门诊楼影像中心CT室(2)	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	III类	使用	1	CT	Definition Flash	74500	管电压 140 kV 管电流 800 mA	德国西门子		

10 / 17



(三) 射线装置

证书编号: 鲁环辐证[07156]

活动种类和范围					使用台账					备注		
序号	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
12	昌乐县人民医院门诊楼影像中心 DR 室 (1)	医用诊断 X 射线装置	III 类	使用	1	DR	Evolution DRX	80178278	管电压 150 kV 管电流 1000 mA	美国柯达		
13	昌乐县人民医院门诊楼影像中心 DR 室 (2)	医用诊断 X 射线装置	III 类	使用	1	DR	DRX EVOLUTION PLUS	2UA7361NPZ	管电压 150 kV 管电流 1000 mA	锐珂医疗		
14	昌乐县人民医院门诊楼影像中心 Luminous 数字胃肠机室	医用诊断 X 射线装置	III 类	使用	1	Luminous 数字胃肠机	Luminous Fusion FD	40021	管电压 150 kV 管电流 800 mA	德国西门子		
15	昌乐县人民医院门诊楼影像中心	医用诊断 X 射线装置	III 类	使用	1	Siemens3 钼钨双靶乳腺机	Siemens3 000	002326	管电压 40 kV 管电流 188 mA	德国西门子		

11 / 17



(三) 射线装置

证书编号: 鲁环辐证[07156]

活动种类和范围						使用台账				备注		
序号	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
	Siemens3钼铇双靶乳腺机											
16	昌乐县人民医院门诊楼影像中心移动DR室	医用诊断X射线装置	III类	使用	1	移动DR	DR-REVOLUTION	800209	管电压 150 kV 管电流 320 mA	美国锐珂		
17	昌乐县人民医院西门牙科楼三楼	口腔(牙科)X射线装置	III类	使用	1	牙科X线机	RAY68(M)	M1507199	管电压 70 kV 管电流 7mA	宁波蓝野医疗器械有限公司		
18		口腔(牙科)X射线装置	III类	使用	1	口腔X线摄影成像系统	CS9300	BGAZ074	管电压 90 kV 管电流 15 mA	锐珂医疗		
19	红河分院门诊楼影像科	医用诊断X射线装置	III类	使用	1	医用X射线诊断设备(数字胃肠机)	NeuVistai 50	NRF50170127	管电压 150 kV 管电流 630 mA	东软医疗系统有限公司		
20		医用诊断X射线装置	III类	使用	1	医用X射线诊断设备(DR)	FDR Smartf	17c1793	管电压 150 kV 管电流 500 mA	富士医疗器材(上海)有限公司		
21		医用X射	III类	使用	1	方舱CT	SOMATO	107950	管电压 130	上海西门子		

12/17



(三) 射线装置

证书编号: 鲁环辐证[07156]

活动种类和范围					使用台账					备注		
序号	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
		线计算机断层扫描(CT)装置	类				M go.Now		kV 管电流 240 mA	医疗器械有限公司		
22	新院区医疗综合楼数字化车载X射线机室	医用诊断X射线装置	III类	使用	1	数字化车载X射线机	DR1200	DR1200-076	管电压 150 kV 管电流 630 mA	山东新华医疗器械有限公司		
23	新院区医疗综合楼一层南侧影像中心CT室	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	III类	使用	1	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	SOMATOM go.Now	140446	管电压 130 kV 管电流 240 mA	西门子		
24	新院区医疗综合楼一层南侧影像中心DR室	医用诊断X射线装置	III类	使用	1	医用诊断X射线装置(DR)	Multix Fusion Max	40316	管电压 150 kV 管电流 1000 mA	西门子		
25	新院区医疗综合楼	血管造影用X射线装置	II类	使用	1	数字血管造影机	Azurion7 M20	96249072	管电压 125 kV 管电流	飞利浦		

13/17



(三) 射线装置

证书编号: 鲁环辐证[07156]

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
	一层西北侧 DSA 介入室								813 mA			
26	中西医结合医院五楼西侧 DR 室	医用诊断 X 射线装置	III 类	使用	1	DR 拍片系统	DR-ASCEND	2UA3769MP	管电压 150 kV 管电流 800 mA	美国锐珂		
27	中西医结合医院一楼东侧 CT 室	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	III 类	使用	1	螺旋 CT	Lightspeed 16	003597	管电压 140 kV 管电流 440 mA	美国通用电气 GE		

14 / 17



(四) 许可证条件

证书编号: 鲁环辐证[07156]

此页无内容

15 / 17



(五) 许可证申领、变更和延续记录

证书编号：鲁环辐证[07156]

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	2025-10-21	变更法人信息	鲁环辐证[07156]
2	变更	2025-02-25	变更法人信息	鲁环辐证[07156]
3	延续	2023-02-03	延续，批准时间：2023-02-03	鲁环辐证[07156]
4	重新申请	2022-08-25	重新申请，批准时间：2022-08-25	鲁环辐证[07156]
5	变更	2021-09-23	变更，批准时间：2021-09-23	鲁环辐证[07156]
6	重新申请	2020-10-22	重新申请，批准时间：2020-10-22	鲁环辐证[07156]
7	重新申请	2020-05-05	重新申请，批准时间：2020-05-05	鲁环辐证[07156]
8	申请	2016-02-01	申请，批准时间：2016-02-01	鲁环辐证[07156]
9	变更		变更	鲁环辐证[07156]

附件四 本项目验收检测报告



检 测 报 告

丹波尔辐检[2026]第 096 号

项目名称: 核医学工作场所改建项目

委托单位: 昌乐县人民医院

检测单位: 山东丹波尔环境科技有限公司



报告日期: 2026 年 6 月 1 日



说 明

1. 报告无本单位检测专用章、骑缝章及  章无效。
2. 未经本【检测机构】书面批准,不得复制(全文复制除外)检测报告。
3. 自送样品的委托检测,其检测结果仅对来样负责。对不可复现的检测项目,结果仅对采样(或检测)所代表的时间和空间负责。
4. 对检测报告如有异议,请于收到报告之日起两个月内以书面形式向本公司提出,逾期不予受理。

山东丹波尔环境科技有限公司

地址: 山东省济南市市中区六里山街道英雄山路 129 号祥泰广场
项目 1 号商务办公楼 1303

邮编: 250004

电话: 0531-61364346

传真: 0531-61364346

检测 报 告

检测项目	γ 辐射剂量率、 β 表面污染		
委托单位、联系人及联系方式	昌乐县人民医院 李彩琴 13356762599		
检测类别	委托检测	检测地点	核医学工作场所及周围
委托日期	2026 年 3 月 20 日	检测日期	2026 年 3 月 24 日
检测依据	1. HJ61-2021《辐射环境监测技术规范》 2. HJ1157-2021《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》 3. GB/T14056.1-2008《表面污染测定第一部分 β 发射体 ($E_{\beta \text{ MAX}} > 0.15\text{MeV}$) 和 α 发射体》		
检测设备	检测仪器名称: 便携式 X- γ 剂量率仪; 仪器型号: FH40G+FHZ672E-10; 内部编号: JC01-09-2013; 系统主机测量范围: 10nGy/h~1Gy/h; 天然本底扣除探测器测量范围: 1nGy/h~100 $\mu\text{Gy/h}$; 能量范围: 33keV~3MeV; 检定单位: 山东省计量科学研究院; 检定证书编号: Y16-20253686; 检定有效期至: 2026 年 12 月 22 日; 校准因子: 1.17。		
	检测仪器名称: α 、 β 表面污染测量仪; 仪器型号: BG9611 型; 测量范围: 0.1~99999cps; 内部编号: JC01-13-2022; 探测效率: $\alpha \geq 0.30$ (241Am), $\beta \geq 0.25$ (204TI); 检定单位: 山东省计量科学研究院; 检定证书编号: Y15-20250102; 校准有效期至 2026 年 05 月 08 日。		
环境条件	天气: 晴	温度: 14.7℃	湿度: 38.5%RH
解释与说明	昌乐县人民医院对医院的核医学工作场所进行改造, 改造后的核医学场所开展核素 ^{99m}Tc 、 ^{18}F 放射诊断, 属于丙级非密封放射性物质工作场所, 核医学的开展会对周围环境产生影响, 依据相关标准对核医学工作场所及周围进行辐射环境现状检测。 检测结果见第 2-6 页, 检测点位示意图及现场照片见附图。		

检测报告

表 1 使用核素 ^{99m}Tc 时核医学工作场所及周围 γ 辐射剂量率检测监测结果 (nGy/h)

点位	点位描述		剂量率	标准差	备注
A1	储源室 (^{99m}Tc)	^{99m}Tc 储药铅罐外 5cm 处	10.0 $\mu\text{Gy/h}$	0.1	装有 60 mCi ^{99m}Tc 药物的铅罐放置在房间内
A2		^{99m}Tc 储药铅罐外 1m 处	299.7	2.0	
A3		东墙外 30cm	132.9	1.8	
A4		南墙及南侧防护门外 30cm	129.8	1.5	
A5		西墙外 30cm	168.2	1.8	
A6		北墙及北侧窗口外 30cm	100.8	0.7	
A7	分装室 (^{99m}Tc)	^{99m}Tc 注射时工作人员手部	19.2 $\mu\text{Gy/h}$	0.2	20 mCi 的 ^{99m}Tc 药物放置在房间内，没有防护
A8		^{99m}Tc 注射时工作人员身体部位	2.1 $\mu\text{Gy/h}$	0.02	
A9		东墙及东侧防护门外 30cm	136.0	1.7	20 mCi 的 ^{99m}Tc 药物放置在手套箱内
A10		南墙及南侧注射窗外 30cm	159.6	1.4	
A11		西墙外 30cm	147.9	1.5	
A12		北墙及防护门外 30cm	140.7	1.7	
A13		^{99m}Tc 放射性废物桶表面	429.2	1.8	
A14	注射室 (^{99m}Tc)	东墙外 30cm	143.3	1.3	20 mCi 的 ^{99m}Tc 药物放置在房间内
A15		北墙及北侧注射窗外 30cm	149.4	1.5	
A16		西墙外 30cm	136.6	1.4	
A17		南墙及南侧防护门外 30cm	145.5	1.5	
A18	^{99m}Tc 注射 后候诊室	东墙外 30cm	141.1	1.2	40 mCi 的 ^{99m}Tc 药物放置在房间内
A19		南墙及南侧防护门外 30cm	171.1	1.5	
A20		西墙外 30cm	142.1	1.6	
A21		北墙外 30cm	146.0	1.4	

检 测 报 告

续表 1 使用核素 ^{99m}Tc 时核医学工作场所及周围 γ 辐射剂量率检测监测结果 (nGy/h)

点位	点位描述		剂量率	标准差	备注
A22	SPECT-CT 扫描间	手术床外 1m	16.3μGy/h	0.5	20 mCi 的 ^{99m} Tc 药物放置在房间 内
A23		观察窗外 30cm	124.0	1.5	
A24		控制室操作位	130.2	1.6	
A25		东墙外 30cm	131.0	1.7	
A26		东侧防护门外 30cm	142.0	1.4	
A27		南墙外 30cm	133.6	1.6	
A28		南侧防护门外 30cm	137.4	1.3	
A29		西墙外 30cm	141.4	1.4	
A30		北墙外 30cm	144.6	1.7	
A31	留观抢救 室 (^{99m} Tc)	东墙外 30cm	138.0	1.8	40 mCi 的 ^{99m} Tc 药物放置在房间 内
A32		南墙及南侧防护门外 30cm	143.6	1.5	
A33		西墙外 30cm	168.9	1.6	
A34		北墙外 30cm	146.6	1.5	
A35	放废间	东墙外 30cm	133.8	1.6	/
A36		南墙外 30cm	137.2	1.5	
A37		西墙及西侧防护门外 30cm	130.3	1.4	
A38		北墙及北侧防护门外 30cm	126.4	1.3	
A39	患者走廊	患者入口防护门外 30cm	133.5	1.3	20 mCi 的 ^{99m} Tc 药物放置在走廊 内, 距防护门 1.0m
A40		患者出口防护门外 30cm	162.5	1.4	
A41	核医学工作场所楼上走廊 (距地面 1m 处)		140.6	1.2	放置 40 mCi 的 ^{99m} Tc
范 围			100.8nGy/h~16.3 μ Gy/h		--

注: 表中检测数据已扣除宇宙射线响应值 13.5 nGy/h; 宇宙射线响应值的屏蔽修正因子, 原野和道路为 1, 平房取 0.9, 多层建筑物取 0.8。

检 测 报 告

表 2 使用核素 ¹⁸F 时核医学工作场所及周围 γ 辐射剂量率检测监测结果 (nGy/h)

点位	房间	点位描述	剂量率	标准差	备注
B1	储源室 (¹⁸ F)	¹⁸ F 储药铅罐外 5cm 处	13.3 μGy/h	0.2	装有 50 mCi ¹⁸ F 药物的铅罐放置在房间内
B2		¹⁸ F 储药铅罐外 1m 处	392.1	2.2	
B3		东墙外 30cm	145.5	1.6	
B4		南墙及南侧防护门外 30cm	135.1	1.4	
B5		西墙外 30cm	168.2	1.5	
B6		北墙及北侧窗口外 30cm	107.6	1.2	
B7	分装室 (¹⁸ F)	手套箱外 30cm (巡测)	487.0	2.1	50 mCi 的 ¹⁸ F 药物放置在手套箱内
B8		¹⁸ F 注射时工作人员手部	8.7 μGy/h	0.02	10 mCi 的 ¹⁸ F 药物放置在房间内
B9		¹⁸ F 注射时工作人员身体部位	4.1 μGy/h	0.02	
B10		东墙及东侧防护门外 30cm	130.2	1.7	
B11		南墙及南侧注射窗外 30cm	145.3	1.4	
B12		西墙外 30cm	141.1	1.5	
B13		北墙及防护门外 30cm	144.2	1.5	
B14		¹⁸ F 污物桶外表面 30cm	556.8	1.7	
B15	注射室 (¹⁸ F)	东墙外 30cm	168.2	1.2	10 mCi 的 ¹⁸ F 药物放置在房间内
B16		北墙及北侧注射窗外 30cm	172.1	1.3	
B17		西墙外 30cm	145.3	1.7	
B18		南墙及南侧防护门外 30cm	240.3	1.6	
B19	¹⁸ F 注射后 候诊室	东墙外 30cm	127.3	1.4	20 mCi 的 ¹⁸ F 药物放置在房间内
B20		南墙及南侧防护门外 30cm	132.9	1.5	
B21		西墙外 30cm	128.8	1.5	
B22		北墙外 30cm	121.6	1.6	

检 测 报 告

续表 2 使用核素 ¹⁸F 时核医学工作场所及周围 γ 辐射剂量率检测监测结果 (nGy/h)

点位	房间	点位描述	剂量率	标准差	备注
B23	PET-CT 扫描间	手术床外 1m	27.6 μGy/h	0.2	10 mCi 的 ¹⁸ F 药物 放置在房间内
B24		观察窗外 30cm	117.9	1.5	
B25		控制室操作位	111.0	1.4	
B26		东墙外 30cm	128.3	1.3	
B27		东侧防护门外 30cm	138.0	1.4	
B28		南墙外 30cm	145.2	1.7	
B29		南侧防护门外 30cm	147.7	1.5	
B30		西墙外 30cm	150.0	1.6	
B31		北墙外 30cm	133.2	1.4	
B32		留观抢救室（ ¹⁸ F）	东墙外 30cm	156.2	
B33	南墙及南侧防护门外 30cm		148.3	1.4	
B34	西墙外 30cm		159.3	1.6	
B35	北墙外 30cm		111.5	1.3	
B36	患者走廊	患者入口防护门外 30cm	129.1	1.8	10 mCi 的 ¹⁸ F 药物 放置在走廊内，距 防护门 1.0m
B37		患者出口防护门外 30cm	169.3	1.6	
B38	核医学工作场所楼上走廊（距地面 1m 处）		145.7	1.4	放置 20 mCi 的 ¹⁸ F
B39	衰变池表面 30cm		115.8	1.3	--
B40	核医学工作场所北侧医院家属楼		113.4	1.5	--
B41	核医学工作场所北侧 3 号病房楼		107.0	1.4	--
B42	核医学工作场所东侧感染性疾病科		85.3	1.0	--
B43	核医学工作场所南侧潍坊市第三人民医院家属楼		97.6	0.7	--
B44	核医学工作场所西侧中心供氧		99.8	0.9	--
范 围			85.3nGy/h～27.6 μGy/h		--

注：表中检测数据已扣除宇宙射线响应值 13.5nGy/h；宇宙射线响应值的屏蔽修正因子，原野和道路为 1，平房取 0.9，多层建筑物取 0.8。

检 测 报 告

表 3 β 表面污染监测结果 (Bq/cm²)

点位	点位描述	β 表面污染	标准差
c1	储源室地面	0.09	0.03
c2	储源室墙面	0.08	0.02
c3	放废间地面	0.09	0.02
c4	放废间墙面	0.04	0.02
c5	放废间衰变箱表面	0.24	0.03
c6	卫生通过间地面	0.03	0.02
c7	卫生通过间墙面	0.04	0.02
c8	分装室地面	0.03	0.02
c9	分装室墙面	0.01	0.03
c10	手套箱表面	0.01	0.02
c11	^{99m} Tc 放射性废物桶表面	0.03	0.02
c12	¹⁸ F 放射性废物桶表面	0.03	0.02
c13	注射室地面	0.02	0.02
c14	注射室墙面	0.02	0.02
c15	^{99m} Tc 放射性废物桶表面	0.04	0.02
c16	¹⁸ F 放射性废物桶表面	0.05	0.04
c17	^{99m} Tc 注射后候诊室地面	0.05	0.03
c18	^{99m} Tc 注射后候诊室墙面	0.05	0.03
c19	SPECT-CT 扫描间地面	0.06	0.04
c20	SPECT-CT 扫描间墙面	0.04	0.02
c21	SPECT-CT 扫描间床面	0.05	0.03

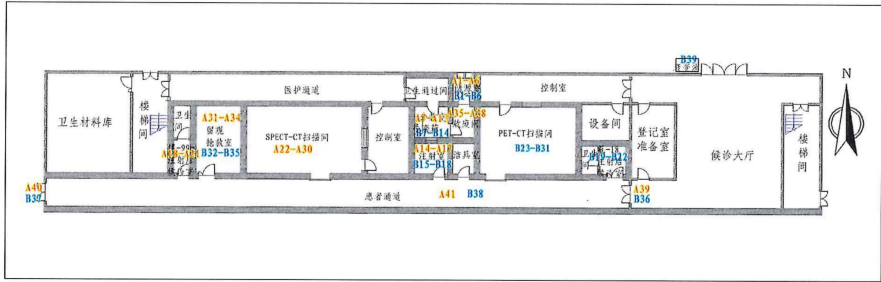
检 测 报 告

续表 3 β 表面污染监测结果 (Bq/cm²)

点位	点位描述	β 表面污染	标准差
c22	SPECT-CT 控制室地面	0.03	0.03
c23	SPECT-CT 控制室墙面	0.03	0.02
c24	¹⁸ F 注射后候诊室地面	0.08	0.02
c25	¹⁸ Fc 注射后候诊室地面	0.08	0.02
c26	¹⁸ F 注射后候诊室内物品表面	0.07	0.02
c27	PET-CT 扫描间地面	0.03	0.02
c28	PET-CT 扫描间墙面	0.02	0.02
c29	PET-CT 扫描间床面	0.01	0.04
c30	PET-CT 控制室地面	0.05	0.02
c31	PET-CT 控制室墙面	0.06	0.02
c32	留观/抢救室地面	0.09	0.02
c33	留观/抢救室墙面	0.07	0.02
c34	留观/抢救室内物品表面	0.06	0.02
c35	患者走廊地面	0.10	0.03
c36	患者走廊墙面	0.09	0.02
c37	医护走廊地面	0.08	0.03
c38	医护走廊墙面	0.07	0.02
c39	候诊大厅地面	0.06	0.03
c40	候诊大厅墙面	0.07	0.02
范 围		0.01~0.24	

检测报告

附图 1：检测布点示意图

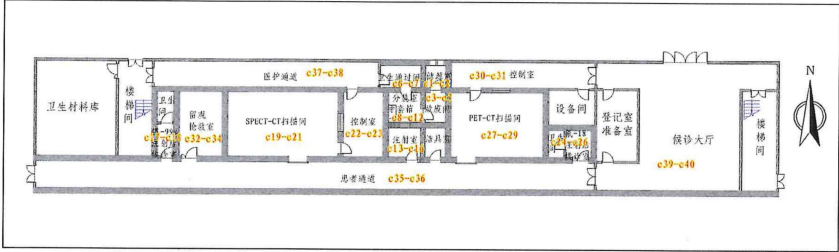


附图 2：检测布点示意图



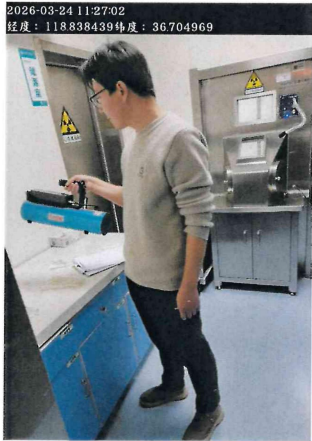
检测 报 告

附图 3：检测布点示意图



检 测 报 告

附图 4：现场照片



以 下 空 白



检测人员 耿金磊 核验人员 韩咖啡 批准人 李
编制日期 2026.6.1 核验日期 2026.6.1 批准日期 2026.6.1



工业二三〇研究所

分析检测报告

报告批号: 2026-0575

委托单位: 山东丹波尔环境科技有限公司

样品类别: 土壤

样品数量: 1

报告日期: 2026年05月26日



核工业二三〇研究所

分析检测专用章

说 明

- 1 报告无本单位检测专用章、骑缝章无效；
- 2 报告未加盖  章，不具有对社会的证明作用；
- 3 复制报告未重新加盖“分析检测专用章”或本单位公章无效；
- 4 报告无编制人、审核人、签发人签字无效；
- 5 报告涂改增删无效；
- 6 自送样品的委托检测，其检测结果仅对来样负责，对不可复现的检测项目，结果仅对采样（或检测）所代表的时间和空间负责；
- 7 对报告若有异议，应于收到报告之日起十五日内向本单位提出。

单位名称：核工业二三〇研究所

地 址：湖南省长沙市雨花区桂花路34号11楼

邮政编码：410007

联系电话：0731—85496629

传 真：0731—85496629

电子邮箱：fx230@cngec.cn

核工业二三〇研究所
分析检测报告

报告批号：2026-0575共 2 页 第 1 页

1 基础信息

委托单位名称	山东丹波尔环境科技有限公司		
项目名称	昌乐县人民医院核医学工作场所改建项目		
客户地址	山东省济南市市中区英雄山路129号祥泰广场1号楼		
样品类别	土壤	样品数量	1
检测类别	委托检测	委托日期	2026-04-22
样品来源	委托方送样	是否分包	否
检测项目	总 β 共一项		

2 检测方法及其仪器设备

检测项目	分析方法	仪器名称/型号/编号	探测下限
总 β	参照 EJ/T 900-1994《水中总 β 放射性测定 蒸发法》	低本底 α、β 测量仪 /MPC-9604/230-FX-002	17.8Bq/kg
意见和解释			

编制：赵思祺

审核：李源

签发：张金

核工业二三〇研究所 分析检测报告

报告批号：2026-0575

共 2 页 第 2 页

序号	统一编号	样品原号	样品性质	检测结果
				Bq/kg
				总 β
1	260575-0001	核医学场所下风向	土壤	762

报告结束



建设项目竣工环境保护“三同时”验收登记表

建设项目竣工环境保护“三同时”验收登记表

填表单位（盖章）： 山东丹波尔环境科技有限公司

填表人（签字）：

项目经办人（签字）：

建设项目	项目名称		核医学工作场所改建项目					项目代码		/		建设地点		山东省潍坊市昌乐县利民街 278 号，医院本部院区 6 号楼 一楼			
	行业类别（分类管理名录）		五十五、核与辐射：172 核技术利用建设项目					建设性质		新建			项目厂区中心 经度/纬度		经纬度：117. 0769089994259 ， 36. 182562655281		
	设计生产能力		改建现有一处核医学工作场所，改建后开展核素锝-99m、氟-18 临床显像诊断					实际生产能力		开展核素锝-99m、氟-18 临床显像诊断		环评单位		山东丹波尔环境科技有限公司			
	环评文件审批机关		潍坊市生态环境局昌乐分局					审批文号		乐环辐表审〔2025〕1 号		环评文件类型		报告表			
	开工日期		2025. 5					竣工日期		2025. 10		排污许可申领时间		/			
	环保设施设计单位		青岛青盾医疗科技有限公司					环保设施施工单位		青岛青盾医疗科技有限 公司		本工程排污许可证 编号		/			
	验收单位		山东丹波尔环境科技有限公司					环保设施监测单位		山东丹波尔环境科技有 限公司		验收监测时工况		锝-99m 60mCi，氟-18 50mCi			
	投资总概算（万元）		260					环保投资总概算（万元）		200		所占比例（%）		76. 9			
	实际总投资（万元）		260					实际环保投资（万元）		231		所占比例（%）		88. 8			
	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					
运营单位			昌乐县人民 医院				运营单位社会统一信用代码（或组织机构代码）			1237072549387504XL		验收时间		2026 年 1 月			
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）	本期工程实际排放浓度（2）	本期工程允许排放浓度（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“以新带老”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							0									
	化学需氧量							0									
	氨氮							0									
	石油类							0									
	废气							0									
	二氧化硫							0									
	烟尘							0									
	工业粉尘							0									
	氮氧化物							0									
	工业固体废物							0									
与项目有关的其它特征污染物																	
注：1、排放增减量：（+）表示增加，（-）表示减少 2、(12)=(6)-(8)-(11)，（9）=（4）-(5)-(8)-(11)+（1） 3、计量单位：废水排放量——万吨/年；废气排放量——万标立方米/年；工业固体废物排放量——万吨/年； 水污染物排放浓度——毫克/升； 大气污染物排放浓度——毫克/立方米；水污染物排放量——吨/年；大气污染物排放量——吨/年																	