

编号：中威辐验 20260032号

泰安八十八医院核医学工作场所应用项目 (一期) 竣工环境保护验收监测报告表

建设单位：泰安八十八医院

编制单位：中威检测（山东）有限公司

二〇二六年八月二十七日



检验检测机构 资质认定证书

证书编号: 221512111510

名称: 中威检测(山东)有限公司

地址: 山东省济南市槐荫区美里东路3000号德迈国际中心二期16号楼
厂房101(250000)

经审查,你机构已具备国家有关法律、行政法规规定的基本条件和能力,现予批准,可以向社会出具具有证明作用的数据和结果,特发此证。资质认定包括检验检测机构计量认证。

检验检测能力及授权签字人见证书附表。



许可使用标志



221512111510

发证日期: 2022年05月10日

有效期至: 2028年05月09日

发证机关: 山东省市场监督管理局

本证书由国家认证认可监督管理委员会监制,在中华人民共和国境内有效。

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	泰安八十八医院	编制单位	中威检测（山东）
（盖章）		（盖章）	有限公司

电话：	15064181615	电话：	18560127988
-----	-------------	-----	-------------

传真：	/	传真：	/
-----	---	-----	---

邮编：	271000	邮编：	250000
-----	--------	-----	--------

地址：	泰安市环山路 217 号	地址：	山东省济南市槐荫区美里东路 3000 号德迈国际中心二期 16 号楼厂房 101
-----	--------------	-----	--

目 录

1 项目基本情况	1
2 项目建设情况	16
3 辐射安全与防护设施/措施	39
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	59
5 验收监测质量保证及质量控制	65
6 验收监测内容	67
7 验收监测	76
8 验收监测结论	88
附件 1 委托书	91
附件 2 《辐射安全许可证》	92
附件 3 环评批复文件	100
附件 4 个人剂量一人一档	102
附件 5 辐射安全防护管理制度	106
附件 6 辐射事故应急演练	108
附件 7 辐射工作人员/管理人员证书	111
附件 8 验收检测报告	113
附件 9 衰变池废水总 α 、总 β 放射性检测报告	127

1 项目基本情况

建设项目名称		泰安八十八医院核医学工作场所应用项目（一期）			
建设单位名称		泰安八十八医院			
项目性质		新建 ☐ 扩建 ☒ 改建 ☒			
建设地点		泰安市环山路 217 号，泰安八十八医院门诊楼一楼西侧			
源项		放射源	/		
		非密封放射性物质	医院门诊楼一层西侧核医学工作场所涉及使用 ^{99m}Tc 、 ^{18}F 、 ^{89}Sr ，属乙级非密封放射性物质工作场所		
		射线装置	/		
建设项目环评批复时间		2024 年 12 月 26 日	开工建设时间	2025 年 1 月 13 日	
取得辐射安全许可证时间		2026 年 1 月 15 日	项目投入运行时间	2026 年 1 月 21 日	
辐射安全与防护设施投入运行时间		2026 年 1 月 21 日	验收现场监测时间	2026 年 7 月 7 日~2026 年 7 月 8 日	
环评报告表审批部门		泰安市生态环境局	环评报告表编制单位	中威检测（山东）有限公司	
辐射安全与防护设施设计单位		/	辐射安全与防护设施施工单位	/	
投资总概算	2000 万元	辐射安全与防护设施投资总概算	200 万元	比例	10.0%
本期实际总概算	800 万元	本期辐射安全与防护设施实际总概算	100 万元	比例	12.5%
验收依据		1 法律法规和规章制度 《中华人民共和国生态环境法典》，第十四届全国人民代表大会第四次会议通过，2026.08.15 起施行； 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号，2017.10.01 修订； 《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，2005 年 12 月 1 日起施行；国务院令第 709 号，2019 年 3 月 2 日第二次修订； 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，生态环境部第 20 号令，2021.01.04 修订；			

	《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，2011.05.01 施行； 《关于发布〈射线装置分类办法〉的公告》，环境保护部国家卫生和计划生育委员会 2017 年第 66 号，2017.12.05 施行； 《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，2017.11.22 印发； 《关于印发〈核技术利用建设项目重大变动清单（试行）〉的通知》，环办辐射函〔2025〕313 号，2025 年 8 月 29 日发布。 2 标准、规范 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ 1326-2023）； 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）； 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）； 《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）； 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）； 《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）； 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）； 《职业性内照射个人监测规范》（GBZ 129-2016）； 《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）； 《山东省医疗机构污染物排放控制标准》（DB 37/596-2020）； 《表面污染测定 第一部分：β 发射体（$E_{\beta\text{max}} > 0.15 \text{ MeV}$）和 α 发射体》（GB/T 14056.1-2008）。 3 环评报告表及批复 《泰安八十八医院核医学工作场所应用项目环境影响报告表》，中威检测（山东）有限公司（原济南中威检测技术有限公司），2024 年 12 月；
--	---

	《泰安八十八医院核医学工作场所应用项目环境影响报告表的审批意见》，泰安市生态环境局，2024 年 12 月 26 日。 4 其他相关文件 泰安八十八医院核医学工作场所应用项目（一期）竣工环境保护验收委托书； 《辐射环境检测报告》[中威辐检(HP)字 2026 第 0030 号]； 建设单位提供的辐射安全许可证、图纸及其他文件。
验收执行标准	(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 附录B规定： 1) 人员年有效剂量 ①职业照射 B1 剂量限值： B1.1 职业照射 B1.1.1 剂量限值 B1.1.1.1 应对任何工作人员的的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值： a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20 mSv； b) 任何一年中的有效剂量，50 mSv； c) 眼晶体的年当量剂量，150 mSv； d) 四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500 mSv。 ②公众照射 a.公众照射剂量限值 实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

- a) 年有效剂量, 1 mSv;
- b) 特殊情况下, 如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1 mSv, 则某一单一年份的有效剂量可提高到 5 mSv;
- c) 眼晶体的年当量剂量, 15 mSv;
- d) 皮肤的年当量剂量, 50 mSv。

b. 慰问者及探视人员的剂量限值

所规定的剂量限值不适用于患者的慰问者（例如：并非是他们职责，明知会受到照射却自愿帮助护理、支持和探视慰问正在接受医学诊断和治疗的患者人员）。但是，应对患者的慰问者所受的照射加以约束，使他们在患者诊断或治疗期间所受的剂量不超过 5 mSv。

2) 表面放射性污染的控制

工作人员体表、内衣、工作服，以及工作场所的设备和地面等表面放射性污染的控制应遵循附录B（标准的附录B）B2 所规定的限值要求。

B2.1 工作场所的表面污染控制水平如下表所列。

表 1-1 工作场所的放射性表面污染控制水平（单位：Bq/cm²）

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}
注：1) 该区内的污染子区除外。				

B2.2 款“工作场所中的某些设备与用品，经去污使其污染水平降低至表 7-2 中所列设备类的控制水平的五十分之一以下时，经审管部门或审管部门授权的部门确认同意后，可当作普通物品

使用。”

3) 非密封源工作场所的分级

根据GB 18871-2002 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见表 1-3，操作方式有关的修正因子见表 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 操作方式与辐射源状态修正因子

操作方式	辐射源状态			
	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
很简单操作	100	10	1	0.1
简单操作	10	1	0.1	0.01
特别危险的操作	1	0.1	0.01	0.001

	4) 放射性废液 ①根据GB 18871-2002 中 8.6.2 条款规定：不得将放射性废液排入普通下水道，除非经审管部门确认是满足下列条件的低放废液，方可直接排入流量大于 10 倍排放量的普通下水道，并应对每次排放做好记录： a) 每月排放的总活度不超过 10 ALI_{min}（ALI_{min}是相应于职业照射的食入和吸入ALI值中的较小者，其具体数值可按B 1.3.4 和B 1.3.5 条的规定获得）； b) 每一次排放的活度不超过 1 ALI_{min}，并且每次排放后用不少于 3 倍排放量的水进行冲洗。根据B 1.3.4 和B 1.3.5 条规定，对于职业照射，在一定的假设下可将 $I_{j,L}$ 用作ALI。由相应的单位摄入量的待积有效剂量的值得到放射性核素j的年摄入量限值 $I_{j,L}$ 计算公式： $I_{j,L} = \frac{DL}{e_j}$ 其中：DL—相应的有效剂量的年剂量限值，取 20 mSv/a； e_j—GB 18871-2002 给出的放射性核素j的单位摄入量所致的待积有效剂量的相应值。 （2）《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021） 根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）规定： 第 4.3 款 辐射工作场所分区 第 4.3.1 款 应按照GB 18871 的要求将核医学工作场所划分出控制区和监督区，并进行相应的管理。 第 4.3.2 款 核医学工作场所的控制区主要包括回旋加速器机房、放射性药物合成和分装室、放射性药物贮存室、给药室、给药后候诊室、扫描室、核素治疗病房、给药后患者的专用卫生间、放射性废物暂存库、衰变池等区域。 第 4.3.3 款 核医学工作场所的监督区主要包括回旋加速器
--	--

	和显像设备控制室、卫生通过间以及与控制室相连的其他场所或区域。 第 4.3.4 款 控制区的入口应设置规范的电离辐射警告标志及标明控制区的标志，监督区入口处应设置标明监督区的标志。 第 4.4.2 款 剂量约束值 第 4.4.2.1 款 一般情况下，职业照射的剂量约束值不超过 5 mSv/a； 第 4.4.2.2 款 公众照射的剂量约束值不超过 0.1 mSv/a。 第 4.5 款 服药患者出院要求 第 4.5.2 款 接受碘-131 治疗的患者，应在其体内的放射性活度降至 400 MBq 以下或距离患者体表 1 米处的周围剂量当量率不大于 25 μSv/h 方可出院。 第 5.1 款 选址 第 5.1.1 款 核医学工作场所宜建在医疗机构内单独的建筑物内，或集中于无人长期居留的建筑物的一端或底层，设置相应的物理隔离和单独的人员、物流通道。 第 5.1.2 款 核医学工作场所不宜毗邻产科、儿科、食堂等部门及人员密集区，并应与非放射性工作场所有明确的分界隔离。 第 5.1.3 款 核医学工作场所排风口的位置尽可能远离周边高层建筑。 第 5.2 款 布局 第 5.2.2 款 核医学工作场所应设立相对独立的工作人员、患者、放射性药物和放射性废物路径。工作人员通道和患者通道分开，减少给药后患者对其他人员的照射。注射放射性药物后患者与注射放射性药物前患者不交叉，人员与放射性药物通道不交叉，放射性药物和放射性废物运送通道应尽可能短捷。 第 6 款 工作场所的辐射安全与防护
--	---

	第 6.1.5 款 距核医学工作场所各控制区内房间防护门、观察窗和墙壁外表面 30 cm 处的周围剂量当量率应小于 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 $\mu\text{Sv/h}$。 第 6.1.6 款 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 30 cm 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 $\mu\text{Sv/h}$。 第 6.1.7 款 固体放射性废物收集桶、暴露于地面致使人员可以接近的放射性废液收集罐体和管道应增加相应屏蔽措施，以保证其外表面 30 cm 处的周围剂量当量率应小于 10 $\mu\text{Sv/h}$。量当量率小于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$。 第 6.2 款 场所安全措施要求 第 6.2.1 款 核医学工作场所的放射性核素操作设备的表面、工作台台面等平整光滑，室内地面与墙壁衔接处应无接缝，易于清洗、去污。 第 6.2.2 款 操作放射性药物场所级别达到乙级应在手套箱中进行，丙级可在通风橱内进行。应为从事放射性药物操作的工作人员配备必要的防护用品。放射性药物给药器应有适当的屏蔽，给药后患者候诊室内、核素治疗病房的床位旁应设有铅屏风等屏蔽体，以减少对其他患者和医护人员的照射。 第 6.2.9 款 扫描机房外门框上方应设置工作状态指示灯。 第 6.3 款 密闭和通风要求 第 6.3.1 款 核医学工作场所应保持良好的通风，工作场所的气流流向应遵循自清洁区向监督区再向控制区的方向设计，保持工作场所的负压和各区之间的压差，以防止放射性气体及气溶胶对工作场所造成交叉污染。
--	---

	第 6.3.3 款 碘-131 治疗病房应设有单独的通风系统，病房的门窗应有封闭措施，保持治疗区域内的负压，治疗区域内的空气应经单独的排气管道有组织排放。 第 6.3.4 款 放射性物质的合成、分装以及挥发性放射性核素的操作应在手套箱、通风橱等密闭设备中进行，防止放射性液体泄漏或放射性气体及气溶胶逸出。手套箱、通风橱等密闭设备应设计单独的排风系统，并在密闭设备的顶壁安装活性炭或其他过滤装置。 第 6.3.5 款 通风橱应有足够的通风能力。制备放射性药物的回旋加速器工作区域、碘-131 治疗病房以及设有通风橱、手套箱等场所的通风系统排气口应高于本建筑物屋顶，尽可能远离邻近的高层建筑 第 7 款 放射性废物的管理 第 7.1 款 一般要求 第 7.1.1 款 应根据核医学实践中产生废物的形态及其中的放射性核素的种类、半衰期、活度水平和理化性质等，按放射性废物分类要求将放射性废物进行分类收集和分别处理。 第 7.1.4 款 应建立放射性废物收集、贮存、排放管理台账，做好记录并存档备案。 第 7.2 款 固体放射性废物的管理 第 7.2.1 款 固体放射性废物收集 第 7.2.1.1 款 固体放射性废物应收集于具有屏蔽结构和电离辐射标志的专用废物桶。废物桶内应放置专用塑料袋直接收纳废物。 第 7.2.1.2 款 含尖刺及棱角的放射性废物，应预先进行包装处理，再装入废物桶，防止刺破废物袋。 第 7.2.1.3 款 放射性废物每袋重量不超过 20 kg。装满废物
--	---

	的塑料袋应密封后及时转送至放射性废物暂存间贮存。 第 7.2.2 款 固体放射性废物贮存 第 7.2.2.3 款 废物暂存间内应设置专用容器盛放固体放射性废物袋（桶），不同类别废物应分开存放。容器表面应注明废物所含核素的名称、废物的类别、入库日期等信息，并做好登记。 第 7.2.3 款 固体放射性废物处理 第 7.2.3.1 款 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 0.08 Bq/cm^2、β表面污染小于 0.8 Bq/cm^2 的，可对废物清洁解控并作为医疗废物处理： a) 所含核素半衰期小于 24 小时的放射性固体废物暂存时间超过 30 天； b) 所含核素半衰期大于 24 小时的放射性固体废物暂存时间超过核素最长半衰期的 10 倍； c) 含碘-131 核素的放射性固体废物暂存超过 180 天。 第 7.2.3.2 款 不能解控的放射性固体废物应该按照放射性废物处理的相关规定予以收集、整备，并送交有资质的单位处理。放射性废物包装体外的表面剂量率应不超过 0.1 mSv/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 4 Bq/cm^2、其他α发射体应小于 0.4 Bq/cm^2。 第 7.3 款 液态放射性废物的管理 第 7.3.1 款 放射性废液收集 第 7.3.1.1 款 核医学工作场所应设置有槽式或推流式放射性废液衰变池或专用容器，收集放射性药物操作间、核素治疗病房、给药后患者卫生间、卫生通过间等场所产生的放射性废液和事故应急时清洗产生的放射性废液。 第 7.3.1.2 款 核医学工作场所放射性药物标记、分装、注射
--	--

	后的残留液和含放射性核素的其他废液应收集在专用容器中。含有长半衰期核素的放射性废液应单独收集存放。盛放放射性废液的容器表面应张贴电离辐射标志。 第 7.3.1.3 款 核医学工作场所的上水需配备洗消处理设备（包括洗消液）。控制区和卫生通过间内的淋浴间、盥洗水盆、清洗池等应选用脚踏式或自动感应式的开关，以减少场所内的设备放射性污染。头、眼和面部宜采用向上冲淋的流动水。 第 7.3.1.4 款 放射性废液收集的管道走向、阀门和管道的连接应设计成尽可能少的死区，下水道宜短，大水流管道应有标记，避免放射性废液积聚，便于检测和维修。 第 7.3.2 款 放射性废液贮存 第 7.3.2.1 款 经衰变池和专用容器收集的放射性废液，应贮存至满足排放要求。衰变池或专用容器的容积应充分考虑场所内操作的放射性药物的半衰期、日常核医学诊疗及研究中预期产生贮存的废液量以及事故应急时的清洗需要；衰变池池体应坚固、耐酸碱腐蚀、无渗透性、内壁光滑和具有可靠的防泄漏措施。 第 7.3.2.2 款 含碘-131 治疗病房的核医学工作场所应设置槽式废液衰变池。槽式废液衰变池应由污泥池和槽式衰变池组成，衰变池本体设计为 2 组或以上槽式池体，交替贮存、衰变和排放废液。在废液池上预设取样口。有防止废液溢出、污泥硬化淤积、堵塞进出水口、废液衰变池超压的措施。 第 7.3.3 款 放射性废液排放 第 7.3.3.1 款 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 1 Bq/L、总β不大于 10 Bq/L、碘-131 的放射性活度浓度不大于 10 Bq/L。 第 7.4 款 气态放射性废物的管理 第 7.4.1 款 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。 第 7.4.2 款 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。 根据附录B，碘-131 患者出院时体内放射性活度应≤ 400 MBq。 (3) 《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020） 根据《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）规定： 第 5.2.4 款 分装药物操作宜采用自动分装方式，^{131}I给药操作宜采用隔室或遥控给药方式。 第 5.2.8 款 给药后患者或受检者候诊室、扫描室应配备监视设施或观察窗和对讲装置。 第 10.1.1 款 ^{131}I治疗病房区应相对独立的场所，病房区入口应设缓冲区。患者住院后，只能在治疗区活动。 第 10.1.2 款 ^{131}I治疗病房区应有独立的通风系统，通风管道应有过滤装置，并定期更换，更换后的过滤装置按放射性固体废物处理。 第 10.1.4 款 病房内应设置患者专用厕所和淋浴间，厕所内应有患者冲厕所和洗手的提示。 第 10.1.6 款 分装室与给药室之间药物传递应便捷，分装好的 ^{131}I宜采用机械或自动、半自动的方式传递到给药室，给药过
--	--

	程中应有监控。分装室应设置工作人员通过间，通过间应配备表面污染检测及剂量率检测仪表及清洗设施。 第 10.1.7 款 施用了 ^{131}I 治疗药物的患者如需住院应使用专用病房。专用病房宜为单人间，如不能实现，每间病房最多不应超过 2 人，并且 2 人之间应设置适当的防护屏蔽。 第 10.1.8 款 病房中应配备对讲、监控等设施。 (4) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019） 根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）规定： 第 5.3.2 款 对于如介入放射学、核医学放射药物分装与注射等全身受照不均匀的工作情况，应在铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴剂量计。 第 5.3.3 款 对于 5.3.2 所述工作情况，建议采用双剂量计监测方法（在铅围裙内躯干上再佩戴另一个剂量计），且宜在身体可能受到较大照射的部位佩戴局部剂量计（如头箍剂量计、腕部剂量计、指环剂量计等）。 (5) 《山东省医疗机构污染物排放控制标准》（DB 37/596-2020） 第 4.2 款 污水排放控制要求 第 4.2.1 款 禁止向 GB 3838 中 I、II 类水域和 III 类水域的饮用水水源保护区和游泳区，GB 3097 中一、二类海域直接排放医疗机构污水。 第 4.2.2 款 传染病和结核病医疗机构污水排放执行表 1 一级标准。 第 4.2.3 款 床位为 20 张以上（含 20 张）的综合医疗机构和其他医疗机构，污水直接排放执行表 1（表 7-6）一级标准，间接排放执行表 1（表 7-6）二级标准。 第 4.2.4 款 床位小于 20 张以及不设床位的综合医疗机构和
--	---

其他医疗机构，污水经消毒处理粪大肠菌群数不高于 500 MPN/L 后方可排放。

第 4.2.5 款 传染病医疗机构和综合医疗机构的传染病房应设专用化粪池，收集经消毒处理后的粪便排泄物等传染性废物。

第 4.2.6 款 医疗机构的低放射性废水、酸性废水等应单独收集处理后再排入医疗机构污水处理系统，重金属废水应单独收集交由有资质单位处置。

第 4.2.7 款 污水处理采用含氯消毒剂时，传染病医疗机构消毒接触池接触时间 ≥ 1.5 h，接触池出口总余氯为 6.5 mg/L $\sim$ 10 mg/L，综合医疗机构和其他医疗机构消毒接触池接触时间 ≥ 1 h，接触池出口总余氯为 3 mg/L $\sim$ 10 mg/L。

第 4.2.8 款 污水处理采用紫外线消毒时，污水悬浮物浓度应小于 10 mg/L，照射剂量 30 mJ/cm² $\sim$ 40 mJ/cm²，照射接触时间应大于 10 s或由试验确定。

第 4.2.9 款 污水处理采用臭氧消毒时，污水悬浮物浓度应小于 20 mg/L，臭氧用量应大于 10 mg/L，接触时间应大于 12 min 或由试验确定。

第 4.2.10 款 采用含氯消毒剂进行消毒的医疗机构污水，若直接排放应进行脱氯处理，使总余氯不高于 0.5 mg/L。

表 1-5 水污染物排放浓度限值

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

(6) 验收执行标准

本项目环评报告表中，以 5.0 mSv/a 作为职业人员的年管理剂量约束值，以 0.1 mSv/a 作为公众成员的年管理剂量约束值；以 125 mSv/a 作为职业人员手部的年当量剂量约束值；以 5.0

	mSv/a作为慰问者在患者诊断期间所受到的管理剂量约束值。以2.5 μSv/h作为核医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。 本验收监测报告表同样采用上述管理要求。
--	---

2 项目建设情况

2.1 项目建设内容

(1) 建设单位情况、项目建设内容和规模

1) 建设单位情况

泰安八十八医院位于泰安市环山路 217 号，是一家集预防、医疗、保健、教学、科研于一体，具有央企性质的公立事业编制的现代化综合性三级甲等医院。医院开放床位 1000 张，现有临床医技科室 39 个，拥有全军重点专科 3 个（骨科、肝病、妇儿），重点专科 6 个（心血管内科、神经内科、感染病科、普通外科、口腔颌面外科、药剂科），山东省重点专科 1 个（神经外科），泰安市重点和特色专科 13 个（肾脏内科、耳鼻咽喉科、风湿免疫科等）。现有员工 993 人，高、中级职称人员 631 人，博士后、博士、研究生 82 人。泰安八十八医院原属于部队医院，为有效补充地方医疗资源的基本诊疗能力和公共卫生服务能力，响应国家盘活军队资产资源的战略决策，医院进行改革转入地方卫生服务体系。

2) 项目建设内容

本项目共涉及 2 处乙级非密封放射性物质工作场所，包括：

(1) 医院拟于门诊楼西侧一层改建 1 处核医学工作场所，拟开展：①使用核素 ^{99m}Tc 进行 SPECT-CT 放射诊断；②使用核素 ^{18}F 、新增核素 ^{68}Ga 进行 PET-CT 放射诊断；③使用核素 ^{32}P 、 ^{89}Sr 进行前列腺癌治疗。核医学一层诊疗场所日等效最大操作量为 $2.56 \times 10^7 \text{ Bq}$ 。

(2) 医院拟于门诊楼西侧负一层新建 1 处核医学工作场所，拟使用 ^{131}I 进行甲功测定、甲亢治疗、甲癌治疗。核医学科负一层 ^{131}I 核素诊疗场所日等效最大操作量为 $2.85 \times 10^9 \text{ Bq}$ 。

根据建设单位的发展与规划，2 处核医学工作场所进行分期建设，目前门诊楼西侧核医学一层诊疗工作场所已建成。根据建设项目环境管理条例等法律法规关于分期建设分期验收的规定和要求，本期（即一期）为门诊楼西侧核医学一层诊疗工作场所的竣工环境保护验收。

医院对现有核医学工作场所进行了改造，工程内容包括：①优化医院门诊楼一层

现有核医学科患者路线，主要包括将原核医学科南侧候诊大厅改建成 1 间 PET-CT 留观室和 1 间 SPECT-CT 留观室；核医学科南、北侧凿墙各安装 1 扇防护门；②在核医学科诊疗场所使用核素锶-89 (^{89}Sr) 开展骨转移瘤治疗等；③利用现有衰变池，并重新铺设放射性废水收集管道。④新购 1 台 PET-CT（最大管电压 140 kV，最大管电流 833 mA），安装于医院现有 PET-CT 机房，使用核素氟-18 (^{18}F) 进行 PET-CT 临床显像诊断。⑤利旧，使用医院现有 1 台 SPECT-CT（最大管电压 130 kV，最大管电流 240 mA）和 1 间 SPECT-CT 机房，使用核素锝-99m ($^{99\text{m}}\text{Tc}$) 进行 SPECT-CT 临床显像诊断。日等效最大操作量 $2.368\times 10^7 \text{ Bq}$ ，许可类型与范围属使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所。

中威检测（山东）有限公司（原济南中威检测技术有限公司）受建设单位委托，于 2024 年 12 月编制了《泰安八十八医院核医学工作场所应用项目环境影响报告表》，泰安市生态环境局于 2024 年 12 月 26 日对该环境影响报告表以“泰环境审报告表（2024）17 号”予以批复（见附件 3）。本期从 2025 年 1 月 13 日开工建设，于 2026 年 1 月 21 日完工并投入调试开始使用。

建设单位现持有辐射安全许可证：鲁环辐证[09169]，种类和范围：使用 II、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 2030 年 11 月 27 日。

根据有关法律法规要求，中威检测（山东）有限公司受泰安八十八医院的委托，对核医学工作场所应用项目（一期）进行了现场调查及检测，并根据现场调查和建设单位提供的各项资料，编制了《泰安八十八医院核医学工作场所应用项目（一期）竣工环境保护验收监测报告表》。

（2）项目总平面布置、建设地点和周围环境敏感目标分布情况

1）项目总平面布置

泰安八十八医院位于泰安市环山路 217 号。该院东侧为泰山区虎山消防救援站，南侧为环山路，西侧为泰安八十八院宿舍，北侧为室外空地。

医院地理位置示意图见图 2-1，周围环境关系影像图见图 2-2，医院院区平面布局图见图 2-3，核医学一层诊疗工作场所平面布置图见图 2-4。



图 2-1 医院地理位置图

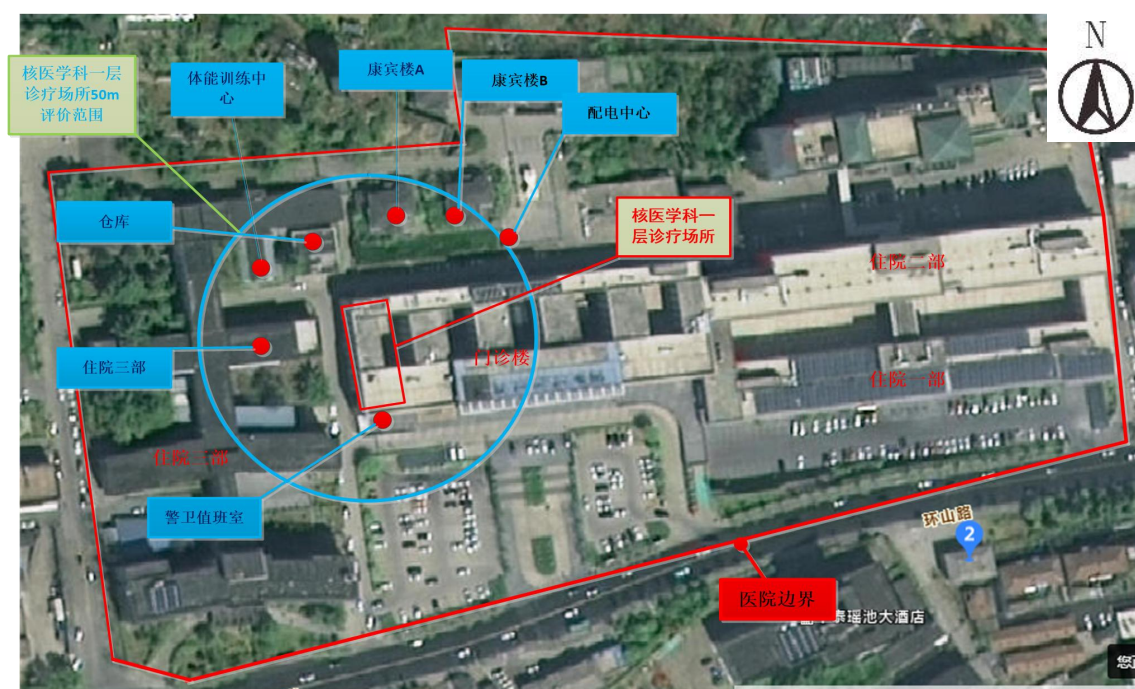
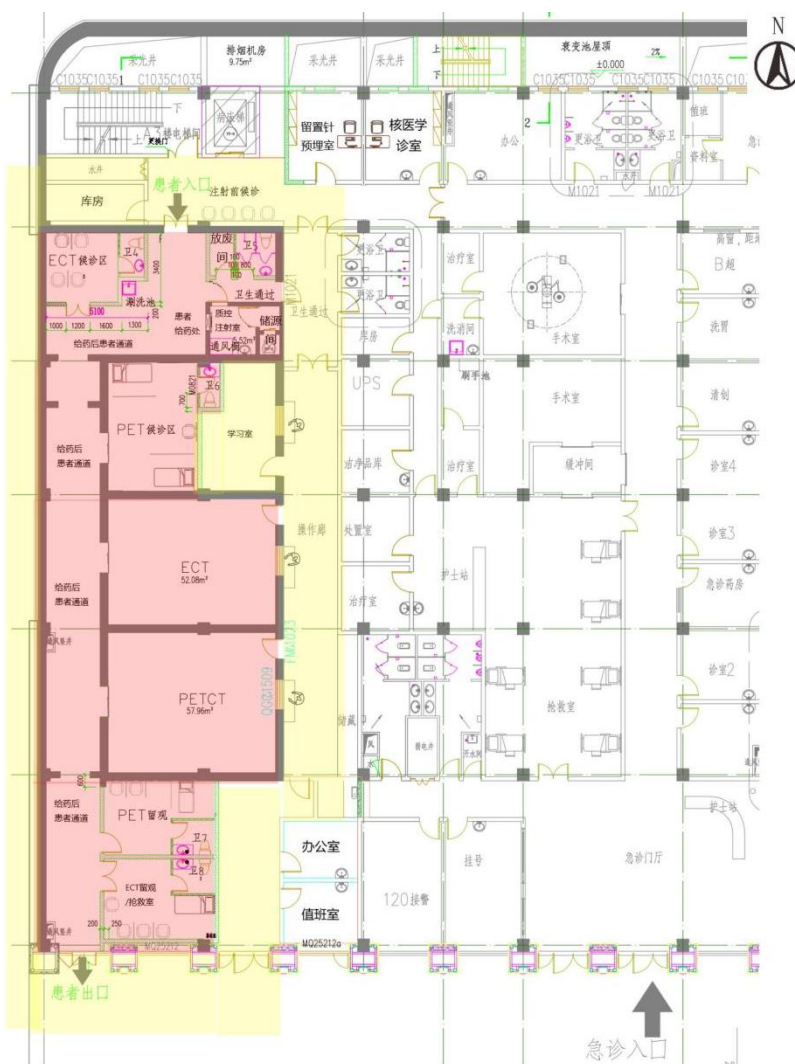


图 2-2 医院周围环境关系影像图



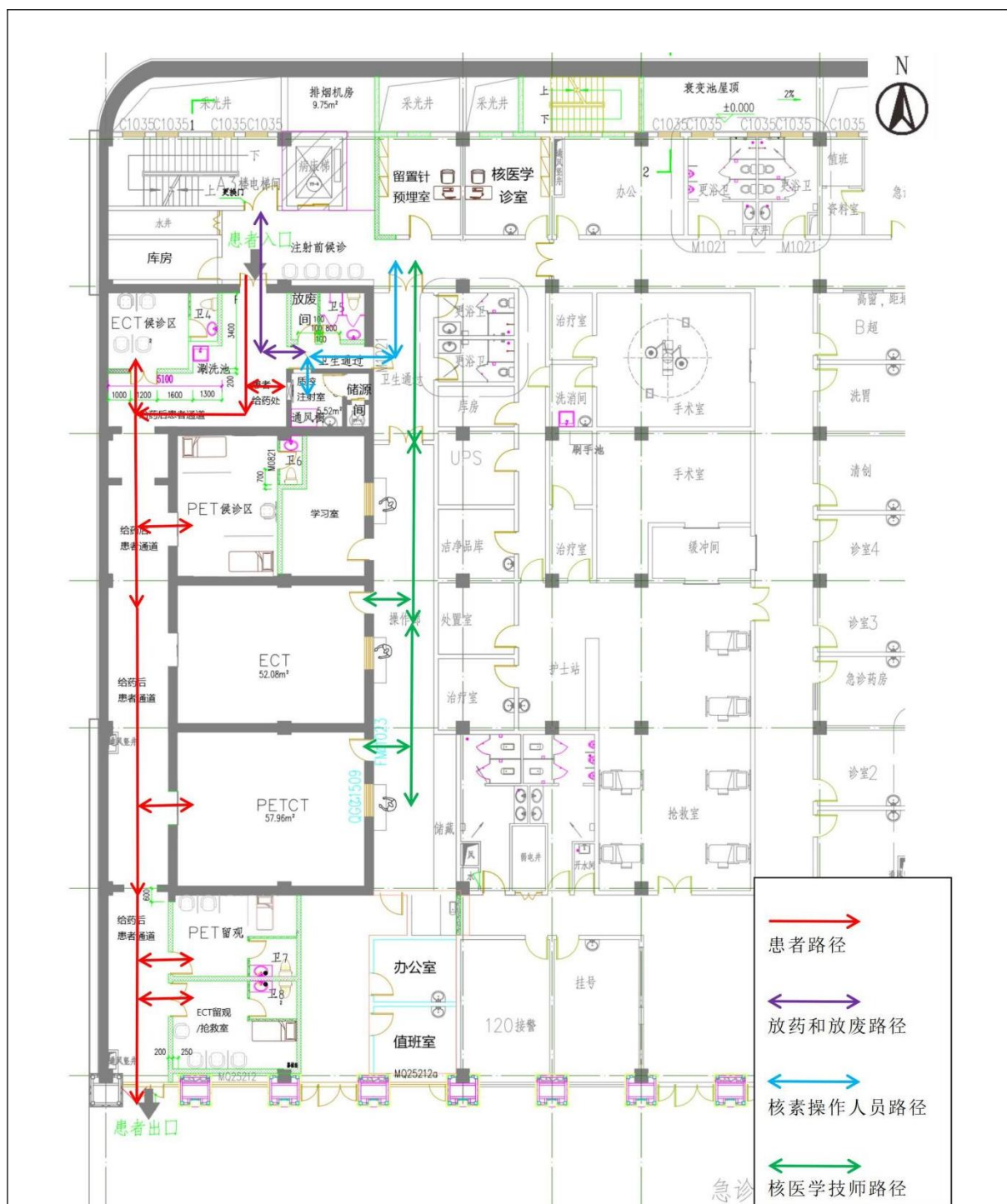


图 2-4 (b) 一层核医学工作场所平面布置图

2) 建设地点和周围环境敏感目标分布情况

经现场勘查，本项目核医学科一层诊疗场所位于院内门诊楼一层西侧，周围 50 m 范围内东侧为操作廊、辅助用房、门诊楼大厅、门诊科室等；南侧为室外道路、地上停车场、警卫值班室；西侧为室外道路、住院三部；西北侧为室外道路、体能训练中心；北侧为候诊区、电梯间、室外道路、康宾楼 A、煎药中心等；东北侧为衰变池、

室外道路、康宾楼 B、配电中心；地下为消防水池、地下停车场；楼上为急诊科。周围无产科、儿科、食堂等部门及人员密集区，核医学工作场所与其他区域以实体墙体或者安全门进行物理隔离，与非放射性工作场所有明确的分界隔离。

核医学一层诊疗工作场所 50 m 辐射环境影响评价范围内共有 8 处环境保护目标，分别为南侧约 5 m 处的警卫值班室、西侧约 8 m 处的住院三部、北侧约 10 m 处的煎药中心、北侧约 25 m 处的康宾楼 A、西北侧约 25 m 处的体能训练中心、东北侧约 36 m 处的康宾楼 B、东北侧约 47 m 处的配电中心以及核医学诊疗工作场所所在门诊楼。

本项目保护目标为评价范围内活动的职业人员和公众成员。其中，职业人员指利用本项目放射性药物开展放射诊疗工作的辐射工作人员，公众成员为评价范围内的非本项目医护人员、其他就诊患者及偶然经过的其他公众成员。主要保护目标情况见表 2-1。

表 2-1 核医学工作场所主要保护目标情况一览表

保护目标分类	具体的保护目标	环境特征	方位、距离	规模
职业人员	核医学工作场所内辐射工作人员	/	场所内、四周毗邻	7 人
公众成员	核医学所在门诊楼内人员	-1F/5F，高度约 16.2m	东侧 0~50m 范围内	约 300 人
	警卫值班室内人员	1F，高度约 2.5m	南侧 5m~10m 范围内	约 2 人
	体能训练中心内人员	1F，高度约 3m	西北侧 25m~40m 范围内	约 50 人
	煎药中心内人员	1F，高度约 3.5m	北侧 10m~30m 范围内	约 6 人
	康宾楼 A 内人员	2F，高度约 6m	北侧 25m~40m 范围内	约 20 人
	康宾楼 B 内人员	2F，高度约 6m	东北侧 36m~45m 范围内	约 20 人
	配电中心内人员	1F，高度约 3m	东北侧 47m~50m 范围内	约 30 人
	住院三部内人员	1F/6F，高度约 40m	西侧 8m~50m 范围内	约 500 人
	非本项目医护人员、其他就诊患者、慰问者以及偶然经过的其他公众人员	/	四周 50m 范围内	流动人员

一层核医学工作场所四周现场照片见图 2-5～图 2-32。



图 2-5 一层核医学工作场所所在门诊楼



图 2-6 一层核医学工作场所东侧操作廊



图 2-7 一层核医学工作场所南侧室外道路



图 2-8 一层核医学工作场所南侧警卫值班室



图 2-9 一层核医学工作场所西侧住院三部



图 2-10 一层核医学工作场所西北侧体能训练中心



图 2-11 一层核医学工作场所北侧煎药中心



图 2-12 一层核医学工作场所北侧康宾楼 A



图 2-13 一层核医学工作场所东北侧康宾楼 B



图 2-14 一层核医学工作场所东北侧配电中心



图 2-15 一层核医学工作场所西侧室外道路



图 2-16 衰变池



图 2-17 PET-CT 检查室



图 2-18 SPECT-CT 检查室



图 2-19 核医学患者出口内部



图 2-20 核医学患者出口外部



图 2-21 放废间



图 2-22 SPECT-CT 留观室



图 2-23 质控/注射室



图 2-24 注射室



图 2-25 PET-CT 留观室



图 2-26 PET-CT 候诊室



图 2-27 SPECT-CT 候诊室

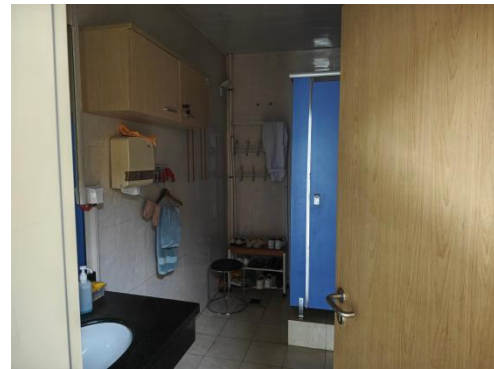


图 2-28 女更衣室



图 2-29 男更衣室



图 2-30 注射窗



图 2-31 卫生通过间卫生间



图 2-32 储源间

(3) 建设规模

本期涉及 1 处乙级非密封放射性物质工作场所，环境影响报告表及其审批部门审批建设规模与实际验收规模对比情况见表 2-2。

表 2-2 环评规模与实际验收规模对比一览表

环境影响报告表及其审批部门审批建设规模	验收规模	是否一致
泰安八十八医院位于泰安市泰山区环山路 217 号。医院拟对门诊楼一层现有核医学科进行改造，使用核素 ^{18}F、新增核素 ^{68}Ga 进行 PET-CT 放射诊断；使用核素 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 进行 SPECT-CT 临床显像诊断；使用核素 ^{32}P、^{89}Sr 进行放射治疗，日等效最大操作量为 $2.56\times 10^7\text{ Bq}$，属于乙级非密封放射性物质工作场所。拟将现核医学科下方地下停车场（负一层）改建为核医学甲癌、甲亢治疗工作场所，使用核素碘-131 (^{131}I) 进行甲亢治疗、甲癌治疗、甲功测定，日等效最大操作量为 $2.85\times 10^9\text{ Bq}$，属于乙级非密封放射性物质工作场所。	泰安八十八医院位于泰安市泰山区环山路 217 号。医院拟对门诊楼一层现有核医学科进行改造，使用核素 ^{18}F 进行 PET-CT 放射诊断；使用核素 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 进行 SPECT-CT 临床显像诊断；使用核素 ^{89}Sr 进行放射治疗，日等效最大操作量为 $2.368\times 10^7\text{ Bq}$，属于乙级非密封放射性物质工作场所。	根据建设单位的发展与规划,2 处乙级非密封放射性物质工作场所进行分期建设，已建成一层核医学工作场所。根据《建设项目环境保护管理条例》等法律法规关于分期建设分期验收的规定和要求，本期（即一期）为一层核医学工作场所的竣工环境保护验收。

2.2 源项分析

本次验收涉及非密封放射性物质和射线装置，验收规模与环评规模对比一览表见表 2-3。

表 2-3 本次验收涉及非密封放射性物质与环评规模对比一览表

场所	核素名称	物理状态	环评规模			验收规模			备注
			日等效最大操作量 (Bq)	年最大操作量 (Bq)	操作方式	日等效最大操作量 (Bq)	年最大操作量 (Bq)	操作方式	
核医学科一层诊疗场所	^{99m}Tc	液体	1.48×10^7	3.7×10^{12}	很简单的操作	1.48×10^7	3.7×10^{12}	很简单的操作	与环评规模相比, 2 处乙级非密封放射性物质工作场所进行分期建设, 已建成一层核医学工作场所中 ^{99m}Tc 、 ^{18}F 、 ^{89}Sr 验收规模未发生变化。
	^{18}F	液态	7.40×10^6	1.85×10^{12}	很简单的操作	7.40×10^6	1.85×10^{12}	很简单的操作	
	^{89}Sr	液体	1.48×10^6	2.96×10^{10}	很简单的操作	1.48×10^6	2.96×10^{10}	很简单的操作	
	^{32}P	液体	1.85×10^6	1.85×10^9	很简单的操作	/	/	/	
	^{68}Ga	液态	3.70×10^5	1.92×10^{10}	很简单的操作	/	/	/	
核医学科负一层 ^{131}I 核素诊疗场所	^{131}I	液态	2.85×10^9	1.49×10^{12}	简单的操作	/	/	/	
注: 本项目 1 台 SPECT-CT 和 1 台 PET-CT 属于 III 类射线装置, PET 装置的日常维护需使用 IV 类或 V 类放射源, 对于 SPECT-CT/PET-CT 在 CT 使用过程中机房需采取的安全设施包含在本次验收范围。									

2.3 工程设备与工艺分析

(1) 设备组成

本次验收内容: 包括 1 处乙级核医学工作场所, 核医学科一层诊疗场所使用核素 ^{99m}Tc 、 ^{18}F 、 ^{89}Sr 。本项目 1 台 SPECT-CT 和 1 台 PET-CT 属于 III 类射线装置, 对于 SPECT-CT/PET-CT 在 CT 使用过程中机房需采取的安全设施包含在本次验收范围。

(2) 放射性核素特征

1) ^{18}F

本项目涉及核素 ^{18}F 为发生正电子的核素。正电子放射性核素的物理特性如表 2-

4。湮灭光子能量为 0.511 MeV，正电子发射及其湮灭图见图 2-33。

表 2-4 正电子放射性核素的物理特性

放射性核素	衰变类型	半衰期	最大电子能量 (MeV)	最大射程 (mm)	平均射程 (mm)	裸源周围剂量当量率常数 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{MBq}\cdot\text{h}$)
^{18}F	β^+ 、EC	1.83h	0.64	2.4	0.22	0.143

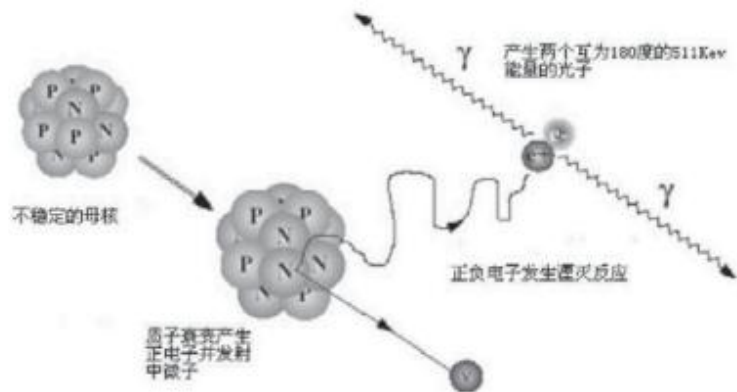


图 2-33 正电子发射及其湮灭图

2) $^{99\text{m}}\text{Tc}$

核素 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 为 ^{99}Tc 的同质异能素，IT%~100%，半衰期为 6.02 小时，主要获取方式： ^{99}Mo 衰变子体。 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 发生 IT 跃迁时释放 γ 射线，能量为 145.5 keV，其子体为核素 ^{99}Tc ， ^{99}Tc 发生 β 衰变， ^{99}Tc 的半衰期为 2.14×10^5 年。 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 的衰变纲见图 2-34。

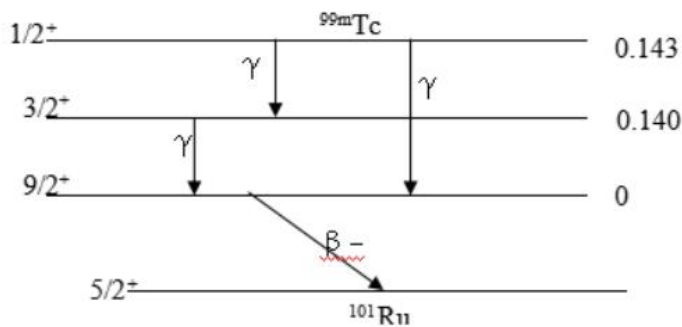


图 2-34 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 衰变纲

3) ^{89}Sr 放射性特性

^{89}Sr 的半衰期是 50.5 天，衰变方式为 β 衰变 ($\beta\%=100$)，最大辐射能量为 1.488 MeV。 ^{89}Sr 的衰变纲图见图 2-35。

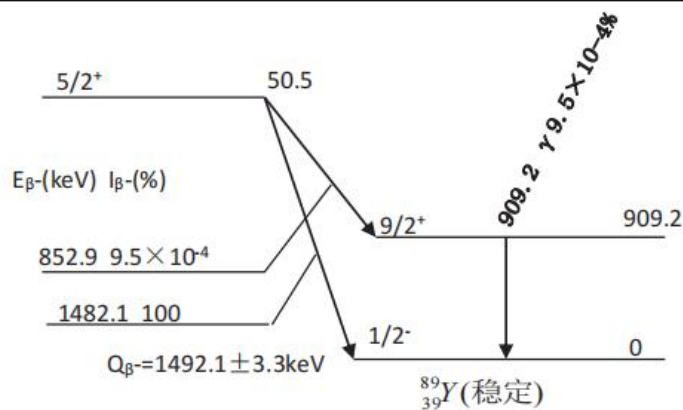


图 2-35 ^{89}Sr 的衰变纲图

(3) 核素使用流程

1) $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 核素显像工作流程

医院核医学科采取使用外购 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 成品药物的供药方式。外购 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 成品药物由供应商事先分装为针剂，医护人员在注射时通常不需再分装，由供应商根据订单量及考虑衰变因素等，提前计算好用量，运输至医院后可直接用于患者注射。患者在检查过程中只进行短暂的留观后即离开核医学科。具体流程为：

- ①预约登记，接收患者，医生根据病情确定使用核素的剂量；
- ②医生根据所需要的核素剂量向厂家预订药物，厂家根据所需剂量分装为成品针剂后运送至医院。当值工作人员核对放射性药物名称、规格和数量，检查包装和外观质量，办理“点对点”交接手续，然后暂存于 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 通风柜内；
- ③质检：核医学技师核对放射性药物名称，选取 10%~20% 药物在通风柜内进行活度验证；
- ④注射：开展工作前，工作人员将铅箱由储源室转移至质控注射室通风橱内，在通风橱内依次取出针剂，然后在西墙注射窗口处对患者进行注射，然后到 SPECT-CT 注射后休息室候诊，等待检查通知；
- ⑤检查：注射后患者根据疾病类型在 SPECT-CT 注射后候诊区休息一定时间，经 SPECT-CT 扫描后，进入 SPECT-CT 留观室留观一段时间，无异常后经南侧患者出口门禁系统离开。

$^{99\text{m}}\text{Tc}$ 核素显像工作流程示意图见图 2-36。



图 2-36 ^{99m}Tc 核素显像工作流程示意图

根据医院提供的资料， ^{99m}Tc 诊断每日最多 20 人，每人最大用量 $7.4 \times 10^8 \text{ Bq}$ (20 mCi)，每日最大使用量为 $1.48 \times 10^{10} \text{ Bq}$ (400 mCi)，每日最大采购量为 $1.48 \times 10^{10} \text{ Bq}$ (400 mCi)。按每周 5 天，每年 50 周计，年最多接待患者 5000 人，每年最大使用量 $3.7 \times 10^{12} \text{ Bq}$ (100 Ci)。核素 ^{99m}Tc 由供货方于诊断当天负责运输到核医学科诊疗场所质控注射室内，剩余放射性药品储存在通风橱的铅罐内，由供源单位当天回收，不涉及放射性核素的贮存。

2) ^{18}F 核素显像工作流程

本项目 ^{18}F 药物拟装于铅罐中，由供源单位于治疗当天经医护通道送至核医学科一层诊疗场所，由专人接收后置于核医学科一层诊疗场所的储源室储源柜内储存。开展工作前，工作人员将装有药物的铅罐由储源室转移至质控注射室通风橱内，根据患者用量进行分装，然后于西墙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 注射后候诊室休息一定时间，经 PET-CT 扫描后，进入 PET-CT 留观室留观一段时间，无异常后经南侧患者出口门禁系统离开。

根据医院提供的资料， ^{18}F 诊断每日最多接待患者 20 人，每人最大用量为 $3.7 \times 10^8 \text{ Bq}$ (10 mCi)，每日最大使用量 $7.4 \times 10^9 \text{ Bq}$ (200 mCi)，每日最大采购量为 $7.4 \times 10^9 \text{ Bq}$ (200 mCi)，每周工作 5 天，年工作 50 周，年最多接待患者 5000 人，每年最大使用量 $1.85 \times 10^{12} \text{ Bq}$ (50 Ci)。核素 ^{18}F 由供货方于诊断当天负责运输到核医学科一层诊疗场所质控注射室内，剩余放射性药品储存在通风橱的铅罐内，由供源单位当天回收，不涉及放射性核素的贮存。

3) ^{89}Sr 治疗机理和治疗流程

^{89}Sr 是钙族元素，为一种亲骨性放射性核素，进入体内后同钙一样参加骨矿物质的代谢过程，静脉给药后，恶性肿瘤骨转移病灶内的摄取率大于正常骨组织的 2~25 倍，并滞留在癌灶中，发射平均能量为 1.463 MeV 的 β 射线，半衰期为 50.5 天，其辐

射效应杀伤癌细胞，缩小病灶，起到良好的镇痛作用。

治疗前工作人员根据病人病情选择不同的剂量和疗程，患者在注射窗口处接受治疗，静脉注射或局部注射 ^{89}Sr 。患者用药后，如无异常情况，从核医学科诊疗场所南侧病人出口离开。

本项目使用的 ^{89}Sr 采取外购的方式，由供源单位将分装包装好的针剂（铅箱包装）经医护通道送至核医学科诊疗场所，由专人接收后置于核医学科诊疗场所的储源室储源柜内储存，不涉及分装。开展工作前，工作人员将铅箱由储源室转移至质控注射室通风橱内，在通风橱内依次取出针剂，然后于西墙注射窗口处对患者进行注射，注射后患者可直接离开。

根据医院提供的资料， ^{89}Sr 治疗每日最多接诊病人 1 人，每人最大用量 $1.48 \times 10^8 \text{Bq}$ （4 mCi），每日最大使用量 $1.48 \times 10^8 \text{Bq}$ （4 mCi），每日最大采购量为 $1.48 \times 10^8 \text{Bq}$ （4 mCi）。医院计划每年开展 ^{89}Sr 治疗共 200 天，每年最多接诊 200 人，每年最大使用量 $2.96 \times 10^{10} \text{Bq}$ （800 mCi）。核素 ^{89}Sr 由供货方于治疗当天负责运输到核医学科诊疗场所质控注射室内，剩余放射性药品储存在通风橱的铅罐内，由供源单位当天回收，不涉及放射性核素的贮存。

（4）使用 ^{18}F 进行 PET-CT 扫描诊断

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 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（511 keV）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，了解病变的位置、形态、大小、代谢和功能，对疾病进行诊断。

CT是利用X射线对人体解剖结构的密度差异进行成像的断层显像技术。CT提供的信息可显示机体组织脏器解剖结构的改变，发现病变并可以确定其范围及周围组织脏器的毗邻关系。

PET-CT是将PET和CT两个已经相当成熟的影像技术相融合，实现了PET图像的同

机融合。使PET的功能影像与螺旋CT结构影像这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CT图像及PET-CT的融合图像，既可准确地对病灶进行定性，又能准确定位。PET和CT结果可以互相印证，相互补充，使PET-CT的诊断效能及临床实用价值更高。X射线CT、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。PET工作原理示意图见图2-37。

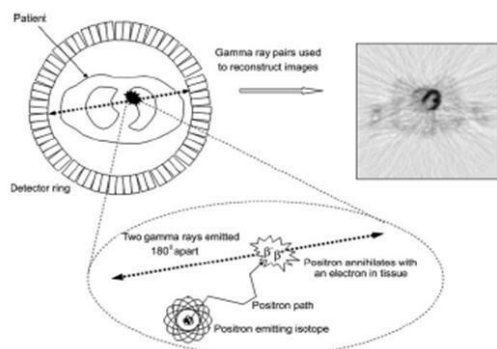


图 2-37 PET 工作原理示意图

PET 使用正电子示踪剂（如 ^{18}F ），核素释放的正电子在组织内移行的距离很短，依据能量的不同，一般在 10^{-1}cm 到 10^{-2}cm 的范围内。

核素衰变过程中正电子从原子核内放出后很快与自由电子碰撞湮灭，转化成一对方向相反的 γ 光子。在光子飞行方向上设置一对探测器，几乎可同时接收到这两个光子，通过环绕 360° 排列的多组配对探头，得到探头对连线上的一维信息，将信号向中心点反投射并加以适当的数学处理，便可形成断层示踪剂分布图像。正电子发射及其湮灭反应如下：

核素衰变过程中正电子从原子核内放出后很快与自由电子碰撞湮灭，转化成一对方向相反的 γ 光子。在光子飞行方向上设置一对探测器，几乎可同时接收到这两个光子，通过环绕 360° 排列的多组配对探头，得到探头对连线上的一维信息，将信号向中心点反投射并加以适当的数学处理，便可形成断层示踪剂分布图像。正电子发射及其湮灭反应如下：

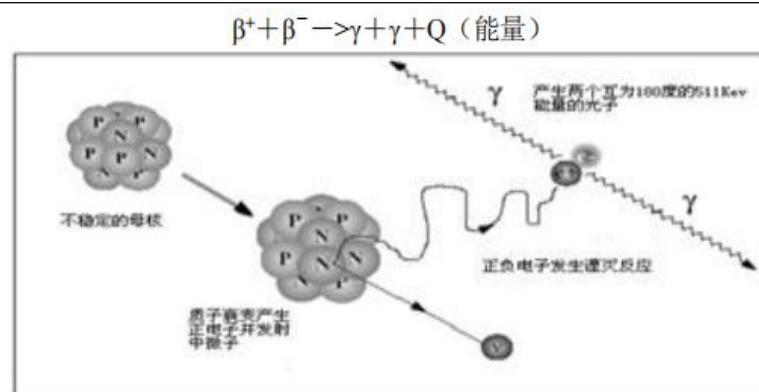


图 2-38 正电子发射及其湮灭



图 2-39 PET-CT 示意图

当由正电子放射性核素所标记的示踪剂（显像剂）注入血流后，到达全身，聚集在特定的器官或某一部位，凡代谢率高的组织或病变在 PET 上呈明确的高代谢亮信号，凡代谢率低的组织或病变在 PET 上呈低代谢暗信号。由于 PET 图像解剖结构不清楚，CT 功能采用 X 线对 PET 图像进行衰减校正，大大缩短了数据采集时间，提高了图像分辨率。利用 CT 图像对 PET 图像病变部位进行解剖定位和鉴别诊断。所以 PET-CT 从根本上解决了核医学图像解剖结构不清楚的缺陷，同时又采用 CT 图像对核医学图像进行全能量衰减校正，使核医学图像真正达到定量的目的并且提高诊断的准确性，实现了功能图像和解剖图像信息的互补。

使用¹⁸F进行PET-CT扫描流程：预约—注射前准备工作（收集病史、测量身高体重、测血糖）—在通风橱内活度测定与分装—在注射窗口对患者进行静脉注射—患者等候（约50~60分钟）—PET-CT扫描（约20分钟）—患者进入留观室（停留约20分钟）离开。患者诊疗流程图见图2-40。

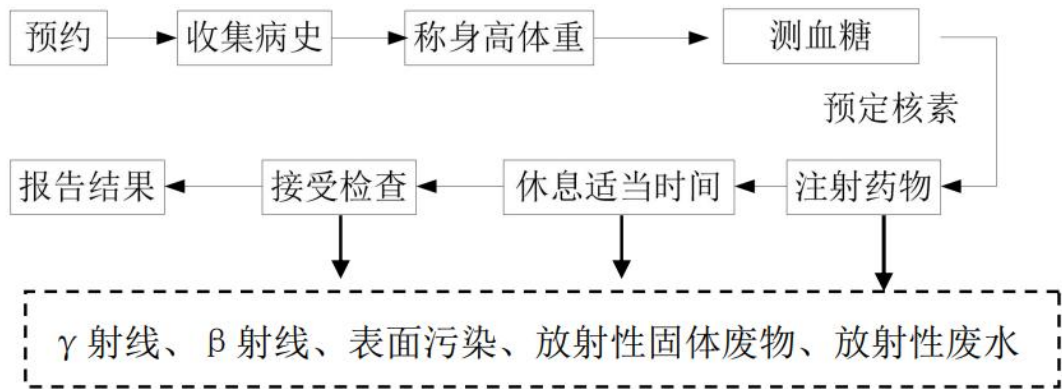


图 2-40 患者诊疗流程简图

(5) 使用 ^{99m}Tc 进行SPECT-CT扫描流程

SPECT-CT 主要由探头、电子学线路、计算机影像处理系统和显示记录装置四个部分组成。探头是由准直器、晶体、光导、光电倍增管、前置放大器和计算电路等组成；晶体和光电倍增管之间用有机玻璃作光导，晶体、光导和光电倍增管之间涂有硅油作为光耦合剂；每个光电倍增管输出的信号经前置放大器放大后进入相应位置的定位网络电路。电子学线路包括光电倍增管的高压电源、线性放大器和脉冲高度分析器等，基本原理和通用核仪器相同。计算机影像处理系统由硬件和软件两个部分组成。硬件是计算机影像处理系统本身的各个部分，软件是各种程序的总称。硬件和软件的组合才构成了完整的计算机影像处理系统。SPECT 的显示记录装置种类很多，常用的方法有 3 种：①用 Polaroid 照相机直接拍摄示波器荧光屏上的影像，不需冲洗胶片，（10~15）s 即可获得影像的正片；②用多幅照相机记录影像，这种照相机使用单面 CT 胶片，影像大而清晰，是目前使用较多的显示记录方法；③激光打印或热升华打印记录。

SPECT-CT 影像检查是将放射性同位素标志药物后注射到人体内，所标识化合物与机体内生理、生化反应的分子交互利用后，使用 SPECT 探测器对该放射性标识化合物的分布进行探测，检测注入机体内的放射性核素发射出的光子，以组织器官吸收放射性核素浓度的高低和变化作为重建图像的参数，根据放射性药物在组织器官内的分布重建图像。利用同位素在不同脏器或组织中代谢速度的不同，取得病理变化的功能影像，甚至能进一步了解其病变的良恶性，属于“功能性”医学影像检查。CT 则是利用 X 线穿透人体而获得多种影像，影像数据经过数字处理，便可以显示身体任何断面甚至是立体构造的影像，为“结构性”影像检查。

SPECT-CT 图像融合影像，将 SPECT 的功能影像与多层诊断 CT 的丰富解剖细节

进行了充分结合，能对患者身体任何部位的疾病的位置、大小、性质和范围做出准确判断，既可以了解病变的功能状态，又可以确定病变的部位，得到的诊断资料克服了两种影像技术单独应用的局限性，最大限度地发挥核医学功能显像和放射学解剖显像的优势，使两种影像“强强联合”，诊断信息互补，为临床医生提供更加全面、准确的早期诊断疾病的依据。

(6) 扫描流程

1) 病人扫描流程及路线

PET-CT 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-CT）对受检者全身或者相关脏器进行诊断检查。

SPECT-CT 显像检查主要通过给受检者注射单光子核素标记药物，如 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ，并利用单光子发射计算机断层成像术（SPECT-CT）对受检者全身或相关脏器进行诊断检查。

诊断检查流程及产物环节如图 2-41。

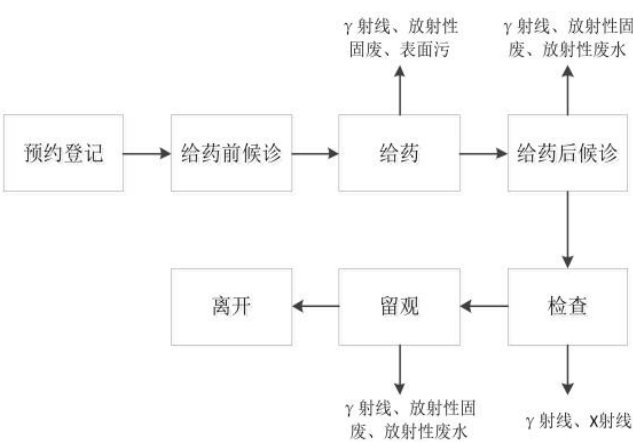


图 2-41 诊断检查流程及产物环节图

①根据医生指导意见，需要接受全身或脏器显像检查的人员提前预约登记，确定用药量；

②受检者按约定时间在核医学工作场所给药前候诊区准备和等候；

③准备好的 ^{18}F 受检者、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 受检者由核医学科一层诊疗场所北侧患者进出防护门经过专用通道进入注射室，注射医务人员穿戴好个人防护用品，按照预约给病人选择已分装好的注射器（内含分装好的药物），在通风橱内随机进行活度测定，在注射窗前为受检者注射药物，注射时间平均约 30 s/每人；

④施药后受检者经患者专用通道进入注射后候诊室，在注射后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；

⑤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 30 s/每人，检查时间根据疾病类型和病人情况不同，一般为（15~30）min；

⑥检查完成后，受检者留观（15~30）min，经主管医生确认图像质量满意后，受检者通过核医学科一层诊疗场所南侧防护门离开核医学工作场所。

2) 医护人员路线

医护人员由场所北侧工作人员入口进入工作场所后经卫生通过进入储源室、质控注射室、操作廊等，结束诊疗后经卫生通过原路离开核医学工作场所。

(7) 主要放射性污染物和污染途径

1) γ 射线、 β 射线及韧致辐射

①核素 ^{99m}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 ^{99m}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（0.511 MeV），即 γ 射线。 γ 射线穿透能力较强，可能会对周围环境造成一定的辐射影响。

③核素 ^{89}Sr 衰变发射纯 β 射线， β 射线穿透能力较弱，在组织内辐射距离较短，不会对环境产生明显影响，但 β 射线被放射源本身以及源周围的其他物质阻止时产生韧致辐射，韧致辐射会对周围环境产生辐射污染，本项目主要考虑核素 ^{89}Sr 的韧致辐射影响。

患者用药后，体内的放射性核素产生的 γ 射线在一定时间内会对周围环境或者人员造成一定的辐射影响。

2) β 表面污染

工作人员在操作核素 ^{99m}Tc 、 ^{18}F 、 ^{89}Sr 时，可能引起工作台、地面等放射性玷污，造成 β 表面污染。

3) X 射线

本项目 SPECT-CT 和 PET-CT 装置开机后产生 X 射线，对周围环境产生辐射影响，关机后 X 射线随之消失。

4) 放射性废气

本项目核医学工作场所使用的 ^{99m}Tc 、 ^{18}F 、 ^{89}Sr 操作过程比较简单，不经过加热、振荡等步骤，挥发量极少，为安全起见，分装质控室内设置了手套箱，放射性药物的分装过程都在负压手套箱内操作。核医学工作场所设置专用通风系统，按照气流由清洁区向监督区、再向控制区的方向布置，使控制区内保持负压，清洁区、监督区和清洁区之间保持一定的压差，可防止放射性废气交叉污染，控制区内各房间均设置通风管道，各房间的场所排风管道汇集后进入通风竖井，在楼顶经管道末端活性炭过滤后排放。本项目放射性废气产生环节主要为放射性药物的取送药、注射等工序。通风橱内操作时保持负压。通风橱设置单独的排气管道，安装活性炭高效过滤装置，可避免职业人员吸入放射性废气造成内照射影响。通风橱的放射性废气经活性炭过滤装置过滤后在门诊楼楼顶上方排放，总排风口处设置防雨帽、防虫网。

5) 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 ^{99m}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。 ^{89}Sr 患者注射后无异常即离开场所，整个治疗流程较短，不在场所内候诊检查，就诊过程中产生的放射性废水可基本忽略不计。

6) 放射性固体废物

本项目产生的放射性固废可分为三个方面：①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；②沉淀池和衰变池底部的沉渣；③定期更换的废活性炭。

7) 剩余放射性药物

本项目一般情况下，医院按照诊断计划订购和使用放射性药物，不存在剩余放射性药物。特殊情况如患者未按照预约及时就诊时，可能剩余放射性药物，剩余放射性

药物由供源厂家回收。

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

(8) 工作量及辐射工作人员配备

1) 工作量

本项目核医学医师与护士轮流排班操作放射性药物，放射技师负责摆位，操作设备，本项目所用放射性药物 ^{99m}Tc 、 ^{89}Sr 由厂家分装好后送入医院， ^{18}F 由厂家送入医院后护士或医师进行分装，各操作环节中不同工作人员年最大操作时间见表2-5。

表 2-5 本项目辐射工作人员年最大操作时间

岗位	操作环节	操作时间	日最大诊疗人数 (人/天)	年工作天数/天	年最大受照时间 (h)
医师 护士	^{18}F 药物分装	2min/天	/	250	8.33
	^{18}F 药物质控（活度测定）	5s/人	20	250	6.94
	^{18}F 药物注射	30s/人	20	250	41.67
医师 技师	^{18}F 患者摆位	1min/人	20	250	83.33
	PET-CT设备扫描	20min/人	20	250	1666.67
医师 护士	^{99m}Tc 药物质控（活度测定）	5s/人	20	250	6.94
	^{99m}Tc 药物注射	30s/人	20	250	41.67
医师 技师	^{99m}Tc 患者摆位	1min/人	20	250	83.33
	SPECT-CT设备扫描	20min/人	20	250	1666.67
医师护 士	^{89}Sr 药物质控（活度测定）	5s/人	1	200	0.28
	^{89}Sr 药物注射	30s/人	1	200	1.67

2) 辐射工作人员配备

根据医院提供资料，本项目核医学配备3名医生（兼职技师）、1名护士，一般情况下，取药、质量控制、注射过程由护士、医师负责，患者摆位、扫描过程、药物分装、转移铅罐、打开铅罐、指导服药等过程由医师负责。辐射工作人员均参加了核技术利用辐射安全与防护考核（核医学），已取得成绩合格报告单且均在有效期内。

3 辐射安全与防护设施/措施

3.1 工作场所的布局和分区管理

(1) 平面布局

本期核医学一层诊疗工作场所位于医院门诊楼一层西侧，衰变池设置在医院门诊楼负一层，衰变池上方为天井。核医学科诊疗场所设有候诊大厅、放废间、卫生间、质控注射室、患者通道、SPECT-CT 机房、PET-CT 机房、SPECT-CT 注射后候诊区、PET-CT 注射后候诊区、SPECT-CT 留观室、PET-CT 留观室、值班室、操作廊等。本期核医学一层诊疗工作场所平面布置见图 2-4。

(2) 活动路线

核医学工作场所人流路径分为医护通道和患者通道，医护通道和患者通道分开不交叉，放射性药物和放射性废物运输选择在人员活动较少的清晨时段，避免对无关人员造成污染。

1) 人流路径

① 医护人员路径：

核医学科诊疗场所涉及核素操作的医护人员由场所北侧工作人员入口经医生通道进入卫生通过间、质控注射室、储源室等，结束诊疗后经卫生通过间原路离开工作场所。操作工作人员由核医学科诊疗场所北侧工作人员入口经过卫生通过间，进入操作廊，进行 SPECT-CT、PET-CT 操作。操作完成后，沿操作廊向北经卫生通过，原路离开工作场所。

② 患者路径：

诊断患者在核医学科诊疗场所北侧候诊区候诊，听到叫号后，由场所北侧患者入口进入场所控制区，然后在注射窗口前完成注射，注射后患者进入 SPECT-CT 候诊区或 PET-CT 候诊区候诊，到达留观时间，患者通过患者通道向南进入 SPECT-CT 机房或 PET-CT 机房诊断，诊断结束后，患者按照患者通道继续向南进入 SPECT-CT 留观室或 PET-CT 留观室进行留观，到达要求后，由核医学科诊疗场所南侧患者出口离开工作场所。

2) 物流路径

① 放射性药物路径：本项目放射性药物由专业公司负责运输， ^{99m}Tc 、 ^{18}F 、 ^{89}Sr 运输人员经核医学科诊疗场所北部医务人员通道进入质控注射室内，运输人员原路返回离开。放射性药物由核医学科专人负责接收，并做好台账。

放射性药物运输选择在人员活动较少的清晨时段，避免对无关人员造成污染。且使用厂家提供的铅罐运输，符合防护要求。

② 放射性废物路径：放射性废物统一集中放在放废间的衰变箱内暂存，衰变后经检测达到解控水平，可按一般医疗废物处理。运输放射性废物的人员在放废间进行废物的简单打包预处理后，经患者入口将废物带离。

放射性废物运输选择在人员活动较少的清晨时段，避免对无关人员造成污染。

（3）患者专用卫生间

用药后患者候诊室、留观室均设置了受检者或患者专用卫生间，受检者和患者排泄物通过专用排水管道排至放射性废水处理系统。

（4）医护人员卫生通过间

在医护人员进出放射性区域位置，设置了医护人员卫生通过间（更衣室、淋浴室），更衣室内设置防护用品、可更换衣物及表面污染监测设备，淋浴室室内设置冲洗设施和淋浴。

综上所述，该建设项目核医学区有明显的分界，有单独的出入口；核医学科工作场所功能分区明确，有助于实施工作程序，能够满足基本功能需要；该建设项目核医学区设置的医生通道和病人通道不交叉，能够将患者和医护人员区分开，医护人员进出放射性区域位置设置了卫生通过（更衣室、淋浴室），受检者或患者在放射性药物注射或检查后设有候诊室（卫生间），核医学工作场所的整体布局合理。

3.2 工作场所分区管理

该院按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）要求，把核医学一层诊疗工作场所分为控制区和监督区，如图 2-4 所示，严格按区管理，避免人员误闯入或误照，尽量避免或减轻放射性污染，以便于控制职业照射和公众照射。

（1）控制区的划分

控制区包括核医学科一层诊疗场所的医护卫生通过间、SPECT-CT 候诊区、放废

间、卫生间、注射室、质控注射室（含储源室）、PET-CT 注射后候诊区（含卫生间）、SPECT-CT 注射后候诊区（含卫生间）、患者通道、SPECT-CT 机房、PET-CT 机房、SPECT-CT 留观室、PET-CT 留观室（含卫生间）。

对于控制区，医院采取一系列的放射卫生防护与安全措施，在控制区的进出口和适当位置处设立电离辐射警告标志，设置防护门的门-灯联锁装置，实时摄像监视、指示灯等设施，严格限制无关人员随意进出控制区，保障在正常诊疗工作过程中，无关人员不得在该区域内滞留，以保障该区的辐射安全。

（2）监督区的划分

将核医学科诊疗场所的给药前患者候诊区、操作廊、器材室、值班室、南侧室外道路、西侧室外道路划为监督区。该区不采取专门的安全防护措施，但要定期进行辐射水平检测，如发现问题，则应采取相应的措施。

综上所述，该院将核医学一层诊疗工作场所活性区域划分为控制区，将非活性区域划分为监督区，便于职业照射和公众照射的控制，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）要求。

3.3 屏蔽设施建设情况

经查阅建设单位提供的施工资料、与施工单位确认，本项目实际施工屏蔽与环评设计一致。本项目核医学场所根据辐射防护要求，采用了实体屏蔽措施，设置有铅防护门、铅玻璃、专用通风橱、放射性废水衰变池和放废间。

（1）核医学工作场所面积

本期核医学一层诊疗工作场所面积与《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中对机房有效使用面积及最小单边长度要求对照表见表 3-1。

表 3-1 核医学工作场所主要用房规格与标准要求对照表

机房名称	长×宽 (m)	面积 (m ²)	GBZ 130-2020 标准要求		评价
			有效使用面积 (m ²)	最小单边长度 (m)	
PET-CT 机房	南北：6.9 东西：8.4	58.0	30	4.5	符合
SPECT-CT 机房	南北：6.2 东西：8.4	52.1	30	4.5	符合
SPECT-CT 注射后候诊区	南北：3.4 东西：4.2	14.2	/	/	/
放废间（含卫生间）	南北：3.2	6.4	/	/	/

	东西：2.0				
质控注射室（含储源室）	南北：2.4 东西：3.5	8.4	/	/	/
PET-CT 注射后候诊区	南北：6.3 东西：4.5	28.4	/	/	/
SPECT-CT 留观室	南北：4.0 东西：5.0	22.0	/	/	/
PET-CT 留观室（含卫生间）	南北：3.7 东西：8.8	32.6	/	/	/

注：核医学科相关房间净高约为 5.1 m。

本期验收各房间防护屏蔽参数见表 3-2，屏蔽设施与环评一致。

表 3-2 核医学科使用区域主要房间辐射防护设施一览表

名称	四周墙体防护	地面/室顶防护	防护门铅当量 (mmPb)	观察窗/注射台 铅当量 (mmPb)
SPECT-CT 注射后候诊区	北墙、西墙：400mm 厚混凝土； 东墙、南墙：3mmPb 射线防护板	地面： 400mm 厚	3	/
放废间	北墙、东墙：400 混凝土；南墙、 西墙：3mmPb 射线防护板	混凝土； 室顶：	3	/
质控注射室	东墙、西墙、北墙：200mm 混凝土； 南墙：400mm 厚混凝土	400mm 厚 混凝土	15	15
PET-CT 注射后候诊区	南墙、北墙、西墙：400mm 厚混凝土； 东墙：8mmPb 厚射线防护板	地面： 400mm 厚 混凝土；	8	/
卫生通过	东墙、西墙：400mm 厚混凝土	室顶： 400mm 厚 混凝土	3	/
SPECT-CT 机房	四周墙体：400mm 厚混凝土		8	8
PET-CT 机房	四周墙体：400mm 厚混凝土	地面：	3	3
SPECT-CT 留观室	东墙、南墙、西墙 3mmPb 射线防护板，北墙 5.6cm 钨板+6mm 铅板 (10mmPb)	400mm 厚 混凝土； 室顶：	3	/
PET-CT 留观室（含卫生间）	东墙、南墙、西墙：5.6cm 钨板+6mm 铅板（10mmPb）；北墙： 400mm 厚混凝土	400mm 厚 混凝土	8	/

注：混凝土密度大于 2.35 t/m³。

3.4 辐射安全防护设施/措施落实情况

3.3.1 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

工作场所辐射安全防护措施与环评一致。

（1）防护器材配备

1) 核医学科一层诊疗场所设置 1 个通风橱，用于核素 ¹⁸F 的分装、其他核素的质

控、取药。通风橱为不锈钢外壳，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，通风橱防护能力为 60 mmPb，通风橱内配有照明和机械排风装置，通风橱顶部与专用排风管道相连接，排风管道向北穿墙后、再向上引至核医学工作场所楼顶排放，出口处楼顶位置安装 1 套活性炭高效过滤装置，排风管内保持负压，安装防回流装置。

2) 医院根据工作内容，为工作人员配备了个人防护用品，医院核医学科个人防护用品和相关防护器具的设置情况见表 3-3。

表 3-3 核医学科个人防护用品和相关防护器具的配备和评价表

分类	名称	数量	相关参数
个人防护用品	铅衣	4	0.5mmPb
	铅围脖	5	0.5mmPb
	铅围裙	2	0.5mmPb
辅助用品	通风橱	1	60mmPb
	注射器防护套（ ^{99m} Tc 和 ⁸⁹ Sr 使用）	3	10mmPb
	注射器防护套（ ¹⁸ F 使用）	3	20mmPb
	铅屏风（SPECT-CT 注射后候诊区、留观室）	4	1.5mmPb
	铅屏风（PET-CT 注射后候诊区）	2	13mmPb
	铅屏风（PET-CT 留观室）	4	1.5mmPb
	注射器送药防护盒	3	6mmPb
	铅罐（随药储源铅罐， ^{99m} Tc 使用）	1	40mmPb
	铅罐（随药储源铅罐， ⁸⁹ Sr 使用）	1	40mmPb
	铅罐（随药储源铅罐， ¹⁸ F 使用）	1	50mmPb
	放射性废物衰变桶（ ^{99m} Tc 使用，单个 60L）	3	10mmPb
	放射性废物衰变桶（ ⁸⁹ Sr 使用，单个 100L）	3	5mmPb
	放射性废物衰变桶（ ¹⁸ F 使用，单个 60L）	3	20mmPb

3) 医院核医学场所配备活度计 2 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 台。

4) 应急及去污用品：已配备的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。已配备洗眼器，洗手盆均为感应式或脚踏式等手部非接触开关控制。

（2）辐射防护安全措施

本项目 SPECT-CT 机房、PET-CT 机房的控制台及扫描床内已设置紧急停机按钮，各扫描机房的患者进出防护门均为电动推拉式，已设置防夹装置、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；医护进出防护门均为手动平开门，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有电离辐射警告标志；核医学场所内有明确的患者或受检者导向标识或导向提示；SPECT-CT 机房、PET-CT 机房与控制室之间均设置观察窗和双向对讲装置；各机房控制室与注射后候诊室、留观抢救室之间设置监控设备和对讲装置。

（3）药物运输与贮存

药物由供源单位直接送至储源室铅罐内贮存，如因故剩余放射性药物，暂存于质控注射室通风橱中铅罐内，由供源单位回收。在贮存期间储源室及质控注射室禁止无关人员进入，定期进行放射防护监测，建立放射性同位素台账，贮存、领取、使用、归还放射性药物时，均进行登记、检查，做到账物相符，登记内容包括生产单位、到货日期、核素种类、理化性质和活度等，对各设施定期巡检，可满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）中第 6.2.4 款和《临床核医学放射卫生防护标准》（GBZ 120-2006）中第 6.2.9 款至第 6.2.13 款要求。

（4）放射性三废的处理

1）液态放射性废物

液态放射性废物主要来源于 ^{99m}Tc 和 ^{18}F 受检者注射放射性药物、患者注射放射性药物后所产生的排泄物、呕吐物经水冲洗后形成的放射性废水，冲洗注射室容器、杯皿等产生的放射性废液等。另外在放射性药物的注射过程中，若操作不当引起外洒、外溢会使工作人员的手、工作服、工作台面等污染，清洗过程中也会产生放射性废液。本项目 ^{89}Sr 治疗流程较短，注射后不做停留，诊疗过程不产生废水。

根据《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）要求：所含核素半衰期小于 24 h 的放射性废液暂存时间超过 30 d 后可直接解控排放。本项目核素 ^{99m}Tc 和 ^{18}F 的半衰期分别为 6.02 h 和 109.8 min，均小于 24 h，因此本项目放射性废液暂存时间超过 30 d 后可直接解控排放。

上述放射性废水经专用管道收集排入放射性废水处理系统，3 个衰变池并联运行，单个衰变箱有效容积均为 10 m^3 ，总容积为 30 m^3 。充分衰变后，废水可直接排入医院

污水处理总站做进一步处理后外排。本项目放射性废水处理系统示意图见图 3-2，放射性废水处理系统污水管道图见图 3-3。

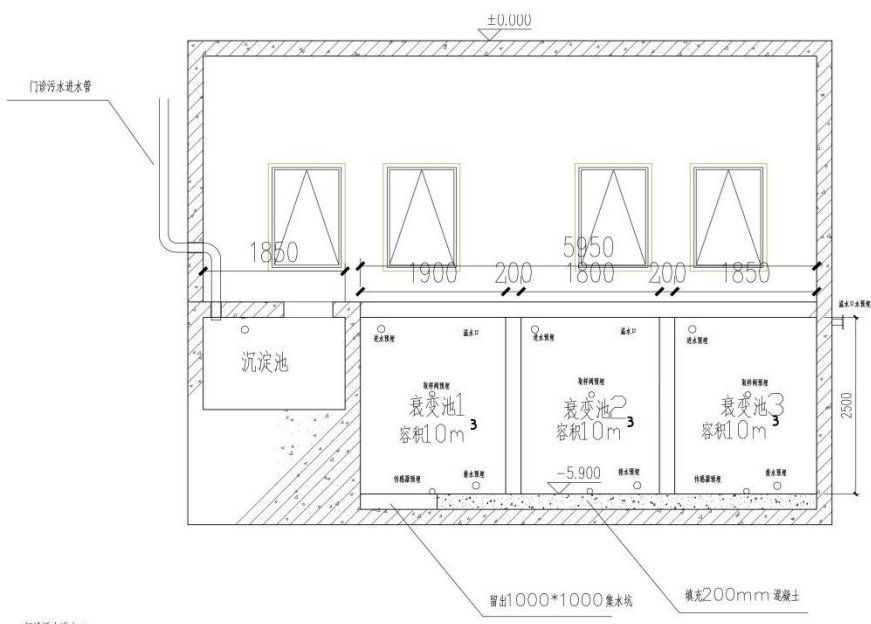


图 3-2 (a) 放射性废水处理系统示意图（俯视）

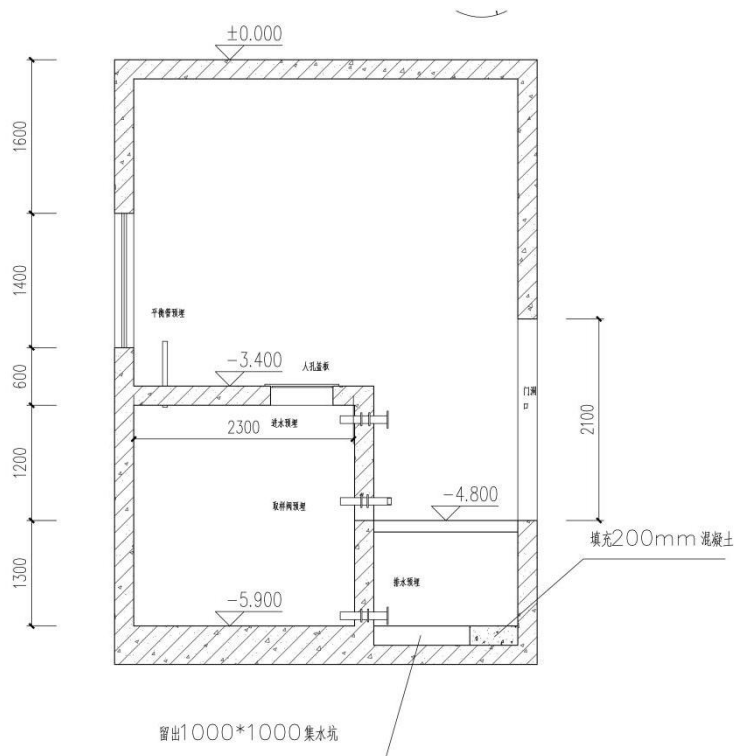


图 3-2 (b) 放射性废水处理系统示意图（俯视）

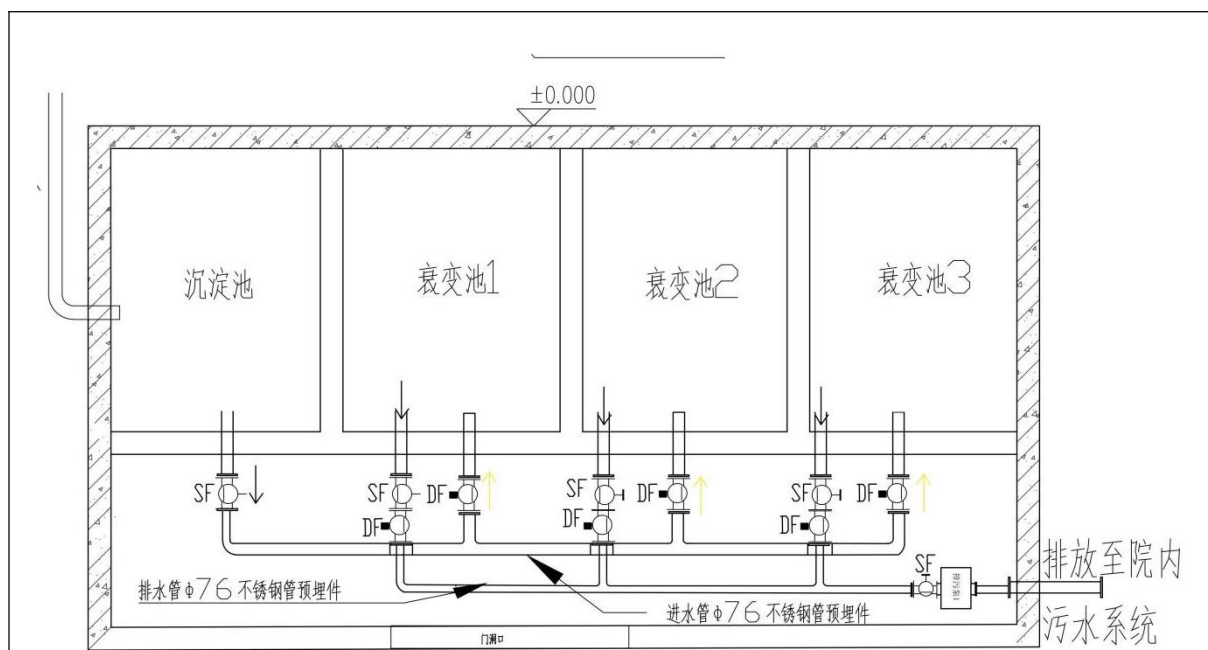


图 3-3 放射性废水处理系统管道图

核医学科诊疗场所放射性废水处理系统设计有 3 个独立的衰变池，单个衰变池有效容积均为 10 m^3 ，总容积为 30 m^3 ；衰变池并联交替贮存，衰变箱体为混凝土结构，不渗漏，使用时间长，放射性废水收集管道具有一定坡度，使废水中的固废能够一并随废水排至衰变系统内，防止堵塞进出水口。各衰变池上方预留取样阀，便于对衰变后废水进行取样检测。

本项目放射性废水处理系统工作流程如下：

3 个衰变箱交替使用，放射性污水首先进入 1#衰变池，此时，另两个箱体进水口和 3 个箱体的出水口全部处于关闭状态。

当 1 号衰变池液面达到设定液位时，关闭 1 号进水阀，2 号衰变池的进水阀门开启，污水进入 2 号衰变池。当 2 号衰变池液面达到设定液位时，关闭 2 号衰变池进水阀，开启 3 号衰变池进水阀，当 3 号衰变池液面达到设定液位时，1 号衰变池排水阀开启，排水泵工作。当 1 号衰变池排空后，关闭 1 号衰变池排水阀，同时打开 1 号衰变池进水阀；当 1 号衰变池第二次液位达到设定液位时，2 号衰变池排水阀开启，同时排水泵工作；当液体已排空后，2 号衰变池排水阀关闭，1 号衰变池进水阀关闭，2 号衰变池进水阀打开；如此循环，确保了每次排放的槽体内废液都是贮存时间最长的。

核医学科诊疗场所 ^{18}F 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{89}Sr 日接诊最多 41 人次，每周开展 5 天，患者不住院，废水产生量较少。患者以及因患者就诊日常清洗产生的用水量按照 15 L/人次

计，废水产生系数取 0.8，则放射性废水日产生量为 $41 \times 15 \times 0.8 / 1000 = 0.49 \text{ m}^3$ ，每周产生量为 2.45 m^3 。此外，因操作失误等导致产生的清洗废水属未预见水量，参考《医院污水处理工程技术规范》（HJ 2029-2013）第 4.2.4 款规定，保守取患者产生量的 20%，则核医学场所产生的未预见水量为 $0.49 \times 20\% = 0.10 \text{ m}^3/\text{天}$ ，即 $0.50 \text{ m}^3/\text{周}$ 。因此，核医学科诊疗场所放射性废水日产生量为 $0.50 + 0.10 = 0.60 \text{ m}^3/\text{天}$ ，即 $3.00 \text{ m}^3/\text{周}$ 。

上述放射性废水经专用管道收集排入放射性废水处理系统，3 个衰变池并联运行，单个衰变箱有效容积均为 10 m^3 ，总容积为 30 m^3 。则单个衰变池内放射性废水停留衰变时间约为 22 天，待剩余两个衰变池内放射性废水满池时，单个衰变池内放射性废水至少已停留 44 天，故满足 30 天要求的充分衰变后，废水可直接排入医院污水处理总站做进一步处理后外排。

2) 固体放射性废物

《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）要求：每袋废物的表面剂量率不超过 0.1 mSv/h ，质量不超过 20 kg 。《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）要求：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，且 α 表面污染小于 0.08 Bq/cm^2 ， β 表面污染小于 0.8 Bq/cm^2 后可直接解控并作为医疗废物处理；b) 所含核素半衰期大于 24 小时的放射性固体废物暂存时间超过核素最长半衰期的 10 倍，且 α 表面污染小于 0.08 Bq/cm^2 ， β 表面污染小于 0.8 Bq/cm^2 后可直接解控并作为医疗废物处理。

核医学科产生的放射性固体废物主要有三类：第一类为剩余放射性药物，第二类为沾染核素的注射器、针管、针头、棉签、手套、药棉、纱布、吸水纸、破碎杯皿及擦拭表面污染的抹布等；第三类为放射性废气处理系统更换的废活性炭。医院分别采取不同的处理措施：

① 第一类放射性固体废物

剩余放射性药物由供源厂家回收。

② 第二类放射性固体废物

核医学科诊疗场所沾染核素的注射器、针管、针头、棉签、手套、药棉、纱布、吸水纸、破碎杯皿及擦拭表面污染的抹布等放射性固体废物，经放射性废物桶收集后，

暂存于放废间衰变箱内停留衰变，其中沾染 ^{18}F 的废物使用其专用放射性废物桶（20 mmPb）收集，沾 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 的废物使用其专用放射性废物桶（10 mmPb）收集，沾染 ^{89}Sr 的使用放射性废物桶（5 mmPb）一起收集。

不同放射性废物分类收集后，每天转移至放废间衰变箱内分类别贮存衰变，沾染 ^{18}F 的放射性废物和沾染 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 的放射性废物均暂存超过 30 天，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， β 表面污染小于 0.8 Bq/cm^2 后，作为一般医疗废物处置。沾染 ^{89}Sr 的放射性废物暂存超过 505 天，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， β 表面污染小于 0.8 Bq/cm^2 后，作为一般医疗废物处置。

核医学科诊疗场所日最多接诊 ^{18}F 患者 20 人次/天， $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 患者 20 人次/天， ^{89}Sr 患者 1 人次/天，平均每人次产生 0.05 kg。则满负荷运行时， ^{18}F 放射性固体废物日产生量为 $20 \times 0.05 = 1.0 \text{ kg/天}$ （折合 3.0 L）； $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 放射性废物产生量为 $20 \times 0.05 = 1 \text{ kg/天}$ （折合 3L）； ^{89}Sr 放射性废物产生量为 $1 \times 0.05 = 0.05 \text{ kg/天}$ （折合 0.15 L）。

核医学科诊疗场所放废间内设置 3 个衰变箱（20 mmPb，单个 60 L）用于 ^{18}F 放射性废物暂存衰变，依次轮流交替使用，单个衰变箱可收集 20 天的放射性固体废物，存满后封存， ^{18}F 放射性固体废物最长可暂存 40 天，大于 30 天。医院按照暂存大于 30 天进行管理。设置 3 个衰变箱（10 mmPb，单个 60 L）用于 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 放射性废物暂存衰变，依次轮流交替使用，单个衰变箱可收集 20 天的放射性固体废物，存满后封存，放射性固体废物最长可暂存 40 天，大于 30 天。医院按照暂存大于 30 天进行管理。核医学科诊疗场所放废间设置 2 个衰变箱（5 mmPb，单个 100 L）用于 ^{89}Sr 放射性废物衰变，依次轮流交替使用，单个衰变箱可收集 666.67 天的放射性固体废物，存满后封存，放射性固体废物最长可暂存 666.67 天，大于 505 天。

综上所述， ^{18}F 放射性固体废物以及 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 放射性废物分别暂存大于 30 天， ^{89}Sr 放射性废物暂存大于 505 天，经监测每袋废物的表面剂量率不超过 0.1 mSv/h ， β 表面污染小于 0.8 Bq/cm^2 后，作为一般医疗废物处置。满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）和《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）要求。

③第三类放射性固废

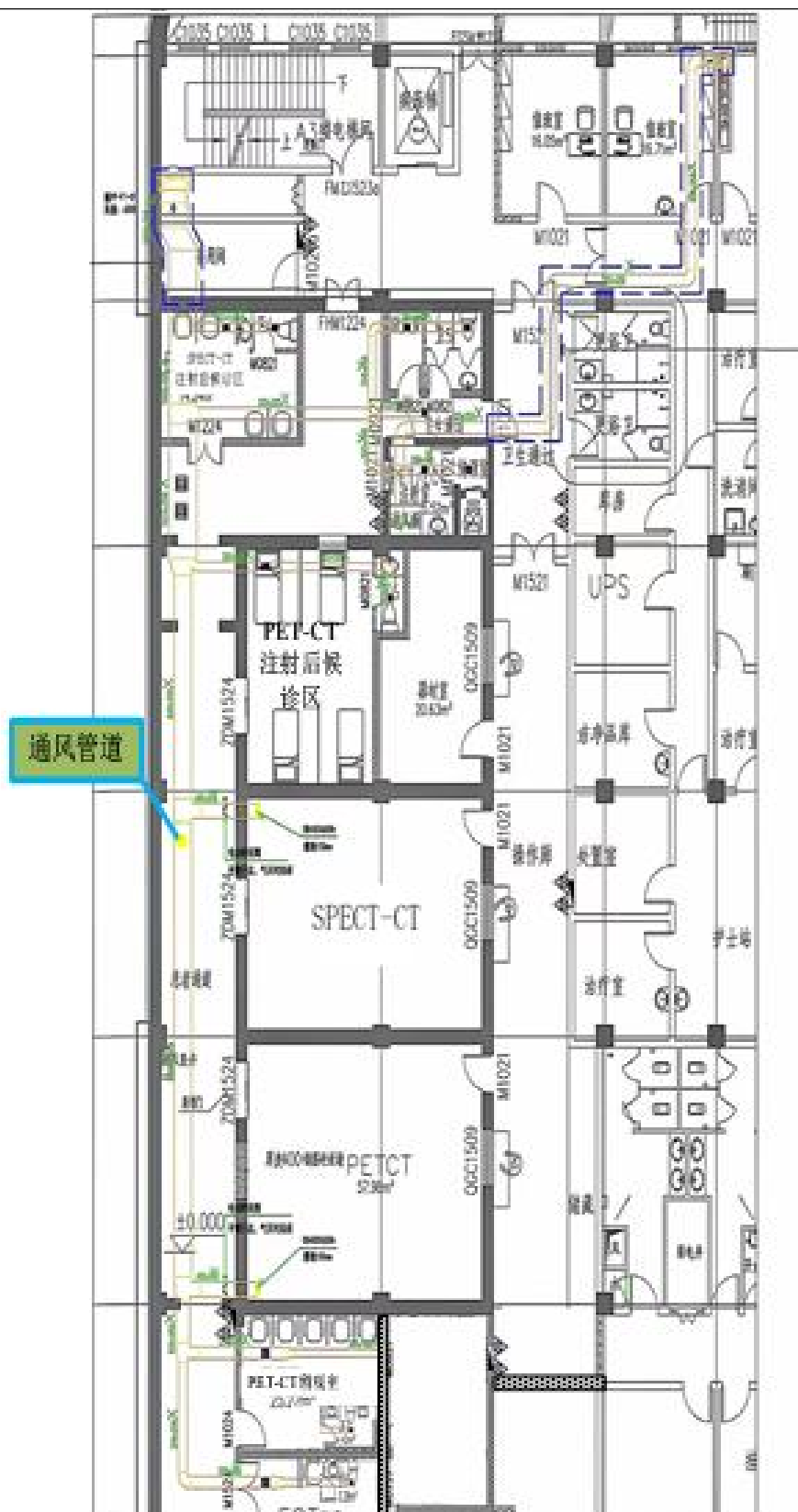
放射性废气处理系统需定期更换活性炭，更换周期由厂家确定。本项目活性炭预

计每半年更换一次，每套活性炭高效过滤装置内置活性炭颗粒容积约 50 L（约 30 kg）。核医学科诊疗场所 2 套通风管道内更换的废活性炭置于核医学科诊疗场所放废间废活性炭专用衰变箱（3 个，每个容积不低于 100 L）中暂存衰变。更换的废活性炭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 Bq/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。

综上所述，本项目核医学工作场所产生的放射性废物在设定周期存放后，经监测达到标准要求，经审管部门确认或批准，可作为一般医疗废物处理。

3）气态放射性废物

本项目核医学工作场所分别设置了场所排风系统和通风橱排风系统。排风系统布局示意图见图 3-4。



3.3.2 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 3-4。

表 3-4 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

序号	批复意见	建设单位落实情况
(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。按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《山东省辐射污染防治条例》等法律法规要求,设立辐射安全与环境保护管理机构,配备辐射安全与防护管理人员,明确岗位职责。 2.落实放射性同位素使用登记制度、操作规程、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度等,建立辐射安全管理档案。	1.经核实,该院已落实辐射安全管理责任制,该院已设置辐射安全防护领导小组,明确了小组具体成员、职责、联系方式和辐射安全与环境保护专职管理人员,医院法人代表为辐射安全工作第一责任人,任命尚帅为辐射安全与环境保护专职负责人。 2.经核实,医院已制定并落实了《辐射防护与安全保卫制度》《射线装置检修维护制度》《核医学科放射性同位素登记管理制度》《射线装置与放射性同位素台帐管理制度》《辐射工作人员培训计划》《辐射监测方案》等,并建立了辐射安全管理档案。
(二) 加强辐射工作人员的安全和防护工作。	1.认真落实培训计划,组织辐射工作人员参加辐射安全培训学习和报名考核,考核不合格的,不得上岗。 2.按照环境保护部《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(部令 18 号)的要求,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,建立辐射工作人员个人剂量档案,做到 1 人 1 档。安排专人负责个人剂量监测管理,发现个人剂量监测结果异常的,应当立即核实和调查,并向生态环境部门报告。	1.经核实,该院已制定《辐射防护与安全保卫制度》《辐射工作人员培训计划》,本期共涉及辐射工作人员 4 人,辐射工作人员均参加了核技术利用辐射安全与防护考核(核医学),已取得成绩合格报告单且均在有效期内; 2.经核实,该院已按照《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)的要求建立辐射工作人员个人剂量档案,做到 1 人 1 档。已委托中威检测(山东)有限公司对辐射工作人员每 3 个月进行 1 次个人剂量监测。安排专人徐龙卓负责个人剂量监测管理。该院承诺如果发现个人剂量监测结果异常的,立即核实和调查,及时向生态环境部门报告。
(三) 做好辐射工作场所的安全和防护工作。	1.严格落实《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)、《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021)、《核医学放射防护要求》(GBZ 120-2020)等文件中的辐射防护要求和报告表提出的辐射与安全防护措施、辐射监测方案,落实分区管理、实体屏蔽和通风设施、急停装置、警示标志等。周边辐射水平和人员所受年有效剂量须满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021)、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)中有关要求,避免对人员造成辐射伤害。 2.制定并严格执行辐射环境监测计划。配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器,包括个人剂量测量报警、辐射监测、表面污染	1.经核实,建设单位已落实《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)、《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021)、《核医学放射防护要求》(GBZ 120-2020)等文件中的辐射防护要求和报告表提出的辐射与安全防护措施、辐射监测方案,落实分区管理、实体屏蔽和通风设施、急停装置、警示标志等。经理论计算,周边辐射水平和人员所受年有效剂量满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021)、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)中有关要求。 2.经核实,建设单位已制定《辐射监测方案》,核医学场所已配备活度计 2 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 台,医院承诺按要求开展辐射环境监测,并向生态环境部门上报监测数据。

	监测仪等仪器，定期开展监测，做好监测数据的记录工作。	
（四）做好放射性废气的处置工作。工作场所产生的放射性废气经四套独立通风系统收集、活性炭过滤装置过滤后经室顶排放。		1.经核实，本期项目设置了2套通风系统，废气分别经活性炭过滤装置过滤后在核医学工作场所楼顶以上高空排放，核医学工作场所楼顶无人员停留。
（五）做好放射性废水的处置工作。设置放射性废水收集及衰变系统，妥善收集、暂存放射性废水，经衰变确保满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）标准后，排入医院污水处理站处理后外排。		1.经核实，本期项目放射性废水经专用管道收集排入放射性废水处理系统，3个衰变池并联运行，单个衰变箱有效容积均为10 m ³ ，总容积为30 m ³ 。充分衰变后，废水可直接排入医院污水处理总站做进一步处理后外排。
（六）做好放射性固体废物的处置工作。设置放射性固废衰变箱，放射性固体废物在衰变箱停留衰变降至满足解控水平后，可按一般医疗废物处理。		1.经核实，医院建立了放射性废物衰变箱专用储存间，将放射性固体废物收集到符合规范的放射性废物衰变箱内，达到清洁解控水平后按照一般医疗废物处置；放射性废气处理系统产生的废活性炭，放置于衰变箱内暂存衰变，达到清洁解控水平后按照一般医疗废物处置。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。验收期间，未产生未用完的同位素。
（七）医院应定期检查通风系统活性炭过滤装置的有效性，及时更换活性炭。建立放射性固废和废水暂存和处理台账。		1.经核实，医院承诺定期检查通风系统活性炭过滤装置的有效性，及时更换活性炭，已建立放射性固废和废水暂存和处理台账。
（八）要严格落实报告表提出的各项环境风险事故防范措施，须建立三级防控体系，定期修订辐射事故应急预案，有计划开展辐射事故应急演练。若发生辐射事故，应及时向生态环境、公安和卫健等部门报告。		2.该院制定了《放射事件应急处理预案》，成立了放射事件应急处理领导小组，并明确了小组的具体成员、职责和联系方式。建设单位承诺定期修订辐射事故应急预案，已于2026年4月开展辐射事故应急演练。

一层核医学工作场所主要安全设施和措施照片详见图 3-5～图 3-29。



图 3-5 SPECT-CT 留观室外电离辐射警告标志



图 3-6 SPECT-CT 留观室内铅屏风



图 3-7 PET-CT 留观室外电离辐射警告标志



图 3-8 PET-CT 留观室内铅屏风



图 3-9 PET-CT 机房电离辐射警告标志、工作状态指示灯、红外防夹装置



图 3-10 PET-CT 机房进风口



图 3-11 SPECT-CT 留观室进风口、监控探头



图 3-12 SPECT-CT 机房电离辐射警告标志、工作状态指示灯



图 3-14 SPECT-CT 机房红外防夹装置



图 3-15 SPECT-CT 机房进风口



图 3-16 PET-CT 候诊室电离辐射警告标志

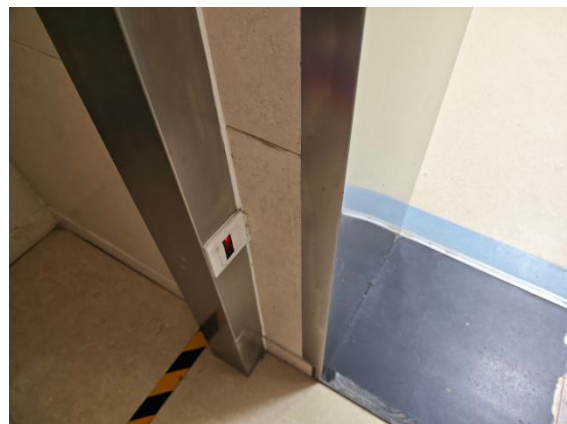


图 3-17 PET-CT 候诊室红外防夹装置



图 3-18 PET-CT 候诊室铅屏风



图 3-19 SPECT-CT 候诊室电离辐射警告标志



图 3-20 SPECT-CT 候诊室铅屏风



图 3-21 SPECT-CT 候诊室进风口、监控装置



图 3-22 注射质控室外电离辐射警告标志



图 3-23 通风橱



图 3-24 放废间外电离辐射警告标志



图 3-25 活度计 1



图 3-26 固废衰变箱、衰变桶 1

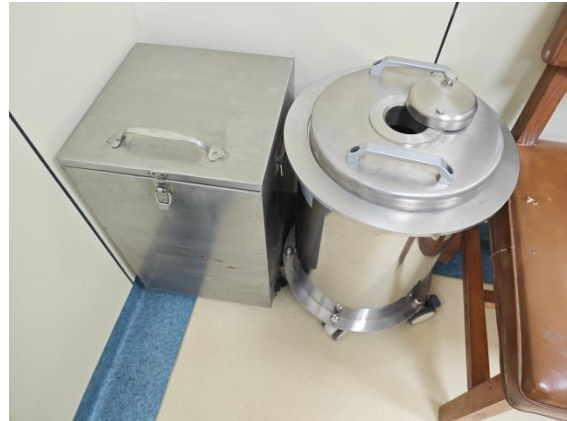


图 3-27 固废衰变箱、衰变桶 2



图 3-28 活度计 1



图 3-29 对讲装置



图 3-30 注射窗



图 3-31 注射质控室监控探头

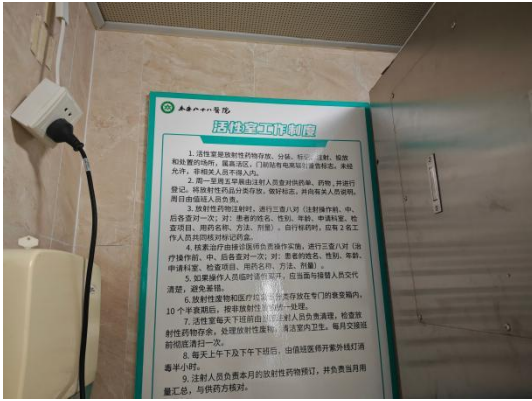


图 3-32 注射质控室上墙制度



图 3-33 卫生通过间电离辐射警告标志



图 3-34 RJ39-2060 型表面污染检测仪

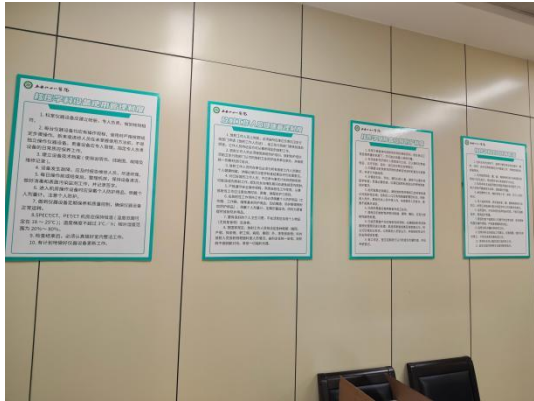


图 3-35 上墙制度



图 3-36 个人防护用品 1



图 3-37 个人防护用品 2



图 3-38 个人剂量报警仪



图 3-39 辐射检测仪

3.4 辐射安全管理

（1）组织机构

该院已签订辐射安全工作责任书，法定代表人为辐射工作安全第一责任人，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。

（2）辐射安全管理制度

1) 规章制度：编制了《辐射防护与安全保卫制度》《射线装置检修维护制度》《核医学科放射性同位素登记管理制度》《射线装置与放射性同位素台帐管理制度》《辐射工作人员培训计划》《辐射监测方案》等规章制度。

2) 操作规程：编制了《核医学科操作规程》。

3) 检测方案：编制了《辐射监测方案》，已委托中威检测（山东）有限公司于 2026 年 7 月对核医学一层诊疗工作场所进行了辐射防护检测。

（3）应急预案及应急演练

医院编制了《辐射安全事故应急预案》，成立了辐射安全应急处置领导小组，针对本期一层核医学工作场所该院于 2026 年 4 月开展了辐射安全事故应急综合演练。

（4）人员培训

建设单位已制定《辐射工作人员培训计划》，已为本期项目配备相关人员 4 名，包括核医学医师（兼职技师）3 名、护士 1 名，均为该院核医学科在职员工，建设单位配备的 4 名辐射工作人员将共同负责该院核医学科所有设备和核素，均参加了核技术利用辐射安全与防护考核（核医学），已取得成绩合格报告单且均在有效期内。

（5）个人剂量

该院已委托中威检测（山东）有限公司【（鲁）放卫技字（2023）第 A-003 号】和泰安市疾病预防控制中心对本项目工作人员进行了个人剂量监测。建立了个人剂量档案，做到 1 人 1 档。

（6）年度评估

医院承诺每年按照要求编制年度辐射安全与防护状况评估报告，并按时提交。

（7）档案管理

医院已建立射线装置维修维护档案、辐射安全管理档案、个人剂量监测档案。

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

4.1 环境影响报告表结论

(1) 项目概况

泰安八十八医院位于泰安市环山路 217 号，医院持有中国人民解放军辐射环境安全许可证[军辐许 LB2020021]，种类和范围：医疗使用 II 类、III 类射线装置，乙级非密封放射性物质工作场所，有效期至 2025 年 11 月 30 日。建设单位由部队医院改革转入地方卫生服务体系后，医院暂未重新申领辐射安全许可证。

本项目共涉及 2 处乙级非密封放射性物质工作场所，包括：

1) 医院拟于门诊楼西侧一层改建 1 处核医学工作场所，拟开展：①使用核素 ^{99m}Tc 进行 SPECT-CT 放射诊断；②使用核素 ^{18}F 、新增核素 ^{68}Ga 进行 PET-CT 放射诊断；③使用核素 ^{32}P 、 ^{89}Sr 进行前列腺癌治疗的治疗；核医学科一层诊疗场所日等效最大操作量为 $2.56 \times 10^7 \text{ Bq}$ 。

2) 医院拟于门诊楼西侧负一层新建 1 处核医学工作场所，拟使用 ^{131}I 进行甲亢测定、甲亢治疗、甲癌治疗。核医学科负一层 ^{131}I 核素诊疗场所日等效最大操作量为 $2.85 \times 10^9 \text{ Bq}$ 。

本项目是核医学工作场所应用项目，有利于提高医院的放射诊疗水平，具有良好的社会效益和经济效益，其运行过程中产生的辐射影响可以满足国家有关要求，符合实践的正当性。

(2) 选址合理性

项目位于医院内，不新增用地，医院所在位置规划为医疗卫生用地，因此本项目选址符合土地利用规划。本项目核医学科一层诊疗场所、核医学科负一层 ^{131}I 核素诊疗场所位于建筑一端，周围无产科、儿科、食堂等部门及人员密集区，项目周围公众很少到达，对公众影响较小，选址合理。本项目 2 处核医学工作场所周围 50 m 评价范围内存在 9 处环境保护目标，分别为南侧约 5 m 处警卫值班室、西侧约 8 m 处住院三部、西北侧约 25 m 处体能训练中心、北侧约 10 m 仓库、北侧约 25 m 康宾楼 A、东北侧约 36 m 处康宾楼 B、东北侧约 47 m 处配电中心。经分析，本项目 2 处核医学工作场所周围辐射水平可满足国家相关要求，经有效的防护和治理措施，运行过程中对

周围环境及环境保护目标的辐射影响较小。综合考虑，本项目选址基本合理可行。

（3）现状检测

经现状监测，本项目拟建场址周围室内 γ 辐射空气吸收剂量率在 $(7.48\sim 8.80)\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ 之间，室外 γ 辐射空气吸收剂量率为 $8.42\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ，均处于泰安市环境天然放射性水平范围[室内 $(4.63\sim 21.84)\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ，道路 $(1.84\sim 16.74)\times 10^{-8}\text{Gy/h}$]；核医学科 α 表面污染未检出，监督区 β 表面污染均为本底水平，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）规定的监督区表面污染控制水平 4 Bq/cm^2 。控制区 β 表面污染均为本底水平，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）规定的控制区表面污染控制水平 40 Bq/cm^2 。

（4）环境影响评价结论

1）布局。本项目核医学工作场所控制区设计集中： $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{18}F 、 ^{89}Sr 、 ^{68}Ga 诊疗场所医护通道与患者通道不交叉，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，通道设计基本合理，功能房间设置齐全。 ^{131}I 诊疗场所医护通道与用药后患者通道不交叉，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，通道设计基本合理，功能房间设置齐全。2处核医学工作场所设计基本合理。

2）分区。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）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）场所分级。核医学科一层诊疗场所日等效最大操作量为 $2.56\times 10^7\text{ Bq}$ ，属于乙级非密封放射性物质工作场所（乙级： $2\times 10^7\text{ Bq}\sim 4\times 10^9\text{ Bq}$ ）；核医学科负一层 ^{131}I 核素诊疗场所日等效最大操作量为 $2.85\times 10^9\text{ Bq}$ ，属于乙级非密封放射性物质工作场所（乙级： $2\times 10^7\text{ Bq}\sim 4\times 10^9\text{ Bq}$ ）。

4）屏蔽设计。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。

5）人员剂量。核医学工作场所运行过程中，本项目医生人均手部年当量剂量最大值为 18.95 mSv/a 、身体人均年有效剂量最大值为 1.04 mSv/a ；护士手部年当量剂量最

大值为 10.05 mSv/a、身体年有效剂量最大值为 4.66 mSv/a；技师手部年当量剂量最大值为 2.59 mSv/a、身体年有效剂量最大值为 2.59 mSv/a；均低于《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、身体部位 20 mSv/a 的剂量限值，也低于本评价提出的职业人员四肢 125 mSv/a、身体部位 5 mSv/a 的年管理剂量约束值。慰问者年有效剂量最大为 4.40 mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》和本评价提出的慰问者 5 mSv/a 的年管理剂量约束值。

本项目核医学公众成员年有效剂量最大为 0.09 mSv/a，项目所致保护目标处公众的年有效剂量最大为 1.78×10^{-2} mSv/a，均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中规定的公众成员 1 mSv/a 的剂量限值，也低于本评价提出的 0.1 mSv/a 的年管理剂量约束值。

6) 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。

7) 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。

8) 放射性废气。本项目 2 处核医学工作场所设计通风系统，废气分别经活性炭过滤装置过滤后通过病房楼楼顶排放，总排口高出楼顶 3 m，总排风口处设防雨帽、防虫网，总排风口处楼顶无人员停留。医院委托设备厂家定期检查维护活性炭高效过滤装置，确保过滤效率满足设计要求。同时医院应加强管理，医护人员应熟练操作规程，减少核素泄漏等事故工况。

9) 工作场所设计电离辐射警告标志、工作状态指示灯、门禁系统、监控和对讲装置等安全措施。配备有铅衣、铅帽、铅围脖、铅眼镜、个人剂量报警仪、表面污染仪、衰变箱、铅屏风、通风橱等，并确保每名工作人员均配备个人剂量计，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，配备 2 支个人剂量计；技师拟配备 1 支个人剂量计（委托个人剂量检测后由检测单位配发）。

（5）辐射安全管理结论

1) 医院已成立辐射安全与环境保护管理小组，拟修订并完善各项辐射安全管理制度。在建立健全并落实各项规章制度条件下，可以确保工作人员和公众成员的安全满

足辐射安全管理要求。

2) 本项目已配置专职职业人员,均参加了国家核技术利用辐射安全与防护培训平台网上培训并考核,考核合格,并在有效期内。

3) 医院已配备表面污染检测仪各 1 台(型号 XH-3206),个人剂量报警仪 1 台,已配备 CRC-55T 型活度计 1 台。医院拟购置 1 台便携式辐射监测仪、2 台个人剂量报警仪和 1 台活度计。在已有的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。

综上所述,泰安八十八医院核医学工作场所应用项目,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、标准规范等文件的前提下,该项目对职业人员和公众成员是安全的,对周围环境产生的辐射影响较小,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 环境影响报告表审批部门审批决定

经研究,对《泰安八十八医院核医学工作场所应用项目环境影响报告表》(以下简称报告表)审批意见如下:

一、泰安八十八医院位于泰安市泰山区环山路 217 号。医院拟对门诊楼一层现有核医学科进行改造,使用核素 ^{18}F 、新增核素 ^{68}Ga 进行 PET-CT 放射诊断;使用核素 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 进行 SPECT-CT 临床显像诊断;使用核素 ^{32}P 、 ^{89}Sr 进行放射治疗,日等效最大操作量为 $2.56 \times 10^7 \text{Bq}$,属于乙级非密封放射性物质工作场所。拟将现核医学科下方地下停车场(负一层)改建为核医学甲癌、甲亢治疗工作场所,使用核素碘-131 (^{131}I) 进行甲亢治疗、甲癌治疗、甲功测定,日等效最大操作量为 $2.85 \times 10^9 \text{Bq}$,属于乙级非密封放射性物质工作场所。两个场所所有药物均由有核素销售资质的单位供应,不涉及药品的制备。该项目在落实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,我局原则同意按照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、项目设计、建设和运行过程中要认真落实报告表中提出的各项污染措施和风险防范措施,并做好以下工作:

(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。按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《山东省辐射污染防治条例》等法律法规要求，设立辐射安全与环境保护管理机构，配备辐射安全与防护管理人员，明确岗位职责。

2.落实放射性同位素使用登记制度、操作规程、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度等，建立辐射安全管理档案。

（二）加强辐射工作人员的安全和防护工作

1.认真落实培训计划，组织辐射工作人员参加辐射安全培训学习和报名考核，考核不合格的，不得上岗。

2.按照环境保护部《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（部令 18 号）的要求，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，建立辐射工作人员个人剂量档案，做到 1 人 1 档。安排专人负责个人剂量监测管理，发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并向生态环境部门报告。

（三）做好辐射工作场所的安全和防护工作

1.严格落实《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）、《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）等文件中的辐射防护要求和报告表提出的辐射与安全防护措施、辐射监测方案，落实分区管理、实体屏蔽和通风设施、急停装置、警示标志等。周边辐射水平和人员所受年有效剂量须满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中有关要求，避免对人员造成辐射伤害。

2.制定并严格执行辐射环境监测计划。配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测、表面污染监测仪等仪器，定期开展监测，做好监测数据的记录工作。

（四）做好放射性废气的处置工作。工作场所产生的放射性废气经四套独立通风系统收集、活性炭过滤装置过滤后经室顶排放。

（五）做好放射性废水的处置工作。设置放射性废水收集及衰变系统，妥善收集、暂存放射性废水，经衰变确保满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）标准后，排入医院污水处理站处理后外排。

（六）做好放射性固体废物的处置工作。设置放射性固废衰变箱，放射性固体废物在衰变箱停留衰变降至满足解控水平后，可按一般医疗废物处理。

（七）医院应定期检查通风系统活性炭过滤装置的有效性，及时更换活性炭。建立放射性固废和废水暂存和处理台账。

（八）要严格落实报告表提出的各项环境风险事故防范措施，必须建立三级防控体系，定期修订辐射事故应急预案，有计划开展辐射事故应急演练。若发生辐射事故，应及时向生态环境、公安和卫健等部门报告。

（九）严格落实各项生态环境安全责任，要落实企业生态环境安全主体责任，将环保设施和项目作为企业安全管理的重要组成部分，对环保设施和项目开展安全风险辨识管理，健全内部管理责任制度，严格依据标准规范建设环保设施和项目，把环保设施和项目安全落实到生产经营工作全过程、各方面。

三、项目建设必须严格执行环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投用的“三同时制度”。项目建成后要按规定的程序进行竣工环境保护验收，经验收合格后方可正式投入使用。

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。

5 验收监测质量保证及质量控制

5.1 辐射环境检测

为掌握该医院核医学一层诊疗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，通过对该医院核医学一层诊疗工作场所周围进行了现场监测和检查，根据现场条件和相关监测标准、规范的要求合理布点。

(1) 监测单位的质量控制

本次验收委托具备生态环境监测资质的中威检测（山东）有限公司开展监测，该单位已取得资质认定—计量认证（生态环境监测）资质，具备辐射环境监测资质。

(2) 监测仪器的质量控制

本次辐射环境验收使用的检测仪器信息见表 5-1。

表 5-1 检测设备信息详情

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	BH3103B（JC01-04-2016）	CoMo170（JC02-04-2018）
检测仪器技术指标	测量范围：（1～10000）×10 ⁻⁸ Gy/h； 测量精度：0.1×10 ⁻⁸ Gy/h； 能量响应：25keV～3MeV，极限偏差±15%； 对宇宙射线的能量响应：极限偏差±15%（以 RSS-111 高压电离室为标准）； 剂量率指示的固有误差：±10%； 角响应：对 ¹³⁷ Cs，0°~120°，极限偏差±15%。	探测器类型：覆盖有 ZnS 外层的大体积薄塑料层闪烁探测器。 测量时间：连续的，在测量时间模式下或者在可定义秒的固定模式下测量。 探测器尺寸：170×100×1mm ³
校准/检定单位	中检计量有限公司	中检计量有限公司
检定校准证书编号	260003010003420	250003010003222
检定校准有效期至	2027 年 6 月 2 日	2026 年 8 月 28 日
使用日期	2026 年 7 月 7 日、2026 年 7 月 8 日	2026 年 7 月 7 日、2026 年 7 月 8 日

5.2 衰变池废水总 α、总 β 放射性

(1) 监测单位的质量控制

本次验收委托具备生态环境监测资质的山东蓝城分析测试有限公司开展监测，该已取得资质认定—计量认证（生态环境监测）资质，具备废水总α、总β放射性监测

资质。

（2）监测仪器的质量控制

本次废水总 α 、总 β 放射性监测使用的检测仪器信息为：

仪器名称：六路低本底 α 、 β 测量仪；仪器型号：LB-6；仪器编号：YQB5；

电子天平；Secure 224-ICN；仪器编号：YQB1。

以上设备均已取得计量检定/校准证书，且在有效期内。

（3）其他保证措施

严格按照相关规范开展样品制备工作，实施制样小组自检、实验室内部检查和质控员监督检查三级质量检查。采取国家标准要求的分析方法开展实验室分析，确认所选分析测试方法的检出限、测定下限、精密度、准确度、线性范围等各项特性指标满足要求，并形成质量记录。实验室内部通过定量校准、精密度控制、准确度控制、绘制准确度控制图、异常样品复检等保证检测数据的可靠性和准确性。建立完整的文件资料，各项记录全部保留，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。

6 验收监测内容

6.1 辐射环境检测

(1) 监测项目

X- γ 辐射空气吸收剂量率、 β 表面污染。

(2) 监测日期

2026 年 7 月 7 日~2026 年 7 月 8 日。

(3) 监测环境条件

温度：(21.1~23.4) °C；湿度：(49~52) %RH；天气：晴。

(4) 监测仪器

本次验收检测所使用的主要仪器名称、生产厂家及检定/校准证书编号等情况见表 5-1。

(5) 监测方法

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》(HJ 61-2021) 和《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021) 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。

β 表面污染：现场布点监测，每个监测点读取 10 个测量值为一组，计算其平均值作为最终测量结果。

(6) 检测点位

在核医学一层诊疗工作场所及其周围进行布点检测， ^{18}F 工作场所 γ 空气吸收剂量率检测点位见表 6-1， ^{18}F 工作场所 β 表面污染检测结果检测布点示意图见图 6-2， $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 工作场所 γ 空气吸收剂量率检测点位见表 6-3， $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 工作场所 β 表面污染检测结果检测布点示意图见图 6-4。

表 6-1 ^{18}F 工作场所 γ 空气吸收剂量率检测点位

点位号	检测位置	
A1	PET-CT 检查室观察窗外 30cm 处	上侧缝隙
A2		下侧缝隙
A3		中间位置
A4		左侧缝隙
A5		右侧缝隙
A6	PET-CT 检查室控制室外 30cm 处	上侧缝隙
A7		下侧缝隙
A8		中间位置
A9		左侧缝隙
A10		右侧缝隙
A11	PET-CT 检查室机房门外 30cm 处	上侧缝隙
A12		下侧缝隙
A13		中间位置
A14		左侧缝隙
A15		右侧缝隙
A16	PET-CT 东墙外 30cm 处	
A17	PET-CT 南墙外 30cm 处	
A18	PET-CT 西墙外 30cm 处	
A19	PET-CT 北墙外 30cm 处	
A20	质控注射室防护门外 30cm 处	上侧缝隙
A21		下侧缝隙
A22		中间位置
A23		左侧缝隙
A24		右侧缝隙
A25	质控注射室东墙外 30cm 处	
A26	质控注射室南墙外 30cm 处	
A27	质控注射室西墙外 30cm 处	
A28	质控注射室北墙外 30cm 处	
A29	卫生通过间防护门外 30cm 处上侧缝隙	
A30	卫生通过间防护门外 30cm 处下侧缝隙	
A31	卫生通过间防护门外 30cm 处中间位置	
A32	卫生通过间防护门外 30cm 处左侧缝隙	
A33	卫生通过间防护门外 30cm 处右侧缝隙	
A34	卫生通过间西防护门外 30cm 处上侧缝隙	
A35	卫生通过间西防护门外 30cm 处下侧缝隙	
A36	卫生通过间西防护门外 30cm 处中间位置	
A37	卫生通过间西防护门外 30cm 处左侧缝隙	
A38	卫生通过间西防护门外 30cm 处右侧缝隙	
A39	放废间防护门外 30cm 处	上侧缝隙

A40		下侧缝隙
A41		中间位置
A42		左侧缝隙
A43		右侧缝隙
A44	放废间西墙外 30cm 处	
A45	放废间东墙外 30cm 处	
A46	放废间南墙外 30cm 处	
A47	放废间北墙外 30cm 处	
A48	放废间西墙封死门外 30cm 处	
A49	缓冲间防护门外 30cm 处	上侧缝隙
A50		下侧缝隙
A51		中间位置
A52		左侧缝隙
A53		右侧缝隙
A54	PET-CT 候诊室	东墙外 30cm 处
A55		南墙外 30cm 处
A56		西墙外 30cm 处
A57		北墙外 30cm 处
A58		西墙外 30cm 处
A59	PET-CT 候诊室防护门外 30cm 处	上侧缝隙
A60		下侧缝隙
A61		中间位置
A62		左侧缝隙
A63		右侧缝隙
A64	PET-CT 留观室东墙外 30cm 处	
A65	PET-CT 留观室南墙外 30cm 处	
A66	PET-CT 留观室西墙外 30cm 处	
A67	PET-CT 留观室防护门外 30cm 处	上侧缝隙
A68		下侧缝隙
A69		中间位置
A70		左侧缝隙
A71		右侧缝隙
A72	患者通道入口防护门外 30cm 处	上侧缝隙
A73		下侧缝隙
A74		中间位置
A75		左侧缝隙
A76		右侧缝隙
A77	患者出口防护门外 30cm 处	上侧缝隙

A78		下侧缝隙
A79		中间位置
A80		左侧缝隙
A81		右侧缝隙
A82	分装柜左伸手孔 5cm 处	
A83	分装柜右伸手孔 5cm 处	
A84	分装柜观察窗外 5cm 处	
A85	分装柜东侧外 5cm 处	
A86	分装柜下侧外 5cm 处	
A87	分装柜北侧外 5cm 处	
A88	分装柜上侧外 5cm 处	
A89	注射台外 30cm 处	
A90	注射台左伸手孔	
A91	注射台右伸手孔	
A92	注射台观察窗	
A93	注射台操作位	
A94	PET-CT 检查室楼上距地面 1m 处	
A95	PET-CT 留观室楼上距地面 1m 处	
A96	PET-CT 候诊室楼上距地面 1m 处	
A97	质控注射室楼上距地面 1m 处	
A98	放废间楼上距地面 1m 处	
A99	PET-CT 检查室楼下距地面 1.7m 处	
A100	PET-CT 留观室楼下距地面 1.7m 处	
A101	PET-CT 候诊室楼下距地面 1.7m 处	
A102	质控注射室楼下距地面 1.7m 处	
A103	放废间楼下距地面 1.7m 处	
A104	储源箱西侧 5cm 处	
A105	储源箱北侧 5cm 处	
A106	转移源时头部	
A107	转移源时胸部	
A108	转移源时腹部	
A109	核医学科一层诊疗场所	东侧门诊楼
A110		南侧警卫值班室
A111		西侧住院三部
A112		西北侧体能训练中心
A113		北侧康宾楼 A
A114		东北侧康宾楼 B
A115		楼上急诊科病房

表 6-2 ^{18}F 工作场所 β 表面污染检测

点位号	检测位置
B1	控制室门把手表面
B2	注射室门把手表面
B3	注射室地面表面
B4	注射室墙面表面
B5	注射室分装柜表面
B6	注射室注射台表面
B7	放废室门把手表面
B8	放废室地面表面
B9	放废室墙面表面
B10	PET 候诊区地面表面
B11	PET 候诊区墙面表面
B12	PET 候诊区床面表面
B13	PET-CT 检查室地面表面
B14	PET-CT 检查室墙面表面
B15	PET 留观室门把手表面
B16	PET 留观室地面表面
B17	PET 留观室墙面表面

表 6-3 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 工作场所 γ 空气吸收剂量率检测点位

点位号	检测位置	
A1	ECT 检查室控制室门外 30cm 处	上侧缝隙
A2		下侧缝隙
A3		中间位置
A4		左侧缝隙
A5		右侧缝隙
A6	ECT 检查室观察窗外 30cm 处	上侧缝隙
A7		下侧缝隙
A8		中间位置
A9		左侧缝隙
A10		右侧缝隙
A11	ECT 检查室机房门外 30cm 处	上侧缝隙
A12		下侧缝隙
A13		中间位置
A14		左侧缝隙
A15		右侧缝隙
A16	ECT 检查室东墙外 30cm 处	

A17	ECT 检查室南墙外 30cm 处	
A18	ECT 检查室西墙外 30cm 处	
A19	ECT 检查室北墙外 30cm 处	
A20	ECT 检查室北墙外 30cm 处	
A21	ECT 检查室楼上距地面 1m 处	
A22	ECT 留观室防护门外 30cm 处	上侧缝隙
A23		下侧缝隙
A24		中间位置
A25		左侧缝隙
A26		右侧缝隙
A27	质控注射室东墙外 30cm 处	
A28	质控注射室南墙外 30cm 处	
A29	质控注射室西墙外 30cm 处	
A30	质控注射室北墙外 30cm 处	
A31	质控注射室防护门外 30cm 处上侧缝隙	
A32	质控注射室防护门外 30cm 处下侧缝隙	
A33	质控注射室防护门外 30cm 处中间位置	
A34	质控注射室防护门外 30cm 处左侧缝隙	
A35	质控注射室防护门右侧缝隙	
A36	质控注射室楼上距地面 1m 处	
A37	卫生通过间东防护门外 30cm 处上侧缝隙	
A38	卫生通过间东防护门外 30cm 处下侧缝隙	
A39	卫生通过间东防护门外 30cm 处中间位置	
A40	卫生通过间东防护门外 30cm 处右侧缝隙	
A41	卫生通过间东防护门外 30cm 处左侧缝隙	
A42	卫生通过间西防护门外 30cm 处上侧缝隙	
A43	卫生通过间西防护门外 30cm 处下侧缝隙	
A44	卫生通过间西防护门外 30cm 处中间位置	
A45	卫生通过间西防护门外 30cm 处左侧缝隙	
A46	卫生通过间西防护门外 30cm 处右侧缝隙	
A47	放废间防护门外 30cm 处	上侧缝隙
A48		下侧缝隙
A49		中间位置
A50		左侧缝隙
A51		右侧缝隙
A52	放废间东墙外 30cm 处	
A53	放废间南墙外 30cm 处	
A54	放废间西墙外 30cm 处	

A55	放废间北墙外 30cm 处	
A56	放废间楼上距地面 1m 处	
A57	放废间西墙封死门外 30cm 处	
A58	ECT 候诊室防护门外 30cm 处	上侧缝隙
A59		下侧缝隙
A60		中间位置
A61		左侧缝隙
A62		右侧缝隙
A63	ECT 候诊室东墙外 30cm 处	
A64	ECT 候诊室南墙外 30cm 处	
A65	ECT 候诊室楼上距地面 1m 处	
A66	缓冲间防护门外 30cm 处	上侧缝隙
A67		下侧缝隙
A68		中间位置
A69	缓冲间防护门外 30cm 处右侧缝隙	
A70	缓冲间防护门外 30cm 处左侧缝隙	
A71	患者入口防护门外 30cm 处	上侧缝隙
A72		下侧缝隙
A73		中间位置
A74		左侧缝隙
A75		右侧缝隙
A76	患者出口防护门外 30cm 处	上侧缝隙
A77		下侧缝隙
A78		中间位置
A79		左侧缝隙
A80		右侧缝隙
A81	ECT 留观室东墙外 30cm 处	
A82	ECT 留观室南墙外 30cm 处	
A83	ECT 留观室西墙外 30cm 处	
A84	ECT 留观室北墙外 30cm 处	
A85	ECT 留观室楼上距地面 1m 处	
A86	ECT 检查室楼下距地面 1.7m 处	
A87	ECT 留观室楼下距地面 1.7m 处	
A88	ECT 候诊室楼下距地面 1.7m 处	
A89	质控注射室楼下距地面 1.7m 处	
A90	放废室楼下距地面 1.7m 处	
A91	分装柜左伸手孔外 5cm 处	
A92	分装柜右伸手孔外 5cm 处	

A93	分装柜观察窗外 5cm 处	
A94	分装柜东侧 5cm 处	
A95	分装柜南侧 5cm 处	
A96	分装柜上侧 5cm 处	
A97	分装柜下侧 5cm 处	
A98	注射台外 30cm 处	
A99	注射台左伸手孔	
A100	注射台右伸手孔	
A101	注射台观察窗	
A102	注射台操作位	
A103	核医学科一层诊疗场所	东侧门诊室
A104		南侧警卫值班室
A105		西侧住院三部
A106		西北侧体能训练中心
A107		北侧康宾楼 A
A108		东北侧康宾楼 B
A109		楼上急诊科病房
A110	源表面 5cm 处（有防护）	
A111	源表面 1m 处（有防护）	
A112	源表面 5cm 处（无防护）	
A113	源表面 1m 处（无防护）	
A114	源表面 50cm 处	
A115	源表面 5cm 处（注射器防护套）	
A116	源表面 50cm 处（注射器防护套）	
A117	源表面 1m 处（注射器防护套）	

表 6-4 ^{99m}Tc 工作场所 β 表面污染检测

点位号	检测位置
B1	控制室门把手表面
B2	注射室门把手表面
B3	注射室地面表面
B4	注射室墙面表面
B5	注射室分装柜表面
B6	注射室注射台表面
B7	放废室门把手表面
B8	放废室地面表面
B9	放废室墙面表面
B10	ECT 候诊区地面表面

B11	ECT 候诊区墙面表面
B12	ECT 候诊区床面表面
B13	ECT 检查室地面表面
B14	ECT 检查室墙面表面
B15	ECT 留观室门把手表面
B16	ECT 留观室地面表面
B17	ECT 留观室墙面表面

6.2 衰变池废水总 α、总 β 放射性

（1）监测项目

衰变池废水总α、总β放射性。

（2）取样点位

1#、2#、3#衰变池。

（3）采样日期、分析日期

采样日期：2026 年 7 月 20 日；分析日期：2026 年 7 月 22 日~2026 年 7 月 30 日。

（4）检测单位

山东蓝城分析测试有限公司。

（5）检测仪器

仪器名称：六路低本底α、β测量仪；仪器型号：LB-6；仪器编号：YQB5；
电子天平；Secure 224-ICN；仪器编号：YQB1。

（6）检测方法

检测方法见表 6-5。

表 6-5 检测方法一览表

样品类别	参数名称	标准编号	标准名称	检出限	单位
废水	总α放射性	HJ898-2017	水质 总α放射性的测定 厚源法	0.043	Bq/L
废水	总β放射性	HJ899-2017	水质 总β放射性的测定 厚源法	0.015	Bq/L

7 验收监测

7.1 辐射环境检测

(1) 验收监测期间运行工况记录

验收监测期间，本期项目处于正常工况，辐射安全与防护设施均已建成并运行正常。

(2) 辐射环境验收检测结果

核医学一层诊疗工作场所验收检测结果见表 7-1~表 7-4。

表 7-1 ^{18}F 工作场所 γ 空气吸收剂量率检测结果

点位号	检测位置		评价标准 ($\mu\text{Gy/h}$)	检测结果 ($\mu\text{Gy/h}$)		结论
				测量值	标准差	
A1	PET-CT 检查室观察 窗外 30cm 处	上侧缝隙	<2.5	0.46	0.01	合格
A2		下侧缝隙	<2.5	0.50	0.01	合格
A3		中间位置	<2.5	0.46	0.01	合格
A4		左侧缝隙	<2.5	0.47	0.01	合格
A5		右侧缝隙	<2.5	0.50	0.01	合格
A6	PET-CT 检查室控制 室门外 30cm 处	上侧缝隙	<2.5	0.47	0.01	合格
A7		下侧缝隙	<2.5	1.70	0.01	合格
A8		中间位置	<2.5	0.21	0.01	合格
A9		左侧缝隙	<2.5	0.19	0.01	合格
A10		右侧缝隙	<2.5	0.48	0.02	合格
A11	PET-CT 检查室机房 门外 30cm 处	上侧缝隙	<2.5	1.38	0.01	合格
A12		下侧缝隙	<2.5	1.12	0.01	合格
A13		中间位置	<2.5	1.33	0.01	合格
A14		左侧缝隙	<2.5	1.04	0.01	合格
A15		右侧缝隙	<2.5	1.06	0.01	合格
A16	PET-CT 东墙外 30cm 处		<2.5	0.16	0.01	合格
A17	PET-CT 南墙外 30cm 处		<2.5	0.16	0.01	合格
A18	PET-CT 西墙外 30cm 处		<2.5	0.18	0.01	合格
A19	PET-CT 北墙外 30cm 处		<2.5	0.17	0.01	合格
A20	质控注射室防护门外 30cm 处	上侧缝隙	<2.5	0.14	0.01	合格
A21		下侧缝隙	<2.5	0.15	0.01	合格
A22		中间位置	<2.5	0.15	0.01	合格
A23		左侧缝隙	<2.5	0.15	0.01	合格
A24		右侧缝隙	<2.5	0.15	0.01	合格

A25	质控注射室东墙外 30cm 处		<2.5	0.15	0.01	合格
A26	质控注射室南墙外 30cm 处		<2.5	0.15	0.01	合格
A27	质控注射室西墙外 30cm 处		<2.5	0.15	0.01	合格
A28	质控注射室北墙外 30cm 处		<2.5	0.15	0.01	合格
A29	卫生通过间防护门外 30cm 处上侧缝隙		<2.5	0.18	0.01	合格
A30	卫生通过间防护门外 30cm 处下侧缝隙		<2.5	0.17	0.01	合格
A31	卫生通过间防护门外 30cm 处中间位置		<2.5	0.19	0.01	合格
A32	卫生通过间防护门外 30cm 处左侧缝隙		<2.5	0.18	0.01	合格
A33	卫生通过间防护门外 30cm 处右侧缝隙		<2.5	0.18	0.01	合格
A34	卫生通过间西防护门外 30cm 处上侧缝隙		<2.5	0.45	0.01	合格
A35	卫生通过间西防护门外 30cm 处下侧缝隙		<2.5	0.57	0.01	合格
A36	卫生通过间西防护门外 30cm 处中间位置		<2.5	0.54	0.01	合格
A37	卫生通过间西防护门外 30cm 处左侧缝隙		<2.5	0.61	0.01	合格
A38	卫生通过间西防护门外 30cm 处右侧缝隙		<2.5	0.61	0.01	合格
A39	放废间防护门外 30cm 处	上侧缝隙	<2.5	0.33	0.50	合格
A40		下侧缝隙	<2.5	0.16	0.01	合格
A41		中间位置	<2.5	0.17	0.01	合格
A42		左侧缝隙	<2.5	0.16	0.01	合格
A43		右侧缝隙	<2.5	0.16	0.01	合格
A44	放废间西墙外 30cm 处		<2.5	0.17	0.01	合格
A45	放废间东墙外 30cm 处		<2.5	0.16	0.01	合格
A46	放废间南墙外 30cm 处		<2.5	0.17	0.01	合格
A47	放废间北墙外 30cm 处		<2.5	0.17	0.01	合格
A48	放废间西墙封死门外 30cm 处		<2.5	0.19	0.01	合格
A49	缓冲间防护门外 30cm 处	上侧缝隙	<2.5	0.23	0.01	合格
A50		下侧缝隙	<2.5	0.20	0.01	合格
A51		中间位置	<2.5	0.20	0.01	合格
A52		左侧缝隙	<2.5	0.26	0.01	合格
A53		右侧缝隙	<2.5	0.24	0.01	合格
A54	PET-CT 候诊室	东墙外 30cm 处	<2.5	1.52	0.01	合格
A55		南墙外 30cm 处	<2.5	0.23	0.01	合格
A56		西墙外 30cm 处	<2.5	0.17	0.01	合格
A57		北墙外 30cm 处	<2.5	0.18	0.01	合格
A58		西墙外 30cm 处	<2.5	0.17	0.01	合格
A59	PET-CT 候诊室防 护门外 30cm 处	上侧缝隙	<2.5	1.42	0.01	合格
A60		下侧缝隙	<2.5	1.60	0.01	合格
A61		中间位置	<2.5	1.61	0.01	合格
A62		左侧缝隙	<2.5	1.44	0.01	合格

A63		右侧缝隙	<2.5	0.21	0.02	合格
A64	PET-CT 留观室东墙外 30cm 处		<2.5	0.93	0.01	合格
A65	PET-CT 留观室南墙外 30cm 处		<2.5	1.51	0.01	合格
A66	PET-CT 留观室西墙外 30cm 处		<2.5	0.40	0.01	合格
A67	PET-CT 留观室防护门外 30cm 处	上侧缝隙	<2.5	0.70	0.01	合格
A68		下侧缝隙	<2.5	0.73	0.01	合格
A69		中间位置	<2.5	0.75	0.01	合格
A70		左侧缝隙	<2.5	0.67	0.01	合格
A71		右侧缝隙	<2.5	0.65	0.01	合格
A72	患者通道入口防护门外 30cm 处	上侧缝隙	<2.5	0.17	0.01	合格
A73		下侧缝隙	<2.5	0.18	0.01	合格
A74		中间位置	<2.5	0.17	0.01	合格
A75		左侧缝隙	<2.5	0.18	0.01	合格
A76		右侧缝隙	<2.5	0.17	0.01	合格
A77	患者出口防护门外 30cm 处	上侧缝隙	<2.5	0.18	0.01	合格
A78		下侧缝隙	<2.5	0.17	0.01	合格
A79		中间位置	<2.5	0.17	0.01	合格
A80		左侧缝隙	<2.5	0.17	0.01	合格
A81		右侧缝隙	<2.5	0.17	0.01	合格
A82	分装柜左伸手孔 5cm 处		/	0.40	0.01	/
A83	分装柜右伸手孔 5cm 处		/	0.50	0.01	/
A84	分装柜观察窗外 5cm 处		<2.5	0.91	0.01	合格
A85	分装柜东侧外 5cm 处		<2.5	0.53	0.01	合格
A86	分装柜下侧外 5cm 处		<2.5	0.47	0.01	合格
A87	分装柜北侧外 5cm 处		<2.5	0.52	0.01	合格
A88	分装柜上侧外 5cm 处		<2.5	0.30	0.01	合格
A89	注射台外 30cm 处		<2.5	0.70	0.01	合格
A90	注射台左伸手孔		/	2.16	0.02	/
A91	注射台右伸手孔		/	3.23	0.01	/
A92	注射台观察窗		/	1.82	0.01	/
A93	注射台操作位		/	0.68	0.01	/
A94	PET-CT 检查室楼上距地面 1m 处		<2.5	0.16	0.01	合格
A95	PET-CT 留观室楼上距地面 1m 处		<2.5	0.16	0.01	合格
A96	PET-CT 候诊室楼上距地面 1m 处		<2.5	0.16	0.01	合格
A97	质控注射室楼上距地面 1m 处		<2.5	0.16	0.01	合格
A98	放废间楼上距地面 1m 处		<2.5	0.16	0.01	合格
A99	PET-CT 检查室楼下距地面 1.7m 处		<2.5	0.16	0.01	合格
A100	PET-CT 留观室楼下距地面 1.7m 处		<2.5	0.17	0.01	合格

A101	PET-CT 候诊室楼下距地面 1.7m 处		<2.5	0.16	0.01	合格
A102	质控注射室楼下距地面 1.7m 处		<2.5	0.17	0.01	合格
A103	放废间楼下距地面 1.7m 处		<2.5	0.17	0.01	合格
A104	储源箱西侧 5cm 处		<2.5	0.17	0.01	合格
A105	储源箱北侧 5cm 处		<2.5	0.17	0.01	合格
A106	转移源时头部		/	13.88	0.01	/
A107	转移源时胸部		/	15.67	0.02	/
A108	转移源时腹部		/	14.43	0.01	/
A109	核医学科一层 诊疗场所	东侧门诊楼	/	0.16	0.01	/
A110		南侧警卫值班室	/	0.16	0.01	/
A111		西侧住院三部	/	0.16	0.01	/
A112		西北侧体能训练中心	/	0.16	0.01	/
A113		北侧康宾楼 A	/	0.16	0.01	/
A114		东北侧康宾楼 B	/	0.15	0.01	/
A115		楼上急诊科病房	/	0.15	0.01	/
--	本 底			0.10~0.11		
注：1.上表中检测结果已扣除宇宙射线响应值（宇宙射线响应值为 $1.75\times10^{-8}\text{Gy/h}$ ）；2.运行前操作位的检测结果为 $0.10\text{ }\mu\text{Gy/h}$ 、分装柜的检测结果为 $0.11\text{ }\mu\text{Gy}$ ；3.源类型： ^{18}F ，检测时源活度按照每人最大用量 $3.7\times10^8\text{ Bq}$ （10 mCi），每日最大使用量 $7.4\times10^9\text{ Bq}$ （200 mCi）设置。						

表 7-2 ^{18}F 工作场所 β 表面污染检测结果

点位号	检测位置	检测结果（Bq/cm ² ）	
		测量值	标准差
B1	控制室门把手表面	0.35	0.01
B2	注射室门把手表面	0.38	0.01
B3	注射室地面表面	0.37	0.01
B4	注射室墙面表面	0.43	0.01
B5	注射室分装柜表面	0.41	0.01
B6	注射室注射台表面	3.24	0.02
B7	放废室门把手表面	0.38	0.01
B8	放废室地面表面	0.42	0.01
B9	放废室墙面表面	0.41	0.01
B10	PET 候诊区地面表面	0.39	0.01
B11	PET 候诊区墙面表面	0.40	0.01
B12	PET 候诊区床面表面	0.40	0.01
B13	PET-CT 检查室地面表面	0.39	0.01
B14	PET-CT 检查室墙面表面	0.41	0.01
B15	PET 留观室门把手表面	0.41	0.01
B16	PET 留观室地面表面	0.39	0.01

B17	PET 留观室墙面表面	0.39	0.01
--	本底	0.31~0.38	
注：1.表中所取值均为平均值；2.运行前操作位的检测结果为 0.33 Bq/cm ² 、分装柜处的检测结果为 0.38 Bq/cm ² 。			

表 7-3 ^{99m}Tc 工作场所 γ 空气吸收剂量率检测结果

点位号	检测位置		评价标准 (μGy/h)	检测结果 (μGy/h)		结论
				测量值	标准差	
A1	ECT 检查室控制室外 30cm 处	上侧缝隙	<2.5	0.09	0.01	合格
A2		下侧缝隙	<2.5	0.09	0.01	合格
A3		中间位置	<2.5	0.09	0.01	合格
A4		左侧缝隙	<2.5	0.10	0.01	合格
A5		右侧缝隙	<2.5	0.09	0.01	合格
A6	ECT 检查室观察窗外 30cm 处	上侧缝隙	<2.5	0.08	0.01	合格
A7		下侧缝隙	<2.5	0.09	0.01	合格
A8		中间位置	<2.5	0.10	0.01	合格
A9		左侧缝隙	<2.5	0.09	0.01	合格
A10		右侧缝隙	<2.5	0.10	0.01	合格
A11	ECT 检查室机房门外 30cm 处	上侧缝隙	<2.5	0.11	0.01	合格
A12		下侧缝隙	<2.5	0.14	0.01	合格
A13		中间位置	<2.5	0.11	0.01	合格
A14		左侧缝隙	<2.5	0.11	0.01	合格
A15		右侧缝隙	<2.5	0.11	0.01	合格
A16	ECT 检查室东墙外 30cm 处		<2.5	0.09	0.01	合格
A17	ECT 检查室南墙外 30cm 处		<2.5	0.09	0.01	合格
A18	ECT 检查室西墙外 30cm 处		<2.5	0.09	0.01	合格
A19	ECT 检查室北墙外 30cm 处		<2.5	0.09	0.01	合格
A20	ECT 检查室北墙外 30cm 处		<2.5	0.09	0.01	合格
A21	ECT 检查室楼上距地面 1m 处		<2.5	0.09	0.01	合格
A22	ECT 留观室防护门外 30cm 处	上侧缝隙	<2.5	0.16	0.01	合格
A23		下侧缝隙	<2.5	0.19	0.01	合格
A24		中间位置	<2.5	0.15	0.01	合格
A25		左侧缝隙	<2.5	0.16	0.01	合格
A26		右侧缝隙	<2.5	0.16	0.01	合格
A27	质控注射室东墙外 30cm 处		<2.5	0.10	0.01	合格
A28	质控注射室南墙外 30cm 处		<2.5	0.10	0.01	合格
A29	质控注射室西墙外 30cm 处		<2.5	0.10	0.01	合格
A30	质控注射室北墙外 30cm 处		<2.5	0.09	0.01	合格

A31	质控注射室防护门外 30cm 处上侧缝隙		<2.5	0.11	0.01	合格
A32	质控注射室防护门外 30cm 处下侧缝隙		<2.5	0.11	0.01	合格
A33	质控注射室防护门外 30cm 处中间位置		<2.5	0.10	0.01	合格
A34	质控注射室防护门外 30cm 处左侧缝隙		<2.5	0.11	0.01	合格
A35	质控注射室防护门右侧缝隙		<2.5	0.11	0.01	合格
A36	质控注射室楼上距地面 1m 处		<2.5	0.09	0.01	合格
A37	卫生通过间东防护门外 30cm 处上侧缝隙		<2.5	0.09	0.01	合格
A38	卫生通过间东防护门外 30cm 处下侧缝隙		<2.5	0.08	0.01	合格
A39	卫生通过间东防护门外 30cm 处中间位置		<2.5	0.10	0.01	合格
A40	卫生通过间东防护门外 30cm 处右侧缝隙		<2.5	0.10	0.01	合格
A41	卫生通过间东防护门外 30cm 处左侧缝隙		<2.5	0.08	0.01	合格
A42	卫生通过间西防护门外 30cm 处上侧缝隙		<2.5	0.10	0.01	合格
A43	卫生通过间西防护门外 30cm 处下侧缝隙		<2.5	0.10	0.01	合格
A44	卫生通过间西防护门外 30cm 处中间位置		<2.5	0.10	0.01	合格
A45	卫生通过间西防护门外 30cm 处左侧缝隙		<2.5	0.10	0.01	合格
A46	卫生通过间西防护门外 30cm 处右侧缝隙		<2.5	0.09	0.01	合格
A47	放废间防护门外 30cm 处	上侧缝隙	<2.5	0.09	0.01	合格
A48		下侧缝隙	<2.5	0.09	0.01	合格
A49		中间位置	<2.5	0.09	0.01	合格
A50		左侧缝隙	<2.5	0.09	0.01	合格
A51		右侧缝隙	<2.5	0.09	0.01	合格
A52	放废间东墙外 30cm 处		<2.5	0.09	0.01	合格
A53	放废间南墙外 30cm 处		<2.5	0.09	0.01	合格
A54	放废间西墙外 30cm 处		<2.5	0.10	0.01	合格
A55	放废间北墙外 30cm 处		<2.5	0.10	0.01	合格
A56	放废间楼上距地面 1m 处		<2.5	0.09	0.01	合格
A57	放废间西墙封死门外 30cm 处		<2.5	0.09	0.01	合格
A58	ECT 候诊室防护门外 30cm 处	上侧缝隙	<2.5	0.16	0.01	合格
A59		下侧缝隙	<2.5	0.15	0.01	合格
A60		中间位置	<2.5	0.15	0.01	合格
A61		左侧缝隙	<2.5	0.16	0.01	合格
A62		右侧缝隙	<2.5	0.15	0.01	合格
A63	ECT 候诊室东墙外 30cm 处		<2.5	0.22	0.01	合格
A64	ECT 候诊室南墙外 30cm 处		<2.5	0.18	0.01	合格
A65	ECT 候诊室楼上距地面 1m 处		<2.5	0.09	0.01	合格
A66	缓冲间防护门外 30cm 处	上侧缝隙	<2.5	0.16	0.01	合格
A67		下侧缝隙	<2.5	0.16	0.01	合格
A68		中间位置	<2.5	0.16	0.01	合格

A69	缓冲间防护门外 30cm 处右侧缝隙		<2.5	0.16	0.01	合格
A70	缓冲间防护门外 30cm 处左侧缝隙		<2.5	0.16	0.01	合格
A71	患者入口防护门外 30cm 处	上侧缝隙	<2.5	0.16	0.01	合格
A72		下侧缝隙	<2.5	0.16	0.01	合格
A73		中间位置	<2.5	0.16	0.01	合格
A74		左侧缝隙	<2.5	0.16	0.01	合格
A75		右侧缝隙	<2.5	0.16	0.01	合格
A76	患者出口防护门外 30cm 处	上侧缝隙	<2.5	0.16	0.01	合格
A77		下侧缝隙	<2.5	0.16	0.01	合格
A78		中间位置	<2.5	0.16	0.01	合格
A79		左侧缝隙	<2.5	0.16	0.01	合格
A80		右侧缝隙	<2.5	0.15	0.01	合格
A81	ECT 留观室东墙外 30cm 处		<2.5	0.25	0.01	合格
A82	ECT 留观室南墙外 30cm 处		<2.5	0.18	0.01	合格
A83	ECT 留观室西墙外 30cm 处		<2.5	0.19	0.01	合格
A84	ECT 留观室北墙外 30cm 处		<2.5	0.20	0.01	合格
A85	ECT 留观室楼上距地面 1m 处		<2.5	0.09	0.01	合格
A86	ECT 检查室楼下距地面 1.7m 处		<2.5	0.08	0.01	合格
A87	ECT 留观室楼下距地面 1.7m 处		<2.5	0.08	0.01	合格
A88	ECT 候诊室楼下距地面 1.7m 处		<2.5	0.08	0.01	合格
A89	质控注射室楼下距地面 1.7m 处		<2.5	0.09	0.01	合格
A90	放废室楼下距地面 1.7m 处		<2.5	0.09	0.01	合格
A91	分装柜左伸手孔外 5cm 处		<2.5	0.21	0.01	合格
A92	分装柜右伸手孔外 5cm 处		<2.5	0.18	0.01	合格
A93	分装柜观察窗外 5cm 处		<2.5	0.18	0.01	合格
A94	分装柜东侧 5cm 处		<2.5	0.22	0.01	合格
A95	分装柜南侧 5cm 处		<2.5	0.19	0.01	合格
A96	分装柜上侧 5cm 处		<2.5	0.18	0.01	合格
A97	分装柜下侧 5cm 处		<2.5	0.20	0.01	合格
A98	注射台外 30cm 处		<2.5	0.45	0.01	合格
A99	注射台左伸手孔		<2.5	0.19	0.01	合格
A100	注射台右伸手孔		<2.5	0.21	0.01	合格
A101	注射台观察窗		<2.5	0.45	0.01	合格
A102	注射台操作位		<2.5	0.42	0.01	合格
A103	核医学科一层 诊疗场所	东侧门诊室	/	0.08	0.01	/
A104		南侧警卫值班室	/	0.08	0.01	/
A105		西侧住院三部	/	0.09	0.01	/

A106		西北侧体能训练中心	/	0.09	0.01	/
A107		北侧康宾楼 A	/	0.09	0.01	/
A108		东北侧康宾楼 B	/	0.08	0.01	/
A109		楼上急诊科病房	/	0.09	0.01	/
A110	源表面 5cm 处（有防护）		/	0.16	0.01	/
A111	源表面 1m 处（有防护）		/	0.10	0.01	/
A112	源表面 5cm 处（无防护）		/	25.02	0.01	/
A113	源表面 1m 处（无防护）		/	6.09	0.01	/
A114	源表面 50cm 处		/	17.62	0.02	/
A115	源表面 5cm 处（注射器防护套）		/	16.36	0.01	/
A116	源表面 50cm 处（注射器防护套）		/	7.18	0.01	/
A117	源表面 1m 处（注射器防护套）		/	3.35	0.02	/

注：1.上表中检测结果已扣除宇宙射线响应值（宇宙射线响应值为 $1.75 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ ）；2.运行前操作位的检测结果为 $0.11 \mu\text{Gy/h}$ 、分装柜的检测结果为 $0.12 \mu\text{Gy}$ ；3.源类型： $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ，检测时源活度按照每人最大用量 $7.4 \times 10^8 \text{Bq}$ （20 mCi），每日最大使用量 $1.48 \times 10^{10} \text{Bq}$ （400 mCi）设置。

表 7-4 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 工作场所 β 表面污染检测结果

点位号	检测位置	检测结果（Bq/cm ² ）	
		测量值	标准差
B1	控制室门把手表面	0.36	0.01
B2	注射室门把手表面	0.38	0.01
B3	注射室地面表面	0.37	0.01
B4	注射室墙面表面	0.41	0.01
B5	注射室分装柜表面	0.40	0.01
B6	注射室注射台表面	3.04	0.04
B7	放废室门把手表面	0.40	0.01
B8	放废室地面表面	0.39	0.01
B9	放废室墙面表面	0.40	0.01
B10	ECT 候诊区地面表面	0.41	0.01
B11	ECT 候诊区墙面表面	0.38	0.01
B12	ECT 候诊区床面表面	0.41	0.01
B13	ECT 检查室地面表面	0.43	0.01
B14	ECT 检查室墙面表面	0.38	0.01
B15	ECT 留观室门把手表面	0.43	0.01
B16	ECT 留观室地面表面	0.41	0.01
B17	ECT 留观室墙面表面	0.41	0.01
--	本底	0.31~0.33	

注：1.表中所取值均为平均值；2.运行前操作位的检测结果为 0.32Bq/cm^2 、分装柜处的检测结果为 0.32Bq/cm^2 。

表 7-5 核医学工作场所废水总放射性监测结果

样品	样品编号	参数名称	单位	结果
1#废水衰变池	WH2607248-1	总 α 放射性	Bq/L	ND
		总 β 放射性	Bq/L	5.30
1#废水衰变池	WH2607248-2	总 α 放射性	Bq/L	ND
		总 β 放射性	Bq/L	5.72
1#废水衰变池	WH2607248-3	总 α 放射性	Bq/L	ND
		总 β 放射性	Bq/L	5.30

注：ND 表示未检出（小于检出限）。

根据《泰安八十八医院核医学工作场所建设项目放射性职业病危害控制效果评价验收检测报告》（中威辐检（YS）字 2026 第 0002 号）， ^{89}Sr 工作场所放射防护检测结果见表 7-6， ^{89}Sr 工作场所 β 表面污染检测结果见表 7-7。

表 7-6 ^{89}Sr 工作场所 γ 辐射检测结果

点位号	检测位置		检测结果（ $\mu\text{Sv/h}$ ）
A1	分装柜（通风橱）	左伸手孔外 5cm 处	0.15
A2		右伸手孔外 5cm 处	0.14
A3		观察室外 5cm 处	0.13
A4		左侧位置外 5cm 处	0.19
A5		上侧 5cm 处	0.18
A6		下侧 5cm 处	0.15
A7	注射台	观察窗外 5cm 处	0.83
A8		左伸手孔外 5m 处	2.01
A9		右伸手孔外 5cm 处	2.08
A10		铅屏风外 5cm 处	1.40
A11		铅屏风观察窗外 5cm 处	1.29
A12	质控室防护门	上侧位置外 30cm 处	0.16
A13		下侧位置外 30cm 处	0.15
A14		中间位置外 30cm 处	0.13
A15		左侧位置外 30cm 处	0.14
A16		右侧位置外 30cm 处	0.13
A17	质控室东墙外 30cm 处		0.13
A18	质控室南墙外 30cm 处		0.13
A19	质控室西墙外 30cm 处		0.14
A20	质控室北墙外 30cm 处		0.14

表 7-7 ^{89}Sr 工作场所 β 表面污染检测结果

点位号	检测位置		检测结果 (Bq/cm ²)
B1	质控室	地面	0.34
B2		墙面	0.34
B3		洗手台表面	0.38
B4		垃圾桶表面	0.78
B5	注射台	观察窗外表面	0.36
B6		左伸手孔表面	0.37
B7		右伸手孔表面	0.38
B8		表面	0.69
B9		垃圾桶表面	0.83
B10		地面	0.41
B11		铅屏风表面	0.41

监测结果分析：

由表 7-1、表 7-3、表 7-6 可知，工作状态下，核医学科 PET-CT 诊断区环境 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果最大值为 1.64 $\mu\text{Sv/h}$ ；SPECT-CT 诊断区环境 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果最大值为 0.25 $\mu\text{Sv/h}$ ； ^{89}Sr 工作场所环境 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果最大值为 0.19 $\mu\text{Sv/h}$ ，均低于环评批复、《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）周围剂量当量率应小于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ 的要求。

由表 7-2、表 7-4、表 7-7 可知，核医学科验收区域控制区表面污染监测结果最大值为 3.24 Bq/cm²，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的放射性表面污染控制水平要求。

由表 7-5 可知，衰变池废水排放口总 β 放射性最大为 5.72 Bq/L，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）和《山东省医疗机构污染物排放控制标准》（DB 37/596-2020）中放射性废液总 β 不大于 10 Bq/L 的限值要求。

（3）职业人员与公众受照剂量

1) 年有效剂量估算公式

$$H = D_r \times T \times B \quad (\text{式 7-1})$$

式中：H——年有效剂量当量，Sv/a；

T——年受照时间，h；

D_r ——X 剂量率，Sv/h；

B-----居留因子。

2) 照射时间

本项目核医学医师与护士轮流排班操作放射性药物，医师负责摆位、操作设备，本项目所用放射性药物 ^{99m}Tc 、 ^{89}Sr 由厂家分装好后送入医院， ^{18}F 由厂家送入医院后护士或医师进行分装，各操作环节中不同辐射工作人员年最大操作时间见表 7-8。

表7-8 本项目核医学辐射工作人员年最大操作时间

岗位	操作环节	操作时间	日最大诊疗人数 (人/天)	年工作天数/天	年最大受照时间 (h)
医师 护士	^{18}F 药物分装	2min/天	/	250	8.33
	^{18}F 药物质控（活度测定）	5s/人	20	250	6.94
	^{18}F 药物注射	30s/人	20	250	41.67
医师 技师	^{18}F 患者摆位	1min/人	20	250	83.33
	PET-CT设备扫描	20min/人	20	250	1666.67
医师 护士	^{99m}Tc 药物质控（活度测定）	5s/人	20	250	6.94
	^{99m}Tc 药物注射	30s/人	20	250	41.67
医师 技师	^{99m}Tc 患者摆位	1min/人	20	250	83.33
	SPECT-CT设备扫描	20min/人	20	250	1666.67
医师护 士	^{89}Sr 药物质控（活度测定）	5s/人	1	200	0.28
	^{89}Sr 药物注射	30s/人	1	200	1.67

本项目核医学配备 3 名医生（兼职技师）、1 名护士，一般情况下，取药、质量控制、注射过程由护士、医师负责，患者摆位、扫描过程、药物分装、转移铅罐、打开铅罐、指导服药等过程由医师负责，保守估算医师参与核医学所有操作，由此综合估算职业人员最大年有效剂量，详情见下表。

表 7-9 职业人员所受最大年有效剂量

核素	操作环节	年最大受照时间 (h)	辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)			年受照剂量 (mSv/a)		
			手	眼晶体	全身	手	眼晶体	全身
^{18}F	^{18}F 药物分装及质控	8.33	0.50	0.91	0.91	4.17×10^{-3}	7.58×10^{-3}	7.58×10^{-3}
	^{18}F 药物注射	41.67	3.23	1.82	0.68	0.13	0.08	0.03
	^{18}F 患者摆位	83.33	/	15.67	15.67	/	1.31	1.31
	PET-CT设备扫描	1666.67	/	/	0.50	/	/	0.83
$^{99\text{m}}\text{Tc}$	$^{99\text{m}}\text{Tc}$ 药物质控	6.94	0.21	0.18	0.18	1.46×10^{-3}	1.25×10^{-3}	1.25×10^{-3}
	$^{99\text{m}}\text{Tc}$ 药物注射	41.67	0.45	0.45	0.42	0.02	0.02	0.02
	$^{99\text{m}}\text{Tc}$ 患者摆位	83.33	/	/	0.10	/	/	8.33×10^{-3}
	SPECT-CT设备扫描	1666.67	/	/	0.14	/	/	0.23
^{89}Sr	^{89}Sr 药物质控	0.28	0.15	0.13	0.13	4.2×10^{-5}	3.64×10^{-5}	3.64×10^{-5}
	^{89}Sr 药物注射	1.67	2.08	0.83	0.83	3.47×10^{-3}	1.39×10^{-3}	1.39×10^{-3}
医师岗位：人均剂量						0.05	0.47	0.81

综合以上的结果分析，辐射工作人员手部年当量剂量最大值为 0.05 mSv，眼晶体年当量剂量最大值为 0.47 mSv，全身年有效剂量最大值为 0.81 mSv，辐射工作人员年有效剂量低于国家标准限值，也低于医院的管理目标值。

(2) 公众人员年有效剂量

公众成员一般在核医学工作场所外的区域活动，保守起见，取公众成员可能到达位置的检测数值最大值，即患者通道入口防护门处 $0.18 \mu\text{Gy/h}$ 。公众居留因子取 1/4，停留时间取全年的注射时间 85.01 h 则公众成员年有效剂量为： $0.18\times 85.01\times 1/4\div 1000=3.83\times 10^{-3} \text{ mSv/a}$ 。

(4) 环境敏感目标处人员年有效剂量

本期环境敏感目标处 γ 空气吸收剂量率检测值处于本地区辐射天然水平，故本期项目对环境敏感目标处的影响极小。

由上述估算结果可知，本期公众及环境敏感目标公众成员有效剂量最大值为 $3.83\times 10^{-3} \text{ mSv/a}$ ，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中规定的公众成员剂量限值 1.0 mSv/a 的要求，也符合环境影响报告表提出的公众成员年剂量管理约束值 0.1 mSv/a 的要求。

8 验收监测结论

8.1 结论

(1) 项目概况

1) 环评规模：泰安八十八医院位于泰安市环山路 217 号。项目共涉及 2 处乙级非密封放射性物质工作场所，包括：医院拟于门诊楼西侧一层改建 1 处核医学工作场所，拟开展：①使用核素 ^{99m}Tc 进行 SPECT-CT 放射诊断；②使用核素 ^{18}F 、新增核素 ^{68}Ga 进行 PET-CT 放射诊断；③使用核素 ^{32}P 、 ^{89}Sr 进行前列腺癌治疗的治疗。核医学一层诊疗场所日等效最大操作量为 $2.56 \times 10^7 \text{ Bq}$ 。医院拟于门诊楼西侧负一层新建 1 处核医学工作场所，拟使用 ^{131}I 进行甲功测定、甲亢治疗、甲癌治疗。核医学科负一层 ^{131}I 核素诊疗场所日等效最大操作量为 $2.85 \times 10^9 \text{ Bq}$ 。

2) 验收规模：泰安八十八医院位于泰安市环山路 217 号。根据建设单位的发展与规划，2 处核医学工作场所进行分期建设，目前门诊楼西侧核医学一层诊疗工作场所已建成。根据建设项目环境管理条例等法律法规关于分期建设分期验收的规定和要求，本期（即一期）为门诊楼西侧核医学一层诊疗工作场所的竣工环境保护验收。医院对现有核医学工作场所进行了改造，工程内容包括：①优化医院门诊楼一层现有核医学科患者路线，主要包括将原核医学科南侧候诊大厅改建成 1 间 PET-CT 留观室和 1 间 SPECT-CT 留观室；核医学科南、北侧凿墙各安装 1 扇防护门；②在核医学科诊疗场所使用核素锶-89 (^{89}Sr) 开展骨转移瘤治疗等；③利用现有衰变池，并重新铺设放射性废水收集管道。④新购 1 台 PET-CT（最大管电压 140 kV，最大管电流 833 mA），安装于医院现有 PET-CT 机房，使用核素氟-18 (^{18}F) 进行 PET-CT 临床显像诊断。⑤利旧，使用医院现有 1 台 SPECT-CT（最大管电压 130 kV，最大管电流 240 mA）和 1 间 SPECT-CT 机房，使用核素锝-99m (^{99m}Tc) 进行 SPECT-CT 临床显像诊断。日等效最大操作量 $2.368 \times 10^7 \text{ Bq}$ ，许可类型与范围属使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所。

(2) 现场检查结果

1) 组织机构。该院已签订辐射安全工作责任书，法定代表人为辐射工作安全第一责任人，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。

2) 工作制度。制定了《辐射防护与安全保卫制度》《射线装置检修维护制度》《核医学科放射性同位素登记管理制度》《射线装置与放射性同位素台帐管理制度》《辐射工作人员培训计划》《辐射监测方案》等制度。

3) 操作规程。编制了《核医学科操作规程》。

4) 应急程序。编制了《放射事件应急处理预案》，成立了放射事件应急处理领导小组，针对本期一层核医学工作场所该院于 2026 年 4 月开展了辐射安全事故应急综合演练。

5) 人员培训。已制定《辐射工作人员培训计划》，本期共涉及辐射工作人员 4 人，辐射工作人员均参加了核技术利用辐射安全与防护考核（核医学），已取得成绩合格报告单且均在有效期内。

6) 检测方案。编制了《辐射监测方案》，已委托中威检测（山东）有限公司于 2026 年 7 月对一层核医学工作场所进行了辐射防护，已委托山东蓝城分析测试有限公司对衰变池废水总 α 、总 β 放射性进行了检测。建设单位已配备活度计 2 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 台，定期进行自主监测。

7) 档案管理。医院已建立射线装置维修维护档案、辐射安全管理档案、个人剂量监测档案、放射性固废和废水暂存和处理台账等。

8) 个人剂量。该院已分别委托中威检测（山东）有限公司【（鲁）放卫技字（2023）第 A-003 号】和泰安市疾病预防控制中心对本项目工作人员进行了个人剂量监测。建立了个人剂量档案，做到 1 人 1 档。

9) 年度评估。医院承诺每年按照要求编制年度辐射安全与防护状况评估报告，并按时提交至主管部门。

10) 一层核医学工作场所各房间防护门、衰变箱等位置均设有明显的电离辐射警告标志，SPECT-CT、PET-CT 机房防护门上方均设置工作状态指示灯，工作正常。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、门机连锁、监控对讲及电离辐射警告标志等防护装置与措施。

（3）现场检测结果

验收监测期间，工作状态下，核医学科 PET-CT 诊断区环境 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果最大值为 $1.64 \mu\text{Sv/h}$ ；SPECT-CT 诊断区环境 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果最大值为 $0.25 \mu\text{Sv/h}$ ； ^{89}Sr 工作场所环境 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果最大值为 $0.19 \mu\text{Sv/h}$ ，均低于环评批复、《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）周围剂量当量率应小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的要求。

核医学科验收区域控制区表面污染监测结果最大值为 3.24Bq/cm^2 ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的放射性表面污染控制水平要求。

由表 7-5 可知，衰变池废水排放口总 β 放射性最大为 5.72Bq/L ，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）和《山东省医疗机构污染物排放控制标准》（DB 37/596-2020）中放射性废液总 β 不大于 10Bq/L 的限值要求。

（4）职业人员与公众受照剂量结果

根据本次验收监测结果估算，辐射工作人员手部年当量剂量最大值为 0.05mSv ，眼晶体年当量剂量最大值为 0.47mSv ，全身年有效剂量最大值为 0.81mSv ，辐射工作人员年有效剂量低于国家标准限值，也低于医院的管理目标值。

根据验收监测当量剂量率数据估算，本期公众及环境敏感目标公众成员有效剂量最大值为 $3.83 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中规定的公众成员剂量限值 1.0mSv/a 的要求，也符合环境影响报告表提出的公众成员年剂量管理约束值 0.1mSv/a 的要求。

综上所述，泰安八十八医院核医学工作场所应用项目（一期）基本落实了辐射安全管理制度和辐射安全防护各项措施，根据调查、检测和分析的结果，从技术角度论证，泰安八十八医院核医学工作场所应用项目（一期）符合建设项目竣工环境保护验收条件。

8.2 建议

- （1）适时修订辐射安全管理制度，做好自主检测和个人剂量监测。
- （2）定期检查辐射安全设施，确保有效运行。
- （3）每年按照要求编制年度辐射安全与防护状况评估报告，并按时提交至主管部门。

附件 1 委托书

委 托 书

中威检测（山东）有限公司：

根据国环规环评[2017]4号“关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告”的相关要求，我单位泰安八十八医院核医学工作场所应用项目（一期）需进行环保竣工验收，现委托贵公司对该项目进行竣工环境保护验收调查。

特此委托！

项目涉及射线装置：1处乙级非密封放射性物质工作场所。

泰安八十八医院（章）

2026年06月13日



附件 2 《辐射安全许可证》



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：泰安八十八医院

统一社会信用代码：12100000MB08732744

地址：山东省泰安市泰山区环山路217号

法定代表人：刘永强

证书编号：鲁环辐证[09169]

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，乙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：2030年11月27日



发证机关：山东省生态环境厅



发证日期：2026年01月15日

中华人民共和国生态环境部监制



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	泰安八十八医院			
统一社会信用代码	12100000MB08732744			
地 址	山东省泰安市泰山区环山路 217 号			
法定代表人	姓 名	刘永强	联系方式	0538-8839221
辐射活动场所	名 称	场所地址	负责人	
	血管外科	山东省泰安市泰山区环山路 217 号，医院第一住院部一层	范胜家	
	介入诊疗科	山东省泰安市泰山区环山路 217 号，医院第一住院部一层	栾兆生	
	医学影像科	山东省泰安市泰山区环山路 217 号，医院门诊楼一层	崔学峰	
	口腔科	山东省泰安市泰山区环山路 217 号，医院门诊楼四楼	田晓光	
	放疗科	山东省泰安市泰山区环山路 217 号，医院门诊楼负一层	张本华	
	体检中心	山东省泰安市泰山区环山路 217 号，医院体检车	辛英	
	法医 CT 室	山东省泰安市泰山区环山路 217 号，医院法医 CT 室	崔学峰	
	核医学科一层诊疗场所	山东省泰安市泰山区环山路 217 号，核医学科一层诊疗场所	栾兆生	
	核医学科	山东省泰安市泰山区环山路 217 号	栾兆生	
	骨科	山东省泰安市泰山区环山路 217 号，医院第一住院部一层	罗永忠	
证书编号	鲁环辐证[09169]			
有效期至	2030 年 11 月 27 日			
发证机关	山东省生态环境厅			(盖章)
发证日期	2026 年 01 月 15 日			



(一) 放射源

证书编号: 鲁环辐证[09169]

活动种类和范围					使用台账						备注		
序号	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													

2 / 10



(二) 非密封放射性物质

证书编号: 鲁环辐证[09169]

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
1	核医学科 一层诊疗 场所	乙级	Tc-99m	液态	使用	放射性 药物诊 断	1.48E+10	1.48E+7	3.7E+12		
2			Ga-68	液态	使用	放射性 药物诊 断	3.7E+8	3.7E+5	1.92E+10		
3			F-18	液态	使用	放射性 药物诊 断	7.4E+9	7.4E+6	1.85E+12		
4			P-32	液态	使用	放射性 药物治 疗	1.85E+8	1.85E+6	1.85E+9		
5			Sr-89	液态	使用	放射性 药物治 疗	1.48E+8	1.48E+6	2.96E+10		

3 / 10



(三) 射线装置

证书编号: 鲁环辐证[09169]

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	法医 CT 室	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	Ⅲ类	使用	1	16 排 CT	PHILIPS MX16	P16C130031	管电压 140 kV 管电流 400 mA	飞利浦		
2		医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	Ⅲ类	使用	1	模拟定位机 (CT)大孔径	big bore	766137	管电压 140 kV 管电流 666 mA	飞利浦		
3	放疗科	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	Ⅲ类	使用	1	模拟定位机 (CT)大孔径	big bore	75029	管电压 140 kV 管电流 500 mA	飞利浦		
4		粒子能量小于 100 兆电子伏的医用加速器	Ⅱ类	使用	2	直线加速器	precise	153368	粒子能量 15 MeV	医科达		
						直线加速器	Infinity	109584	粒子能量 15 MeV	医科达		

4 / 10



(三) 射线装置

证书编号: 鲁环辐证[09169]

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
5	骨科	医用诊断 X 射线装置	Ⅲ类	使用	3	C 型臂 X 线机	COMPACTL	10572	管电压 120 kV 管电流 20 mA	西门子		
						C 型臂 X 线机	德国 GE OEC	1798	管电压 120 kV 管电流 20 mA	GE		
						移动 C 型臂	Brivo OEC715	BB2SS23000 20HI	管电压 120 kV 管电流 5 mA	GE		
6	核医学科	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	Ⅲ类	使用	1	SPECT/CT	Symbia T2	1219	管电压 140 kV 管电流 300 mA	西门子		
7	核医学科 一层诊疗场所	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	Ⅲ类	使用	1	正电子发射及 X 射线计算机断层扫描成像系统	uMI Vistai	上海联影医疗科技股份有限公司	管电压 140 kV 管电流 833 mA	210070		
8	介入诊疗科	血管造影用 X 射线装置	Ⅱ类	使用	1	数字减影 X 射线血管造影机	飞利浦 Azurion7	2117	管电压 100 kV 管电流	飞利浦		

5 / 10



(三) 射线装置

证书编号: 鲁环辐证[09169]

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
9	口腔科	口腔(牙科) X 射线装置	Ⅲ类	使用	2	(DSA)	M20		1000 mA			
						口腔牙片机	INTRAOS 70	D3495	管电压 90 kV 管电流 15 mA	意大利 FONA		
						口腔颌面锥体计算机断层摄影设备	OP300-1	800073	管电压 100 kV 管电流 15 mA	芬兰		
10	体检中心	医用诊断 X 射线装置	Ⅲ类	使用	1	体检车	宇通牌 ZK5126X YL26	S06P3004052	管电压 150 kV 管电流 630 mA	宇通		
11	血管外科	血管造影用 X 射线装置	Ⅲ类	使用	1	数字减影 X 射线血管造影机 (DSA)	ALLURA XPER FD20	722023167	管电压 100 kV 管电流 1000 mA	飞利浦		
12	医学影像科	医用诊断 X 射线装置	Ⅲ类	使用	5	乳腺机	Selenia ASY-00676	19403101238 3	管电压 35 kV 管电流 100 mA	HOLOGIC		
						悬吊 DR	飞利浦 DigitalDiagnost C90	230024	管电压 150 kV 管电流 800 mA	飞利浦		

6 / 10



(三) 射线装置

证书编号: 鲁环辐证[09169]

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
						数字化胃肠 X 射线机	万东医疗, DRF-7B	221011	管电压 150 kV 管电流 500 mA	万东		
						DR	DX500	20081957001	管电压 150 kV 管电流 630 mA	东软		
13		医用诊断 X 射线装置	Ⅲ类	使用	1	双能骨密度仪	Horizon-Wi	309773M	管电压 140 kV 管电流 10 mA	豪洛捷		
14		医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	Ⅲ类	使用	3	80 排 CT	UCT	13CT600075	管电压 140 kV 管电流 677 mA	联影		
						256 排螺旋 CT	GE (Revolution CT)	CBDSG2300 017HM	管电压 140 kV 管电流 800 mA	GE		
						64 排螺旋 CT	VCT	20479YC2	管电压 140 kV 管电流 800 mA	GE		

7 / 10



此页无内容

(四) 许可证条件

证书编号: 鲁环辐证[09169]



8 / 10



(五) 许可证申领、变更和延续记录

证书编号: 鲁环辐证[09169]

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	2026-01-15	许可证重新申领	鲁环辐证[09169]
2	申请	2025-11-28	申请, 批准时间: 2025-11-28	鲁环辐证[09169]



9 / 10



(六) 附件和附图

证书编号: 鲁环辐证[09169]

10 / 10

附件 3 环评批复文件

环评批复、Ⅲ类射线装置环境影响备案表



审批意见

泰环境审报告表(2024)17号

经研究,对《泰安八十八医院核医学工作场所应用项目环境影响报告表》(以下简称报告表)审批意见如下:

一、泰安八十八医院位于泰安市泰山区环山路 217 号。医院拟对门诊楼一层现有核医学科进行改造,使用核素 ^{18}F 、新增核素 ^{68}Ga 进行 PET-CT 放射诊断;使用核素 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 进行 SPECT-CT 临床显像诊断;使用核素 ^{32}P 、 ^{90}Sr 进行放射治疗,日等效最大操作量为 $2.56 \times 10^7 \text{Bq}$,属于乙级非密封放射性物质工作场所。拟将现核医学科下方地下停车场(负一层)改建为核医学甲亢、甲亢治疗工作场所,使用核素碘-131 (^{131}I) 进行甲亢治疗、甲亢治疗、甲亢测定,日等效最大操作量为 $2.85 \times 10^6 \text{Bq}$,属于乙级非密封放射性物质工作场所。两个场所所有药物均由有核素销售资质的单位供应,不涉及药品的制备。该项目在落实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,我局原则同意按照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、项目设计、建设和运行过程中要认真落实报告表中提出的各项污染措施和风险防控措施,并做好以下工作:

(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。按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《山东省辐射污染防治条例》等法律法规要求,设立辐射安全与环境保护管理机构,配备辐射安全与防护管理人员,明确岗位职责。

2. 落实放射性同位素使用登记制度、操作规程、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度等,建立辐射安全管理档案。

(二)加强辐射工作人员的安全和防护工作

1. 认真落实培训计划,组织辐射工作人员参加辐射安全培训学习和报名考核,考核不合格的,不得上岗。

2. 按照环境保护部《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(部令 18 号)的要求,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,建立辐射工作人员个人剂量档案,做到 1 人 1 档。安排专人负责个人剂量监测管理,发现个人剂量监测结果异常的,应当立即核实和调查,并向生态环境部门报告。

(三)做好辐射工作场所的安全和防护工作

1. 严格落实《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)、《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)、《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)等文件中的辐射防护要求和报告表提出的辐射与安全防护措施、辐射监测方案,落实分区管理、

设置屏蔽和通风设施、急停装置、警示标志等。周边辐射水平和人员所受年有效剂量须满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中有关要求,避免对人体造成辐射伤害。

2. 制定并严格执行辐射环境监测计划。配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器,包括个人剂量测量报警、辐射监测、表面污染检测仪等仪器,定期开展监测,做好监测数据的记录工作。

(四)做好放射性废气的处置工作。工作场所产生的放射性废气经四套独立通风系统收集、活性炭过滤装置过滤后经室顶排放。

(五)做好放射性废水的处置工作。设置放射性废水收集及衰变系统,妥善收集、暂存放射性废水,经衰变确保满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)标准后,排入医院污水处理站处理后外排。

(六)做好放射性固体废物的处置工作。设置放射性固废衰变箱,放射性固体废物在衰变箱停留衰变降至满足解控水平后,可按一般医疗废物处理。

(七)医院应定期检查通风系统活性炭过滤装置的有效性,及时更换活性炭。建立放射性固废和废水暂存和处理台账。

(八)要严格落实报告表提出的各项环境风险事故防范措施,须建立三级防控体系,定期修订辐射事故应急预案,有计划开展辐射事故应急演练。若发生辐射事故,应及时向生态环境、公安和卫健等部门报告。

(九)严格落实各项生态环境安全责任,要落实企业生态环境安全主体责任,将环保设施和项目作为企业安全管理的重要组成部分,对环保设施和项目开展安全风险辨识管理,健全内部管理责任制度,严格依据标准规范建设环保设施和项目,把环保设施和项目安全落实到生产经营工作全过程、各方面。

三、项目建设必须严格执行环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投用的“三同时制度”。项目建成后要按规定的程序进行竣工环境保护验收,经验收合格后方可正式投入使用。

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: 胡晓晓



附件 4 个人剂量一人一档

辐射工作人员个人剂量档案表

姓名	李艳玲	性别	女		
出生年月	1982.04	政治面貌	中共党员		
参加工作时间	2006.07	职务职称	副主任/副主任 医师		
部门、岗位	核医学科副主任医师				
毕业院校及专业	北华大学，临床医学	培训考核情况			
固定电话	0538-8839319	手机	18605381072		
个人剂量监测情况					
序号	剂量片佩戴起、止时间 (以三个月为单位)	监测结果 (mSv)	本人签字	年度累计 (mSv)	本人签字
1	25.2.28-25.5.28	0.05	李艳玲		李艳玲
2	25.5.27-25.8.27	0.16(内)/0.45(外)	李艳玲		李艳玲
3	25.8.28-25.11.28	0.27(内)/0.28(外)	李艳玲		李艳玲
4	25.11.28-26.2.25	0.19(内)/0.29(外)	李艳玲	1.17	李艳玲
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					

辐射工作人员个人剂量档案表

姓名	钟书峰	性别	男		
出生年月	1988.03	政治面貌	中共党员		
参加工作时间	2010.09	职务职称	主治医师		
部门、岗位	核医学科主治医师				
毕业院校及专业	长江大学，医学影像学	培训考核情况			
固定电话	0538-8839319	手机	18660822311		
个人剂量监测情况					
序号	剂量片佩戴起、止时间 (以三个月为单位)	监测结果 (mSv)	本人签字	年度累计 (mSv)	本人签字
1	25.2.28 - 25.5.28	0.33	钟书峰		钟书峰
2	25.5.27 - 25.8.27	0.34(内)/0.52(外)	钟书峰		钟书峰
3	25.8.28 - 25.11.28	0.38(内)/0.59(外)	钟书峰		钟书峰
4	25.11.28 - 26.2.25	0.28(内)/0.37(外)	钟书峰	1.33	钟书峰
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					

辐射工作人员个人剂量档案表

姓名	和燕	性别	女		
出生年月	1982.03	政治面貌	中共党员		
参加工作时间	2001.07	职务职称	主管护师		
部门、岗位	核医学科主管护师				
毕业院校及专业	滨州医学院 护理学		培训考核情况		
固定电话	0538-8839319	手机	13181787710		
个人剂量监测情况					
序号	剂量片佩戴起、止时间 (以三个月为单位)	监测结果 (mSv)	本人签字	年度累计 (mSv)	本人签字
1	25.2.28-25.5.28	0.16	和燕		和燕
2	25.5.27-25.8.27	0.53(内)/0.82(外)	和燕		和燕
3	25.8.28-25.11.28	0.34(内)/0.35(外)	和燕		和燕
4	25.11.28-26.2.25	0.60(内)/0.67(外)	和燕	1.63	和燕
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					

辐射工作人员个人剂量档案表

姓名	王建新	性别	男		
出生年月	1979.11	政治面貌	中共党员		
参加工作时间	2000.5	职务职称	主治医师		
部门、岗位	核医学科主治医师				
毕业院校及专业	泰山医学院，临床医学		培训考核情况		
固定电话	0538-8839319	手机	13176546578		
个人剂量监测情况					
序号	剂量片佩戴起、止时间 (以三个月为单位)	监测结果 (mSv)	本人签字	年度累计 (mSv)	本人签字
1	25.2.28 - 25.5.28	0.30	王建新		王建新
2	25.5.27 - 25.8.27	0.69(内)/0.78(外)	王建新		王建新
3	25.8.28 - 25.11.28	0.28(内)/0.46(外)	王建新		王建新
4	25.11.28 - 26.2.25	0.24(内)/0.40(外)	王建新	1.51	王建新
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					

泰安八十八医院

关于成立辐射安全防护领导小组的通知

各部门：

为加强医院辐射安全防护管理，确保射线装置使用安全，保障患者、医护人员健康，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》的有关规定，特成立辐射安全防护领导小组，具体如下：

一、辐射安全防护领导小组

组 长：王淼

成 员：李云宝、李艳铃、顾松、范胜家、刘德明、于利智、田晓光、孙其志、尚帅（辐射安全与环境保护专职负责人）

二、辐射安全防护领导小组职责

1. 领导小组是负责放射性同位素与射线装置安全和防护工作的专职机构，在许可规定的范围内从事辐射工作。

2. 法人代表是辐射工作安全责任人；

（1）对医院新建、改建、扩建有关辐射防护工程进行可行性研究，并负责审批、备案、环评、验收等相关事宜。

（2）按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》

的要求，每年对辐射工作安全与防护状况进行年度评估，对存在的隐患提出整改方案，在法规规定时间内上报山东省生态环境厅备案。

(3) 负责建立辐射工作人员个人健康档案，并按时组织领导小组和 III 类射线操作人员培训，督促 II 类射线操作人员参加考核，确保人员持证上岗。

(4) 负责国家核技术利用辐射安全管理系统的日常管理工作，确保系统信息完整并与实际情况一致。

3. 小组成员为各射线装置、工作场所管理人员，是场所辐射安全管理第一责任人，负责建立健全安全和防护管理制度、岗位操作规程；制定每台射线装置的辐射事故应急预案，并定期开展专项应急演练；明确岗位职责，建立辐射工作管理档案，采取措施防止辐射事故的发生。

4. 领导小组各成员要认真履行职责，如有造成不良后果的，将依法承担有关法律责任。



附件 6 辐射事故应急演练

核医学科应急预案演练记录

演练时间：2026-6-28		演练地点：核医学科	
演练内容：放射性呕吐物污染应急处理			
演练场景及记录： 场景：放射性呕吐物污染处置 1.检查期间患者因胃部不适呕吐，导致床旁地面污染。和燕立即并通知王建新医师。 2.王建新医师转告相关工作人员，同时报告李艳玲副主任。 3.王建新医师佩戴好个人防护用品，与和燕护士一起用吸附纸吸附喷出的放射性药物，放入衰变桶中，用防护铅砖遮盖污染地面。处置结束后，用表面污染探测仪检测污染指标达标后，和燕护士继续正常工作。 4.科主任按相关规定评价演练效果，负责放射性防护的王建新医师将演练过程和评价结果进行记录。			
参加人员：核医学科全体医护人员			
演 练 效 果 评 价	人员到位情况	☒ 迅速准确 ☐ 基本按时到位 ☐ 个别人员不到位 ☐ 重点岗位文员不到位	
	履职情况	☒ 职责明确，操作熟练 ☐ 职责明确，操作不够熟练 ☐ 职责不明确，操作不熟练	
	物资到位情况	现场物资 ☒ 物资充分，全部有效 ☒ 现场准备不充分 ☐ 现场物资严重缺乏 个人防护 ☒ 全部人员防护到位 ☐ 个别人员防护不到位 ☐ 大部分人员防护不到位	
	协调组织情况	整体组织 ☒ 准确、高效 ☒ 协调基本顺利，能满足要求 ☐ 效率低，有待改进 应急小组分工 ☐ 合理、高效 ☐ 基本合理能完成任务 ☐ 效率低没有完成任务	
	实战效果评估	☒ 达到预期目标 ☐ 基本达到目标，部分环节有待改进 ☐ 没有达到目标，需要重演	
	部门配合协作	报告上级 ☒ 报告及时 ☐ 报告不及时 ☐ 联系不上 配合部门 ☒ 配合、协调好，能及时到达 ☐ 配合、协调差，未及时到达	
	处理结果	☒ 处理到位 ☐ 部分处理不到位 ☐ 大部分处理不到位	
	急救意识	☒ 急救意识强 ☐ 急救意识薄弱 ☐ 急救意识差	
	存在问题及改进措施		
	小结： 做好患者检查前准备工作，仔细询问患者有无潜在呕吐等病情发生，做好呕吐处置工作，不足处，未预先询问病史，做好突发呕吐情况发生，经处理后达到预期效果，未造成再污染情况，在后期工作中做好沟通工作。		
组织者签字：王建新		记录人：王建新	
评价人签字：李艳玲			
组织部门：核医学科			

核医学科 辐射安全演练培训签到表

演练时间	2026 年 6 月 28 日
演练内容	放射性呕吐物污染应急处理
演练地点	核医学科
序号	签名
1	李艳玲
2	丁
3	张雪峰
4	和生
5	梁
6	张新
7	
8	
9	
10	



附件 7 辐射工作人员/管理人员证书

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



钟书峰，男，1988年03月30日生，身份证：371481198803307817，于2025年07月参加 核医学 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS25SD0300153 有效期：2025年08月02日至 2030年08月02日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn



核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



王建新，男，1979年11月02日生，身份证：37120219791102571X，于2025年11月参加 核医学 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS25SD0300275 有效期：2025年11月21日至 2030年11月21日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn



核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



李艳玲，女，1982年04月09日生，身份证：22062119820409112X，于2025年11月参加 核医学 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS25SD0300276

有效期：2025年11月21日 至 2030年11月21日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn



核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



和燕，女，1982年03月18日生，身份证：370902198203183962，于2025年12月参加 核医学 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS25SD0300294

有效期：2025年12月15 至 2030年12月15日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn



附件 8 验收检测报告



正本



中威检测（山东）有限公司

检 测 报 告

中威辐检（HP）字 2026 第 0030 号



项目名称: 辐射环境检测
委托单位: 泰安八十八医院
检测类别: 委托检测

声 明

- 1.报告无本单位检测专用章、骑缝章无效。
- 2.未经本机构批准，不得复制（全文复制除外）本报告。
- 3.报告涂改无效。
- 4.自送样品的委托检测，其检测结果仅对来样负责。
- 5.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。
- 6.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。
- 7.本单位保证检测的客观、真实、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。
- 8.该报告仅适用于生态环境监测领域。

地 址：山东省济南市槐荫区美里东路 3000 号德迈国际中心二期 16 号楼厂房 101

邮 编：250000

电 话：18560127988

网 址：www.rad-test.com

E-mail: fushejiance@163.com



检测报告首页

1、基本情况

客户名称	泰安八十八医院
客户地址	山东省泰安市环山路 217 号
检测日期	2026 年 07 月 07 日~2026 年 07 月 08 日
环境条件	温度：（21.1~23.4）℃；湿度：（49~52）%RH；天气：晴。

2、核医学工作场所所用核素： ^{18}F 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 。

3、检测依据

- （1）《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）
- （2）《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）
- （3）《表面污染测定 第 1 部分 β 发射体（ $E_{\beta\text{max}} > 0.15\text{MeV}$ ）和 α 发射体》（GB/T 14056.1-2008）

4、评价依据

- （1）《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）
- （2）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）

5、检测仪器

设备名称	设备型号	内部编号	检定/校准证书编号	检定/校准有效期至	使用日期
α 、 β 表面污染测量仪	CoMo170	JC02-04-2018	25000301000 3222	2026 年 08 月 28 日	2026 年 07 月 07 日 ~2026 年 07 月 08 日
便携式 x- γ 剂量率仪	BH3103B	JC01-04-2016	26000301000 3420	2027 年 6 月 2 日	2026 年 07 月 07 日 ~2026 年 07 月 08 日

6、主要检测仪器技术指标

设备名称	技术指标
便携式 x- γ 剂量率仪	测量范围：（1~10000） $\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ； 测量精度：0.1 $\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ； 能量响应：25keV~3MeV，极限偏差 $\pm 15\%$ ； 对宇宙射线的能量响应：极限偏差 $\pm 15\%$ （以 RSS-111 高压电离室为标准）； 剂量率指示的固有误差： $\pm 10\%$ ； 角响应：对 ^{137}Cs ，0°~120°，极限偏差 $\pm 15\%$ 。
α 、 β 表面污染测量仪	探测器类型：覆盖有 ZnS 外层的大体积薄塑料层闪烁探测器。 测量时间：连续的，在测量时间模式下或者在可定义秒的固定模式下测量。 探测器尺寸：170 $\times$ 100 $\times$ 1mm ³

7、结论

该院受检核医学工作场所放射防护检测结果符合上述标准要求。

编制人： 封 审核人： 孟俊青 签发人： 展咏梅
中威检测（山东）有限公司（检测专用章）
2026 年 08 月 13 日

检测报告包括：封面、声明、首页和正文，并盖有计量认证章（适用时）、检测章和骑缝章。

检测报告正文

表 1 ¹⁸F 工作场所γ空气吸收剂量率检测结果

点位号	检测位置		评价标准 (μGy/h)	检测结果 (μGy/h)		结论
				测量值	标准差	
A1	PET-CT 检查室 观察窗外 30cm 处	上侧缝隙	<2.5	0.46	0.01	合格
A2		下侧缝隙	<2.5	0.50	0.01	合格
A3		中间位置	<2.5	0.46	0.01	合格
A4		左侧缝隙	<2.5	0.47	0.01	合格
A5		右侧缝隙	<2.5	0.50	0.01	合格
A6	PET-CT 检查室 控制室门外 30cm 处	上侧缝隙	<2.5	0.47	0.01	合格
A7		下侧缝隙	<2.5	1.70	0.01	合格
A8		中间位置	<2.5	0.21	0.01	合格
A9		左侧缝隙	<2.5	0.19	0.01	合格
A10		右侧缝隙	<2.5	0.48	0.02	合格
A11	PET-CT 检查室 机房门外 30cm 处	上侧缝隙	<2.5	1.38	0.01	合格
A12		下侧缝隙	<2.5	1.12	0.01	合格
A13		中间位置	<2.5	1.33	0.01	合格
A14		左侧缝隙	<2.5	1.04	0.01	合格
A15		右侧缝隙	<2.5	1.06	0.01	合格
A16	PET-CT 东墙外 30cm 处		<2.5	0.16	0.01	合格
A17	PET-CT 南墙外 30cm 处		<2.5	0.16	0.01	合格
A18	PET-CT 西墙外 30cm 处		<2.5	0.18	0.01	合格
A19	PET-CT 北墙外 30cm 处		<2.5	0.17	0.01	合格
A20	质控注射室防 护门外 30cm 处	上侧缝隙	<2.5	0.14	0.01	合格
A21		下侧缝隙	<2.5	0.15	0.01	合格
A22		中间位置	<2.5	0.15	0.01	合格
A23		左侧缝隙	<2.5	0.15	0.01	合格
A24		右侧缝隙	<2.5	0.15	0.01	合格
A25	质控注射室东墙外 30cm 处		<2.5	0.15	0.01	合格
A26	质控注射室南墙外 30cm 处		<2.5	0.15	0.01	合格
A27	质控注射室西墙外 30cm 处		<2.5	0.15	0.01	合格
A28	质控注射室北墙外 30cm 处		<2.5	0.15	0.01	合格
A29	卫生通过间防护门外 30cm 处上侧缝隙		<2.5	0.18	0.01	合格
A30	卫生通过间防护门外 30cm 处下侧缝隙		<2.5	0.17	0.01	合格
A31	卫生通过间防护门外 30cm 处中间位置		<2.5	0.19	0.01	合格
A32	卫生通过间防护门外 30cm 处左侧缝隙		<2.5	0.18	0.01	合格

续表 1 ^{18}F 工作场所 γ 空气吸收剂量率检测结果

点 位 号	检测位置		评价标准 ($\mu\text{Gy/h}$)	检测结果 ($\mu\text{Gy/h}$)		结论
				测量值	标准差	
A33	卫生通过间	西防护门外 30cm 处右侧缝隙	<2.5	0.18	0.01	合格
A34		西防护门外 30cm 处上侧缝隙	<2.5	0.45	0.01	合格
A35		西防护门外 30cm 处下侧缝隙	<2.5	0.57	0.01	合格
A36		西防护门外 30cm 处中间位置	<2.5	0.54	0.01	合格
A37		西防护门外 30cm 处左侧缝隙	<2.5	0.61	0.01	合格
A38		西防护门外 30cm 处右侧缝隙	<2.5	0.61	0.01	合格
A39	放废间防护 门外 30cm 处	上侧缝隙	<2.5	0.33	0.50	合格
A40		下侧缝隙	<2.5	0.16	0.01	合格
A41		中间位置	<2.5	0.17	0.01	合格
A42		左侧缝隙	<2.5	0.16	0.01	合格
A43		右侧缝隙	<2.5	0.16	0.01	合格
A44	放废间西墙外 30cm 处		<2.5	0.17	0.01	合格
A45	放废间东墙外 30cm 处		<2.5	0.16	0.01	合格
A46	放废间南墙外 30cm 处		<2.5	0.17	0.01	合格
A47	放废间北墙外 30cm 处		<2.5	0.17	0.01	合格
A48	放废间西墙封死门外 30cm 处		<2.5	0.19	0.01	合格
A49	缓冲间防护 门外 30cm 处	上侧缝隙	<2.5	0.23	0.01	合格
A50		下侧缝隙	<2.5	0.20	0.01	合格
A51		中间位置	<2.5	0.20	0.01	合格
A52		左侧缝隙	<2.5	0.26	0.01	合格
A53		右侧缝隙	<2.5	0.24	0.01	合格
A54	PET-CT 候诊 室	东墙外 30cm 处	<2.5	1.52	0.01	合格
A55		南墙外 30cm 处	<2.5	0.23	0.01	合格
A56		西墙外 30cm 处	<2.5	0.17	0.01	合格
A57		北墙外 30cm 处	<2.5	0.18	0.01	合格
A58		西墙外 30cm 处	<2.5	0.17	0.01	合格
A59	PET-CT 候诊 室防护门外 30cm 处	上侧缝隙	<2.5	1.42	0.01	合格
A60		下侧缝隙	<2.5	1.60	0.01	合格
A61		中间位置	<2.5	1.61	0.01	合格
A62		左侧缝隙	<2.5	1.44	0.01	合格
A63		右侧缝隙	<2.5	0.21	0.02	合格
A64	PET-CT 留观室东墙外 30cm 处		<2.5	0.93	0.01	合格
A65	PET-CT 留观室南墙外 30cm 处		<2.5	1.51	0.01	合格
A66	PET-CT 留观室西墙外 30cm 处		<2.5	0.40	0.01	合格

续表 1 ^{18}F 工作场所 γ 空气吸收剂量率检测结果

点位号	检测位置		评价标准 ($\mu\text{Gy/h}$)	检测结果 ($\mu\text{Gy/h}$)		结论
				测量值	标准差	
A67	PET-CT 留观室防护 门外 30cm 处	上侧缝隙	<2.5	0.70	0.01	合格
A68		下侧缝隙	<2.5	0.73	0.01	合格
A69		中间位置	<2.5	0.75	0.01	合格
A70		左侧缝隙	<2.5	0.67	0.01	合格
A71		右侧缝隙	<2.5	0.65	0.01	合格
A72	患者通道入口防护 门外 30cm 处	上侧缝隙	<2.5	0.17	0.01	合格
A73		下侧缝隙	<2.5	0.18	0.01	合格
A74		中间位置	<2.5	0.17	0.01	合格
A75		左侧缝隙	<2.5	0.18	0.01	合格
A76		右侧缝隙	<2.5	0.17	0.01	合格
A77	患者出口防护门外 30cm 处	上侧缝隙	<2.5	0.18	0.01	合格
A78		下侧缝隙	<2.5	0.17	0.01	合格
A79		中间位置	<2.5	0.17	0.01	合格
A80		左侧缝隙	<2.5	0.17	0.01	合格
A81		右侧缝隙	<2.5	0.17	0.01	合格
A82	分装柜左伸手孔 5cm 处		/	0.40	0.01	/
A83	分装柜右伸手孔 5cm 处		/	0.50	0.01	/
A84	分装柜观察窗外 5cm 处		<2.5	0.91	0.01	合格
A85	分装柜东侧外 5cm 处		<2.5	0.53	0.01	合格
A86	分装柜下侧外 5cm 处		<2.5	0.47	0.01	合格
A87	分装柜北侧外 5cm 处		<2.5	0.52	0.01	合格
A88	分装柜上侧外 5cm 处		<2.5	0.30	0.01	合格
A89	注射台外 30cm 处		/	0.70	0.01	/
A90	注射台左伸手孔		/	2.16	0.02	/
A91	注射台右伸手孔		/	3.23	0.01	/
A92	注射台观察窗		/	1.82	0.01	/
A93	注射台操作位		/	0.68	0.01	/
A94	PET-CT 检查室楼上距地面 1m 处		<2.5	0.16	0.01	合格
A95	PET-CT 留观室楼上距地面 1m 处		<2.5	0.16	0.01	合格
A96	PET-CT 候诊室楼上距地面 1m 处		<2.5	0.16	0.01	合格
A97	质控注射室楼上距地面 1m 处		<2.5	0.16	0.01	合格
A98	放废间楼上距地面 1m 处		<2.5	0.16	0.01	合格
A99	PET-CT 检查室楼下距地面 1.7m 处		<2.5	0.16	0.01	合格
A100	PET-CT 留观室楼下距地面 1.7m 处		<2.5	0.17	0.01	合格

续表 1 ^{18}F 工作场所 γ 空气吸收剂量率检测结果

点位号	检测位置		评价标准 ($\mu\text{Gy/h}$)	检测结果 ($\mu\text{Gy/h}$)		结论
				测量值	标准差	
A101	PET-CT 候诊室楼下距地面 1.7m 处		<2.5	0.16	0.01	合格
A102	质控注射室楼下距地面 1.7m 处		<2.5	0.17	0.01	合格
A103	放废间楼下距地面 1.7m 处		<2.5	0.17	0.01	合格
A104	储源箱西侧 5cm 处		<2.5	0.17	0.01	合格
A105	储源箱北侧 5cm 处		<2.5	0.17	0.01	合格
A106	转移源时头部		/	13.88	0.01	/
A107	转移源时胸部		/	15.67	0.02	/
A108	转移源时腹部		/	14.43	0.01	/
A109	核医学科一层 诊疗场所	东侧门诊楼	/	0.16	0.01	/
A110		南侧警卫值班室	/	0.16	0.01	/
A111		西侧住院三部	/	0.16	0.01	/
A112		西北侧体能训练中心	/	0.16	0.01	/
A113		北侧康宾楼 A	/	0.16	0.01	/
A114		东北侧康宾楼 B	/	0.15	0.01	/
A115		楼上急诊科病房	/	0.15	0.01	/
--	本 底			0.10~0.11		

注：1.上表中检测结果已扣除宇宙射线响应值（宇宙射线响应值为 $1.75\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ）；2.运行前操作位的检测结果为 $0.10\text{ }\mu\text{Gy/h}$ 、分装柜的检测结果为 $0.11\text{ }\mu\text{Gy}$ ；3.源类型： ^{18}F ，检测时源活度按照每人最大用量 $3.7\times 10^8\text{ Bq}$ （10 mCi），每日最大使用量 $7.4\times 10^9\text{ Bq}$ （200 mCi）设置。

表 2 ^{18}F 工作场所 β 表面污染检测结果

点位号	检测位置	检测结果 (Bq/cm^2)	
		平均值	标准差
B1	控制室门把手表面	0.35	0.01
B2	注射室门把手表面	0.38	0.01
B3	注射室地面表面	0.37	0.01
B4	注射室墙面表面	0.43	0.01
B5	注射室分装柜表面	0.41	0.01
B6	注射室注射台表面	3.24	0.02
B7	放废室门把手表面	0.38	0.01
B8	放废室地面表面	0.42	0.01
B9	放废室墙面表面	0.41	0.01
B10	PET 候诊区地面表面	0.39	0.01
B11	PET 候诊区墙面表面	0.40	0.01
B12	PET 候诊区床面表面	0.40	0.01
B13	PET-CT 检查室地面表面	0.39	0.01
B14	PET-CT 检查室墙面表面	0.41	0.01
B15	PET 留观室门把手表面	0.41	0.01
B16	PET 留观室地面表面	0.39	0.01
B17	PET 留观室墙面表面	0.39	0.01
--	本底	0.31~0.38	

注：1.表中所取值均为平均值；2.运行前操作位的检测结果为 $0.33 \text{ Bq}/\text{cm}^2$ 、分装柜处的检测结果为 $0.38 \text{ Bq}/\text{cm}^2$ 。

表 3 ^{99m}Tc 工作场所 γ 空气吸收剂量率检测结果

点位号	检测位置		评价标准 ($\mu\text{Gy/h}$)	检测结果 ($\mu\text{Gy/h}$)		结论
				测量值	标准差	
A1	ECT 检查室控制室外 30cm 处	上侧缝隙	<2.5	0.09	0.01	合格
A2		下侧缝隙	<2.5	0.09	0.01	合格
A3		中间位置	<2.5	0.09	0.01	合格
A4		左侧缝隙	<2.5	0.10	0.01	合格
A5		右侧缝隙	<2.5	0.09	0.01	合格
A6	ECT 检查室观察窗外 30cm 处	上侧缝隙	<2.5	0.08	0.01	合格
A7		下侧缝隙	<2.5	0.09	0.01	合格
A8		中间位置	<2.5	0.10	0.01	合格
A9		左侧缝隙	<2.5	0.09	0.01	合格
A10		右侧缝隙	<2.5	0.10	0.01	合格
A11	ECT 检查室机房门外 30cm 处	上侧缝隙	<2.5	0.11	0.01	合格
A12		下侧缝隙	<2.5	0.14	0.01	合格
A13		中间位置	<2.5	0.11	0.01	合格
A14		左侧缝隙	<2.5	0.11	0.01	合格
A15		右侧缝隙	<2.5	0.11	0.01	合格
A16	ECT 检查室东墙外 30cm 处		<2.5	0.09	0.01	合格
A17	ECT 检查室南墙外 30cm 处		<2.5	0.09	0.01	合格
A18	ECT 检查室西墙外 30cm 处		<2.5	0.09	0.01	合格
A19	ECT 检查室北墙外 30cm 处		<2.5	0.09	0.01	合格
A20	ECT 检查室北墙外 30cm 处		<2.5	0.09	0.01	合格
A21	ECT 检查室楼上距地面 1m 处		<2.5	0.09	0.01	合格
A22	ECT 留观室防护门外 30cm 处	上侧缝隙	<2.5	0.16	0.01	合格
A23		下侧缝隙	<2.5	0.19	0.01	合格
A24		中间位置	<2.5	0.15	0.01	合格
A25		左侧缝隙	<2.5	0.16	0.01	合格
A26		右侧缝隙	<2.5	0.16	0.01	合格
A27	质控注射室东墙外 30cm 处		<2.5	0.10	0.01	合格
A28	质控注射室南墙外 30cm 处		<2.5	0.10	0.01	合格
A29	质控注射室西墙外 30cm 处		<2.5	0.10	0.01	合格
A30	质控注射室北墙外 30cm 处		<2.5	0.09	0.01	合格
A31	质控注射室防护门外 30cm 处上侧缝隙		<2.5	0.11	0.01	合格
A32	质控注射室防护门外 30cm 处下侧缝隙		<2.5	0.11	0.01	合格
A33	质控注射室防护门外 30cm 处中间位置		<2.5	0.10	0.01	合格
A34	质控注射室防护门外 30cm 处左侧缝隙		<2.5	0.11	0.01	合格

续表 3 ^{99m}Tc 工作场所 γ 空气吸收剂量率检测结果

点位号	检测位置		评价标准 ($\mu\text{Sv/h}$)	检测结果 ($\mu\text{Gy/h}$)		结论
				测量值	标准差	
A35	质控注射室防护门右侧缝隙		<2.5	0.11	0.01	合格
A36	质控注射室楼上距地面 1m 处		<2.5	0.09	0.01	合格
A37	卫生通过间东防护门外 30cm 处上侧缝隙		<2.5	0.09	0.01	合格
A38	卫生通过间东防护门外 30cm 处下侧缝隙		<2.5	0.08	0.01	合格
A39	卫生通过间东防护门外 30cm 处中间位置		<2.5	0.10	0.01	合格
A40	卫生通过间东防护门外 30cm 处右侧缝隙		<2.5	0.10	0.01	合格
A41	卫生通过间东防护门外 30cm 处左侧缝隙		<2.5	0.08	0.01	合格
A42	卫生通过间西防护门外 30cm 处上侧缝隙		<2.5	0.10	0.01	合格
A43	卫生通过间西防护门外 30cm 处下侧缝隙		<2.5	0.10	0.01	合格
A44	卫生通过间西防护门外 30cm 处中间位置		<2.5	0.10	0.01	合格
A45	卫生通过间西防护门外 30cm 处左侧缝隙		<2.5	0.10	0.01	合格
A46	卫生通过间西防护门外 30cm 处右侧缝隙		<2.5	0.09	0.01	合格
A47	放废间防护门外 30cm 处	上侧缝隙	<2.5	0.09	0.01	合格
A48		下侧缝隙	<2.5	0.09	0.01	合格
A49		中间位置	<2.5	0.09	0.01	合格
A50		左侧缝隙	<2.5	0.09	0.01	合格
A51		右侧缝隙	<2.5	0.09	0.01	合格
A52	放废间东墙外 30cm 处		<2.5	0.09	0.01	合格
A53	放废间南墙外 30cm 处		<2.5	0.09	0.01	合格
A54	放废间西墙外 30cm 处		<2.5	0.10	0.01	合格
A55	放废间北墙外 30cm 处		<2.5	0.10	0.01	合格
A56	放废间楼上距地面 1m 处		<2.5	0.09	0.01	合格
A57	放废间西墙封死门外 30cm 处		<2.5	0.09	0.01	合格
A58	ECT 候诊室防护门外 30cm 处	上侧缝隙	<2.5	0.16	0.01	合格
A59		下侧缝隙	<2.5	0.15	0.01	合格
A60		中间位置	<2.5	0.15	0.01	合格
A61		左侧缝隙	<2.5	0.16	0.01	合格
A62		右侧缝隙	<2.5	0.15	0.01	合格
A63	ECT 候诊室东墙外 30cm 处		<2.5	0.22	0.01	合格
A64	ECT 候诊室南墙外 30cm 处		<2.5	0.18	0.01	合格
A65	ECT 候诊室楼上距地面 1m 处		<2.5	0.09	0.01	合格
A66	缓冲间防护门外 30cm 处	上侧缝隙	<2.5	0.16	0.01	合格
A67		下侧缝隙	<2.5	0.16	0.01	合格
A68		中间位置	<2.5	0.16	0.01	合格

续表 3 ^{99m}Tc 工作场所 γ 空气吸收剂量率检测结果

点位数	检测位置		评价标准 ($\mu\text{Gy/h}$)	检测结果 ($\mu\text{Gy/h}$)		结论
				测量值	标准差	
A69	缓冲间防护门外 30cm 处右侧缝隙		<2.5	0.16	0.01	合格
A70	缓冲间防护门外 30cm 处左侧缝隙		<2.5	0.16	0.01	合格
A71	患者入口防护门外 30cm 处	上侧缝隙	<2.5	0.16	0.01	合格
A72		下侧缝隙	<2.5	0.16	0.01	合格
A73		中间位置	<2.5	0.16	0.01	合格
A74		左侧缝隙	<2.5	0.16	0.01	合格
A75		右侧缝隙	<2.5	0.16	0.01	合格
A76	患者出口防护门外 30cm 处	上侧缝隙	<2.5	0.16	0.01	合格
A77		下侧缝隙	<2.5	0.16	0.01	合格
A78		中间位置	<2.5	0.16	0.01	合格
A79		左侧缝隙	<2.5	0.16	0.01	合格
A80		右侧缝隙	<2.5	0.15	0.01	合格
A81	ECT 留观室东墙外 30cm 处		<2.5	0.25	0.01	合格
A82	ECT 留观室南墙外 30cm 处		<2.5	0.18	0.01	合格
A83	ECT 留观室西墙外 30cm 处		<2.5	0.19	0.01	合格
A84	ECT 留观室北墙外 30cm 处		<2.5	0.20	0.01	合格
A85	ECT 留观室楼上距地面 1m 处		<2.5	0.09	0.01	合格
A86	ECT 检查室楼下距地面 1.7m 处		<2.5	0.08	0.01	合格
A87	ECT 留观室楼下距地面 1.7m 处		<2.5	0.08	0.01	合格
A88	ECT 候诊室楼下距地面 1.7m 处		<2.5	0.08	0.01	合格
A89	质控注射室楼下距地面 1.7m 处		<2.5	0.09	0.01	合格
A90	放废室楼下距地面 1.7m 处		<2.5	0.09	0.01	合格
A91	分装柜左伸手孔外 5cm 处		/	0.21	0.01	/
A92	分装柜右伸手孔外 5cm 处		/	0.18	0.01	/
A93	分装柜观察窗外 5cm 处		<2.5	0.18	0.01	合格
A94	分装柜东侧 5cm 处		<2.5	0.22	0.01	合格
A95	分装柜南侧 5cm 处		<2.5	0.19	0.01	合格
A96	分装柜上侧 5cm 处		<2.5	0.18	0.01	合格
A97	分装柜下侧 5cm 处		<2.5	0.20	0.01	合格
A98	注射台外 30cm 处		/	0.45	0.01	/
A99	注射台左伸手孔		/	0.19	0.01	/
A100	注射台右伸手孔		/	0.21	0.01	/
A101	注射台观察窗		/	0.45	0.01	/
A102	注射台操作位		/	0.42	0.01	/

续表 3 ^{99m}Tc 工作场所 γ 空气吸收剂量率检测结果

点位数	检测位置	评价标准 ($\mu\text{Gy/h}$)	检测结果 ($\mu\text{Gy/h}$)		结论	
			测量值	标准差		
A103	核医学科一层 诊疗诊疗场所	东侧门诊室	/	0.08	0.01	/
A104		南侧警卫值班室	/	0.08	0.01	/
A105		西侧住院三部	/	0.09	0.01	/
A106		西北侧体能训练中心	/	0.09	0.01	/
A107		北侧康宾楼 A	/	0.09	0.01	/
A108		东北侧康宾楼 B	/	0.08	0.01	/
A109		楼上急诊科病房	/	0.09	0.01	/
A110	源表面 5cm 处（有防护）		/	0.16	0.01	/
A111	源表面 1m 处（有防护）		/	0.10	0.01	/
A112	源表面 5cm 处（无防护）		/	25.02	0.01	/
A113	源表面 1m 处（无防护）		/	6.09	0.01	/
A114	源表面 50cm 处		/	17.62	0.02	/
A115	源表面 5cm 处（注射器防护套）		/	16.36	0.01	/
A116	源表面 50cm 处（注射器防护套）		/	7.18	0.01	/
A117	源表面 1m 处（注射器防护套）		/	3.35	0.02	/

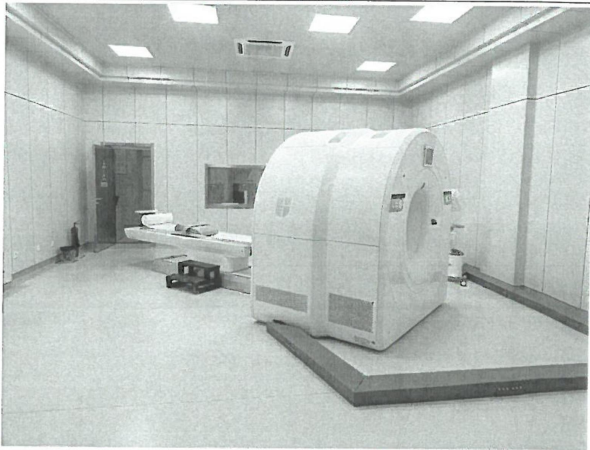
注：1.上表中检测结果已扣除宇宙射线响应值（宇宙射线响应值为 $1.75\times10^{-8}\text{Gy/h}$ ）；2.运行前操作位的检测结果为 $0.11\ \mu\text{Gy/h}$ 、分装柜的检测结果为 $0.12\ \mu\text{Gy}$ ；3.源类型： $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ，检测时源活度按照每人最大用量 $7.4\times10^8\ \text{Bq}$ （20 mCi），每日最大使用量 $1.48\times10^{10}\ \text{Bq}$ （400 mCi）设置。

表 4 ^{99m}Tc 工作场所β表面污染检测结果

点位号	检测位置	检测结果（Bq/cm ² ）	
		平均值	标准差
B1	控制室门把手表面	0.36	0.01
B2	注射室门把手表面	0.38	0.01
B3	注射室地面表面	0.37	0.01
B4	注射室墙面表面	0.41	0.01
B5	注射室分装柜表面	0.40	0.01
B6	注射室注射台表面	3.04	0.04
B7	放废室门把手表面	0.40	0.01
B8	放废室地面表面	0.39	0.01
B9	放废室墙面表面	0.40	0.01
B10	ECT 候诊区地面表面	0.41	0.01
B11	ECT 候诊区墙面表面	0.38	0.01
B12	ECT 候诊区床面表面	0.41	0.01
B13	ECT 检查室地面表面	0.43	0.01
B14	ECT 检查室墙面表面	0.38	0.01
B15	ECT 留观室门把手表面	0.43	0.01
B16	ECT 留观室地面表面	0.41	0.01
B17	ECT 留观室墙面表面	0.41	0.01
--	本底	0.31~0.33	

注：1.表中所取值均为平均值；2.运行前操作位的检测结果为 0.32 Bq/cm²、分装柜处的检测结果为 0.32 Bq/cm²。

现场检测照片



(以下空白)

附件 9 衰变池废水总 α 、总 β 放射性检测报告



SLWH2607248

No: SLWH2607248

检 测 报 告

样 品 名 称

废水

委 托 单 位

泰安八十八医院

检 测 类 别

委托检测

报 告 日 期

2026. 07. 30



山 东 蓝 城 分 析 测 试 有 限 公 司

山东蓝城分析测试有限公司

检验检测报告(首页)

第 1 页 共 3 页

样品名称	废水	样品编号	WH2607248-1~WH2607248-3
委托单位	泰安八十八医院	委托单位地址	泰安市环山路 217 号
委托人	尚帅	联系方式	15853126477
接样时间	2026-07-22	样品来源	客户送样
样品数量	共 3 件（3 件×2.5L）	样品状态、特性	液体
检验检测类别	委托检测	检测日期	2026-07-22~2026-07-30
检验检测地点	山东蓝城分析测试有限公司	检验检测环境	符合标准要求
判定依据	/		
结 论	/  签发日期: 2026 年 07 月 30 日		
备 注	/		

测
专
'697

编制: 闫沁晴 审核: 王敏 签发: 周黎明

山东蓝城分析测试有限公司

检验检测报告(续页)

第 2 页 共 3 页

1、检测方法

检测方法见表 1。

表 1 检测方法一览表

样品类别	参数名称	标准编号	标准名称	检出限	单位
废水	总 α 放射性	HJ 898-2017	水质 总 α 放射性的测定 厚源法	0.043	Bq/L
废水	总 β 放射性	HJ 899-2017	水质 总 β 放射性的测定 厚源法	0.015	Bq/L

2、主要仪器设备

主要仪器设备见表 2。

表 2 主要仪器设备一览表

仪器名称	仪器型号	仪器编号
六路低本底 α β 测量仪	LB-6	YQB5
电子天平	Secura 224-1CN	YQB1

备注：以上仪器均为自有设备。

3、检测结果

样品编号：WH2607248-1（废水）（1#废水衰变池）

序号	参数名称	单位	技术要求	结果	单项判定
1	总 α 放射性	Bq/L	/	ND	/
2	总 β 放射性	Bq/L	/	5.30	/

样品编号：WH2607248-2（废水）（2#废水衰变池）

序号	参数名称	单位	技术要求	结果	单项判定
1	总 α 放射性	Bq/L	/	ND	/
2	总 β 放射性	Bq/L	/	5.72	/

检测专用章

山东蓝城分析测试有限公司

检 验 检 测 报 告(续页)

第 3 页 共 3 页

样品编号: WH2607248-3 (废水) (3#废水衰变池)

序号	参数名称	单位	技术要求	结果	单项判定
1	总 α 放射性	Bq/L	/	ND	/
2	总 β 放射性	Bq/L	/	5.30	/

检验检测报告说明: ND 表示未检出 (小于检出限)

以下空白



泰安八十八医院核医学工作场所应用项目（一期） 竣工环境保护验收意见

2026 年 8 月 14 日，泰安八十八医院根据《泰安八十八医院核医学工作场所应用项目（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》（HJ 1326-2023）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

泰安八十八医院位于泰安市环山路 217 号。根据建设单位的发展与规划，2 处核医学工作场所进行分期建设，目前门诊楼西侧核医学一层诊疗工作场所已建成。根据建设项目环境管理条例等法律法规关于分期建设分期验收的规定和要求，本期（即一期）为门诊楼西侧核医学一层诊疗工作场所的竣工环境保护验收。医院对现有核医学工作场所进行了改造，工程内容包括：①优化医院门诊楼一层现有核医学科患者路线，主要包括将原核医学科南侧候诊大厅改建成 1 间 PET-CT 留观室和 1 间 SPECT-CT 留观室；核医学科南、北侧凿墙各安装 1 扇防护门；②在核医学科诊疗场所使用核素锶-89（ ^{89}Sr ）开展骨转移瘤治疗等；③利用现有衰变池，并重新铺设放射性废水收集管道。④新购 1 台 PET-CT（最大管电压 140 kV，最大管电流 833 mA），安装于医院现有 PET-CT 机房，使用核素氟-18（ ^{18}F ）进行 PET-CT 临床显像诊断。⑤利旧，使用医院现有 1 台 SPECT-CT（最大管电压 130 kV，最大管电流 240 mA）和 1 间 SPECT-CT 机房，使用核素锝-99m（ $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ）进行 SPECT-CT 临床显像诊断。日等效最大操作量 $2.368 \times 10^7 \text{ Bq}$ ，许可类型与范围属使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所。

（二）建设过程及环保审批情况

中威检测（山东）有限公司（原济南中威检测技术有限公司）受建设单位委托，于 2024 年 12 月编制了《泰安八十八医院核医学工作场所应用项目环境影响报告表》，泰安市生态环境局于 2024 年 12 月 26 日对该环境影响报告表以“泰环境审报告表〔2024〕17 号”予以批复（见附件 3）。本期从 2025 年 1 月 13 日开工建设，于 2026 年 1 月 21 日完工并投入调试开始使用。

本项目自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

项目实际总投资 800 万元，辐射安全与防护设施投资 100 万元。

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

1.核医学科一层诊疗工作场所采用实体屏蔽，划分为监督区和控制区进行管理，在控制区出入口处张贴有电离辐射警告标志并设置门禁系统，设有明确的患者或受检者导向标识或导向提示，配备了所需的监控设备和对讲装置，设置合理的医护人员、患者和放射性药物及废物通道。各放射性工作场所当天产生的放射性固体废物按核素种类进行分类收集后，统一暂时存放在废物间的衰变箱内，记录衰变起始时间，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 0.4 Bq/cm^2 后按医疗废物处理，对废物清洁解控并作为一般医疗废物处理。

2.本期项目放射性废水经专用管道收集排入放射性废水处理系统，3 个衰变池并联运行，单个衰变箱有效容积均为 10 m^3 ，总容积为 30 m^3 。充分衰变后，废水可直接排入医院污水处理总站做进一步处理后外排。

3.本期项目设置了 2 套通风系统，废气分别经活性炭过滤装置过

滤后在核医学工作场所楼顶以上高空排放，核医学工作场所楼顶无人员停留。

4.医院在核医学科一层诊疗工作场所为工作人员配备了防护用品，在场所配备放射性污染防护服，医院已为每位工作人员配备个人剂量计，并配备应急及去污用品。场所注射后候诊室、留观抢救室等设置有铅屏风。药物在运输过程分别放置于供源单位提供的专门屏蔽容器内，由供源单位送至指定场所贮存。储源室设置双人双锁、监控等防盗措施。

（二）辐射安全与防护措施和其他管理要求落实情况

1.该院已签订辐射安全工作责任书，法定代表人为辐射工作安全第一责任人，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。制定了《辐射防护与安全保卫制度》《射线装置检修维护制度》《核医学科放射性同位素登记管理制度》《射线装置与放射性同位素台帐管理制度》《辐射工作人员培训计划》《辐射监测方案》《核医学科操作规程》等制度。

2.编制了《放射事件应急处理预案》，成立了放射事件应急处理领导小组，针对本期一层核医学工作场所该医院于 2026 年 4 月开展了辐射安全事故应急综合演练。已制定《辐射工作人员培训计划》，本项目共涉及 4 名辐射工作人员，均参加了核技术利用辐射安全与防护考核（核医学），已取得成绩报告单且在有效期内。

3.已配备活度计 2 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 台，定期进行自主监测。本项目涉及的 4 名辐射工作人员均配备了个人剂量计，已委托有资质单位对辐射工作人员进行个人剂量监测，并建立了个人剂量档案。

三、工程变动情况

本期无变动。

四、工程建设对环境的影响

验收监测结果表明：

（一）验收监测期间，工作状态下，核医学科一层诊疗工作场所 PET-CT 诊断区环境 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果最大值为 1.64 $\mu\text{Sv/h}$ ；SPECT-CT 诊断区环境 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果最大值为 0.25 $\mu\text{Sv/h}$ ； ^{89}Sr 工作场所剂量率监测结果最大值为 0.19 $\mu\text{Sv/h}$ ，均低于环评批复、《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）周围剂量当量率应小于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ 的要求。

核医学科一层诊疗工作场所验收区域控制区表面污染监测结果最大值为 3.24 Bq/cm^2 ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的放射性表面污染控制水平要求。

衰变池废水排放口总 β 放射性最大为 5.72 Bq/L ，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）和《山东省医疗机构污染物排放控制标准》（DB 37/596-2020）中放射性废液总 β 不大于 10 Bq/L 的限值要求。

（二）根据验收监测结果估算，辐射工作人员手部年当量剂量最大值为 0.05 mSv ，眼晶体年当量剂量最大值为 0.47 mSv ，全身年有效剂量最大值为 0.81 mSv ，辐射工作人员年有效剂量低于国家标准限值，也低于医院的管理目标值。

（三）根据验收监测结果估算，本期公众及环境敏感目标公众成员有效剂量最大值为 $3.83 \times 10^{-3} \text{ mSv/a}$ ，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中规定的公众成员剂量限值 1.0 mSv/a 的要求，也符合环境影响报告表提出的公众成员年剂量管理约束值 0.1 mSv/a 的要求。

五、验收结论

泰安八十八医院认真履行了本项目的环境保护审批和许可手续，落实了环评文件及其批复的要求，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及措施运行有效，对环境的影响符合相关标准要求。

综上所述，验收组一致同意泰安八十八医院核医学工作场所应用项目（一期）通过竣工环境保护设施验收。

六、后续要求

（一）适时修订辐射安全管理制度，规范辐射工作人员个人剂量监测工作。

（二）规范操作，落实工作场所表面污染水平等自主监测。

（三）定期检查辐射安全设施，确保有效运行。

泰安八十八医院

2026 年 8 月 14 日

泰安八十八医院

核医学工作场所应用项目（一期）竣工环境保护验收工作组名单

组成		姓名	单位	职务/职称	联系方式	签名
组长	建设单位	李艳玲	泰安八十八医院	副主任医师	18605381072	李艳玲
	验收监测单位	田士龙	中威检测（山东）有限公司	助理工程师	13687624320	田士龙
技术专家		李海亮	山东省医学科学院放射医学研究所	副研究员	15588865615	李海亮
		唐波	山东医学高等专科学校	副主任医师	18853183668	唐波