

东营市人民医院
乙级非密封放射性物质工作场所、医用电子加
速器、 ^{192}Ir 后装机及 ERCP 装置
应用项目（一期）
竣工环境保护验收监测报告表

建设单位/编制单位：东营市人民医院

2025年6月

建设单位/编制单位法人代表： (签字)

项 目 负 责 人：

填 表 人：

建设单位/编制单位：东营市人民医院（盖章）

电话:13864799620

传真: /

邮编:257091

地址:山东省东营市经济技术开发区南一路 317 号

目 录

表 1 项目基本情况.....	1
表 2 项目建设情况	20
表 3 辐射安全与防护设施/措施	45
表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定	75
表 5 验收监测质量保证及质量控制.....	83
表 6 验收监测内容.....	85
表 7 验收监测	89
表 8 验收监测结论	117
附件 1 本次验收项目环评批复.....	121
附件 2 辐射安全许可证.....	126
附件 3 辐射安全管理制度及应急演练记录.....	140
附件 4 核技术利用辐射安全与防护考核成绩单.....	187
附件 5 个人剂量监测报告及个人剂量档案表.....	194
附件 6 自行监测记录表.....	204
附件 7 放射性固体废物台账.....	205
附件 8 回收协议书.....	206
附件 9 竣工环境保护验收监测报告.....	207
附图 1 本期项目地理位置示意图.....	242
附图 2 本期项目周边影像关系图.....	243
附图 3 医院主院区平面布置图.....	244
附图 4 医技楼地下一层平面布置图.....	245
附图 5 医技楼一层平面布置图.....	246
附图 6 本期项目核医学科平面布置图、分区管理及人流、物流示意图.....	247
附图 7 本期项目核医学科放射性废水收集管道示意图	248
附图 8 本期项目核医学科放射性废气收集管道示意图.....	249

建设项目竣工环境保护“三同时”验收登记表

表 1 项目基本信息

建设项目名称	乙级非密封放射性物质工作场所、医用电子加速器、 ¹⁹² Ir 后装机及 ERCP 装置（一期）				
建设单位名称	东营市人民医院				
项目性质	☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建				
建设地点	本期项目建设地点位于山东省东营市经济技术开发区南一路 317 号，主院区医技楼地下一层西侧及北侧				
源项	放射源		/		
	非密封放射性物质		乙级非密封放射性工作场所		
	射线装置		II 类射线装置		
建设项目环评批复时间	2024 年 1 月 16 日		开工建设时间	2024 年 1 月	
取得辐射安全许可证时间	2025 年 1 月 26 日		项目投入运行时间	2025 年 4 月	
辐射安全与防护设施投入运行时间	2025 年 4 月		验收现场监测时间	2025 年 4 月 28 日	
环评报告表审批部门	东营经济技术开发区管理委员会		环评报告表编制单位	山东海美依项目咨询有限公司	
辐射安全与防护设施设计单位	山东省建筑设计研究院有限公司		辐射安全与防护设施施工单位	山东大华医特环保工程有限公司	
投资总概算	9000 万元	辐射安全与防护设施投资总概算	2900 万元	比例	32.22%
实际总概算	10000 万元	辐射安全与防护设施实际总概算	3000 万元	比例	30.00%
验收依据	一、法律、法规和规章制度 1. 《中华人民共和国环境保护法》，中华人民共和国主席令第 9 号公布，2014 年 4 月 24 日修订，2015 年 1 月 1 日施行；				

验收依据	2. 《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国主席令第 6 号公布，2003 年 10 月 1 日施行； 3. 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号公布，2017 年 6 月 21 日修订，2017 年 10 月 1 日施行； 4. 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第 449 号，2005 年 12 月 1 日施行，2014 年 7 月 9 日第一次修订，2019 年 3 月 2 日第二次修订； 5. 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，国家环保总局环发[2006]145 号，2006.9.26 发布； 6. 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第 18 号，2011 年 4 月 18 日公布，2011 年 5 月 1 日施行； 7. 《关于发布<射线装置分类>的公告》，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017.12 施行； 8. 关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告，环境保护部国环规环评[2017]4 号，2017 年 11 月 20 日施行； 9. 《山东省辐射污染防治条例》，山东省人民代表大会常务委员会公告第 37 号，2014 年 5 月 1 日施行； 10. 《山东省环境保护条例》，山东省第十三届人大常委会第七次会议，2018 年 11 月 30 日修订，2019 年 1 月 1 日施行。
验收依据	二、建设项目竣工环境保护验收技术规范、行业标准及技术导则 1. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）； 2. 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）； 3. 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）； 4. 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）； 5. 《职业性内照射个人监测规范》（GBZ 129-2016）； 6. 《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）； 7. 《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）； 8. 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T 201.2-2011）； 9. 《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）；

	10. 《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）； 11. 《表面污染测定第 1 部分 β 发射体($E_{\beta \max} > 0.15\text{MeV}$)和 α 发射体》(GB/T 14056.1-2008)； 12. 《水质 总 β 放射性的测定 厚源法》（HJ 899-2017）； 13. 《水质总 α 放射性的测定厚源法》（HJ 898-2017）； 14. 《高纯锗 γ 能谱分析通用方法》（GB/T 11713-2015） 15. 《水中总 β 放射性的测定 蒸发法：总 α 和总 β 的测量》(EJ/T 900-1994)； 16. 《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）； 17. 《山东省医疗机构污染物排放控制标准》（DB 37/596-2020）。 三、环境影响报告表及其审批部门审批决定 1. 《乙级非密封放射性物质工作场所、医用电子加速器、^{192}Ir 后装机及 ERCP 装置环境影响报告表》，山东海美依项目咨询有限公司，2023 年 12 月； 2. 《乙级非密封放射性物质工作场所、医用电子加速器、^{192}Ir 后装机及 ERCP 装置环境影响报告表》审批意见，东营经济技术开发区管理委员会，东开管环审[2024]8 号。 四、其他相关文件 1. 单位辐射安全许可证； 2. 单位辐射安全管理规章制度等支持性资料。
验收执行标准	一、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 附录 B 内剂量限值要求。 1、人员剂量 （1）职业照射 ①职业照射剂量限值 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），20mSv； b) 任何一年中的有效剂量，50mSv； c) 眼晶体的年当量剂量，150mSv；

验收执行标准	d) 四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。			
	(2) 公众照射			
	①公众照射剂量限值			
	a) 年有效剂量，1mSv；			
	b) 特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。			
	c) 眼晶体的年当量剂量，15mSv；			
	d) 皮肤的年当量剂量，50mSv。			
	②慰问者的剂量限值			
	对患者的慰问者（并非自身职责、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或治疗的患者的人员）所受到的照射加以约束，使他们在患者诊断和治疗期间所受到的剂量不超过 5mSv。			
	2、表面放射性污染			
验收执行标准	职业人员体表、内衣、工作服以及工作场所的设备和地面等表面放射性污染的控制应遵循 GB 18871-2002 附录 B 中表 B11 所规定的限制要求。			
	工作场所的表面污染控制水平如下表所示：			
	表 1-1 工作场所的放射性表面污染控制水平（Bq/cm ² ）			
	表面类型		α 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
		监督区	4×10 ⁻¹	4
	工作服、手套、工作鞋	控制区	4×10 ⁻¹	4
		监督区		
	手、皮肤、内衣、工作袜		4×10 ⁻²	4×10 ⁻¹
	注：1) 该区内的高污染子区除外。			
	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 1-1 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。”			

验收执行标准

3、非密封源工作场所分级

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

日等效操作量=日操作量×核素毒性因子÷操作方式的修正因子

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

4、放射性物质向环境排放的控制

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 倍排放注量的普通下水道，并应对每次排放作好记录：

a) 每月排放的总活度不超过 $10 \text{ ALI}_{\min}$ ($\text{ALI}_{\min}$ 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B1.3.4 和B1.3.5 条的规定获得)；

b) 每一次排放的活度不超过 $1 \text{ ALI}_{\min}$ ，并且每次排放后用不少于 3 倍排放量的水进行冲洗。

根据B1.3.4 和B1.3.5 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 5mSv/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。本项目放射性核素排放导出限值见下表：

验收执行标准	表 1-3 放射性核素排放导出限值				
	放射性核素	职业照射待积有效剂量 (Sv/Bq)		ALI _{min} 一次排放限值 (Bq)	10ALI _{min} 月排放限值 (Bq)
		吸入e(g) _{j.ing}	转移因子f _i		
	^{99m} Tc	2.9×10 ⁻¹¹	0.800	5.52×10 ⁸	5.52×10 ⁹
	¹⁸ F	9.3×10 ⁻¹¹	1.000	2.15×10 ⁸	2.15×10 ⁹
	¹³¹ I	1.1×10 ⁻⁸	1.000	4.55×10 ⁵	4.55×10 ⁶
	二、《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021)				
	4.1.4 开展核医学活动的工作场所应实行分级管理。				
	4.1.5 开展核医学活动的辐射工作场所应划分出控制区和监督区，合理布局工作场所，规划好人流、物流、气流路径，妥善收集、暂存和处理核医学活动中产生的放射性废物。				
	4.1.6 医疗机构应对开展核医学活动的工作场所和周围环境进行定期的辐射监测和评估，证明采取的辐射防护与安全措施的合理性。				
	4.1.7 开展核医学活动的医疗机构应制定恰当的辐射事故应急预案，做好辐射事故应急准备和响应工作安排，有效防范辐射事故或缓解辐射事故的后果。				
	第 4.2 款 辐射工作场所分级				
	应按照 GB 18871 的规定，将辐射工作场所按放射性核素日等效最大操作量的大小分为甲级、乙级和丙级。				
	4.3.1 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。				
	4.3.2 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。				
	4.3.3 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区相连的其他场所或区域。				
	4.3.4 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。				
	4.4.1 剂量限值				

验收执行标准	核医学工作人员职业照射剂量限值应符合 GB 18871 附录 B 中 B1.1 的相关规定,核医学实践使公众成员所受到的剂量照射限值应符合 GB 18871 附录 B 中 B1.2 的相关规定。 4.4.2.1 一般情况下,职业照射的剂量约束值不超过 5mSv/a; 4.4.2.2 公众照射的剂量约束值不超过 0.1mSv/a。 4.4.3 放射性表面污染控制水平 核医学工作场所的放射性表面污染控制水平按照 GB 18871 执行。 4.5.2 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 μ Sv/h 方可出院。 5.1.1 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。 5.1.2 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。 5.1.3 核医学工作场所排风口的位置尽可能远离周边高层建筑。 5.2.1 核医学工作场所应合理布局,住院治疗场所和门诊诊断场所应相对分开布置;同一工作场所内应根据诊疗流程合理设计各功能区域的布局,控制区应相对集中,高活室集中在一端,防止交叉污染。尽量减小放射性药物、放射性废物的存放范围,限制给药后患者的活动空间。 5.2.2 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。 5.2.3 核医学工作场所宜采取合适的措施,控制无关人员随意进入控制区和给药后患者的随意流动,避免工作人员和公众受到不必要的照射。控制区的出入口应设立卫生缓冲区,为工作人员和患者提供必要的可更换衣物、防护用品、冲洗设施和表面污染监测设备。控制区内应设有给药后患者的专用卫生间。 6.1.5 距核医学工作场所各控制区内房间防护门、观察窗和墙壁外表面 30cm 处的周围剂量当量率应小于 2.5 μ 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 μ Sv/h。
--------	---

验收执行标准	6.1.6 放射性药物合成和分装的箱体、通风柜、注射窗等设备应设有屏蔽结构，以保证设备外表面 30cm 处人员操作位的周围剂量当量率小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$，放射性药物合成和分装箱体非正对人员操作位表面的周围剂量当量率小于 $25 \mu\text{Sv/h}$。 6.1.7 固体放射性废物收集桶、曝露于地面致使人员可以接近的放射性废液收集罐体和管道应增加相应屏蔽措施，以保证其外表面 30cm 处的周围剂量当量率小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$。 6.1.8 放射性物质贮存在专门场所内，并应有适当屏蔽。 6.2.1 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。 6.2.3 操作放射性药物的控制区出口应配有表面污染监测仪器，从控制区离开的人员和物品均应进行表面污染监测，如表面污染水平超出控制标准，应采取相应的去污措施。 6.2.4 放射性物质应贮存在专门场所的贮存容器或保险箱内，定期进行辐射水平监测，无关人员不应入内。贮存的放射性物质应建立台账，及时登记，确保账物相符。 6.2.5 应为核医学工作场所内部放射性物质运送配备有足够屏蔽的贮存、转运等容器，容器表面应张贴电离辐射标志，容器在运送时应有适当的固定措施。 6.2.9 扫描机房外门框上方应设置工作状态指示灯。 6.3.1 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。 6.3.3 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。 6.3.4 放射性物质的合成、分装以及挥发性放射性核素的操作应在手套箱、通风橱等密闭设备中进行，防止放射性液体泄漏或放射性气体及气溶胶逸出。手套箱、通风橱等密闭设备应设计单独的排风系统，并在密闭设备的顶壁安装活性炭或其他过滤装置。
--------	--

验收执行标准	6.3.5 通风橱应有足够的通风能力。制备放射性药物的回旋加速器工作区域、碘-131 治疗病房以及设有通风橱、手套箱等场所的通风系统排气口应高于本建筑物屋顶，尽可能远离邻近的高层建筑。 7.1.1 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。 7.1.2 应按照废物最小化的原则区分放射性废物与解控废物，不能混同处理，应尽量控制和减少放射性废物产生量。 7.1.3 核医学实践中产生的短寿命放射性废物，应尽量利用贮存衰变的方法进行处理，待放射性核素活度浓度满足解控水平后，实施解控。不能解控的放射性废物，应送交有资质的放射性废物收贮或处置机构进行处理。 7.1.4 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。 7.2.1.1 固体放射性废物应收集于具有屏蔽结构和电离辐射标志的专用废物桶。废物桶内应放置专用塑料袋直接收纳废物。 7.2.1.2 含尖刺及棱角的放射性废物，应预先进行包装处理，再装入废物桶，防止刺破废物袋。 7.2.1.3 放射性废物每袋重量不超过 20kg。装满废物的塑料袋应密封后及时转送至放射性废物暂存间贮存。 7.2.2.1 产生少量放射性废物和利用贮存衰变方式处理放射性废物的单位，经审管部门批准可以将废物暂存在许可的场所和专用容器中。暂存时间和总活度不能超过审管部门批准的限制要求。 7.2.2.2 放射性废物贮存场所应安装通风换气装置，放射性废物中含有易挥发放射性核素的，通风换气装置应有单独的排风管道。入口处应设置电离辐射警告标志，采取有效的防火、防丢失、防射线泄漏等措施。 7.2.2.3 废物暂存间内应设置专用容器盛放固体放射性废物袋（桶），不同类别废物应分开存放。容器表面应注明废物所含核素的名称、废物的类别、入库日期等信息，并做好登记记录。
--------	--

验收执行标准	7.2.2.4 废物暂存间内不得存放易燃、易爆、腐蚀性物品。 7.2.3.1 固体放射性废物暂存时间满足下列要求的，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平，α 表面污染小于 0.08 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。 7.2.3.2 不能解控的放射性固体废物应该按照放射性废物处理的相关规定予以收集、整备，并送交有资质的单位处理。放射性废物包装体外的表面剂量率应不超过 0.1 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。 7.2.3.3 固体放射性废物的存储和处理应安排专人负责，并建立废物存储和处理台账，详细记录放射性废物的核素名称、重量、废物产生起始日期、责任人员、出库时间和监测结果等信息。 7.3.1.1 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。 7.3.1.2 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。 7.3.1.3 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。 7.3.1.4 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，避免放射性废液集聚，便于检测和维修。 7.3.2.1 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
--------	--

验收执行标准	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。 7.3.2.2 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。 7.3.2.3 核医学诊断和门诊碘-131 治疗场所，可设置推流式放射性废液衰变池。推流式衰变池应包括污泥池、衰变池和检测池。应采用有效措施确保放射性废液经污泥池过滤沉淀固形物，推流至衰变池，衰变池本体分为 3-5 级分隔连续式衰变池，池内设导流墙。污泥池池底有防止和去除污泥硬化淤积的措施。 7.3.3.1 对于槽式衰变池贮存方式： a) 所含核素半衰期小于 24 小时的放射性废液暂存时间超过 30 天后可直接解控排放； b) 所含核素半衰期大于 24 小时的放射性废液暂存时间超过 10 倍最长半衰期（含碘-131 核素的暂存超过 180 天），监测结果经审管部门认可后，按照 GB 18871 中 8.6.2 规定方式进行排放。放射性废液总排放口总 α 不大于 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。 7.3.3.3 放射性废液的暂存和处理应安排专人负责，并建立废物暂存和处理台账，详细记录放射性废液所含的核素名称、体积、废液产生起始日期、责任人员、排放时间、监测结果等信息。 7.4.1 产生气态放射性废物的核医学场所应设置独立的通风系统，合理组织工作场所的气流，对排出工作场所的气体进行过滤净化，避免污染工作场所和环境。 7.4.2 应定期检查通风系统过滤净化器的有效性，及时更换失效的过滤器，更换周期不能超过厂家推荐的使用时间。更换下来的过滤器按放射性固体废物进行收集、处理。 8.1.1 开展核医学诊疗实践的医疗机构应制定辐射监测计划，并按照计划落实监测工作，不具备辐射监测能力的单位，可以委托有能力的单位进行监测。 8.1.2 所有辐射监测记录应建档保存，测量记录应包括测量对象、测量条件、测量方法、测量仪器、测量时间和测量人员等信息。
--------	--

验收执行标准

8.1.3 应定期对辐射监测结果进行评价，监测中发现异常情况应查找原因并及时报告，提出改进辐射防护工作的意见和建议。

8.2.1 应根据使用放射性核素种类、数量和操作方式，对核医学工作场所的外照射剂量率水平和表面放射性污染水平进行监测。

8.2.2 核医学工作场所辐射监测点位、内容和频次应包括但不限于表 1-4 的内容。

表 1-4 核医学工作场所辐射监测关注点位

监测内容	监测点位	监测频次
辐射水平	控制区和监督区所有工作人员和公众可能居留的有代表性的点位和存有放射性物质的装置/设备的表面	不少于 1 次/月
表面放射性污染	放射性核素操作台面、设备表面、墙壁和地面，给药后患者候诊室，核素治疗场所的设施、墙壁和地面等，放射性废物桶和包装袋表面，工作人员的手、皮肤暴露部分及工作服、手套、鞋、帽等。	每次工作结束后（出现放射性药物洒落应及时进行监测）

第 8.3 款 环境监测

开展核医学相关活动的机构应自行或委托有能力的监测机构对工作场所周围环境的辐射水平进行监测，监测频次应不少于 1 次/年。

8.4.1 核医学工作场所的工作人员应佩戴个人剂量计，对个人外照射剂量进行监测。

8.4.3 个人剂量档案应按要求妥善保存，监测数据异常时，及时进行调查。

三、生态环境部关于核医学标准相关条款咨询的复函（辐射函[2023]20 号）

3.1 关于槽式衰变池中含碘-131 放射性废水排放

含碘-131 放射性废水可按照下列任意一种方式进行排放：

（一）根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》第 8.6.2 条规定，经监管部门确认单次排入普通下水道的废水中碘-131 活度不超过 1ALImin（9E+5 贝可），每月排放的废水中碘-131 总活度不超过 10ALImin（9E+6 贝可）。

（二）暂存 180 天后，衰变池废水可以直接排放。

（三）暂存不满 180 天但监测结果表明碘-131 活度浓度已降至不高于 10 贝可/升水平，也可直接排放。

医院应做好相关排放记录。

3.2 关于控制区剂量率

《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021，以下称核医学标准）第 6.1.5

（二）暂存 180 天后，衰变池废水可以直接排放。

（三）暂存不满 180 天但监测结果表明碘-131 活度浓度已降至不高于 10 贝可/升水平，也可直接排放。

医院应做好相关排放记录。

3.2 关于控制区剂量率

《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021，以下称核医学标准)第 6.1.5

验收执行标准	节规定，距核医学工作场所各控制区内房间防护门、观察窗和墙壁外表面 30cm 处的周围剂量当量率应小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$，如屏蔽墙外的房间为人员偶尔居留的设备间等区域，其周围剂量当量率应小于 $10 \mu\text{Sv/h}$。本条规定的具体含义为： 1. 控制区内工作人员经常性停留的场所（人员居留因子$\geq 1/2$），周围剂量当量率应小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$。 2. 控制区内工作人员较少停留或无需到达的场所（人员居留因子$< 1/2$），如给药/注射室防护门外、给药后患者候诊室防护门外、核素治疗住院病房防护门外以及核医学科患者走廊等位置，周围剂量当量率应小于 $10 \mu\text{Sv/h}$。 3.3 关于独立通风要求 核医学标准第 6.3.4 节规定，手套箱、通风橱等密闭设备应设计单独的排风系统。单独的排风系统意为手套箱、通风橱等设备的排风管道在汇入“主排风管道前”的部分，应独立设置，防止发生气体回流和交叉污染。经过滤后的气体汇入到一个主管道中排放不违反标准要求。 四、《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020） 5.2.6 控制区的入口应设置电离辐射警告标志。 5.2.9 应为放射性物质内部运输配备有足够屏蔽的储存、转运等容器。容器表面应设置电离辐射标志。 5.2.10 扫描室外防护门上方应设置工作状态指示灯。 6.2.2 装有放射性药物的给药注射器，应有适当屏蔽。 6.2.3 操作放射性药物时，应根据实际情况，熟练操作技能、缩短工作时间并正确使用个人防护用品。 6.2.4 操作放射性碘化物等挥发性或放射性气体应在通风柜内进行。通风柜保持良好通风，并按操作情况必要时进行气体或气溶胶放射性浓度的监测；操作放射性碘化物等挥发性或放射性气体的工作人员宜使用过滤式口罩。 6.2.6 操作放射性核素的工作人员，在离开放射性工作场所前应洗手和进行表面污染检测，如其污染水平超过表 1-1 规定值，应采取相应去污措施。 6.2.7 从控制区取出物品应进行表面污染检测，以杜绝超过表 1-1 规定的表
--------	---

验收执行标准	面污染控制水平的物品被带出控制区。 6.2.9 放射性物质的贮存容器或保险箱应有适当屏蔽。放射性物质的放置应合理有序、易于取放，每次取放的放射性物质应只限于需用的部分。 6.2.10 放射性物质贮存室应定期进行放射防护监测，无关人员不应入内。 6.2.11 贮存和运输放射性物质时应使用专门容器，取放容器中内容物时，不应污染容器。容器在运输时应有适当的固定措施。 6.2.13 所有放射性物质不再使用时，应立即送回原地安全储存。 五、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198—2021） 第 4.9 款 从事放射治疗的工作人员职业照射和公众照射的剂量约束应符合以下要求： a) 一般情况下，从事放射治疗的工作人员职业照射的剂量约束值为 5mSv/a。 b) 公众照射的剂量约束值不超过 0.1mSv/a。 5.1.1 放射治疗场所的选址应充分考虑其对周边环境的辐射影响，不得设置在民居、写字楼和商住两用的建筑物内。 5.1.2 放射治疗场所宜单独选址、集中建设，或设置在多层建筑物的底层的一端，尽量避开儿科病房、产房等特殊人群及人员密集区域，或人员流动性大的商业活动区域。 5.2.1 放射治疗场所应划分控制区和监督区。一般情况下，控制区包括加速器大厅、治疗室（含迷路）等场所，如质子/重离子加速器大厅、束流输运通道和治疗室，直线加速器机房、含源装置的治疗室、放射性废物暂存区域等。 5.2.2 与控制区相邻的、不需要采取专门防护手段和安全控制措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域划定为监督区（如直线加速器治疗室相邻的控制室及与机房相邻区域等）。 6.1.1 放射治疗室屏蔽设计应按照额定最大能量、最大剂量率、最大工作负荷、最大照射野等条件和参数进行计算，同时应充分考虑所有初、次级辐射对治疗室邻近场所中驻留人员的照射。 6.1.2 放射治疗室屏蔽材料的选择应考虑其结构性能、防护性能，符合最优化要求。 6.1.3 管线穿越屏蔽体时应采取不影响其屏蔽效果的方式，并进行屏蔽补偿。应充分考虑防护门与墙的搭接，确保满足屏蔽体外的辐射防护要求。
--------	--

验收执行标准	6.1.4 剂量控制应符合以下要求： a) 治疗室墙和入口门外表面 30cm 处、邻近治疗室的关注点、治疗室房顶外的地面附近和楼层及在治疗室上方已建、拟建二层建筑物或治疗室旁邻近建筑物的高度超过自辐射源点治疗室房顶内表面边缘所张立体角区域时，距治疗室顶外表面 30cm 处和在该立体角区域内的高层建筑人员驻留处的周围剂量当量率应同时满足下列 1) 和 2) 所确定的剂量率参考控制水平 $\dot{H}_c$： 1) 使用放射治疗周工作负荷、关注点位置的使用因子和居留因子（可依照附录 A 选取），由以下周剂量参考控制水平 $\dot{H}_c$ 求得关注点的导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}$（$\mu\text{Sv/h}$）： 机房外辐射工作人员：$\dot{H}_c \leq 100 \mu\text{Sv/周}$； 机房外非辐射工作人员：$\dot{H}_c \leq 5 \mu\text{Sv/周}$； 2) 按照关注点人员居留因子的不同，分别确定关注点的最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,\max}$（$\mu\text{Sv/h}$）： 人员居留因子 $T > 1/2$ 的场所：$\dot{H}_{c,\max} \leq 2.5 \mu\text{Sv/h}$； 人员居留因子 $T \leq 1/2$ 的场所：$\dot{H}_{c,\max} \leq 10 \mu\text{Sv/h}$； b) 穿出机房顶的辐射对偶然到达机房顶外的人员的照射，以年剂量 $250 \mu\text{Sv}$ 加以控制。 c) 对不需要人员到达并只有借助工具才能进入的机房顶，机房顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平可按 $100 \mu\text{Sv/h}$ 加以控制（可在相应位置处设置辐射告示牌）。 6.2.1 放射治疗工作场所，应当设置明显的电离辐射警告标志和工作状态指示灯等： a) 放射治疗工作场所的入口处应设置电离辐射警告标志； b) 放射治疗工作场所控制区进出口及其他适当位置应设电离辐射警告标志和工作状态指示灯； c) 控制室应设有在实施治疗过程中能观察患者状态、治疗室和迷道区域情况的视频装置，并设置双向交流对讲系统。
--------	--

验收执行标准	6.2.3 放射治疗相关的辐射工作场所，应设置防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全联锁措施： a) 放射治疗室和质子/重离子加速器大厅应设置门一机/源联锁装置，防护门未完全关闭时不能出束 /出源照射，出束/出源状态下开门停止出束或放射源回到治疗设备的安全位置。 b) 放射治疗室和质子/重离子加速器大厅应设置室内紧急开门装置，防护门应设置防夹伤功能； c) 应在放射治疗设备的控制室/台、治疗室迷道出入口及防护门内侧、治疗室四周墙壁、质子/重离子加速器大厅和束流输运通道内设置急停按钮；急停按钮应有醒目标识及文字显示能让在上述区域内的人员从各个方向均能观察到且便于触发； f) 安全联锁系统一旦被触发后，须人工就地复位并通过控制台才能重新启动放射治疗活动；安装调试及维修情况下，任何联锁旁路应通过单位辐射安全管理机构的批准与见证，工作完成后应及时进行联锁恢复及功能测试。 第 7.1 款 医疗机构应对辐射工作场所的安全联锁系统定期进行试验自查，保存自查记录，保证安全联锁的正常有效运行。 第 7.2 款 治疗期间，应有两名及以上人员协调操作，认真做好当班记录，严格执行交接班制度；加速器试用、调试、检修期间，控制室须有工作人员值守。 第 7.3 款 任何人员未经授权或允许不得进入控制区。工作人员须在确认放射治疗或者治疗室束流已经终止的情况下方可进入放射治疗室，进入含放射源或质子/重离子装置的治疗室前须携带个人剂量报警仪。 8.2.2.1 质子/重离子加速器、直线加速器等治疗装置在调试及运行过程中，如活化后的回旋加速器、准直器、束流阻止器及加速器靶等组成部件，在更换或退役时，应作为放射性固体废物处理，拆卸后先放进屏蔽容器或固体废物暂存间衰变暂存，最终送交有资质的单位收贮。 8.2.2.3 建立放射性固体废物台账，存放及处置前进行监测，记录部件名称、质量、辐射类别、监测设备、监测结果（剂量当量率）、监测日期、去向等相关信息，低于清洁解控水平的可作为一般固体废物处置，并做好存档记录。 8.4.1 放射治疗室内应设置强制排风系统，采取全排全送的通风方式，换气次数不少于 4 次/h，排气口位置不得设置在有门、窗或人流较大的过道等位置。
--------	---

验收执行标准	9.2.1 根据使用放射治疗设备种类、能量和使用方式配备相应的辐射监测设备，对辐射工作场所的辐射水平（X-γ 辐射周围剂量当量率、中子辐射周围剂量当量率等）进行监测。 9.2.2 应对放射治疗工作场所机房四周屏蔽墙外 30cm 处、顶棚、操作位、观察窗、防护门，以及其他关注处点开展 X-γ 辐射周围剂量当量率监测。 9.2.3 放射治疗设备安装调试阶段，应在最大工况下，由辐射工作人员进行全面的辐射监测，评估辐射安全状况，确保辐射水平达标。 9.3.1 开展放射治疗相关活动的机构应自行或委托有能力的监测机构对工作场所运行工况下周围环境的辐射水平进行监测，监测频次应不少于 1 次/年。 六、《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T 201.2-2011） 4.2.1 治疗机房墙和入口门外关注点的剂量率参考控制水平 治疗机房墙和入口门外关注点的剂量率应不大于下述 a)、b) 和 c) 所确定的剂量率参考控制水平 $\dot{H}_c$： a) 使用放射治疗周工作负荷、关注点位置的使用因子和居留因子，可以依照附录 A，由以下周剂量参考控制水平 (H_c) 求得关注点的导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}(\mu\text{Sv}/h)$： 1) 放射治疗机房外控制区的工作人员： $H_c \leq 100 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ； 2) 放射治疗机房外非控制区的工作人员： $H_c \leq 5 \mu\text{Sv}/\text{周}$ 。 b) 按照关注点人员居留因子的下列不同，分别确定关注点的最高剂量率参考控制水平 T： 1) 人员居留因子 $T \geq 1/2$ 的场所： $\dot{H}_{c,\max} \leq 2.5 \mu\text{Sv}/h$ ； 2) 人员居留因子 $T < 1/2$ 的场所： $\dot{H}_{c,\max} \leq 10 \mu\text{Sv}/h$ 。 c) 由上述 a) 中的导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}$ 和 b) 中的最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,\max}$，选择其中较小者作为关注点的剂量率参考控制水平 $\dot{H}_c(\mu\text{Sv}/h)$。 4.2.2 治疗机房顶的剂量控制要求
--------	--

验收执行标准	治疗机房顶的剂量应按下述a)、b)两种情况控制: a) 在治疗机房正上方已建、拟建建筑物或治疗机房旁邻近建筑物的高度超过自辐射源点到机房顶内表面边缘所张立体角区域时,距治疗机房顶外表面 30cm处和(或)在该立体角区域内的高层建筑物中人员驻留处,可以根据机房外周剂量参考控制水平 $H_c \leq 5\mu\text{Sv/周}$ 和最高剂量率 $\dot{H}_{c,\max} \leq 2.5\mu\text{Sv/h}$, 按照 4.2.1 求得关注点的剂量率参考控制水平 $\dot{H}_c(\mu\text{Sv/h})$ 加以控制。 b) 除 4.2.2 中a)的条件外,应考虑下列情况: 1) 天空散射和侧散射辐射对治疗机房外的地面附近和楼层中公众的照射。该项辐射和穿出机房墙透射辐射在相应处的剂量(率)的总和,应按 4.2.2 中的a)确定关注点的剂量率参考控制水平 $\dot{H}_c(\mu\text{Sv/h})$ 加以控制; 2) 穿出治疗机房顶的辐射对偶然到达机房顶外的人员的照射,以相当于机房外非控制区人员周剂量率控制指标的年剂量 $250\mu\text{Sv}$ 加以控制; 3) 对不需要人员到达并只有借助工具才能进入的机房顶,考虑上述 1)和 2)之后,机房顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平可按 $100\mu\text{Sv/h}$ 加以控制(可在相应处设置辐射告示牌)。 参照上述标准、《乙级非密封放射性物质工作场所、医用电子加速器、^{192}Ir 后装机及 ERCP 装置应用项目》评价内容及环评批复要求,本期验收执行标准如下: (1) 以 5.0mSv 作为职业人员的年剂量约束值,以 125mSv 作为核医学科职业人员四肢的年剂量约束值,以 0.1mSv 作为公众成员的年剂量约束值。 (2) 以 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 作为加速器治疗室屏蔽体外 30cm 处剂量率目标控制值;以 $10\mu\text{Sv/h}$ 作为核医学科控制区内部各房间防护门外及甲癌患者病房区域东墙、北墙、南墙外 30cm 处的剂量率目标控制值,以 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 作为核医学科控制区内各房间外 30cm 处及控制区外 30cm 处的剂量率目标控制值;以 $2.5\mu\text{Sv/h}$、$25\mu\text{Sv/h}$ 分别作为放射性药物合成和分装的箱体、通风柜、注射窗等设备操作位一侧外表面 30cm 处和非正对人员操作位表面的剂量当量率控制目标值;以 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 作为放射性废物桶、曝露于地面且人员可以接近的放射性废液收集罐体和管道外表面 30cm 处的剂量当量率控制目标值。
--------	--

验收执行标准

(3) 以 $4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 、 $0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 分别作为控制区和监督区(工作台、设备、墙壁、地面)的 α 表面污染控制水平;以 $40\text{Bq}/\text{cm}^2$ 、 $4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 分别作为控制区和监督区(工作台、设备、墙壁、地面)的 β 表面污染控制水平。

(4) 以 $1\text{Bq}/\text{L}$ 、 $10\text{Bq}/\text{L}$ 、 $10\text{Bq}/\text{L}$ 分别作为衰变池末端排放口废水中总 α 、总 β 、 ^{131}I 控制目标值。

(5) 本次验收参照《南水北调东线山东段沿线土壤的放射性水平》(邓大平等,中国辐射卫生 2006 年 12 月第 15 卷 第 4 期),南水北调山东段沿线土壤中的总 β 放射性水平[总 β ($510\sim 858$) Bq/kg]进行评价。

七、环境天然放射性水平

根据山东省环境监测中心站对山东省环境天然放射性水平的调查,东营市环境天然 γ 空气吸收剂量率见表 1-5。

表 1-5 东营市环境天然辐射水平 ($\times 10^{-8}\text{Gy}/\text{h}$)

监测内容	范 围	平均值	标准差
原 野	4.21~6.75	5.15	0.62
道 路	2.10~6.85	4.43	1.21
室 内	8.81~12.89	10.66	0.91

表 2 项目建设情况

2.1 项目建设内容

一、项目基本情况

东营市人民医院（以下简称：医院）于 1992 年 5 月 1 日正式开诊，经过 25 年的建设和发展，现已成为黄河三角洲地区一家集医疗、教学、科研、急救、预防、保健、养老为一体的现代化综合三级医院。2011 年 7 月 5 日，东营市人民政府与山东省立医院（集团）合作共建东营市人民医院。

医院包括东营市人民医院（以下简称：主院区）、东营市市立儿童医院、老年乐园和东营市人民医院北院三部分，建筑面积 34 万 m²，固定资产 20 亿元，编制床位 1719 余张，年门诊量 145 万人次，出院病人 7 万余人次，手术 2 万台次。现有职工 2600 余人，其中高级职称 500 余人，中级职称 1370 余人，博士、硕士研究生 670 余人。医院形成“西侧儿童医院、中间医院主体，东侧老年乐园”的“一体两翼”典范性医疗建筑格局，广大人民群众的就医条件实现了质的飞跃。

2023 年 12 月，医院委托山东海美依项目咨询有限公司编制了《乙级非密封放射性物质工作场所、医用电子加速器、¹⁹²Ir 后装机及 ERCP 装置应用项目环境影响报告表》，项目建设内容为：（1）本项目核医学科拟建于医技楼地下一层西侧，其中场所南侧区域拟利用 ¹³¹I 开展甲功测定、甲亢及甲癌治疗（由于甲癌患者需住院，因此该区域以下简称“病房区域”），场所北侧区域拟购置 1 台 ECT 和 1 台 PET-CT（PET-CT 属 III 类射线装置），开展核素 ^{99m}Tc、¹⁸F、⁸⁹Sr 的应用（各核素患者无需住院，因此该区域以下简称“门诊区域”）。本项目核医学科场所日等效最大操作量为 2.51×10^9 Bq，属乙级非密封放射性物质工作场所；（2）本项目放疗科拟建于医技楼地下一层北侧，涉及三座加速器机房及一座后装机机房，其中三座加速器机房自东向西依次为 1#加速器机房、2#加速器机房、3#加速器机房，拟将现有 2100CD 型医用电子加速器搬迁至 1#加速器机房，将现有 Trilogy 型医用电子加速器搬迁至 3#加速器机房，同时新购置 1 台 Trilogy 型医用电子加速器安装于 2#加速器机房，新购置 1 台后装机安装于后装机机房，其中医用电子加速器属 II 类射线装置，后装机内置 1 枚 ¹⁹²Ir 放射源，填装活度 3.7×10^{11} Bq，属 III 类放射源；（3）内镜中心拟建于医技楼四层西北侧，涉及一座 ERCP 机房，拟新增 1 台 ERCP 装置，最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA，型号未定，ERCP 装置属于 II 类射线装置。2024 年 1 月 16 日，东营经济技术开发区管理委员会以“东开管环审[2024]8 号”文对该项目进行了审批。

医院现持有辐射安全许可证（鲁环辐证[05048]），许可种类和范围和使用Ⅴ类放射源；使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级、丙级非密封放射性物质工作场所，有效期至2030年1月25日。本期验收的相关项目均已进行辐射安全许可证许可登记。

二、项目建设内容及规模

环评规模：（1）本项目核医学科拟建于医技楼地下一层西侧，其中场所南侧区域拟利用 ^{131}I 开展甲功测定、甲亢及甲癌治疗，场所北侧区域拟购置1台ECT和1台PET-CT，开展核素 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{18}F 、 ^{89}Sr 的应用。本项目核医学科场所日等效最大操作量为 $2.51\times 10^9\text{Bq}$ ，属乙级非密封放射性物质工作场所；（2）本项目放疗科拟建于医技楼地下一层北侧，涉及三座加速器机房及一座后装机机房，其中三座加速器机房自东向西依次为1#加速器机房、2#加速器机房、3#加速器机房，拟将现有2100CD型医用电子加速器搬迁至1#加速器机房，将现有Trilogy型医用电子加速器搬迁至3#加速器机房，同时新购置1台Trilogy型医用电子加速器安装于2#加速器机房，新购置1台后装机安装于后装机机房，其中医用电子加速器属Ⅱ类射线装置，后装机内置1枚 ^{192}Ir 放射源，填装活度 $3.7\times 10^{11}\text{Bq}$ ，属Ⅲ类放射源；（3）内镜中心拟建于医技楼四层西北侧，涉及一座ERCP机房，拟新增1台ERCP装置，最大管电压为125kV，最大管电流为1000mA，型号未定，ERCP装置属于Ⅱ类射线装置。

验收规模：医院对项目进行了分期建设，分期验收；本次验收为一期验收内容：于医院主院区医技楼地下一层西侧建设一处核医学工作场所，场所南侧区域利用 ^{131}I 开展甲功测定、甲亢及甲癌治疗，场所北侧区域购置1台ECT和1台PET-CT开展核素 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{18}F 、 ^{89}Sr 的应用。本期项目核医学科场所日等效最大操作量为 $2.51\times 10^9\text{Bq}$ ，属乙级非密封放射性物质工作场所；（2）于医院主院区医技楼地下一层北侧建设1处放疗科，涉及两座加速器机房，两座加速器机房分别为1#加速器机房（西侧）、3#加速器机房（东侧），将原有Trilogy型和2100CD型医用电子加速器分别搬迁至1#加速器机房、3#加速器机房；属使用Ⅱ类射线装置。在项目建设过程中，医院将环评阶段中1#加速器机房和3#加速器机房名称进行了交换，该内容已进行辐射安全许可证登记备案。验收监测时核医学工作场所、医用电子加速器均正常运行。本期验收涉及的放射性同位素及射线装置一览表详见表2-1～表2-2。

表 2-1 本期验收涉及的非密封放射性物质情况

核素	每日最大操作量 (Bq)	年最大操作量 (Bq)	操作方式	日等效最大操作量 (Bq)	工作场所	场所等级
^{99m}Tc	9.25×10^9	2.31×10^{12}	很简单的操作	9.25×10^6	医技楼地下一层西侧核医学科	乙级
^{18}F	2.96×10^9	7.40×10^{11}	很简单的操作	2.96×10^6		
^{89}Sr	9.25×10^8	4.625×10^{10}	简单操作	9.25×10^7		
^{131}I	甲功测定	1.85×10^6	简单操作	1.85×10^5		
	甲亢	1.85×10^9		1.85×10^8		
	甲癌	2.22×10^{10}		2.22×10^9		

表 2-2 本期验收涉及的射线装置情况

序号	装置名称	型号	数量	主要参数	类别	工作场所	备注
1	医用电子加速器	Trilogy	1	X 射线: 10MV 电子线: 22MeV	II 类	医技楼地下一层放疗科 1#加速器机房	原有装置搬迁
2	医用电子加速器	2100CD	1	X 射线: 10MV 电子线: 18MeV	II 类	医技楼地下一层放疗科 3#加速器机房	

三、项目总平面布置、建设地点和周围环境敏感目标分布情况

东营市人民医院注册地址位于山东省东营市经济技术开发区南一路 317 号。本期项目核医学科和放疗科分别位于山东省东营市经济技术开发区南一路 317 号,医院主院区医技楼地下一层西侧,涉及一处核医学工作场所,乙级非密封放射性物质工作场所;放疗科位于医院主院区医技楼地下一层北侧,涉及二座加速器机房。本期项目所在地理位置见附图 1,周边关系影像见附图 2。

经现场勘查,本期项目场所四周毗邻关系见表 2-3。本期项目医院主院区总平面布置见附图 3,医技楼地下一层平面布置附图 4,医技楼一层见附图 5,加速器治疗室 1、加速器治疗室 3 平面布置图及分区图、剖面图见图 2-2~图 2-3。

医院主院区医技楼为地上 5 层、地下 1 层建筑,放疗科和核医学科分别位于医技楼地下一层北侧及西侧,位于该建筑物底层的一端,相对独立,周围无儿科病房、产房等特殊人群及人员密集区,不邻接产科、儿科及食堂等部门,周围无关人员居留较少,两科室相对集中分布。经现场勘查,本期项目评价范围内无居民区、学校等环境保护目标。

本期项目核医学工作场所、加速器治疗室现场勘查情况见图 2-1 所示。

表 2-3 本期项目场所四周比邻关系一览表

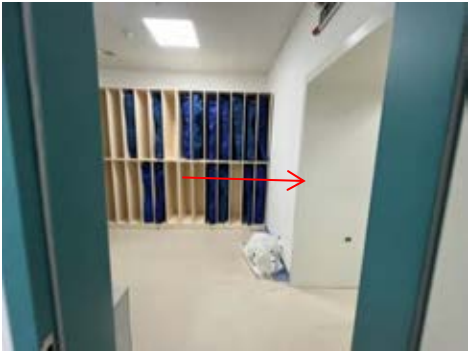
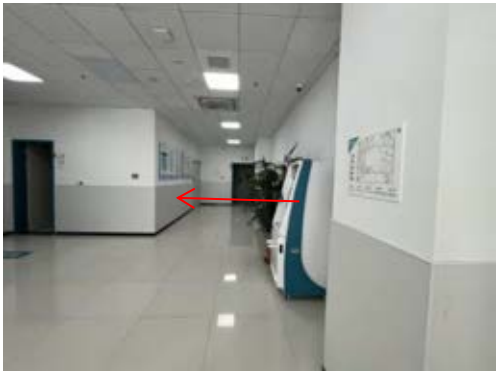
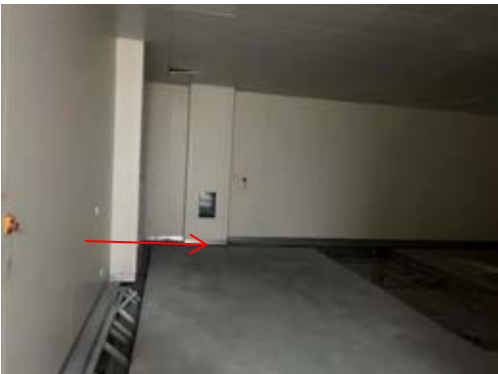
工作场所	方向	周围场所名称（0~50m）
核医学工作场所	北面	土层，东北侧上方约 47m 处为洗衣房
	东面	走廊、三座加速器机房、新风机房、模具存放室、治疗室等放疗科房间、庭院、钢瓶间、水处理机房、库房、报警阀室等，东北侧上方约 47m 处为洗衣房
	南面	库房、新风机房、消防水泵房、消防水池、电梯及楼梯、生活水泵房、地下土层，南侧上方约 35m 处为急诊综合大楼
	西面	地下土层，西侧上方约 5m 处为放疗中心，西侧上方约 10m 处为闲置感染科病房楼
	楼上	主任办公室、新风机房、阅片室、接待室、CT 机房（预留）、CT 机房、核磁共振机房等影像中心房间
	楼下	地下土层
三座加速器治疗室	北面	地下土层，加速器治疗室 3 东北侧上方约 20m（即加速器治疗室 2 东北侧约 25m 上方、加速器治疗室 1 东北侧上方约 35m）处为洗衣房；加速器治疗室 3 东北侧上方约 20m（即加速器治疗室 2 东侧上方约 33m、加速器治疗室 1 东侧上方约 45m）处为门诊综合大楼；加速器治疗室 3 东北侧上方约 35m（即加速器治疗室 1 东北侧上方约 45m）处为餐厅
	东面	弱电间、强电间、管井、走廊、库房、水冷机房、设备机房、后装机机房、地下土层
	南面	准备间、控制室、水冷机房、走廊、新风机房、污水间、模具存放室、治疗室、计划室、控制室、大孔径 CT 机房、医办等放疗科房间、庭院、甲癌病房、钢瓶间、水处理机房、库房、生活水泵房、库房、配电室
	西面	楼梯及电梯、走廊、会议室、医办、更衣室、诊室、休息室、医办、仓库、男卫及女卫等核医学科房间、地下土层，加速器治疗室 1 西侧上方约 38m（即加速器治疗室 2 西侧约 50m）处为闲置感染科病房楼
	楼上	电梯门厅、女更及男更、示教室、新风机房、走廊、核磁、设备间、控制室
	楼下	地下土层

	
核医学工作场所南侧、西侧通道	核医学工作场所东侧、北侧庭院
	
核医学工作场所楼上走廊	核医学工作场所质控室 1 (^{18}F)
	
核医学工作场所质控室 2 ($^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{89}Sr)	核医学工作场所质控室 3 (^{131}I)
	
核医学工作场所注射室 1	核医学工作场所注射室 2
图2-1 本期项目核医学科、放疗科现状照片	

	
核医学工作场所贮源室	核医学工作场所污物暂存间
	
核医学工作场所 PET 注射后候诊室 1	核医学工作场所PET注射后候诊室2
	
核医学工作场所ECT注射后候诊室1	核医学工作场所ECT注射后候诊室2
	
核医学工作场所服碘室	核医学工作场所诊断区域患者走廊

续图2-1 本期项目核医学科、放疗科现状照片

	
核医学工作场所PET-CT机房	核医学工作场所ECT机房
	
核医学工作场所甲亢留观室	核医学工作场所病房区域卫生通过间
	
核医学工作场所甲癌病房1	核医学工作场所甲癌病房2
	
核医学工作场所甲癌病房3	核医学工作场所被服衰变室
续图2-1 本期项目核医学科、放疗科现状照片	

	
1#加速器治疗室南侧控制室	1#加速器治疗室南侧准备间
	
1#加速器治疗室内	1#加速器治疗室西侧核医学科候诊大厅
	
1#加速器治疗室东侧2#加速器治疗室（未建设完成）	3#加速器治疗室迷路
	
3#加速器治疗室内	放疗科加速器治疗室楼上走廊
续图2-1 本期项目核医学科、放疗科现状照片	



3#加速器治疗室南侧控制室



3#加速器治疗室东侧走廊



3#加速器治疗室西侧2#加速器治疗室（未建设完成）



放疗科加速器治疗室楼上更衣室

续图2-1 本期项目核医学科、放疗科现状照片

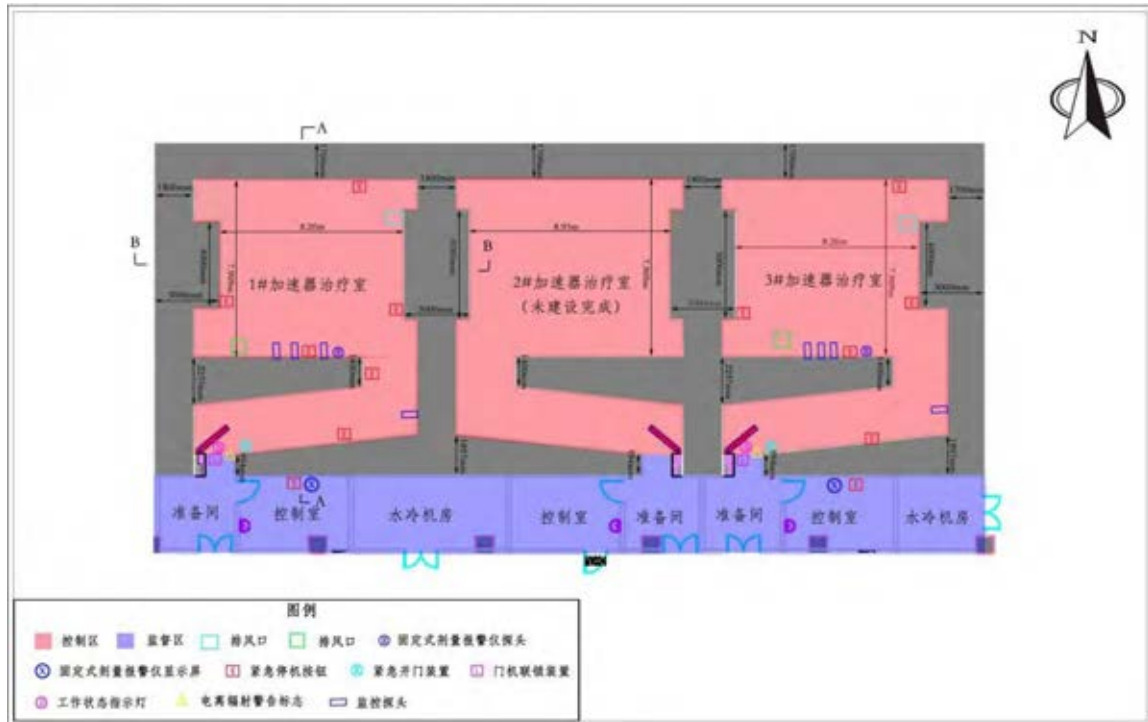
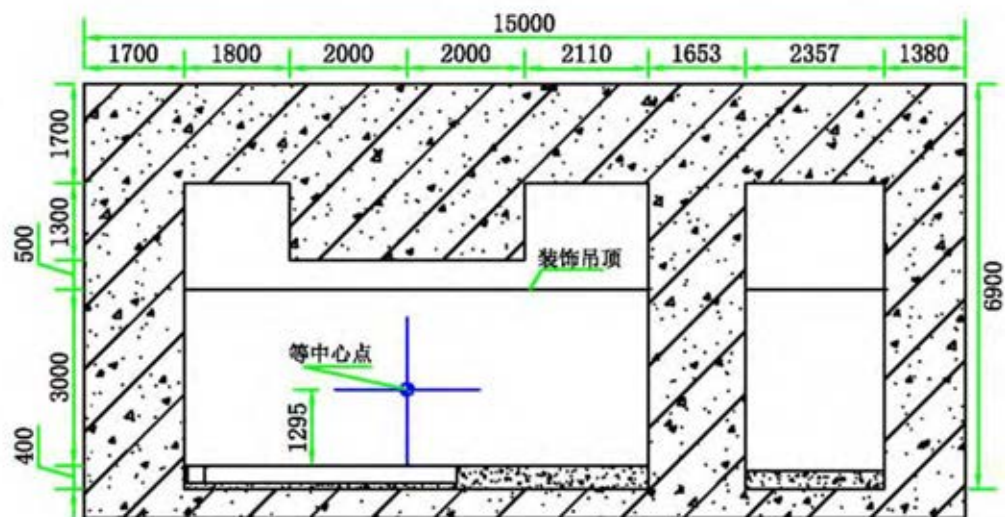
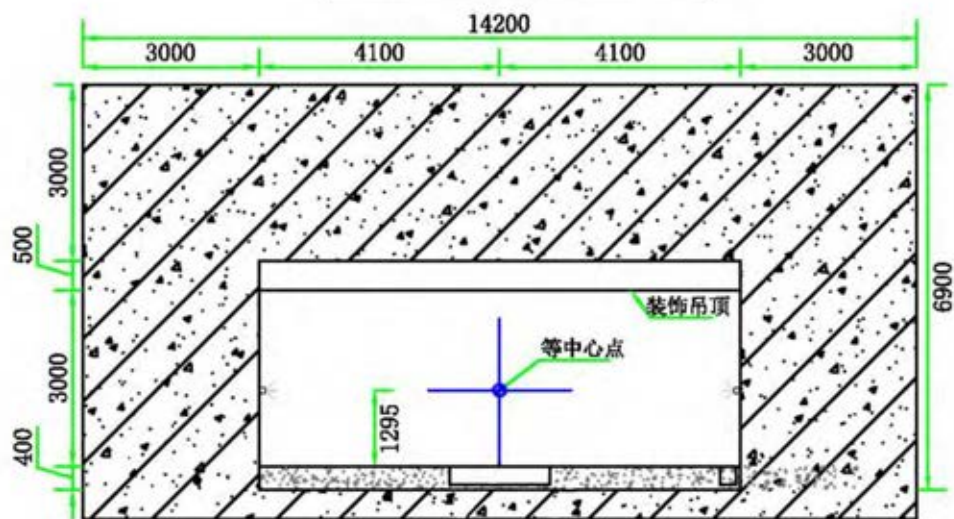


图2-2 本期项目加速器治疗室1、加速器治疗室3平面布置图及分区图



加速器机房剖面图 (A-A)



加速器机房剖面图 (B-B)

图2-3 本期项目加速器治疗室1、加速器治疗室3剖面图

四、环境影响报告表及其审批部门审批决定建设内容与实际建设内容一览表

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

表 2-4 本期项目环境影响报告表建设内容与验收情况对比表

环评内容	现场状况	备注
(1) 本项目核医学科拟建于医技楼地下一层西侧，其中场所南侧区域拟利用 ^{131}I 开展甲功测定、甲亢及甲癌治疗，场所北侧区域拟购置 1 台 ECT 和 1 台 PET-CT (PET-CT 属 III 类射线装置)，开展核素 $^{99\text{m}}\text{Tc}$、^{18}F、^{89}Sr 的应用。本项目核医学科场所日等效最大操作量为 $2.51 \times 10^9 \text{Bq}$，属乙级非密封放射性物质工作场所； (2) 本项目放疗科拟建于医技楼地下一层北侧，涉及三座加速器机房及一座后装机机房，其中三座加速器机房自东向西依次为 1#加速器机房、2#加速器机房、3#加速器机房，拟将现有 2100CD 型医用电子加速器搬迁至 1#加速器机房，将现有 Trilogy 型医用电子加速器搬迁至 3#加速器机房，同时新购置 1 台 Trilogy 型医用电子加速器安装于 2#加速器机房，新购置 1 台后装机安装于后装机机房，其中医用电子加速器属 II 类射线装置，后装机内置 1 枚 ^{192}Ir 放射源，封装活度 $3.7 \times 10^{11} \text{Bq}$，属 III 类放射源；(3) 内镜中心拟建于医技楼四层西北侧，涉及一座 ERCP 机房，拟新增 1 台 ERCP 装置，最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA，型号未定，ERCP 装置属于 II 类射线装置。	医院对项目进行了分期建设，分期验收；本次验收为一期验收内容：于医院主院区医技楼地下一层西侧建设一处核医学工作场所，场所南侧区域利用 ^{131}I 开展甲功测定、甲亢及甲癌治疗，场所北侧区域购置 1 台 ECT 和 1 台 PET-CT 开展核素 $^{99\text{m}}\text{Tc}$、^{18}F、^{89}Sr 的应用。本期项目核医学科场所日等效最大操作量为 $2.51 \times 10^9 \text{Bq}$，属乙级非密封放射性物质工作场所；(2) 于医院主院区医技楼地下一层北侧新建 1 处放疗科，涉及两座加速器机房，两座加速器机房分别为 1#加速器机房（西侧）、3#加速器机房（东侧），将原有 Trilogy 型和 2100CD 型医用电子加速器分别搬迁至 1#加速器机房、3#加速器机房；属使用 II 类射线装置。在项目建设过程中，医院将环评阶段中 1#加速器机房和 3#加速器机房名称进行了交换，该内容已进行辐射安全许可证登记备案。	本期项目与环评基本一致

表 2-5 本期项目环境影响报告表批复建设内容与验收情况对比表

环境影响报告表批复意见	验收时落实情况	备注
一、项目位于山东省东营市东营经济技术开发区南一路 317 号，东营市人民医院主院区医技楼地下一层西侧及北侧、四层西北侧。主要新建以下内容：(1) 在医技楼地下一层西侧的南侧区域拟利用 ^{131}I 开展甲功测定、甲亢及甲癌治疗，北侧区域拟购置 1 台 ECT 和 1 台 PET-CT (PET-CT 属 III 类射线装置)，开展核素 $^{99\text{m}}\text{Tc}$、^{18}F、^{89}Sr 的应用，该科场所日等效最大操作量为 $2.51 \times 10^9 \text{Bq}$，属乙级非密封放射性物质工作场所。(2) 在医技楼地下一层北侧建设三座加速器机房及一座后装机机房，其中三座加速器机房自东向西依次为 1#加速器机房、2#加速器机房、3#加速器机房，拟将现有 2100CD 型医用电子加速器搬迁至 1#加速器机房，将现有 Trilogy 型医用电子加速器搬迁至 3#加速器机房，同时新购置 1 台 Trilogy 型医用电子加速器安装于 2#加速器机房，新购置 1 台后装机安装于后装机机房，其中医用电子加速器属 II 类射线装置，后装机内置 1 枚 ^{192}Ir 放射源，封装活度 $3.7 \times 10^{11} \text{Bq}$，属 III 类放射源。(3) 在医技楼四层西北侧新建一座 ERCP 机房，拟新增 1 台 ERCP 装置；最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA，属于 II 类射线装置。	医院对项目进行了分期建设，分期验收；本次验收为一期验收内容：于医院主院区医技楼地下一层西侧建设一处核医学工作场所，场所南侧区域利用 ^{131}I 开展甲功测定、甲亢及甲癌治疗，场所北侧区域购置 1 台 ECT 和 1 台 PET-CT 开展核素 $^{99\text{m}}\text{Tc}$、^{18}F、^{89}Sr 的应用。本期项目核医学科场所日等效最大操作量为 $2.51 \times 10^9 \text{Bq}$，属乙级非密封放射性物质工作场所；(2) 于医院主院区医技楼地下一层北侧新建 1 处放疗科，涉及两座加速器机房，两座加速器机房分别为 1#加速器机房（东侧）、3#加速器机房（西侧），将原有 Trilogy 型和 2100CD 型医用电子加速器分别搬迁至 1#加速器机房、3#加速器机房；属使用 II 类射线装置。在项目建设过程中，医院将环评阶段中 1#加速器机房和 3#加速器机房名称进行了交换，该内容已进行辐射安全许可证登记备案。	本期项目与批复意见基本一致

2.2 源项情况

本期项目涉及的非密封放射性物质和射线装置参数见表 2-6～表 2-7。

表 2-6 涉及的非密封放射性物质主要理化性质

核素	半衰期	状态	毒性分组	衰变方式
^{99m}Tc	6.02h	液态	低毒组	纯 β 衰变，同时发射 0.14MeV 的 γ 射线
^{18}F	109.8min	液态	低毒组	β + 衰变，同时释放出 2 个能量相同 (0.511MeV)、方向相反的 γ 光子，即 γ 射线
^{89}Sr	50.5d	液态	中毒组	纯 β 衰变，发射纯 β 射线， β 粒子的平均能量为 0.58MeV，最大能量达 1.49MeV
^{131}I	8.04d	液态	中毒组	纯 β 衰变，能衰变出多条 β 射线，还能释放多条 γ 射线

表 2-7 本期项目医用电子加速器技术参数

参数	1#加速器机房	3#加速器机房
型号	Trilogy 型	2100CD 型
加速粒子	电子	电子
电子能量 MeV	六档，6/8/10/15/18/22MeV	六档，5/8/10/12/15/18MeV
X 射线能量 MV	两档，6/10MV	两档，6/10MV
最大方形照射野	40cm×40cm	40cm×40cm
最大输出剂量率	1000cGy/min	600cGy/min
治疗模式	可开展常规治疗模式和调强治疗模式，无 FFF 模式	可开展常规治疗模式和调强治疗模式，无 FFF 模式
源轴距	100cm	100cm
等中心高度	1295mm	1295mm
X 射线泄漏率	≤0.1%	≤0.1%
射束最大出射角	28°	28°
靶材料	钨合金	钨合金
恒温水机组水箱用水要求	蒸馏水	蒸馏水
治疗头转动范围	-180℃～180℃	-180℃～180℃
生产厂家	瓦里安	瓦里安

2.3 工程设备与工艺分析

一、核医学工作场所

本期项目核医学科分为门诊区域和病房区域，门诊区域开展核素 ^{99m}Tc 、 ^{18}F 、 ^{89}Sr 的应用，其中核素 ^{99m}Tc 依托 ECT 开展诊断工作，核素 ^{18}F 依托 PET-CT 开展诊断工作；病房区域利用 ^{131}I 开展甲功测定、甲亢及甲癌治疗。

1.核素使用流程

① ^{99m}Tc 订购

本期项目 ^{99m}Tc 由专业厂家供应，医院直接订购分装好的药品，药品装于铅罐中，直接送至质控室（ ^{99m}Tc 、 ^{89}Sr ）手套箱内贮存。首先医护人员于手套箱内取药后于注射窗口处对患者进行注射，注射后患者根据就诊类型于 ECT 注射后候诊室休息一定时间，依托 ECT 诊断后留观一段时间，无异常可直接离开。

② ^{18}F 订购

本期项目核素 ^{18}F 由专业公司供应，药品装于铅罐中，送至质控室（ ^{18}F ）手套箱内贮存，职业人员将铅罐转移至氟自动分装仪内自动完成分装，分装后职业人员拿取药物于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 注射后候诊室休息一定时间，依托 PET-CT 诊断后无异常可直接离开。

③ ^{89}Sr 订购

本期项目 ^{89}Sr 由专业厂家供应，医院直接订购分装好的药品，药品装于铅罐中，直接送至质控室（ ^{99m}Tc 、 ^{89}Sr ）手套箱内贮存。医护人员取药后于注射窗口处对患者进行注射，注射后患者无异常可直接离开。

④ ^{131}I 订购

本期项目 ^{131}I 由专业厂家供应，医院运行一年内直接订购分装好的药品，药品装于铅罐中，直接送至质控室，医护人员将药物放置于一次性杯子，通过对讲系统指导患者通过服药窗拿取药物后口服。甲亢患者服药后无异常可直接离开；甲癌患者服药后进入甲癌病房住院，根据医院实际情况，甲癌患者一般在住院 4 天后进行 ECT 检查，无异常可直接离开。

2.核素使用方案

本期项目核素使用方案如下所示：

①^{99m}Tc 诊断

本期项目 ^{99m}Tc 诊断每日最多 10 人，每人最大用量 $9.25 \times 10^8 \text{Bq}$ (25mCi)，则日最大使用量为 $9.25 \times 10^9 \text{Bq}$ (250mCi)，每周开展 5 天，每年按 50 周计，全年开展 2500 人次诊断，则年最大使用量为 $2.31 \times 10^{12} \text{Bq}$ (62.5Ci)。项目注射 ^{99m}Tc 患者诊断工作依托 ECT 开展。

②¹⁸F 诊断

本期项目 ¹⁸F 诊断患者每日最多 8 人，¹⁸F 注射量为 0.1mCi/kg，按照患者体重 100kg 保守考虑，即每人最大用量为 $3.7 \times 10^8 \text{Bq}$ (10mCi)，则日最大使用量为 $2.96 \times 10^9 \text{Bq}$ (80mCi)，每周开展 5 天，每年按 50 周计，全年开展 2000 人次诊断，则年最大使用量 $7.40 \times 10^{11} \text{Bq}$ (20Ci)。注射 ¹⁸F 患者诊断工作依托 PET-CT 开展。核素每天订购 1 次，患者集中接受药物注射，考虑到 ¹⁸F 半衰期较短，使用过程中存在核素衰变的情况，因此保证每日到院 ¹⁸F 药物一般不低于 190mCi。

③⁸⁹Sr 治疗

本期项目 ⁸⁹Sr 治疗患者每日最多 5 人，每人最大用量 $1.85 \times 10^8 \text{Bq}$ (5mCi)，则日最大使用量为 $9.25 \times 10^8 \text{Bq}$ (25mCi)，每周最多开展 1 天，每年开展 50 周，全年最多开展 250 人次治疗，则年最大使用量 $4.625 \times 10^{10} \text{Bq}$ (1.25Ci)。

④¹³¹I 治疗

a、甲功测定

经核实，本期项目甲功测定每日最多 5 人，每人最大用量 $3.7 \times 10^5 \text{Bq}$ (10 μCi)，每周开展 1 天计算，则日最大使用量为 $1.85 \times 10^6 \text{Bq}$ (0.05mCi)，每年按 50 周计，全年开展甲功测定 250 人次，则年最大使用量 $9.25 \times 10^7 \text{Bq}$ (2.5mCi)。

b、甲亢患者治疗

本期项目 ¹³¹I 治疗甲亢患者每日最多 5 人，每人最大用量 $3.7 \times 10^8 \text{Bq}$ (10mCi)，则日最大使用量为 $1.85 \times 10^9 \text{Bq}$ (50mCi)，每周开展 1 天，每年按 50 周计，全年开展 250 人次治疗，则年最大使用量 $9.25 \times 10^{10} \text{Bq}$ (2.5Ci)。

c、甲癌患者治疗

本期项目 ¹³¹I 治疗甲癌患者每日最多 3 人，每人最大用量为 $7.40 \times 10^9 \text{Bq}$ (200mCi)，则日最大使用量为 $2.22 \times 10^{10} \text{Bq}$ (600mCi)，每周开展 1 天，每年按 50 周计，全年开展

150 人次治疗，则年最大使用量 $1.11 \times 10^{12} \text{Bq}$ (30Ci)。

综上，本期项目 ^{131}I 日最大使用量为 $2.41 \times 10^{10} \text{Bq}$ (650.05mCi)，年最大使用量为 $1.20 \times 10^{12} \text{Bq}$ (32.50Ci)。

(3) 门诊安排

根据门诊安排，本期项目 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{89}Sr 、 ^{18}F 患者诊疗时间错开，避免相互影响，一般情况下，先依次开展 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{18}F 的诊断，待 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{18}F 患者完成扫描并离开场所后再开展 ^{89}Sr 治疗项目； ^{131}I 治疗场所独立， ^{131}I 患者与其他核素患者无交叉影响，为了避免甲功测定患者、甲亢患者及甲癌患者之间的交叉影响，开展 ^{131}I 核素治疗当天，三种患者诊疗时间错开，避免相互影响，各核素使用方案见表 2-8。

表 2-8 本期项目各核素使用方案

序号	核素		每人最大用量	日最多诊疗人数	日实际最大操作量	门诊安排	年最多诊疗人数	年最大用量
1	$^{99\text{m}}\text{Tc}$		$9.25 \times 10^8 \text{Bq}$ (25mCi)	10	$9.25 \times 10^9 \text{Bq}$ (250mCi)	5 天/周	2500	$2.31 \times 10^{12} \text{Bq}$ (62.5Ci)
2	^{18}F		$3.7 \times 10^8 \text{Bq}$ (10mCi)	8	$2.96 \times 10^9 \text{Bq}$ (80mCi)	5 天/周	2000	$7.40 \times 10^{11} \text{Bq}$ (20Ci)
3	^{89}Sr		$1.85 \times 10^8 \text{Bq}$ (5mCi)	5	$9.25 \times 10^8 \text{Bq}$ (25mCi)	1 天/周	250	$4.625 \times 10^{10} \text{Bq}$ (1.25Ci)
4	^{131}I	甲功测定	$3.7 \times 10^5 \text{Bq}$ (10 μCi)	5	$1.85 \times 10^6 \text{Bq}$ (0.05mCi)	1 天/周	250	$9.25 \times 10^7 \text{Bq}$ (2.5mCi)
		甲亢	$3.70 \times 10^8 \text{Bq}$ (10mCi)	5	$1.85 \times 10^9 \text{Bq}$ (50mCi)	1 天/周	250	$9.25 \times 10^{10} \text{Bq}$ (2.5Ci)
		甲癌	$7.4 \times 10^9 \text{Bq}$ (200mCi)	3	$2.22 \times 10^{10} \text{Bq}$ (600mCi)	1 天/周	150	$1.11 \times 10^{12} \text{Bq}$ (30Ci)

3. 放射性核素特性

(1) $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 特性

本期项目使用 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ (无色澄明溶液) 作为 ECT 示踪显像剂施行诊断。 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 的主要衰变方式是同质异能跃迁，同时发射 0.14MeV 的 γ 射线，半衰期 6.02h，衰变纲图见图 2-4。

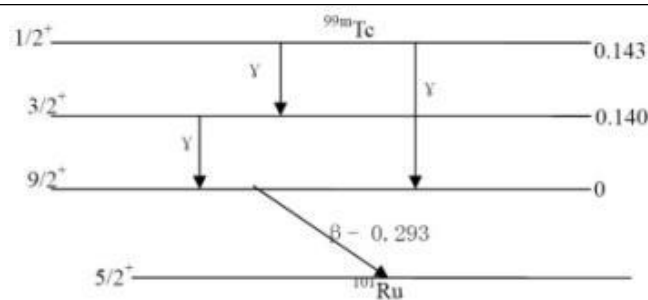


图 2-4 ^{99m}Tc 衰变纲图

(2) ^{18}F 特性

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

核素 ^{18}F 自然衰变过程为 β 纯辐射， β 射线在空气及人体组织中射程均较短，不会对周围环境产生外照射辐射污染，但 β^+ 粒子发生湮灭反应后产生的 γ 光子将会对周围环境产生外照射影响。正电子发射及其湮灭图见图2-5。

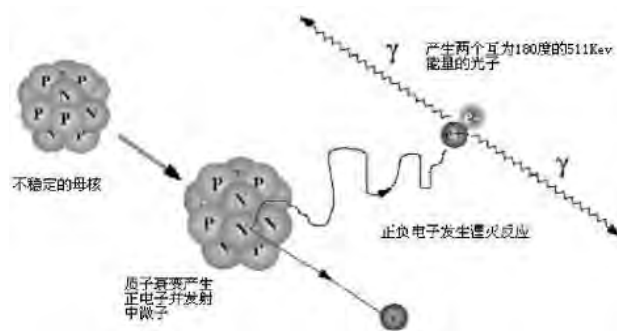


图 2-5 正电子发射及其湮灭简图

(3) ^{89}Sr 特性

^{89}Sr 发射纯 β 射线， β 粒子的平均能量为 0.58MeV，最大能量达 1.49MeV，在组织内的辐射距离约 2.4mm，半衰期为 50.5 天。通过对患者注射 ^{89}Sr 药物，利用 ^{89}Sr 在体内释放 β 射线治疗病症。衰变纲图见图 2-6。

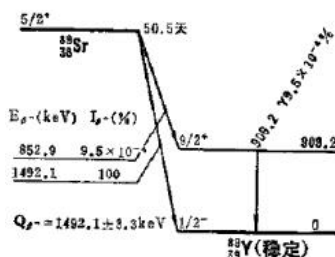


图 2-6 ^{89}Sr 衰变纲图

(4) ^{131}I 特性

^{131}I 的半衰期为8.04天，衰变方式为 β 衰变（ $\beta\%=100$ ），能衰变出多条 β 射线，其中分支比最大的是89.2%，能量为606.3keV；还能释放多条 γ 射线，其中分支比最大的是81.1%，能量为364.5keV。 ^{131}I 衰变纲图见图2-7。

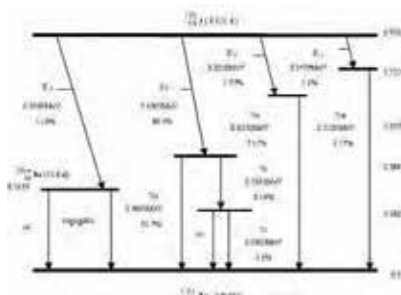


图 2-7 ^{131}I 衰变纲图

4. 应用原理

(1) $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{18}F 诊断显像原理

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

本期项目核素 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 为发射 γ 射线放射性核素，患者注射核素 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 后，利用发射型计算机断层扫描仪（ECT）显像，该装置采用横向断层扫描，即断层层面与人体垂直，将一个或两个 γ 照相机探头绕人体轴连续或分度旋转一周，将探头从多角度上得到的连续的二维投影数据重建后得到横断面的图像。

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

(2) ^{89}Sr 治疗原理

^{89}Sr 是一种发射纯 β 射线的放射性核素，是目前临床治疗骨肿瘤应用较多的一种放射性药物。放射性核素 ^{89}Sr 治疗为一种姑息治疗，通过静脉注入 ^{89}Sr ，利用 ^{89}Sr 与骨组织高特异性结合，在骨转移病灶或骨肿瘤部位出现较高的浓集。利用 ^{89}Sr 发射的 β 射线对病灶进行照射，达到缓解疼痛、杀伤肿瘤细胞和提高生活质量的目的。

(3) ^{131}I 诊疗原理

①甲功测定

甲状腺具有高度选择性摄取 ^{131}I 的能力，功能亢进的甲状腺组织摄取量将更多，可高达血浆的几百倍，且在甲状腺内停留的时间较长，有效半衰期可达3.5~4.5天。在患者服用 ^{131}I 后，90%以上的 ^{131}I 都会聚集到患者的甲状腺，其余的 ^{131}I 随代谢排出体外，基于 ^{131}I 对甲状腺的摄取特性，以开展甲功测定工作。

②甲亢

^{131}I 衰变为 ^{131}Xe 时放射出95%的 β 射线，该射线能量低，在甲状腺内的平均射程仅有0.5mm，一般不会造成甲状腺周围组织例如甲状旁腺、喉返神经等的辐射损伤。 ^{131}I 治疗可使部分甲状腺组织受到 β 射线的集中照射，使部分甲状腺细胞引发炎症、萎缩、直至功能丧失，从而减少甲状腺激素的分泌，使亢进的异常功能恢复正常，达到甲亢治疗的目的。

③甲癌患者治疗

由于 ^{131}I 可以高度选择性聚集在分化型甲状腺癌及转移灶，且 ^{131}I 衰变时放射出射程很短的 β 射线和能量跃迁时发出 γ 射线，通过高剂量 ^{131}I 对病变组织进行内照射治疗，在局部产生足够的电离辐射生物学效应，达到抑制或者破坏病变组织的目的，取得类似部分切除甲状腺的效果，从而达到甲癌治疗的目的。

5. 工作流程

(1) $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 诊断流程

- ①接受受检者预约后，医院收集病人病史，并对病人做常规检查；
- ②医护人员拿取 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 药物给病人静脉注射；
- ③施药后受检者在ECT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；
- ④受检者进入ECT机房，进行ECT检查；

⑤检查结束后，受检者从病人专用通道离开。

^{99m}Tc 患者的治疗流程见图 2-8。



图 2-8 ^{99m}Tc 患者诊断流程简图

(2) ^{18}F 诊断流程

①接受受检者预约后，医院收集病人病史，并对病人做常规检查；

②根据病人病情，利用氟自动分装仪进行分装；

③医护人员将分装后的 ^{18}F 标记液供给病人静脉注射；

④施药后受检者在注射后等候室休息一段时间（约 50-60min），进入 PET-CT 机房，进行检查；

⑤检查结束后，留观一段时间，无异常后受检者从病人专用通道离开。

^{18}F 患者的治疗流程见图 2-9。



图 2-9 ^{18}F 患者诊断流程简图

(3) ^{89}Sr 治疗流程

医生对患者进行检查，根据病情确定注射剂量，与患者预约，根据患者数量订购 ^{89}Sr 药物，患者注射药物后如无异常情况可离开医院。

(4) ^{131}I 治疗流程

甲亢患者和部分甲癌患者治疗前需先进行甲功测定，职业人员使用直接购置的药物，监督指导患者服药，甲功测定患者在服药后 2、4、24h 测定甲状腺部位及速率，计算甲状腺摄取 ^{131}I 率，绘制 ^{131}I 率曲线，并注明各时间点的摄碘率；职业人员根据甲亢患者测定情况对患者进行指导服药甲亢患者服药后，进行一定时间观察后（一般为 10min）如无异常情况，患者即可离开医院；甲癌患者进行服碘治疗时，职业人员使用直接购置的药物，，监督指导甲癌患者服药，患者服药后进入甲癌病房住院（住院 4 天），出院当天

依托 ECT 进行扫描复查，以观察甲癌残留灶及转移灶的摄碘情况。

二、医用电子加速器

1、 医用电子加速器系统组成

本期项目医用电子加速器主要参数见表 2-7。

医用电子加速器通常是以磁控管为微波功率源的驻波型直线加速器，它的结构单元为：加速管、电子枪、微波系统、调制器、束流传输系统及准直系统、真空系统、恒温水冷系统和控制保护系统。电子枪产生的电子由微波加速波导管加速后进入偏转磁场，所形成的电子束由电子窗口射出，通过 2cm 左右的空气射到金属钨靶，产生大量高能 X 线，经一级准直器和滤线器形成剂量均匀稳定的 X 线束，再通过监测电离室和二次准直器限束，最后到达患者病灶实现治疗目的。

医用电子加速器内部结构见图 2-10，典型医用电子加速器外观见图 2-11。

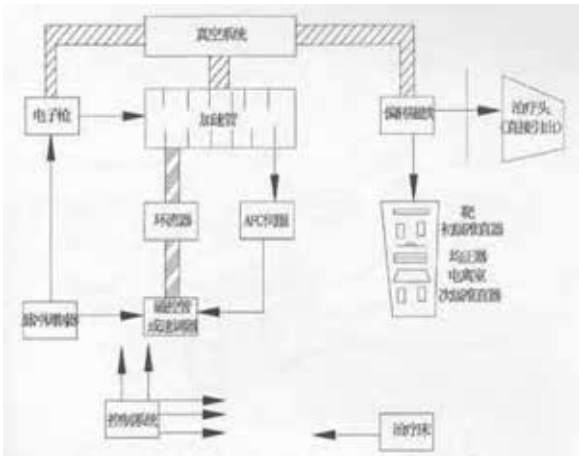


图 2-10 医用电子加速器内部结构图

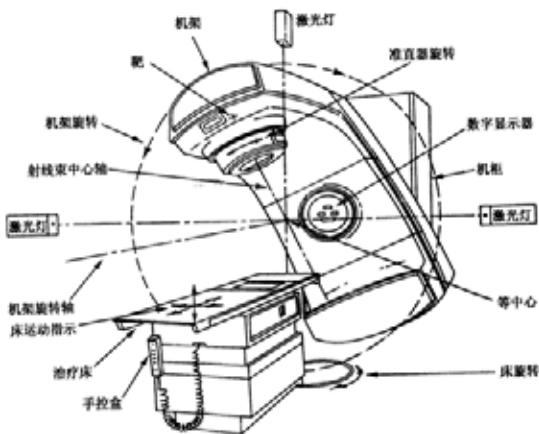


图 2-11 典型医用电子加速器示意图

2、工作原理

医用电子加速器是将电子枪产生的电子经加速管加速后形成高能电子束的装置。利用高能电子束与靶物质相互作用时的韧致辐射产生 X 射线束。作为一种体外照射的治疗设备，医用电子加速器利用其特定装置产生的高能电子束或 X 射线，应用计算机立体定位系统进行图像三剂量分步重建，对人体有恶性肿瘤的部位进行照射，使肿瘤组织受到不可逆损毁。可根据所诊断癌症类型及其在体中的位置、患者的身体状况和各次给予剂量之间的时间间隔，以最佳输出能量对人体肿瘤进行照射治疗，同时肿瘤周围正常结构得到最大限度保护，达到治疗肿瘤疾病目的。

3、工作流程

医用电子加速器放射治疗流程如下：

- (1) 登记候诊：对肿瘤放疗患者进行登记、候诊；
- (2) 模拟定位：使用放疗科大孔径 CT 对患者肿瘤进行定位检查，医院拟另行对大孔径 CT 进行登记备案；
- (3) 制定治疗计划：根据患者瘤体的类型、部位和大小等初步确定照射剂量和照射时间，并进一步制定相应的治疗计划；
- (4) 治疗计划验证：对放疗患者进行放疗计划验证；
- (5) 摆位准备：摆位前认真查对病人信息、照射条件及摆位要求，调整治疗床高度，严格按照摆位要求实施摆位；摆位结束，摆位人员等非患者均离开机房，关闭防护门；
- (6) 实施照射：根据放疗计划，运用医用电子加速器技术实施精确照射；
- (7) 照射结束：病人离开治疗室，进行下一个患者摆位准备。

医用电子加速器放射治疗流程及产污环节详见下图 2-12。

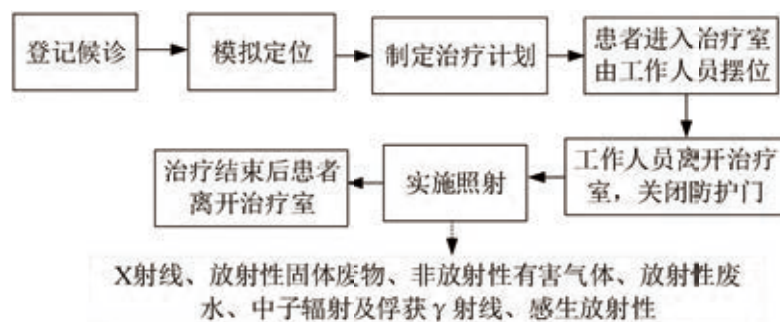


图2-12 医用电子加速器放射治疗流程及产污环节示意图

2.4 主要放射性污染物和污染途径

一、核医学工作场所

本期项目核医学科产生的放射性污染因素分析如下：

(1) γ 射线、 β 射线及轫致辐射

①核素 ^{99m}Tc 、 ^{131}I 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 、 ^{131}I 的 γ 射线影响。

②核素 ^{89}Sr 为强 β 辐射源，在衰变过程中均释放出 β 射线， β 射线穿透能力很弱，在空气及人体组织中射程均较短，较容易防护，不会对环境产生辐射污染。但 β 射线被放射源物质本身以及源周围的其它物质阻止时产生的轫致辐射不可忽略，轫致辐射会对周围环境会产生辐射污染。

③核素 ^{18}F 在衰变过程中释放 γ 射线。 γ 射线穿透能力很强，对周围环境会造成一定的辐射影响，项目主要考虑 γ 射线影响。

(2) 放射性废气

核医学科使用的 ^{99m}Tc 、 ^{89}Sr 、 ^{18}F 属于非挥发性核素，操作过程比较简单，不经过加热、振荡等步骤，无放射性气体产生；使用的 ^{131}I 属于挥发性核素，但本项目使用的 ^{131}I 以碘 [^{131}I] 化钠形式存在，挥发性低，正常使用过程中有微量放射性气体产生。医院于质控室内设置了手套箱，放射性药物的取药过程中可能存在洒出污染危险，均在负压手套箱内操作，减少了食入、吸入等内照射影响。

(3) 放射性废水

核医学科放射性废水产生环节主要为患者注射 ^{99m}Tc 、 ^{18}F 和口服 ^{131}I 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；注射 ^{89}Sr 患者整个治疗流程较短，注射后不作停留，在就诊过程中产生的废水可基本忽略不计。

(4) 放射性固体废物

项目核医学科产生的放射性固废可分为三类，第一类为被污染的注射器、针头、手套、导管、药棉、纱布、吸水纸、破碎杯皿及擦拭表面污染的抹布等；第二类为衰变池内产生的沉积物污泥；第三类为通风系统更换下的废活性炭。

(5) 剩余放射性药物

患者若不及时就诊，可能剩余少量放射性药物。

(6) 表面污染

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

二、医用电子加速器

本期项目加速器冷却水循环系统使用蒸馏水，无废离子交换树脂产生。

1. X 射线、电子线

项目医用电子加速器电子枪产生的电子经过加速后，受到金属靶的阻止而产生韧致辐射 X 射线，由于 X 射线的贯穿能力极强，对周围环境可能造成辐射污染，但运行时产生的 X 射线随加速器的开、关而产生和消失。电子束贯穿能力远弱于 X 射线，在 X 射线得到充分屏蔽的条件下，电子束亦能得到足够的屏蔽。因此在加速器开机的时间内，产生的 X 射线为主要辐射环境污染因素。

2. 废水

医用电子加速器设备中设计有冷却水循环系统，在加速器运行期间，冷却水尤其是靶部分水被活化的而含有放射性核素主要为 ^{15}O 、 ^{16}N ，它们的半衰期分别为 2.1min 和 7.3s，半衰期很短，放置一段时间后就可以衰减到较低的水平，然后按一般废水管理。

3. 放射性固体废物

加速器靶、准直器及束流阻止器等部件更换或退役时作为放射性固体废物处置，不予医院内暂存，直接交由具有放射性废物处置资质的单位处置。

4. 非放射性有害气体

医用电子加速器在开机运行时，产生的 X 射线与空气作用可产生少量臭氧 (O_3) 和氮氧化物 (NO , NO_2)。机房设有强制排风系统，通风次数大于 4 次/h，可明显降低其浓度。

5. 中子辐射、俘获 γ 射线

当加速器 X 射线标称能量大于 10MV 时，高能光子会与 X 射线靶、一级准直器、X 射线均整器和治疗准直器多种高原子序数的材料如铅、钨等发生 (γ 、n) 光核反应，产生中子辐射。中子辐射主要包括加速器机头外的杂散中子、杂散中子在机房内壁的散射中子和相互作用中产生的热中子。加速器开机运行时，产生的热中子与物质作用被原子俘获后不再放出中子而放出 γ 射线，即俘获 γ 射线。俘获 γ 射线的能量变化范围较宽，在放射防

护中一般选择硼，对热中子有较高的吸收能力，从而不放出或放出能量较低的 γ 射线。一般情况下，当机房墙体、室顶的屏蔽厚度满足对X射线的防护要求时也就满足了对污染中子的防护要求，但要特别注意散射中子的防护。

本期项目2台医用电子加速器产生的X射线最高能量为10MV，本次验收保守考虑其中子辐射及其俘获 γ 射线影响。

6. 感生放射性

医用电子加速器运行过程中可能产生感生放射性，主要包括两个方面：①加速器机头结构材料的固态感生放射性。加速器运行期间，由于设备有足够的结构屏蔽，由部件产生的感生放射性不会危害屏蔽体外的人员；但当加速器停机后，职业人员进入机房时会对人员构成一定危害。②气态感生放射性核素，加速器运行过程产生的中子可与空气作用产生放射性核素，电子能量超过反应阈能时，与空气中的C、O、N等相互作用，可诱发感生放射性核素 ^{11}C 、 ^{15}O 、 ^{13}N 。

本期项目2台加速器电子线最大能量分别为18MeV、22MeV，电子线能量较大，其运行过程中涉及感生放射性危害，因此本次验收考虑其感生放射性影响。

由上述分析可知，医用电子加速器的放射性污染因素是X射线、放射性废水、非放射性有害气体、放射性固体废物、中子辐射及俘获 γ 射线、感生放射性。其中X射线为评价重点。

2.5 工作负荷和人员配置

2.5.1 人员配置

医院配备了1名辐射安全管理人员，核医学科配置了10名辐射工作人员，放疗科配置了11名辐射工作人员，均已通过核技术利用辐射安全与防护考核，且均处于有效期内。

2.5.2 工作时间

1. 核医学工作场所

使用 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 过程中，职业人员进行取药和注射、摆位指导过程、扫描，其中取药过程约10s/例、注射过程约30s/例、摆位指导约1min/例、扫描过程约20min/例，医院年最大诊疗人数2500人，则取药时间为6.94h/a、注射时间为20.8h/a、摆位指导过程时间为41.7h/a、扫描过程时间为833.3h/a。

使用核素 ^{18}F 过程中，职业人员进行取药和注射、摆位指导过程、扫描，其中取药过程约10s/例、注射过程约30s/例、摆位指导约1min/例、扫描过程约20min/例，年最大

诊疗人数 2000 人，年工作时间 250 天，则取药时间为 5.55h/a、注射时间为 16.7h/a、摆位指导过程 33.33h/a、扫描过程 666.7h/a。

使用 ^{89}Sr 过程中，职业人员取药过程约 10s/例、注射过程约 30s/例，医院年最大治疗人数为 250 人，则取药时间为 0.69h/a，注射时间为 2.08h/a，共计 2.77h/a。

使用 ^{131}I 过程中，职业人员转移铅罐过程约 20s/次，打开铅罐过程约 10s/次，将药物转移至容器内约 10s/次，每年接诊 150 名甲癌患者，每年操作次数为 150 次，则转移铅罐过程受照射时间为 0.83h/a，打开铅罐过程受照射时间为 0.42h/a，将药物转移至容器过程受照射时间为 0.42h/a；在甲癌患者出院扫描时摆位指导过程约 1min/例、扫描过程约 20min/例，每年接诊 150 名甲癌患者，则年摆位指导过程 2.5h/a、扫描过程 50h/a。

2. 医用电子加速器

本期项目每台加速器一天最多治疗 70 人次，每年按照 250 天考虑，年最多治疗 $70 \times 250 = 17500$ 人次，约 100%为调强治疗，调强因子为 5。

经核实，每位患者单次治疗剂量 2Gy，每周开展 5 天，则 3#机房内的 2100CD 型加速器周工作负荷最大为 $70 \times 2 \times 5 = 700\text{Gy/周}$ ，加速器等中心点处最大吸收剂量率为 600cGy/min （即 6Gy/min ），则有用束周照射时间为 $700 \div 6 \approx 116.7\text{min} \approx 1.945\text{h}$ ，年照射时间为 $1.945 \times 50 = 97.25\text{h}$ ；散射辐射周照射时间与有用线束相同。泄漏辐射年照射时间为 $97.25 \times 5 = 486.25\text{h}$ ；1#机房内的 Trilogy 型加速器等中心点处最大吸收剂量率为 1000cGy/min （即 10Gy/min ），则有用束周照射时间为 $700 \div 10 \approx 70\text{min} \approx 1.17\text{h}$ ，年照射时间为 $1.17 \times 50 = 58.5\text{h}$ ；散射辐射周照射时间与有用线束相同。泄漏辐射年照射时间为 $58.5 \times 5 = 292.5\text{h}$ 。

本期项目加速器相关工作由放疗科现有 11 名辐射工作人员承担，包括 5 名医师、4 名技师及 2 名物理师，工作人员分组轮流开展工作。

表 3 辐射安全与防护设施/措施

3.1 辐射防护设施/措施落实情况

本期项目核医学工作场所均落实了实体屏蔽，实施了分级分区，设置了医护通道、患者通道、放射性药物通道、放射性废物通道。本期项目核医学工作场所平面布置、分区管理及人流、物流通道见附图 6，辐射安全与防护设施现场照片见图 3-1。

本期项目加速器机房均采取实体屏蔽，对加速器机房进行分区管理，将加速器治疗室划为控制区，与治疗室相邻区域的控制室、走廊等划为监督区，并在控制区边界张贴电离辐射警告标志；机房设置有紧急停机按钮、监控装置及对讲装置、工作状态指示灯，防护门与加速器设置有门机联锁装置等。本期项目加速器机房平面布置及分区布局见图 2-2，辐射安全设施现场照片见图 3-2。

本期项目环境影响报告表防护设施/措施现场验收情况与环评内容对比见表 3-1，本期项目实体屏蔽建设情况验收情况与环评内容对比见表 3-2，环境报告表批复与现场验收情况对比表见表 3-3。

表 3-1 本期项目环境影响报告表防护设施/措施现场验收情况与环评内容对比表

名称	环评内容	现场实际建设内容
核医学工作场所		
位置	医技楼地下一层北侧	经现场勘查，与环评一致
分级	乙级非密封放射性物质工作场所	乙级非密封放射性物质工作场所
分区管理	将工作场所各房间划分为“控制区”和“监督区”两区管理。①控制区：将场所内的储源室、两间放废间、注射室（^{18}F）、注射室（$^{99\text{m}}\text{Tc}$、^{89}Sr）、三间质控室、PET-CT 扫描间、ECT 扫描间、敷贴室、运动负荷室兼抢救室、两间 PET 注射后候诊室、PET 留观室、两间污洗间、两间 ECT 注射后候诊室、ECT 留观室、自助服碘室、抢救室、被服室、被服衰变间、甲亢留观室、三间甲癌病房、患者走廊及两套放射性废水衰变系统等划为控制区。②监督区：将场所内的候诊大厅、护士站、留置针、两处卫生通过间、设备间、控制廊兼医护走廊、值班室、监控室、诊室、休息室、医办、备餐间等辅助用房等划为监督区。	与环评一致。将工作场所各房间划分为“控制区”和“监督区”两区管理。将工作场所各房间划分为“控制区”和“监督区”两区管理。①控制区：将场所内的储源室、两间放废间、注射室（^{18}F）、注射室（$^{99\text{m}}\text{Tc}$、^{89}Sr）、三间质控室、PET-CT 扫描间、ECT 扫描间、敷贴室、运动负荷室兼抢救室、两间 PET 注射后候诊室、PET 留观室、两间污洗间、两间 ECT 注射后候诊室、ECT 留观室、自助服碘室、抢救室、被服室、被服衰变间、甲亢留观室、三间甲癌病房、患者走廊及两套放射性废水衰变系统等划为控制区。②监督区：将场所内的候诊大厅、护士站、留置针、两处卫生通过间、设备间、控制廊兼医护走廊、值班室、监控室、诊室、休息室、医办、备餐间等辅助用房等划为监督区。核医学工作场所平面布置及分区管理见附图 6。

续表 3-1 本期项目环境影响报告表防护设施/措施现场验收情况与环评内容对比表

名称	环评内容	现场实际建设内容
核医学工作场所		
人流路径： 医护通道	a、门诊区域：负责核素操作的职业人员由西北侧电梯进入场所内，进入更衣室更衣后经卫生通过间进入质控室进行转移及注射药物等，工作结束后原路径返回；负责设备操作的医护人员依次经西北侧电梯、医护通道进入控制廊兼医护走廊，然后通过连接各扫描间和控制廊的小防护门进入扫描间指导患者摆位，结束工作后原路返回。b、病房区域：负责核素操作的职业人员由西北侧电梯进入场所内，进入更衣室更衣后依次经医护通道、控制廊兼医护走廊、卫生通过间进入质控室，将药物放入碘自动分装仪内，然后进入监控室远程操作碘全自动分装仪。	与环评一致。a、门诊区域：负责核素操作的职业人员由西北侧电梯进入场所内，进入更衣室更衣后经卫生通过间进入质控室进行转移及注射药物等，工作结束后原路径返回；负责设备操作的医护人员依次经西北侧电梯、医护通道进入控制廊兼医护走廊，然后通过连接各扫描间和控制廊的小防护门进入扫描间指导患者摆位，结束工作后原路返回。b、病房区域：负责核素操作的职业人员由西北侧电梯进入场所内，进入更衣室更衣后依次经医护通道、控制廊兼医护走廊、卫生通过间进入质控室，将药物放入手套箱，然后进入监控室远程指导患者服用药物；医护通道见附图 6。
人流路径： 患者通道	a、门诊区域：^{99m}Tc 患者由场所东北侧楼梯进入核医学科，在护士站登记，进入候诊大厅等候，^{99m}Tc 患者经 A 处、B 处进入注射室（^{99m}Tc、^{89}Sr）进行药物注射，注射后进入 ECT 注射后候诊室等候，然后进入 ECT 扫描间进行检查，检查完成后无异常由西南侧 C 处楼梯离开；^{18}F 患者依次经 A 处、B 处进入注射室（^{18}F）进行药物注射，注射后进入 PET 注射后候诊室休息一段时间，然后进入 PET-CT 扫描间进行检查，检查完成后进入 PET 留观室留观一段时间，无异常后由西南侧 C 处楼梯离开。b、病房区域：^{131}I 甲功测定、甲亢及甲癌患者由 D 处、患者走廊进入自助服碘室服药，其中甲功测定患者由 C 处进入自助服碘室服药后进行甲功测定，结束后经患者走廊由 E 处离开核医学科；甲亢患者服药后于甲亢留观室内留观一段时间，然后经 E 处离开核医学科；甲癌患者服药后进入甲癌病房住院，出院当天经 F 处进入 ECT 扫描间进行扫描复查。经核实，F 处设有门禁，仅甲癌患者出院当天依托 ECT 扫描时打开该门进入 ECT 扫描间。	与环评一致。a、门诊区域：^{99m}Tc 患者由场所东北侧楼梯进入核医学科，在护士站登记，进入候诊大厅等候，^{99m}Tc 患者经 A 处、B 处进入注射室（^{99m}Tc、^{89}Sr）进行药物注射，注射后进入 ECT 注射后候诊室等候，然后进入 ECT 扫描间进行检查，检查完成后无异常由西南侧 C 处楼梯离开；^{18}F 患者依次经 A 处、B 处进入注射室（^{18}F）进行药物注射，注射后进入 PET 注射后候诊室休息一段时间，然后进入 PET-CT 扫描间进行检查，检查完成后进入 PET 留观室留观一段时间，无异常后由西南侧 C 处楼梯离开。b、病房区域：^{131}I 甲功测定、甲亢及甲癌患者由 D 处、患者走廊进入自助服碘室服药，其中甲功测定患者由 C 处进入自助服碘室服药后进行甲功测定，结束后经患者走廊由 E 处离开核医学科；甲亢患者服药后于甲亢留观室内留观一段时间，然后经 E 处离开核医学科；甲癌患者服药后进入甲癌病房住院，出院当天经 F 处进入 ECT 扫描间进行扫描复查。经核实，F 处设有门禁，仅甲癌患者出院当天依托 ECT 扫描时打开该门进入 ECT 扫描间；患者通道见附图 6。

续表 3-1 本期项目环境影响报告表防护设施/措施现场验收情况与环评内容对比表

名称	环评内容	现场实际建设内容
核医学工作场所		
物流路径： 放射性药物 路径	a、门诊区域：运输 ^{99m} Tc、 ¹⁸ F、 ⁸⁹ Sr 药物的人员经 C 处、患者走廊、运动负荷室兼抢救室进入质控室，其中 ^{99m} Tc、 ⁸⁹ Sr 药物放置于质控室（ ^{99m} Tc、 ⁸⁹ Sr）手套箱内， ¹⁸ F 药物放置于质控室（ ¹⁸ F）手套箱内。b、病房区域：运输 ¹³¹ I 药物的人员经 E 处、自助服碘室进入质控室，将盛有 ¹³¹ I 药物的铅罐放置于质控室手套箱内。	与环评一致。a、门诊区域：运输 ^{99m} Tc、 ¹⁸ F、 ⁸⁹ Sr 药物的人员经 C 处、患者走廊、运动负荷室兼抢救室进入质控室，其中 ^{99m} Tc、 ⁸⁹ Sr 药物放置于质控室（ ^{99m} Tc、 ⁸⁹ Sr）手套箱内， ¹⁸ F 药物放置于质控室（ ¹⁸ F）手套箱内。b、病房区域：运输 ¹³¹ I 药物的人员经 E 处、自助服碘室进入质控室，将盛有 ¹³¹ I 药物的铅罐放置于质控室手套箱内。放摄像药物路径见附图 6。
物流路径： 放射性废物 路径	本项目产生的放射性固体废物经审管部门批准后，统一集中在放废间衰变箱内贮存，暂存衰变至满足解控水平后，按医疗废物处理。其中运输门诊区域放射性废物的人员进入放废间进行废物的预处理后依次经患者走廊、C 处将废物带离核医学科，运输病房区域放射性废物的人员依次经患者走廊、E 处将废物带离核医学科。	与环评一致。项目产生的放射性固体废物统一集中在放废间衰变箱内贮存，暂存衰变至满足标准要求后，按医疗废物处理。其中运输门诊区域放射性废物的人员进入放废间进行废物的预处理后依次经患者走廊、C 处将废物带离核医学科，运输病房区域放射性废物的人员依次经患者走廊、E 处将废物带离核医学科；放射性废物路径见附图 6。
房间四周墙体 及室顶、防护 门等屏蔽参数	具体屏蔽参数见表 3-2	与环评一致 (具体屏蔽参数见表 3-2)
场所安全措 施	(1) 核医学科内涉及到核素操作的质控室等房间设备表面、工作台台面等平整光滑，室内地面与墙壁衔接处无接缝，易清洗、去污；(2) 质控室（ ^{99m} Tc、 ⁸⁹ Sr）、质控室（ ¹⁸ F）及病房区域质控室各配备手套箱 1 个，尺寸均为 1.5m×0.5m×2.0m，不锈钢外壳，正面铅玻璃+铅钢复合板作为防护，侧面和后面铅钢复合板作为防护，防护能力分别为 20mmPb、30mmPb、30mmPb。医院拟为门诊区域配备 4 个注射防护套，并为各注射后候诊室、留观室配备移动铅屏风（10mmPb），减少患者之间的照射；(3) 医院拟为本项目核医学科配备 8 名辐射工作人员，拟从医学影像科调配 2 人（张允、高振利）专职负责核医学科工作，另外 6 名人员尚未确定。其中张允、高振利目前已佩戴有个人剂量计，拟再为上述 2 名人员各配备一支个人剂量计，其余人员确定后拟为每人配备 2 支个人剂量计（委托个人剂量检测后由检测单位配发）。医院拟配备个人剂量报警仪 8 部、辐射巡检仪 1 台、表面污染检测仪 1 台，利用表面污染检测仪对离开控制区的工作人员和患者及物品进行表面污染监测，若超标，采取相应的去污措施；同时拟为工作人员配备必要的防护用品，包括铅衣、铅围裙、铅围脖、铅帽及铅玻璃眼镜、放射性污染防护服等。	与环评基本一致。(1) 核医学科内涉及到核素操作的质控室等房间设备表面、工作台台面等平整光滑，室内地面与墙壁衔接处无接缝，易清洗、去污；(2) 质控室（ ^{99m} Tc、 ⁸⁹ Sr）、质控室（ ¹⁸ F）及病房区域质控室各配备手套箱 1 个，尺寸均为 1.2m×0.75m×2.2m，不锈钢外壳，正面铅玻璃+铅钢复合板作为防护，侧面和后面铅钢复合板作为防护，手套箱（ ¹⁸ F）防护能力分别为 45mmPb、40mmPb、40mmPb；手套箱（ ^{99m} Tc、 ⁸⁹ Sr、 ¹³¹ I）防护能力均为 10mmPb。医院为门诊区域配备 4 个注射防护套，配备 1 个移动铅屏风（10mmPb）；(3) 医院为核医学科配备 10 名辐射工作人员，5 名技师均各配备一支个人剂量计，其余人员 3 名医师、3 名护士均配备 2 支个人剂量计（委托个人剂量检测后由检测单位配发）。医院核医学工作场所配备个人剂量报警仪 5 部、X-γ 辐射检测仪 3 台、表面污染检测仪 2 台，利用表面污染检测仪对离开控制区的工作人员和患者及物品进行表面污染监测，若超标，采取相应的去污措施；同时为工作人员配备必要的防护用品，包括铅衣、铅围裙、铅围脖、铅帽及铅玻璃眼镜、放射性污染防护服等。

续表 3-1 本期项目环境影响报告表防护设施/措施现场验收情况与环评内容对比表

名称	环评内容	现场实际建设内容
核医学工作场所		
场所安全措施	(4) 医院拟定期对手套箱外进行辐射水平监测, 质控室设有门禁, 无关人员不得入内, 建立放射性药物贮存使用台账。(5) 放射性药物 ^{99m}Tc、^{89}Sr、^{18}F、^{131}I 在运输过程放置于供货方提供的专门屏蔽容器铅罐内, 铅罐屏蔽厚度分别为 10mmPb、20mmPb、40mmPb、30mmPb。(6) PET-CT 扫描间及 ECT 扫描间门框上方均设计有工作状态指示灯。防护门设计有门灯联动装置, 并张贴电离辐射警告标志。(7) 各储源室采用双人双锁, 房间内安装监控摄像头, 防止房间内的放射源被盗。(8) 为场所配备应急及去污用品, 如一次性防水手套、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、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。	与环评一致。(4) 医院定期对手套箱外进行辐射水平监测, 质控室设有门禁, 无关人员不得入内, 建立放射性药物贮存使用台账。(5) 放射性药物 ^{99m}Tc、^{89}Sr、^{18}F、^{131}I 在运输过程放置于供货方提供的专门屏蔽容器铅罐内, 铅罐屏蔽厚度分别为 10mmPb、20mmPb、40mmPb、30mmPb。(6) PET-CT 扫描间及 ECT 扫描间门框上方均设置有工作状态指示灯。防护门设置有门灯联动装置, 并张贴电离辐射警告标志。(7) 各储源室均采用双人双锁, 房间内安装监控摄像头, 防止房间内的放射源被盗。(8) 为场所配备应急及去污用品, 如一次性防水手套、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、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。
放射性废气通风系统	本项目放射性废气产生环节主要为放射性药物的取送药、注射及口服药物等工序。场所手套箱为负压工况操作, 密闭设备的顶壁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, 对于各房间内产生的放射性废气, 场所内主要房间如储源室、放废间、质控室、注射室、抢救室、卫生通过间、ECT 扫描间、PET-CT 扫描间、注射后候诊室、留观室等均设置排风口, 排风口与排风管道相连, 排风管道在穿墙时尽量减小管道与墙壁的缝隙, 并在穿墙位置缝隙处使用混凝土或铅板做为屏蔽补偿, 确保墙体防护效果, 废气最终排向楼顶排放。各手套箱的顶壁、各排气管道出口均设置活性炭高效过滤装置(活性炭过滤装置拟采取柱状颗粒活性炭, 总重量约 30kg, 碘值 > 800mg/g, 去除效率不低于 80%, 更换周期不能超过厂家推荐的使用时间, 本次评价建议约 1 年更换一次), 根据设计参数, 风速不小于 0.5m/s。楼顶共设有 6 个最终排放口, 2 个排放口位于医技楼屋顶上方西北侧, 另外 4 个排放口位于医技楼屋顶上方西南侧, 高于屋顶约 1.5m, 医技楼屋顶日常无人居留, 且各排放口周边无邻近的高层建筑, 最近建筑物为急诊综合大楼, 距最终排放口最近距离约 35m, 位于各最终排放口南侧, 不位于主导风向下风向。	与环评一致; 核医学科放射性废气产生环节主要为放射性药物的取送药、注射及口服药物等工序。场所手套箱为负压工况操作, 密闭设备的顶壁安装活性炭高效过滤装置, 对于各房间内产生的放射性废气, 场所内主要房间如储源室、放废间、质控室、注射室、抢救室、卫生通过间、ECT 扫描间、PET-CT 扫描间、注射后候诊室、留观室等均设置排风口, 排风口与排风管道相连, 排风管道在穿墙时尽量减小管道与墙壁的缝隙, 并在穿墙位置缝隙处使用混凝土或铅板做为屏蔽补偿, 废气最终排向楼顶排放。各手套箱的顶壁、各排气管道出口均设置活性炭高效过滤装置(活性炭过滤装置采取柱状颗粒活性炭, 总重量约 30kg, 碘值 > 800mg/g, 去除效率不低于 80%, 更换周期不超过厂家推荐的使用时间, 约 1 年更换一次), 风速不小于 0.5m/s。楼顶共设有 3 个最终排放口, 2 个排放口位于医技楼屋顶上方西北侧, 另外 1 个排放口位于医技楼屋顶上方西南侧, 高于屋顶约 1.5m, 医技楼屋顶日常无人居留, 且各排放口周边无邻近的高层建筑, 最近建筑物为急诊综合大楼, 距最终排放口最近距离约 35m, 位于各最终排放口南侧, 不位于主导风向下风向; 本期项目核医学科放射性废气收集管道示意图附图 8。

续表 3-1 本期项目环境影响报告表防护设施/措施现场验收情况与环评内容对比表

名称	环评内容	现场实际建设内容
核医学工作场所		
放射性废水系统	医院拟于医技楼外西侧位置建设两套地下槽式放射性废水衰变系统，分别用于处理核医学科门诊区域和病房区域产生的放射性废水。医院拟于放射性废水衰变系统拟建区域四周设置栅栏，并设置警告标识。 门诊区域放射性废水衰变系统设计有 1 个降解池、3 个衰变池，其中各衰变池有效容积均为 14m³，病房区域放射性废水衰变系统设计有 1 个降解池、4 个衰变池，其中各衰变池有效容积均为 72m³。 本项目核医学科设有两个放射性废水集水坑，位于场所西北侧污水间地面以下和南侧放废间地面以下，四周及底部均为 30cm 混凝土材质，顶部设有 8mmPb 铅板防护，分别用于收集门诊区域和病房区域产生的放射性废水，收集后再经电泵提升至各自放射性废水衰变系统中的降解池，放射性废水在降解池内初步沉淀后再排入衰变池。核医学科两区域均设有卫生通过间和淋浴间，注射后候诊室、留观室及甲癌病房等房间均设有患者专用卫生间，场所内产生的放射性废水经专用排水管道最终排至衰变池内暂存衰变，排水管道采用 304 不锈钢材质，对于暴露在室内的排水管道采用 8mmPb 铅皮包裹。 根据设计图纸，本项目两套放射性废水衰变系统的各衰变池均为并联运行，由一套高度智能自动控制系统控制，通过 PLC 和触摸屏设定工作参数和状态，设有报警机制，系统自动监测液位、衰变时间等，可在无人值守状态下实现全自动稳定运行。各衰变池均设计有带铰刀的排污泵，并设有液位传感器，防止废液溢出，排水口处预留取样口，以便于对衰变后废水进行取样检测，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。根据设计图纸可知，本项目放射性废水收集管道转弯处较少，转弯及交接处其水流转角不小于 90°。具体工作流程如下（以门诊区域放射性废水衰变系统为例）： 1#衰变池上部电动控制阀打开，下部控制阀及其余衰变池控制阀关闭，废水经专用管道进入 1#衰变池内，当液面到达设定高度，自动关闭 1#衰变池上部控制阀，2#衰变池的上部控制阀打开，当 2#衰变池液面到达设定高度时，自动关闭 2#衰变池上部控制阀，3#衰变池的上部控制阀打开，当 3#衰变池液面到达设定高度时，自动关闭 3#衰变池上部控制阀，打开 1#衰变池下部控制阀，废水外排，当水位低至一定程度后，关闭下部控制阀，等待接纳新产生的废水。各电动控制阀旁设计有手动控制阀，电动控制阀损坏时使用。	与环评基本一致。医院于医技楼外西南侧位置建设两套地下槽式放射性废水衰变系统，分别用于处理核医学科门诊区域和病房区域产生的放射性废水。医院于放射性废水衰变系统区域四周设置栅栏，并设置警告标识。 门诊区域放射性废水衰变系统设置有 2 个降解池、3 个衰变池，其中各衰变池有效容积均为 17m³，病房区域放射性废水衰变系统设置有 2 个降解池、4 个衰变池，其中各衰变池有效容积均为 72m³。 本期项目核医学科设有两个放射性废水集水坑，位于场所西北侧污水间地面以下和南侧放废间地面以下，四周及底部均为 30cm 混凝土材质，顶部设有 8mmPb 铅板防护，分别用于收集门诊区域和病房区域产生的放射性废水，收集后再经电泵提升至各自放射性废水衰变系统中的降解池，放射性废水在降解池内初步沉淀后再排入衰变池。核医学科两区域均设有卫生通过间和淋浴间，注射后候诊室、留观室及甲癌病房等房间均设有患者专用卫生间，场所内产生的放射性废水经专用排水管道最终排至衰变池内暂存衰变，排水管道采用 304 不锈钢材质，对于暴露在室内的排水管道采用 8mmPb 铅皮包裹。 本期项目两套放射性废水衰变系统的各衰变池均为并联运行，由一套高度智能自动控制系统控制，通过 PLC 和触摸屏设定工作参数和状态，设有报警机制，系统自动监测液位、衰变时间等，可在无人值守状态下实现全自动稳定运行。各衰变池均设置有带铰刀的排污泵，并设有液位传感器，防止废液溢出，排水口处预留取样口，以便于对衰变后废水进行取样检测，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。本期项目放射性废水收集管道转弯处较少，转弯及交接处其水流转角不小于 90°。具体工作流程如下（以门诊区域放射性废水衰变系统为例）： 1#衰变池上部电动控制阀打开，下部控制阀及其余衰变池控制阀关闭，废水经专用管道进入 1#衰变池内，当液面到达设定高度，自动关闭 1#衰变池上部控制阀，2#衰变池的上部控制阀打开，当 2#衰变池液面到达设定高度时，自动关闭 2#衰变池上部控制阀，3#衰变池的上部控制阀打开，当 3#衰变池液面到达设定高度时，自动关闭 3#衰变池上部控制阀，打开 1#衰变池下部控制阀，废水外排，当水位低至一定程度后，关闭下部控制阀，等待接纳新产生的废水。各电动控制阀旁设计有手动控制阀，电动控制阀损坏时使用。放射性废水衰变池平面布置图和立面图见图 3-3。

续表 3-1 本期项目环境影响报告表防护设施/措施现场验收情况与环评内容对比表

名称	环评内容	现场实际建设内容
核医学工作场所		
放射性固体废物系统	本项目核医学科产生的放射性固废可分为三类。第一类为被污染的手套、抹布等物品、病人使用的一次性杯子等，医院拟于门诊区域各质控室、注射室、注射后候诊室、留观室等房间各放置 1 个污物桶（屏蔽厚度为 10mm 铅当量，容积为 5L），用于收集 ^{99m}Tc、^{18}F 放射性固废，于质控室（^{99m}Tc、^{89}Sr）、注射室（^{99m}Tc、^{89}Sr）各放置 2 个污物桶（屏蔽厚度为 10mm 铅当量，容积为 5L），其中 1 个用于收集 ^{99m}Tc 放射性固废，1 个用于收集 ^{89}Sr 放射性固废，于门诊区域放废间内放置 4 个衰变箱（屏蔽厚度为 10mm 铅当量，容积为 50L），其中 2 个用于暂存衰变 ^{99m}Tc、^{18}F 放射性固废，另外 2 个用于收集 ^{89}Sr 放射性固废；同时拟于病房区域质控室、自助服碘室、甲亢留观室及甲癌病房等房间各放置 1 个污物桶（屏蔽厚度为 10mm 铅当量，容积为 5L），放废间内放置 2 个衰变箱（屏蔽厚度为 20mm 铅当量，容积为 100L），用于暂存 ^{131}I 放射性废物，定期将各房间产生的放射性固废转移至放废间衰变箱内暂存衰变。衰变箱内放置专用塑料袋，每袋废物重量不超过 20kg，对于有尖刺和棱角的废物，医院拟预先进行包装处理，再装入塑料袋内。污物桶及衰变箱外均张贴电离辐射警告标志，日常工作状态下进行密封加盖，并于衰变箱表面注明废物所含核素名称、废物类别、入库日期等信息。同时放废间内安装有通风换气装置，防护门外张贴电离辐射警告标志，安装有门禁，放废间内不存放易燃、易爆、腐蚀性物品。第二类为衰变池内的沉渣，大部分沉渣经设定周期存放后可达到解控水平，经审管部门确认或批准，由切割式潜水泵粉碎后随废水一并排放，对于少量难于排出的沉渣，确保达到清洁解控水平后，进行酸化预处理后外排。第三类为更换下的废活性炭，属于放射性固体废物，拟于病房区域放废间设置 1 个专门的衰变箱（屏蔽厚度为 10mm 铅当量，容积为 60L），用于暂存衰变废活性炭，经设定周期暂存衰变，并达到清洁解控水平后按照医疗废物处置。 本次评价要求医院按照 HJ1188-2021 相关规定进行管理，在经设定周期存放并检测达标后可达到解控水平，按照医疗废物处理，其中辐射剂量率满足所处环境本底水平，β 表面污染小于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$，并安排专人负责放射性固体废物存储和处理工作，建立废物存储和处理台账，详细记录放射性废物的核素名称、废物类别、重量、废物产生起始时间、责任人员、出库时间和监测结果等。	与环评基本一致。医院于门诊区域质控室 1、质控室 2、注射室 1、注射室 2 等房间各放置 1 个污物桶（屏蔽厚度为 6mm 铅当量，容积为 35L），用于收集 ^{99m}Tc、^{18}F、^{89}Sr 放射性固废，于门诊区域患者走廊放置 2 个污物桶（屏蔽厚度为 20mm 铅当量，容积为 35L），用于收集 ^{99m}Tc、^{18}F、^{89}Sr 放射性固废；于门诊区域放废间内放置 2 个衰变箱（屏蔽厚度为 20mm 铅当量，容积为 35L），其中 1 个用于暂存衰变 ^{99m}Tc、^{18}F 放射性固废，另外 1 个用于收集 ^{89}Sr 放射性固废；同时于病房区域质控室 3 放置 1 个污物桶（屏蔽厚度为 6mm 铅当量，容积为 35L）、病房区域患者走廊放置 1 个污物桶（屏蔽厚度为 20mm 铅当量，容积为 35L），放废间内放置 1 个衰变箱（屏蔽厚度为 20mm 铅当量，容积为 35L），用于暂存 ^{131}I 放射性废物，定期将各房间产生的放射性固废转移至放废间衰变箱内暂存衰变。衰变箱内放置专用塑料袋，每袋废物重量不超过 20kg，对于有尖刺和棱角的废物，医院预先进行包装处理，再装入塑料袋内。污物桶及衰变箱外均张贴电离辐射警告标志，日常工作状态下进行密封加盖，并于衰变箱表面注明废物所含核素名称、废物类别、入库日期等信息。同时放废间内安装有通风换气装置，防护门外张贴电离辐射警告标志，安装有门禁，放废间内不存放易燃、易爆、腐蚀性物品。第二类为衰变池内的沉渣，大部分沉渣同放射性废水存放周期一致，由切割式潜水泵粉碎后随废水一并排放，对于少量难于排出的沉渣，确保达到清洁解控水平后，进行酸化预处理后外排。第三类为更换下的废活性炭，属于放射性固体废物。于病房区域放废间设置 1 个专门的衰变箱（屏蔽厚度为 20mm 铅当量，容积为 35L），用于暂存衰变废活性炭；暂存一年半，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 $0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$、$\beta$ 表面污染小于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ 达标后按照医疗废物处理。 医院按照 HJ 1188-2021 相关规定进行管理，^{99m}Tc 与 ^{18}F 放射性固废、^{131}I 放射性固废、^{89}Sr 放射性固废分别暂存 30 天、180 天、10 个半衰期，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 $0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$、$\beta$ 表面污染小于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ 达标后按照医疗废物处理；安排专人负责放射性固体废物存储和处理工作，建立废物存储和处理台账，详细记录放射性废物的核素名称、废物类别、重量、废物产生起始时间、责任人员、出库时间和监测结果等。

续表 3-1 本期项目环境影响报告表防护设施/措施现场验收情况与环评内容对比表

名称	环评内容	现场实际建设内容
核医学工作场所		
其他防护措施	本项目核医学科控制区入口及出口均设置门锁权限控制和单向门,限制患者的随意流动,控制区入口、边界等处设计有电离辐射警告标志,可对职业人员和公众人员可起到一定的警示作用,提示人们尽量减少停留时间,保障职业人员和公众人员的健康水平;场所内设有明确的患者导向标识和导向提示;机房操作室与注射后候诊室、留观室及扫描间之间设计有监控设备和对讲装置,扫描间防护门均设计有闭门装置、工作状态指示灯及电离辐射警告标志,且工作状态指示灯能够与防护门有效联动,可满足相关要求。	与环评一致。核医学科控制区入口及出口均设置门锁权限控制和单向门,限制患者的随意流动,控制区入口、边界等处设置有电离辐射警告标志;场所内设有明确的患者导向标识和导向提示;机房操作室与注射后候诊室、留观室及扫描间之间设置有监控设备和对讲装置,扫描间防护门均设置有闭门装置、工作状态指示灯及电离辐射警告标志,且工作状态指示灯能够与防护门有效联动,可满足相关要求。
医用电子加速器		
机房布局	本项目三座加速器机房自东向西依次为1#机房、2#机房、3#机房,各机房均由加速器治疗室、准备间、控制室及水冷机房组成(其中2#、3#机房的水冷机房共用);各机房的准备间、控制室及水冷机房均与治疗室分开设置,位于各治疗室南侧,3台加速器主射束方向均为向西、向东、向上及向下照射,控制室避开有用线束的照射,同时各机房内均设计有“Z”型迷道,布局合理。	与环评基本一致。本期项目二座加速器机房自西向东依次为1#机房、3#机房,各机房均由加速器治疗室、准备间、控制室及水冷机房组成;各机房的准备间、控制室及水冷机房均与治疗室分开设置,位于各治疗室南侧,2台加速器主射束方向均为向西、向东、向上及向下照射,控制室避开有用线束的照射,同时各机房内均设置有“Z”型迷道,布局合理。
项目分区	医院拟对辐射工作场所进行分区管理,将加速器治疗室四周墙壁围成的区域及迷道划为控制区,与墙壁外部相邻区域的控制室、准备间及水冷机房划为监督区,并在控制区边界张贴电离辐射警告标志。	与环评一致。医院对辐射工作场所进行分区管理,将加速器治疗室及迷道划为控制区,控制室、准备间及水冷机房划为监督区,并在控制区边界张贴电离辐射警告标志。
加速器治疗室屏蔽墙体等	具体屏蔽参数见表3-2	与环评基本一致 (具体屏蔽参数见表3-2)

续表 3-1 本期项目环境影响报告表防护设施/措施现场验收情况与环评内容对比表

名称	环评内容	现场实际建设内容
医用电子加速器		
安全防护装置	①控制台处设计有 1 处急停按钮，治疗室防护门内侧、迷道出入口、西墙、东墙、北墙及迷道内墙均设计有一处急停按钮，加速器治疗床自带 2 个急停按钮，医院拟于各急停按钮处张贴醒目标识及文字显示牌；②各加速器治疗室防护门设计有门-机联锁装置，门完全关上时才可出束，出束期间开门则自动停止出束，必须重新设置才可重新出束；治疗室内均设计有紧急开门装置，防护门设计有防挤压红外线碰撞装置，门外设计有工作状态指示灯及张贴电离辐射警告标志；③各加速器治疗室与控制室间均设计有电视监视及双向交流对讲系统，治疗室内设 1 个监控探头，迷道内设 1 个监控探头；④医院拟于放疗科入口醒目位置张贴电离辐射警告标志；⑤机房迷道内入口处设有固定式辐射剂量监测仪并设有异常情况下报警功能，显示单位设在控制室内；⑥安全联锁系统一旦被触发，人工就地复位并通过控制台才能重新启动放射治疗活动；安装调试及维修情况下，任何联锁旁路通过单位辐射安全管理机构的批准和见证，工作结束后及时进行联锁恢复及功能测试；⑦电缆管线口位于南墙中间位置，避开控制台位置，采用地下“U”型穿墙，避免破坏墙体屏蔽效果。防护门与四周墙壁均存在搭接，搭接宽度与缝隙比例均在 10:1 之上。	与环评基本一致。①控制台处设计有 1 处急停按钮，治疗室防护门内侧、迷道出入口、西墙、东墙、北墙及迷道内墙均设计有一处急停按钮，加速器治疗床自带 2 个急停按钮，医院拟于各急停按钮处张贴醒目标识及文字显示牌；②各加速器治疗室防护门设计有门-机联锁装置；治疗室内均设置有紧急开门装置，防护门设置有防挤压红外线碰撞装置，门外设置有工作状态指示灯及张贴电离辐射警告标志；③各加速器治疗室与控制室间均设置有电视监视及双向交流对讲系统，治疗室内设 3 个监控探头，迷道内设 1 个监控探头；④医院于放疗科入口醒目位置张贴电离辐射警告标志；⑤机房迷道内入口处设有固定式辐射剂量监测仪并设有异常情况下报警功能，显示单位设在控制室内；⑥安全联锁系统一旦被触发，人工就地复位并通过控制台才能重新启动放射治疗活动；安装调试及维修情况下，任何联锁旁路通过单位辐射安全管理机构的批准和见证，工作结束后及时进行联锁恢复及功能测试；⑦电缆管线口位于南墙中间位置，避开控制台位置，采用地下“U”型穿墙，避免破坏墙体屏蔽效果。防护门与四周墙壁均存在搭接，搭接宽度与缝隙比例均在 10:1 之上。
通风系统	本项目三座加速器治疗室内设计有强制排风系统，采用全排全送的通风方式，各治疗室均设计有 1 处送风口和 1 处排风口，其中送风口分别位于 1#治疗室顶部西南侧、2#治疗室顶部东南侧、3#治疗室顶部西南侧，吊顶内安装，尺寸均约 40cm×40cm，排风口分别位于治疗室 1#治疗室东北侧、2#治疗室西北侧、3#治疗室东北侧，距地面约 30cm 处，尺寸均约 60cm×40cm，进风口和排风口位置满足“上进下出，对角布置”的原则。进风管道和排风管道穿墙位置位于防护门上侧，穿墙方式均为“Z”型，且穿墙处设有 30mmPb 铅板屏蔽补偿，可保证屏蔽墙体的防护能力，排风口与加速器治疗室内排风管道相连，排风管道最终由 1#加速器治疗室东侧管井处向上延伸将运行期间产生的有害气体排至医技楼顶部外环境，楼顶日常无人到达，且各机房排风系统有效通风量为 2500m³/h，各治疗室+迷道净容积最大为 295.02m³，排风次数大于 4 次/h。	与环评一致。本项目二座加速器治疗室内设置有强制排风系统，采用全排全送的通风方式，各治疗室均设置有 1 处送风口和 1 处排风口，其中送风口均位于治疗室顶部西南侧，吊顶内安装，尺寸均约 40cm×40cm，排风口均位于治疗室东北侧，距地面约 30cm 处，尺寸均约 60cm×40cm，进风口和排风口位置满足“上进下出，对角布置”的原则。进风管道和排风管道穿墙位置位于防护门上侧，穿墙方式均为“Z”型，且穿墙处设有 30mmPb 铅板屏蔽补偿，排风口与加速器治疗室内排风管道相连，排风管道最终由 1#加速器治疗室东侧管井处向上延伸将运行期间产生的有害气体排至医技楼顶部外环境，楼顶日常无人到达，且各机房排风系统有效通风量为 2500m³/h，各治疗室+迷道净容积最大为 295.02m³，排风次数大于 4 次/h。

续表 3-1 本期项目环境影响报告表防护设施/措施现场验收情况与环评内容对比表

名称	环评内容	现场实际建设内容
医用电子加速器		
其他防护设备	医院拟为本项目配置 17 名职业人员，包括 5 名医师、8 名技师及 4 名物理师，均为放疗科现有辐射工作人员，待本项目投运后，该 17 名人员拟同时负责本项目 3 台加速器及后装机的放疗工作，目前均已佩戴有个人剂量计（每人一支，由检测单位配发），医院现有 1 台 FD-RAYSAFE 452 型辐射巡检仪，放疗科已配备有 7 部个人剂量报警仪，拟利用辐射巡检仪定期对加速器机房周围的辐射剂量率进行自主监测，做好记录，以满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条第五款的要求；同时医院拟定期对安全防护设施进行自查，保证正常使用。操作人员应遵守各项操作规程，认真检查安全联锁，保障安全联锁正常运行，在进行放射治疗工作时，须确保有两名及以上操作人员协作，做好当班记录，严格执行交接班制度，密切关注控制台仪器和患者情况，发现异常及时处理，不得擅自离开岗位。在加速器试用、调试及检修期间，控制室设人员值守。任何人员未经授权或允许不得进入控制区，工作人员须在确认加速器停止出束的情况下方可进入治疗室。	医院为本期项目配置 11 名职业人员，包括 5 名医师、4 名技师及 2 名物理师，均为放疗科现有辐射工作人员，11 名人员同时负责本期项目 2 台加速器的放疗工作，均已佩戴有个人剂量计（每人一支，由检测单位配发），医院配置有 1 台 BG9521 型 X-γ 辐射检测仪，放疗科已配备有 7 部个人剂量报警仪，利用 X-γ 辐射检测仪定期对加速器机房周围的辐射剂量率进行自主监测，做好记录；同时医院定期对安全防护设施进行自查，保证正常使用。操作人员遵守各项操作规程，认真检查安全联锁，保障安全联锁正常运行，在进行放射治疗工作时，确保有两名及以上操作人员协作，做好当班记录，严格执行交接班制度，密切关注控制台仪器和患者情况，发现异常及时处理，不得擅自离开岗位。在加速器试用、调试及检修期间，控制室设人员值守。任何人员未经授权或允许不得进入控制区，工作人员在确认加速器停止出束的情况下方可进入治疗室。
放射性固废管理	医院拟建立放射性固废台账，存放及处置前进行监测，记录部件名称、质量、辐射类别、监测设备、监测结果、监测日期、去向等信息，并做好存档记录，以满足 HJ1198-2021 第 8.2.2.3 款要求。	医院建立了放射性固废台账，存放及处置前进行监测，记录部件名称、质量、辐射类别、监测设备、监测结果、监测日期、去向等信息，并做好存档记录。

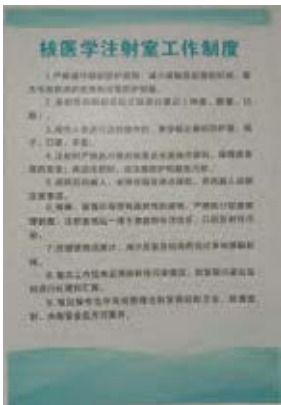
	
手套箱 (^{99m}Tc 、 ^{89}Sr)、活度计	^{99m}Tc 、 ^{89}Sr 注射窗口
	
注射车、铅盒	手套箱 (^{18}F)、活度计
	
^{18}F 注射窗口	手套箱 (^{131}I)
	
地面标识	地面标识

图 3-1 核医学工作场所辐射安全防护设施现场照片

	
服碘室窗口、固定式辐射剂量监测仪探头	备餐室人脸识别系统
	 工作状态指示灯志 电离辐射警告标志
PET-CT、ECT 操作室	ECT 患者进出防护门
 工作状态指示灯志 电离辐射警告标志	 工作状态指示灯志 电离辐射警告标志
ECT 医护人员进出防护门	PET-CT 患者进出防护门
	
ECT 机房观察窗、消防窗口	PET-CT 机房观察窗、消防窗口

续图 3-1 核医学工作场所辐射安全防护设施现场照片

	
ECT 机房排风系统	甲癌病房对讲装置
	
核医学科 X-γ辐射检测仪	衰变桶
	
衰变池	铅屏风
	
表面污染监测仪	注射防护车
续图 3-1 核医学工作场所辐射安全防护设施现场照片	

	
衰变桶	个人防护用品
	
室内通风管道	放射性废物桶
	
注射钨合金防护套	制度上墙

续图 3-1 核医学工作场所辐射安全防护设施现场照片

	
1#加速器治疗室操作台急停按钮	1#加速器治疗室操作台视频监控

图 3-2 加速器治疗室辐射安全防护设施现场照片

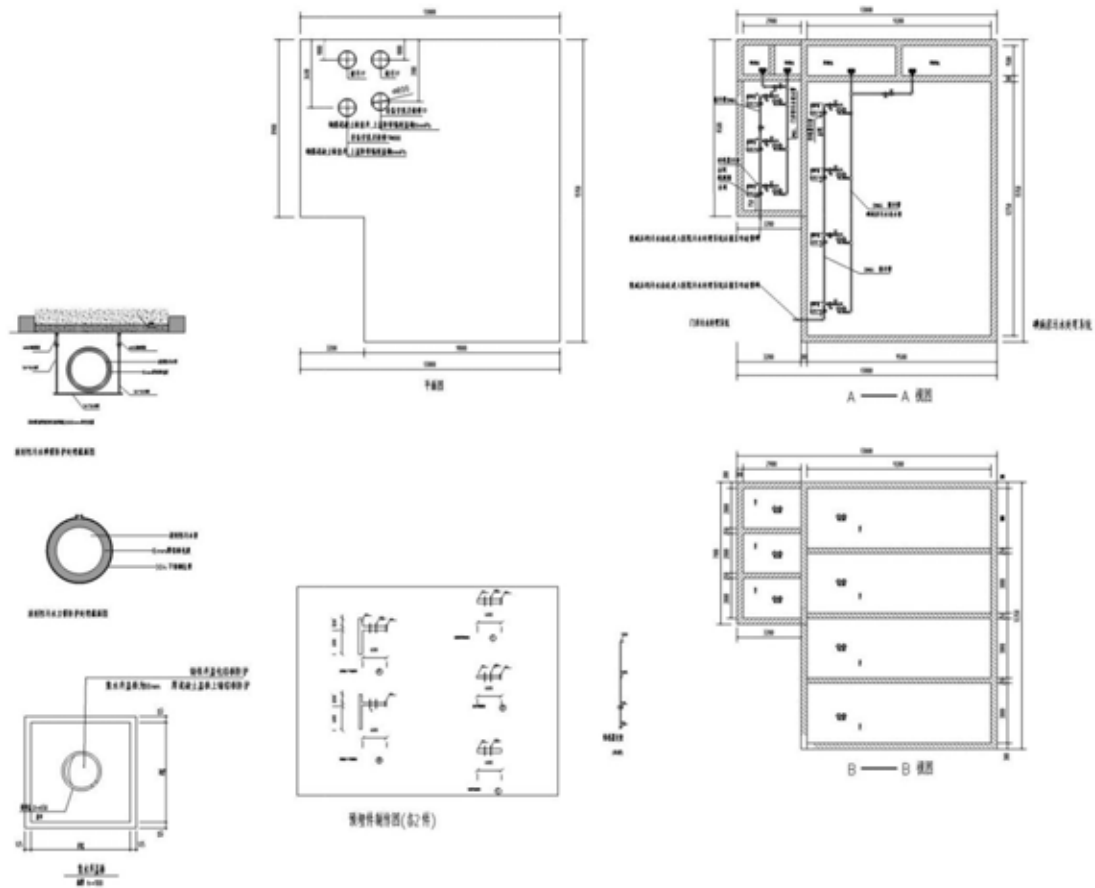
		
1#加速器治疗室内开门装置	1#加速器治疗室内急停按钮、视频监控	
		
1#加速器治疗室内固定式剂量率检测器探头	1#加速器治疗室内通风系统	
		
3#加速器治疗室内通风系统	3#加速器治疗室内固定式剂量率检测器探头、急停按钮、视频监控	

续图 3-2 加速器治疗室辐射安全防护设施现场照片

	
1#加速器治疗室防护门	1#加速器治疗室防护门
	
1#加速器治疗室操作台急停按钮、视频监控、对讲装置、固定式剂量率检测器	制度上墙

续图 3-2 加速器治疗室辐射安全防护设施现场照片

东营市人民医院衰变池平面图



东营市人民医院衰变池立面图

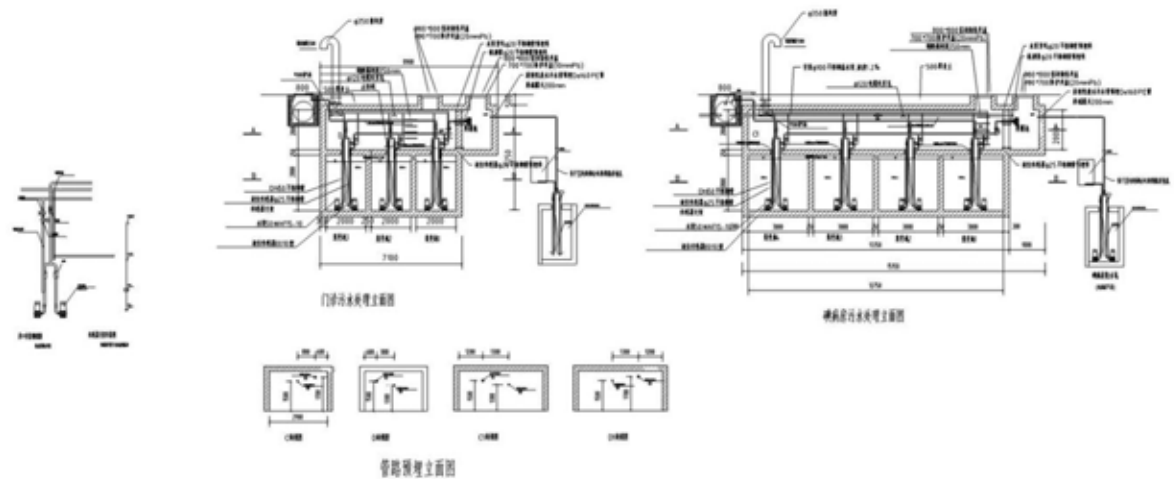


图 3-3 放射性废水衰变池平面布置图、立面布置图

表 3-2 本期项目核医学科、放疗科主要房间实体屏蔽建设情况与环评内容对比表

房间名称		尺寸 (m)		四周墙体		室顶		门/窗铅当量	
环评阶段	现场情况	环评阶段	现场情况	环评阶段	现场情况	环评阶段	现场情况	环评阶段	现场情况
核医学科门诊区域主要房间:									
质控室 1 (¹⁸ F)	与环评一致	(3.83-5.83) × 4.10	与环评一致	370mm 实心砖+2mmPb 硫酸钡砂	与环评一致	230mm 混凝土+300mm 轻骨料混凝土	与环评一致	8mmPb、10mmPb	与环评一致
注射室 1 (¹⁸ F)	与环评一致	2.60 × 1.75	与环评一致	370mm 实心砖+2mmPb 硫酸钡砂	与环评一致	230mm 混凝土	与环评一致	8mmPb/30mm Pb	与环评一致
PET-CT 扫描间	与环评一致	6.92 × 8.65	与环评一致	370mm 实心砖+4mmPb 硫酸钡砂	与环评一致	230mm 混凝土+300mm 轻骨料混凝土	与环评一致	8mmPb/8mmPb	与环评一致
PET 注射后候诊室 1	与环评一致	6.00 × 2.65	与环评一致	370mm 实心砖	与环评一致	230mm 混凝土+2mmPb 铅板	与环评一致	6mmPb	与环评一致
PET 注射后候诊室 2	与环评一致	4.66 × 4.25	与环评一致	370mm 实心砖	与环评一致	230mm 混凝土+2mmPb 铅板	与环评一致	6mmPb	与环评一致
PET 留观室	PET 留观室(PET 注射后候诊室 3)	7.50 × 3.50	与环评一致	370mm 实心砖	与环评一致	230mm 混凝土+2mmPb 铅板	与环评一致	6mmPb	与环评一致
ECT 注射后候诊室 1	调整为 ECT 留观室	2.93 × 4.20	与环评一致	370mm 实心砖	与环评一致	230mm 混凝土	与环评一致	6mmPb	与环评一致
ECT 注射后候诊室 2	与环评一致	6.00 × 2.60	与环评一致	北墙、东墙: 370mm 实心砖; 南墙: 240mm 实心砖	与环评一致	230mm 混凝土	与环评一致	4mmPb	与环评一致
ECT 留观室	调整为 ECT 注射后候诊室 1	6.00 × 2.60	与环评一致	北墙: 240mm 实心砖; 东墙: 370mm 实心砖; 南墙: 400mm 混凝土	与环评一致	230mm 混凝土	与环评一致	4mmPb	与环评一致

续表 3-2 本期项目核医学科、放疗科主要房间实体屏蔽建设情况与环评内容对比表

房间名称		尺寸 (m)		四周墙体		室顶		门/窗铅当量	
环评阶段	现场情况	环评阶段	现场情况	环评阶段	现场情况	环评阶段	现场情况	环评阶段	现场情况
核医学科门诊区域主要房间：									
放废间	与环评一致	4.95×2.63	与环评一致	370mm 实心砖+2mmPb 硫酸钡砂	与环评一致	230mm 混凝土	与环评一致	8mmPb	与环评一致
注射室 2 (^{99m} Tc、 ⁸⁹ Sr)	与环评一致	1.80×1.75	与环评一致	370mm 实心砖+2mmPb 硫酸钡砂	与环评一致	230mm 混凝土+300mm 轻骨料混凝土	与环评一致	10mmPb/10mmPb	与环评一致
质控室 2 (^{99m} Tc、 ⁸⁹ Sr)	与环评一致	1.78×3.76	与环评一致	370mm 实心砖+2mmPb 硫酸钡砂	与环评一致	230mm 混凝土	与环评一致	10mmPb	与环评一致
ECT 扫描间	与环评一致	8.65×6.92	与环评一致	370mm 实心砖+4mmPb 硫酸钡砂	与环评一致	230mm 混凝土+300mm 轻骨料混凝土	与环评一致	4mmPb/4mm	与环评一致
患者走廊	与环评一致	——	与环评一致	两端：370mm 实心砖+2mmPb 硫酸钡砂	与环评一致	230mm 混凝土	与环评一致	15/8/10mmPb	与环评一致
运动负荷室兼抢救室	与环评一致	3.76×1.90	与环评一致	370mm 实心砖+2mmPb 硫酸钡砂	与环评一致	230mm 混凝土	与环评一致	8mmPb	与环评一致
核医学科病房区域主要房间：									
质控室 3	与环评一致	4.10×2.40	与环评一致	370mm 实心砖+4mmPb 硫酸钡砂	与环评一致	230mm 混凝土	与环评一致	15mmPb	与环评一致
自助服碘室	与环评一致	4.10×2.20	与环评一致	370mm 实心砖+5mmPb 硫酸钡砂	与环评一致	230mm 混凝土	与环评一致	10mmPb/30mmPb	与环评一致
储源室	与环评一致	1.50×1.85	与环评一致	370mm 实心砖+5mmPb 硫酸钡砂	与环评一致	230mm 混凝土+300mm 轻骨料混凝土	与环评一致	10mmPb	与环评一致
被服室	与环评一致	2.15×1.85	与环评一致	240mm 实心砖+5mmPb 硫酸钡砂	与环评一致	230mm 混凝土+300mm 轻骨料混凝土	与环评一致	6mmPb	与环评一致

续表 3-2 本期项目核医学科、放疗科主要房间实体屏蔽建设情况与环评内容对比表

房间名称		尺寸 (m)		四周墙体		室顶		门/窗铅当量	
环评阶段	现场情况	环评阶段	现场情况	环评阶段	现场情况	环评阶段	现场情况	环评阶段	现场情况
核医学科病房区域主要房间:									
放废间	与环评一致	2.18×3.15	与环评一致	北墙、西墙、东墙: 240mm 实心砖+5mmPb 硫酸钡砂; 南墙: 240mm 实心砖+10mmPb 硫酸钡砂	与环评一致	230mm 混凝土+300mm 轻骨料混凝土	与环评一致	6mmPb	与环评一致
被服衰变间	与环评一致	3.00×3.90	与环评一致	北墙、西墙、南墙: 240mm 实心砖+5mmPb 硫酸钡砂; 东墙: 370mm 实心砖+3mmPb 硫酸钡砂	与环评一致	230mm 混凝土+300mm 轻骨料混凝土	与环评一致	8mmPb	与环评一致
污洗间	与环评一致	2.00×1.98	与环评一致	南墙、北墙、西墙: 240mm 实心砖+5mmPb 硫酸钡砂; 东墙: 370mm 实心砖+3mmPb 硫酸钡砂	与环评一致	230mm 混凝土+300mm 轻骨料混凝土	与环评一致	6mmPb	与环评一致
抢救室	与环评一致	3.60×2.76	与环评一致	370mm 实心砖+2mmPb 硫酸钡砂	与环评一致	230mm 混凝土+300mm 轻骨料混凝土	与环评一致	15/10mmPb	与环评一致
甲亢留观室	与环评一致	3.38×5.78	与环评一致	西墙、北墙: 370mm 实心砖+5mmPb 硫酸钡砂; 南墙: 240mm 实心砖+11mmPb 硫酸钡砂; 东墙: 370mm 实心砖+3mmPb 硫酸钡砂	与环评一致	230mm 混凝土+300mm 轻骨料混凝土+5mmPb 铅板	与环评一致	15mmPb	与环评一致
甲癌病房 1	调整为甲癌病房 3	3.38×5.78	与环评一致	北墙: 370mm 实心砖+5mmPb 硫酸钡砂; 南墙: 240mm 实心砖+11mmPb 硫酸钡砂; 东墙、西墙: 370mm 实心砖+3mmPb 硫酸钡砂	与环评一致	230mm 混凝土+300mm 轻骨料混凝土+5mmPb 铅板	与环评一致	10mmPb	与环评一致
甲癌病房 2	与环评一致	3.38×5.78	与环评一致	北墙: 370mm 实心砖+5mmPb 硫酸钡砂; 南墙: 240mm 实心砖+11mmPb 硫酸钡砂; 东墙、西墙: 370mm 实心砖+3mmPb 硫酸钡砂	与环评一致	230mm 混凝土+300mm 轻骨料混凝土+5mmPb 铅板	与环评一致	10mmPb	与环评一致

续表 3-2 本期项目核医学科、放疗科主要房间实体屏蔽建设情况与环评内容对比表

房间名称		尺寸 (m)		四周墙体		室顶		门/窗铅当量	
环评阶段	现场情况	环评阶段	现场情况	环评阶段	现场情况	环评阶段	现场情况	环评阶段	现场情况
核医学科病房区域主要房间：									
甲癌病房 3	调整为甲癌病房 1	3.46×5.78	与环评一致	北墙：370mm 实心砖+5mmPb 硫酸钡砂； 东墙：240mm 实心砖+11mmPb 硫酸钡砂； 西墙：370mm 实心砖+3mmPb 硫酸钡砂； 南墙：240mm 实心砖+11mmPb 硫酸钡砂	与环评一致	230mm 混凝土+300mm 轻骨料混凝土+5mmPb 铅板	与环评一致	10mmPb	与环评一致
备餐间	与环评一致	1.63×2.15	与环评一致	西墙：240mm 实心砖+11mmPb 硫酸钡砂	与环评一致	230mm 混凝土	与环评一致	窗：20mmPb	与环评一致
患者走廊	与环评一致	——	与环评一致	北墙：370mm 实心砖+7mmPb 硫酸钡砂	与环评一致	230mm 混凝土	与环评一致	15mmPb	与环评一致
放疗科加速器治疗室									
1#加速器机房	调整为 3# 加速器机房	东西长约 8.20m，南北宽约 7.909m，高约 3.5m，吊顶高 3.0m，治疗室净面积约 71.68m ² ，吊顶内治疗室+迷道净容积约 286.86m ³	与环评一致	东墙：均为混凝土材质，主屏蔽墙体厚度为 3000mm，宽度为 4000mm；次屏蔽墙体厚度为 1700mm。西墙：均为混凝土材质，主屏蔽墙体厚度为 3000mm，宽度为 5000mm；次屏蔽墙体厚度为 1800mm。迷道内墙：混凝土材质，厚度为 1400mm～2237mm。	与环评一致	均为混凝土材质，主屏蔽墙体厚度为 3000mm，宽度为 4000mm；次屏蔽墙体厚度为 1700mm。	与环评一致	均为铅钢结构，电动平开式，宽 1.5m，高 2.3m，厚度约 18cm，防护材料为 150mm 含硼不少于 10%聚乙烯（内层）和 20mmPb（外层），其余为钢板，门洞宽 1.3m，高 2.2m，防护门与门洞上、左、右搭接量均为 10cm，搭接处缝隙约 1cm，搭接宽度与缝隙比例不小于 10：1	与环评一致
3#加速器机房	调整为 1# 加速器机房		与环评一致	迷道围墙（南墙）：均为混凝土材质，厚度为 994mm～1897mm。 北墙：均为混凝土材质，厚度为 1700mm。	与环评一致		与环评一致		与环评基本一致

注：核医科房间高度均为 2.7m。

表 3-3 环境影响报告表批复与现场情况对比表

环境影响报告表批复意见(综述)		验收落实情况
二、项目应严格按照环境影响报告表提出的措施及以下要求，落实和完善辐射安全与防护措施，开展辐射安全工作。	(一) 严格执行辐射安全管理制度 1. 严格落实辐射安全管理责任制。医院法人代表为辐射安全工作第一责任人，分管负责人为直接责任人。设立辐射安全与环境保护管理机构或指定 1 名本科以上学历的技术人员专职负责本单位的辐射安全管理工作，明确辐射工作岗位，落实岗位职责；各辐射工作场所应安排技术人员负责各自的辐射安全管理工作。 2. 制定并严格落实放射性同位素生产、分装、运输、使用登记制度，医用电子加速器、后装机、ERCp 装置等操作规程、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、培训计划和监测方案等，建立辐射安全管理档案。	1. 医院严格落实辐射安全管理责任制。医院法人代表为辐射安全工作第一责任人，分管负责人为直接责任人。设立辐射安全与环境保护管理机构或指定 1 名本科以上学历的技术人员专职负责本单位的辐射安全管理工作，明确辐射工作岗位，落实岗位职责；各辐射工作场所应安排技术人员负责各自的辐射安全管理工作。 2. 医院制定了《岗位职责》《辐射防护和安全保卫制度》《放射治疗操作规程》《放射性核素安全使用操作规范指导书》《射线装置操作规程》《核医学科放射性核素订购、领取、保管、使用制度》《辐射工作人员培训计划》《设备检修维护制度》《监测方案》，严格落实辐射安全管理责任制以及放射性同位素和射线装置使用登记制度、操作规程、辐射防护和安全保卫制度等制度。
	(二) 加强辐射工作人员及患者的辐射安全和防护工作 1. 加强辐射工作人员的培训和再培训。制定辐射工作人员培训计划，严格按照《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)的规定开展培训工作，严禁未参加培训的人员从事辐射工作。未培训辐射工作人员从事辐射工作前需要通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识，并通过平台报名考试，考核合格者方可从事辐射相关工作。否则不得从事辐射工作，持有培训证书人员应定期到该平台进行复训。 2. 按照《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)《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，建立辐射工作人员个人剂量档案，做到 1 人 1 档。辐射工作人员应佩戴个人剂量计，每 3 个月进行 1 次个人剂量监测。安排专人负责个人剂量监测管理，发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并向生态环境部门报告。 3. 辐射工作人员应严格在规定的区域内按照规程进行放射性同位素操作，并穿戴必要的辐射防护用品，确保符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)要求。	1. 医院加强辐射工作人员的培训和再培训工作。医院制定《辐射工作人员培训计划》，严格按照法规和制度规定开展培训工作，严禁未参加培训的人员从事辐射工作。本期项目核医学科、放疗科辐射工作人员均通过国家核技术利用辐射安全与防护考核，且均获得合格成绩单。持有合格成绩单的辐射人员将于该平台进行复训。 2. 医院制定了《监测方案》，按照法规要求委托有资质单位开展了个人剂量监测工作，建立了辐射工作人员个人剂量档案，做到了 1 人 1 档。辐射工作人员佩戴个人剂量计，每 3 个月进行 1 次个人剂量监测。安排专人负责个人剂量监测管理，发现个人剂量监测结果异常的，立即核实和调查，并向生态环境部门报告。 3. 医院制定了《放射性核素安全使用操作规范指导书》、《核医学科放射性核素订购、领取、保管、使用制度》，辐射工作人员在规定的区域内按照规程进行放射性同位素操作，并穿戴必要的辐射防护用品，能有效地确保符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)要求。

续表 3-3 环境影响报告表批复与现场情况对比表

	环境影响报告表批复意见(综述)	验收落实情况
二、项目应严格按照环境影响报告表提出的措施及以下要求,落实和完善辐射安全与防护措施,开展辐射安全工作。	4. 从事放射治疗或诊断时,应对患者采取有效辐射安全与防护措施,严格控制受照剂量,确保符合《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)、《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)及《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)相关要求。	4. 医院在从事放射治疗或诊断时,对患者采取有效辐射安全与防护措施,严格控制受照剂量,能有效地确保符合《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)、《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)及《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)相关要求。
	(三) 做好辐射工作场所的安全和防护工作 1. 在医院各辐射工作场所醒目位置设置符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)要求的电离辐射警告标志。 2. 核医学工作场所应实行分区管理,划分控制区和监督区,并实行医生通道和患者通道分离,核医学工作场所要按照要求设立独立的排风系统。 3. 各机房应落实实体屏蔽措施,落实防护门、工作状态指示灯等安全与防护措施;机房应按要求设置动力排风系统,保持良好通风。	1. 医院在核医学科、放疗科控制区边界及醒目位置均设置符合要求的电离辐射警告标志。 2. 医院对核医学工作场所进行了分区管理,划分控制区和监督区,设置有分离的医生通道和患者通道,核医学工作场所按照标准要求设置有独立的排风系统。 3. 医院落实了核医学工作场所、加速器治疗室屏蔽防护措施,根据验收监测结果,核医学工作控制区内各房间外 30cm 处及控制区外 30cm 处的剂量率低于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的剂量率目标控制值;加速器治疗室屏蔽体外 30cm 处的剂量率满足 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的限值要求;各辐射工作场所均落实防护门、工作状态指示灯等安全与防护措施;机房均按要求设置动力排风系统,保持良好通风。
	(四) 做好营运期污染防治措施 1. 核医学工作场所产生废气主要为甲亢及甲癌患者服药后呼出的放射性废气和核素使用过程挥发废气,均设置专门的排气管道,经活性炭高效过滤装置处理后排放;医用电子加速器、后装机运行过程中产生少量非放射性有害气体(包括臭氧、氨氧化物)及感生放射性废气,收集后无组织排放,满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)及《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)相关要求。	1. 核医学工作场所产生的放射性废气和核素使用过程中挥发废气,均设置专门的排气管道,经活性炭高效过滤装置处理后排放;医用电子加速器运行过程中产生少量非放射性有害气体(包括臭氧、氨氧化物)及感生放射性废气,收集后无组织排放,满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)及《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)相关要求。

续表 3-3 环境影响报告表批复与现场情况对比表

	环境影响报告表批复意见(综述)	验收落实情况
二、项目应严格按照环境影响报告表提出的措施及以下要求，落实和完善辐射安全防护措施，开展辐射安全工作。	2. 核医学工作场所产生的放射性废水主要为注射 ^{99m}Tc、^{18}F、^{131}I 的排泄物(包括呕吐物)及冲洗水。新建两套地下槽式放射性废水衰变系统(集水坑+降解池+衰变池)，分别用于处理核医学科门诊区域和病房区域产生的放射性废水；医用电子加速器系统冷却水中被活化的而形成的放射性核素主要为 ^{15}O、^{16}N，它们的半衰期分别为 2.1min 和 7.3s，半衰期很短，暂存待其活度衰减满足相关要求后排放。废水排放应满足《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)、《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)和《山东省医疗机构污染物排放控制标准》(DB371596-2020)相关要求。 3. 核医学工作场所产生的被污染的注射器、针头、手套、导管、药棉纱布、吸水纸、破碎杯皿及擦拭表面污染的抹布等，经放射性废物衰变箱封存，待活度衰变降至解控水平以下后，按照医疗废物处理。衰变池内的沉渣经设定周期存放后可达到解控水平，经审管部门确认或批准，由切割式潜水泵粉碎后随废水一并排放，对于少量难于排出的沉渣，确保达到清洁解控水平后，进行酸化预处理后外排。废活性炭，属于放射性固体废物，暂存于专门的衰变箱，经设定周期暂存衰变，并达到清洁解控水平后按照医疗废物处置。加速器靶、准直器及束流阻止器等部件更换或退役时直接交由具有放射性废物处置资质的单位进行处置。后装治疗机产生的报废或退役的 ^{192}Ir 放射源由供源厂家于机房内直接换源回收，并负责运输。废造影剂暂存于医院医疗废物暂存间，委托有资质单位定期清运。暂存场所应按照《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)的要求进行设置，同时应满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)相关要求。	2. 医院建设两套地下槽式放射性废水衰变系统(集水坑+降解池+衰变池)，分别用于处理核医学科门诊区域和病房区域产生的放射性废水；^{18}F 和 ^{99m}Tc 放射性废水、^{131}I 放射性废水分别暂存 30 天和 180 天低于 GB18871-2002 规定限值后排放；医用电子加速器系统冷却水中被活化的而形成的放射性核素主要为 ^{15}O、^{16}N，它们的半衰期分别为 2.1min 和 7.3s，半衰期很短，暂存待其活度衰减满足相关要求后排放。 3. 医院按照 HJ 1188-2021 相关规定进行管理，^{99m}Tc 与 ^{18}F 放射性固废、^{131}I 放射性固废、^{89}Sr 放射性固废分别暂存 30 天、180 天、10 个半衰期，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 达标后按照医疗废物处理。衰变池内的沉渣与放射性废水存放设定周期一致，由切割式潜水泵粉碎后随废水一并排放。废活性炭暂存于专门的衰变箱，暂存一年半，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 达标后按照医疗废物处理。加速器靶、准直器及束流阻止器等部件更换或退役时直接交由具有放射性废物处置资质的单位进行处置。医院暂存场所按照《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)的要求进行设置，同时满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)、《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)相关要求。

续表 3-3 环境影响报告表批复与现场情况对比表

环境影响报告表批复意见(综述)		验收落实情况
二、项目应严格按照环境影响报告表提出的措施及以下要求，落实和完善辐射安全与防护措施，开展辐射安全工作。	(四) ¹⁹² Ir 密封源运输、装换源事宜由供源厂家承担，严格按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的有关规定，做好安全与防护工作；装放射源后对剂量率进行监测。	(四)本期项目不涉及后装机应用项目相关内容。
	(五)制定并严格执行辐射环境监测计划。配备辐射巡测仪，开展辐射环境监测，并做好监测数据的记录工作，达到《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求。	(五)医院制定了《监测方案》，并严格执行辐射环境监测计划。医院核医学科和放疗科均配备了辐射巡测仪，每年将委托有资质的单位开展辐射环境监测，并做好日常监测数据的记录工作，达到《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求。
	(六)对本单位辐射安全和防护状况进行年度评估，于每年的1月31日前向东营经济技术开发区管理委员会东营经济技术开发区分局提交年度评估报告。	(六)医院于每年的1月31日前上报本单位辐射安全和防护状况进行年度评估报告。
	(七)制定并定期修订本单位的辐射事故应急预案，组织开展应急演练配备必要的应急及去污用品。若发生辐射事故，应及时向生态环境局、公安局和卫生健康委员会等部门报告。	(七)医院制定了《放射事故应急处理预案》，定期修订本单位的辐射事故应急预案。医院开展了2025年应急演练。配备了必要的应急及去污用品。若发生辐射事故，将及时向生态环境局、公安局和卫生健康委员会等部门报告。

3.2 辐射安全管理

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院第449号令)、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(环境保护部第3号令)及生态环境主管部门的要求，放射性同位素和射线装置使用单位应落实环评文件及环评批复中要求的各项管理制度和安全防护措施。本次验收对医院的辐射环境管理和安全防护措施进行了检查。

(一)组织机构

医院签订了辐射工作安全责任书，明确医院法定代表人为本单位辐射工作安全第一责任人，成立辐射安全与环境保护领导小组负责辐射安全与环境保护管理工作，指定专人具体负责放射性同位素和射线装置的安全和防护工作。

(二)辐射安全管理制度及其落实情况

1. 工作制度。制定了《岗位职责》《辐射防护和安全保卫制度》《放射治疗操作规程》《放射性核素安全使用操作规范指导书》《射线装置操作规程》《核医学科放射性核素订购、领取、保管、使用制度》《辐射工作人员培训计划》《设备检修维护制度》《监测方案》等制度。

2. 操作规程。制定了《放射治疗操作规程》《放射性核素安全使用操作规范指导书》。

3. 应急预案。制定了《放射事故应急处理预案》，并开展了应急演练。

4. 人员培训。制定了《辐射工作人员培训计划》，本期项目工作人员均已参加核技术利用辐射安全与防护考核，考核成绩合格，且成绩单均在有效期内。

5. 监测方案。制定了《监测方案》，医院放疗科和核医学科均配备了 X- γ 辐射检测仪，用于定期开展巡检工作；委托河北九新职业卫生技术服务有限公司对辐射工作人员进行个人剂量检测，建立了辐射工作人员个人剂量档案。

6. 年度评估。医院于每年 1 月 31 日前编制辐射安全和防护状况年度评估报告，并于规定的时间内按要求上报。

7. 配备了监测设备、个人剂量报警仪，详见表 3-4。防护仪器照片见图 3-7。

表 3-4 防护仪器配置情况一览表

仪器名称	型号	仪器状态	数量
X- γ 辐射检测仪	BG9521 型	正常	4 台
个人剂量报警仪	FJ-2000 型	正常	12 台
固定式辐射剂量率仪	QD608 型	正常	18 套
表面污染监测仪	IA-V2	正常	2 台
个人剂量计	/	正常	27 支



核医学科 X- γ 辐射检测仪



核医学科个人剂量报警仪

	
核医学科表面污染监测仪	核医学科固定式辐射剂量率仪
	/
个人剂量片	/

图 3-4 本期项目配置防护仪器照片

3.3 三废的治理

3.3.1 放射性废气治理

1. 核医学工作场所

本期项目放射性废气产生环节主要为放射性药物的取送药、注射及口服药物等工序。场所手套箱为负压工况操作，密闭设备的顶壁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，对于各房间内产生的放射性废气，场所内主要房间如储源室、放废间、质控室、注射室、抢救室、卫生通过间、ECT 扫描间、PET-CT 扫描间、注射后候诊室、留观室等均设置排风口，排风口与排风管道相连，排风管道在穿墙时尽量减小管道与墙壁的缝隙，并在穿墙位置缝隙处使用混凝土做为屏蔽补偿，废气最终排向楼顶排放。排气管道出口防护箱体内部均安装活性炭高效过滤装置及高效微粒过滤、吸附模组，有效去除废气中放射性粒子，使排出气体达到国家排放要求。箱体外形尺寸(含底座及接管法兰)为高 780*宽 700*长 1320mm，防护当量为 20mmPb，纯铅材质，风速 $\geq 0.5\text{m/s}$ 。过滤装置箱体内外采用 1.2mm 厚 304#不锈钢整体焊接，气密性封闭处理，具有全天候防潮防雨功能，能够满足室内外环境使用。箱体内部分为预过滤段、活性炭吸附段、风机段，箱体左右两侧设防护侧开门(20mmPb)，便于后期检修及更换滤芯。活性炭过滤装置为两级活性炭过滤，滤芯可更换，正常使用寿命 ≥ 8000 小时。采取柱状颗粒活性炭，规格为 940*930*20mm，总重量 30kg，碘值 $>800\text{mg/g}$ ，去除效率 $\geq 80\%$ ，更换周期为 1 年更换一次。活性炭壳体为不锈钢金属网孔，双层柱体卡扣设计，过滤效率高，方便后期维护更换，内置活性炭滤芯 16 组。楼顶共设有 3 个最终排放口，2 个排放口位于医技楼屋顶上方西北侧，另外 1 个排放口位于医技楼屋顶上方西南侧，高于屋顶 1.5m，排气管道出口风机与室内排风机组控制箱实行联动。医技楼屋顶日常无人居留，且各排放口周边无邻近的高层建筑，最近建筑物为急诊综合大楼，距最终排放口最近距离约 35m，位于各最终排放口南侧，不位于主导风向下风向，因此本项目产生的放射性废气不会对周围环境和人员造成影响。

2. 医用电子加速器机房

本期项目二座加速器治疗室内设置有强制排风系统，采用全排全送的通风方式，各治疗室均设置有 1 处送风口和 1 处排风口，确保机房内保持恒温恒湿，其中送风口均位于治疗室顶部西南侧，吊顶内安装，尺寸均约 40cm $\times$ 40cm，排风口均位于治疗室东北侧，距地面约

30cm 处，尺寸均约 60cm×40cm，进风口和排风口位置满足“上进下出，对角布置”的原则。进风管道和排风管道穿墙位置位于防护门上侧，穿墙方式均为“Z”型，且穿墙处设有 30mmPb 铅板屏蔽补偿，可保证屏蔽墙体的防护能力，排风口与加速器治疗室内排风管道相连，排风管道最终由 3#加速器治疗室东侧管井处向上延伸将运行期间产生的有害气体排至医技楼顶部外环境，楼顶日常无人到达，且各机房排风系统有效通风量为 2500m³/h，各治疗室+迷道净容积最大为 295.02m³，排风次数大于 4 次/h，满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）中第 8.4.1 款规定。

3.3.2 放射性废水治理

1. 核医学工作场所

医院于医技楼外西南侧位置建设两套地下槽式放射性废水衰变系统，分别用于处理核医学科门诊区域和病房区域产生的放射性废水，该区域周围主要为医院内空地，周围公众成员居留较少，选址满足要求，且靠近本期项目核医学科，可有效防止下水道较长导致管道内废物堆积等问题发生。医院于放射性废水衰变系统区域四周设置栅栏，并设置警告标识，防止无关人员靠近受到辐射影响。

门诊区域放射性废水衰变系统设置有 2 个降解池、3 个衰变池，其中各衰变池有效容积均为 14m³，病房区域放射性废水衰变系统设置有 2 个降解池、4 个衰变池，其中各衰变池有效容积均为 72m³。

本期项目核医学科设有两个放射性废水集水坑，位于场所西北侧污水间地面以下和南侧放废间地面以下，四周及底部均为 30cm 混凝土材质，顶部设有 8mmPb 铅板防护，分别用于收集门诊区域和病房区域产生的放射性废水，收集后再经电泵提升至各自放射性废水衰变系统中的降解池，降解槽主要处理不溶于水的物质，使之在生物降解的作用下降解为可以流通的流体物质，并具有一定的沉淀作用。放射性废水在降解池内初步沉淀后再排入衰变池。

本期项目核医学科两区域均设有卫生通过间和淋浴间，注射后候诊室、留观室及甲癌病房等房间均设有患者专用卫生间，场所内产生的放射性废水经专用排水管道最终排至衰变池内暂存衰变，排水管道采用 304 不锈钢材质，对于暴露在室内的排水管道采用 8mmPb 铅皮包裹。

本期项目两套放射性废水衰变系统的各衰变池均为并联运行，由一套高度智能自动控制

系统控制，通过 PLC 和触摸屏设定工作参数和状态，设有报警机制，系统自动监测液位、衰变时间等，可在无人值守状态下实现全自动稳定运行。各衰变池均设置有带铰刀的排污泵，并设有液位传感器，防止废液溢出，排水口处预留取样口，以便于对衰变后废水进行取样检测，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。本期项目放射性废水收集管道转弯处较少，转弯及交接处其水流转角不小于 90° 。具体工作流程如下（以门诊区域放射性废水衰变系统为例）：

1#衰变池上部电动控制阀打开，下部控制阀及其余衰变池控制阀关闭，废水经专用管道进入 1#衰变池内，当液面到达设定高度，自动关闭 1#衰变池上部控制阀，2#衰变池的上部控制阀打开，当 2#衰变池液面到达设定高度时，自动关闭 2#衰变池上部控制阀，3#衰变池的上部控制阀打开，当 3#衰变池液面到达设定高度时，自动关闭 3#衰变池上部控制阀，打开 1#衰变池下部控制阀，废水外排，当水位低至一定程度后，关闭下部控制阀，等待接纳新产生的废水。各电动控制阀旁设计有手动控制阀，电动控制阀损坏时使用。

医院委托山东嘉源检测技术股份有限公司对放射性废水中总 α 、总 β 进行了监测，委托核工业北京地质研究院分析测试研究中心对放射性废水中 ^{131}I 进行了监测，核医学科病房区域、门诊区域衰变池排放口污水中总 α 均为未检出、总 β 分别为 0.042Bq/L 和 0.067Bq/L ，满足《山东省医疗机构污染物排放控制标准》（DB 37/596-2020）中规定的医疗机构污水处理系统放射性衰变池出口总 α 1 Bq/L 的排放标准和总 β 10 Bq/L 的排放标准；核医学科病房区域衰变池排放口污水中 ^{131}I 为 $<0.16\text{Bq/L}$ ，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）规定的 ^{131}I 10 Bq/L 的排放标准。截止到 2025 年 6 月医院未对病房区域和门诊区域衰变池废水进行排放，病房区域和门诊区域衰变池的贮存废水量分别约为 10m^3 、 3.9m^3 。

3.3.3 放射性固体废物治理

1. 核医学工作场所

本期项目核医学科产生的放射性固废可分为三类。

第一类为被污染的手套、抹布等物品、病人使用的一次性杯子等，医院于门诊区域质控室 1、质控室 2、注射室 1、注射室 2 等房间各放置 1 个污物桶（屏蔽厚度为 6mm 铅当量，容积为 35L ），用于收集 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{18}F 、 ^{89}Sr 放射性固废，于门诊区域患者走廊放置 2 个污物桶（屏

蔽厚度为 20mm 铅当量，容积为 35L），用于收集 ^{99m}Tc 、 ^{18}F 、 ^{89}Sr 放射性固废；于门诊区域放废间内放置 3 个衰变箱（屏蔽厚度为 20mm 铅当量，容积为 35L），其中 1 个用于暂存衰变 ^{99m}Tc 、 ^{18}F 放射性固废，另外 1 个用于收集 ^{89}Sr 放射性固废；同时于病房区域质控室 3 放置 1 个污物桶（屏蔽厚度为 6mm 铅当量，容积为 35L）、病房区域患者走廊放置 1 个污物桶（屏蔽厚度为 20mm 铅当量，容积为 35L），放废间内放置 1 个衰变箱（屏蔽厚度为 20mm 铅当量，容积为 35L），用于暂存 ^{131}I 放射性废物，定期将各房间产生的放射性固废转移至放废间衰变箱内暂存衰变。衰变箱内放置专用塑料袋，每袋废物重量不超过 20kg，对于有尖刺和棱角的废物，医院预先进行包装处理，再装入塑料袋内。污物桶及衰变箱外均张贴电离辐射警告标志，日常工作状态下进行密封加盖，并于衰变箱表面注明废物所含核素名称、废物类别、入库日期等信息。同时放废间内安装有通风换气装置，防护门外张贴电离辐射警告标志，安装有门禁，放废间内不存放易燃、易爆、腐蚀性物品。

第二类为衰变池内的沉渣，大部分沉渣同放射性废水存放周期一致，由切割式潜水泵粉碎后随废水一并排放，对于少量难于排出的沉渣，确保达到清洁解控水平后，进行酸化预处理后外排。

第三类为更换下的废活性炭，属于放射性固体废物，于病房区域放废间设置 1 个专门的衰变箱（屏蔽厚度为 20mm 铅当量，容积为 35L），用于暂存衰变废活性炭；暂存一年半，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 达标后按照医疗废物处理。

本期项目放废间防护门及墙体均具有屏蔽能力，同时污物桶和衰变箱均具有屏蔽能力，医院定期对污物桶外表面 30cm 处的剂量率进行检测，确保低于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。医院安排专人负责放射性固体废物存储和处理工作，建立废物存储和处理台账，详细记录放射性废物的核素名称、废物类别、重量、废物产生起始时间、责任人员、出库时间和监测结果等。

2. 医用电子加速器机房

加速器靶、准直器及束流阻止器更换或退役时作为放射性固体废物处置，直接交由具有放射性废物处置资质的单位进行运输处置。

截止到 2025 年 6 月，工作场所暂未产生 1 个储满放射性衰变桶。

表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

4.1 环境影响报告表的主要结论与建议

1. 项目概况

东营市人民医院现持有辐射安全许可证，证书编号为鲁环辐证[05048]，许可种类和范围为使用 II 类、III 类射线装置；丙级非密封放射性物质工作场所。有效期至 2028 年 03 月 15 日。

医院拟于总院区新建医技楼内建设一处乙级非密封放射性物质工作场所、三座医用电子加速器机房、一座 ^{192}Ir 后装机机房及一座 ERCP 机房，其中乙级非密封放射性物质工作场所位于医技楼地下一层西侧，日等效最大操作量为 $2.51 \times 10^8 \text{Bq}$ ；三座医用电子加速器机房及一座 ^{192}Ir 后装机机房拟建于医技楼地下一层北侧，加速器机房自东向西依次为 1#加速器机房、2#加速器机房、3#加速器机房，拟将现有 2100CD 型医用电子加速器搬迁至 1#加速器机房，将现有 Trilogy 型医用电子加速器搬迁至 3#加速器机房，同时新购置 1 台 Trilogy 型医用电子加速器安装于 2#加速器机房，新购置 1 台后装机安装于后装机机房（内置 1 枚 ^{192}Ir 放射源，填装活度 $3.7 \times 10^{11} \text{Bq}$ ，属于 III 类放射源）；ERCP 机房拟建于医技楼四层西北侧，拟新增 1 台 ERCP 装置，最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA。项目总投资 9000 万元。本项目用于医学诊断和治疗，能够提高医院的治疗水平，具有良好的社会效益和经济效益，符合实践的正当性原则。

2. 选址合理性

医院医技楼建设项目已取得环评批复，本项目建设于医院内部，不新增用地，用地性质符合规划要求。各辐射工作场所相对独立，周围无关人员相对较少，各场所评价范围内无居民区、学校等环境保护目标，因此本项目选址合理可行。

3. 现状检测

现状检测结果表明，本项目各辐射工作场所对应区域及周围的 γ 辐射空气吸收剂量率为 $50.7 \text{nGy/h} \sim 88.2 \text{nGy/h}$ ，处于东营市环境天然辐射水平波动范围内；核医学科拟建区域下风向区域土壤总 β 放射性检测结果为 0.633Bq/g 。

4. 乙级非密封放射性物质工作场所环境影响分析结论

（1）根据 GB18871-2002 及 HJ1188-2021 的有关规定，工作场所划分为“控制区”和“监督区”两区进行管理。

（2）屏蔽厚度校核表明，在操作核素过程中，核医学科内相关房间屏蔽墙体、室顶、地

板、防护门、观察窗的设计厚度均能满足本次提出的剂量率目标控制值。

(3) 人员所受辐射剂量估算

①职业人员所受剂量：在核医学科运行过程中，职业人员可能接受的手部年当量剂量最大为 6.966mSv，躯干年有效剂量最大为 3.12mSv。手部受照剂量符合GB18871-2002 中职业人员四肢（手和脚）或皮肤 125mSv/a当量剂量约束值；躯干受照剂量低于本次评价采用的 5mSv/a 的年管理剂量约束值。

②慰问者所受剂量：在与注射核素 ^{99m}Tc 患者接触过程中，慰问者受照射的年有效剂量为 1.38mSv；在与注射核素 ^{18}F 患者接触过程中，慰问者受照射的年有效剂量为 0.82mSv；在与甲亢患者接触过程中，慰问者受照射的年有效剂量为 4.65mSv；在与甲癌患者接触过程中，慰问者受照射的年有效剂量为 2.20mSv。均低于本评价提出的 5.0mSv 的慰问者年管理剂量约束值。

③公众成员所受剂量：在与注射 ^{99m}Tc 患者接触（外出 8 小时）过程中，公众成员受照射的年有效剂量为 0.028mSv；在与注射 ^{18}F 患者接触（外出 8 小时）过程中，公众成员受照射的年有效剂量为 0.018mSv；在与甲亢患者接触（外出 8 小时）过程中，公众成员受照射的年有效剂量为 0.099mSv；在与甲癌患者接触（外出 8 小时）过程中，公众成员受照射的年有效剂量为 0.076mSv；核医学科运行过程中，工作场所周围公众成员受照年有效剂量不大于 0.095mSv，均低于本评价提出的 0.1mSv 公众成员年管理剂量约束值。

(5) 核医学科产生的放射性废水排入并联式放射性废水衰变系统的衰变池内，含 ^{99m}Tc 、 ^{18}F 废水暂存衰变时间大于 30 天，含 ^{131}I 废水暂存衰变时间大于 180 天，一次排放放射性废水中各核素含量低于《电离辐射防护与辐射源基本安全标准》（GB 18871-2002）规定的放射性废液月排放限值和一次排放限值。此外，剩余的 ^{89}Sr 、 ^{131}I 放射性药物储存在铅罐内，由供货厂家回收。 ^{99m}Tc 、 ^{18}F 放射性药物衰变至解控水平后按照普通废水排放。

(6) 放射性固废：核医学科产生的放射性固体废物，可分为三类。第一类为被污染的注射器、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，设置衰变箱内对放射性固废进行分类储存、贮存衰变，经设定周期存放达到解控水平，并检测达标后作为医疗废物处理；第二类为清理放射性废水沉淀池时产生的沉积物污泥，确保达到清洁解控水平后，医院拟对其进行酸化预处理，然后再排入下水道系统；第三类为通风系统更换下的废活性炭，经设定周期暂存衰变，并达到清洁解控水平后按照医

疗废物处置。

(7) 放射性废气：核素活度测定在手套箱内进行，手套箱为负压工况操作，可避免职业人员吸入放射性废气造成内照射影响；医院拟于手套箱内设置专用通风管道，场所内控制区主要房间内设置排风管道。通风系统出口设置活性炭高效过滤装置（本次评价建议约1年更换一次，去除效率80%），总排风口位于所在建筑物屋顶上方，最终排放口高于屋顶，并远离周围高层建筑物。

(8) β 表面污染：对于在核素操作等过程中产生的放射性表面污染，在医院采取相关措施的情况下，可避免表面污染带来的辐射影响，医院定期对场所内的表面污染水平进行自主检测，确保场所内表面污染水平满足 GB18871-2002 规定的限值要求。

5. 医用电子加速器环境影响分析结论

(1) 防护安全措施：医院拟进行分区管理，将治疗室划为控制区，将相邻的控制室等区域划为监督区；本项目各加速器治疗室内及控制台处均设计有急停按钮；防护门设计有防挤压装置、紧急开门装置、门-机联锁装置、工作状态指示灯及张贴电离辐射警告标志；加速器治疗室与控制室之间设计有电视监视及对讲装置；治疗室内设有固定式辐射剂量监测仪；电缆管线口采用“U”型穿墙，进排风管道采用“Z”型穿墙，并进行屏蔽补偿；各加速器治疗室内均设计有强制排风系统，有效通风换气量均约 $2500\text{m}^3/\text{h}$ ，通风次数大于4次/h，满足 HJ1198-2021 第8.4.1款要求。

(2) 根据对各医用电子加速器治疗室屏蔽墙外剂量率的估算，屏蔽墙及防护门外各关注点的剂量率均低于 $2.5\ \mu\text{Sv/h}$ 的剂量率参考控制水平，本项目加速器机房防护门及屏蔽墙体的防护设计均满足要求。

(3) 人员所受辐射剂量估算

在本项目每台加速器日最大治疗工作量为70人次，每年按照250天考虑，加速器对职业人员造成的附加年有效剂量不超过0.161mSv，满足本评价采用的职业人员年管理剂量约束值不超过5.0mSv的要求，在同时负责后装机的情况下，职业人员年有效剂量为0.411mSv，低于20mSv的年有效剂量限值。公众成员年有效剂量不超过0.05mSv，满足本评价采用的公众成员年管理剂量约束值不超过0.1mSv的要求。

(4) 三废环境影响分析结论：放射性废水放置至满足解控水平后按照一般废水处理；机

房内设计有强制排风系统，通风次数大于 4 次/h，产生的少量非放射性有害气体通过排风系统排至医技楼外环境，对周围环境和人员影响较小；加速器靶、准直器等部件更换或退役时属放射性废物，由具有放射性废物处置资质的单位进行妥善处置后不会对周围环境产生影响。

6. ^{192}Ir 后装机环境影响分析结论

(1) 防护安全措施：医院拟进行分区管理，将治疗室划为控制区，将相邻的控制室等区域划为监督区；治疗室及控制室控制台处均设计有急停按钮；防护门设计有门-源联锁装置、紧急开门装置及防挤压装置，门外设计有工作状态指示灯及张贴电离辐射警告标志；后装机治疗室与控制室之间设计有电视监视及对讲装置；迷道出入口位置设计有固定式辐射剂量监测仪，并有报警功能；后装机治疗室内设计有强制排风系统，有效通风换气量约 $2000\text{m}^3/\text{h}$ ，通风次数大于 4 次/h；后装机自带手动回源装置及安全保护系统等，并配备有应急储源器；电缆沟采用地下“U”型穿墙，进排风管道采用“Z”型穿墙，并进行屏蔽补偿，能够有效避免控制室受到射线的影响。

(2) 经预测分析，后装机机房屏蔽墙、室顶、防护门外各关注点的剂量率均低于 $2.5\ \mu\text{Sv}/\text{h}$ ，本项目后装机机房防护门及屏蔽墙体的防护设计均满足要求。

(3) 人员所受辐射剂量估算

在年最大治疗工作量约1500人次的情况下，后装机对职业人员造成的附加年有效剂量不超过 0.25mSv ，满足本评价采用的职业人员管理剂量约束值不超过 5.0mSv 的要求，在同时负责加速器的情况下，职业人员年有效剂量为 0.411mSv ，低于 20mSv 的年有效剂量限值。公众成员年有效剂量不超过 $9.375 \times 10^{-3}\text{mSv}$ ，满足本评价采用的公众成员年管理剂量约束值不超过 0.1mSv 的要求。

(4) 三废环境影响分析结论： ^{192}Ir 后装机运行过程中不产生放射性废水和放射性废气，仅产生少量非放射性废气，后装机治疗室内设计有强制排风系统，有效通风换气次数大于 4 次/h，废气最终排至大楼外部环境，对周围环境影响较小。报废或退役的 ^{192}Ir 放射源，由供源厂家回收并妥善处理，不会对环境造成影响。

7. ERCP 环境影响分析结论

(1) 防护安全措施：机房设有观察窗及双向对讲装置，机房平开式防护门设有自动闭门装置，电动推拉式门设有关闭防护门的管理措施和防夹装置，各防护门外设有工作状态指示灯，门与灯能够有效联动，各防护门外张贴有电离辐射警告标志，灯箱上设有“射线有害、

灯亮勿入”的可视警示语句，导管床及控制台处均设有紧急停机按钮；配备铅衣、铅帽等个人防护用品。本项目 ERCP 机房的防护设计满足要求。

(2) 本项目 ERCP 机房有效使用面积和最小单边长度满足 GBZ130-2020 第 6.1.5 款要求。机房屏蔽体的防护能力均不小于 2.0mmPb，根据类比分析可知，各屏蔽体外的辐射水平能够满足 GBZ130-2020 中规定的 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 剂量率参考控制水平要求。

(3) 根据估算结果可知，负责 ERCP 装置的职业人员躯干、眼晶体、四肢年有效剂量最大值分别为 2.50mSv、0.39mSv、23.61mSv，满足本次提出的职业人员躯干、眼晶体、四肢年管理剂量约束值分别不超过 5.0mSv、20mSv、125mSv 的要求；公众成员最大年有效剂量为 $9.80 \times 10^{-3} \text{mSv}$ ，满足本次采用的公众成员年管理剂量约束值不超过 0.1mSv 要求。

8. 辐射安全管理结论

(1) 医院已成立了辐射安全与环境保护领导小组，制定了《辐射防护制度》等辐射安全管理规章制度，医院拟根据本项目补充制定《三废处置制度》、《放射源使用登记制度》、《核医学科岗位职责》、《放射性同位素使用登记制度》、《后装机操作规程》、《ERCP 装置操作规程》等，并补充完善《辐射监测方案》、《放射事故应急处理预案》，并严格落实各项管理规章制度，以保障辐射工作人员和公众的健康和安全。

(2) 医院拟为本项目配备 30 名辐射工作人员，包括核医学科 8 人、放疗科 17 人、内镜中心 ERCP 5 人。其中核医学科 1 人和放疗科 17 人均持有辐射安全与防护考核成绩合格单，均在有效期内。其他辐射工作人员拟尽快参加辐射安全与防护考核，考核合格后方可上岗，以满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求。

(3) 医院拟配备个人剂量计（核医学科人员和介入人员每人 2 支，其余人员每人一支）辐射巡检仪、活度计、表面污染检测仪及个人剂量报警仪等监测设备，待配备后可满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求和工作需求。

(4) 医院定期开展辐射事故应急演练，同时对演练材料进行归档保存，落实情况较好，医院未发生过辐射安全事故。

4.2 审批部门审批决定

一、项目位于山东省东营市东营经济技术开发区南一路 317 号，东营市人民医院主院区医技楼地下一层西侧及北侧、四层西北侧。主要新建以下内容：(1)在医技楼地下一层西侧的南侧区域拟利用 ^{131}I 开展甲功测定、甲亢及甲癌治疗，北侧区域拟购置 1 台 ECT 和 1 台 PET-CT (PET-CT 属 III 类射线装置)，开展核素 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{18}F 、 ^{89}Sr 的应用，该科场所日等效最大操作量为 $2.51 \times 10^9 \text{Bq}$ ，属乙级非密封放射性物质工作场所。(2)在医技楼地下一层北侧建设三座加速器机房及一座后装机机房，其中三座加速器机房自东向西依次为 1#加速器机房、2#加速器机房、3#加速器机房，拟将现有 2100CD 型医用电子加速器搬迁至 1#加速器机房，将现有 Trilogy 型医用电子加速器搬迁至 3#加速器机房，同时新购置 1 台 Trilogy 型医用电子加速器安装于 2#加速器机房，新购置 1 台后装机安装于后装机机房，其中医用电子加速器属 II 类射线装置，后装机内置 1 枚 ^{192}Ir 放射源，封装活度 $3.7 \times 10^{11} \text{Bq}$ ，属 III 类放射源。(3)在医技楼四层西北侧新建一座 ERCP 机房，拟新增 1 台 ERCP 装置：最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA，属于 II 类射线装置。

(二) 加强辐射工作人员及患者的辐射安全和防护工作

1. 加强辐射工作人员的培训和再培训。制定辐射工作人员培训计划，严格按照《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)的规定开展培训工作，严禁未参加培训的人员从事辐射工作。未培训辐射工作人员从事辐射工作前需要通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识，并通过平台报名考试，考核合格者方可从事辐射相关工作。否则不得从事辐射工作，持有培训证书人员应定期到该平台进行复训。

2. 按照《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)《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，建立辐射工作人员个人剂量档案，做到 1 人 1 档。辐射工作人员应佩戴个人剂量计，每 3 个月进行 1 次个人剂量监测。安排专人负责个人剂量监测管理，发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并向生态环境部门报告。

3. 辐射工作人员应严格在规定的区域内按照规程进行放射性同位素操作，并穿戴必要的辐射防护用品，确保符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)要求。

4. 从事放射治疗或诊断时，应对患者采取有效辐射安全与防护措施，严格控制受照剂量，确保符合《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)、《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)及《放射诊断放

射防护要求》(GBZ130-2020)相关要求。

(三) 做好辐射工作场所的安全和防护工作

1. 在医院各辐射工作场所醒目位置设置符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)要求的电离辐射警告标志。

2. 核医学工作场所应实行分区管理,划分控制区和监督区,并实行医生通道和患者通道分离,核医学工作场所要按照要求设立独立的排风系统。

3. 各机房应落实实体屏蔽措施,落实防护门、工作状态指示灯等安全与防护措施;机房应按要求设置动力排风系统,保持良好通风。

(四) 做好营运期污染防治措施

1. 核医学工作场所产生废气主要为甲亢及甲癌患者服药后呼出的放射性废气和核素使用过程挥发废气,均设置专门的排气管道,经活性炭高效过滤装置处理后排放;医用电子加速器、后装机运行过程中产生少量非放射性有害气体(包括臭氧、氨氧化物)及感生放射性废气,收集后无组织排放,满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)及《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)相关要求。

2. 核医学工作场所产生的放射性废水主要为注射 ^{99m}Tc 、 ^{18}F 、 ^{131}I 的排泄物(包括呕吐物)及冲洗水。新建两套地下槽式放射性废水衰变系统(集水坑+降解池+衰变池),分别用于处理核医学科门诊区域和病房区域产生的放射性废水;医用电子加速器系统冷却水中被活化的而形成的放射性核素主要为 ^{15}O 、 ^{16}N ,它们的半衰期分别为2.1min和7.3s,半衰期很短,暂存待其活度衰减满足相关要求后排放。废水排放应满足《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)、《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)和《山东省医疗机构污染物排放控制标准》(DB371596-2020)相关要求。

3. 核医学工作场所产生的被污染的注射器、针头、手套、导管、药棉纱布、吸水纸、破碎杯皿及擦拭表面污染的抹布等,经放射性废物衰变箱封存,待活度衰变降至解控水平以下后,按照医疗废物处理。衰变池内的沉渣经设定周期存放后可达到解控水平,经审管部门确认或批准,由切割式潜水泵粉碎后随废水一并排放,对于少量难于排出的沉渣,确保达到清洁解控水平后,进行酸化预处理后外排。废活性炭,属于放射性固体废物,暂存于专门的衰

变箱，经设定周期暂存衰变，并达到清洁解控水平后按照医疗废物处置。加速器靶、准直器及束流阻止器等部件更换或退役时直接交由具有放射性废物处置资质的单位进行处置。后装治疗机产生的报废或退役的 ^{192}Ir 放射源由供源厂家于机房内直接换源回收，并负责运输。废造影剂暂存于医院医疗废物暂存间，委托有资质单位定期清运。暂存场所应按照《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)的要求进行设置，同时应满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)相关要求。

(四) ^{192}Ir 密封源运输、装换源事宜由供源厂家承担，严格按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的有关规定，做好安全与防护工作；装放射源后对剂量率进行监测。

(五) 制定并严格执行辐射环境监测计划。配备辐射巡测仪，开展辐射环境监测，并做好监测数据的记录工作，达到《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求。

(六) 对本单位辐射安全和防护状况进行年度评估，于每年的1月31日前向东营经济技术开发区管理委员会东营经济技术开发区分局提交年度评估报告。

(七) 制定并定期修订本单位的辐射事故应急方案，组织开展应急演练配备必要的应急及去污用品。若发生辐射事故，应及时向生态环境局、公安局和卫生健康委员会等部门报告。

表 5 验收监测质量保证及质量控制

5.1 验收单位验收监测质量保证及控制措施

1. 验收自查

医院开展验收工作前，按照《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》、《核医学辐射防护与安全要求》、《放射治疗辐射安全与防护要求》等标准要求开展验收自查工作。自查工作主要包括环保手续履行情况、项目情况、辐射安全与防护设施建设情况等工作。

通过全面自查，本期项目环境保护审批手续齐全、不涉及重大变动情况，落实了环境影响报告书表及环评批复要求；医院不存在在审批辐射安全许可证时提出整改意见的问题。

2. 验收单位内部质量保证及控制措施

（1）医院制定培训计划，组织辐射工作人员认真学习《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》、《核医学辐射防护与安全要求》、《放射治疗辐射安全与防护要求》等标准要求，严格按照标准要求开展验收监测工作；医院严格要求辐射工作人员必须通过国家核技术利用辐射安全与防护考核，做到持证上岗。

（2）制定并完善辐射安全各类规章制度，并按要求实施。

（3）制定仪器设备和辐射安全与防护设施/措施维护计划，并定期对仪器设备、辐射安全与防护设施/措施进行维护，做好维护记录。做好仪器设备使用、辐射安全与防护设施/措施维护记录，做好设备、辐射安全与防护设施/措施正常运行的质量控制工作。

（4）编制验收监测方案。医院根据验收自查结果，明确核技术利用辐射场所实际建设情况和辐射安全与防护设施/措施落实情况，在此基础上根据环境影响报告表及环评批复要求确定验收工作范围、验收评价标准，明确监测期间工况记录方法，明确验收监测点位、监测因子、监测方法、频次等内容。

3. 验收单位外部质量保证及控制措施

为掌握本期项目正常运行情况下周围的环境水平，医院委托有资质的单位对相关场所及周围环境开展现场监测工作。

5.2 验收监测单位监测质量保证及质量控制

本次验收由具备检测资质的山东鼎嘉环境检测有限公司开展监测，检验检测机构资质认定证书编号 241512346859。

1. 质量管理体系

验收监测单位建立了由组织机构、程序、过程和资源构成且具有一定活动规律的质量管理体系。

2. 质量保证计划

验收监测单位将质量保证贯穿于从监测方案制定到监测结果评价的全过程。

3. 组织机构和人员

针对监测特点，验收监测单位建立组织机构，明确本单位质量管理体系建立、运行、维护和持续改进方面的责任、权力和工作程序。监测质量保证工作覆盖监测过程中每个环节、所有工作人员；对该公司或人员在贯彻执行质量保证计划时承担的责任和义务作出了明确规定；现场监测保证不少于 2 名监测人员共同开展。

4. 计量器具

本期项目验收监测采用了与监测目标要求相适应的测量仪器和设备；监测计量器具已实行检定。本期项目验收监测所有的仪器设备检定周期均为一年，验收监测单位各种计量器具均进行定期维护、期间核查和（或）稳定性控制，使其计量学特性维持在规定限度内。

5. 监测点位和点位数量的质量控制

验收监测单位依据建设单位提供的验收监测方案、《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）的要求和方法实施验收监测工作。本期验收监测方案采用的具有代表性的监测点位和点位数量，均满足验收监测的需求。

6. 原始记录

验收监测单位原始记录满足记录控制程序的要求。

7. 数据处理和监测报告

验收监测单位监测人员均正确理解监测方法中的计算公式；数字修约遵守 GB/T 8170 的规定；监测结果使用法定计量单位；该单位在其资质认定证书规定的监测能力范围内出具本次验收监测数据。

表 6 验收监测内容

1. 监测对象

核医学工作场所、医用电子加速器机房周围辐射环境水平。

2. 监测单位

本次验收由具备辐射检测资质的山东鼎嘉环境检测有限公司开展监测，检验检测机构资质认定证书编号 241512346859。

3. 监测项目

X- γ 辐射剂量率。

4. 监测时间与环境条件

(1) X- γ 辐射剂量率、中子剂量当量率、 α 、 β 表面污染

监测时间：2025 年 4 月 28 日

环境条件：天气：晴 温度：20.2℃ 相对湿度：40.7%。

(2) 衰变池放射性废水总 α 、总 β 、 ^{131}I

A-总 α 、总 β

取样时间：2025 年 5 月 6 日

测试时间：2025 年 5 月 7 日~2025 年 5 月 20 日。

B- ^{131}I

取样时间：2025 年 5 月 6 日 收样时间：2025 年 5 月 7 日

(3) 土壤中总 β

取样时间：2025 年 5 月 6 日 收样时间：2025 年 5 月 7 日

5. 监测依据及监测方法

X- γ 辐射剂量率、中子剂量当量率、 α 、 β 表面污染监测由两名检测人员共同进行现场监测，依据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）、《表面污染测定第一部分 β 发射体（ $E_{\beta \text{ MAX}} > 0.15\text{MeV}$ ）和 α 发射体》（GB/T 14056.1-2008）等相关要求进行现场测量。将仪器接通电源预热 15min 以上，设置好测量程序，仪器自动读取 10 个数据，计算监测值和标准偏差。

实验室依据《水质总 α 放射性的测定厚源法》（HJ 898-2017）、《水质 总 β 放射性

的测定 厚源法》（HJ 899-2017）、等相关要求对核医学工作场所放射性废水进行检验，经浓缩、蒸干、碳化、灰化后在水质 总 α 、总 β 放射性的测定厚源法上测量总 α 、总 β ，计算得最终结果。核医学工作场所病房区域放射性废水 ^{131}I 依据《高纯锗 γ 能谱分析通用方法》（GB/T 11713-2015）进行测量。土壤中总 β 依据《水中总 β 放射性的测定 蒸发法》（EJ/T 900-1994）进行检测。

6. 监测仪器

本次验收监测仪器设备（仅本期项目 X- γ 辐射剂量率、中子剂量当量率及 α 、 β 表面污染等检测因子涉及的使用设备）参数及技术指标见表 6-1。

表 6-1 本次验收监测使用的监测仪器一览表

设备名称	设备型号	技术指标	检定/校准单位	检定/校准证书编号	检定/校准有效期至
便携式多功能射线检测仪	BG9512P/BG7030	吸收剂量率：10nGy/h~200 μ Gy/h 能量范围：25keV~3MeV	山东省计量科学医院	Y16-20250746	2026 年 04 月 02 日
辐射检测仪	AT1123	吸收剂量率：50nSv/h~10Sv/h 能量范围：15keV~3MeV， 60keV~10MeV		Y16-20240924	2025 年 4 月 28 日
α - β 表面污染仪	BG9621/BG7040	α ：0.1-99999cps β ：0.1-99999cps		Y15-20250074	2026 年 4 月 7 日
中子剂量当量率仪	XH-3028	测量范围：0 nSv/h~1 Sv/h 能 量范围：0.025ev~14Mev	中国辐射防护医院放射性计量站	检字第 [2025]-N0106	2026 年 2 月 24 日

7. 监测点位

本次验收根据现场实际情况布设监测点位：

开机状态下，于核医学工作场所、医用电子加速器机房周围各个屏蔽体、室顶等外 30cm 处和操作位、通风口、环境敏感目标处距离射线最近、巡测最大值处均设置 1 个点位；于各个场所防护门、各个门缝外 30cm 处等可能产生漏射线和巡测最大值处各设置 1 个点位，以上点位均为辐射水平较高、距离射线较近的代表点位。

监测点位详见表 7-1~表 7-7，监测布点示意图 6-1（a）~6-1（b）。

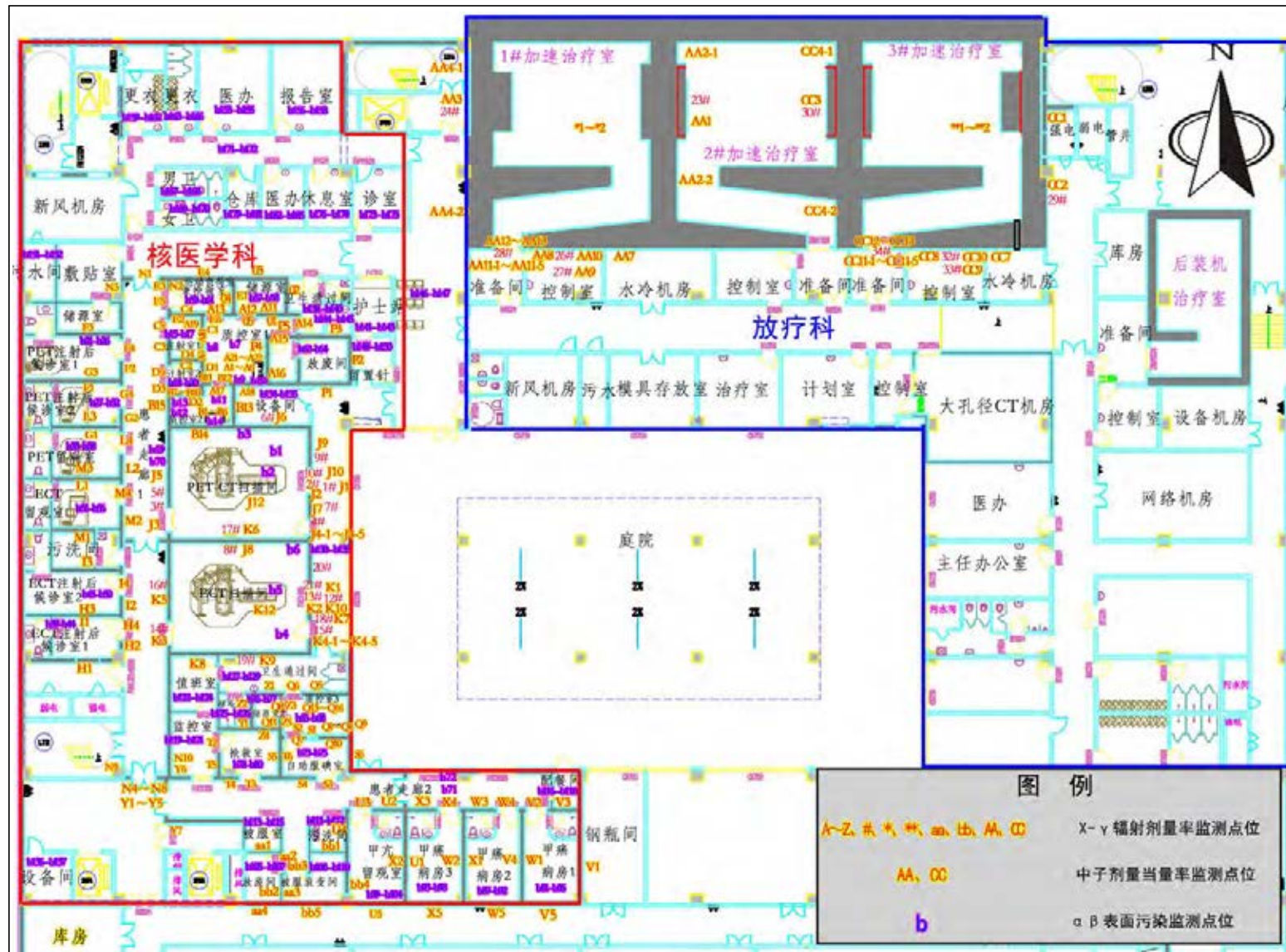


图 6-1 (a) 医技楼地下一层监测点位示意图

表 7 验收监测

7.1 验收监测期间运行工况记录

2025 年 4 月 28 日验收监测期间，核医学工作场所、医用电子加速器机房辐射安全与防护设施已建成并正常运行，设备正常运转。检测时， ^{18}F 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{89}Sr 、 ^{131}I 作为核医学工作场所验收监测使用核素、医用电子加速器 X 射线能量 10MV，以上工况持续稳定运行，符合验收监测工况要求。

7.2 验收监测结果

本次验收监测选取有代表性的 ^{18}F 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{89}Sr 、 ^{131}I 作为核医学工作场所的验收监测使用核素，以上核素为场所主要使用核素。核医学工作场所、加速器治疗室周围 X- γ 辐射剂量率监测结果见表 7-1~表 7-3， α 、 β 表面污染水平监测结果见表 7-4，核医学工作场所衰变池排放口废水中总 α 、总 β 、 ^{131}I 分析结果见表 7-5，土壤中总 β 检测结果表 7-6。

表 7-1 核医学工作场所、加速器治疗室周围 X- γ 辐射剂量率检测结果（关机状态下）

序号	点位描述	监测值（单位：nGy/h）	
		监测值	标准偏差
1#	PET-CT 扫描间操作位	86.8	1.3
2#	PET-CT 扫描间观察窗外 30cm 处	88.8	1.0
3#	PET-CT 扫描间患者进出防护门外 30cm 处	90.2	1.3
4#	PET-CT 扫描间医护人员进出防护门外 30cm 处	91.5	1.2
5#	PET-CT 扫描间西墙外 30cm 处	88.7	1.3
6#	PET-CT 扫描间北墙外 30cm 处	89.2	0.8
7#	PET-CT 扫描间东墙外 30cm 处	90.4	1.2
8#	PET-CT 扫描间南墙外 30cm 处	91.9	0.8
9#	PET-CT 扫描间管线口	87.7	1.0
10#	PET-CT 扫描间消防窗口外 30cm 处	93.5	0.9
11#	PET-CT 扫描间楼上距地面 100cm 处	92.2	0.9
12#	ECT 扫描间操作位	94.0	1.0
13#	ECT 扫描间观察窗外 30cm 处	84.6	0.8
14#	ECT 扫描间患者进出防护门外 30cm 处	89.2	1.0
15#	ECT 扫描间医护人员进出防护门外 30cm 处	92.0	0.8
16#	ECT 扫描间西墙外 30cm 处	85.9	1.3
17#	ECT 扫描间北墙外 30cm 处	89.7	1.1
18#	ECT 扫描间东墙外 30cm 处	91.2	0.9
19#	ECT 扫描间南墙外 30cm 处	92.2	0.9
20#	ECT 扫描间管线口	90.3	1.0

续表 7-1 核医学工作场所、加速器治疗室周围 X-γ 辐射剂量率检测结果（关机状态下）

序号	点位描述	监测值（单位：nGy/h）	
		监测值	标准偏差
21#	ECT 扫描间消防窗口外 30cm 处	93.2	1.0
22#	ECT 扫描间楼上距地面 30cm 处	98.6	0.9
23#	1#加速器治疗室东墙外 30cm 处	92.3	0.7
24#	1#加速器治疗室西墙外 30cm 处	104.0	1.0
25#	1#加速器治疗室室顶外 30cm 处	99.5	1.2
26#	1#加速器治疗室南墙外 30cm 处	99.5	1.2
27#	1#加速器治疗室操作位	88.1	1.5
28#	1#加速器治疗室防护门外 30cm 处	84.9	1.4
29#	3#加速器治疗室东墙外 30cm 处	89.8	1.1
30#	3#加速器治疗室西墙外 30cm 处	91.9	1.2
31#	3#加速器治疗室室顶外 30cm 处	99.3	0.9
32#	3#加速器治疗室南墙外 30cm 处	88.3	0.8
33#	3#加速器治疗室操作位	83.7	1.1
34#	3#加速器治疗室防护门外 30cm 处	83.2	1.0

注：监测结果已扣除宇宙射线响应值 9.6nGy/h。

表 7-2 核医学工作场所 X-γ 辐射剂量率监测结果

序号	点位描述	监测值（nSv/h）	标准偏差	备注	标准限值
质控室 1					
A1	手套箱观察窗外 30cm 处（操作位一侧）	112.3	1.1	80mCi ¹⁸ F 置于手套箱内，A5、A6 点位医护人员取 10mCi ¹⁸ F 时开展监测	2.5 μSv/h
A2	手套箱西侧表面外 30cm 处（操作位一侧）	110.0	1.2		2.5 μSv/h
A3	手套箱操作位	1.216 μSv/h	1.0		2.5 μSv/h
A4	手套箱北侧表面 5cm 处	117.6	1.2		25 μSv/h
A5	手套箱左伸手孔	174.2 μSv/h	0.8		/
A6	手套箱右伸手孔	146.8 μSv/h	1.4		/
A7	注射窗东侧外 30cm 处（操作位一侧）	1.690 μSv/h	0.02		2.5 μSv/h
A8	注射窗南侧表面 5cm 处	3.27 μSv/h	0.1		25 μSv/h
A9	注射窗北侧表面 5cm 处	2.93 μSv/h	0.2		25 μSv/h
A10	注射窗操作位	1.076 μSv/h	0.02		2.5 μSv/h
A11	北墙外 30cm 处	125.5	0.9		2.5 μSv/h
A12	东北侧防护门外 30cm 处（巡测最大值）	121.8	1.0		10 μSv/h
A13	西北侧防护门外 30cm 处（巡测最大值）	123.9	1.2		10 μSv/h

续表 7-2 核医学工作场所 X-γ 辐射剂量率监测结果

序号	点位描述	监测值（nSv/h）	标准偏差	备注	标准限值
被服衰变间					
bb1	北墙外 30cm 处	132.1	0.8	10mCi ¹³¹ I 置于被服 衰变间内	10 μ Sv/h
bb2	西墙外 30cm 处	133.8	0.9		2.5 μ Sv/h
bb3	北侧防护门外 30cm 处（巡测最大值）	205.3	1.1		10 μ Sv/h
bb4	东墙外 30cm 处	132.8	1.6		10 μ Sv/h
bb5	南墙外 30cm 处	128.5	1.2		2.5 μ Sv/h
bb6	楼上距地面 30cm 处	126.5	1.0		2.5 μ Sv/h
其他					
cc1	衰变池上方	106.0	1.1	/	2.5 μ Sv/h
cc2	通风管道外 30cm 处	148.7	1.3		2.5 μ Sv/h
cc3	放射性废物收集桶 1 外 30cm 处	142.4	1.0		2.5 μ Sv/h
cc4	放射性废物收集桶 2 外 30cm 处	141.4	0.8		2.5 μ Sv/h
cc5	放射性废物收集桶 3 外 30cm 处	137.4	1.0		2.5 μ Sv/h
cc6	放射性废物收集桶 4 外 30cm 处	135.1	1.2		2.5 μ Sv/h
cc7	衰变桶 1 外 30cm 处	116.4	0.9		2.5 μ Sv/h
cc8	衰变桶 2 外 30cm 处	117.4	1.4		2.5 μ Sv/h
cc9	衰变桶 3 外 30cm 处	114.3	1.4		2.5 μ Sv/h

表 7-3 1#加速器治疗室周围辐射剂量率监测结果

序号	点位描述	有用束 照射方向	X-γ 辐射剂量 率监测值 (nSv/h)	中子剂量当量 率监测值 (nSv/h)	辐射剂量 率监测值 (nSv/h)
AA1	东主屏蔽墙外 30cm 处	有用束朝东, 无模 体, 准直器角 45°	115.5	0	115.5
AA2-1	东墙北侧次屏蔽墙外 30cm 处	有用束朝东, 有模 体	110.4	0	110.4
AA2-2	东墙南侧次屏蔽墙外 30cm 处		109.0	0	109.0
AA3	西主屏蔽墙外 30cm 处	有用束朝西, 无模 体, 准直器角 45°	132.1	0	132.1
AA4-1	西墙北侧次屏蔽墙外 30cm 处	有用束朝西, 有模 体	126.9	0	126.9
AA4-2	西墙南侧次屏蔽墙外 30cm 处		122.2	0	122.2
AA5	室顶主屏蔽墙外 30cm 处	有用束朝上, 无模 体, 准直器角 45°	119.3	0	120.1
AA6-1	室顶北侧次屏蔽外 30cm 处	有用束朝上, 有模 体	119.2	0	119.2
AA6-2	室顶南侧次屏蔽外 30cm 处		119.0	0	119.0

续表 7-5 核医学工作场所 α、β 表面污染监测结果

序号	分区	点位描述	监测值 (Bq/cm ²)	
			α 表面污染	β 表面污染
b9	控制区	质控室 1 工作台面	0	0.026
b10		质控室 1 手套箱表面	0	0.092
b11		质控室 2 地面	0	0.279
b12		质控室 2 墙面	0	0.224
b13		质控室 2 工作台面	0	0.117
b14		质控室 2 手套箱表面	0	0.197
b15		注射室 1 地面	0	0.225
b16		注射室 1 墙面	0	0.147
b17		注射室 1 座椅	0	0.037
b18		注射室 2 地面	0	0.055
b19		注射室 2 墙面	0	0.321
b20		注射室 2 座椅	0	0.319
b21		PET 注射后候诊室 1 地面	0	0.397
b22		PET 注射后候诊室 1 墙面	0	0.088
b23		PET 注射后候诊室 1 座椅	0	0.175
b24		PET 注射后候诊室 1 台面	0	0.419
b25		PET 注射后候诊室 1 卫生间地面	0	0.497
b26		PET 注射后候诊室 1 卫生间墙面	0	0.188
b27		PET 注射后候诊室 2 地面	0	0.275
b28		PET 注射后候诊室 2 墙面	0	0.150
b29		PET 注射后候诊室 2 座椅	0	0.228
b30		PET 注射后候诊室 2 台面	0	0.094
b31		PET 注射后候诊室 2 卫生间地面	0	0.138
b32		PET 注射后候诊室 2 卫生间墙面	0	0.073
b33		PET 留观室地面	0	0.235
b34		PET 留观室墙面	0	0.154
b35		PET 留观室床面	0	0.288
b36		PET 留观室台面	0	0.375
b37		PET 留观室卫生间地面	0	0.619
b38		PET 留观室卫生间墙面	0	0.697
b39		ECT 注射后候诊室 1 地面	0	0.388

续表 7-5 核医学工作场所 α 、 β 表面污染监测结果

序号	分区	点位描述	监测值 (Bq/cm ²)	
			α 表面污染	β 表面污染
b70	控制区	患者走廊 1 墙面	0	0.131
b71		患者走廊 2 地面	0	0.111
b72		患者走廊 2 墙面	0	0.173
b73		自动服碘室地面	0	0.369
b74		自动服碘室墙面	0	0.221
b75		自动服碘室台面	0	0.169
b76		储源室 2 地面	0	0.161
b77		储源室 2 墙面	0	0.265
b78		抢救室地面	0	0.385
b79		抢救室墙面	0	0.187
b80		抢救室床面	0	0.056
b81		甲癌病房 1 地面	0	0.122
b82		甲癌病房 1 墙面	0	0.309
b83		甲癌病房 1 床面	0	0.254
b84		甲癌病房 1 台面	0	0.147
b85		甲癌病房 1 卫生间地面	0	0.227
b86		甲癌病房 1 卫生间墙面	0	0.255
b87		甲癌病房 2 地面	0	0.177
b88		甲癌病房 2 墙面	0	0.067
b89		甲癌病房 2 床面	0	0.085
b90		甲癌病房 2 台面	0	0.351
b91		甲癌病房 2 卫生间地面	0	0.349
b92		甲癌病房 2 卫生间墙面	0	0.154
b93		甲癌病房 3 地面	0	0.082
b94		甲癌病房 3 墙面	0	0.548
b95		甲癌病房 3 床面	0	0.496
b96		甲癌病房 3 台面	0	0.404
b97		甲癌病房 3 卫生间地面	0	0.516
b98		甲癌病房 3 卫生间墙面	0	0.301
b99		甲亢留观室地面	0	0.241

续表 7-5 核医学工作场所 α 、 β 表面污染监测结果

序号	分区	点位描述	监测值 (Bq/cm ²)	
			α 表面污染	β 表面污染
b160	监督区	更衣室 1 墙面	0	0.267
b161		更衣室 1 工作服 1 表面	0	0.189
b162		更衣室 1 工作服 2 表面	0	0.079
b163		更衣室 2 地面	0	0.097
b164		更衣室 2 墙面	0	0.363
b165		更衣室 2 工作服 1 表面	0	0.361
b166		更衣室 2 工作服 2 表面	0	0.166
b167		男卫生间地面	0	0.094
b168		男卫生间墙面	0	0.271
b169		女卫生间地面	0	0.442
b170		女卫生间墙面	0	0.272
b171		医护通道地面	0	0.100
b172		医护通道墙面	0	0.230
b173		诊室地面	0	0.180
b174		诊室墙面	0	0.270
b175		诊室台面	0	0.389
b176		休息室地面	0	0.417
b177		休息室墙面	0	0.339
b178		休息室台面	0	0.360
b179		仓库地面	0	0.230
b180		仓库墙面	0	0.440
b181		仓库台面	0	0.270
b182		工作人员手套	0	0.186
b183		工作人员手部	0	0.255
b184		工作人员鞋面	0	0.209
b185		工作服表面	0	0.227

表 7-6 放射性废水总 α 、总 β 、¹³¹I 放射性监测结果

序号	点位	总 α 放射性 (Bq/L)	总 β 放射性 (Bq/L)	¹³¹ I (Bq/L)
1	核医学科病房区域衰变池	未检出	0.042	<0.16
2	核医学科门诊区域衰变池	未检出	0.067	/

表7-7 土壤中总 β 检测结果

点位编号	点位描述	总 β 放射性 (Bq/g)
1	核医学科对应区域西北侧 (下风向)	0.622

(1) 根据表 7-1~表 7-2 监测结果可知, 关机状态下, 核医学工作场所、加速器治疗室周围 X- γ 辐射剂量率为 (83.2~104.0) nGy/h, 处于东营市环境天然放射性水平波动范围内; 核医学科控制区内各房间外 30cm 处及控制区外 30cm 处的辐射剂量率为 85.2nSv/h~1.373 μ Sv/h, 满足辐射剂量率不大于 2.5 μ Sv/h 的限值要求; 核医学科控制区内部各房间防护门外及甲癌患者病房区域东墙、北墙、南墙外 30cm 处辐射剂量率为 121.8nSv/h~4.44 μ Sv/h, 满足辐射剂量率不大于 10 μ Sv/h 的限值要求。射性药物合成和分装的箱体、通风柜、注射窗等设备操作位一侧外表面 30cm 处的辐射剂量率为 110.0nSv/h~1.690 μ Sv/h, 小于《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021) 规定的 2.5 μ Sv/h 的限值要求, 射性药物合成和分装的箱体、通风柜、注射窗等设备非正对人员操作位表面的剂量当量率的辐射剂量率为 110.0nSv/h~3.60 μ Sv/h, 小于《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021) 规定的 25 μ Sv/h 的限值要求; 固体放射性废物收集桶外 30cm 处辐射剂量率为 (114.3~142.4) nSv/h, 小于《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021) 规定的 2.5 μ Sv/h 的限值要求。

(2) 根据表 7-3~表 7-4 监测结果可知, 开机条件下, 1#、3#加速器治疗室屏蔽体外 30cm 处辐射剂量率为 (88.8~132.1) nSv/h, 满足辐射剂量率不大于 2.5 μ Sv/h 的限值要求。

(3) 根据表7-5监测结果可知, 核医学工作场所 α 表面污染未检出; 控制区和监督区内 β 表面污染水平分别为 (0.026~0.697) Bq/cm²、(0.056~0.485) Bq/cm², 均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)控制区 (40Bq/cm²) 和监督区 (4Bq/cm²) 的表面污染控制水平; 工作人员手部 β 表面污染水平为0.255Bq/cm², 低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)规定的手部0.4 Bq/cm²的表面污染控制水平; 医护人员工作服表面、鞋子等 β 表面污染水平为 (0.209~0.227) Bq/cm², 低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)规定的工作服、手套、工作鞋 β 表面污染控制水平4 Bq/cm²。

(4) 根据表 7-6, 核医学科病房区域、门诊区域衰变池排放口污水中总 α 均为未检出、总 β 分别为 0.042Bq/L 和 0.067Bq/L, 满足《山东省医疗机构污染物排放控制标准》(DB 37/596-2020) 中规定的医疗机构污水处理系统放射性衰变池出口总 α 1 Bq/L 的排放标准和总

β 10 Bq/L 的排放标准；核医学科病房区域衰变池排放口污水中 ^{131}I 为 $<0.16\text{Bq/L}$ ，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）规定的 ^{131}I 10 Bq/L 的排放标准。

（5）根据表 7-7，本期项目核医学科对应区域西北侧土壤中总 β 为 622 Bq/kg，参考《南水北调山东段沿线土壤的放射性水平》（邓大平、许家昂等，中国辐射卫生，2006 年 12 月第 15 卷第 4 期），南水北调东线山东段沿线土壤中总 β 水平为（510~858）Bq/kg，总体上处在本底水平。因此，本期项目相关场所周围土壤放射性水平处于本底水平。

根据辐射工作场所和周围环境辐射水平监测结果可知，本期项目辐射场所辐射安全与防护设施的防护效果达标。

7.3 职业和公众受照剂量

1. 年有效剂量估算公式

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

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。

2. 居留因子

居留因子参照《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021），具体见表 7-8。

表7-8 居留因子的选取

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

3. 照射时间确定

(1) 核医学工作场所

使用 ^{99m}Tc 过程中, 职业人员进行取药和注射、摆位指导过程、扫描, 其中取药过程约 10s/例、注射过程约 30s/例、摆位指导约 1min/例、扫描过程约 20min/例, 医院年最大诊疗人数 2500 人, 则取药时间为 6.94h/a、注射时间为 20.8h/a、摆位指导过程时间为 41.7h/a、扫描过程时间为 833.3h/a。

使用核素 ^{18}F 过程中, 职业人员进行取药和注射、摆位指导过程、扫描, 其中取药过程约 10s/例、注射过程约 30s/例、摆位指导约 1min/例、扫描过程约 20min/例, 年最大诊疗人数 2000 人, 年工作时间 250 天, 则取药时间为 5.55h/a、注射时间为 16.7h/a、摆位指导过程 33.33h/a、扫描过程 666.7h/a。

使用 ^{89}Sr 过程中, 职业人员取药过程约 10s/例、注射过程约 30s/例, 医院年最大治疗人数为 250 人, 则取药时间为 0.69h/a, 注射时间为 2.08h/a, 共计 2.77h/a。

使用 ^{131}I 过程中, 职业人员转移铅罐过程约 20s/次, 打开铅罐过程约 10s/次, 将药物转移至容器内约 10s/次, 每年接诊 150 名甲癌患者, 每年操作次数为 150 次, 则转移铅罐过程受照射时间为 0.83h/a, 打开铅罐过程受照射时间为 0.42h/a, 将药物转移至容器过程受照射时间为 0.42h/a; 在甲癌患者出院扫描时摆位指导过程约 1min/例、扫描过程约 20min/例, 每年接诊 150 名甲癌患者, 则年摆位指导过程 2.5h/a、扫描过程 50h/a。

(2) 放疗科

本期项目每台加速器一天最多治疗 70 人次, 每年按照 250 天考虑, 年最多治疗 $70 \times 250 = 17500$ 人次, 约 100% 为调强治疗, 调强因子为 5。每位患者单次治疗剂量 2Gy, 每周开展 5 天, 则 3#机房内的 2100CD 型加速器周工作负荷最大为 $70 \times 2 \times 5 = 700\text{Gy/周}$, 加速器等中心点处最大吸收剂量率为 600cGy/min (即 6Gy/min), 则有用束周照射时间为 $700 \div 6 \approx 116.7\text{min} \approx 1.945\text{h}$, 年照射时间为 $1.945 \times 50 = 97.25\text{h}$; 散射辐射周照射时间与有用线束相同。泄漏辐射年照射时间为 $97.25 \times 5 = 486.25\text{h}$; 1#机房内的 Trilogy 型加速器等中心点处最大吸收剂量率为 1000cGy/min (即 10Gy/min), 则有用束周照射时间为 $700 \div 10 \approx 70\text{min} \approx 1.17\text{h}$, 年照射时间为 $1.17 \times 50 = 58.5\text{h}$; 散射辐射周照射时间与有用线束相同。泄漏辐射年照射时间为 $58.5 \times 5 = 292.5\text{h}$ 。

4. 职业人员年有效剂量

因本期项目实际运行时间较短，故本次验收采用监测数据来计算工作人员的年有效剂量。

(1) 核医学工作场所

①^{99m}Tc 药物取药及注射、摆位指导、扫描

a、根据验收监测数据可知，取药过程中手部受照剂量率为 3.52mGy/h，身体受照剂量率为 62.0 μ Gy/h，居留因子取 1，则医护人员手部年当量剂量为 $3.52 \times 6.94 \times 1 \approx 24.43\text{mSv}$ ；躯干年有效剂量为 $62.0 \times 6.94 \times 1 \div 1000 \approx 0.430\text{mSv}$ 。

b、根据验收监测数据可知，注射过程中手部受照剂量率为 3.52mGy/h，身体受照剂量率为 1.201 μ Gy/h，居留因子取 1，则医护人员手部年当量剂量为 $3.52 \times 20.8 \times 1 \approx 73.22\text{mSv}$ ；躯干年有效剂量为 $1.201 \times 20.8 \times 1 \div 1000 \approx 0.025\text{mSv}$ 。

c、根据验收监测数据可知，扫描间^{99m}Tc 患者注射药物后 1m 外剂量率为 27.19 μ Sv/h，居留因子取 1，则医护人员手部年当量剂量、躯干年有效剂量均为 $27.19 \times 41.7 \times 1 \div 1000 \approx 1.134\text{mSv}$ 。

d、根据验收监测数据可知，扫描过程中技师在操作台处进行设备操作，扫描期间技师同时受患者的影响，操作台剂量率为 118.0nGy/h 计算，则技师手部年当量剂量、躯干年有效剂量均为 $118.0 \times 10^{-3} \times 833.3 \times 1 \div 1000 \approx 0.983\text{mSv}$ 。

②¹⁸F 药物取药、注射、摆位指导、扫描

a、根据验收监测数据可知，取药过程中手部受照剂量率为 1.165mGy/h，身体受照剂量率为 23.32 μ Gy/h，居留因子取 1，则医护人员手部年当量剂量为 $1.165 \times 5.55 \times 1 \approx 6.466\text{mSv}$ ；躯干年有效剂量为 $23.32 \times 5.55 \times 1 \div 1000 \approx 0.129\text{mSv}$ 。

b、根据验收监测数据可知，注射过程中手部受照剂量率为 1.165mGy/h，身体受照剂量率为 1.076 μ Gy/h，居留因子取 1，则医护人员手部年当量剂量为 $1.165 \times 16.7 \times 1 \approx 19.46\text{mSv}$ ；躯干年有效剂量为 $1.076 \times 16.7 \times 1 \div 1000 \approx 0.018\text{mSv}$ 。

c、根据验收监测数据可知，距离¹⁸F 患者扫描时 1m 外剂量率为 20.51 μ Sv/h，居留因子取 1，即手部、身体受照剂量率为 20.51 μ Sv/h，则医护人员手部年当量剂量、躯干年有效剂量均为 $20.51 \times 33.33 \times 1 \div 1000 \approx 0.684\text{mSv}$ 。

d、根据验收监测数据可知，扫描过程中技师在操作台受照剂量率为 116.6nSv/h，则技师

手部年当量剂量、躯干年有效剂量均为 $116.6 \times 666.7 \times 1 \div 10^6 \approx 0.078\text{mSv}$ 。

③⁸⁹Sr 取药、注射

根据验收监测数据可知，无屏蔽状态下距 ⁸⁹Sr 0.05m 和 0.5m 手部受照剂量率和身体受照剂量率分别为 $170.5 \mu\text{Sv/h}$ 、 $0.771 \mu\text{Sv/h}$ ，则医护人员手部年当量剂量为 $170.5 \times 2.77 \times 1 \div 1000 \approx 0.472\text{mSv}$ ；躯干年有效剂量为 $0.771 \times 2.77 \times 1 \div 1000 \approx 0.214\text{mSv}$ 。

④¹³¹I 药物分装、指导服药

本期项目 ¹³¹I 药物暂时采用直接订购的方式，人员将药物倒入容器内，远程指导患者服药，职业人员通过可视对讲对甲癌患者进行查房，不进入控制区内部，因此本仅考虑医护人员在转移铅罐、打开铅罐、将药物倒入容器内、甲癌患者出院前扫描过程中医护人员受照影响。

a、根据验收监测数据可知，转移铅罐过程中手部受照剂量率为 $51.2 \mu\text{Gy/h}$ ，身体受照剂量率为 $4.45 \mu\text{Gy/h}$ ，居留因子取 1，则医护人员手部年当量剂量为 $51.2 \times 0.83 \times 1 \div 1000 \approx 0.042\text{mSv}$ ；躯干年有效剂量为 $4.45 \times 0.83 \times 1 \div 1000 \approx 0.004\text{mSv}$ 。

b、根据验收监测数据可知，打开铅罐过程中手部受照剂量率为 9.79mGy/h ，身体受照剂量率为 0.378mGy/h ，居留因子取 1，则医护人员手部年当量剂量为 $9.79 \times 0.42 \times 1 \approx 4.112\text{mSv}$ ；躯干年有效剂量为 $0.378 \times 0.42 \times 1 \approx 0.159\text{mSv}$ 。

c、根据验收监测数据可知，根据验收监测数据可知，将药物倒入容器过程中手部受照剂量率为 9.79mGy/h ，身体受照剂量率为 0.378mGy/h ，居留因子取 1，则医护人员手部年当量剂量为 $9.79 \times 0.42 \times 1 \approx 4.112\text{mSv}$ ；躯干年有效剂量为 $0.378 \times 0.42 \times 1 \approx 0.159\text{mSv}$ 。

d、根据验收监测数据可知，出院患者（体内核素活度保守为 10mCi ）的 1m 外剂量率考虑，即手部、身体受照剂量率为 $19.88 \mu\text{Sv/h}$ ，医护人员居留因子取 1，则医护人员手部年当量剂量和躯干年有效剂量均为 $19.88 \times 2.5 \times 1 \div 1000 \approx 0.050\text{mSv}$ 。

e、根据验收监测数据可知，扫描过程中操作间辐射剂量率最大为 179.1nSv/h ，居留因子取 1，则职业人员手部年当量剂量和躯干年有效剂量均为 $179.1 \times 50 \times 1 \div 10^6 \approx 0.009\text{mSv}$ 。

综上所述，本期项目核医学科职业人员受照剂量见表 7-9。

表7-9 职业人员年受照剂量汇总 单位 mSv

核素名称	操作过程	手部当量剂量	躯干剂量
^{99m}Tc	取药	24.43	0.430
	注射	73.22	0.025
	摆位	1.134	1.134
	扫描	0.983	0.983
^{18}F	取药	6.466	0.129
	注射	19.46	0.018
	摆位	0.684	0.684
	扫描	0.078	0.078
^{89}Sr	取药、注射	0.472	0.214
^{131}I	转移	0.042	0.004
	打开铅罐	4.112	0.159
	药物转移至容器内	4.112	0.159
	摆位	0.159	0.159
	扫描	0.050	0.050

本期项目 10 名辐射工作人员分工负责，其中医师、护师主要负责运送药物、取药和注射等，技师主要负责摆位和扫描，则每名医师、护士手部年当量剂量为 $24.43+73.22+6.466+19.46+0.472+0.042+4.112+4.112 \approx 112.9\text{mSv}$ ，躯干年有效剂量为 $0.430+0.025+0.129+0.018+0.214+0.004+0.159+0.159 \approx 1.138\text{mSv}$ ，技师手部、躯干年有效剂量为 $1.134+0.983+0.684+0.078+0.159+0.050 \approx 3.09\text{mSv}$ ，分别低于环评报告提出的职业人员四肢（手和脚）或皮肤 125mSv 的年当量剂量约束值、躯干 5mSv 的年管理剂量约束值。

核医学工作场所运行过程中，职业人员参加全部工作情况下手部年当量剂量最大值为 112.9mSv ，辐射工作人员所受剂量最大为 3.09mSv/a 。

综上所述，本期项目核医学工作场所周围职业人员手部和身体接受的最大年有效剂量分别约为 112.9mSv 和 3.09mSv ，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中规定的工作人员手部和身体的个人剂量限值要求，也满足环评报告提出的职业人员四肢（手和脚）或皮肤 125mSv 年管理剂量约束值、 5.0mSv 年管理剂量约束值。

（2）医用电子加速器机房

①在控制室内进行设备操作时受照剂量：加速器治疗室周围对职业人员的影响区域主要在

治疗室南侧的控制室,根据验收监测数据可知,1#机房控制室内最大辐射剂量率为 127.6nSv/h, 3#机房控制室内最大辐射剂量率为 114.0nSv/h, 居留因子取 1, 每名职业人员受 2 台加速器的年附加剂量为 $127.6 \times 292.5 \times 1 \div 10^6 + 114.0 \times 486.25 \times 1 \div 10^6 \approx 0.093\text{mSv}$ 。

②职业人员进入各机房摆位时加速器感生放射性对职业人员的附加剂量: 根据验收监测数据可知, 保守采用 1m 处较大的剂量率值 105.2nSv/h 估算职业人员摆位时的受照剂量, 居留因子为 1, 保守按照职业人员参加加速器全部摆位工作考虑, 职业人员受感生放射性照射有效剂量为 $105.2 \times 97.25 \times 1 \div 10^6 + 105.2 \times 58.5 \times 1 \times 2 \div 10^6 \approx 0.016\text{mSv}$ 。

综上所述, 本项目加速器对职业人员造成的年附加剂量为 $0.093 + 0.016 \approx 0.109\text{mSv}$, 低于环评报告提出的 5mSv 的年管理剂量约束值。

综上所述, 本期项目核医学工作场所、医用电子加速器机房周围职业人员手部和身体接受的最大年有效剂量约为 112.9mSv 和 3.09mSv, 低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中规定的工作人员手部和身体的个人剂量限值要求, 也满足环评报告提出的职业人员四肢(手和脚)或皮肤 125mSv 年管理剂量约束值、5.0mSv 年管理剂量约束值。

5. 公众人员有效剂量

①核医学工作场所

①公众被动与患者近距离接触

根据环评计算可知, 公众成员在控制与用药患者接触时间、接触距离情况下, 其受照剂量可满足环评报告提出的 0.1mSv 的公众成员年管理剂量约束值。

②核医学科周围公众成员年有效剂量

表7-10 核医学科周围公众成员年有效剂量计算结果

位置	对应区域场所名称	剂量率最大值 ($\mu\text{Sv/h}$)	居留因子 (T)	时间 (h/a)	年有效剂量 (mSv/a)
门诊区域质控室、注射室楼上	卫生间、核磁共振机房、走廊等	$0.1268-0.0922 \times 1.2$	1	250×2^{①}	0.008
门诊区域两间扫描间楼上	CT 机房(预留)及其控制室	$0.1275-0.0922 \times 1.2$	1	250×5^{②}	0.021
门诊区域运动负荷室、各注射后候诊室及留观室楼上	阅片室、接待室	$0.1270-0.0922 \times 1.2$	1	250×4^{③}	0.016
病房区域质控室、自助服碘室、抢救室楼上	CT 机房(预留)、走廊	$0.1276-0.0922 \times 1.2$	1/2	250×1^{④}	0.002

续表7-10 核医学科周围公众成员年有效剂量计算结果

位置	对应区域场所名称	剂量率最大值 ($\mu\text{Sv/h}$)	居留因子 (T)	时间 (h/a)	年有效剂量 (mSv/a)
病房区域甲癌病房、甲亢留观室楼上	CT 机房、设备间及走廊	$0.1282-0.0922 \times 1.2$	1/2	$50 \times 4 \times 24$	0.042
病房区域东侧及北侧	庭院	$0.2635-0.0819 \times 1.2$	1/20	250×1^{④}	0.002
病房区域南侧	走廊 (设备机房区域走廊)	$0.3563-0.0819 \times 1.2$	1/20	$50 \times 4 \times 24$	0.015
病房区域东侧	钢瓶间	$0.3502-0.0819 \times 1.2$	1/40	$50 \times 4 \times 24$	0.004
注：①门诊区域质控室、注射室每天使用时间保守按照 2h 考虑； ②门诊区域两间扫描间每天患者驻留时间保守按照 5h 考虑； ③门诊区域运动负荷室、各注射后候诊室及留观室每天患者驻留时间保守按照 4h 考虑； ④病房区域质控室、自助服碘室、抢救室每天患者驻留时间保守按照 1h 考虑。					

综上，本期项目核医学科周围的公众成员年有效剂量最大值为 0.042mSv，低于环评报告提出的 0.1mSv 的公众成员年管理剂量约束值。

②医用电子加速器治疗室

本期项目加速器机房周围各区域公众附加年有效剂量详见表7-11。

表7-11 加速器机房周围公众成员附加年有效剂量一览表

位置	场所名称	射线类型	剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	居留因子 (t)	照射时间 (h/a)	年有效剂量 (mSv)
3#治疗室东墙主屏蔽区外	楼梯、强电间	有用线束	$0.1065-0.0898 \times 1.2$	1/40	97.25	0.000
3#治疗室东墙次屏蔽区外	楼梯、强电间、走廊	漏射、散射	$0.0902-0.0898 \times 1.2$	1/8	486.25	0.000
3#治疗室西墙主屏蔽区外	相邻 2#加速器机房	有用线束	$0.0912-0.0898 \times 1.2$	1/4	97.25	0.000
3#治疗室西墙次屏蔽区外	相邻 2#加速器机房	漏射、散射	$0.0921-0.0919 \times 1.2$	1/4	486.25	0.000
1#治疗室南墙外	水冷机房	漏射	$0.1109-0.0995 \times 1.2$	1/40	292.5	0.000
1#治疗室西墙主屏蔽区外	楼梯、电梯前厅	有用线束	$0.1321-0.104 \times 1.2$	1/40	58.5	0.011

续表7-11 加速器机房周围公众成员附加年有效剂量一览表

位置	场所名称	射线类型	剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	居留因子 (t)	照射时间 (h/a)	年有效剂量 (mSv)
1#治疗室西墙次屏蔽区外	楼梯、走廊	漏射、散射	$0.1269-0.104 \times 1.2$	1/8	292.5	0.077
1#治疗室东墙主屏蔽区外	相邻 2#加速器机房	有用线束	$0.1155-0.0925 \times 1.2$	1/4	58.5	0.069
1#治疗室东墙次屏蔽区外	相邻 2#加速器机房	漏射、散射	$0.1104-0.0923 \times 1.2$	1/4	292.5	0.000
二座治疗室室顶主屏蔽区外	电梯门厅、更衣室、示教室、新风机房	有用线束	$0.1193-0.0993 \times 1.2$	1	97.25	0.014
二座治疗室室顶次屏蔽区外	电梯门厅、更衣室、示教室、新风机房	漏射、散射	$0.1192-0.0993 \times 1.2$	1	486.25	0.019
各治疗室防护门外	准备间	漏射、散射	$0.1003-0.0832 \times 1.2$	1/8	486.25	0.028

注：进行人员剂量估算时，对于受漏射线和散射线叠加影响的区域，为简化计算，剂量率取两者叠加值，调强因子取 5，不再分别计算漏射线和散射线所致剂量，因此，计算结果偏保守。

根据表 7-11 可知，本期项目二座加速器机房周围公众年有效剂量最大为 0.077mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的 1mSv 的年有效剂量限值，也低于环评报告提出的 0.1mSv 的年管理剂量约束值。

综上所述，本期项目核医学工作场所、加速器治疗室周围公众成员的年有效剂量最大为 0.077mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的 1mSv/a 的剂量限值，也低于环评报告提出的 0.1mSv/a 的管理剂量约束值。

表 8 验收监测结论

8.1 验收监测结论

按照国家有关环境保护的法律法规，东营市人民医院乙级非密封放射性物质工作场所、医用电子加速器、 ^{192}Ir 后装机及 ERCP 装置进行了环境影响评价和履行了环境影响审批手续。

1、项目基本概况

东营市人民医院注册地点位于山东省东营市经济技术开发区南一路 317 号。医院对项目进行了分期建设，分期验收；本次验收为一期验收内容：于医院主院区医技楼地下一层西侧建设一处核医学工作场所，场所南侧区域利用 ^{131}I 开展甲功测定、甲亢及甲癌治疗，场所北侧区域购置 1 台 ECT 和 1 台 PET-CT 开展核素 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{18}F 、 ^{89}Sr 的应用。本期项目核医学科场所日等效最大操作量为 $2.51 \times 10^9 \text{Bq}$ ，属乙级非密封放射性物质工作场所；（2）于医院主院区医技楼地下一层北侧建设 1 处放疗科，涉及两座加速器机房，两座加速器机房分别为 1#加速器机房（西侧）、3#加速器机房（东侧），将原有 Trilogy 型和 2100CD 型医用电子加速器分别搬迁至 1#加速器机房、3#加速器机房；属使用 II 类射线装置。在项目建设过程中，医院将环评阶段中 1#加速器机房和 3#加速器机房名称进行了交换，该内容已进行辐射安全许可证登记备案。

2023 年 12 月，医院委托山东海美依项目咨询有限公司编制了《乙级非密封放射性物质工作场所、医用电子加速器、 ^{192}Ir 后装机及 ERCP 装置应用项目环境影响报告表》，项目建设内容为：（1）本项目核医学科拟建于医技楼地下一层西侧，其中场所南侧区域拟利用 ^{131}I 开展甲功测定、甲亢及甲癌治疗，场所北侧区域拟购置 1 台 ECT 和 1 台 PET-CT，开展核素 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{18}F 、 ^{89}Sr 的应用。本项目核医学科场所日等效最大操作量为 $2.51 \times 10^9 \text{Bq}$ ，属乙级非密封放射性物质工作场所；（2）本项目放疗科拟建于医技楼地下一层北侧，涉及三座加速器机房及一座后装机机房，其中三座加速器机房自东向西依次为 1#加速器机房、2#加速器机房、3#加速器机房，拟将现有 2100CD 型医用电子加速器搬迁至 1#加速器机房，将现有 Trilogy 型医用电子加速器搬迁至 3#加速器机房，同时新购置 1 台 Trilogy 型医用电子加速器安装于 2#加速器机房，新购置 1 台后装机安装于后装机机房，其中医用电子加速器属 II 类射线装置，后装机内置 1 枚 ^{192}Ir 放射源，填装活度 $3.7 \times 10^{11} \text{Bq}$ ，属

III类放射源；（3）内镜中心拟建于医技楼四层西北侧，涉及一座 ERCP 机房，拟新增 1 台 ERCP 装置，最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA，型号未定，ERCP 装置属于 II 类射线装置。。2024 年 1 月 16 日，东营经济技术开发区管理委员会以“东开管环审[2024]8 号”文对该项目进行了审批。

医院现持有辐射安全许可证（鲁环辐证[05048]），许可种类和范围是使用 V 类放射源；使用 II 类、III 类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级、丙级非密封放射性物质工作场所，有效期至 2030 年 1 月 25 日。本期验收的相关项目均已进行辐射安全许可证许可登记。

2、现场监测结果

，关机状态下，核医学工作场所、加速器治疗室周围 X- γ 辐射剂量率为(83.2~104.0) nGy/h，处于东营市环境天然放射性水平波动范围内。

核医学科控制区内各房间外 30cm 处及控制区外 30cm 处的辐射剂量率为 85.2nSv/h~1.373 μ Sv/h，满足辐射剂量率不大于 2.5 μ Sv/h 的限值要求；核医学科控制区内部各房间防护门外及甲癌患者病房区域东墙、北墙、南墙外 30cm 处辐射剂量率为 121.8nSv/h~4.44 μ Sv/h，满足辐射剂量率不大于 10 μ Sv/h 的限值要求。射性药物合成和分装的箱体、通风柜、注射窗等设备操作位一侧外表面 30cm 处的辐射剂量率为 110.0nSv/h~1.690 μ Sv/h，小于《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）规定的 2.5 μ Sv/h 的限值要求，射性药物合成和分装的箱体、通风柜、注射窗等设备非正对人员操作位表面的剂量当量率的辐射剂量率为 110.0nSv/h~3.60 μ Sv/h，小于《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）规定的 25 μ Sv/h 的限值要求；固体放射性废物收集桶外 30cm 处辐射剂量率为（114.3~142.4）nSv/h，小于《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）规定的 2.5 μ Sv/h 的限值要求。

开机条件下，1#、3#加速器治疗室屏蔽体外 30cm 处辐射剂量率为（88.8~132.1）nSv/h，满足辐射剂量率不大于 2.5 μ Sv/h 的限值要求。

核医学工作场所 α 表面污染未检出；控制区和监督区内 β 表面污染水平分别为（0.026~0.697）Bq/cm²、（0.056~0.485）Bq/cm²，均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）控制区（40Bq/cm²）和监督区（4Bq/cm²）的表面污染控制

水平；工作人员手部 β 表面污染水平为 $0.255\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)规定的手部 $0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 的表面污染控制水平；医护人员工作服表面、鞋子等 β 表面污染水平为 $(0.209\sim 0.227)\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)规定的工作服、手套、工作鞋 β 表面污染控制水平 $4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 。

核医学科病房区域、门诊区域衰变池排放口污水中总 α 均为未检出、总 β 分别为 $0.042\text{Bq}/\text{L}$ 和 $0.067\text{Bq}/\text{L}$ ，满足《山东省医疗机构污染物排放控制标准》(DB 37/596-2020)中规定的医疗机构污水处理系统放射性衰变池出口总 $\alpha\leq 1\text{Bq}/\text{L}$ 的排放标准和总 $\beta\leq 10\text{Bq}/\text{L}$ 的排放标准；核医学科病房区域衰变池排放口污水中 ^{131}I 为 $<0.16\text{Bq}/\text{L}$ ，满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)规定的 $^{131}\text{I}\leq 10\text{Bq}/\text{L}$ 的排放标准。

项目核医学实验大厅西南侧土壤中总 β 为 $622\text{Bq}/\text{kg}$ ，参考《南水北调山东段沿线土壤的放射性水平》(邓大平、许家昂等，中国辐射卫生，2006年12月第15卷第4期)，南水北调东线山东段沿线土壤中总 β 水平为 $(510\sim 858)\text{Bq}/\text{kg}$ ，总体上处在本底水平。因此，本期项目相关场所周围土壤放射性水平处于本底水平。

3、职业与公众受照结果

据估算，职业人员最大年受照剂量为 3.09mSv ，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中规定职业人员的剂量限值 $20\text{mSv}/\text{a}$ ，也低于环评报告提出的年管理剂量约束值 5.0mSv 。

据估算，各场所周围公众成员最大年受照剂量为 0.077mSv ，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中规定 $1\text{mSv}/\text{a}$ 的剂量限值，也低于环评报告表提出的年管理约束限值 0.1mSv 。

4、现场检查结果

(1) 医院签订了辐射工作安全责任书，明确了法人代表为本单位辐射安全工作责任人，成立了辐射安全领导小组，指定专人负责并执行医院的辐射防护安全管理工作。

(2) 医院制定了《岗位职责》《辐射防护和安全保卫制度》《放射治疗操作规程》《放射性核素安全使用操作规范指导书》《射线装置操作规程》《核医学科放射性核素订购、领取、保管、使用制度》《辐射工作人员培训计划》《设备检修维护制度》《监测方案》，已开展了2025年度辐射事故应急演练。并在规定时间内生态环境部门提交年度评

估报告。

(3) 医院辐射工作人员全部通过了核技术利用辐射安全与防护考核, 且均处于有效期内; 已委托有相关资质的单位为辐射工作人员佩戴个人剂量计, 并每 3 个月进行检测并出具个人剂量检测报告, 建立个人剂量档案, 做到 1 人 1 档。

(4) 医院本期项目配备有 4 台 BG9521 型辐射检测仪、2 台 IA-V2 型表面污染仪、12 部 FJ-2000 型个人剂量报警仪、18 套 QD608 型固定式辐射剂量率仪、2 台 CRC-25R 型活度计。铅衣、铅帽、铅围脖、铅眼镜 5 套, 均为 0.5mmPb; 4 个注射钨合金防护套 (10mmPb); 3 个手套箱; 1 个铅防护转移盒 (6mmPb); 1 个移动铅屏风 (10mmPb); 3 个 35L 放射性废物桶 (20mmPb)、5 个 35L、2L 放射性废物桶 (6mmPb)、5 个 35L 放射性废物衰变桶 (20mmPb); 2 个注射防护窗 (40mmPb); 2 个移动注射台 (25mmPb)。

(5) 核医学工作场所划分为监督区和控制区进行管理, 设置医护通道、患者通道、放射性药物通道、放射性废物通道, 控制区入口张贴有电离辐射警告标志。核医学实验大厅各个房间均落实了实体屏蔽, 控制区的入口设置了电离辐射警告标志, PET-CT/ECT 机房设置了视频监控和观察窗, PET-CT/ECT 机房外防护门上方均设置了工作状态指示灯, 各防护门外均张贴了电离辐射警告标志, 核医学工作场所质控室、服碘室等均安装了固定式剂量率报警仪, PET-CT/ECT 机房内和操作台均设置了紧急停机按钮。

(6) 加速器机房进行了分区管理, 将加速器治疗室划为控制区, 与治疗室相邻区域的控制室、走廊等划为监督区, 并在边界设置有警示标识。设置有紧急停机按钮、工作状态指示灯, 防护门与设备设置有门机联锁装置。

综上所述, 东营市人民医院乙级非密封放射性物质工作场所、医用电子加速器、 ^{192}Ir 后装机及 ERCP 装置 (一期) 落实了辐射安全管理制度和辐射安全防护各项措施, 该项目对辐射工作人员和公众人员是安全的, 具备建设项目竣工环境保护验收条件。

8.2 建议

- 1、后期项目投运后及时开展竣工环保验收工作;
- 2、做好核医学分区控制工作, 加强表面污染和剂量率监测, 发现高于要求的地方立即按规范擦拭清理, 降低污染。

附件 1 本次验收项目环评批复

审批意见：	东开管环审〔2024〕8 号
经研究，对东营市人民医院提报的《乙级非密封放射性物质工作场所、医用电子加速器、¹⁹²Ir 后装机及 ERCP 装置应用项目环境影响报告表》提出审批意见如下： 一、项目位于山东省东营市东营经济技术开发区南一路 317 号，东营市人民医院主院区医技楼地下一层西侧及北侧、四层西北侧。主要新建以下内容：（1）在医技楼地下一层西侧的南侧区域拟利用 ¹³¹I 开展甲功测定、甲亢及甲癌治疗，北侧区域拟购置 1 台 ECT 和 1 台 PET-CT（PET-CT 属Ⅲ类射线装置），开展核素 ^{99m}Tc、¹⁸F、⁸⁹Sr 的应用，该科场所日等效最大操作量为 2.51×10^9Bq，属乙级非密封放射性物质工作场所。（2）在医技楼地下一层北侧建设三座加速器机房及一座后装机机房，其中三座加速器机房自东向西依次为 1#加速器机房、2#加速器机房、3#加速器机房，拟将现有 2100CD 型医用电子加速器搬迁至 1#加速器机房，将现有 Trilogy 型医用电子加速器搬迁至 3#加速器机房，同时新购置 1 台 Trilogy 型医用电子加速器安装于 2#加速器机房，新购置 1 台后装机安装于后装机机房，其中医用电子加速器属Ⅱ类射线装置，后装机内置 1 枚 ¹⁹²Ir 放射源，封装活度 3.7×10^{11}Bq，属Ⅲ类放射源。（3）在医技楼四层西北侧新建一座 ERCP 机房，拟新增 1 台 ERCP 装置，最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA，属于Ⅱ类射线装置。该项目在落实环境影响报告表提出的辐射安全和防护措施及审批意见要求后，对环境的影响符合国家有关规定和标准，我部同意按照环境影响报告表提出的项目性质、规模、地点、环境保护对策、措施进行建设。 二、项目应严格按照环境影响报告表提出的措施及以下要求，落实和完善辐射安全与防护措施，开展辐射安全工作。	



（一）严格执行辐射安全管理制度

1.严格落实辐射安全管理责任制。医院法人代表为辐射安全工作第一责任人，分管负责人为直接责任人。设立辐射安全与环境保护管理机构或指定1名本科以上学历的技术人员专职负责本单位的辐射安全管理工作，明确辐射工作岗位，落实岗位职责；各辐射工作场所应安排技术人员负责各自的辐射安全管理工作。

2.制定并严格落实放射性同位素生产、分装、运输、使用登记制度，医用电子加速器、后装机、ERCP装置等操作规程、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、培训计划和监测方案等，建立辐射安全管理档案。

（二）加强辐射工作人员及患者的辐射安全和防护工作

1.加强辐射工作人员的培训和再培训。制定辐射工作人员培训计划，严格按照《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）的规定开展培训工作，严禁未参加培训的人员从事辐射工作。未培训辐射工作人员从事辐射工作前需要通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识，并通过平台报名考试，考核合格者方可从事辐射相关工作。否则不得从事辐射工作，持有培训证书人员应定期到该平台进行复训。

2.按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）、《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，建立辐射工作人员个人剂量档案，做到1人1档。辐射工作人员应佩戴个人剂量计，每3个月进行1次个人剂量监测。安排专人负责个人剂量监测管理，发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并向生态环境部门报告。

3.辐射工作人员应严格在规定的区域内按照规程进行放射性同位素操作，并穿戴必要的辐射防护用品，确保符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求。

4. 从事放射治疗或诊断时，应对患者采取有效辐射安全与防护措施，严格控制受照剂量，确保符合《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）、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）及《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）相关要求。

（三）做好辐射工作场所的安全和防护工作

1. 在医院各辐射工作场所醒目位置设置符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求的电离辐射警告标志。

2. 核医学工作场所应实行分区管理，划分控制区和监督区，并实行医生通道和患者通道分离，核医学工作场所要按照要求设立独立的排风系统。

3. 各机房应落实实体屏蔽措施，落实防护门、工作状态指示灯等安全防护措施；机房应按要求设置动力排风系统，保持良好通风。

（四）做好营运期污染防治措施

1. 核医学工作场所产生废气主要为甲亢及甲癌患者服药后呼出的放射性废气和核素使用过程挥发废气，均设置专门的排气管道，经活性炭高效过滤装置处理后排放；医用电子加速器，后装机运行过程中产生少量非放射性有害气体（包括臭氧、氮氧化物）及感生放射性废气，收集后无组织排放，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）及《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）相关要求。

2. 核医学工作场所产生的放射性废水主要为注射 ^{99m}Tc 、 ^{18}F 、 ^{131}I 患者的排泄物（包括呕吐物）及冲洗水。新建两套地下槽式放射性废水衰变系统（集水坑+降解池+衰变池），分别用于处理核医学科门诊区域和病房区域产生的放射性废水；医用电子加速器系统冷却水中被活化的而形成的放射性核素



主要为 ^{15}O 、 ^{16}N ，它们的半衰期分别为 2.1min 和 7.3s，半衰期很短，暂存待其活度衰减满足相关要求后排放。废水排放应满足《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）、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）和《山东省医疗机构污染物排放控制标准》（DB37/596-2020）相关要求。

3. 核医学工作场所产生的被污染的注射器、针头、手套、导管、药棉、纱布、吸水纸、破碎杯皿及擦拭表面污染的抹布等，经放射性废物衰变箱封存，待活度衰变降至解控水平以下后，按照医疗废物处理。衰变池内的沉渣，经设定周期存放后可达到解控水平，经审管部门确认或批准，由切割式潜水泵粉碎后随废水一并排放，对于少量难于排出的沉渣，确保达到清洁解控水平后，进行酸化预处理后外排。废活性炭，属于放射性固体废物，暂存于专门的衰变箱，经设定周期暂存衰变，并达到清洁解控水平后按照医疗废物处置。加速器靶、准直器及束流阻止器等部件更换或退役时直接交由具有放射性废物处置资质的单位进行处置。后装治疗机产生的报废或退役的 ^{192}Ir 放射源由供源厂家于机房内直接换源回收，并负责运输。废造影剂暂存于医院医疗废物暂存间，委托有资质单位定期清运。暂存场所应按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）的要求进行设置，同时应满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）相关要求。

（四） ^{192}Ir 密封源运输、装换源事宜由供源厂家承担，严格按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的有关规定，做好安全与防护工作；安装放射源后对剂量率进行监测。

（五）制定并严格执行辐射环境监测计划。配备辐射巡测仪，开展辐射环境监测，并做好监测数据的记录工作，达到《放射性同位素与射线装置安全

许可管理办法》的要求。

（六）对本单位辐射安全和防护状况进行年度评估，于每年的1月31日前向东营市生态环境局东营经济技术开发区分局提交年度评估报告。

（七）制定并定期修订本单位的辐射事故应急预案，组织开展应急演练。配备必要的应急及去污用品。若发生辐射事故，应及时向生态环境局、公安局和卫生健康委员会等部门报告。

三、建设项目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、同时投产使用的环境保护“三同时”制度。项目建成后，按照规定申领辐射安全许可证，并进行竣工环境保护验收，经验收合格后，项目方可正式投入运行。若项目发生变化，按照有关规定属于重大变动的，应按照法律法规的规定，重新报批环评文件。

四、请东营市生态环境局东营经济技术开发区分局加强对该项目的日常监督检查工作。

2024年1月16日





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：东营市人民医院

统一社会信用代码：123705004934007498

地址：山东省东营市南一路317号

法定代表人：张振海

证书编号：鲁环辐证[05048]

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

有效期至：2030年01月25日



发证机关：山东省生态环境厅

发证日期：2025年01月26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	东营市人民医院		
统一社会信用代码	123705004934007498		
地 址	山东省东营市南一路317号		
法定代表人	姓 名	张振海	联系方式 15853171073
辐射活动场所	名 称	场所地址	负责人
	查体中心 性密度检 查室	山东省东营市市辖区大渡河路与胶 州路交叉口	刘芬
	查体中心 一层南走 廊透视室	山东省东营市市辖区大渡河路与胶 州路交叉口	刘芬
	查体中心 一层数字 胃肠室	山东省东营市市辖区大渡河路与胶 州路交叉口	刘芬
	查体中心 一层照相 室	山东省东营市市辖区大渡河路与胶 州路交叉口	刘芬
	查体中心 一层 CT1 室	山东省东营市市辖区大渡河路与胶 州路交叉口	刘芬
	医技楼负 一层 CT 模拟定位 室（粒子 植入操 作）	山东省东营市市辖区南一路317号	陈少平
	门诊楼四 层口腔 CT2室	山东省东营市市辖区南一路317号	张津
	门诊楼四 层口腔 CT1室	山东省东营市市辖区南一路317号	张津
证书编号	环辐证[2030491]		
有效期至	2030年01月25日		
发证机关	山东省生态环境厅		（盖章）
发证日期	2025年01月26日		



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

单位名称	东营市人民医院		
统一社会信用代码	123705004934007498		
地 址	山东省东营市南一路317号		
法定代表人	姓 名	张振海	联系方式 15853171073
辐射活动场所	名 称	场所地址	负责人
	急诊楼五层手术室2区	山东省东营市市辖区南一路317号	刘金山
	门诊楼负一层体外碎石室	山东省东营市市辖区南一路317号	邓文娟
	医技楼负一层SPECT/CT室	山东省东营市市辖区南一路317号	岳学旺
	医技楼负一层PET/CT室	山东省东营市市辖区南一路317号	岳学旺
	医技楼负一层核医学科	山东省东营市市辖区南一路317号	岳学旺
	儿童院区照相2室	山东省东营市市辖区南一路317号	岳学旺
	医技楼一层DR2室	山东省东营市市辖区南一路317号	岳学旺
	儿童院区	山东省东营市市辖区南一路317号	岳学旺
	急诊楼	山东省东营市市辖区南一路317号	岳学旺
	急诊楼	山东省东营市市辖区南一路317号	岳学旺
证书编号	鲁环辐证[050481]		
有效期至	2030年01月25日		
发证机关	山东省生态环境厅		
发证日期	2025年01月28日		



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

单位名称	东营市人民医院			
统一社会信用代码	123705004934007498			
地 址	山东省东营市南一路317号			
法定代表人	姓 名	张振海	联系方式	15853171073
辐射活动场所	名 称	场所地址	负责人	
	主院急诊综合大楼一层透视室	山东省东营市市辖区南一路317号	岳学旺	
	医技楼一层钼靶检查室	山东省东营市市辖区南一路317号	岳学旺	
	医技楼一层DR3室	山东省东营市市辖区南一路317号	岳学旺	
	医技楼一层DR1室	山东省东营市市辖区南一路317号	岳学旺	
	儿童院区照相1室	山东省东营市市辖区南一路317号	岳学旺	
	门诊楼	山东省东营市市辖区南一路317号	岳学旺	
	医技楼一层骨密度检查室	山东省东营市市辖区南一路317号	岳学旺	
	医技楼一层胃肠检查室	山东省东营市市辖区南一路317号	岳学旺	
	主院放疗中心定位CT室	山东省东营市市辖区南一路317号	岳学旺	
证书编号	鲁环辐证[68049]			
有效期至	2030年01月25日			
发证机关	山东省生态环境厅			(盖章)
发证日期	2025年01月26日			



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

单位名称	东营市人民医院			
统一社会信用代码	123705004934007498			
地 址	山东省东营市南一路317号			
法定代表人	姓 名	张振海	联系方式	15853171073
辐射活动场所	名 称	场所地址	负责人	
	查体中心 一层 CT2 室	山东省东营市市辖区大渡河路与胶 州路交叉口	刘芬	
	医技楼一 层 CT1 室	山东省东营市市辖区南一路 317 号	岳学旺	
	医技楼一 层 CT2 室	山东省东营市市辖区南一路 317 号	岳学旺	
	车载 CT	山东省东营市市辖区南一路 317 号	岳学旺	
	急诊楼二 层介入诊 疗 DSA 二室	山东省东营市市辖区南一路 317 号	王洪光	
	主院门诊 综合楼大 五层 DSA 室	山东省东营市市辖区南一路 317 号	王洪光	
	急诊楼二 层介入诊 疗 DSA 三室	山东省东营市市辖区南一路 317 号	王洪光	
	急诊楼二 层介入诊 疗 DSA 一室	山东省东营市市辖区南一路 317 号	王洪光	
	证书编号	鲁环辐证[05048]		
有效期至	2030 年 01 月 25 日			
发证机关	山东省生态环境厅			(盖章)
发证日期	2025 年 01 月 26 日			



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

单位名称	东营市人民医院		
统一社会信用代码	123705004934007498		
地 址	山东省东营市南一路317号		
法定代表人	姓 名	张振海	联系方式 15853171073
辐射活动场所	名 称	场所地址	负责人
	医技楼负一层CT模拟定位室	山东省东营市市辖区南一路317号	陈少平
	医技楼负一层直线加速器3室	山东省东营市市辖区南一路317号	陈少平
	医技楼负一层直线加速器1室	山东省东营市市辖区南一路317号	陈少平
证书编号	鲁环辐证[05048]		
有效期至	2036年01月28日		
发证机关	山东省生态环境厅		
发证日期	2023年01月26日		



(一) 放射源

证书编号: 鲁环辐证[05048]

序号	活动种类和范围				使用单位						备注		
	辐射活动场所名称	核素	类别	活动种类	总活度(Bq)或 活度(Bq) × 枚数	编码	出厂活度 (Bq)	出厂日期	核素	用途	来源	申请 单位	监督 部门
1	医技楼负一层	Ge-68	V类	使用	4.63E+7*2								
2	PET/CT室	Ge-68	V类	使用	1.01E+8*1								

6 / 18



(二) 非密封放射性物质

证书编号: 鲁环辐证[05048]

辐射种类和范围										备注	
序号	辐射活动场所名称	场所等级	核素	物理状态	活动种类	用途	日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	申请单位	监管部门
1	医技楼负一层 CT 模拟定位室 (粒子植入操作)	丙级	Ir-125(种子源)	固态	使用	放射性药物诊断	7.10E+8	7.10E+8	7.10E+11		
2	医技楼负一层核医学科	乙级	As-18	粉末	使用	放射性药物诊断	2.98E+8	2.98E+8	7.40E+11		
3			Tc-99m	液态	使用	放射性药物诊断	9.25E+8	9.25E+8	2.31E+12		
4			I-131	粉末	使用	放射性药物治疗	2.41E+10	2.41E+9	1.20E+12		
5			Sr-89	液态	使用	放射性药物治疗	9.25E+8	9.25E+7	4.63E+10		

7 / 18



8/18



(三) 射线装置

证书编号: 鲁环辐证[05048]

证书编号: 晋环辐证[105048]

活动种类和范围					使用台数					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	查体中心 骨密度检查室	医用诊断 X射线装置	Ⅲ类	使用	1	骨密度仪	EXA-3000	E3K1900003	管电压 80 kV 管电流 0.25 mA	韩国 OsteoSys		
2	查体中心 一层 CT1 室	医用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置	Ⅲ类	使用	1	CT	Definition AS	92403	管电压 140 kV 管电流 800 mA	西门子		
3	查体中心 一层 CT2 室	医用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置	Ⅲ类	使用	1	64 排螺旋 CT	Light speed	10050YC3	管电压 140 kV 管电流 800 mA	GE		
4	查体中心 一层南走廊透视室	医用诊断 X射线装置	Ⅲ类	使用	1	透视机	DRF-5D 型	1204V49-389-2-2	管电压 150 kV 管电流 1000 mA	北京万东		
5	查体中心 一层数字胃肠室	医用诊断 X射线装置	Ⅲ类	使用	1	数字胃肠机	Luminos Fusion	11006	管电压 120 kV 管电流 800 mA	西门子(上海)		

9/18



(三) 射线装置

证书编号: 鲁环辐证[05048]

活动种类和范围						使用单位				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
6	查体中心一层照相室	医用诊断X射线装置	III类	使用	1	DR	Digital Diagnost 3	15010020	管电压: 150 kV 管电流: 800 mA	飞利浦		
7	车载CT	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	III类	使用	1	车载CT	Aquilion Lightning TSX-035A	7EC2022607	管电压: 135 kV 管电流: 420 mA	佳能		
8	儿童院区	医用诊断X射线装置	III类	使用	1	移动DR	Mobdett XP Digital	3826	管电压: 110 kV 管电流: 190 mA	西门子		
9	儿童院区照相1室	医用诊断X射线装置	III类	使用	1	DR	Radnext 50	KC11314501	管电压: 150 kV 管电流: 800 mA	日立		
10	儿童院区照相2室	医用诊断X射线装置	III类	使用	1	DR	Digital Diagnost 3	16010023	管电压: 150 kV 管电流: 800 mA	飞利浦		
11	急诊楼	医用诊断X射线装置	III类	使用	1	移动DR	Mobdett Mira Max	3179	管电压: 110 kV 管电流: 100 mA	西门子		

10 / 18



(三) 射线装置

证书编号: 鲁环辐证[05048]

活动种类和范围					使用单位					备注		
序号	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
12	急诊楼二层介入诊疗 DSA 二室	血管造影用 X 射线装置	II 类	使用	1	DSA	UNIQ FD10	930	管电压 150 kV 管电流 1000 mA	飞利浦		
13	急诊楼二层介入诊疗 DSA 三室	血管造影用 X 射线装置	II 类	使用	1	DSA	Innova IGS 520	M2-194030	管电压 125 kV 管电流 1000 mA	GE		
14	急诊楼二层介入诊疗 DSA 一室	血管造影用 X 射线装置	II 类	使用	1	DSA	Innova 1100-IQ	6633608u7	管电压 125 kV 管电流 1000 mA	GE		
15	急诊楼五层手术室 2 区	医用诊断 X 射线装置	III 类	使用	4	小 C 型臂	GE OEC Fluorostar Compact D	79-C9587D	管电压 110 kV 管电流 20 mA	GE		
						小 C 型臂	Omniclear ELD	B085520001	管电压 110 kV 管电流 20 mA	GE		
						小 C 型臂	ARCADI S-Varic	16143	管电压 110 kV 管电流	西门子		

11 / 18



(三) 射线装置

证书编号：鲁环辐证[05048]

活动种类和范围						使用信息				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
						小C型臂	GE OEC Fluorostar Compact D	79-C9586D	管电压 110 kV 管电流 20mA	GE		
16	门诊楼	医用诊断X射线装置	III类	使用	1	移动DR	Mobilert Mira Max	3178	管电压 110 kV 管电流 100 mA	西门子		
17	门诊楼负一层体外碎石室	医用诊断X射线装置	III类	使用	1	体外冲击波碎石机	HK.ESW L-VJ	4189	管电压 100 kV 管电流 5mA	深圳惠康		
18	门诊楼四层口腔CT1室	口腔(牙科)X射线装置	III类	使用	1	口腔CT机	ORTHOP HOS XG 3D Ceph	650616	管电压 90 kV 管电流 16 mA	西诺德		
19	门诊楼四层口腔CT2室	口腔(牙科)X射线装置	III类	使用	1	口腔CBCT	Smart 3D-X	DBC460DB00CZ	管电压 100 kV 管电流 10 mA	朗视		
20	医技楼负一层CT模拟定位室	医用X射线计算机断层扫描(CT)类	III类	使用	1	CT	Philips CT Big Bore	760006	管电压 140 kV 管电流 660 mA	飞利浦		

12 / 18



(三) 射线装置

证书编号：鲁环辐证[05048]

活动种类和范围					使用信息					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
21	医技楼负一层PET/CT室	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	Ⅲ类	使用	1	PET/CT	Biograph Vision 600	11263	管电压 140 kV 管电流 660 mA	西门子		
22	医技楼负一层SPECT/CT室	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	Ⅲ类	使用	1	SPECT/CT	Symbia Intevo Bold	1783	管电压 140 kV 管电流 345 mA	西门子		
23	医技楼负一层直线加速器1室	粒子能量小于100兆电子伏的医用加速器	Ⅱ类	使用	1	直线加速器	Trilogy	6356	粒子能量 10 MeV	美国瓦里安		
24	医技楼负一层直线加速器3室	粒子能量小于100兆电子伏的医用加速器	Ⅱ类	使用	1	直线加速器	Trilogy	3431	粒子能量 10 MeV	美国瓦里安		
25	医技楼负一层CT1室	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	Ⅲ类	使用	1	螺旋CT	SOMATO M	74474	管电压 140 kV 管电流	西门子		

13 / 18



(三) 射线装置

证书编号: 鲁环辐证[05048]

活动种类和范围					使用台帐					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
		层扫描(CT)装置					Definition Flash		800 mA			
26	医技楼一层 CT2 室	医用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置	III 类	使用	1	双源 CT	SOMATOM Definition Flash	73852	管电压 140 kV 管电流 800 mA	西门子		
27	医技楼一层 DR1 室	医用诊断 X 射线装置	III 类	使用	1	DR	uDR 780i	152441	管电压 150 kV 管电流 800 mA	上海联影		
28	医技楼一层 DR2 室	医用诊断 X 射线装置	III 类	使用	1	DR	Ysio Max	25539	管电压 150 kV 管电流 500 mA	西门子		
29	医技楼一层 DR3 室	医用诊断 X 射线装置	III 类	使用	1	DR	Ysio	22099	管电压 150 kV 管电流 500 mA	西门子		
30	医技楼一层骨密度检查室	医用诊断 X 射线装置	III 类	使用	1	骨密度仪	KD-GRAND	KG402152043	管电压 76 kV 管电流 1 mA	康达国际		
31	医技楼一	医用诊断	III 类	使用	1	数字胃肠机	AXIOM	4714	管电压 120	西门子		

14 / 18



(三) 射线装置

证书编号: 鲁环辐证[05048]

活动种类和范围						使用单位				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
	层胃肠检查室	X 射线装置	II 类				Cumilux dRF		kV 管电流 200 mA			
32	医技楼一层钼靶检查室	医用诊断 X 射线装置	II 类	使用	1	乳腺 DR	Essential	658514B05	管电压 49 kV 管电流 100 mA	GE		
33	主院区治疗中心定位 CT 室	医用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置	III 类	使用	1	6 排 CT	Brilliance 6	25285	管电压 140 kV 管电流 400 mA	飞利浦		
34	主院区急诊综合大楼一层透视室	医用诊断 X 射线装置	II 类	使用	1	数字胃肠机	POPULUS S SoH45-4	7C10031436	管电压 150 kV 管电流 630 mA	日立		
35	主院区门诊综合大楼五层 DSA 室	血管造影用 X 射线装置	II 类	使用	1	DSA	Innova 2100-30	538474BL8	管电压 120 kV 管电流 800 mA	GE		

15 / 18

辐射安全与环境保护管理工作人员岗位职责

- 1、协助院领导贯彻执行辐射法律法规及安全管理要求。
- 2、协助组织修订和完善单位辐射安全管理制度，修订辐射安全技术操作规程，并对规章制度的贯彻执行情况进行监督检查。
- 3、定期对单位的辐射安全与防护情况进行现场检查，监督各放射场所落实安全防护要求，并分解落实管理责任。
- 4、总结和推广辐射安全与防护的先进经验，协助辐射安全领导小组搞好本院辐射安全与环境保护管理宣传教育工作。
- 5、制定完善本院突发性辐射事故应急预案，协助领导开展辐射事故应急及调查处理工作。
- 6、制定并监督落实单位辐射安全与防护培训计划及放射工作人员个人剂量监测。
- 7、协助领导小组组织开展放射场所的辐射环境监测，并及时向环保部门报送上年度辐射安全防护评估报告，负责或指导整理单位辐射安全管理档案及《辐射安全许可证》的管理工作。
- 8、监督放射人员遵守质量保证规范，按照医疗照射正当化和辐射防护最优化的原则开展放射诊断工作。



放疗技师职责



- 一、放疗技师不但能熟练使用设备，同时要了解设备的构造和工作原理，要帮助放疗医生按正确规程使用机器，发生故障时及时向维修人员汇报。
- 二、在摆位过程中，能解决疑难病人的摆位，并协助医生制定治疗计划，核对医生在射线能量、照射剂量、射野结构及楔形板应用是否正确。
- 三、对放疗技师的工作起到指导、帮助、检查、监督的作用，每周至少核对一次治疗单剂量，发现问题及时更正。
- 四、负责新照射技术的研究，并对新技术进行推广和应用。
- 五、要做到为人师表，树立良好的医德、医风。
- 六、治疗结束后，检查机器和辅助设备，写好机器交接班记录。

东营市人民医院肿瘤科放疗中心

附件 4 核技术利用辐射安全与防护考核成绩单

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩单



张雷龙，男，1982年02月02日生，身份证：370827198202022077，于2024年12月参加 辐射安全管理 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS24TJ2200710 有效期：2024年12月25日至 2029年12月25日

报告单查询网址：fushhe.mee.gov.cn



核技术利用辐射安全与防护考核

成绩单



张元，男，1980年01月20日生，身份证：370502198001203214，于2023年11月参加 核医学 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS23SD0300340 有效期：2023年11月10日至 2028年11月10日

报告单查询网址：fushhe.mee.gov.cn



核技术利用辐射安全与防护考核

成绩单



高振利，男，1977年09月21日生，身份证：370682197709210017，于2023年04月参加 核医学 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS23SD0300086 有效期：2023年04月18日至 2028年04月18日

报告单查询网址：fushhe.mee.gov.cn



核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



韩雯雯，女，1989年01月17日生，身份证：370502198901176426，于2024年06月参加核医学辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS24SD0300140 有效期：2024年06月27日至2029年06月27日



报告单查询网址：fushhe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



杨世龙，男，1991年09月22日生，身份证：370502199109225233，于2025年02月参加核医学辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS25TJ0300010 有效期：2025年02月26日至2030年02月26日



报告单查询网址：fushhe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



任文韬，男，1986年12月04日生，身份证：370181198612041799，于2025年02月参加核医学辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS25TJ0300009 有效期：2025年02月26日至2030年02月26日



报告单查询网址：fushhe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



田学群，男，1992年06月11日生，身份证：372325199208112432，于2024年06月参加核医学辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS24SD0300143 有效期：2024年06月28日至2029年06月28日



报告单查询网址：fushhe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



王玉廷，男，1975年03月21日生，身份证：370523197503212732，于2024年06月参加核医学辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS24SD0300142 有效期：2024年06月28日至2029年06月28日



报告单查询网址：fushhe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



张小娟，女，1991年06月01日生，身份证：370521199106010447，于2025年03月参加核医学辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS25TJ0300012 有效期：2025年03月05日至2030年03月05日



报告单查询网址：fushhe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



隋露露，女，1990年02月17日生，身份证：370502199002173269，于2024年06月参加 核医学 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS24SD0300144 有效期：2024年06月28日 至 2029年06月28日

报告单查询网址：fushhe.mee.gov.cn



核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



刘晓东，男，1973年06月05日生，身份证：370502197306051210，于2023年02月参加 核医学 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS23SD0300015 有效期：2023年02月20日 至 2028年02月20日

报告单查询网址：fushhe.mee.gov.cn



核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



刘兵，男，1978年11月20日生，身份证：370502197811206412，于2023年02月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS23SD0200065 有效期 2023年02月20 至 2028年02月20
： 日 日

报告单查询网址：fushhe.mee.gov.cn



东营市人民医院

乙级非密封放射性物质工作场所、医用电子加速器、 ^{192}Ir 后装机 及 ERCP 装置应用项目（一期）竣工环境保护验收监测报告表 其他需要说明事项

1. 辐射安全许可证持证情况

东营市人民医院现持有辐射安全许可证（鲁环辐证[05048]），许可种类和范围为使用 V 类放射源；使用 II 类、III 类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级、丙级非密封放射性物质工作场所，有效期至 2030 年 1 月 25 日。本期验收的相关项目均已进行辐射安全许可证许可登记。

2. 辐射安全与环境保护管理机构运行情况

东营市人民医院成立了辐射安全与环境保护领导小组，指定该机构专职和专人负责医院放射性同位素和射线装置的安全和防护工作。该小组持续稳定运行。

3. 防护用品和检测仪器配备情况

东营市人民医院本期项目配备有 4 台 BG9521 型辐射检测仪、2 台 IA-V2 型表面污染仪、12 部 FJ-2000 型个人剂量报警仪、18 套 QD608 型固定式辐射剂量率仪、2 台 CRC-25R 型活度计。铅衣、铅帽、铅围脖、铅眼镜 5 套，均为 0.5mmPb；4 个注射钨合金防护套（10mmPb）；3 个手套箱；1 个铅防护转移盒（6mmPb）；1 个移动铅屏风（10mmPb）；3 个 35L 放射性废物桶（20mmPb）、5 个 35L、2L 放射性废物桶（6mmPb）、5 个 35L 放射性废物衰变桶（20mmPb）；2 个注射防护窗（40mmPb）；2 个移动注射台（25mmPb）。

4. 人员配备及辐射安全与防护考核情况

东营市人民医院配备了 1 名辐射安全管理人员，为本期项目配备了 21 名辐射工作人员，21 名工作人员均已通过核技术利用辐射安全与防护考核，并取得合格成绩单，且均在有效期内。

5. 放射源及射线装置台账管理情况

东营市人民医院建立了放射性同位素入库、使用管理台账和射线装置管理台

账，制定了《台账管理制度》，医院严格落实该制度。

6. 放射性废物台账管理情况

东营市人民医院建立了放射性废物台账管理台账。制定了《《放射性废物处置方案》，医院严格落实该制度。

7. 辐射安全管理制度执行情况

医院制定了《岗位职责》《辐射防护和安全保卫制度》《放射治疗操作规程》《放射性核素安全使用操作规范指导书》《射线装置操作规程》《核医学科放射性核素订购、领取、保管、使用制度》《辐射工作人员培训计划》《设备检修维护制度》《监测方案》《放射事故应急处理预案》等制度并依照实施，落实了各制度要求。

东营市人民医院

2025 年 6 月 15 日