

临沂市肿瘤医院 核医学工作场所、⁹⁰Sr 敷贴治疗及 ¹²⁵I 粒籽源植入应用项目（一期）和 15MV 医用电子直线加速器、DSA、后装机及 III 类射线装置应用项目（二期） 验收工作组意见

2021 年 3 月 14 日，临沂市肿瘤医院在山东省临沂市组织召开了核医学工作场所、⁹⁰Sr 敷贴治疗及 ¹²⁵I 粒籽源植入应用项目（一期）和 15MV 医用电子直线加速器、DSA、后装机及 III 类射线装置应用项目（二期）竣工环境保护验收会议。验收工作组由临沂市肿瘤医院、验收监测表编制单位山东海美依项目咨询有限公司及 2 位受邀专家组成(名单附后)。会议期间，建设单位介绍了项目环境保护执行情况，山东海美依项目咨询有限公司汇报了项目竣工环境保护验收监测及辐射环境管理情况，与会代表对现场进行了核查。经现场核查、审阅资料和认真讨论，形成验收工作组意见如下：

一、项目基本情况

医院目前共有兰山院区、河东院区两个院区，本项目所在河东院区位于临沂市河东区中晟大街西段，中晟大街与智诚路交汇处。

(1)2017 年 7 月，医院委托山东海美依项目咨询有限公司编制了《核医学工作场所、⁹⁰Sr 敷贴治疗及 ¹²⁵I 粒籽源植入应用项目环境影响报告表》。该项目环境影响报告表于 2017 年 9 月 11 日由山东省环境保护厅以鲁环辐表审[2017]026 号文件审批通过。

该项目为分期建设，其中一期工程（即本项目）建设内容为 1 处乙级非密封放射性物质工作场所，使用放射性核素 ^{99m}Tc，日等效最大操作量 2.775×10^7 Bq。

(2)2015 年 1 月，医院委托济南博瑞达环保科技有限公司编制了《临沂市肿瘤医院 15MV 医用电子直线加速器、DSA、后装机及 III 类射线装置应用项目环境影响报告表》，该项目环境影响报告表于 2015 年 4 月 8 日由山东省环境保护厅以鲁环辐表审[2015]68 号文件审批通过。

该项目分期建设，一期工程建设 1 台 10MV 医用电子直线加速器、1 台 ^{192}Ir 后装机（最大装源活度 $3.7 \times 10^{11}\text{Bq}$ ，III 类放射源）以及 3 台 III 类射线装置（CT、CTSim、DR），已于 2020 年 9 月 19 日顺利通过竣工环境保护验收。二期工程（即本项目）建设内容为 2 台医用电子直线加速器（X 射线能量最大分别为 15MV、10MV）；1 台 DSA 装置（最大管电压 125kV、最大管电流 1125mA），属 II 类射线装置；1 台 CT（最大管电压 140kV、最大管电流 700mA），属 III 类射线装置。

本项目于 2015 年 6 月开工建设，于 2021 年 2 月全部建成、投入调试。

二、工程变更情况

15MV 医用电子直线加速器、DSA、后装机及 III 类射线装置应用项目（二期）中，实际建设除 23EX 型医用电子直线加速器能量与环评批复一致外，Clinaix 型医用电子直线加速器 X 射线能量为 10MV，DSA 最大管电压、最大管电流分别为 125kV、1125mA，CT 最大管电压、最大管电流分别为 140kV、700mA，属一般变更。

三、辐射安全与防护设施落实情况

1、核医学工作场所、 ^{90}Sr 敷贴治疗及 ^{125}I 粒籽源植入应用项目（一期）

本项目 SPECT-CT 中心位于医院西南侧核医学楼一层东侧区域，核医学工作场所采用实体屏蔽，划分为监督区和控制区进行管理，在控制区出入口处张贴有电离辐射警告标志，医护通道和患者通道分开，SPECT-CT 机房设计有观察窗和监控对讲装置；配置有 INSPECTOR 型手持式表面沾污仪 1 台，CRC-55TR 型活度计 1 台，BS9521 型 X- γ 辐射剂量当量率仪 1 台，RG1100 型个人剂量报警仪 3 台；双联超净防护通风橱 1 台（10mmPb），注射器防护盒 2 个（10mmPb），废物暂存衰变箱 2 个（10mmPb，容积约 80L），扫描床前防护屏 1 个（10mmPb）、移动式注射防护车 1 台（10mmPb）、淋洗铅罐 6 个（10mmPb），2.5mL、1mL 注射器防护套各 2 个；3 名辐射工作人员均配有个人剂量计，配备 3 套个人防护用品，包括铅衣、铅围脖、铅眼镜，均为 0.5mmPb。

SPECT-CT 中心通风橱设计有专用通风管路（通风量为 $800\text{m}^3/\text{h}$ ），不

与核医学楼通风系统共用管路，通风管路通向核医学楼楼顶；SPECT-CT中心各房间废气经1套通风系统（通风量为 $2500\text{m}^3/\text{h}$ ）排放至核医学楼楼顶。两套排气筒均高出楼顶3m，排气口处各设有1套活性炭过滤装置。

2、15MV 医用电子直线加速器、DSA、后装机及III类射线装置应用项目（二期）

（1）医用电子直线加速器

加速器安装于医院河东院区放射治疗中心一层北侧中间位置加速器一室、西北侧加速器二室。两个加速器室防护设计相同：东西长约8.0m，南北宽约8.0m，高约3.9m（地面到吊顶约3.0m），东墙主屏蔽墙采用2900mm混凝土、宽度约4800mm，副屏蔽墙采用1300mm混凝土西墙主屏蔽墙采用2900mm混凝土、宽度约4400mm，副屏蔽墙采用1300mm混凝土；南墙“L”型迷路内、外墙均采用1300mm混凝土；北墙采用1400mm混凝土；室顶主屏蔽墙采用2700mm混凝土，副屏蔽墙采用1100mm混凝土；防护门采用电动推拉门，26mmPb+200mm含硼聚乙烯复合门。

加速器机房门外均安装有电离辐射警告标志、工作状态指示灯，安装有门机联锁装置、红外线防碰装置；机房安装有对讲系统和监控系统，共3个监控探头；控制台和加速器治疗室内迷道内口、迷道外口、北墙各设有1处紧急停机按钮，加速器设备处设有4个紧急停机按钮，共7个紧急停机按钮；控制室墙上张贴有辐射管理规章制度。

加速器机房内均设置了机械强制通风系统，进风管道穿墙位置位于迷道外口室顶上方，穿墙方式为“Z”型；排风管道穿墙位置位于北墙下端，穿墙方式为“U”型；进风口位于室顶，排风口共2个，分别位于西北角和西南角地面处；进、排风管道穿屏蔽墙处均避开了有用射束照射；通风量 $2000\text{m}^3/\text{h}$ ，换气次数大于4次/h，经通风管道引至楼顶外排放。

（2）DSA

DSA安装于医院河东院区门诊综合楼一层2层DSA1室，DSA介入室南北净长8.6m、东西净宽7.4m、净高3.5m，占地面积约 63.64m^2 ；四周墙体为370mm实心红砖，室顶为200mm混凝土，底板为260mm混凝土；共设

计有 2 个防护门，各防护门均为铅钢复合结构，防护能力均为 3.0mmPb；铅玻璃观察窗防护能力为 3.0mmPb。

大、小防护门均设置有工作状态指示灯、电离辐射警告标志；小防护门设置有闭门装置；介入手术室与控制室之间设置有观察窗、双向对讲装置；扫描床和控制台各设置有一处紧急停机按钮。控制室墙上均张贴有辐射管理规章制度。

介入手术室室顶西南侧设置 1 处进风口，于西墙顶部南侧设置 1 处空气消毒机，用于空气消毒杀菌，于手术室内西南角安装 1 个空调，使用其排风功能进行排风，介入手术室内有害气体通过通风管道最终排向所在楼体二层南侧楼外空间，该区域非人员密集区，不会对周围人员产生影响，且有效通风换气量约 1000m³/h，可保持良好通风。

本项目 DSA 机房配备床侧防护帘和铅悬挂防护屏各 1 个（0.5mmPb）；为工作人员配备铅衣 7 件、铅马甲 2 件、铅帽和铅围裙各 4 件、面罩 4 个，为患者配备铅帽、铅围脖、铅马甲各 2 件，防护能力为 0.5mmPb，可满足日常工作使用需求。

（3）CT

CT 机房位于医院河东院区门诊综合楼一层西南侧 CT 二室。机房屏蔽符合要求，门外安装有电离辐射警告标志、工作状态指示灯，控制台处安装有紧急停机按钮，CT 设备上安装有紧急停机按钮；控制室墙上均张贴有辐射管理规章制度。机房采用空调通风。

四、辐射安全管理落实情况

（1）医院成立了放射防护委员会，并签订了辐射工作安全责任书，明确法定代表人张高山为本单位辐射工作安全第一责任人，指定专人负责放射性同位素和射线装置的安全和防护工作，指定专人负责放射性同位素保管工作。

（2）医院制定了《放射性同位素使用登记制度》、《核医学科防护和安全保卫制度》、《设备维护维修制度》、《放射性核素订购、保管、领取、使用制度》、《放射性废物管理制度》、《放疗室质量保证制度》、《临沂市肿瘤医院辐射安全防护制度》等安全规章制度及各场所和设备操

作规程；制定了《临沂市肿瘤医院辐射事故处理应急预案》，每年均开展辐射事故应急演练；编写了 2020 年度射线装置辐射安全与防护状况年度评估报告，已提交至生态环境部门，已上报的年度评估报告中附有年度监测报告。

(3) 医院制定了《临沂市肿瘤医院辐射工作人员培训制度》，本项目职业人员均已参加初级辐射安全与防护培训并取得合格证书，且均处于有效期内。

(4) 医院制定了《监测方案》，配备有 1 台 BS9521 型 X- γ 射线剂量当量率仪，医院定期对各工作场所进行自主监测。同时委托有资质单位每年对设备性能和机房周围辐射水平进行监测，出具监测报告，并定期向生态环境部门上报监测数据。

(5) 辐射工作人员个人剂量已委托有资质单位监测，安排专人负责个人剂量监测管理，建立了个人剂量档案。

五、验收监测结果

(一) 监测结果

1、核医学工作场所

SPECT-CT 中心周围及放射性废水衰变系统上方 X- γ 辐射剂量率为 71.6nGy/h~162.7nGy/h。其中公众可达区域和监督区内剂量率为 92.4nGy/h~135.7nGy/h，低于环评报告表提出的 2.5 μ Sv/h 剂量率目标控制值。控制区内剂量率为 71.6nGy/h~162.7nGy/h，低于环评报告表提出的 10 μ Sv/h 剂量率目标控制值。

SPECT-CT 中心控制区内 β 表面污染水平为 (0.08~1.33) Bq/cm²，监督区内 β 表面污染水平为 (0.14~0.23) Bq/cm²。分别低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)控制区 (40Bq/cm²) 和监督区 (4Bq/cm²) 的表面污染控制水平。

2、加速器机房

本项目加速器关机状态下，加速器室周围辐射水平处于临沂市环境天然放射性水平范围内。

Clinaix 型加速器开机状态下，加速器一室各屏蔽体外 30cm 处 X- γ 辐射剂量率为 90.3nGy/h \sim 2.12 μ Gy/h，满足环境影响报告表提出的 2.5 μ Sv/h 的剂量率目标控制值。照射终止 10s 后 3min 内加速器机头表面 5cm 处和 1m 处 X- γ 辐射剂量率分别为 769.0nGy/h、529.7nGy/h，满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）中周围剂量当量率在离外壳表面 5cm 和 1m 处的分别不得超过 200 μ Gy/h 和 20 μ Gy/h 的限值要求。

23EX 型加速器开机状态下，加速器二室各屏蔽体外 30cm 处辐射剂量率最大值为 1.50 μ Gy/h，满足环境影响报告表提出的 2.5 μ Sv/h 的剂量率目标控制值。照射终止 10s 后 3min 内加速器机头表面 5cm 处和 1m 处 X- γ 辐射剂量率分别为 30.0 μ Gy/h 和 2.90 μ Gy/h，满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）中周围剂量当量率在离外壳表面 5cm 和 1m 处的分别不得超过 200 μ Gy/h 和 20 μ Gy/h 的限值要求。

3、DSA 机房

本项目 DSA 关机状态时，介入室周围辐射水平处于临沂市环境天然放射性水平范围内。DSA 透视状态下，介入室周围辐射水平最大为 349.1nGy/h，符合 2.5 μ Sv/h 剂量率控制目标。

4、CT 机房

本项目 CT 关机状态时，机房周围辐射水平处于临沂市环境天然放射性水平范围内。开机状态下，机房屏蔽体外 30cm 处 X- γ 辐射剂量率分别为 110.7nGy/h \sim 2.13 μ Gy/h，满足环境影响报告表提出的 2.5 μ Sv/h 的剂量率目标控制值。

(二) 职业人员与公众成员受照剂量结果

(1) 职业人员

①核医学工作场所

职业工作人员手部年当量剂量为 0.32mSv/a、躯干年有效剂量最大值为 0.24mSv/a。分别低于环评报告表提出的职业人员四肢（手和脚）或皮肤 150mSv/a 管理剂量约束值、躯干 6mSv/a 管理剂量约束值。

②加速器机房

本项目加速器开机状态下，职业人员的年有效剂量为 2.55mSv/a，低于环境影响报告表提出的职业人员年管理剂量约束值 6.0mSv/a。

③DSA 机房

本项目 DSA 工作人员最大年个人剂量当量值为 0.25mSv，该年剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中规定的 20mSv/a 的剂量限值，也低于环境影响报告表 6.0mSv/a 的年当量剂量限值。

④CT 机房

本项目 CT 二室职业人员年有效剂量为 0.031mSv/a，低于环境影响报告表提出的职业人员年管理剂量约束值 6.0mSv/a。

(2) 公众成员

本项目核医学工作场所周围公众成员所受的最大年有效剂量为 0.2mSv/a，加速器机房周围公众成员最大年有效剂量为 0.09mSv/a，DSA 机房周围公众成员最大年有效剂量为 0.036mSv/a，CT 机房周围公众成员年有效剂量最大值 0.065mSv/a，均低于环境影响报告表提出的公众成员年管理剂量约束值 0.3mSv/a。

六、验收结论

临沂市肿瘤医院核医学工作场所、⁹⁰Sr 敷贴治疗及 ¹²⁵I 粒籽源植入应用项目（一期）和 15MV 医用电子直线加速器、DSA、后装机及 III 类射线装置应用项目（二期）基本落实了辐射安全管理制度和辐射安全防护各项措施，该项目对辐射工作人员和公众成员是安全的，具备建设项目竣工环境保护验收条件，可以通过验收。

七、建议

1. 根据项目运行情况适时修订辐射管理规章制度及《辐射事故应急预案》；
2. 加强放射性废物的储存工作。

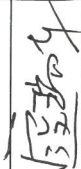

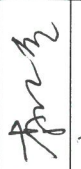




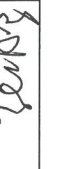
验收工作组

2021 年 3 月 14 日

临沂市肿瘤医院

核医学工作场所、 ^{90}Sr 敷贴治疗及 ^{125}I 粒籽源植入应用项目（一期）和15MV医用电子直线加速器、DSA、后装机及III类射线装置应用项目（二期）

竣工环境保护验收工作组名单

组成	姓名	单位	职务/职称	联系电话	签名	
组长	寇瑞东	临沂市肿瘤医院	设备科主任	13954918380		
	亓成		主任	15953951578		
建设单位	李修奎		影像科主任	15865392616		
	王飞华		放疗中心主任	13355390099		
	鲍洪刚		核医学科主任	13953992428		
	王荣锁		研究员	13356672848		
技术专家	陈英民		山东省核与辐射安全监测中心	研究员	186660392060	
	张腾		山东海美依项目咨询有限公司	工程师	18560791510	
验收单位						