

**山东第一医科大学第一附属医院（山东省千佛山医院）
核医学科建设项目（一期）、回旋加速器中心及后装治疗机应用
项目（一期）
竣工环境保护验收意见**

2023年12月12日，山东第一医科大学第一附属医院（山东省千佛山医院）根据核医学科建设项目（一期）、回旋加速器中心及后装治疗机应用项目（一期）竣工环境保护验收监测表，并对照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，严格依照国家有关法律法规、本项目环境影响报告表和审批部门审批决定等要求对本项目进行验收，提出意见如下：

一、工程建设基本情况

（一）建设地点、规模、主要建设内容

项目位于山东省济南市历下区经十路16766号，山东第一医科大学第一附属医院（山东省千佛山医院）内，其中核医学科位于6号楼南侧地下一层，回旋加速器中心位于6号楼南侧地下三层。

核医学科建设项目（一期）开展核医学科（诊疗区）验收工作。核医学科分诊疗区和科研区，其中诊疗区使用 ^{18}F 、 ^{13}N 、 ^{11}C 、 ^{68}Ga 开展PET-CT和PET-MR扫描诊断，使用 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 开展SPECT-CT扫描诊断，使用 ^{32}P 和 ^{89}Sr 开展放射治疗，属乙级非密封放射性物质工作场所。核医学科（诊疗区）日等效最大操作量为 $2.331 \times 10^8 \text{Bq}$ 。放射性废水衰变系统位于场所西南侧地下，排气筒位于场所东侧连廊位置，高约16m。

回旋加速器中心及后装治疗机应用项目（一期）开展回旋加速器中心

验收工作。回旋加速器中心开展¹⁸F、¹³N、¹¹C、⁶⁸Ga制备，日等效最大操作量为 9.065×10^8 Bq，属乙级非密封放射性物质工作场所，回旋加速器属II类射线装置，回旋加速器中心日最大制备能力高于核医学科核素用量，医院根据核医学使用需求进行制备，4种核素自产自用，不外售。放射性废水衰变系统位于场所西南侧地下，与核医学科共用放射性衰变系统。排气筒与核医学科共用。

（二）建设过程及环保审批情况

《核医学科建设项目环境影响报告表》于2022年7月28日取得济南市生态环境局批复文件“济环辐表审[2022]09号”。于2022年8月开始建设，于2023年11月建设完成，2023年11月取得辐射安全许可证。

《回旋加速器中心及后装治疗机应用项目环境影响报告表》于2022年8月24日取得济南市生态环境局批复文件“济环辐表审[2022]11号”。于2022年8月开始建设，于2023年11月建设完成，2023年11月取得辐射安全许可证。

项目取得辐射安全许可证至调试过程中无环境投诉、违法或处罚记录。

（三）投资情况

核医学科建设项目（一期）即核医学科（诊疗区）总投资约7000万，其中环保投资约170万。

回旋加速器中心及后装治疗机应用项目（一期）即回旋加速器中心项目总投资约5000万，其中环保投资约60万。

二、辐射安全与防护设施建设情况

（一）辐射安全与防护设施建设情况

核医学（诊疗区）工作场所采用实体屏蔽，划分为监督区和控制区，医护人员和患者通道分开，地面设置患者导流标志，核医学场所内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。设置专用场所通风系统和手套箱通风系统，气流由清洁区向监督区再向控制区方向，控制区内为微负压状态，不同区域保持一定的压差，保证气流流向，防止交叉污染，排气筒位于场所东侧连廊位置，高约 16m。设置专用放射性废水收集和衰变系统，放射性废水衰变系统为槽式，设计有 1 个集水池、3 个并联衰变池，单个衰变池有效容积 $24\text{m}^3/\text{h}$ 。SPECT 医护人员每人配置铅衣、铅围裙、铅围脖、铅帽及铅玻璃眼镜、放射性污染防护服。PET 医护人员每人配置放射性污染防护服。场所内配置应急去污用品。配置有 1 个手套箱式药物接收柜（50mmPb）、1 个 20mmPb 手套箱，1 台 UG-05 型正电子显影剂全自动分装输出仪（50mmPb）、1 台 Inspector ALERT V2 型多功能辐射监测仪、1 台 CoMo-170 表面污染监测仪、3 部 RAD-60 型个人剂量报警仪、1 台活度计，分装质控室内 1 个移动铅屏风；配置注射器防护套（5mmPb、20mmPb）、防护提盒（10mmPb、20mmPb）；SPECT 注药后候诊室（兼留观室）座椅和留观床间设置 1.5mmPb 铅屏风。设置放射性固体废物手提桶和放射性固体废物衰变箱。

回旋加速器中心划分为监督区和控制区，场所出入口设置门禁，无关

人员禁止入内；回旋加速器中心设置专用通风系统，排气筒与核医学科共用；设置专用放射性废水收集系统，放射性废水衰变系统与核医学科共用；回旋加速器中心采用实体屏蔽，其中 PETtrace 型回旋加速器系统带有完全自屏蔽；回旋加速器本身有一套完整的安全联锁装置，同时设置有门-机联锁装置；控制台上设置有钥匙开关；回旋加速器防护门、热室防护门、放射性药物运输装置、衰变箱及工作场所入口设置电离辐射警告标志；加速器机房内、控制台操作位上均设有急停按钮；回旋加速器机房内、热室内、回旋加速器机房和热室的控制室内、放化实验室内设置固定式剂量监测仪探头，读数显示装置位于控制室内；回旋加速器机房内安装视频监控，监视器设置于控制室内，工作人员可及时掌握回旋加速器机房内部情况；辐射工作人员配置铅衣、铅帽、铅围脖、铅眼镜、铅手套每人 1 套，放射性污染防护服若干；配置应急去污用品；设置设置 1 个放射性废物箱，20mmPb；设置 1 个废靶膜衰变桶（50mmPb）、若干铅防护罐（10mmPb）；配置 1 台活度计、2 台 Inspector ALERT V2 型多功能辐射监测仪、1 台 451P 型便携式 X- γ 剂量率仪。

（二）辐射安全与防护措施和其他管理要求落实情况

医院成立了辐射安全工作管理委员会，签订了辐射工作安全责任书，明确法人代表为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，落实了岗位职责。

医院制定了《核医学科科主任、医师、技师、护士岗位职责》、《使用

放射性药品管理制度》、《放射性药品采购、登记、使用、核对、保管及注销制度》、《放射性废物处理制度》、《核医学科质量控制制度》、《核医学科检查设备操作规程及保养、检修流程》、《放射防护及患者安全保护工作流程》、《放射工作人员职业健康管理制度》、《核医学科辐射安全与防护制度》、《核医学科放射性污染的控制和清除原则》、《核医学科放射防护制度》、《放射诊疗工作质量保证方案》、《放射性药品配制、质控及记录制度》、《放射性药物操作防护制度》、《放射性核素的订购、领取、保管、使用制度》、《放射诊疗工作人员个人剂量计使用规定》、《放射防护用品管理制度》、《PET 注射护士工作制度》、《PET 校准源管理制度》、《PET-CT 机房工作制度》、《PET-CT 技术操作制度》、《PET-MR 操作规程》、《管理、操作、保养和维修管理规定》、《回旋加速器操作规程》、《高活室操作规程》、《放射诊疗安全防护监测计划》、《放射工作人员培训制度》等制度，建立了辐射安全管理档案。制定有《辐射性事故应急处理预案》，并开展了辐射事故应急演练，编制了 2022 年度辐射安全与防护状况年度评估报告。

本项目辐射工作人员均已参加国家核技术利用辐射安全与防护考核，并考核合格。

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。

三、工程变动情况

核医学科（诊疗区）和回旋加速器中心涉及的核素种类、核素操作量、工艺/流程等均未发生变化，与环规模一致。项目建设过程中，由于排气

筒施工难度大，排风效果差，排气筒位置由6号楼楼顶变更至核医学科东侧连廊位置，排气筒高度由83m变更至16m。根据辐射安全管理相关的现行法规标准，项目不属于重大变动。2023年6月，医院委托山东海美依项目咨询有限公司编制了《回旋加速器中心及核医学场所放射性废气排放变更有关环境影响评价专项分析报告》。项目建成后，医院向山东省生态环境厅重新申领辐射安全许可证时一并提交了《回旋加速器中心及核医学场所放射性废气排放变更有关环境影响评价专项分析报告》，山东省生态环境厅据此向医院颁发了辐射安全许可证（鲁环辐证[01079]，有效期至2028年11月2日）。

四、工程建设对环境的影响

验收监测结果表明：

（一）核医学科周围环境保护目标处辐射水平较低，与济南市环境天然辐射处于同一水平；手套箱外剂量率低于《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）第6.1.6款规定的放射性药物合成分装的通风柜、注射窗等设备外表面30cm处人员操作位剂量率目标控制值 $2.5\ \mu\text{Sv/h}$ 及非正对人员操作位表面剂量率目标控制值 $25\ \mu\text{Sv/h}$ ；衰变箱及放射性废物收集桶外表面30cm处的剂量率低于《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）第6.1.7款规定的剂量率目标控制值 $2.5\ \mu\text{Sv/h}$ ；监督区内剂量率低于环评报告表提出的控制区边界外 $2.5\ \mu\text{Sv/h}$ 控制限值；控制区内房间外剂量率为，低于环评报告表提出的控制区内各房间外 $2.5\ \mu\text{Sv/h}$ 控制限值；核医学科控制区、监督区 β 表面污染分别低于《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;工作人员手部β表面污染低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定的手部0.4Bq/cm²的表面污染控制水平;医护人员工作服表面、鞋子等β表面污染低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定的工作服、手套、工作鞋β表面污染控制水平4Bq/cm²。

关机状态,回旋加速器机房周围剂量率与济南市环境天然辐射处于同一水平;开机状态,回旋加速器机房周围中子未检出,γ辐射剂量率低于2.5 μSv/h控制值;回旋加速器中心合成柜、分装柜、传输柜、通风柜表面30cm处剂量率低于《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)第6.1.6款规定的放射性药物合成分装的通风柜、注射窗等设备外表面30cm处人员操作位剂量率目标控制值2.5 μSv/h及非正对人员操作位表面剂量率目标控制值25 μSv/h;废物箱外30cm处剂量率低于《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)第6.1.7款规定的剂量率目标控制值2.5 μSv/h;回旋加速器中心监督区内剂量率低于环评报告表提出的控制区边界外2.5 μSv/h控制限值;控制区内房间外剂量率低于环评报告表提出的控制区内各房间外2.5 μSv/h控制限值;回旋加速器中心控制区、监督区β表面污染分别低于《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。

(二)核医学科(诊疗区)和回旋加速器中心周围下风向土壤中总β为1240.3Bq/kg,处于较低水平。

(三) 根据验收监测结果估算, 本项目所致辐射工作人员和公众的年有效剂量分别满足环评批复的 5mSv 和 0.1mSv 的剂量约束值要求。

五、验收结论

山东第一医科大学第一附属医院(山东省千佛山医院)认真履行了项目的环境保护审批和许可手续, 落实了环评文件及其批复的要求, 严格执行了环境保护“三同时”制度, 相关验收文档资料齐全, 辐射安全与防护设施及措施运行有效, 对环境的影响符合相关标准要求。

综上所述, 验收组一致同意核医学科(诊疗区)(批准文号: 济环辐表审[2022]09号)、回旋加速器中心(批准文号: 济环辐表审[2022]11号)通过竣工环境保护设施验收。

六、后续要求

- (一) 适时修订辐射安全管理制度, 加强应急演练。
- (二) 加强防护设施维护, 确保防护设施有效运行;
- (三) 加强放射性废物排放管理, 完善相关档案记录。

七、验收人员信息

见附件。

山东第一医科大学第一附属医院

(山东省千佛山医院)

2023年12月12日

附件：

山东第一医科大学第一附属医院（山东省千佛山医院）核医学科建设项目（一期）、回旋加速器中心及后装治疗机应用项目（一期）

竣工环境保护验收工作组名单

组成	姓名	单位	职称/职务	签名	备注
组长	许翠萍	山东第一医科大学 第一附属医院（山 东省千佛山医院）	副院长	许翠萍	建设单位
组员	张志宏		公共卫生科主任	张志宏	建设单位
	霍 滢		公共卫生科科员	霍滢	建设单位
	程召平		核医学科主任	程召平	建设单位
	李 坤		核医学科副主任	李坤	建设单位
	谢 辉		总务处副处长	谢辉	建设单位
	王 忠	山东省核与辐射安 全监测中心	高 工	王忠	技术专家
	孟庆增	山东省卫生健康委 执法监察局	主 任	孟庆增	技术专家
	王道凯	山东丹波尔环境科 技有限公司	工程师	王道凯	检测单位
吕信红	山东益景检测技术 有限公司	高 工	吕信红	验收单位	