

山东省千佛山医院

核医学项目、后装治疗机项目竣工环境保护验收工作组意见

2021年4月29日，山东省千佛山医院在济南市组织召开了核医学项目、后装治疗机项目竣工环境保护验收会议。验收工作组由山东省千佛山医院、验收监测表编制单位山东海美依项目咨询有限公司及3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

医院位于山东省济南市经十路16766号。核医学项目位于医院西南侧医学研究中心一楼，后装治疗机项目位于门诊楼负一层南侧。

(1) 核医学项目

2019年11月医院委托山东蓝城分析测试有限公司编制了《山东省千佛山医院核医学项目环境影响报告表》，项目内容为对现有核医学工作场所进行改建，主要改建内容为：(1)新增1台PET-CT及1台UG-05型正电子显影剂全自动分装输出仪，专用于开展核素¹⁸F诊断工作。(2)除SPECT-CT扫描室、主任办公室、医生办公室、技师护士办公室、新风机房、放射性废水处理系统外，其他房间布局和防护均进行重新设计。(3)^{99m}Tc不再进行淋洗、分装，直接预订分装好的针剂，同时新增核素⁸⁹Sr治疗。改建后核医学工作场所日最大操作量减少了 1.11×10^9 Bq，年最大

操作量增加 $1.578 \times 10^{12} \text{Bq}$ 。日等效最大操作量为 $3.487 \times 10^8 \text{Bq}$ ，仍属乙级非密封放射性物质工作场所，改建前后场所等级不变。该项目环境影响报告表于 2019 年 11 月 25 日由济南市生态环境局以“济环辐表审[2019]55 号”文审批通过。该项目总投资 4000 万元，于 2020 年 3 月开始改建，于 2020 年 10 月改建完成，2020 年 10 月调试运行。

验收时核医学仅开展了 ^{18}F 和 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ，未开展 ^{89}Sr 、 ^{32}P 、 ^{90}Y ，PET-CT 未配置 V 类放射源作为校准源，其余与环评规模一致。

(2) 后装治疗机项目

2019 年 5 月医院委托山东蓝城分析测试有限公司编制了《山东省千佛山医院后装治疗机项目环境影响报告表》，项目内容：对位于门诊楼负一层南侧原有 1#加速器机房进行改建，安装使用 1 台后装治疗机，后装治疗机内装 ^{192}Ir 放射源 1 枚，初装活度为 $3.7 \times 10^{11} \text{Bq}$ ，属 III 类放射源。该项目环境影响报告表于 2019 年 6 月 13 日由济南市生态环境局以“济环辐表审[2019]29 号”文审批通过。该项目总投资 400 万元，机房于 2019 年 7 月开始改建，于 2019 年 10 月改建完成，2020 年 11 月调试运行。

后装治疗机项目验收规模与环评规模一致。

二、辐射安全与防护设施落实情况

(1) 核医学项目

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，医护人员和患者通道分开。配置有 1 个通风橱（40mmPb）、1 台 UG-05 型正电子显影剂全自动分装输出

仪 (40mmPb)、1 台 Inspector 多功能辐射监测仪、1 台 CoMo-170 表面污染监测仪、3 台 RJ1000 型个人剂量报警仪、1 台北京派特 RM2108 固定式辐射监测仪、1 台 CRC-25R 型活度计、2 个扫描室床边防护屏 (5mmPb、10mmPb)、2 个防护提盒 (10mmPb、20mmPb)、2 个注射器防护套 (5mmPb、15mmPb)、1 个储源铅罐 (1mmPb)、4 个 10mmPb 放射性废物衰变桶、4 个 20mmPb 放射性废物衰变桶。5 套个人防护用品, 包括铅衣、铅帽、铅围脖、铅眼镜, 均为 0.5mmPb。

(2) 后装治疗机项目

后装治疗机方利用原有加速器机房实体屏蔽, 后装机治疗室东西长 6.3m, 南北宽 4.8m, 高 3m, 面积 30.24m²。迷路外墙为 1100mm 重晶石混凝土、迷路内墙为 1000mm 重晶石混凝土、南墙和东墙均为 300mm 普通混凝土+土层、西墙为 2000mm 重晶石混凝土、室顶为 1000mm 普通混凝土+2600mm 土层, 防护门为槽钢框架结构, 两面为 20mm 槽钢+4mm 不锈钢板, 内部为 18mmPb 铅当量防护铅板。

连接后装机和控制室的电缆沟穿墙呈 U 型。后装治疗室内设置通风系统, 进风口位于顶板东侧, 排风口位于西墙底部距地面约 0.2m。进、排风管道呈 Z 型穿墙。通风次数不低于 4 次/h, 符合相关要求。

后装治疗机所在的治疗室周围墙壁围成的区域划为控制区, 控制室、病人等候室划为监督区, 控制区出入口处张贴有符合要求的电离辐射警告标志。

防护门安装门-源开关联锁、工作状态指示灯和声音报警、张贴电离

辐射警告标志、设置有电动和手动闭门装置。后装治疗机房安装监控、对讲、急停按钮、安全按钮。配置有 1 套固定式剂量率监测报警仪、2 套放射源监测报警仪 1 台 CDX 2000B 静电计、1 台 HDR1000PLUS 高剂量后装井形电离室、备用储源容器（铅罐）、长柄夹钳。配置 1 台 iDefender 一体化数字式辐射巡测仪、2 台 FJ3500 型个人剂量报警仪，配置 2 套个人防护用品，包括铅衣、铅帽、铅眼镜、铅围脖，均为 0.5mmPb。

三、辐射安全管理落实情况

（一）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。

（二）医院制定了《核医学科科主任、医师、技师、护士岗位职责》、《肿瘤放疗科岗位职责》、《放射诊疗安全防护管理制度》、《放射工作人员职业健康管理制度》、《放射诊疗工作人员个人剂量计使用规定》、《核医学科放射防护制度》、《放射性废物处理制度》、《仪器设备的使用、管理制度》、《放射防护用品管理制度》、《放射性药品采购、登记、使用、核对、保管及注销制度》、《使用放射性药品管理制度》、《PET-CT 机器操作规程》、《ECT 操作规程》、《Varian 后装机安全操作规程》、《放射工作人员培训制度》、《核医学科监测计划》、《放射诊疗安全监测计划》、《自行检查和年度评估制度》等规章制度；编制了《放射性事故应急处理预案》、《放射性药品不良反应、放射性污染紧急处理及报告制度》，并开展了辐射事故应急演练；

编制了 2020 年度辐射安全与防护状况年度评估报告。

(三) 本项目 12 名辐射工作人员, 均已参加国家核技术利用辐射安全与防护培训并考核合格。

(四) 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) 核医学科配备 1 台 Inspector 多功能辐射监测仪、1 台 CoMo-170 表面污染监测仪、3 台 RJ1000 型个人剂量报警仪、1 台北京派特 RM2108 固定式辐射监测仪。后装治疗机项目配置有 1 台 iDefender 一体化数字式辐射巡测仪、2 台 FJ3500 型个人剂量报警仪。

四、验收监测结果

(一) 监测结果

(1) 核医学项目

核医学工作场所及周围剂量率为 (0.0672~0.8783) $\mu\text{Sv/h}$ 。其中核医学科上方剂量率最大为 0.089 $\mu\text{Sv/h}$, 低于本次验收采用的核医学科上方 0.125 $\mu\text{Sv/h}$ 的剂量率控制目标; 其他公众可达区域、监督区以及环境保护目标处剂量率为 (0.0672h~0.8783) $\mu\text{Sv/h}$, 低于环评报告表提出的 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ 剂量率目标控制值; 控制区内剂量率为 (0.0896~0.7504) $\mu\text{Sv/h}$, 低于 10 $\mu\text{Sv/h}$ 剂量率参考控制水平。

核医学科控制区内 β 表面污染水平为 (0.18~25.12) Bq/cm^2 , 监督区内 β 表面污染水平为 (0.25~0.30) Bq/cm^2 。低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中控制区和监督区表面污染控制水平。

衰变池排放口废水中总 β 为0.947Bq/L，低于《医疗结构水污染物排放标准》(GB18466-2005)中总 β 排放限值10Bq/L。

(2) 后装治疗机项目

后装机贮源器表面5cm处剂量率最大为4.19 μ Gy/h，1m处剂量率最大为0.5131 μ Gy/h。满足《后装 γ 源近距离治疗放射防护要求》(GBZ121-2017)4.2.2要求的5cm处剂量率不大于50 μ Sv/h、1m处剂量率不大于5 μ Sv/h。

贮源状态后装治疗机房外剂量率为(0.0442~0.0882) μ Gy/h，低于2.5 μ Gy/h剂量率控制目标，也接近济南市天然辐射水平。

照射状态后装治疗机房外剂量率为(0.0489~0.093) μ Gy/h，低于剂量率目标控制值2.5 μ Sv/h。

施源器、治疗床表面 β 表面污染水平为(0.21~0.46)Bq/cm²。低于《后装 γ 源近距离治疗放射防护要求》(GBZ121-2017)6.9要求的 β 表面污染水平低于4Bq/cm²。

(二) 职业人员与公众成员受照剂量结果

①职业人员。根据个人剂量检测报告估算，核医学科职业人员年有效剂量最大为0.76mSv，后装治疗机职业人员年有效剂量最大为0.6mSv/a。均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定职业人员年剂量限值20mSv，也低于环境影响报告表提出的5.0mSv的年管理剂量约束值。根据估算，核医学科职业人员手部剂量为7.75mSv/a，低于低于环评报告表提出的工作人员四肢125mSv/a年当量剂量约束值。

②公众成员。经估算，核医学科周围公众成员年有效剂量最大为0.21mSv/a，低于环境影响报告表提出的0.25mSv/a的年管理剂量约束值。核医学科对周围环境保护目标公众成员不会造成附加年有效剂量。

经估算，后装治疗机房周围公众成员年有效剂量最大为0.02mSv/a，低于环境影响报告表提出的0.25mSv/a的年管理剂量约束值。

五、验收结论

山东省千佛山医院核医学项目、后装治疗机项目落实了辐射安全管理制度和辐射安全防护各项措施，监测结果满足相关要求，符合建设项目竣工环境保护验收条件，可以通过验收。

六、建议

- (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。

验收工作组

2021年4月29日

山东省千佛山医院

核医学项目、后装治疗机项目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	山东省千佛山医院	副院长	许翠萍	建设单位
组员	吴玉磊	山东省核与辐射安全监测中心	高级工程师	吴玉磊	技术专家
	杨刚	济南市卫生健康监督所	主任	杨刚	技术专家
	唐波	山东省疾病预防控制中心	主治医师	唐波	技术专家
	张志宏	山东省千佛山医院	公共卫生科主任	张志宏	建设单位
	霍滢	山东省千佛山医院	公共卫生科	霍滢	建设单位
	程召平	山东省千佛山医院	PET-CT室主任	程召平	建设单位
	李坤	山东省千佛山医院	主治医师	李坤	建设单位
	张建东	山东省千佛山医院	肿瘤放疗科主任	张建东	建设单位
	刘昆	山东省千佛山医院	肿瘤放疗科物理师	刘昆	建设单位
	吴志成	山东海美依项目咨询有限公司	工程师	吴志成	验收单位
	吕信红	山东海美依项目咨询有限公司	工程师	吕信红	验收单位