

盐城市第三人民医院
新建 1 台 PET/CT 放射诊断项目
竣工环境保护验收监测报告表

报告编号：瑞森（验）字（2023）第024号

建设单位： 盐城市第三人民医院

编制单位： 南京瑞森辐射技术有限公司

二〇二三年七月

建设单位：盐城市第三人民医院

法人代表（签字）：戴真煜

编制单位：南京瑞森辐射技术有限公司

法人代表（签字）：王爱强

项目负责人：

填表人：

建设单位（盖章）：盐城市第三人民
医院

电话：15189200200

传真：

邮编：224000

地址：江苏省盐城市盐都区新都西路
2号

编制单位（盖章）：南京瑞森辐射技
术有限公司

电话：025-86633196

传真：

邮编：210003

地址：南京市鼓楼区建宁路61号中央
金地广场1幢1317室

目 录

表一 建设项目基本情况	1
表二 建设项目工程分析	12
表三 辐射安全与防护设施/措施	21
表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定	40
表五 验收监测质量保证及质量控制	45
表六 验收监测内容	47
表七 验收监测期间生产工况	48
表八 验收监测结论	60
附件1: 项目委托书	62
附件2: 项目环境影响报告表主要内容	63
附件3: 辐射安全许可证正副本复印件	74
附件4: 屏蔽防护施工材料及厚度	80
附件5: 辐射安全管理机构及制度	81
附件6: 辐射工作人员培训证书及健康证明	96
附件7: 个人剂量监测报告	111
附件8: 竣工环保验收监测报告	118
附件9: 验收监测单位CMA资质证书	130
建设项目竣工环境保护“三同时”验收登记表	131

表一 建设项目基本情况

建设项目名称	盐城市第三人民医院新建1台PET/CT放射诊断项目竣工环境保护验收				
建设单位名称	盐城市第三人民医院 (统一社会信用代码: 12320928468248845G)				
建设项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 退役				
建设地点	盐城市盐都区新都西路2号医院内				
源项	放射源(类别)	非密封放射性物质 (场所等级)	射线装置 (类别)	退役项目	
	V类	丙级	III类	/	
建设项目 环评批复时间	2021年2月18日	开工建设时间	2021年3月		
重新申领辐射安全 许可证时间	2021年3月29日	项目投入运行时间	2023年1月		
退役污染治理 完成时间	/	验收现场监测时间	2023年2月15日		
环评报告表 审批部门	江苏省生态环境 厅	环评报告表 编制单位	南京瑞森辐射技术有限 公司		
辐射安全与防护 设施设计单位	/	辐射安全与防护设 施施工单位	/		
投资总概算	2500万元	辐射安全与防护设 施投资总概算	150万元	比例	6%
实际总概算	2500万元	辐射安全与防护设 施实际总概算	150万元	比例	6%
验收依据	<p>建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度:</p> <p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》(2014年修订), 2015年1月1日起实施;</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(修正版), 2018年12月29日发布施行;</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》, 全国人大常委会, 2003年10月1日起施行;</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》(2017年修改), 国务院令682号, 2017年10月1日发布施行;</p>				

- (5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令 第 449 号，2005 年 12 月 1 日起施行；2019 年修改，国务院令 709 号，2019 年 3 月 2 日施行；
- (6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修正本），生态环境部部令第 20 号，2021 年 1 月 4 日起施行；
- (7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行；
- (8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，生态环境部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行；
- (9) 《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》，国家环境保护总局（环发〔2006〕145 号文）；
- (10) 《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 年 12 月 5 日起施行；
- (11) 《关于发布〈放射源分类办法〉的公告》，国家环境保护总局公告 2005 年第 62 号，2005 年 12 月 23 日起施行；
- (12) 《关于发布〈放射性废物分类〉的公告》，环境保护部、工业和信息化部、国防科工局公告 2017 年公告第 65 号公布，自 2018 年 1 月 1 日起施行；
- (13) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，国环规环评〔2017〕4 号，2017 年 11 月 20 日起施行；
- (14) 《放射工作人员职业健康管理辦法》，中华人民共和国卫生部部令第 55 号，2007 年 11 月 1 日起施行；
- (15) 《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》生态环境部公告[2018]第 9 号，2018 年 5 月 15 日印发；
- 建设项目竣工环境保护验收技术规范：**
- (1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)；
- (2) 《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999-2021）；
- (3) 《操作非密封源的辐射防护规定》（GB 11930-2010）；

<p>(4) 《表面污染测定 第一部分 β 发射体 ($E_{\beta\max}>0.15\text{MeV}$) 和 α 发射体)》 (GB/T 14056.1-2008) ;</p> <p>(5) 《辐射环境监测技术规范》 (HJ 61-2021) ;</p> <p>(6) 《核医学辐射防护与安全要求》 (HJ1188-2021) ;</p> <p>(8) 《职业性外照射个人监测规范》 (GBZ 128-2019) ;</p> <p>(9) 《放射工作人员健康要求及监护规范》 (GBZ 98-2020) ;</p> <p>(10) 《放射诊断放射防护要求》 (GBZ 130-2020) ;</p> <p>(12) 《核医学放射防护要求》 (GBZ 120-2020) 。</p> <p>建设项目环境影响报告书(表)及其审批部门审批文件:</p> <p>(1) 《新建 1 台 PET/CT 放射诊断项目环境影响报告表》, 南京瑞森辐射技术有限公司, 2020 年 12 月。见附件 2;</p> <p>(2) 《盐城市第三人民医院新建 1 台 PET/CT 放射诊断项目环境影响报告表审批意见的函》, 江江苏省生态环境厅, 审批文号: (苏环辐(表)审〔2021〕6 号, 2021 年 2 月 18 日。见表四;</p>
--

验收监测 执行标准	<p>人员年受照剂量限值：</p> <p>(1) 人员年有限剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中所规定的职业照射和公众照射剂量限值：</p> <p style="text-align: center;">表1-1 工作人员职业照射和公众照射剂量限值：</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;"></th> <th style="text-align: center;">剂量限值</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">职业照射</td> <td> 工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①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； ②任何一年中的有效剂量，50mSv。 </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">公众照射</td> <td> 实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②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。 </td> </tr> </tbody> </table> <p>(2) 根据本项目环评及批复文件确定本项目个人剂量约束值，本项目管理目标值见表1-2。</p> <p style="text-align: center;">表 1-2 工作人员职业照射和公众照射剂量约束值</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 40%;">项目名称</th> <th style="width: 30%;">适用范围</th> <th style="width: 30%;">剂量约束值</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;">盐城市第三人民医院 1 台 PET/CT 放射诊断项目</td> <td style="text-align: center;">职业照射有效剂量</td> <td style="text-align: center;">5mSv/a</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">公众有效剂量</td> <td style="text-align: center;">0.1mSv/a</td> </tr> </tbody> </table>			剂量限值	职业照射	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①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； ②任何一年中的有效剂量，50mSv。	公众照射	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②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。	项目名称	适用范围	剂量约束值	盐城市第三人民医院 1 台 PET/CT 放射诊断项目	职业照射有效剂量	5mSv/a	公众有效剂量	0.1mSv/a
		剂量限值														
	职业照射	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①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； ②任何一年中的有效剂量，50mSv。														
	公众照射	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②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。														
	项目名称	适用范围	剂量约束值													
盐城市第三人民医院 1 台 PET/CT 放射诊断项目	职业照射有效剂量	5mSv/a														
	公众有效剂量	0.1mSv/a														
<p>辐射管理分区：</p> <p>根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求，应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。</p> <p>(1) 控制区</p> <p>注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限值潜在照射的范围。</p> <p>(2) 监督区</p> <p>注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但</p>																

需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

工作场所布局要求:

根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）的要求，本项目核医学工作场所布局应遵循下述要求：

5.2 布局

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。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求，本项目核医学工作场所布局应遵循下述要求：应合理设置X射线设备、机房的门、窗和管线口位置，应尽量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位；机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物；机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

工作场所放射防护安全要求:

根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）的要求，本项目核医学工作场所布局应遵循下述要求：

6.1 屏蔽要求

6.1.1 核医学场所屏蔽层设计应适当保守，按照可能使用的最大放射性活度、最长时间和最短距离进行计算。

6.1.2 设计核医学工作场所墙壁、地板及顶面的屏蔽层时，除应考虑室内的辐射源外，还要考虑相邻区域存在的辐射源影响以及散射辐射带来的照射。

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 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，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 $10\mu\text{Sv/h}$ 。

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 场所安全措施要求

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。

6.2.2 操作放射性药物场所级别达到乙级应在手套箱中进行，丙级可在通风橱内进行。应为从事放射性药物操作的工作人员配备必要的防护用品。放射性药物给药器应有适当的屏蔽，给药后患者候诊室内、核素治疗病房的床位旁应设有铅屏风等屏蔽体，以减少对其他患者和医护人员的照射。

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。

根据《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）的要求，本项目核医学工作场所布局应遵循下述要求：

5.2.3 核医学工作场所的通风按表 1 要求，通风系统独立设置，应保持核医学工作场所良好的通风条件，合理设置工作场所的气流组织，遵循自非放射区向监督区再向控制区的流向设计，保持含放射性核素场所负压以防止放射性气体交叉污染，保证工作场所的空气质量。合成和操作放射性药物所用的通风橱应有专用的排风装置，风速应不小于 0.5 m/s。排气口应高于本建筑物屋顶并安装专用过滤装置，排出空气浓度应达到环境主管部门的要求。

5.2.4 分装药物操作宜采用自动分装方式，¹³¹I 给药操作宜采用隔室或遥控给药方式。

5.2.5 放射性废液衰变池的设置按环境主管部门规定执行。暴露的污水管道应做好防护设计。

5.2.6 控制区的入口应设置电离辐射警告标志。

5.2.7 核医学场所中相应位置应有明确的患者或受检者导向标识或导向提示。

5.2.8 给药后患者或受检者候诊室、扫描室应配备监视设施或观察窗和对讲装置。

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。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求，本项目PET/CT机房应满足下述要求：

5 X射线设备防护性能的技术要求

5.4.1在扫描程序开始之前，应指明某一扫描程序期间所使用的CT运行条件。

5.4.2对于任意一种CT扫描程序，都应在操作者控制台上显示剂量信息。

5.4.3应设置急停按钮，以便在CT扫描过程中发生意外时可以及时停止出束。

6 X射线设备机房防护设施的技术要求

6.1 X射线设备机房布局

6.1.1 应合理设置X射线设备、机房的门、窗和管线口位置，应尽量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。

6.1.2 X射线设备机房（照射室）的设置应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。

6.1.5 除床旁摄影设备、便携式X射线设备和车载式诊断X射线设备外，对新建、改建和扩建项目和技术改造、技术引进项目的X射线设备机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应符合表2的规定。

表 1-7 X 射线设备（照射室）使用面积及单边长度

设备类型	机房内最小有效使用面积(m ²)	机房内最小单边长度(m)
CT机	30	4.5
单管头 X 射线设备	20	3.5

6.2 X射线设备机房屏蔽

6.2.1 不同类型X射线设备（不含床旁摄影设备和便携式X射线设备）机房的屏蔽防护应不低于下表的规定。

表 1-8 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向铅当量(mm)	非有用线束方向铅当量(mm)
CT 机房（不含头颅移动CT）	2.5	2.5

6.3 X射线设备机房屏蔽体外剂量水平

6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

a) 具有透视功能的X射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当

<p>量率应不大于2.5μSv/h；测量时，X射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间；</p> <p>b) CT机、乳腺摄影、乳腺CBCT、口内牙片摄影、牙科全景摄影、牙科全景头颅摄影、口腔CBCT和全身骨密度仪机房外的周围剂量当量率应不大于2.5μSv/h；</p> <p>6.4 X射线设备工作场所防护</p> <p>6.4.1 机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。</p> <p>6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。</p> <p>6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。</p> <p>6.4.4 机房门外应有电离辐射警告标志；机房门上方应有醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。</p> <p>6.4.5 平开机房门应有自动闭门装置；推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；工作状态指示灯能与机房门有效关联。</p> <p>6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。</p> <p>6.4.7 受检者不应在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不应滞留在机房内。</p> <p>6.4.9 CT装置的安放应利于操作者观察受检者。</p> <p>6.4.10 机房出入门宜处于散射辐射相对低的位置。</p> <p>6.5 X射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求</p> <p>6.5.1 每台X射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表4基本种类要求的工作人员、受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅橡胶防护衣。</p> <p>6.5.3 除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于0.25mmPb；介入防护手套铅当量应不小于0.025mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于0.5 mmPb；移动铅防护屏风铅当量应不小于2mmPb。</p> <p>6.5.4 应为儿童的X射线检查配备保护相应组织和器官的防护用</p>
--

品，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于0.5mmPb。

核医学工作场所分级：

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）附录C规定的非密封源工作场所的分级，应按表1-3将非密封源工作场所按放射性核素日等效最大操作量的大小分级。

表 1-3 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 $\sim 2 \times 10^7$

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有关的修正因子所得的商。放射性核素的毒性组别修正因子及操作方式有关的修正因子分别见表1-4和表1-5。

表 1-4 放射性核素毒性组别修正因子

毒性组别	毒性组别修正因子
极毒	10
高毒	1
中毒	0.1
低毒	0.01

表 1-5 操作方式与放射源状态修正因子

操作方式	修正因子			
	表面污染水平较低的固体	液体，溶液，悬浮液	表面有污染的固体	气体，蒸汽，粉末，压力很高的液体，固体
源的贮存	1000	100	10	1
很简单的操作	100	10	1	0.1
简单操作	10	1	0.1	0.01
特别危险的操作	1	0.1	0.01	0.001

核医学辐射工作场所表面污染控制水平要求：

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-

2002) 中表11的规定, 对于工作场所的放射性表面污染, 应满足表1-6的控制水平。

表 1-6 工作场所放射性表面污染控制水平 (单位: Bq/cm²)

表面类型		α 放射性物质	
		极毒性	其他
工作台、设备、墙壁、地面	控制区 ¹⁾	4	40
	监督区	0.4	4
工作服、手套、工作鞋	控制区	0.4	0.4
	监督区		
手、皮肤、内衣、工作袜		0.04	0.04

放射性固废暂存及清洁解控的要求:

根据《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021) 的规定, 本项目放射性固废在放射性固废贮存设施中暂存衰变, 在满足以下条件, 方能作为医疗废物处理。

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/cm²、β表面污染小于0.8 Bq/cm²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;

安全管理要求及环评要求:

《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及环评报告、环评批复中的相关要求。

表二 建设项目工程分析

项目建设内容:

为了更好地为患者服务，提高医院的医疗质量，盐城市第三人民医院在盐城市盐都区新都西路2号南院区放疗楼二楼新建1台PET/CT放射诊断项目，使用 ^{18}F 进行核素诊断，并新增2枚 ^{68}Ge 质控源，该场所为丙级非密封放射性物质工作场所。该项目已于2020年12月完成项目的环境影响评价，于2021年2月18日取得了江苏省生态环境厅关于该项目的环评批复文件(苏环辐(表)审[2021]6号)。实际建设内容主要技术参数与其环评及批复一致。本项目环评报告表详见附件2，环评批复文件详见表四。

表2-1 本次验收项目环评审批及实际建设情况一览表

环评报告表名称	环评审批情况及批复时间	实际建设情况	备注
《盐城市第三人民医院新建1台PET/CT放射诊断项目环境影响报告表》	建设地点：盐城市盐都区新都西路2号南院区放疗楼二楼。 项目内容：在南院区放疗楼二楼新建1台PET/CT放射诊断项目，使用 ^{18}F 进行核素诊断，并新增2枚 ^{68}Ge 质控源，该场所为丙级非密封放射性物质工作场所。 批复时间：2021年2月18日	建设地点：盐城市盐都区新都西路2号南院区放疗楼二楼。 项目内容：在南院区放疗楼二楼新建1台PET/CT放射诊断项目，使用 ^{18}F 进行核素诊断，并新增2枚 ^{68}Ge 质控源，该场所为丙级非密封放射性物质工作场所。	本次验收项目实际建设规模及主要技术参数与其环评及批复一致。

盐城市第三人民医院于2021年3月29日重新申领了辐射安全许可证（证书编号：苏环辐证[00011]），活动种类和范围为：使用III类、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2026年3月28日。辐射安全许可证见附件3。

本次验收项目总投资2500万元，其中辐射安全与防护设施投资150万元，与环评规划一致。项目环评审批及实际建设情况见表2-2。

表2-2 新建1台PET/CT放射诊断项目环评审批及实际建设情况一览表

项目建设地点及其周围环境												
项目内容	环评规划情况						实际建设情况					备注
建设地点	盐城市盐都区新都西路2号南院区放疗楼二楼						盐城市盐都区新都西路2号南院区放疗楼二楼					与环评一致
周围环境	PET/CT	东侧	室外				室外					与环评一致
		南侧	电梯厅及大厅				电梯厅及大厅					与环评一致
		西侧	室外平台				室外平台					与环评一致
		北侧	室外平台				室外平台					与环评一致
		楼上	临床药理学室和物供仓库				临床药理学室和物供仓库					与环评一致
		楼下	放疗中心				放疗中心					与环评一致
放射源												
核素名称	环评建设规模						实际建设规模					
	总活度 (Bq) / 活度 (Bq) × 枚数	类别	活度种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	总活度 (Bq) / 活度 (Bq) × 枚数	类别	活度种类	用途	使用场所	贮存方式与地点

⁶⁸ Ge	5.5×10 ⁷ ×1 3.5×10 ⁷ ×1	V	使用	质控源	PET/CT扫描件	校准源储藏室内	5.5×10 ⁷ ×1 3.5×10 ⁷ ×1	V	使用	质控源	PET/CT扫描件	校准源储藏室内
非密封放射性物质												
核素名称	环评建设规模					实际建设规模						
	日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	活动种类	使用场所	日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	活动种类	使用场所		
¹⁸ F	7.4×10 ⁹	7.4×10 ⁶	1.85×10 ¹²	丙级	PET/CT 工作场所	7.4×10 ⁹	7.4×10 ⁶	1.85×10 ¹²	丙级	PET/CT 工作场所		
射线装置												
射线装置名称	环评建设规模					实际建设规模						
	型号	数量	管电压、管电流	类别	使用场所	型号	数量	管电压、管电流	类别	使用场所		
PET/CT	Discovery MI	1台	管电压：140kV， 管电流：600mA	III类	PET/CT 工作场所	Discovery MI	1台	管电压：140kV， 管电流：600mA	III类	PET/CT 工作场所		
废弃物												
名称	环评建设规模									实际建设规模		
	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向				
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	不暂存	直接进入大气， 臭氧在常温常压	与环评一致			

								约50min可自行分解为氧气	
含放射性同位素的卫生间下水及含有放射性同位素的清洗废水	液体	^{18}F	/	约8m ³	约101m ³	总 β <10 Bq/L	流入衰变池中	衰变池内暂存, 超过30天后直接解控排放	满足环评要求
^{18}F 液态放射性药物分装时挥发的微量气溶胶	气体	^{18}F	/	微量	微量	微量	不暂存	在通风橱中操作, 过滤后排至室外	满足环评要求
含有 ^{18}F 放射性核素的注射器、手套、擦拭废纸及废活性炭等	固体	^{18}F	/	/	/	小于各核素清洁解控水平	存放于废物间或废物桶内	废物间内暂存, α 表面污染小于0.08Bq/cm ² 、 β 表面污染小于0.8Bq/cm ² , 由医院统一作为医疗废物处理	满足环评要求
退役放射源(校准源)	固体	^{68}Ge	1.4×10 ⁶ Bq (1枚) 2.2×10 ⁷ Bq (1枚)	/	/	/	不暂存	原生产厂家回收处置或送有资质单位处置	满足环评要求

污染源项分析:

1、辐射污染源项

PET/CT影像诊断项目

由本项目工程分析和产污环节可知，核医学项目主要产生以下放射性污染:

辐射: PET/CT扫描时产生的X射线；正电子药物在取药、注射、注射后候诊、扫描等操作过程中产生的 γ 射线。以上射线会造成医务人员和公众的外照射。

废气: 注射时药物在针筒内，无开放液面，空气中挥发散逸的放射性同位素几乎没有，因此放射性气溶胶极少，其对医务人员和公众呼吸入体内造成的内照射影响可以忽略。

废水: 体内含有放射性核素的病人排泄物等；工作场所清洗废水等。

固体废物: 放射性同位素操作过程中产生的如注射器、一次性手套、棉签、滤纸等带微量放射性同位素的医疗固体废弃物。

2、非辐射污染源项

本项目PET/CT机房CT扫描时产生X射线，X射线与空气相互作用可产生少量的臭氧(O₃)和氮氧化物(NO_x)等有害气体。

本项目一般废水主要是工作人员产生的生活污水，将进入医院污水处理系统，处理达标后排入城市河水管网，对周围环境影响较小；固体废物主要是工作人员产生的生活垃圾。收集后，将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

工程设备与工艺分析:

PET/CT项目

1、工作原理

医院本次新建的非密封放射性物质工作场所（PET/CT 工作场所）内使用 1 台 PET/CT（属Ⅲ类射线装置）。PET/CT 是将 PET 与 CT 融为一体，由 PET 提供病灶详尽的功能与代谢等分子信息，而 CT 提供病灶的精确解剖定位。PET 系统的主要部件包括机架、环形探测器、符合电路、检查床及工作站等。探测系统是正电子发射显像系统中的主要部分，它采用的块状探测结构有利于消

除散射、提高计数率。CT 主要有扫描部分、计算机系统、图像显示和存储系统组成，其中扫描部分由 X 线管、探测器和扫描架组成。本项目 PET/CT 现场图见图 2-1。



图 2-1 本项目 PET/CT 现场图

PET是使用正电子衰变的核素而成像的设备。正电子发射是放射性核素衰变的方式之一。这类核素在自发的从不稳定状态向基态衰变过程中，从核内释放出与普通电子一样但电荷相反的粒籽，即正电子。正电子是一种反物质，从核内放出后很快与环境中自由电子碰撞湮灭，转化为一对方向相反、能量为 0.511MeV 的 γ 光子。如果在这对光子飞行方向上对置一对探测器，便可以几乎同时接受到这两个光子，并可推定光子发源（即正电子发射）点在两探头间连线上。通过环绕 360° 排列的多组配对探头，经探头对之间符合线路检验判定每只探头信号时间耦合性，排除其他来源射线的干扰，得到探头对连线上的一维信息，再用滤波反投射方式，将信号按探头对的空间位置向中心点反投射，便可形成与探头组连线轴平行的断层面正电子发射示踪剂分布图像。这种探测方式一次只反映一个层面的信息。实际中常用多层排列的探头对，配合层间符合线路，以利探测并重建更多层面的图像。

PET/CT（Positron Emission Tomography and Computer Tomography），全称正电子发射断层与计算机断层诊断技术，是在PET（Positron Emission Tomography）和CT

(Computer Tomography) 的基础上发展起来的新设备, 充分结合了PET 高灵敏度和CT 高分辨率的优势。其原理是通过正电子核素或其标记的示踪剂, 示踪人体内特定生物物质的生物活动, 采用多层、环形排列于发射体周围的探头, 由体外探测正电子示踪剂湮灭辐射所产生的光子, 然后将获得的信息, 通过计算机处理, 以解剖影像的形式及其相应的生理参数, 显示靶器官或病变组织的状况, 藉此诊断疾病, 又称为生化显像或功能分子显像, 是目前唯一可以在活体分子水平完成生物学显示的影像技术; 同时结合应用高档多排CT技术进行精确定位, 可精确地提供靶器官的解剖和功能双重信息, 并能够独立完成多排螺旋CT的临床显像, 大大提高临床使用价值。

本项目使用的放射性核素种类及其特性见表2-3。

表 2-3 放射性核素特性一览表

核素名称	半衰期	衰变模式	α/β 最大能量 (MeV)	光子能量 (MeV)	周围剂量当量率常数 (裸源) ^① ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{MBq}\cdot\text{h}$)
^{18}F	109.8min	β^+ , EC	0.63 (+)	0.511	0.143

注: ①该数据来源于《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)。

2、工作流程及产污环节

盐城市第三人民医院本次新建的非密封放射性物质工作场所项目将根据患者预约情况提前向专业供应商订购正电子药物, 正电子药物送达工作场所的放射性药物贮存室。医护人员再从铅罐中取出, 放入铅通风橱内。 ^{18}F 到货时为装入铅罐内的整罐药液, 需要由医护人员按病人所需活度进行分装(在分装给药室通风橱内进行分装), 每次最多 $7.4\times 10^9\text{Bq}$ (20人量, 放置于40mmPb 的铅罐内, 单日人数较多时, 将分上下午两次订购药物并分装)。

病人在注射前会提前在处置室安放留置针, 病人到达注射窗口后, 注射护士手持带铅套的注射器, 在注射铅玻璃屏的屏蔽下为病人注射。注射完毕后, 注射器放入专用废物铅桶内。每次分装过程中近距离接触正电子药物的时间保守按2min、注射过程按1min 估算。

鉴于本项目的平面布局的特点, 医院安排患者接受检查时, 避免患者之间产生交叉, 规定第一名受检者在注射完放射性药物后直至其进入给药后患者等候室后, 才开始第二名受检者的药物注射, 以此类推, 以避免患者之间的相互影响。

患者根据注入的正电子药物特性, 在给药后患者候诊室内静坐或静躺候诊(一般注射 ^{18}F -FDG 后需等待约45min), 待药物代谢至靶器官, 进入PET/CT机

房，经医护人员摆位后，接受PET/CT的扫描，每次扫描约10~20分钟。扫描完成后，患者在留观室休息等待一段时间后，若无其他情况，从患者专用通道离开。核素显像诊断项目工作流程及产污环节分析见图2-2。

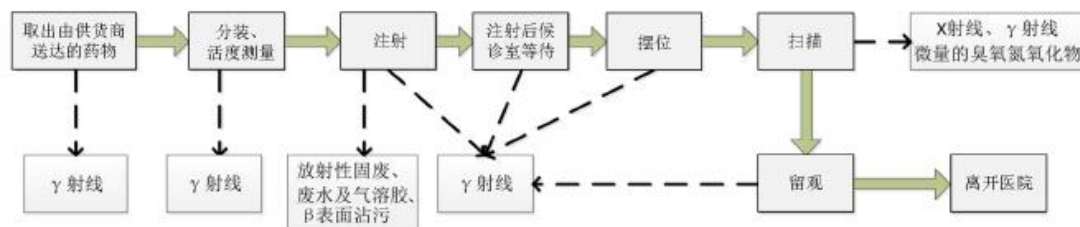


图 2-2 本项目工作流程及产污环节示意图

3、项目人流和物流的路径规划

本项目非密封放射性物质工作场所（PET/CT工作场所）位于医院南院区放疗楼二楼，PET/CT工作场所东侧为室外，南侧为电梯厅及大厅，西侧为室外平台，北侧为室外平台，上方为临床药学室和物供仓库，下方为放疗中心。结合本项目的工艺流程，本次新增的非密封放射性物质工作场所人流、物流路径规划具体如下：

（1）工作人员路径：

工作场所的护士及技师由PET/CT工作场所南侧的通道进入工作区域，注射药物的护士通过卫生通过间进入分装给药室，在通风橱内完成分装活度测量等操作，最后在注射窗口给患者施药。该路径上卫生间内配置有表面污染监测设备，设置有感应式洗手池和淋浴设施，注射过程产生的固体废弃物暂存于废物桶内，随后转移至PET/CT影像中心的放射性废物库内；技师通过通道经过道进入控制间。

（2）患者路径：

患者按预约日期首先到二楼登记室，随后在登记室登记，随后安置留置针，登记后的患者随后通过南侧带有门禁装置的防护门进入诊断区域，首先到达注射室，在注射窗口注射放射性药物后，在给药后患者候诊室休息等待，一般等待大约45min，再进入PET/CT机房进行显像检查，检查完毕后在留观室休息约10min后离开。该路径上，患者入口和患者出口处均设置为单向门禁，仅允许患者单向通行。该诊断区域内设有专用卫生间，患者在专用卫生间内如厕，不随意走动，诊断期间，各自根据叫号系统提示到相应的位置进行诊断检查。

(3) 工作场所使用的药物运送路径:

本项目所使用的放射性药物会提前向有资质的供应商提前预定，供货单位会在病人就诊前将放射性药物通过PET/CT影像中心南侧的通道进入分装给药室再进入放射性药物贮存室，将放射性药物暂存至放射性药物贮存室内。

本次新建的工作场所区域划分及病人、医护人员流动路线见图2-3。

新建非密封放射性物质工作场所相关配套布局能够保证各项工作程序沿着相关房间单向开展，最大限度的减少了人员的流动性，有助于实施工作程序；医护人员与病患有各自独立的通道，本次丙级非密封放射性物质工作场所布局满足《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）中关于核医学工作场所的要求。

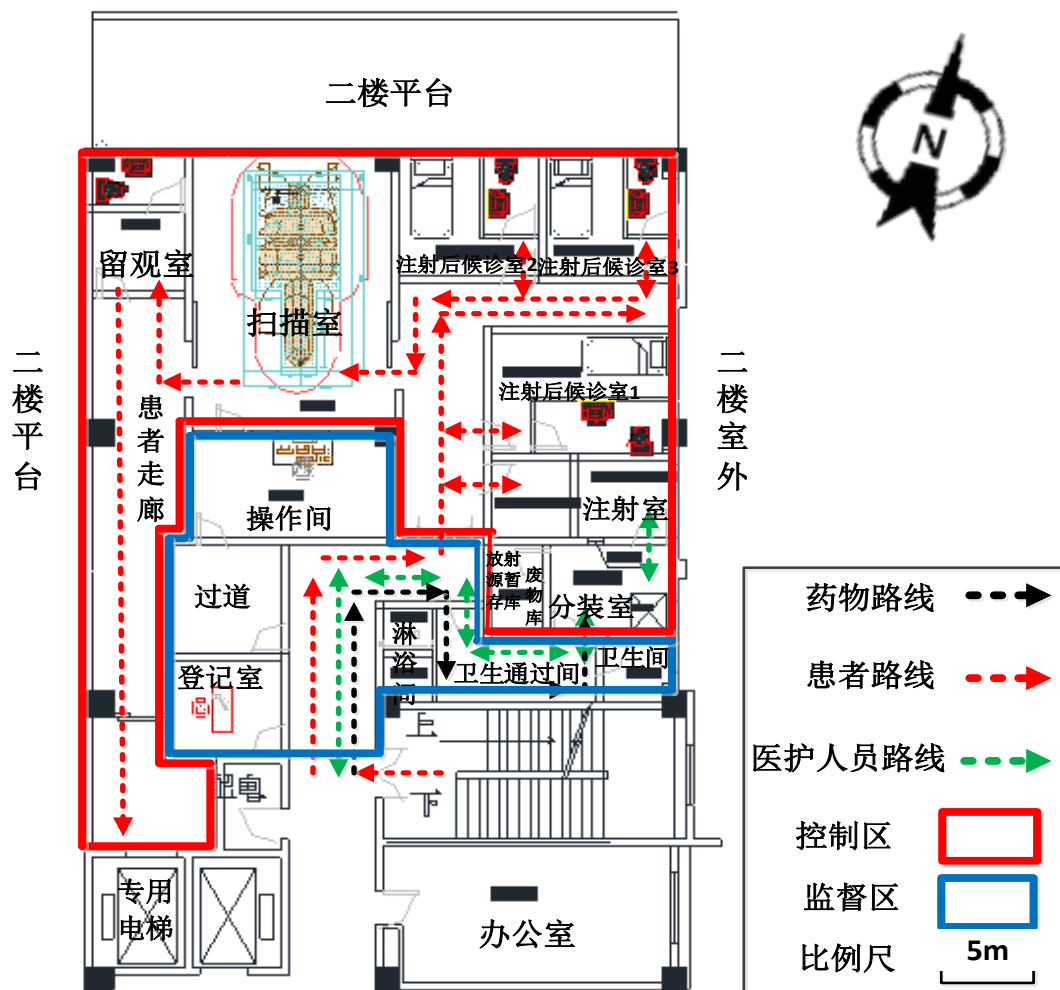


图 2-3 本项目 PET/CT 人流及物流路径示意图

表三 辐射安全与防护设施/措施

辐射安全与防护设施/措施**1、工作场所布局****PET/CT项目**

布局：盐城市第三人民医院本项目非密封放射性物质工作场所（PET/CT工作场所）位于医院南院区放疗楼二楼，PET/CT工作场所东侧为室外，南侧为电梯厅及大厅，西侧为室外平台，北侧为室外平台，上方为临床药理学室和物供仓库，下方为放疗中心。

本次新建的PET/CT影像中心主要包括以下房间：分装室、注射室、放射性废物库、卫生通过间、淋浴间、注射后候诊室、PET/CT机房、操作间、登记室、留观室等。

辐射防护分区：医院将分装室、注射室、放射性废物库、注射后候诊室、PET/CT机房、操作间、留观室划分为控制区，该区域涉及放射性同位素操作，是药物分装及带药病人的主要活动区域，设置有病人专用通道供带药病人行走，属《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）定义的控制区，进行了专门的屏蔽防护设计；其余房间如：操作间、登记室和卫生通过间属《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）定义的监督区。控制区和监督区内病人及医护人员均具有独立的出入口和流动路线，能够有效防止交叉污染，避免公众、工作人员受到不必要的外照射。本项目分区示意图见图3-1。

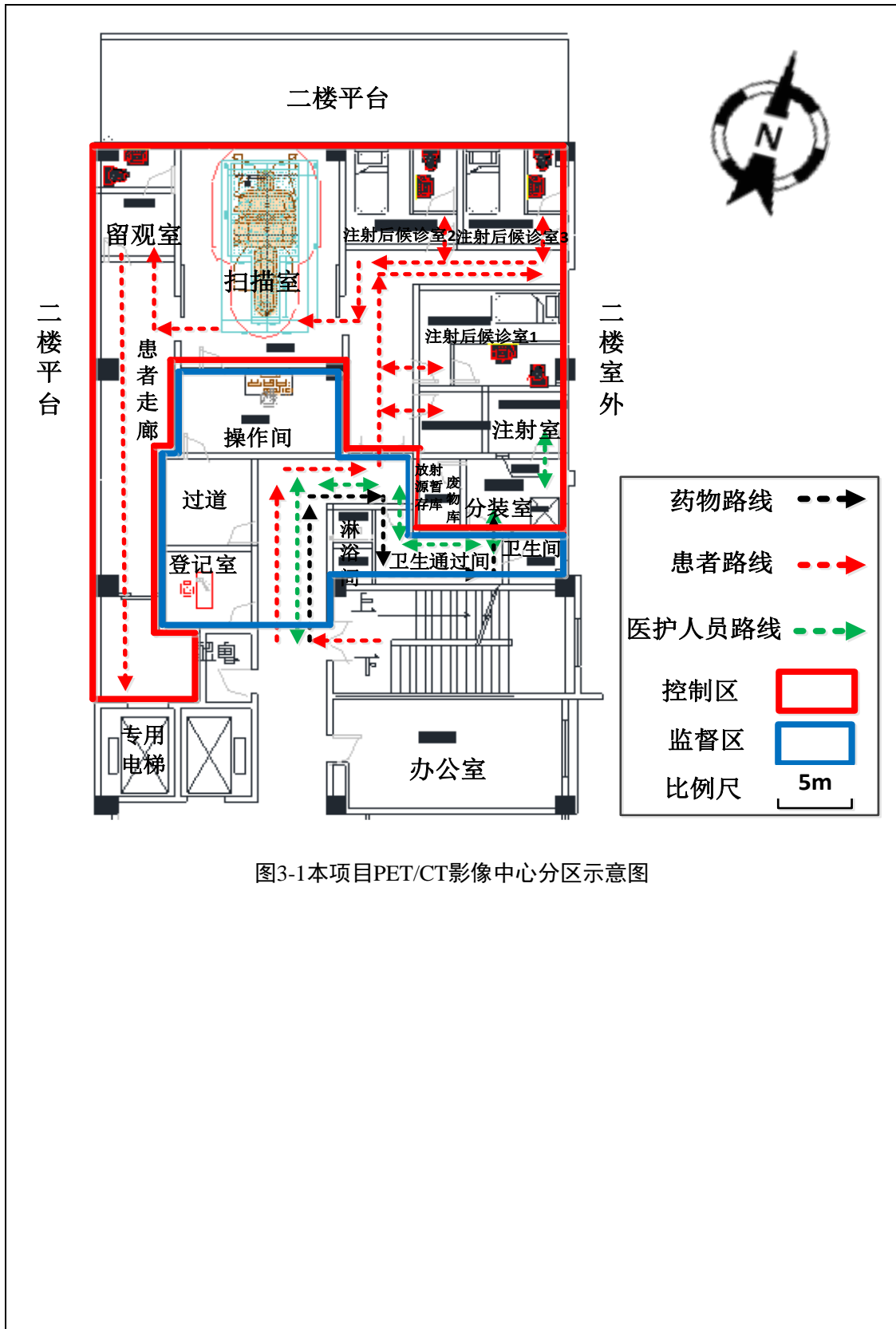


图3-1本项目PET/CT影像中心分区示意图

2、工作场所屏蔽设施建设情况

本项目PET/CT工作场所屏蔽设计参数见表3-1，屏蔽施工方案见附件4。

表 3-1 PET/CT 工作场所屏蔽防护落实情况一览表

场所名称		环评要求防护设计	实际建设情况	备注
注射室	四面墙体	12cm 实心砖+5cm 硫酸钡+8 mmPb 铅板	12cm 实心砖+5cm 硫酸钡+8 mmPb 铅板	满足环评要求
	顶棚	20cm 混凝土+6mmpb 铅板	20cm 混凝土+6mmpb 铅板	
	地面	20cm 混凝土+6cm 硫酸钡	20cm 混凝土+6cm 硫酸钡	
	通风橱	40mmPb (18F 用)	40mmPb (18F 用)	
	防护门	10mmPb	10mmPb	
	注射窗	50mmPb	50mmPb	
放射性废物库	四面墙体	12cm 实心砖	12cm 实心砖	满足环评要求
	顶棚	20cm 混凝土+6mmpb 铅板	20cm 混凝土+6mmpb 铅板	
	地面	20cm 混凝土+6cm 硫酸钡	20cm 混凝土+6cm 硫酸钡	
	防护门	10mmPb	10mmPb	
分装室	四面墙体	12cm 实心砖+5cm 硫酸钡+8 mmPb 铅板	12cm 实心砖+5cm 硫酸钡+8 mmPb 铅板	满足环评要求
	顶棚	20cm 混凝土+6mmpb 铅板	20cm 混凝土+6mmpb 铅板	
	地面	20cm 混凝土+6cm 硫酸钡	20cm 混凝土+6cm 硫酸钡	
	防护门	10mmPb	10mmPb	
注射后候诊室 1	四面墙体	12cm 实心砖+5cm 硫酸钡+8 mmPb 铅板	12cm 实心砖+5cm 硫酸钡+8 mmPb 铅板	满足环评要求
	顶棚	20cm 混凝土+6mmpb 铅板	20cm 混凝土+6mmpb 铅板	
	地面	20cm 混凝土+6cm 硫酸钡	20cm 混凝土+6cm 硫酸钡	
	防护门	10mmPb	10mmPb	
注射后候诊室 2	四面墙体	12cm 实心砖+5cm 硫酸钡+8 mmPb 铅板	12cm 实心砖+5cm 硫酸钡+8 mmPb 铅板	满足环评要求
	顶棚	20cm 混凝土+6mmpb 铅板	20cm 混凝土+6mmpb 铅板	
	地面	20cm 混凝土+6cm 硫酸钡	20cm 混凝土+6cm 硫酸钡	
	防护门	10mmPb	10mmPb	
注射后候诊室 2	四面墙体	12cm 实心砖+5cm 硫酸钡+8 mmPb 铅板	12cm 实心砖+5cm 硫酸钡+8 mmPb 铅板	
	顶棚	20cm 混凝土+6mmpb 铅板	20cm 混凝土+6mmpb 铅板	

	地面	20cm 混凝土+6cm 硫酸钡	20cm 混凝土+6cm 硫酸钡	
	防护门	10mmPb	10mmPb	
PET/CT 机房	四面墙体	12cm 实心砖墙+5cm 硫酸钡+8 mmPb 铅板	12cm 实心砖墙+5cm 硫酸钡+8 mmPb 铅板	满足环评要求
	顶棚	20cm 混凝土+6mmPb 铅板	20cm 混凝土+6mmPb 铅板	
	地面	20cm 混凝土+6cm 硫酸钡	20cm 混凝土+6cm 硫酸钡	
	防护门	10mmPb	10mmPb	
	观察窗	10mmPb 铅玻璃	10mmPb 铅玻璃	
	铅屏风	5mmPb	5mmPb	
留观室	四面墙体	12cm 实心砖墙+5cm 硫酸钡+8 mmPb 铅板	12cm 实心砖墙+5cm 硫酸钡+8 mmPb 铅板	满足环评要求
	顶棚	20cm 混凝土+6mmPb 铅板	20cm 混凝土+6mmPb 铅板	
	地面	20cm 混凝土+6cm 硫酸钡	20cm 混凝土+6cm 硫酸钡	
	防护门	10mmPb	10mmPb	

现场验收时对机房面积和最小单边长度进行测量，核实情况如表3-2所示。由表可以看出，PET/CT机房规格符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）规定的“CT机房的有效使用面积不小于30m²，最小单边长度不小于4.5m”的要求。

表 3-2 本项目 PET/CT 机房最小面积及单边长度一览表

设备机房	机房实际面积 (m ²)	最小单边长度 (m)	最小有效面积要求 (m ²)	最小单边长度要求 (m)	评价
PET/CT 机房	44.4	5.5	30	4.5	满足

3、辐射安全与防护措施

(1) 工作状态指示灯和电离辐射警告标志

本项目PET/CT影像中心在患者进出控制区的防护门、抢救室、分装注射室、观察室、储源室、PET/CT扫描室的防护门、储源罐、药物转运防护罐、手提式屏蔽箱和废物桶上均设置了电离辐射警告标志。在PET/CT机房患者入口处的大门和控制区进出口防护门上方设置了工作状态指示灯，指示灯设有“射线有害 灯亮勿入”的警示语句。符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）规范的电离辐射警告标志的要求。本项目工作状态

指示灯及电离辐射警告标志见图3-2。





图3-2 本项目PET/CT工作场所工作状态指示灯和电离辐射警告标志

(2) 门灯联动装置

本项目 PET/CT 机房的患者入口防护门设置有工作状态指示灯，工作状态指示灯与机房门设有联锁装置，用于提示机房内设备运行状态。现场检测门灯联动有效。

3) 影像监控装置及对讲系统

医院已在 PET/CT 影像中心安了摄像监控和语音对讲系统以及粘贴温馨告示和地面导流图标，指导患者错时通行等，减少患者间的交叉照射。本项目影像监控装置、摄像头及对讲系统见图 3-3。

	
分装室摄像头	注射室摄像头
	
注射后候诊室1摄像头	注射后候诊室2摄像头
	
注射后候诊室3摄像头	患者走道1
	
留观室摄像头	患者走道2

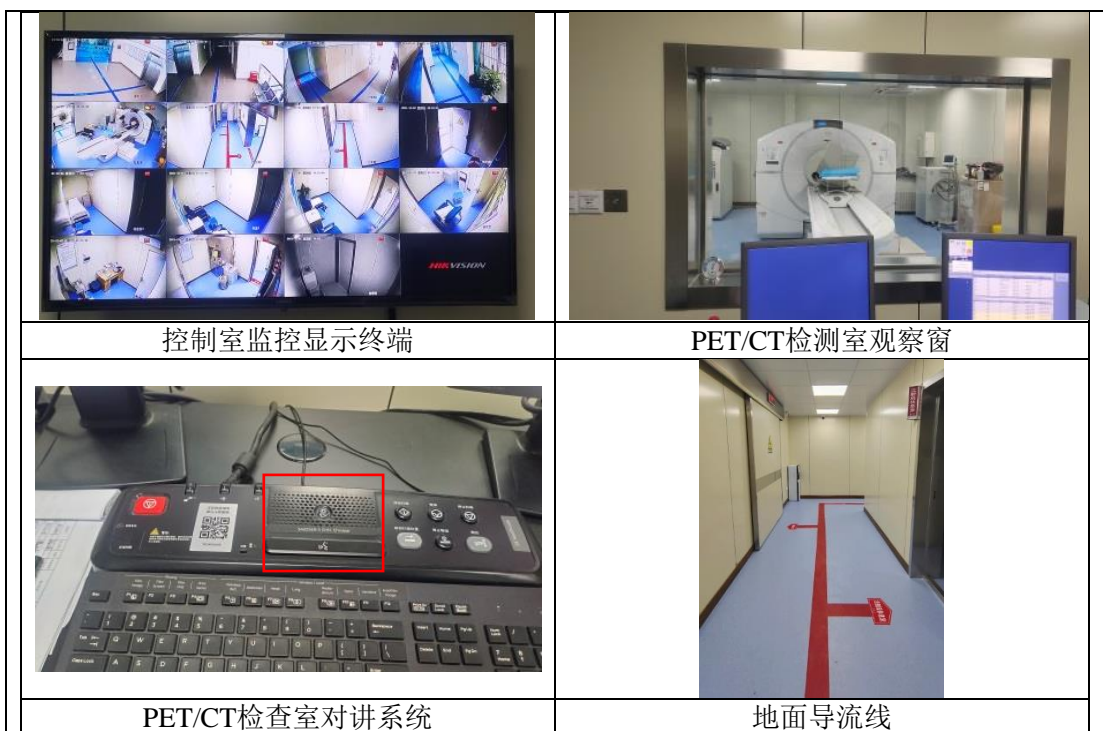


图3-3 本项目PET/CT工作场所影像监控装置、摄像头及对讲系统

(4) 急停按钮

本项目PET/CT控制室操作台上、设备上均设有急停按钮，紧急情况时，按下急停按钮即可关闭设备。经现场核查有效。见图3-4。



图3-4 本项目PET/CT工作场急停开关

(5) 辅助用品

医院为本项目PET/CT影像中心配备个人防护用品及辅助用品，本项目配备的个人防护用品见图3-5，个人防护用品清单见表3-3。



图3-5 个人防护用品

表 3-3 本项目配备的辅助用品清单

防护用品	数量	防护参数	使用场所
铅橡胶围裙	3 件	0.5mmPb	PET/CT 工作场所
铅橡胶围脖	3 件	0.5mmPb	PET/CT 工作场所
铅眼镜	3 副	0.5mmPb	PET/CT 工作场所
放射性污染防护服	若干	/	PET/CT 工作场所

(6) 放射性“三废”处置

①放射性废水

本项目核医学分装和注射时均采用一次性器皿，无需洗消，可减少放射性废水的产生。该核医学项目中涉及的液体废物包括被放射性核素污染的液体、清洗液、病人排泄的放射性废物及不用的放射性药剂，工作人员如在取药操作不慎可能会造成局部表面污染，需要清洗去污。

本项目衰变池位于放疗楼东侧地下，衰变池尺寸为11.5m×3m×3m，衰变池总容积约103.5m³。衰变池为地下混凝土保护壳+玻璃钢衰变池。衰变池设计图见3-6。

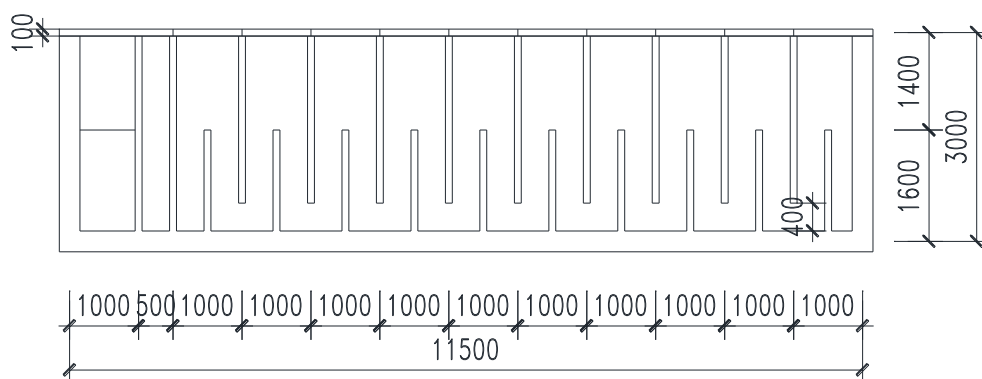


图 3-6 衰变池设计示意图

经与医院核实，本项目核医学科工作场所中，使用 ^{18}F 核素日接诊量最大为20人次，检查患者保守按每检查一人次平均产生2L废水估算，工作场所清洁用水150L/天，工作人员80L/天，则放射性废水排放量为270L/天。放射性废水存储时间按31天计算，则31天总废水量为8370L，即 8.37m^3 。该衰变池容量（约 103.5m^3 ）能够满足放射性废水贮存超30天的要求。

②含放射性的固体废物

核医学项目诊疗过程中，放射性药物的操作会产生少量受放射性污染的固体废物，如一次性注射器、一次性手套、绷带、敷料、滤纸等带有微量放射性同位素的医疗固体废弃物。

经与医院核实，本项目显像检查放射性废物产生量按 0.02kg /人次计算，本项目产生的放射性废物不超过 2kg /周，年产生量约为 100kg ，产生的放射性固废暂存在放射性废物筒内的专用塑料袋中，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，暂存时间超过30天，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平，可对废物清洁解控并作为医疗废物处理。本项目工作场所铅废物桶均设置有电离辐射警告标志（见图3-7）。



图 3-7 本项目 PET/CT 工作场所放射性废物桶

③废气处理措施

PET/CT放射诊断项目本身在使用放射性同位素过程中不产生放射性气体，但核素在操作过程中会有极少量放射性核素挥发产生放射性气溶胶。本项目中放射性药物暂存在通风橱（见图3-8）内，通风橱内设专用通风管道，可将通风橱中挥发散逸的放射性同位素排出。

医院在PET/CT机房、注射后候诊室、分装室、注射室、废物/储源库、留观室等场所设置了排风口，排风方向为低放射性活性区至高活性区，通风管道汇流后延伸至放疗楼楼顶，排风口高于建筑屋顶，满足《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）和《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中的要求。医院应定期检查通风橱的通风量。



图 3-8 PET/CT 工作场所现场通风橱及放疗楼室外排风管道图

(7) 非放污染防治

本项目机房内空气在X射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，PET/CT机房通过机械排风装置将室内有害气体排入大气。

(8) 人员监护

医院为本项目配备6名辐射工作人员（名单见表3-4），满足本项目PET/CT放射诊断配置要求。本项目辐射工作人员均已参加相关部门组织的辐射安全与防护培训，并且考核均为合格。本项目辐射工作人员培训证书及健康证明见附件6。

表3-4 本项目配备的职业人员名单

姓名	性别	工种	岗位	培训合格证书编号	工作场所
姚立正	男	医师	影像诊断	FS21JS0300054	核医学
辛立旭	男	医师	影像诊断	FS20JS0300180	核医学
叶 杨	女	医师	影像诊断	FS21JS0300042	核医学
穆天池	男	技师	影像技术	FS20JS0300160	核医学
朱俊杰	男	技师	影像技术	FS20JS0300183	核医学
徐胜男	女	护理	护理	FS21JS0300018	核医学

医院已安排工作人员进行健康体检及个人剂量监测，建立个人职业健康监护档案和个人剂量档案，详见附件6、附件7。医院已为本项目配备1台辐射巡测仪，2台个人剂量报警仪，1台表面污染检测仪，1套活度计，见图3-13。医院为本项目工作人员配备了个人剂量计，辐射工作人员均参加了职业健康检查及辐射安全与防护知识培训后上岗操作。



图 3-9 本项目配备辐射剂量检测仪器

(9) 非密封放射性物质工作场所其他防护措施

医院已在储源废物室设置有储源保险箱和放射性废物储存桶，在注射分装室设置有通风橱、分装用翻转铅罐、注射器转运盒及注射器防护套，在注射候诊室和留观室设置铅防护屏。本项目抢救室内配备有抢救设备。医院为本项目配备的辐射巡检仪及表面污染检测仪等设备应定期送有资质单位进行检定。各类设施详情见表3-6，各类设施实物图见图3-10。

表3-6 本项目各类设施一览表

防护用品				
序号	防护用品名称	铅当量 (mmPb)	数量	设置场所
1	通风橱	40	1个	分装室
2	储源铅罐	10	2个	储源室
3	手提式屏蔽箱	10	1个	分装室
4	注射器转运盒	10	1个	分装室
5	注射器屏蔽套	10	1个	分装室
6	铅防护屏	5	1个	扫描间

7	放射性废物储存桶	10	3个	分装室	
监测仪器					
序号	设备名称	规格及型号	数量	生产厂家	设备状态
1	辐射巡检仪	BG9521	1台	中广核贝谷有限公司	正常使用
2	表面污染检测仪	IA-V2	1台	International Medom公司	正常使用
3	个人剂量报警仪	BG2010-B	2台	中广核贝谷有限公司	常使用
4	活度计	CRC-55tR	1套	美国 CAPINTEC	正常使用



通风橱



铅转运防护罐



放射性废物桶



手提式屏蔽箱

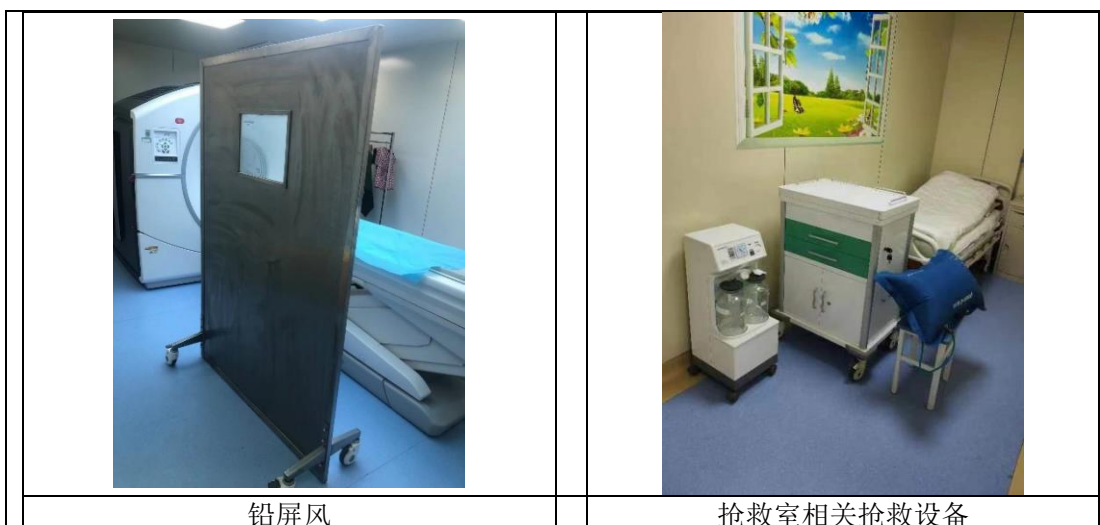


图 3-10 本项目各类设施实物图

4、辐射安全管理制度

医院根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，针对所开展的放射性诊疗及治疗活动制定了相应的辐射安全与防护管理制度，清单如下：

- 1) 《关于调整医院辐射防护工作领导小组的通知》
- 2) 《核医学科工作制度》
- 3) 《仪器管理、操作、保养和维修制度》
- 4) 《放射性核素的订购、领取、保管、使用制度》
- 5) 《资料管理制度》
- 6) 《安全管理制度》
- 7) 《消毒隔离制度》
- 8) 《卫生清洁制度》
- 9) 《核医学科诊断报告书写和审核规程》
- 10) 《辐射检测制度》
- 11) 《辐射安全防护管理自行检查制度》
- 12) 《放射诊疗人员防护培训制度》
- 13) 《放射事故处理、应急处置规章制度》
- 14) 《放射工作场所和放射性同位素储存安全管理制度》

以上辐射安全与防护管理制度能够满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关要

求。辐射安全规章管理机构及制度详见附件5。

4.4辐射安全应急措施

医院根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中的规定，已建立相应的放射安全事故应急预案，对医院放射事故应急处理小组的职责、事故应急处理方案、事故调查及信息公开、以及应急保障、人员培训和演练等方面进行了规定，可以满足放射安全事故应急要求。

表3-7 新建1台PET/CT放射诊断项目环评及批复落实情况一览表

检查项目	“三同时”措施	环评批复要求	执行情况	结论
辐射安全管理机构	已建立辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式下发。	建立辐射安全防护与环保管理机构或指定一名本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全管理工作。	已设有辐射安全与防护管理领导小组，见附件5。	已落实
辐射安全和防护措施	屏蔽措施：PET/CT 工作场所墙体采用实心砖+铅板+防辐射涂料、顶部采用混凝土+铅、地面采用混凝土+防辐射涂料作为防护，各防护门均采用铅防护门，观察窗均采用铅玻璃观察窗进行防护。详见表10-1。	严格执行辐射防护和安全设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的环保“三同时”制度，确保辐射工作人员和公众的年受照有效剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中相应的剂量限值要求。	屏蔽措施：本项目 PET/CT 工作场所采用辐射防护屏蔽措施均满足环评要求，见表 3-1。	已落实
	安全措施（急停按钮、闭门装置、警示标志、工作状态指示灯等）：PET/CT 控制区入口处、放射性废物桶表面设置电离辐射警告标志，控制区出入口处均设置门禁系统。	定期检查辐射工作场所工作指示灯、电离辐射警告标志等安全设施，以及个人剂量报警仪等辐射监测设备，确保正常工作。	PET/CT 工作场所控制区入口处（包括核素显像区工作场所的 PET/CT 机房、注射室、废物库、注射后候诊室、留观室门口）、放射性废物桶表面设置电离辐射警告标志，同时在 PET/CT 机房防护门处设置工作状态指示灯及闭门装置，并设置急停按钮及对讲装置；医院在工作场所的控制区患者走廊内安装监控装置，通过监控装置对控制区内用药后患者进行有序管理，以减少患者因聚集或者误入导致额外增加对周围的辐射影响。 设置放射性废水衰变池，其总容积为 103.5m ³ 。配备 1 套对讲装置，1 套监控系统，门禁系统等。	已落实
人员配备	辐射安全管理人员和辐射工作人员参加辐射安全与防护培训，考核合格后上岗。	对辐射工作人员进行岗位技能和辐射安全与防护知识的培训，并经考核合格后	本项目配备的 6 名辐射工作人员均参加辐射安全培训，考核合格后持证上岗；取得辐射安	已落实

检查项目	“三同时”措施	环评批复要求	执行情况	结论
		方可上岗，建立个人剂量档案和职业健康档案，配备必要的个人防护用品。辐射工作人员工作时须随身携带辐射报警仪和个人剂量计。	全合格证书的人员，并定期接受一次再培训。	
	辐射工作人员在上岗前佩戴个人剂量计，并定期送检（两次监测的时间间隔不应超过3个月），加强个人剂量监测，建立个人剂量档案。		医院已委托南京泰坤环境检测有限公司对6名辐射工作人员进行个人剂量监测，并建立个人剂量档案，检测报告见附件7。	已落实
	辐射工作人员定期进行职业健康体检（不少于1次/2年），并建立放射工作人员职业健康档案。		6名辐射工作人员在上岗前进行职业健康体检，体检结论均为“可继续从事原放射工作”，并已建立职业健康档案。	已落实
			已配备辐射巡测仪1台。	已落实
监测仪器和防护用品	配备辐射巡测仪1台。		已配备辐射巡测仪1台。	已落实
	配备个人剂量报警仪2台。		已配备个人剂量报警仪2台。	已落实
	配备表面沾污仪1台。		已配备表面沾污仪1台。	已落实
	防护用品：PET/CT场所配备铅通风橱，放射性核素操作人员配备铅衣、铅手套、铅眼镜、铅围脖、铅帽等个人防护用品。		已配备铅通风橱，放射性核素操作人员配备铅衣、铅手套、铅眼镜、铅围脖、铅帽等个人防护用品。	已落实
辐射安全管理制度	操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、放射性同位素使用登记制度、辐射事故应急措施等制度，根据环评要求，按照项目的实际情况，补充相关内容，建立完善、内容全面、具有可操作性的辐射安全规章制度。	建立健全辐射安全与防护规章制度并严格执行。	已制定辐射安全制度：《关于调整医院辐射防护工作领导小组的通知》《核医学科工作制度》《仪器管理、操作、保养和维修制度》《放射性核素的订购、领取、保管、使用制度》《资料管理制度》《安全管理制度》《消毒隔离制度》《卫生清洁制度》《核医学科诊断报告书写和审核规程》《辐射检测制度》《辐射安全防护管理自行检查	已落实

检查项目	“三同时”措施	环评批复要求	执行情况	结论
			制度》《放射诊疗人员防护培训制度》《放射事故处理、应急处置规章制度》《放射工作场所和放射性同位素储存安全管理制度》。详见附件 5。	

表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定：

1、环境影响报告书（表）主要结论与建议：

表13 结论与建议

结论

1) 实践正当性

盐城市第三人民医院新建 1 台 PET/CT 放射诊断项目位于南院区放疗楼 2 楼。项目主要包括：新建 1 台 PET/CT，使用 ^{18}F 进行扫描显像检查，新增 2 枚 ^{68}Ge 校准源，新建 PET/CT 工作场所为丙级非密封放射性物质工作场所。本项目用于医院开展放射诊断工作，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）辐射防护“实践正当性”原则。

2) 选址合理性

盐城市第三人民医院位于江苏省盐城市，医院现有南、北两个院区，南院区位于盐城市盐都区新都西路 2 号，北院区位于盐城市剧场路 75 号。本次新建 1 台 PET/CT 放射诊断项目位于南院区。南院区东侧为解放南路，南侧为新都路及毕华丽庄园，西侧为盘古路，北侧为尧舜路和娱乐社区商业及住宅区。本项目地理位置示意图附图 1，盐城市第三人民医院南院区平面布置及新建 1 台 PET/CT 放射诊断项目周围环境示意图见附图 2。

拟新建 1 台 PET/CT 放射诊断项目位于南院区放疗楼 2 楼（放疗楼共 4 楼，无地下建筑）。PET/CT 项目东侧为室外，南侧为电梯厅及大厅，西侧为室外平台（放置空调外机，无人员驻留），北侧为室外平台（无人员驻留），上方为临床药学室和物供仓库，下方为放疗中心。本项目平面布置及周围环境示意图见附图 3。

本项目北侧约 30m 处的娱乐社区住宅区为环境敏感点，项目 50m 范围内其余方向无学校、居民区等环境敏感目标（详见附图 2）。运行后的环境保护目标主要是从事本项目的辐射工作人员、其他医务人员、院内病患、环境敏感目标及周围公众等。

本项目核医学工作场所划分了控制区及监督区，控制区和监督区内病人及医护人员均具有独立的出入口和流动路线，相关配套布局能够保证工作程

序沿着相关房间单向开展，能够有效防止交叉污染，控制区内设置有注射后病人专用厕所（与原核医学项目共用），避免公众、工作人员受到不必要的外照射，布局合理。

3) 辐射环境现状

盐城市第三人民医院本次新建 1 台 PET/CT 放射诊断项目拟建址周围本底辐射剂量率在 $141\text{nSv/h}\sim 163\text{nSv/h}$ 之间，与江苏省环境天然贯穿辐射水平调查结果相比较，均未见异常。

4) 环境影响评价

根据理论估算结果，盐城市第三人民医院新建 1 台 PET/CT 放射诊断项目在做好个人防护措施和安全措施的情况下，项目对辐射工作人员及周围的公众产生的年有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对职业人员和公众受照剂量限值要求以及本项目的目标管理值要求（职业人员年有效剂量不超过 5mSv ，公众年有效剂量不超过 0.1mSv ）。

5) 三废的处理处置

来自核医学科原有项目和本项目 PET/CT 工作场所注射室及注射后病人专用卫生间等高活区的放射性废水，由独立下水管道统一集中到院区放疗楼 1 楼东侧原有衰变池（总体积为 103.5m^3 ）中，衰变十个半衰期满足排放标准后流入医院污水处理系统作为医疗废水处理。该项目的衰变池容积能够满足使放射性废水衰变 10 个以上半衰期的能力。

本项目核素操作均在通风橱中进行，通风橱内保持负压且设有排风系统（通风速率不少于 1m/s ，排放口拟高于本建筑屋脊），通风管道内及屋顶排放口处设置活性炭过滤吸附装置，能够有效防止放射性废气对周围环境产生的影响，满足《临床核医学放射卫生防护标准》（GBZ120-2006）的要求。

本项目产生的放射性固体废物集中到放射性废物库中的铅桶中暂存，在废物库内自然衰变十个半衰期达到清洁解控水平推荐值后，作为普通医疗废物进行处理。符合辐射环境保护管理要求。

^{68}Ge 密封源使用到一定年限后会产生退役、报废的放射源，医院承诺： ^{68}Ge 放射源在达到使用年限退役时，废源将由厂家回收收贮或交有具有相关资质的单位处置。

6) 辐射安全措施评价

盐城市第三人民医院新建 PET/CT 工作场所墙体采用实心砖+铅板或防辐射涂料、顶部采用混凝土+铅、地面采用混凝土+防辐射涂料作为防护，各防护门均采用铅防护门，观察窗均采用铅玻璃观察窗进行防护；工作场所控制区出入口拟设置“当心电离辐射”警告标志，设置门禁系统，并在 PET/CT 扫描间设置工作状态指示灯和闭门装置，符合《临床核医学放射卫生防护标准》（GBZ 120-2006）中的要求。

7) 辐射安全管理评价

盐城市第三人民医院已设立辐射安全与环境保护管理机构，制定有操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫、设备检修维护、人员培训计划、监测方案、辐射事故应急措施等辐射安全管理制度。

医院需为本项目新增的 4 名辐射工作人员配置个人剂量计，且定期送有资质部门监测，建立个人剂量档案；定期进行辐射工作人员健康体检，建立个人职业健康监护档案。医院拟为本项目配备 1 台辐射巡测仪、1 台表面沾污仪及 2 台个人剂量报警仪。此外，医院应根据 GBZ 130-2020 的要求，为辐射工作人员和受检者配备足够数量的个人防护用品和辅助防护设施。

综上所述，盐城市第三人民医院新建1台PET/CT放射诊断项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，该医院将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和相应的辐射安全防护措施，其运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求，从环境保护角度论证，本项目的建设运行是可行的。

2、审批部门审批决定

江苏省生态环境厅

苏环辐(表)审[2021]6号

关于盐城市第三人民医院新建1台 PET/CT 放射诊断项目环境影响报告表的批复

盐城市第三人民医院：

你单位报送的《盐城市第三人民医院新建1台 PET/CT 放射诊断项目环境影响报告表》(以下简称《报告表》)收悉。经研究，批复如下：

一、根据《报告表》评价结论，项目建设具备环境可行性。从环境保护角度考虑，我厅同意你单位该项目建设。项目地点位于盐城市盐都区新都西路2号医院南院区放疗楼2楼，项目内容：医院开展 PET/CT 放射诊断，新增1台 PET/CT (最大管电压 140kV、最大管电流 600mA，属Ⅲ类射线装置)、新增2枚 ^{68}Ge 质控源 (单枚活度分别为 $5.5 \times 10^7\text{Bq}$ 、 $3.5 \times 10^6\text{Bq}$ ，属 V 类放射源)、新增使用 ^{18}F 核素(日等效最大操作量 $7.4 \times 10^6\text{Bq}$)，属丙级非密封放射性物质工作场所，详见《报告表》。

二、在工程设计、建设和运行中应认真落实《报告表》所提出的辐射污染防治和安全管理措施，并做好以下工作：

(一)严格执行辐射防护和安全设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的环保“三同时”制度，确保辐射工作人员和公众的年受照有效剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中相应的剂量限值要求。

(二)非密封放射性物质工作场所功能区域布置应符合国

家的有关规定和要求；非密封放射性同位素转让须及时到生态环境部门办理审批与备案手续。

（三）定期检查辐射工作场所电离辐射警告标志等安全设施，确保正常工作。

（四）建立健全辐射安全与防护规章制度并严格执行。建立辐射安全防护与环保管理机构或指定一名本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全管理工作。

（五）对辐射工作人员进行岗位技能和辐射安全与防护知识的培训，并经考核合格后方可上岗，建立个人剂量档案和职业健康档案，配备必要的个人防护用品。辐射工作人员工作时须随身携带辐射报警仪和个人剂量计。

（六）配备环境辐射剂量巡测仪，定期对项目周围辐射水平进行检测，及时解决发现的问题。每年委托有资质的单位对项目周围辐射水平监测 1~2 次。

（七）项目建成后建设单位应及时向我厅申办环保相关手续，依法取得辐射安全许可证并经验收合格后，方可投入正式运行。

三、本批复只适用于以上核技术应用项目，其它如涉及非放射性污染项目须按有关规定另行报批。本批复自下达之日起五年内建设有效。项目的性质、规模、地点、拟采取的环保措施发生重大变动的，应重新报批项目的环境影响评价文件。

江苏省生态环境厅
2021年2月18日

抄送：省核管中心、盐城市生态环境局，南京瑞森辐射技术有限公司。

表五 验收监测质量保证及质量控制

验收监测质量保证及质量控制：

1、监测单位资质

验收监测单位获得 CMA 资质认证（221020340350），见附件 10。

2、监测人员能力

参与本次验收监测人员均符合南京瑞森辐射技术有限公司质量管理体系要求：验收监测人员已通过上岗培训。检测人员资质见表 5-1。

表 5-1 检测人员资质

序号	姓名	证书编号	取证时间
1	刘彧好	SHFSJ0583（电离类）	2019.11.28
2	张晋	SHFSJ0743（电离类）	2020.9.30

3、监测仪器

本次监测使用仪器符合南京瑞森辐射技术有限公司质量管理体系要求，监测所用设备通过检定并在有效期内，满足监测要求。

监测仪器见表 5-2。

表5-2检测使用仪器

序号	仪器名称/型号	仪器编号	主要技术参数
1	X-γ 剂量率仪 (AT1123)	NJRS-107	能量响应：15keV~10MeV 测量范围：50nSv/h~10Sv/h 检定证书编号：Y2022-0126249 检定有效期限：2023.1.5~2024.1.4
2	α、β 表面污染测量仪 (CoMo 170)	NJRS-129	测量范围：β/γ 0cps~20000cps 检定证书编号：检定字第 202204002138 号 检定有效期限：2022.04.10~2023.04.09
3	风速仪	NJRS-136	检定证书编号：H2022-0040653 检定有效期限：2022.5.24~2023.5.23

4、质量控制

本项目监测单位南京瑞森辐射技术有限公司已通过计量认证（证书编号：221020340350，检测资质见附件10），具备有相应的检测资质和检测能力，监测按照南京瑞森辐射技术有限公司《质量管理手册》和《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）的要求，实施全过程质量控制。

数据记录及处理：①X- γ 剂量率仪：开机预热，手持仪器。一般保持仪器探头中心距离地面（基础面）为1m。仪器读数稳定后，每个点位读取10个数据，读取间隔不小于10s。每组数据计算每个点位的平均值并计算标准差。② α 、 β 表面污染测量仪：开机预热，手持仪器。一般保持仪器探测窗距离探测物表面5cm。保持不动，每5s读取一个测量数据，每个点位读取6个数据。每组数据计算每个点位的平均值并带入公式计算单位面积活度值。

5、监测报告

监测报告的编制、审核、出具严格执行南京瑞森辐射技术有限公司质量管理体系要求，出具报告前进行三级审核。

表六 验收监测内容

验收监测内容:

1、监测期间项目工况

2023年2月15日，南京瑞森辐射技术有限公司对盐城市第三人民医院新建1台PET/CT放射诊断项目进行了现场核查和验收监测，监测期间工作场所的运行工况见表6-1。

表6-1 验收监测工况

被检设备（场所）信息					
序号	设备名称	设备型号	设备参数	检测工况	使用场所
1	PET/CT	Discovery MI	140kV/600mA	140kV/300mAs CT扫描、诊断床上 放置10mCi ¹⁸ F药物	PET/CT中心
被检场所信息					
序号	场所名称	检测工况			
1	核医学工作场所	1.各功能房放置药量约为 $3.7 \times 10^8 \text{Bq}$ （10mCi）的 ¹⁸ F药物； 2.通风橱内放置 $8.7 \times 10^8 \text{Bq}$ （23.5mCi）的 ¹⁸ F药物。			

2、验收监测因子

根据项目污染源特征，本次竣工验收监测因子为工作场所X-γ辐射剂量率和β表面污染水平。

3、监测点位

对本项目工作场所周围环境布设监测点，特别关注控制区、监督区边界，监测PET/CT、非运行状态下的X-γ辐射剂量率、PET/CT工作场所β放射性表面污染水平及PET/CT注射室通风橱风速，每个点位监测5个数据。

4、监测分析方法

本次监测按照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）、《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）、《表面污染测定 第1部分β发射体（ $E_{\beta\text{max}} > 0.15 \text{MeV}$ ）和α发射体》（GB/T 14056.1-2008）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求进行监测、分析。

表七 验收监测期间生产工况

验收监测期间生产工况记录：

被检单位：盐城市第三人民医院

监测实施单位：南京瑞森辐射技术有限公司

监测日期：2023年2月15日

天气：多云，（6~10）℃，（69~85）%RH

监测因子：X-γ辐射剂量率，β表面污染水平

验收监测期间生产工况见表7-1。

表7-1 本项目验收监测期间生产工况

被检设备（场所）信息					
序号	设备名称	设备型号	设备参数	检测工况	使用场所
1	PET/CT	Discovery MI	140kV/600mA	140kV/300mAs CT扫描、诊断床上 放置10mCi ¹⁸ F药物	PET/CT中心
被检场所信息					
序号	场所名称	检测工况			
1	核医学工作场所	1.各功能房放置药量约为 3.7×10^8 Bq（10mCi）的 ¹⁸ F药物； 2.通风橱内放置 8.7×10^8 Bq（23.5mCi）的 ¹⁸ F药物。			

验收监测结果：

1、辐射防护监测结果

本次监测结果详见附件9。本项目PET/CT机房周围环境X-γ辐射剂量率检测结果见表7-2，监测点位见图7-1。

表7-2 本项目PET/CT机房周围X-γ辐射剂量率检测结果

测点编号	检测点位描述	测量结果(μSv/h)	设备状态
1	公众区	0.14	关机
2	操作位	0.54	开机
3	观察窗外30cm处（左缝）	0.58	开机
4	观察窗外30cm处（中间）	0.53	开机

5	观察窗外30cm处（右缝）	0.58	开机
6	观察窗外30cm处（上缝）	0.53	开机
7	观察窗外30cm处（下缝）	0.29	开机
8	南墙外30cm处	0.51	开机
9	南墙外30cm处	0.18	开机
10	南门外30cm处（左缝）	0.74	开机
11	南门外30cm处（中间）	0.18	开机
12	南门外30cm处（右缝）	0.33	开机
13	南门外30cm处（上缝）	0.33	开机
14	南门外30cm处（下缝）	0.28	开机
15	西门外30cm处（左缝）	0.28	开机
16	西门外30cm处（中间）	0.25	开机
17	西门外30cm处（右缝）	0.39	开机
18	西门外30cm处（上缝）	0.19	开机
19	西门外30cm处（下缝）	0.17	开机
20	西墙外30cm处	0.18	开机
21	西墙外30cm处	0.17	开机
22	东门外30cm处（左缝）	0.16	开机
23	东门外30cm处（中间）	0.17	开机
24	东门外30cm处（右缝）	0.16	开机
25	东门外30cm处（上缝）	0.17	开机
26	东门外30cm处（下缝）	0.25	开机

27	东墙外30cm处	0.33	开机
28	东墙外30cm处	0.45	开机
29	距机房楼上地面30cm处	0.38	开机
30	距机房楼上地面30cm处	0.39	开机
31	距机房楼下地面170cm处	0.19	开机
32	距机房楼下地面170cm处	0.18	开机

注：1.测量结果未扣除环境本底值；

2.检测点位见附图7-1。

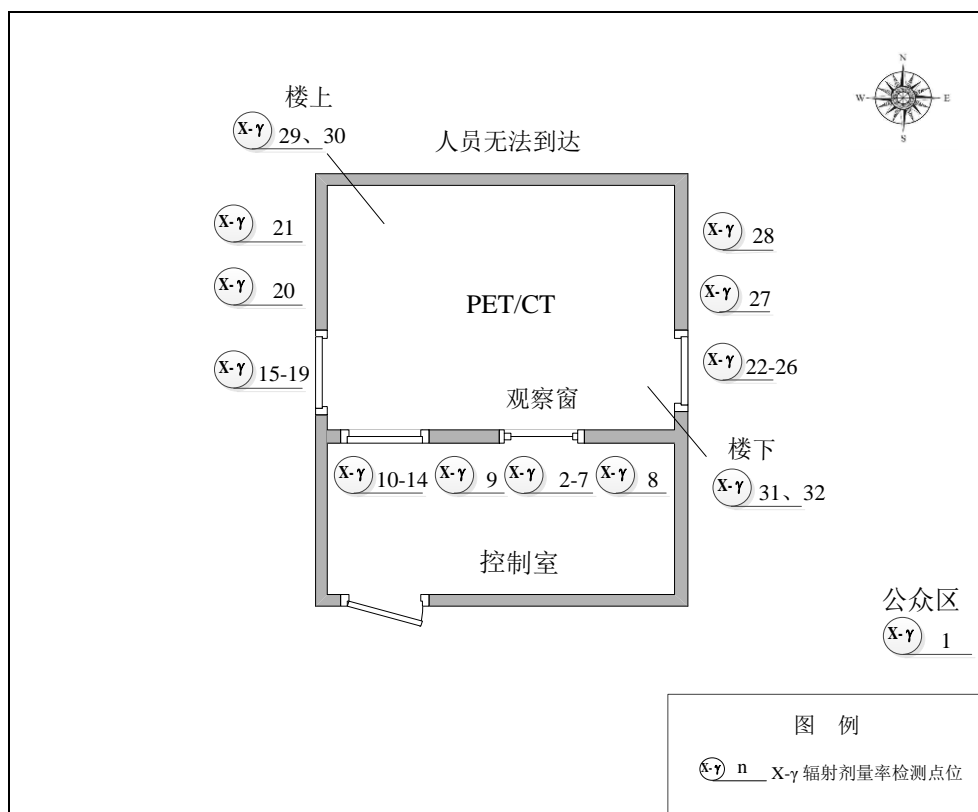


图7-1 PET/CT机房周围监测布点图

本次检测，PET/CT（型号：Discovery MI）进行CT扫描（工况：140kV/300mAs，扫描时，诊断床上放置10mCi¹⁸F药物）时，机房周围的X-γ辐射剂量当量率为（0.14~0.74）μSv/h，符合《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）和《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的标准要求。

本项目核医学工作场所周围X-γ辐射剂量当量率检测结果见表7-3，监测点位见图7-2。

表7-3 核医学工作场所周围X-γ辐射剂量率检测结果

测点编号	检测点位描述	测量结果 (μSv/h)	备注
1	控制区入口防护门外30cm处（左缝）	0.59	药物在病人通道内
2	控制区入口防护门外30cm处（中间）	0.55	
3	控制区入口防护门外30cm处（右缝）	0.59	
4	控制区入口防护门外30cm处（上缝）	0.57	
5	控制区入口防护门外30cm处（下缝）	0.54	
6	分装室西墙外30cm处	0.49	药物在分装室通风橱内
7	卫生通过间入口防护门外30cm处（左缝）	0.17	
8	卫生通过间入口防护门外30cm处（中间）	0.15	
9	卫生通过间入口防护门外30cm处（右缝）	0.16	
10	卫生通过间入口防护门外30cm处（上缝）	0.16	
11	卫生通过间入口防护门外30cm处（下缝）	0.16	
12	卫生通过间北墙外30cm处（医生通道）	0.16	
13	卫生通过间西墙外30cm处	0.16	
14	卫生通过间南墙外30cm处	0.15	
15	注射室北墙外30cm处	0.15	药物在注射室内

16	注射室西门外30cm处（左缝）	0.15	
17	注射室西门外30cm处（中间）	0.14	
18	注射室西门外30cm处（右缝）	0.15	
19	候诊室1北墙外30cm处	0.53	药物在候诊室1内
20	候诊室1西门外30cm处（左缝）	0.67	
21	候诊室1西门外30cm处（中间）	0.61	
22	候诊室1西门外30cm处（右缝）	0.64	
23	候诊室1西墙外30cm处	0.75	
24	候诊室2南门外30cm处（左缝）	0.88	药物在候诊室2内
25	候诊室2南门外30cm处（中间）	0.74	
26	候诊室2南门外30cm处（右缝）	0.64	
27	候诊室2南墙外30cm处	0.69	
28	候诊室3南门外30cm处（左缝）	0.58	药物在候诊室3内
29	候诊室3南门外30cm处（中间）	0.58	
30	候诊室3南门外30cm处（右缝）	0.68	
31	候诊室3南墙外30cm处	0.71	
32	留观室南门外30cm处（左缝）	2.41	药物在留观室内
33	留观室南门外30cm处（中间）	2.28	
34	留观室南门外30cm处（右缝）	2.41	
35	留观室南门外30cm处（上缝）	0.83	
36	留观室南门外30cm处（下缝）	1.65	
37	留观室南墙外30cm处	0.52	

38	候诊室3东墙外30cm处	0.74	药物在候诊室3内
39	病人通道西墙外30cm处（控制室）	0.51	药物在病人通道内
40	通风橱左侧操作口外5cm处	0.49	药物在通风橱内
41	通风橱右侧操作口外5cm处	0.49	
42	通风橱外表面5cm处	0.47	
43	通风橱观察窗外5cm处	0.47	
44	工作人员摆位处（距患者30cm）	42	药物在PET/CT诊断床上
45	注射室楼上距地面30cm处	0.17	药物分别在对应的功能房间
46	候诊室1楼上距地面30cm处	0.16	
47	候诊室2楼上距地面30cm处	0.16	
48	候诊室3楼上距地面30cm处	0.17	
49	注射室楼下距地面170cm处	0.16	
50	候诊室1楼下距地面170cm处	0.17	
51	候诊室2楼下距地面170cm处	0.18	
52	候诊室3楼下距地面170cm处	0.18	
53	衰变池上方	0.14	/
54	衰变池上方	0.14	
55	电梯厅	0.14	/

注：1.测量结果未扣除环境本底值；

2.各功能房间放置药量为 $3.7 \times 10^8 \text{Bq}$ （10mCi）的 ^{18}F 药物；

3.摆位时，诊断床上模体内放置约 $3.7 \times 10^8 \text{Bq}$ （10mCi）的 ^{18}F 药物；分装药物时，通风橱内放置 $8.7 \times 10^8 \text{Bq}$ （23.5mCi）的 ^{18}F 药物。

4.检测点位见附图7-2。

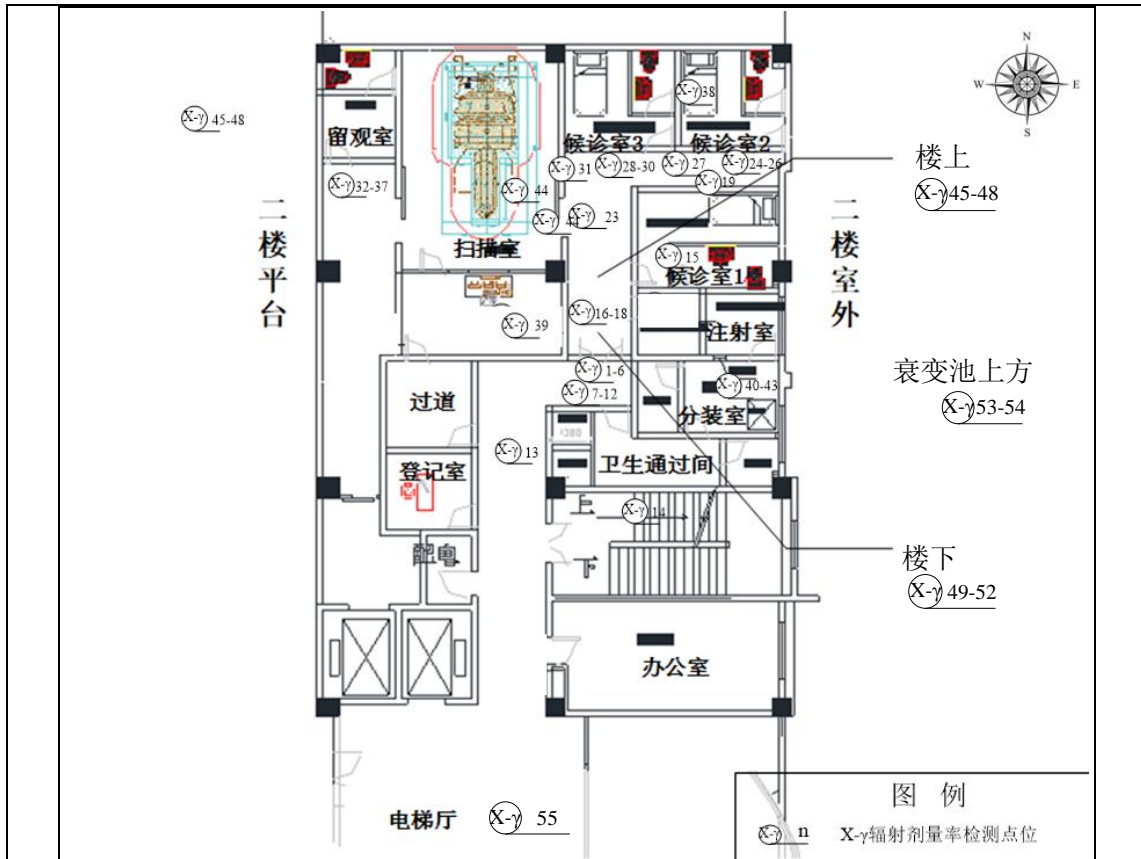


图7-2 核医学工作场所周围X-γ辐射剂量率监测布点图

本次检测，核医学工作场所周围的X-γ辐射剂量当量率符合《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）和《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）的标准要求。

本项目核医学工作场所放射性表面污染水平检测结果见表7-4，监测点位见图7-3。

表7-4 核医学工作场所放射性表面污染水平检测结果

测点编号	点位描述	测量结果(Bq/cm ²)	备注
1	PET/CT机房地面	<0.06	—
2	PET/CT诊断床表面	<0.06	—
3	病人通道地面	<0.06	—
4	病人通道地面	<0.06	—
5	候诊室3地面	<0.06	—
6	候诊室3床表面	<0.06	—
7	候诊室3卫生间地面	<0.06	—

8	候诊室2地面	<0.06	—
9	候诊室2床表面	<0.06	—
10	候诊室2卫生间地面	<0.06	—
11	候诊室1地面	<0.06	—
12	候诊室1床表面	<0.06	—
13	候诊室1卫生间地面	<0.06	—
14	注射室地面	<0.06	—
15	注射窗表面	<0.06	—
16	分装室地面	<0.06	—
17	通风橱表面	<0.06	—
18	卫生通过间地面	<0.06	—
19	留观室地面	<0.06	—

注：1.放射性表面污染水平探测下限（LLD）为 0.06Bq/cm²；

2.检测点位见附图 7-3。

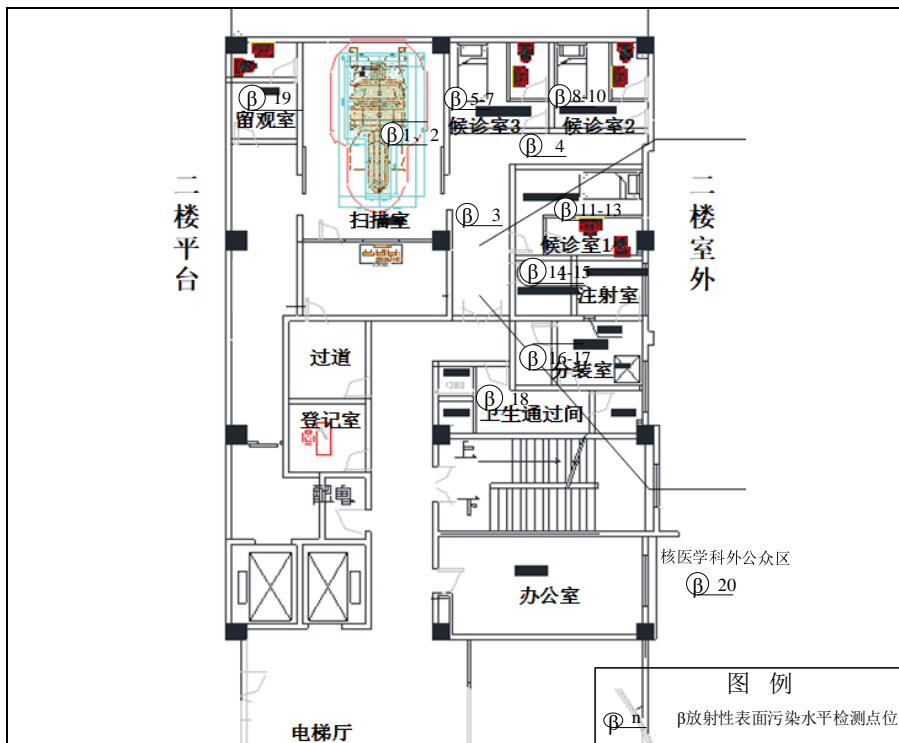


图7-3 核医学工作场所放射性表面污染监测布点图

本次检测，该核医学工作场所放射性表面污染水平均 $<0.06\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，符合《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）和《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）中放射性表面污染控制水平。

本项目核医学工作场所通风橱风速监测结果见表7-5，监测点位见图7-4。

表7-5 核医学工作场所通风橱风速检测结果

点位描述	测量结果（m/s）	
通风橱	左侧操作口	1.0
	右侧操作口	1.1

注：通风橱风速检测点位见附图7-4。

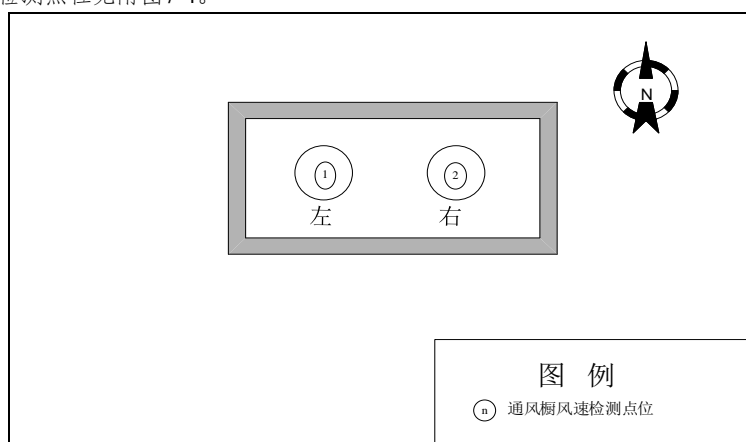


图7-4 PET/CT工作场所通风橱监测布点图

本次检测，该核医学工作场所通风橱操作口风速分别为 $1.0\text{m}/\text{s}$ 和 $1.1\text{m}/\text{s}$ ，符合《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）和《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）的标准要求。

2、辐射工作人员和公众年有效剂量分析

根据本项目现场监测结果，对项目运行期间辐射工作人员和公众的年有效剂量进行计算分析，计算未扣除环境本底剂量率。

1) 辐射工作人员

目前盐城市第三人民医院已为本项目配备6名辐射工作人员，满足放射治疗及核医学日常工作的配置要求。采用个人累计剂量监测结果计算其年有效剂量。根据医院提供的最近四个季度个人剂量监测报告，报告编号为：NJTK2022053165803、NJTK2022090865804、NJTK2022122165805-2和NJTK2023031565801-2，其辐射工作人员个人累积剂量监测结果见表7-6。

表 7-6 辐射工作人员个人累积剂量监测结果

姓名	岗位	2022 年			2023 年
		第二季度	第三季度	第四季度	第一季度
姚立正	影像诊断	0.04	0.10	0.18	0.07
辛立旭	影像诊断	<MDL	0.10	0.14	0.03
叶杨	影像诊断	<MDL	0.08	0.14	0.05
穆天池	影像技术	0.07	0.15	0.18	0.11
朱俊杰	影像技术	0.03	<MDL	0.07	<MDL
徐胜男	护理	0.04	0.06	0.11	0.03

根据本项目现场监测结果，对PET/CT诊断项目运行期间辐射工作人员和公众的年有效剂量进行估算，PET/CT机房内按检查20min×20次×250天、注射室内按注射2min×20次×250天、候诊室内按休息30min×10次×250天、留观室内按10min×20次×250天按进行计算，计算结果见表7-7。

表 7-7 PET/CT 工作场所周围关注点位人员年有效剂量分析

序号	关注点位	最大监测值(μSv/h)	人员性质	居留因子	年工作时间(h)	人员年有效剂量(mSv/a)	目标管理值(mSv/a)
1	观察窗外	0.58	职业人员	1	1667	0.97	5
2	操作位	0.54	职业人员	1	1667	0.90	5
3	控制室门外	0.28	职业人员	1/4	1667	0.12	5
4	PET/CT 机房西门外	0.39	公众	1/16	1667	0.04	0.1
5	PET/CT 机房南墙外	0.17	职业人员	1/8	1667	0.04	5
6	PET/CT 机房西墙外	0.18	职业人员	1/8	1667	0.04	5
7	PET/CT 机房东门外	0.17	公众	1/16	1667	0.02	0.1
	PET/CT 机房东墙外	0.45	公众	1/16	1667	0.05	0.1
8	PET/CT 机房楼上	0.39	公众	1/16	1667	0.04	0.1

9	PET/CT 机房楼下	0.19	公众	1/16	1667	0.02	0.1
10	注射室西门外	0.15	职业人员	1/8	167	<0.01	5
11	注射室北墙外	0.15	职业人员	1/8	167	<0.01	5
14	候诊室 1 北墙外	0.53	公众	1/16	1250	0.04	0.1
16	候诊室 1 西门外	0.67	公众	1/16	1250	0.05	0.1
17	候诊室 1 西墙外	0.75	公众	1/16	1250	0.06	0.1
18	候诊室 2 南门外	0.88	公众	1/16	1250	0.07	0.1
19	候诊室 2 南墙外	0.69	公众	1/16	1250	0.05	0.1
20	候诊室 3 南门外	0.68	公众	1/16	1250	0.05	0.1
21	候诊室 3 南墙外	0.71	公众	1/16	1250	0.06	0.1
21	候诊室 3 东墙外	0.71	公众	1/16	1250	0.06	0.1
23	留观室南门外	0.74	公众	1/16	833	0.04	0.1
24	留观室南墙外	0.52	公众	1/16	833	0.03	0.1
25	留观室北墙外	0.17	公众	1/16	833	<0.01	0.1
26	工作人员摆位处	42	职业人员	1	83	3.49	5
28	药物分装处	0.49	职业人员	1	83	0.04	5

注：1.计算时未扣除环境本底剂量；

2.工作人员的年有效剂量由公式 $E_{eff} = D \cdot t \cdot T \cdot U$ 进行估算，式中： E_{eff} 为年有效剂量， D 为关注点处剂量率， t 为年工作时间， T 为居留因子（取值参照环评文件）， U 为使用因子（保守取1）。

医院已为本项目辐射工作人员进行个人剂量监测，并建立个人剂量档案。由表7-6可知，本项目辐射工作人员2022年度个人剂量监测结果均未见异常。

由表7-7可知，PET/CT工作场所中辐射工作人员年有效剂量最大3.849mSv/a，本验收项目辐射工作人员年有效剂量均在职业人员20mSv/a和个人剂量约束值（5mSv/a）范围以内。

2) 公众

本项目评价的公众为辐射工作场所周围的非辐射工作人员，由表7-7可知，

PET/CT工作场所周围公众的年有效剂量最大为0.07mSv/a，本验收项目周围公众年有效剂量均在公众要求1mSv/a和公众剂量约束值（0.1mSv/a）范围以内。

综上所述，核医学工作场所周围辐射工作人员和公众年最大有效剂量根据实际监测结果，核医学诊断项目辐射工作人员年有效剂量最大为3.49mSv/a，周围公众的年有效剂量公众年有效剂量最大为0.07mSv/a。辐射工作人员和公众年有效剂量能够满足职业人员20mSv/a，公众1mSv/a的要求，并低于本项目剂量约束值（职业人员5mSv/a，公众0.1mSv/a）。

表八 验收监测结论

验收监测结论:

盐城市第三人民医院新建1台PET/CT放射诊断项目已按照环评及批复要求落实辐射防护和安全管理措施,经现场监测和核查表明:

1) 盐城市第三人民医院在盐城市盐都区新都西路2号南院区放疗楼二楼新建1台PET/CT放射诊断项目,使用 ^{18}F 进行核素诊断,并新增2枚 ^{68}Ge 质控源,该场所为丙级非密封放射性物质工作场所。该项目已于2020年12月完成项目的环境影响评价,于2021年2月18日取得了江苏省生态环境厅关于该项目的环评批复文件(苏环辐(表)审[2021]6号)。实际建设内容主要技术参数与其环评及批复一致。

2) 本项目核医学科工作场所控制区和监督区划分合理,能有效避免受检者误入或非正常受照。

3) 本项目核医学诊断工作场所屏蔽和防护措施已按照环评及批复要求落实,在正常工作条件下运行时,工作场所周围所有监测点位的X- γ 辐射剂量率、核医学诊断场所 β 放射性表面污染水平及通风橱通风风速等均能满足《核医学放射防护要求》(GBZ 120-2020)、《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)、《核医学辐射安全与防护要求》(HJ 1188-2021)和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)的要求。

4) PET/CT工作场所已按规定设置了工作指示灯、电离辐射警告标志,控制室设置了监视对讲装置,机房内设有急停按钮;已落实环评及批复中相关要求。

5) PET/CT诊断项目建有衰变池,含有放射性同位素的废水统一集中到衰变池进行贮存,衰变池能够满足储存超过30天的贮存要求;设有多个放射性废物筒收集放射性废物,注射室设有通风橱及专用通风管道,排气口高于本建筑屋脊,满足核医学放射性废物处置要求;已落实环评及批复中相关要求。

6) 医院为本项目工作场所配备了1台巡检仪、1台表面污染检测仪、2台个人剂量报警仪和1套活度计等辐射监测仪器,并配备了防护铅衣、防护铅围脖、铅眼镜、铅帽、铅手套等防护用品,已落实环评及批复中相关要求。

7) 辐射工作人员均已通过辐射防护安全与防护知识培训考核, 并获得培训合格证书; 辐射工作人员已开展个人剂量监测和个人职业健康体检, 并建立个人剂量和职业健康档案; 医院具有辐射安全管理机构, 并建立内部辐射安全管理规章制度及辐射应急预案, 已落实环评及批复中相关要求。

综上所述, 盐城市第三人民医院新建1台PET/CT放射诊断项目满足环评及批复中有关辐射管理的要求, 环境保护设施满足辐射防护与安全的要求, 监测结果符合国家标准, 满足《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》规定要求, 建议通过验收。

建议:

1) 认真学习《中华人民共和国放射性污染防治法》等有关法律法规, 不断提高核安全文化素养和安全意识;

2) 积极配合环保部门的日常监督检查, 按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求, 每年1月31日前将年度评估报告上传至全国核技术利用辐射安全申报系统。每年请有资质单位对项目周围辐射环境水平监测1~2次, 监测结果上报生态环境保护主管部门。