

南京医科大学第四附属医院
新建放射诊疗项目竣工环境保护
验收（本期验收 PET/CT 诊断项
目）监测报告表

报告编号：瑞森（验）字（2024）第024号

建设单位：南京医科大学第四附属医院

编制单位：南京瑞森辐射技术有限公司

二〇二四年六月

建设单位：南京医科大学第四附属医院

法人代表（签字）： 闻浩

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）：南京医科大学第四附属医院

电话：

传真：

邮编：

地址：江苏省南京市浦口区沿江街道
南浦路298号

编制单位（盖章）：南京瑞森辐射技术有限公司

电话：

传真：

邮编：

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 20

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 41

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 50

表八 验收监测结论 57

附件1：项目委托书 59

附件2：项目环境影响报告表主要内容 60

附件3：辐射安全许可证正副本复印件 69

附件4：屏蔽防护施工材料及厚度 74

附件5：辐射安全管理机构及制度 75

附件6：辐射工作人员培训证书及健康证明 100

附件7：个人剂量监测报告 115

附件8：竣工环保验收监测报告 146

附件9：验收监测单位CMA资质证书 156

建设项目竣工环境保护“三同时”验收登记表..... 157

表一 建设项目基本情况

建设项目名称	南京医科大学第四附属医院新建放射诊疗项目（本期验收 PET/CT 诊断项目）竣工环境保护验收				
建设单位名称	南京医科大学第四附属医院 (统一社会信用代码:)				
建设项目性质	☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 退役				
建设地点	江苏省南京市浦口区沿江街道南浦路298号南京医科大学第四附属医院院内				
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	
	/	乙级	III类	/	
建设项目 环评批复时间	开工建设时间				
重新申领辐射安全 许可证时间	项目投入运行时间				
退役污染治理 完成时间	/	验收现场监测时间			
环评报告表 审批部门	原江苏省环境保护厅	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	辐射安全与防护设 施投资总概算			比例	
实际总概算	辐射安全与防护设 施实际总概算			比例	
备注：①本项目环评规划：建设2座医用直线加速器机房，并配备2台医用直线加速器；建设1座后装机房；建设核医学科：2座PET/CT机房（使用 ¹⁸ F显像诊断、 ⁶⁸ Ge作为校准源）、1座SPECT/CT机房（使用 ^{99m} Tc显像诊断）和 ¹³¹ I核素治疗病房及相关辅助用房，于场所内使用放射性同位素 ¹⁸ F以及1台PET/CT用于开展显像诊断；建设4座DSA机房，并配备4台DSA，用于开展介入诊断及治疗。实际已建成1座DSA机房，并配备1台DSA，用于开展介入诊断及治疗。 ②已验收项目：其中1座医用直线加速器机房（住院楼负一层放疗中心1#加速器机房）、3座DSA机房（门诊楼三楼介入科手术室1、2）已于2022年4月7日完成自主验收。 ③本次验收核医学科PET/CT工作场所：已建成2座PET/CT机房及相关辅助房间，目前仅在PET/CT1机房配备1台PET/CT，配合 ¹⁸ F进行显像诊断。 ④未验收项目：南京医科大学第四附属医院新建放射诊疗项目中门诊楼一楼DSA室、门诊楼三楼介入科手术室3、住院楼负一层核医学科PET/CT2机房、SPECT/CT诊断项目、 ¹³¹ I核素治疗项目等目前已建设完成，尚未配备相关设备及放射性药物，待建设完成后，另履行环保验收手续。					
验收依据	建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度： (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014年修订版），中华人民				

	共和国主席令第九号，2015年1月1日起实施； （2）《中华人民共和国环境影响评价法》，2002年10月28日第九届全国人民代表大会常务委员会第三十次会议通过，2003年9月1日起施行，2016年7月2日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十一次会议第一次修正，2018年12月29日第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议第二次修正； （3）《关于发布<建设项目竣工环境保护验收暂行办法>的公告》，国环规环评〔2017〕4号，环境保护部办公厅2017年11月22日印发、实施； （4）《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六号，2003年10月1日起实施； （5）《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令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）《建设项目环境保护管理条例》（2017年修订版），国务院令682号，2017年10月1日发布施行； （7）《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021年修正本），生态环境部第20号令，2021年1月4日公布，自公布之日起施行； （8）《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环保部令第18号，2011年5月1日公布施行； （9）《放射性废物安全管理条例》，2011年12月20日国务院令612号，2012年3月1日起施行； （10）《江苏省辐射污染防治条例》（2018年修正本），2018年5月1日起实施； （11）《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》国家环保总局，环发[2006]145号，2006年9月26日起施行； （12）《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，生态
--	--

	环境部部令第9号，2019年11月1日起施行； （13）《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，公告2017年第65号发布，2018年1月1日起施行； （14）《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》，环办辐射函[2016]430号。 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）； （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）； （5）《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）； （6）《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）及其复函（辐射函〔2023〕20号）； （7）《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）； （8）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）； （9）《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ 98-2020）； （10）《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）； （11）《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）。 建设项目环境影响报告书（表）及其审批部门审批文件： （1）南京医科大学第四附属医院新建放射诊疗项目环境影响报告表》，南京瑞森辐射技术有限公司，2017年9月。见附件2； （2）《关于南京医科大学第四附属医院新建放射诊疗项目环境影响报告表的批复》，原江苏省环境保护厅，审批文号：（苏环辐(表)审〔2018〕012号，2018年5月31日。见附件3。
--	--

验收监测 执行标准	人员年受照剂量限值：	
	(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：	
	表1-1 工作人员职业照射和公众照射剂量限值：	
		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。
	(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。	
	表 1-2 工作人员职业照射和公众照射剂量约束值	
注：*依据GB 18871-2002和HJ 1188-2021要求，本项目验收时公众年有效剂量约束值取0.1 mSv/a。		
辐射管理分区：		
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。		
(1) 控制区		
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。		
(2) 监督区		

	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，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。 原环评执行标准： 《临床核医学放射卫生防护标准》（GBZ120-2006）； 《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ 130-2013）。 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 6.1.5 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2.5μSv/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10μSv/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2.5μSv/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25μSv/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2.5μSv/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。 6.2.4 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。 5.2.5 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；

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；

6.4 X射线设备工作场所防护

	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。 6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。 6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。 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。 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。 6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。 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。 6.4.9 CT装置的安放应利于操作者观察受检者。 6.4.10 机房出入门宜处于散射辐射相对低的位置。 6.5 X射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求 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。 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。 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 <table><tr><th>级别</th><th>日等效最大操作量/Bq</th></tr></table>	级别	日等效最大操作量/Bq
级别	日等效最大操作量/Bq		

	甲	$>4\times10^9$
	乙	$2\times10^7\sim4\times10^9$
	丙	豁免活度值以上 $\sim2\times10^7$

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:

南京医科大学第四附属医院位于南京市浦口区沿江街道南浦路298号，是一所集医、教、研为一体的综合教学三级医院。医院总占地面积161亩，建筑面积22万平方米，总编制床位1317张，核定床位813张，医院拥有省级卒中中心，市级胸痛中心、创伤中心、危重症孕产妇救治中心、危重症儿童和新生儿救治中心，17个市医学重点专科，新增临床医技科室20个，职能科室14个。

南京医科大学第四附属医院在住院楼负一层建设核医学科：已建设两座PET/CT机房（1#机房和2#机房），目前仅在1#机房配备1台PET/CT（使用¹⁸F进行核素诊断，无需⁶⁸Ge校准源），2#机房内尚未配备设备。该核医学工作场所为丙级非密封放射性物质工作场所。该项目已于2017年9月完成项目的环境影响评价，于2018年5月31日取得了原江苏省环境保护厅关于本项目的环评批复文件（苏环辐（表）审[2018]012号）。实际建设内容主要技术参数在其环评及批复范围内。本项目环评报告表详见附件2，环评批复文件详见表四。

本次验收，南京医科大学第四附属医院PET/CT诊断项目放射源、非密封放射性物质、射线装置使用情况见表2-1。

表2-1 南京医科大学第四附属医院PET/CT诊断项目基本情况一览表

非密封放射性物质								
核素名称	日等效最大操作量（Bq）	年最大用量（Bq）	活动种类	操作方式	工作场所名称	工作场所等级	用途	
¹⁸ F	3.70E+06	9.25E+11	使用	简单操作	核医学科	丙级	医疗诊断	
射线装置								
装置名称	型号	数量	管电压（kV）	管电流（mA）	类别	活动种类	工作场所名称	备注
PET/CT	uMI788	1台	140	833	III	使用	核医学科	医疗诊断

截至本次验收，南京医科大学第四附属医院核医学科已建设完成，PET/CT诊断项目配套的辐射安全防护和环境保护设施、措施同步建设完成，具备竣工环境保护验收条件。

本项目环评规划中：PET/CT型号未定，最大管电压为140kV，最大管电流为

1250mA；本次验收：PET/CT型号为uMI780，最大管电压为140kV，最大管电流为833mA。本项目验收时PET/CT技术参数较环评时发生变化，但仍在环评规划及其批复范围内，故未发生重大变动。

本项目环评预计投资总概算为10000万元，辐射安全与防护设施总投资为500万元；本次验收仅为环评规划中PET/CT诊断项目，实际投资总概算为2500万元，其中辐射安全与防护设施投资150万元，故比环评预计投资总概算少。本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	江苏省南京市浦口区沿江街道南浦路298号						江苏省南京市浦口区沿江街道南浦路298号				与环评一致	
周围环境	PET/CT工作场所	东侧	下沉庭院				下沉庭院				与环评一致	
		南侧	ECT 工作场所				ECT 工作场所（未启用）				与环评一致	
		西侧	候诊大厅				候诊大厅				与环评一致	
		北侧	会议示教室、数据库房				会议示教室、数据库房				与环评一致	
		楼上	诊室				诊室				与环评一致	
		楼下	土层				土层				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

/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
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	3.70E+09	3.70E+06	9.25E+11	丙级	核医学科	3.70E+09	3.70E+06	9.25E+11	丙级	核医学科	
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	待定	1 台	管电压：140kV， 管电流：1250mA	III类	核医学科	uMI780	1 台	管电压：140kV， 管电流：833mA	III类	核医学科	
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， 臭氧在常温常压约50min可自行	与环评一致		

								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96m 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

本次验收非密封放射性物质主要技术参数如下：

表2-3 非密封放射性物质主要技术参数一览表

核素名称	物理状态	日等效最大操作量	操作时间	年操作量	毒性因子	操作方式	暂存方式
¹⁸ F	液态	3.7E+06 Bq	250 天	9.25E+11 Bq	0.01	很简单操作	按需订购，不贮存

②射线装置

PET/CT 是由正电子发射计算机断层显像（PET）和电子计算机 X 射线断层扫描技术（CT）的有机结合体，在正常运行情况下，工作人员和公众可能受照的辐射为 PET/CT 中的 CT 部分产生的 X 射线穿透 PET/CT 检查室屏蔽墙、防护门、观察窗后对辐射工作人员和周围公众产生的外照射。

本次验收PET/CT射线装置主要技术参数如下：

表2-4 射线装置主要技术参数一览表

名称	型号	类型	射线种类	管电压	管电流	活动种类	工作场所
PET/CT	uMI80	III	X射线	140kV	833mA	使用	核医学科 PET/CT1机房

（2）**废气**：本项目运行过程不会产生放射性气体，但在放射性同位素药物操作过程中可能产生带有放射性核素的气溶胶。

（3）**固体废物**：主要来源于放射性药物操作过程中污染的注射器、手套、导管、药棉、纱布、吸水纸、破碎器皿等在废物库内收集暂存。

（4）**废水**：主要来源于患者吸入放射性药物后所产生的呕吐物和排泄物、剩余药液、洗消废水以及紧急排放。

2、非辐射污染源项

（1）**废水**

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污水管网。

（2）**固废**

本项目工作人员产生的生活垃圾，经分类收集后，定期交由城市环卫部门处理。

（3）**废气**

本项目无其他废气产生。

工程设备与工艺分析：

1、工作原理

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。

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的自由电子碰撞湮灭，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。实用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。

2、工作流程及产污环节

南京医科大学第四附属医院 PET/CT 诊断项目所使用的 ^{18}F 放射性药物为向供药单位订购获得，医院根据患者预约情况，确定当天所使用的药物剂量，提前向供药单位预订，供药单位在患者就诊前将药物送到核医学科的储源送达室内，核医学科指定专人在储源接收室负责药物的接收和登记，并暂存到注射室

铅通风橱内，当天用完。

患者按预约日期到达候诊大厅，在候诊大厅内接受宣讲和告知，之后在进行注射前埋针，埋针后向北通过单向门禁后到达注射室。医护人员在铅通风橱内根据患者用药情况将药物进行分装，装至带铅套的注射器内，经校对无误后，在注射窗口为病人注射。注射完毕后的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。

PET/CT 诊断具体工作流程如下：

- ①接收患者，开具 PET/CT 诊断单并告知患者诊断过程存在辐射危害；
- ②医生根据病情确定使用核素的剂量；与患者预约，按需订购放射性药物；
- ③病人先进行埋针，然后通过注射将放射性药物摄入。在药品摄入过程中存在 γ 射线污染，同时会产生放射性废水、固废（注射器、棉球、药品盒）；
- ④病人注射完药物后进入注射后候诊室或 VIP 注射后候诊室内等待观察（一般注射放射性药物后需等待约 30min），待药物代谢至靶器官，进入 PET/CT 检查室，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，病人在诊后休息室休息，留观一段时间后，若无其他情况，从病人专用通道离开。此过程病人带有 γ 射线。

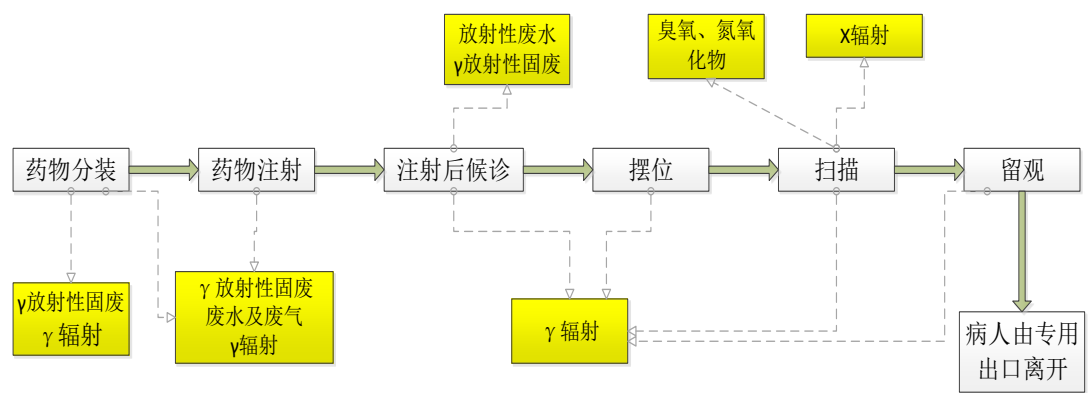


图 2-1 PET/CT 诊断项目工作流程及产污环节示意图

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诊断项目 布局：南京医科大学第四附属医院PET/CT诊断项目在医院住院楼负一楼核医学科开展，PET/CT工作场所东侧为下沉庭院、南侧为ECT工作场所（未启用），西侧为核医学科候诊大厅，北侧为会议示教室及数据库房，上方为内镜诊室，下方为土层。核医学科人流及物流具有相对的独立通道，整个工作场所相对独立，与其他科室有明显的界限。PET/CT诊断项目工作场所位于住院楼负一楼核医学科，避开了医院的产科、儿科、食堂等部门，工作场所出入口避开了人流量较大的大厅、收费处等人群稠密区域，避免了对公众不必要的照射。 PET/CT 诊断项目工作场所设置了两座 PET/CT 机房、控制廊、更衣室、淋浴间、放射性废物间、分装/注射室、PET/CT 检查区、候诊室 1、候诊室 2、候诊室 3、候诊室 4、留观室、库房、候诊大厅、注射前候诊区、卫生间、医师办公室、阅片会议室等，功能布局基本按照 PET/CT 诊断流程、使患者单向行进布局；储源送达/接收、分装注射均设置单独房间；患者行进路径、医护人员工作路径及核药送达路径均相对独立，废弃物清运错峰进行，其路径在时间上相对独立。 本项目辐射工作场所根据工作要求且有利于辐射防护和环境保护进行布局，功能分区明确，既能有机联系，又不互相干扰，且最大限度避开了人流量较大的门诊区或其它人流活动区。 本项目选址及布局与环境影响报告表内容及其批复要求基本一致，满足《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）及《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）的标准要求。 辐射防护分区：《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）要求：应把放射性工作场所分为控制区、监督区以便于辐射防护管理和职业照射控制；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，对控制区运用行政管理程序（如工作许可证制度）和联锁装置限制进入；监督区通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监
--

督和评价。

医院将PET/CT机房、放射性废物间、分装/注射室、PET/CT检查区、候诊室1、候诊室2、候诊室3、候诊室4、留观室、卫生间及衰变池划分为控制区，该区域涉及放射性同位素操作，是药物操作及带药病人的主要活动区域及放射性固体废物存放区域，设置有病人专用通道供带药病人行走，属于GB 18871-2002定义的控制区，进行了专门的屏蔽防护设计；将控制廊、更衣室、淋浴间、库房、候诊大厅、注射前候诊区、卫生间、医师办公室、阅片会议室划为监督区，属于GB 18871-2002定义的监督区。本次验收PET/CT诊断项目工作场所辐射防护分区划分明确，布局基本合理，工作场所布局与环境影响报告表内容及其批复要求基本一致，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的标准要求。

2、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）位于医院住院楼负一楼，PET/CT工作场所东侧为下沉庭院，南侧为办公区，西侧为候诊大厅，北侧为放疗科，上方为诊室，下方为土层。结合本项目的工艺流程，本次PET/CT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工作场所西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。该路径上卫生通过间设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工作场所放射性废物间内；技师通过通道经过道进入控制廊。

（2）患者路径：

患者按预约日期首先到住院楼负一楼核医学科候诊大厅北部的登记室，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候诊大厅东北部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核医学候诊大厅南侧的电梯进入候诊大厅，然后通过控制廊及卫生通过间进入分装注射室，将放射性药物暂存至通风橱内。

本项目PET/CT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PET/CT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。

本项目工作场所现场照片如图3-1所示，工作场所平面布置、两区划分及人员、物流路线示意图见图3-2。



候诊区



注射窗口



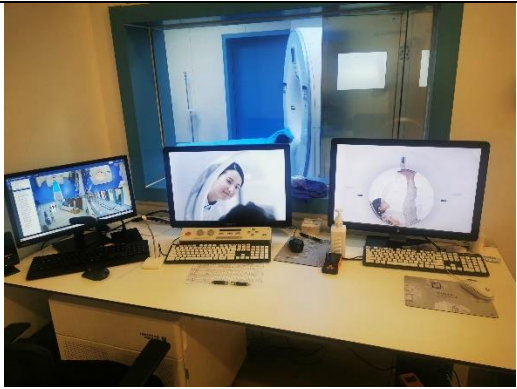
PET/CT场所入口



患者通道



PET/CT室



PET/CT控制室

图3-1 工作场所现场照片

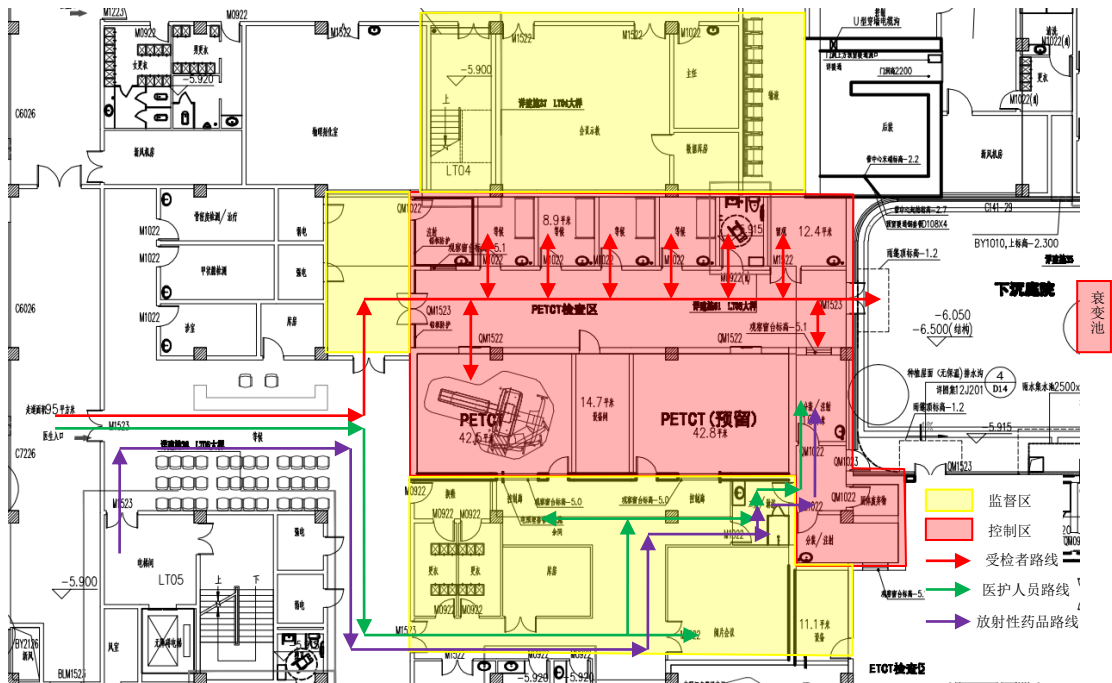


图3-1本项目PET/CT诊断项目分区示意图

2、工作场所屏蔽设施建设情况

本项目PET/CT工作场所屏蔽防护设计情况与实际建设情况如下：

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
分装、注射室	四面墙体	35cm 砼	南墙：200mm 混凝土+6mmPb 硫酸钡； 其余各墙：3500mm 混凝土+3mmPb 当量硫酸钡	满足环评要求
	顶棚	12cm 砼+120cm 回填土	120mm 砼+1200mm 回填土+8mmPb 铅板	
	通风橱	40mmPb	40mmPb	
	防护门	10mmPb	10mmPb	
	注射窗	50mmPb	50mmPb	
注射后候诊室 1~4	四面墙体	西、北墙 35cm 砼；其余 20cm 水泥砖	北墙：350mm 混凝土+3mmPb 硫酸钡； 其余各墙：200mm 实心砖+6mmPb 当量硫酸钡	满足环评要求
	顶棚	12cm 砼+120cm 回填土	120mm 砼+1200mm 回填土+8mmPb 铅板	
	防护门	8mmPb	10mmPb	
PET/CT 机房	四面墙体	30cm 砼	东墙：200mm 实心砖+6mmPb 硫酸钡； 其余各墙：200mm 混凝土+4mmPb 当量硫酸钡	满足环评要求
	顶棚	12cm 砼+120cm 回填土	120mm 砼+1200mm 回填土+8mmPb 铅板	
	防护门	10mmPb	10mmPb	
	观察窗	10mmPb 铅玻璃	10mmPb 铅玻璃	
	铅屏风	/	5mmPb	
卫生间	四面墙体	东、北墙 35cm 砼； 西、南墙 20cm 水泥砖	北墙：350mm 混凝土+3mmPb 硫酸钡； 其余各墙：200mm 实心砖+6mmPb 当量硫酸钡	满足环评要求
	顶棚	12cm 砼+120cm 回填土	120mm 砼+1200mm 回填土+8mmPb 铅板	
	防护门	10mmPb	10mmPb	
留观室	四面墙体	北墙 35cm 砼；其余 20cm 水泥砖	东、北墙：350mm 混凝土+3mmPb 硫酸钡； 南、西墙：200mm 实心砖+6mmPb 当量硫酸钡	满足环评要求
	顶棚	12cm 砼+120cm 回填土	120mm 砼+1200mm 回填土+8mmPb 铅板	
	防护门	10mmPb	10mmPb	

由表3-1可知，本项目工作场所屏蔽设施建设情况均优于环评设计情况或与环评设计情况一致，已落实屏蔽防护建设。

3、辐射安全与防护措施

(1) 工作状态指示灯

本项目PET/CT室防护大门采用电动推拉门且设置了防夹装置，防护门上方设置工作状态指示灯箱，灯箱上设置“射线有害 灯亮勿入”的警示语。灯箱与防护门进行联锁，防护门打开时，灯箱熄灭；防护门关闭时，灯箱自动亮起。经验证，防护门上方的工作状态指示灯与防护门能有效联动，门灯联锁验证照片见图3-3。



图 3-3 工作状态指示灯及门灯联锁

(2) 电离辐射警告标志及电离辐射标志

医院在核医学场所PET/CT机房门上、控制区入口及出口防护门上、分装注射室门上、通风橱上、污物暂存间、注射候诊室、留观室门上等均设置了电离辐射警告标志及中文警示说明，转运铅盒上设置电离辐射标志，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及《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）的标准要求。电离辐射警告标志及电离辐射标志见图3-4。

	
PET/CT机房防护大门	
	
PET/CT工作场所入口	患者出口（控制区出口）
	
分装注射室	贮存/废物室

	
注射后候诊室1	注射后候诊室2
	
注射后候诊室3	注射后候诊室4
	
留观室	卫生间

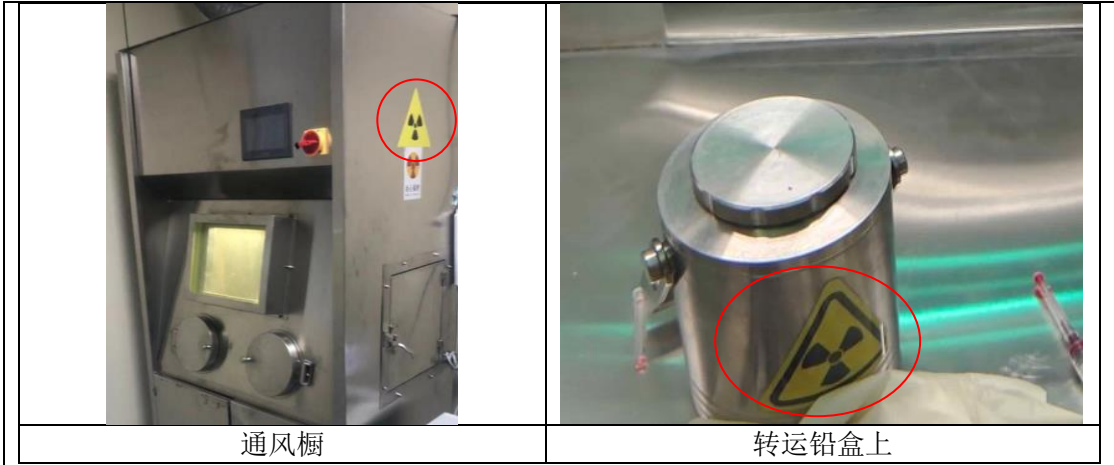


图3-4电离辐射警告标志及电离辐射标志

（3）视频监控装置及对讲系统

医院于本项目核医学科入口处、候诊区等位置设置多个监控摄像头，视频监视器设于 PET/CT 控制室内，工作人员通过视频监控可实时观察患者走动情况及核医学运行情况。同时地卖弄粘贴了导流图标，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 3-5。



	
患者走道区摄像头	患者走道区摄像头
	
留观室摄像头	PET/CT机房摄像头
	
控制室监控显示终端	分装注射室监控显示终端

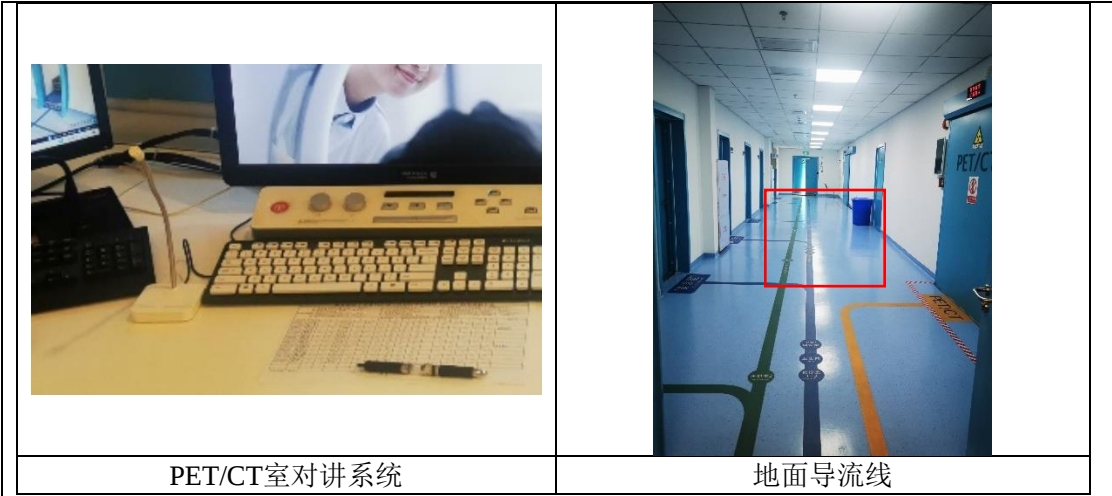


图3-5本项目PET/CT工作场所影像监控装置、摄像头及对讲系统

（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3-6。

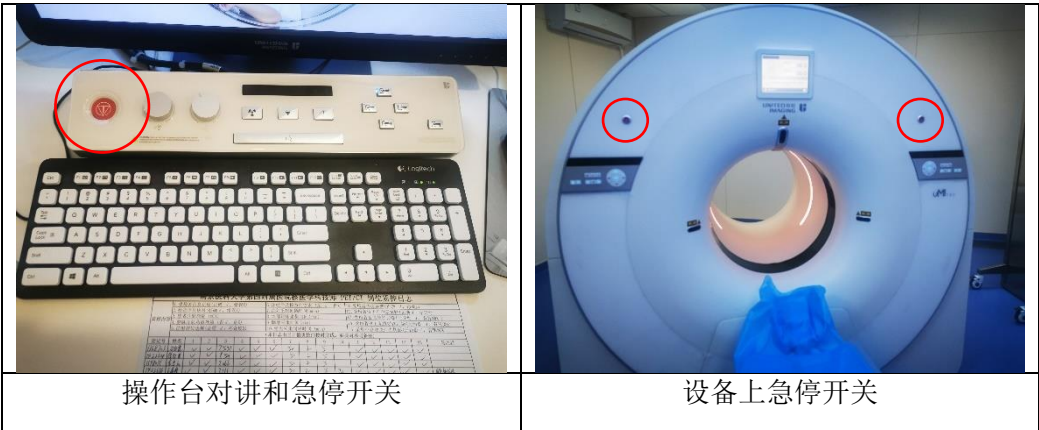


图3-6 本项目PET/CT工作场急停开关

（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3-7，个人防护用品清单见表3-2。

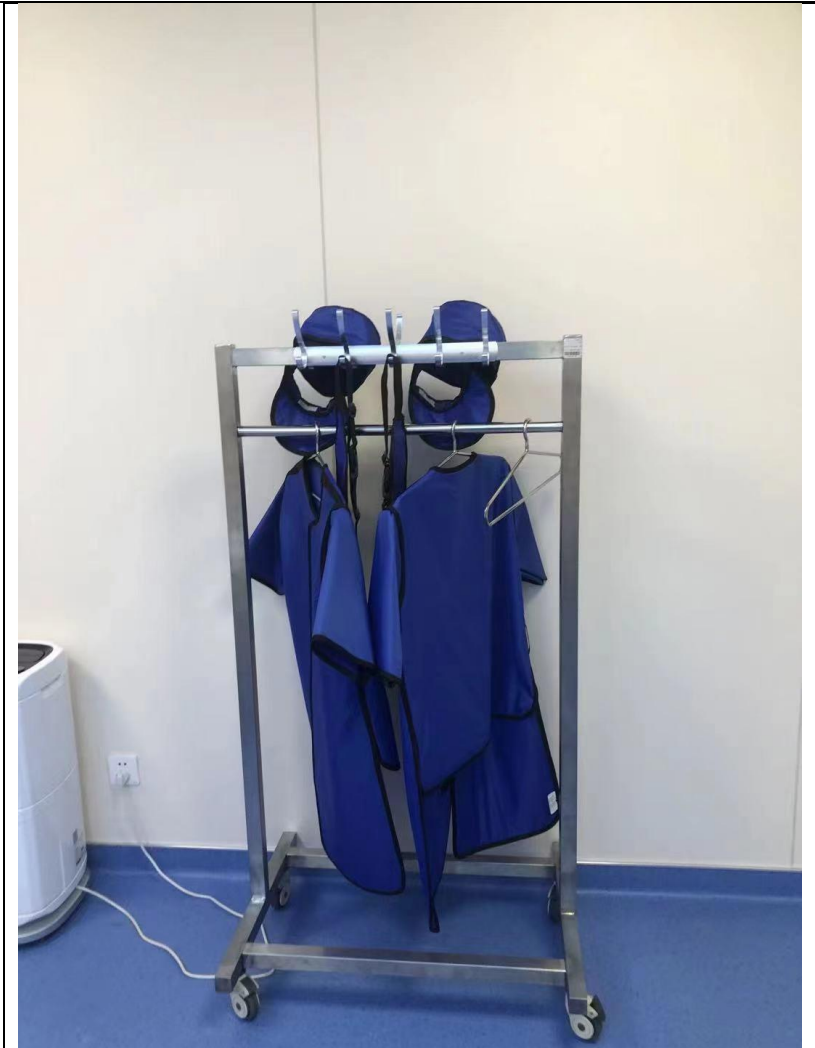


图3-7 个人防护用品

表 3-2 本项目配备的辅助用品清单

防护用品	数量	防护参数	生产厂家	使用场所
铅橡胶围裙	2 件	0.5mmPb	康谐医疗器械	PET/CT 工作场所
铅橡胶围脖	2 件	0.5mmPb	康谐医疗器械	PET/CT 工作场所
铅眼镜	2 副	0.5mmPb	康谐医疗器械	PET/CT 工作场所
放射性污染防护服	若干	/	/	PET/CT 工作场所

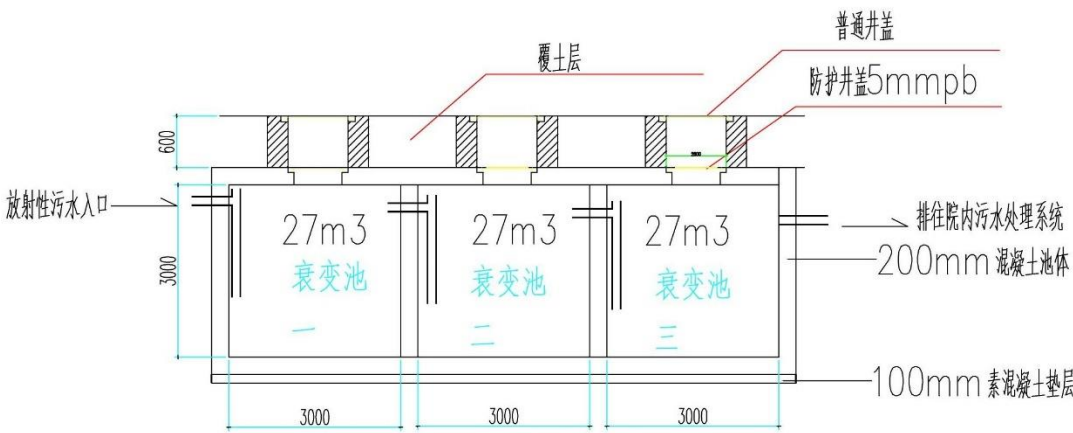
（6）放射性“三废”处置

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。

本项目衰变池位于住院楼东侧地下，上方为绿化带，单个衰变池容积为27m³，衰变池总容积约81m³。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3-8。



推流式衰变池立面图

图 3-8 本项目衰变池设计示意图

经与医院核实，本项目核医学科工作场所中，使用¹⁸F核素日接诊量最大为10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250L/天。放射性废水存储时间按30天计算，则30天总废水量为7500L，即7.5m³。该衰变池容量（约81m³）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3-9）。



图 3-9 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、贮存/废物室、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。

（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、氮氧化物等气体，PET/CT机房通过机械排风装置将室内气体排入大气。

（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3-3），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3-3 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	有效期	工作场所
彭爱琴	女	医师	影像诊断	FS24JS0300009	2029.01.18	核医学科
张文妍	女	医师	影像诊断	FS24JS0300056	2029.04.11	核医学科
戴倩	女	医师	影像诊断	FS23JS0300375	2028.12.28	核医学科
李研	女	护理	护理	FS21JS0300206	2026.12.31	核医学科
刘荣荣	女	技师	影像技术	FS20JS0100733	2027.03.18	核医学科
苏宇	男	技师	技师	FS22JS0300032	2027.05.20	核医学科

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3-10。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。

	
辐射巡测仪	表面污染检测仪



图 3-10 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3-4，各类设施实物图见图3-11。

表3-4 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	PET/CT室
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
	
铅屏风	

图 3-11 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) 《南京医科大学第四附属医院关于职业安全防护与健康管理工作领导小组的通知》
- 2) 《PET/CT 室工作制度》
- 3) 《放射工作人员健康管理制度》
- 4) 《放射工作人员安全培训制度》
- 5) 《PET/CT 室质量管理制度》
- 6) 《辐射安全防护和安全保卫制度》
- 7) 《放射性药物操作事故登记和报告制度》
- 8) 《放射性药品管理制度》
- 9) 《PET/CT 科室工作职责》
- 10) 《PET/CT 室检查患者突发疾病急救流程》
- 11) 《辐射环境监测方案》
- 12) 《PET/CT 室辐射安全应急预案》

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3-5 南京医科大学第四附属医院新建放射诊疗项目（本期验收PET/CT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	建立辐射安全与环境保护管理机构，或配备不少于 1 名大学本科以上学历人员从事辐射防护和环境保护管理工作。	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：加速器、后装机、核医学科、DSA 等 X 射线机房墙体采用混凝土结构（部分场所内刷防辐射涂料）、顶（地面）采用混凝土结构，各防护门均采用铅防护门，观察窗均为铅玻璃观察窗。	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）：核医学科控制区入口处、控制区各房间防护门、放射性废物桶表面设置电离辐射警告标志，同时在 SPECT/CT 及 PET/CT 机房门口设置工作状态指示灯。	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 243m 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	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。	安全合格证书的人员，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，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，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
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：核医学科配备铅通风橱，放射性核素操作人员配备铅衣、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	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：《南京医科大学第四附属医院关于职业安全防护与健康管理领导小组的通知》、《PET/CT 室工作制度》、《放射工作人员健康管理制度》、《放射工作人员安全培训制度》、《PET/CT 室质量管理制度》、《辐射安全防护和安全保卫制度》、《放射性药物操作事故登记和报告制度》、《放射性药品管理制度》、《PET/CT 科室工作职责》、《PET/CT 室检查患者突发疾病急救流程》、《辐射环境	已落实

检查项目	“三同时”措施	环评批复要求	执行情况	结论
			监测方案》、《PET/CT 室辐射安全应急预案》。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

一、实践正当性

南京医科大学第四附属医院新建放射诊疗项目位置位于医技楼（北区）及地下负一层东部。项目主要包括：放疗中心拟建2座医用直线加速器机房（负一层）、1座后装机房（负一层）；核医学科拟建两座PET/CT机房、一座SPECT/CT机房、¹³¹I核素治疗病房及相关辅助用房（负一层）；医技楼（北区）拟开展DSA介入治疗（一楼1座，三楼3座）。

以上项目均符合《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。

二、选址合理性

本项目位于南京市浦口区沿江街道京新社区，医院东侧为小外江路，南侧为引水河路，西侧为南浦路，北侧为柳州东路。50m范围内无学校、居民楼等本项目环境敏感点，选址可行。各射线装置机房、乙级非密封放射性物质工作场所拟设置控制区及监督区，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，注射后候诊室内设置有注射后病人专用厕所，避免公众、工作人员受到不必要的外照射，布局基本合理。

三、辐射环境现状评价

南京医科大学第四附属医院新建放射诊疗项目周围区域本底辐射剂量率在104nSv/h~115nSv/h之间，与江苏省辐射天然本底水平相比较，属正常本底水平。

四、环境影响评价

根据理论估算结果，南京医科大学第四附属医院新建放射诊疗项目在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
0.25mSv）。

五、辐射安全措施评价

南京医科大学第四附属医院核医学非密封放射性物质工作场所控制区出
入口需设置“当心电离辐射”警告标志；PET/CT 机房、SPECT/CT 机房、加速
器机房、DSA 机房以及其他机房入口处均需设置“当心电离辐射”警告标志和
工作状态灯；PET/CT 机房、SPECT/CT 机房、加速器机房及后装机房应设门
机联锁装置，DSA 机房应设闭门装置，所有机房确保工作状态指示灯与机房
相通的门能有效联动，各机房门外还应标注放射防护注意事项，详见“三同
时”措施一览表。

六、辐射管理措施和管理制度评价

南京医科大学第四附属医院需为本项目辐射工作人员配置个人剂量计，
定期送有资质部门监测个人剂量，建立个人剂量档案；定期进行健康体检，
建立个人职业健康监护档案。南京医科大学第四附属医院还需为核医学科乙
级非密封放射性物质工作场所、DSA 机房以及其他Ⅲ类射线装置机房其他配
备共计 1 台巡测仪，1 台表面沾污仪，≥10 台个人剂量报警仪。此外，医院应
根据 GBZ130-2013 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。

医院需设立辐射安全管理机构，制定相关操作规程、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、辐射事
故应急措施等辐射安全管理制度。

综上所述，南京医科大学第四附属医院新建放射诊疗项目符合实践正当
性原则，拟采取的辐射安全和防护措施适当，工作人员及公众受到的年有效
剂量符合项目剂量管理限值的要求。

从保护环境的角度而言，在严格执行本报告提出的相关辐射防护措施的基础
上，本项目是可行的。

2、审批部门审批决定

江苏省环境保护厅

苏环辐(表)审[2018]012 号

关于南京医科大学第四附属医院新建放射诊疗项目 环境影响报告表的批复

南京医科大学第四附属医院：

你单位报送的《新建放射诊疗项目环境影响报告表环境影响
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
位于南京市浦口高新技术开发区沿江街道京新社区医院内，项
目内容：放疗中心拟建 2 座医用直线加速器机房（配备 2 台医
用直线加速器，X 射线最大能量 15MV，属 II 类射线装置）和 1
座后装机房（含 1 枚 ^{192}Ir 放射源，活度 $3.7\times 10^{11}\text{Bq}$ ，属 III 类
放射源）；核医学科拟建 2 座 PET/CT 机房、1 座 SPECT/CT 机
房、 ^{131}I 核素治疗病房及相关辅助用房，使用 ^{18}F 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{131}I
核素进行放射性诊断、治疗（属乙级非密封放射性物质工作场
所），使用 4 枚 ^{68}Ge 校验源（属 V 类放射源），配备 2 台 PET/CT、
1 台 SPECT/CT（属 III 类射线装置）；此外，在医技楼（北区）
拟新增 4 台 DSA，开展介入治疗（属 II 类射线装置）。各设备详
细技术参数见《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）定期检查辐射工作场所门机联锁、急停按钮、工作指示灯、电离辐射警告标志等安全设施，确保正常工作。

（三）放射源和非密封放射性同位素转让须及时到环保部门办理审批与备案手续；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。

（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。每年请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。

江苏省环保厅
2018 年 5 月 31 日

抄送：南京市江北新区管理委员会。

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

验收监测单位南京瑞森辐射技术有限公司获得 CMA 资质认证（CMA 证书编号：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。

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。

4、质量控制

本项目验收监测单位南京瑞森辐射技术有限公司已通过检验检测机构资质认证（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）、《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）、《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）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）要求，实施全过程质量控制。

数据记录及处理：

（1）X-γ周围剂量当量率：将辐射剂量仪（型号：AT 1123）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。仪器示数稳定后读取数据，读取间隔不小于10s；

（2）β表面污染水平：将表面污染仪（型号：CoMo 170）开机预热，手持仪器，将设备探测窗贴近被检测区域表面但不接触，缓慢移动设备，设备显示最大值且稳定后读取数据，读取间隔不小于1s；

（3）通风橱通风风速：将风速仪探头放在在通风橱左、右通风口处测量风速，保持探头稳定，待仪器示数稳定后读取数据。

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

1、监测项目

根据本项目污染源特征，本次竣工验收监测项目确定为：

- （1）工作场所X-γ周围剂量当量率；
- （2）β表面污染水平；
- （3）通风橱通风风速。

2、监测点位

对核医学科工作场所及周围环境布设监测点，特别关注控制区、监督区边界，监测X-γ空气吸收剂量率、β放射性表面污染；在通风橱左、右两侧操作口测量通风风速。

监测布点详见图6-1至图6-3。

3、监测仪器

监测仪器见表 6-1。

表6-1 检测使用仪器

序号	仪器名称	仪器型号	仪器编号	主要技术指标
1	辐射剂量仪	AT1123	NJRS-044	能量响应：15keV~10MeV 测量范围：50nSv/h~10Sv/h 检定证书编号：Y2023-0181514 检定有效期限：2023.11.17~2024.11.16
2	表面污染剂量仪	CoMo170	NJRS-129	测量范围：β/γ0cps~20000cps 检定证书编号：Y2024-0027030 检定有效期限：2024.3.28~2025.3.27
3	风速仪	HT625B	NJRS-136	测量范围：0~20m/s 检定证书编号：H2023-0061445 检定有效期限：2023.5.22~2024.5.21

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）、《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）、《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）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的标准要求进行监测、分析。

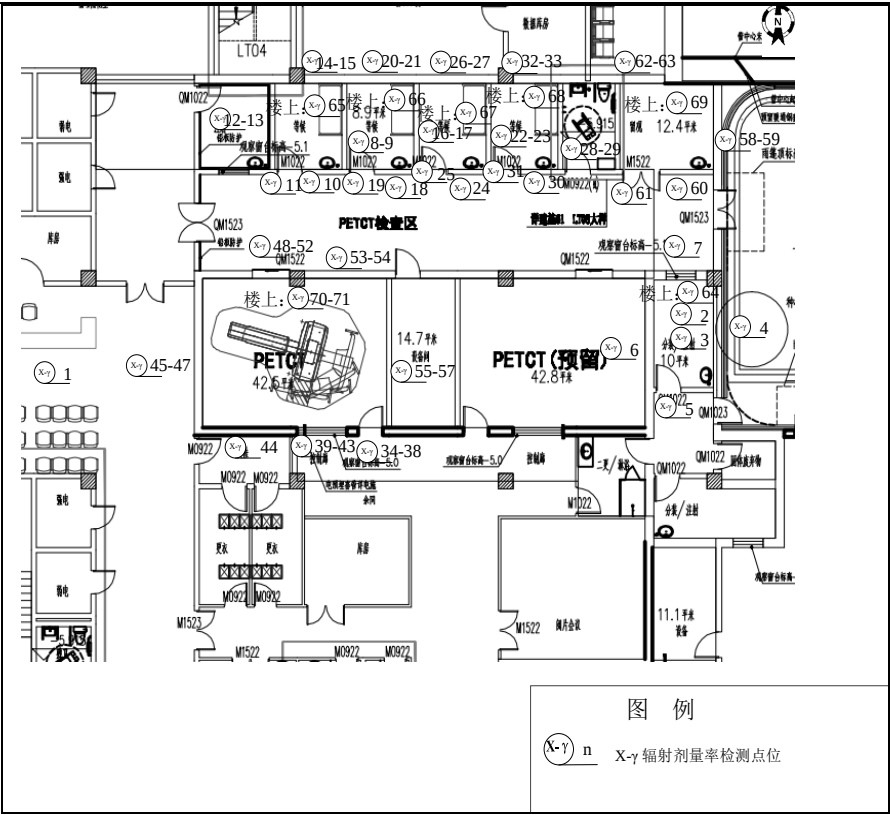


图6-1 X-γ空气吸收剂量率监测布点图

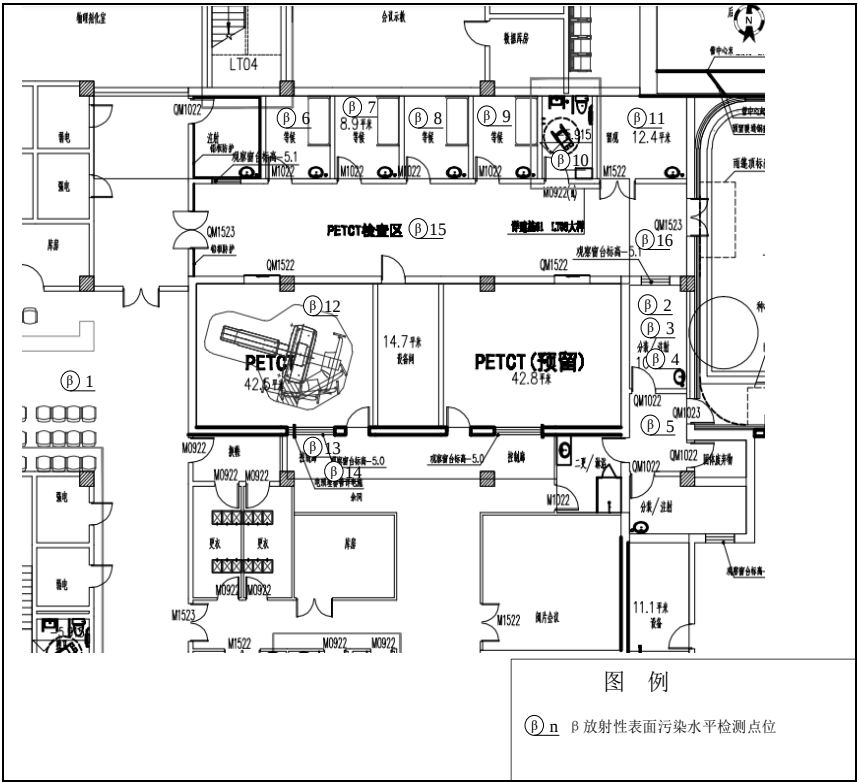


图6-2 β放射性表面污染监测布点图

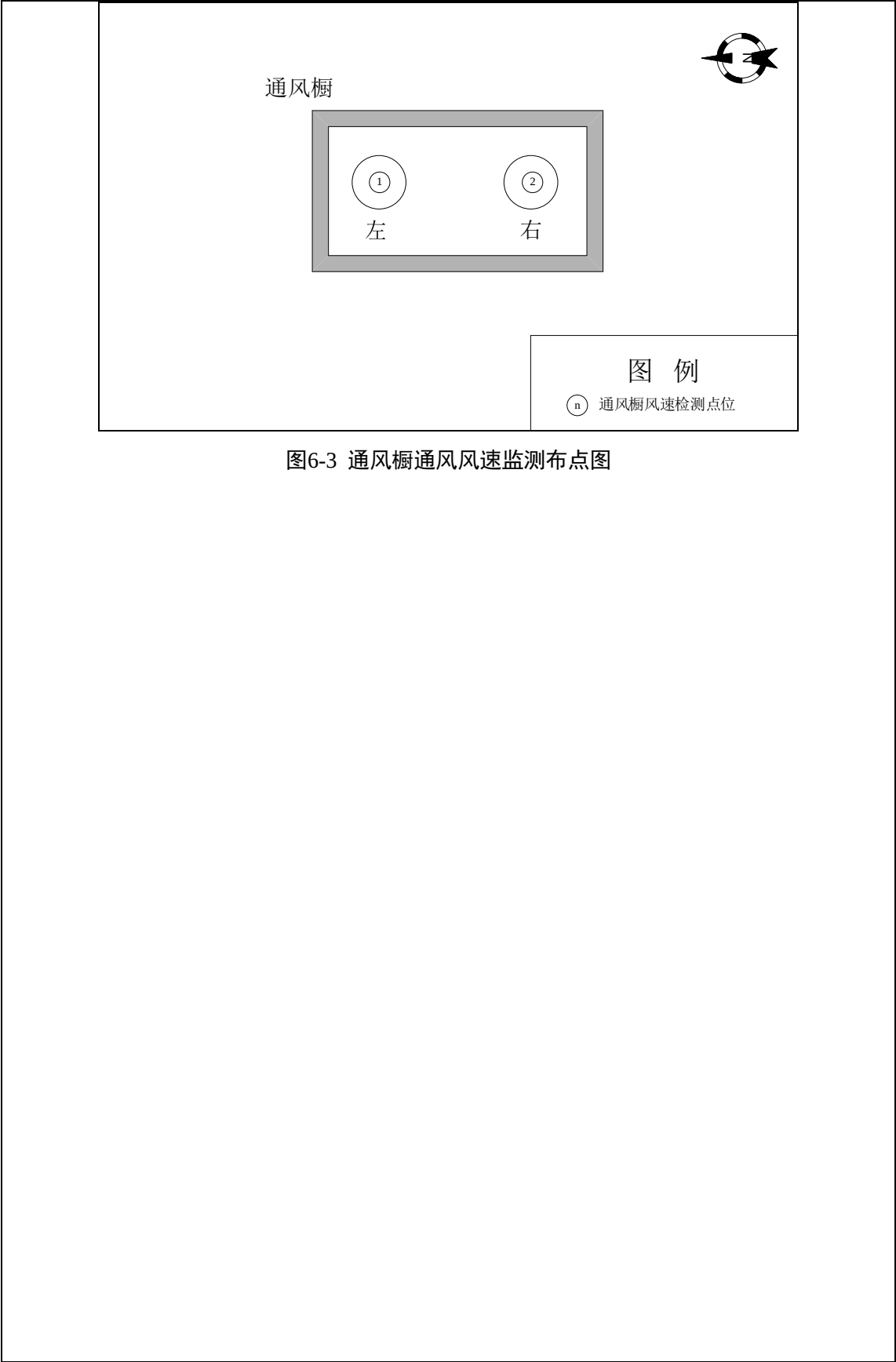


图6-3 通风橱通风风速监测布点图

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：南京医科大学第四附属医院
监测实施单位：南京瑞森辐射技术有限公司
监测日期：2024年5月17日
天气：阴，22℃，56%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	uMI780	140kV/833mA	CT扫描：120kV/300mAs； 1名注射 ¹⁸ F药物的患者躺在 诊断床上	PET/CT工 作场所
被检场所信息					
序号	场所名称		检测工况		
1	核医学科 （PET/CT工作场所）		1.每名患者约注射4.44×10 ⁸ Bq（12mCi）的 ¹⁸ F药物； 2.通风橱内放置9.25×10 ⁸ Bq（25mCi）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。PET/CT 诊断项目工作场所及其周围环境 X-γ 辐射剂量率监测结果见表 7-2，表面污染监测结果见表 7-3，通风橱通风风速监测结果见表 7-4。

表 7-1 核医学科 PET/CT 诊断项目工作场所 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	核医学科候诊大厅	0.12	/
2	通风橱表面（正面）30cm处	1.41	通风橱内 放置 25mCi ¹⁸ F 药物
3	通风橱表面（侧面）30cm处	2.41	
4	分装注射室东墙外30cm处	0.15	分装注射室内

5	分装注射室南门外30cm处	0.55	放置 12mCi ¹⁸ F 药物
6	分装注射室西墙外30cm处	0.21	
7	注射窗外 30cm 处	0.15	
8	注射后候诊室 1 东墙外 30cm 处	0.41	1 名患者在注射后候诊室 1 内
9	注射后候诊室 1 东墙外 30cm 处	0.42	
10	注射后候诊室 1 南墙外 30cm 处	0.53	
11	注射后候诊室 1 南门外 30cm 处	1.75	
12	注射后候诊室 1 西墙外 30cm 处	0.35	
13	注射后候诊室 1 西墙外 30cm 处	0.35	
14	注射后候诊室 1 北墙外 30cm 处	0.21	
15	注射后候诊室 1 北墙外 30cm 处	0.21	1 名患者在注射后候诊室 2 内
16	注射后候诊室 2 东墙外 30cm 处	0.43	
17	注射后候诊室 2 东墙外 30cm 处	0.43	
18	注射后候诊室 2 南墙外 30cm 处	0.49	
19	注射后候诊室 2 南门外 30cm 处	1.82	
20	注射后候诊室 2 北墙外 30cm 处	0.21	
21	注射后候诊室 2 北墙外 30cm 处	0.22	1 名患者在注射后候诊室 3 内
22	注射后候诊室 3 东墙外 30cm 处	0.37	
23	注射后候诊室 3 东墙外 30cm 处	0.38	
24	注射后候诊室 3 南墙外 30cm 处	0.52	
25	注射后候诊室 3 南门外 30cm 处	1.91	
26	注射后候诊室 3 北墙外 30cm 处	0.20	
27	注射后候诊室 3 北墙外 30cm 处	0.21	1 名患者在注射后候诊室 4 内
28	注射后候诊室 4 东墙外 30cm 处	0.53	
29	注射后候诊室 4 东墙外 30cm 处	0.51	
30	注射后候诊室 4 南墙外 30cm 处	0.43	
31	注射后候诊室 4 南门外 30cm 处	1.93	

32	注射后候诊室 4 北墙外 30cm 处	0.23	
33	注射后候诊室 4 北墙外 30cm 处	0.23	
34	PET/CT 室南门外 30cm 处（中间）	0.17	1 名患者在 PET/CT 室检 查，CT 扫描 工况： 120kV、 300mAs
35	PET/CT 室南门外 30cm 处（上缝）	0.17	
36	PET/CT 室南门外 30cm 处（下缝）	0.18	
37	PET/CT 室南门外 30cm 处（左缝）	0.17	
38	PET/CT 室南门外 30cm 处（右缝）	0.17	
39	PET/CT 室观察窗外 30cm 处（中间）	0.16	
40	PET/CT 室观察窗外 30cm 处（上缝）	0.16	
41	PET/CT 室观察窗外 30cm 处（下缝）	0.16	
42	PET/CT 室观察窗外 30cm 处（左缝）	0.17	
43	PET/CT 室观察窗外 30cm 处（右缝）	0.17	
44	PET/CT 室南墙外 30cm 处	0.15	
45	PET/CT 室西墙外 30cm 处	0.14	
46	PET/CT 室西墙外 30cm 处	0.15	
47	PET/CT 室西墙外 30cm 处	0.14	
48	PET/CT 室北门外 30cm 处（中间）	0.18	
49	PET/CT 室北门外 30cm 处（上缝）	0.18	
50	PET/CT 室北门外 30cm 处（下缝）	0.18	
51	PET/CT 室北门外 30cm 处（左缝）	0.19	
52	PET/CT 室北门外 30cm 处（右缝）	0.19	
53	PET/CT 室北墙外 30cm 处	0.15	
54	PET/CT 室北墙外 30cm 处	0.15	
55	PET/CT 室东墙外 30cm 处	0.14	
56	PET/CT 室东墙外 30cm 处	0.14	
57	PET/CT 室东墙外 30cm 处	0.15	
58	留观室东墙外 30cm 处	0.13	1 名患者在留

59	留观室东墙外 30cm 处	0.13	观室
60	留观室南墙外 30cm 处	0.43	
61	留观室南门外 30cm 处	0.45	
62	留观室北墙外 30cm 处	0.22	
63	留观室北墙外 30cm 处	0.22	
64	分装注射室楼上地面 30cm 处	0.13	1 名患者在相 应房间
65	注射后候诊室 1 楼上地面 30cm 处	0.14	
66	注射后候诊室 2 楼上地面 30cm 处	0.14	
67	注射后候诊室 3 楼上地面 30cm 处	0.13	
68	注射后候诊室 3 楼上地面 30cm 处	0.13	
69	留观室楼上地面 30cm 处	0.14	
70	PET/CT 室楼上地面 30cm 处	0.14	
71	PET/CT 室楼上地面 30cm 处	0.14	

注：测量结果未扣除本底值。

由表 7-2 检测结果可知，本项目核医学 PET/CT 诊断项目工作场所的屏蔽防护效果良好，工作场所监督区边界、射线装置机房外周围剂量当量率均符合《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）中不大于 2.5μSv/h 的标准要求。

表 7-3 核医学科 PET/CT 诊断项目工作场所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	注射前候诊区地面	0.07	—
2	注射室地面	<LLD	—
3	通风橱表面	<LLD	—
4	分装注射室工作台面	0.09	
5	卫生通过间地面	<LLD	—
6	注射后候诊室1地面	<LLD	—
7	注射后候诊室2地面	<LLD	—

8	注射后候诊室3地面	<LLD	—
9	注射后候诊室4地面	<LLD	—
10	卫生间地面	0.13	
11	留观室地面	<LLD	—
12	PET/CT室地面	<LLD	—
13	PET/CT控制室地面	<LLD	—
14	PET/CT控制室工作台面	<LLD	—
15	患者通道地面	<LLD	—
16	患者出口地面	<LLD	—

注：β 表面放射性污染水平探测下限（LLD）为 0.07Bq/cm²。

由表7-3检测结果可知，在开展工作结束并清洁后，该核医学工作场所β放射性表面污染水平符合《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。

表 7-4 核医学科通风橱通风风速检测结果

测点编号	检测点位描述	测量结果(m/s)	备注
1	通风橱左侧操作口	1.51	/
2	通风橱右侧操作口	1.35	/

由表7-4检测结果可知，通风橱正常运行时，左侧操作口通风风速为 1.51m/s，右侧操作口通风风速为1.35m/s，符合《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）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

目前南京医科大学第四附属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：宁泰坤（个剂）检字第202319802号、宁泰坤（个剂）检字第202319803号、宁泰坤

（个剂）检字第202319804号、宁泰坤（个剂）检字第202419801-1号和宁泰坤（个剂）检字第202419801-3号，辐射工作人员个人累积剂量监测结果见表7-5。

表 7-5 辐射工作人员个人累积剂量监测结果

姓 名	岗 位	2023 年			2024 年	累积结果
		第二季度	第三季度	第四季度	第一季度	
彭爱琴	影像诊断	/	/	/	<MDL	0.01
张文妍	影像诊断	/	/	/	/	/
戴倩	影像诊断	/	/	/	/	/
李研	护理	0.07	0.48	0.43	0.37	1.35
刘荣荣	影像技术	<MDL	<MDL	<MDL	0.03	0.06
苏宇	技师	0.09	0.22	0.08	0.05	0.44

注：①彭爱琴为2024年新聘人员，目前仅取得2024年第一季度个人剂量检测报告；张文妍和戴倩为本项目新聘辐射工作人员，目前已对二人进行个人剂量监测，尚未取得监测报告；

②根据建设单位提供的个人剂量监测报告（详见附件6），最低探测水平（MDL）均为0.02mSv，结果低于MDL时，以1/2MDL表示。

由表 7-5 可知，根据南京医科大学第四附属医院提供的个人累积剂量监测报告，结果显示本项目辐射工作人员近一年个人累积剂量最大为 1.35mSv，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、本项目环评及批复的要求。

根据本项目实际监测结果，结合项目工作人员工作时间及居留情况，对 PET/CT诊断项目所致工作人员年有效剂量进行预测计算，结果见表7-6。

表 7-6 本项目辐射工作人员年有效剂量分析

核医学科工作 人员可达处	最大监测值 （μSv/h）	人员性质	居留 因子	年工作 时间	人员年有效剂 量（mSv/a）	管理目标值 （mSv/a）
PET/CT控制室	0.18	职业	1	2000	0.36	5
分装工作位	1.41	职业	1	2000	2.82	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 $E_{\text{eff}} = D \cdot t \cdot T \cdot U$ 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（保守取 2000h）， T 为居留因子（保守取 1）， U 为使用因子（保守取 1）。

由表 7-6 预测计算结果可知，PET/CT 诊断项目运行后对核医学科辐射工作

人员造成的年有效剂量最大为 2.82mSv，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、本项目环评及批复的要求。

（2）公众

本项目评价的公众为核医学科工作场所周围的非辐射工作人员，根据本项目现场实际监测结果，结合周围公众居留情况，对公众人员年有效剂量进行计算分析，结果见表 7-7。

表 7-7 本项目周围公众年有效剂量分析

核医学科周围公众可达处	最大监测值 ($\mu\text{Sv/h}$)	人员性质	居留因子	年工作时间	人员年有效剂量 (mSv/a)	管理目标值 (mSv/a)
注射后候诊室北墙	0.23	公众	1/8	2000h	0.06	0.1
PET/CT机房西墙	0.15	公众	1/4	2000h	0.08	0.1
PET/CT场所楼上地面	0.14	公众	1/4	2000h	0.07	0.1

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 $E_{\text{eff}} = D \cdot t \cdot T \cdot U$ 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（保守取 2000h）， T 为居留因子， U 为使用因子（保守取 1）。

由表7-7可知，本项目周围公众年有效剂量均不超过0.08mSv，低于本项目公众个人剂量年管理目标限值。

综上所述，本项目周围辐射工作人员和公众年最大有效剂量根据实际监测及个人剂量监测受照剂量预算结果计算为：截止验收时，辐射工作人员年有效剂量为2.82mSv，周围公众年有效剂量不超过0.08mSv（未扣除环境本底剂量）。辐射工作人员和公众有效剂量均能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）限值的要求（职业人员20mSv/a，公众1mSv/a），并低于本项目管理目标值（职业人员5mSv/a，公众0.1mSv/a），满足环评文件要求。

表八 验收监测结论

验收监测结论： 南京医科大学第四附属医院PET/CT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）南京医科大学第四附属医院在住院楼负一层建设核医学科：已建设两座PET/CT机房（1#机房和2#机房），目前仅在1#机房配备1台PET/CT（使用¹⁸F进行核素诊断，无需⁶⁸Ge校准源），2#机房内尚未配备设备。该核医学工作场所为丙级非密封放射性物质工作场所。该项目已于2017年9月完成项目的环境影响评价，于2018年5月31日取得了原江苏省环境保护厅关于本项目的环评批复文件(苏环辐（表）审[2018]012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、4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，南京医科大学第四附属医院新建放射诊疗项目（本期验收 PET/CT 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核查，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。