

南通大学附属医院
新建放射诊疗项目竣工环境保护
验收（本期验收核医学科及 3 台
DSA）监测报告表

报告编号：瑞森（验）字（2024）第056号

建设单位：南通大学附属医院

编制单位：南京瑞森辐射技术有限公司

二〇二四年十二月

目 录

表一 建设项目基本情况.....	1
表二 建设项目工程分析.....	11
表三 辐射安全与防护设施/措施	25
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.....	56
表五 验收监测质量保证及质量控制.....	63
表六 验收监测内容.....	65
表七 验收监测期间生产工况.....	69
表八 验收监测结论.....	89
附件1：项目委托书.....	92
附件2：项目环境影响报告表主要内容.....	93
附件3：本项目环评批复.....	108
附件4：辐射安全许可证正副本复印件.....	111
附件5：核医学科放射性药品及其原料转让审批表及药品转让协议.....	124
附件6：屏蔽防护施工材料及厚度.....	130
附件7：辐射安全管理机构及制度.....	131
附件8：辐射工作人员健康证明.....	161
附件9：个人剂量监测报告.....	189
附件10：竣工环保验收监测报告.....	209
附件11：验收监测单位CMA资质证书	248
建设项目竣工环境保护“三同时”验收登记表	249

表一 建设项目基本情况

建设项目名称	南通大学附属医院新建放射诊疗项目（本期验收核医学科及3台DSA）				
建设单位名称	南通大学附属医院 (统一社会信用代码)				
建设项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建				
建设地点	南通市通州区先锋街道青年东路688号医院东院区				
源项	放射源		/		
	非密封放射性物质		乙级		
	射线装置		II、III类		
建设项目环评批复时间		开工建设时间			
取得辐射安全许可证时间		项目投入运行时间			
辐射安全与防护设施投入运行时间		验收现场监测时间			
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		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：在东院区医技楼二楼介入中心建设8座DSA机房，并配备8台DSA；于医技楼四楼手术中心建设3座DSA机房，并配备3台DSA；于门急诊楼四楼建设2座DSA机房，并配备2台DSA；于住院楼A负二层新建2座医用直线加速器机房，并配备2台医用直线加速器；于住院楼B负一层新建核医学科（SPECT/CT工作场所），使用 ^{99m} Tc核素。					
②本次验收核医学科及3台DSA：目前仅东院区在医技楼二楼介入中心DSA1、2室及门急诊楼四楼OR6室各配备1台DSA，已在核医学科SPCET/CT机房配备1台SPECT/CT，配合 ^{99m} Tc进行显像诊断。					
③未验收项目：南通大学附属医院新建放射诊疗项目中医技楼二楼介入中心、四楼手术中心及门急诊楼四楼共13座DSA机房均已建设完成；住院楼A负二层2座医用直线加速器机房均已建设完成。尚未配备设备的机房，待配备设备建设完成后，另履行环保验收手续。					
验收依据	<p>一、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年修订版)，中华人民共和国主席令第九号，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》，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；</p> <p>(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；</p> <p>(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；</p> <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；</p> <p>(6)《建设项目环境保护管理条例》（2017年修订版），国务院令第682号，2017年10月1日发布施行；</p> <p>(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；</p> <p>(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；</p> <p>(9)《放射性废物安全管理条例》，2011年12月20日国务院令第612号，2012年3月1日起施行；</p> <p>(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；</p> <p>(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；</p> <p>(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；</p>
--	---

	<p>(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；</p> <p>(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。</p> <p>二、建设项目竣工环境保护验收技术规范：</p> <p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)；</p> <p>(2) 《电离辐射监测质量保证通用要求》(GB 8999-2021)；</p> <p>(3) 《操作非密封源的辐射防护规定》(GB 11930-2010)；</p> <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》(HJ 1188-2021)及其复函(辐射函〔2023〕20号)；</p> <p>(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)；</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>(11) 《核医学放射防护要求》(GBZ 120-2020)。</p> <p>三、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) 《南通大学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，2022年2月。见附件2；</p> <p>(2) 《关于南通大学附属医院新建放射诊疗项目环境影响报告表的批复》，江苏省生态环境厅，审批文号：(苏环辐(表)审〔2022〕12号，2022年4月11日。见附件3；</p> <p>四、其他相关文件：</p> <p>无其他文件。</p>
--	--

验收 执行标准	<p>南通大学附属医院新建放射诊疗项目在环评阶段，参照《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）及《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）等技术标准对各射线装置机房、辐射工作场所的辐射安全和防护、放射性废物的管理进行评价，本次验收监测执行标准无变化。</p> <p>人员年受照剂量限值：</p> <p>（1）人员年有效剂量满足《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%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" 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%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">项目名称</th><th style="text-align: center;">适用范围</th><th style="text-align: center;">剂量约束值</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3" style="text-align: center;">新建放射诊疗项目</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> <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>	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	新建放射诊疗项目	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													
新建放射诊疗项目	职业照射有效剂量	5mSv/a													
	公众有效剂量	0.1mSv/a													

	<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，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。</p> <p>工作场所布局要求：</p> <p>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：</p> <p>5.2布局</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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</p>
--	--

<p>无关的杂物；机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。</p> <p>工作场所放射防护安全要求：</p> <p>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：</p> <p>6.1 屏蔽要求</p> <p>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$2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$，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$10\mu\text{Sv}/\text{h}$。</p> <p>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$2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$，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$25\mu\text{Sv}/\text{h}$。</p> <p>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$2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$。</p> <p>6.1.8 放射性物质贮存在专门场所内，并应有适当屏蔽。</p> <p>6.2 场所安全措施要求</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>
--

	<p>6.2.9 扫描机房外门框上方应设置工作状态指示灯。</p> <p>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：</p> <p>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0.5m/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。</p> <p>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。</p> <p>5.2.6 控制区的入口应设置电离辐射警告标志。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>5.2.10 扫描室外防护门上方应设置工作状态指示灯。</p> <p>根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求，本项目SPECT/CT机房应满足下述要求：</p> <p>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。</p>
--	--

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

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	$>4\times10^9$
乙	$2\times10^7\sim4\times10^9$
丙	豁免活度值以上~ 2×10^7

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	β 放射性物质	
工作台、设备、墙壁、地面	控制区 ¹⁾	4×10
	监督区	4
工作服、手套、工作鞋	控制区	4
	监督区	
手、皮肤、内衣、工作袜	4×10^{-1}	

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。	<p>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：</p>														
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；															
防护用品及防护设施配置要求：															
按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求，本项目DSA机房防护用品及防护设施的配置应满足下述要求：															
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。															
表4 个人防护用品和辅助防护设施配置要求															
<table border="1" data-bbox="374 1143 1324 1568"> <thead> <tr> <th rowspan="2">放射检查类型</th> <th colspan="2">工作人员</th> <th colspan="2">患者和受检者</th> </tr> <tr> <th>个人防护用品</th> <th>辅助防护设施</th> <th>个人防护用品</th> <th>辅助防护设施</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>介入放射学操作</td> <td>铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套 选配：铅橡胶帽子</td> <td>铅悬挂防护屏/铅防护吊帘、床侧防护帘/床侧防护屏 选配：移动铅防护屏风</td> <td>铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table>		放射检查类型	工作人员		患者和受检者		个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施	介入放射学操作	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套 选配：铅橡胶帽子	铅悬挂防护屏/铅防护吊帘、床侧防护帘/床侧防护屏 选配：移动铅防护屏风	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	—
放射检查类型	工作人员		患者和受检者												
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施											
介入放射学操作	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套 选配：铅橡胶帽子	铅悬挂防护屏/铅防护吊帘、床侧防护帘/床侧防护屏 选配：移动铅防护屏风	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	—											
注1：“—”表示不做要求。															
注2：各类个人防护用品和辅助防护设施，指防电离辐射的用品和设施。鼓励使用非铅材料防护用品，特别是非铅介入防护手套。															
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 0.5mmPb；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。															

	<p>6.5.5 个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。</p> <p>安全管理要求及环评要求：</p> <p>《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。</p>
--	--

表二 建设项目工程分析

项目建设内容：

南通大学附属医院始建于1911年，2004年南通大学组建成立后更名为南通大学附属医院，目前是江苏省属综合性教学医院、省级综合类医疗中心、江苏省研究型医院、江苏省高水平重点建设医院、综合性大学直属附属医院，1994年首批获评为三级甲等综合性医院。

南通大学附属医院原环评规划：在住院楼A负二层的放疗中心新建2座医用电子直线加速器机房，并配备2台医用电子直线加速器（X线最大能量15MV）用于肿瘤的放射治疗，同时配套建设1座模拟定位机机房，配备1台CT模拟定位机，属III类射线装置；于病房楼负一层核医学科新建核医学科（SPECT/CT工作场所），使用放射性同位素^{99m}Tc开展显像诊断；于医技楼二层介入中心使用8台DSA，医技楼四层复合手术室使用3台DSA，门急诊楼四层急诊手术室使用2台DSA开展介入诊断项目。该项目已于2022年2月完成项目的环境影响评价，于2022年4月11日取得了江苏省生态环境厅关于本项目的环评批复文件(苏环辐(表)审[2022]14号)。

实际建设情况：环评规划中病房楼实际建成后更名为住院楼B，其余各工作场所基建部分均已建设完成，但目前仅于医技楼二楼DSA1、2室各配备1台单球管DSA，于门急诊楼四楼OR6室（DSA机房）配备1台双球管DSA，于核医学科配备1台SPECT/CT（使用^{99m}Tc核素）。医用直线加速器项目及其余DSA项目尚未投入使用。

本项目环评批复中门急诊楼四楼OR6室内DSA类型为单球管，实际建成为双球管DSA，根据现场监测结果显示，该DSA机房屏蔽防护满足相关标准要求。本次验收其他项目实际建设内容主要技术参数在其环评及批复范围内。本次验收SPECT/CT工作场所及3台DSA项目及环评报告表详见附件2，环评批复文件详见附件3。

本次南通大学附属医院验收核医学科及3台DSA项目非密封放射性物质、射线装置使用情况见表2-1。

表2-1 南通大学附属医院本次验收核医学科及3台DSA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

^{99m} Tc	2.22E+07	5.55E+12	使用	简单操作	核医学科	乙级	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
SPECT/CT	Symbia Intevo Bold	1台	130	345	III	使用	住院楼B负一层核医学科	医疗诊断
DSA	Azurion 7 M20	1台	125	1000	II	使用	医技楼二楼 DSA1室	医疗诊断及介入治疗
DSA	Azurion 7 M20	1台	125	1000	II	使用	医技楼二楼 DSA2室	医疗诊断及介入治疗
DSA	Azurion 7 B20	1台	125	1000	II	使用	门急诊楼四楼OR6室	医疗诊断及介入治疗
			125	1000				

截至本次验收，南通大学附属医院东院区医技楼二楼、医技楼四楼、门急诊楼四楼共13座DSA机房及住院楼A负二层医用直线加速器机房、住院楼B负一层核医学科（SPECT/CT工作场所）已建设完成，本次验收医技楼二楼DSA1、2室，门急诊楼四楼OR6室（DSA机房）及住院楼B负一层核医学科（SPECT/CT工作场所）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。

本次验收新建放射诊疗项目环评预计投资总概算为12900万元，辐射安全与防护设施总投资为454万元；本次验收仅为环评规划中3台DSA及SPECT/CT诊断项目，实际投资总概算为4000万元，其中辐射安全与防护设施投资200万元，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 本次验收核医学科及3台DSA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	江苏省南通市通州区先锋街道青年东路688号			江苏省南通市通州区先锋街道青年东路688号	与环评一致
周围环境	核医学科	东侧	诊室、家属等候区等	诊室、家属等候区等	与环评一致
		南侧	污物走廊	污物走廊	与环评一致
		西侧	排风机房	排风机房	与环评一致
		北侧	报告厅等	报告厅等	与环评一致
		楼上	住院药房	住院药房	与环评一致
		楼下	地下停车场	地下停车场	与环评一致
	DSA1室 (医技楼二楼)	东侧	设备间和室内过道	设备间和室内过道	与环评一致
		南侧	DSA2室	DSA2室	与环评一致
		西侧	控制廊	控制廊	与环评一致
		北侧	室内过道	室内过道	与环评一致

		楼上	检验科	检验科	与环评一致
		楼下	阅片室和医生办公室	阅片室和医生办公室	与环评一致
DSA2室 (医技楼二楼)	东侧	设备间和室内过道	设备间和室内过道	设备间和室内过道	与环评一致
	南侧	预留DSA机房	预留 DSA 机房	预留 DSA 机房	与环评一致
	西侧	控制廊	控制廊	控制廊	与环评一致
	北侧	DSA1 室	DSA1 室	DSA1 室	与环评一致
	楼上	检验科	检验科	检验科	与环评一致
	楼下	钼靶室、控制室和会诊室	钼靶室、控制室和会诊室	钼靶室、控制室和会诊室	与环评一致
	东侧	控制室	控制室	控制室	与环评一致
OR6室 (门急诊楼四楼)	南侧	OR5 室	OR5 室	OR5 室	与环评一致
	西侧	机房和污物通道	机房和污物通道	机房和污物通道	与环评一致
	北侧	净化空调机房和水井间	净化空调机房和水井间	净化空调机房和水井间	与环评一致
	楼上	手术室	手术室	手术室	与环评一致

		楼下	诊室和过道				诊室和过道				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)	场所等级	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)	场所等级	使用场所								
^{99m} Tc	2.22E+10	2.22E+07	5.55E+12	乙级	核医学科	2.22E+10	2.22E+07	5.55E+12	乙级	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								
SPECT/CT	未定	1台	管电压: ≤140kV, 管电流: ≤1000mA	III类	住院楼 B 栋负一楼核医学科	Symbia Intevo Bold	1台	管电压: 130kV, 管电流: 345mA	III类	住院楼 B 栋负一楼核医学科								

DSA	未定	1台	管电压: ≤125kV, 管电流: ≤1250mA	II类	医技楼二楼	Azurion 7 M20	1台	管电压: 125kV, 管电流: 1000mA	II类	医技楼二楼 DSA1室
DSA	未定	1台	管电压: ≤125kV, 管电流: ≤1250mA	II类	医技楼二楼	Azurion 7 M20	1台	管电压: 125kV, 管电流: 1000mA	II类	医技楼二楼 DSA2室
DSA	未定	1台	管电压: ≤125kV, 管电流: ≤1250mA	II类	门急诊楼四楼	Azurion 7 B20 (双球管)	1台	管电压: 125kV, 管电流: 1000mA	II类	门急诊楼四楼 OR6室
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 分解为氧气	与环评一致	
介入手术时产生的 医用器具和药棉、 纱布、手套等医用 辅料	固态	/	/	约30kg	约360kg	/	暂存在机 房内的废 物桶内	手术结束后集中 收集，作为医疗 废物由医院统一 委托有资质单位 进行处置	与环评一致	
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	^{99m} Tc	/	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	

99mTc液态放射性药物分装时挥发的微量气溶胶	气体	99mTc	/	微量	微量	微量	不暂存	在手套箱中操作, 过滤后排至室外	满足环评要求
含有99mTc放射性核素的注射器、手套、擦拭废纸及废活性炭等	固体	99mTc	/	/	/	/	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

源项情况

一、辐射污染源项

（一）核医学科（SPECT/CT）

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
^{99m} Tc	液态	2.22E+07Bq	250 天	5.55E+12Bq	0.01	很简单操作	按需订购，不贮存

SPECT/CT 是单光子发射型计算机断层显像和电子计算机 X 射线断层扫描技术（CT）的有机结合体。本次验收 SPECT/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
SPECT/CT	Symbia Intevo Bold	III类	X射线	130kV	345mA	使用	核医学科 SPECT/CT机房

1、辐射：SPECT/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。

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。

（二）DSA项目

由本项目工作原理和工作流程可知，DSA 主要产生以下污染：

电离辐射：DSA在工作状态下会发出X射线，本项目配置的DSA最大管电压为125kV，最大管电流为1000mA，其主要用作血管造影检查及配合介入治疗，DSA是通过电子计算机进行辅助成像的血管造影方法，是应用计算机程序进行两次成像完成的。在注入造影剂之前，首先进行第一次成像，并用计算机将图像转换成数字信号储存起来注入造影剂后，再次成像并转换成数字信号。

两次数字相减，消除相同的信号，得知一个只有造影剂的血管图像。从而降低了造影所需的X射线能量，再加上一次血管造影检查需要时间很短，因此血管造影检查的辐射影响较小。而介入治疗需要长时间的透视和大量的摄片，对病人和医务人员有一定的附加辐射剂量。

DSA 产生的 X 射线是随机器的开、关而产生和消失。本项目的 DSA 只有在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线。因此，在开机出束期间，X 射线是主要污染因子。

二、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：

一、核医学科（SPECT/CT诊断）

（一）工作原理

SPECT/CT 即单光子发射型计算机断层显像（Single Photon emission computed tomography，简称SPECT/CT）。SPECT/CT显像，其原理是利用引入人体内的放射性核素发出的 γ 射线经碘化钠晶体产生闪光，闪烁光子再与光电倍增管的光阴极发生相互作用，产生光电效应。光电效应产生的光电子经光电倍增管，在荧光屏上形成闪烁影像。利用滤波反投影方法，借助计算机处理系统可以从一系列投影影像重建横向断层影像，由横向断层影像的三维信息再经影像重建组合获得矢状、冠状断层或任意斜位方向的断层影像。SPECT是单光子发射型计算机断层显像仪和CT一体化组合的影像诊断设备，将功能代谢与解剖结构完美结合显示成像，是目前临床核医学最广泛应用的医学影像诊断设备。

SPECT/CT 的基本结构分 3 部分，即旋转探头装置、电子线路、数据处理和图像重建的计算机系统。SPECT 除显示肿瘤病灶外，还可显示局部脏器功能的变化。

南通大学附属医院购置的 SPECT/CT，型号为 Symbia Intevo Bold，其使用

的 CT 最大管电压 130kV，最大输出电流 345mA。本项目 SPECT/CT 显像使用的放射性药物为 ^{99m}Tc 。SPECT/CT 工作时，其 CT 的 X 射线管会产生 X 射线，属于III类射线装置。

本项目所用的放射性同位素特性见表 2-5：

表 2-5 本项目使用的放射源信息表

核素种类	半衰期	衰变类型及分支比（%）	主要 α 、 β 辐射能量 (keV) 与绝对强度 (%)	主要 γ 、X 射线能量 (keV) 与绝对强度 (%)	空气比释动能率常数 (Gy·m ² ·Bq ⁻¹ ·h ⁻¹)
^{99m}Tc	6.02h	IT(100)	-	140.511(88.5)	0.0303

本项目 SPECT/CT 现场图见图 2-1。



图2-1 本项目SPECT/CT现场图

（二）工作流程及产污环节

南通大学附属医院东院区核医学科 SPECT/CT 诊断项目所使用的 ^{99m}Tc 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，并暂存到注射室铅手套箱内，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，埋针后向西通过单向门禁后到达注射室。医护人员在铅手套箱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^{99m}Tc药物的时间保守按2min、注射过程按1min估算。

SPECT/CT 诊断具体工作流程如下：

- ① 接收患者，开具 SPECT/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等待观察（一般注射放射性药物后需等待约20~30min），待药物代谢至靶器官，进入SPECT/CT检查室，经医护人员摆位后，接受SPECT/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。

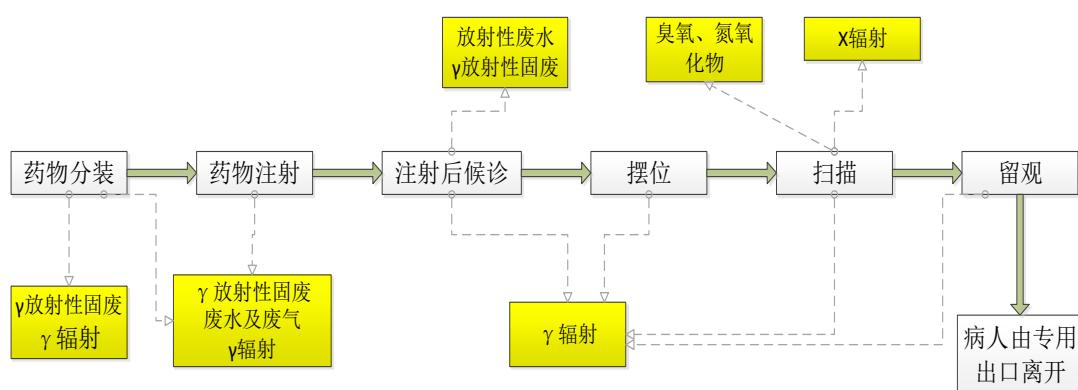


图 2-2 SPECT/CT 诊断项目工作流程及产污环节示意图

二、DSA项目

（一）工作原理

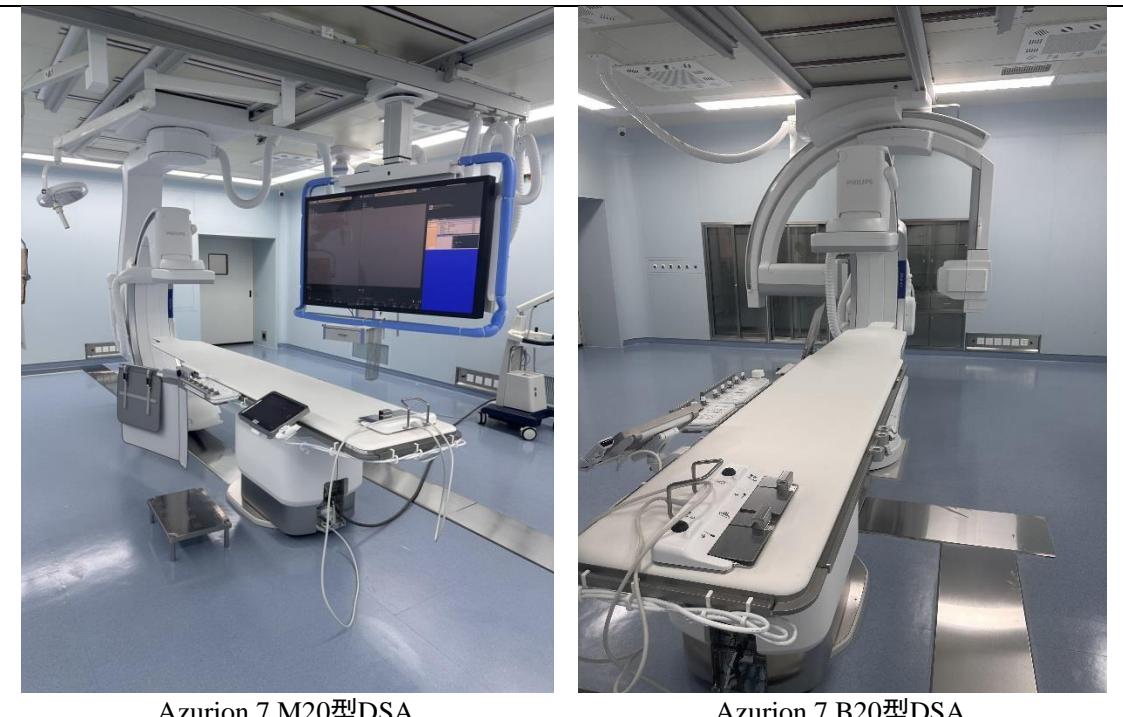
DSA 主要由五部分构成：X 射线发生装置、影像检测和显示系统、影像处

理和系统控制部分、机架系统和检查床、影像存储和传输系统。

数字减影血管造影技术是常规血管造影术和电子计算机图像处理技术相结合的产物。DSA 是通过电子计算机进行辅助成像的血管造影方法，是应用计算机程序进行两次成像完成的。在注入造影剂之前，首先进行第一次成像，并用计算机将图像转换成数字信号储存起来注入造影剂后，再次成像并转换成数字信号。两次数字相减，消除相同的信号，得知一个只有造影剂的血管图像。这种图像较以往所用的常规脑血管造影所显示的图像更清晰和直观，一些精细的血管结构亦能显示出来。且对比度分辨率高，减去了血管以外的背景，尤其使与骨骼重叠的血管能清楚显示；由于造影剂用量少，浓度低，损伤小、较安全；节省胶片使造影价格低常规造影。通过医用血管造影 X 射线机处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。

介入治疗是在医学影像设备的引导下，通过置入体内的各种导管（约 1.5-2 毫米粗）的体外操作和独特的处理方法，对体内病变进行治疗。介入治疗具有不开刀、创伤小、恢复快、效果好的特点，目前，基于数字血管造影系统指导的介入治疗医生已能把导管或其他器械，介入到人体几乎所有的血管分支和其他管腔结构（消化道、胆道、气管、鼻管、心脏等），以及某些特定部位，对许多疾病实施局限性治疗。

南通大学附属医院东院区医技楼二楼介入中心 DSA1、2 室各配备的 1 台 Azurion 7 M20 型 DSA，最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA；于门急诊楼四楼 OR6 室内配备 1 台 Azurion 7 B20 型 DSA，为双球馆，最大管电压均为 125kV，最大管电流均为 1000mA。本次验收 DSA 设备外观见图 2-3。



Azurion 7 M20型DSA

Azurion 7 B20型DSA

图2-3 本项目DSA现场图

（二）工作流程及产污环节

本项目DSA在进行曝光时分为两种情况：

第一种情况：血管减影检查。操作人员采取隔室操作的方式（即操作医师在控制室内对病人进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗和操作台观察机房内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。

第二种情况：引导介入治疗。病人需要进行介入手术治疗时，为更清楚的了解病人情况时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时操作医师位于铅帘后身着铅服、铅眼镜在机房内对病人进行直接的介入手术操作。

本项目 DSA 工作流程及产污环节分析见图 2-4。

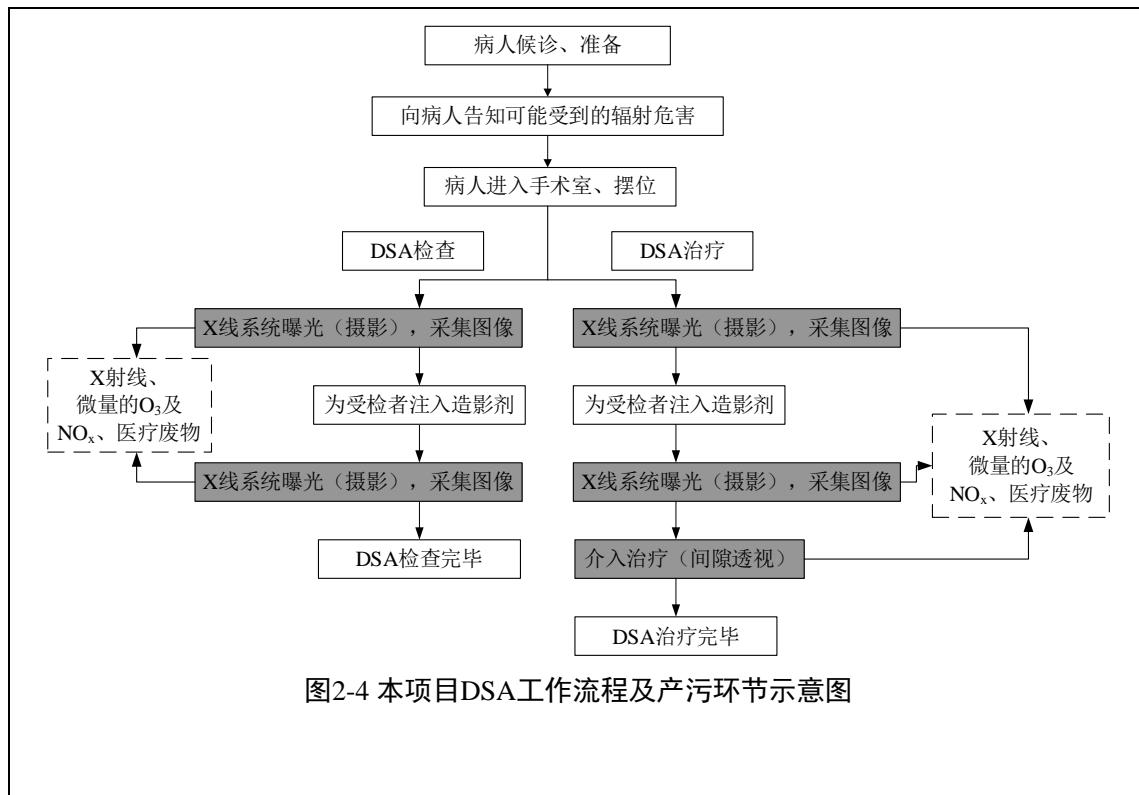


图2-4 本项目DSA工作流程及产污环节示意图

表三 辐射安全与防护设施/措施

辐射安全与防护设施/措施

一、工作场所布局

（一）核医学科（SPECT/CT）

1、布局：南通大学附属医院东院区核医学工作场所位于住院楼B栋负一楼，该楼四周均为院内区域；该核医学工作场所东侧和西侧为负一楼地下停车位，南侧为泥土层，北侧为报告厅、空调机房和进风机房等，上方为住院药房，下方为地下停车库。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。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。

核医学工作场所从东向西包括以下主要功能用房：接待登记处、诊室（问诊）、主任和护士办公室、医生报告室、运动负荷室、卫生通过间、淋浴间、注射室、分装室、废物间、储源间、控制室、SPECT/CT 检查室、注射后候诊室（2间）、抢救室、SPECT/CT 物品间、留观室、污洗间、库房、气瓶间等，功能布局基本按照 SPECT/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。

2、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。

医院将住院楼B栋负一楼核医学科内SPECT/CT检查室、注射后候诊室（2间）、抢救室、留观室、卫生通过间、淋浴间、分装室、注射室、废物间、储源间、污洗间、SPECT/CT物品间、库房和受检者通道及衰变池等区域划分为控制区，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；将接待登记处、诊室、医生办公室、报告室、SPECT/CT控制室、运动负荷室和气瓶间等区域划为监督区，属于GB 18871-2002定义的监督区。本次验收SPECT/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。

3、项目人流和物流的路径规划

结合本项目的工艺流程，本次核医学工作场所人流、物流路径规划具体如下：

（1）工作人员路径：

药物注射工作人员：药物注射人员由门M1后进入卫生通过间，向西进入分装室进行药物分装（分装室）→向北进入注射室进行药物注射（注射室）→表面污染检测和淋浴（卫生通过间和淋浴间）→原路返回。

SPECT/CT设备操作和摆位工作人员：工作人员由门M9进入SPECT/CT控制室进行设备操作→对患者进行摆位（SPECT/CT机房）→原路返回操作设备（控制室）→原路返回。

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，随后转移工作场所废物库内。

（2）患者路径：

受检者由核医学北侧电梯厅乘坐电梯进入核医学大厅预约检查（接待登记处）→注射前等候→做心脏负荷检查的患者听到叫号后由门M10进入运动负荷室进行运动，不做心脏检查的患者听到叫号后由门M1进入控制区注射室→做心脏检查的患者达到一定心率后由门M2进入控制区后在注射室进行放射性药

物注射（注射窗口），不做心脏检查的患者直接在注射室注射窗口进行药物注射→注射后等候（注射后候诊室1、2）→受检者由门M4进入检查室进行扫描（SPECT/CT检查室）→扫描后等候（留观室）→受检者由门M6离开核医学工作场所后乘坐病患专用电梯到达地面（地面为医院室外广场，人员不聚集）。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。候诊室及留观室内设有专用卫生间。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及放射性废物运送路径：

放射性药物供货商将所需要的药物装入铅罐中，由专用放射性药物运输车辆送达医院负1楼核医学工作场所西侧，由门M7由污物通道向东进入分装室，将放射性药物放置在手套箱中，送达时间早于核医学科上班时间，路线如图4-1中蓝色箭头所示；放射性废物放置在废物间中的铅废物桶中，待放置十个半衰期之后，沿废物间→污物通道，最后由门M7送出。

本项目核医学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SPECT/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。



核医学工作场所入口处



控制区入口处



图3-1 核医学工作场所现场照片

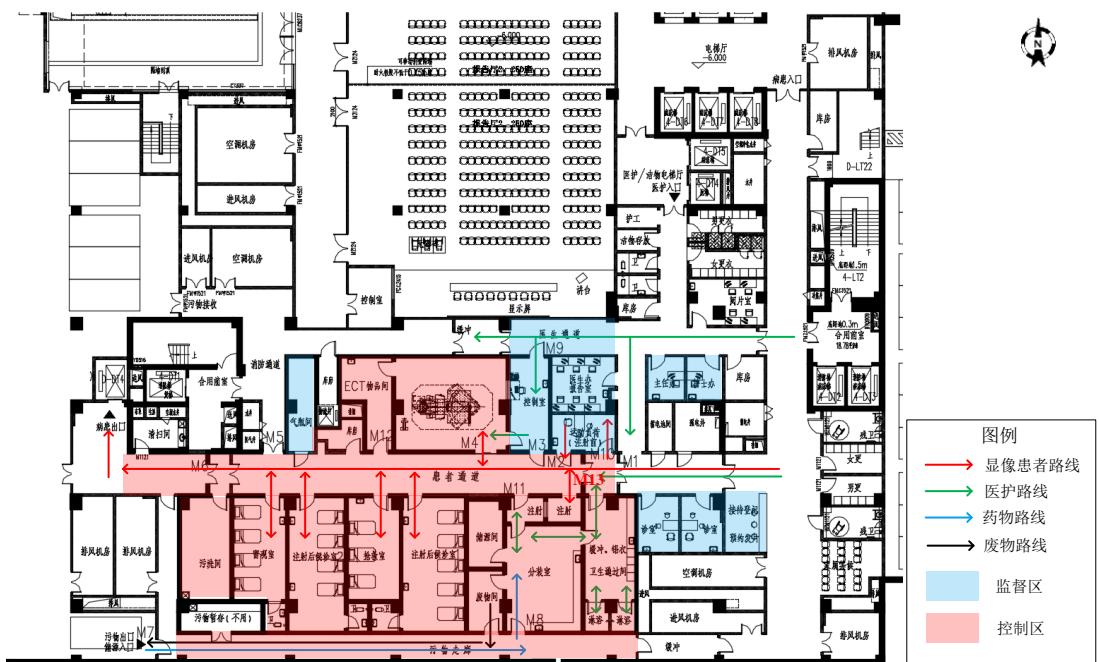


图3-2本项目住院楼B栋负一楼核医学科诊断项目分区示意图

(二) DSA项目

布局：南通大学附属医院东院区于医技楼二楼介入中心DSA1、2室各配备1台DSA（型号为：Azurion 7 M20，最大管电压为125kV，最大管电流为1000mA）；于门急诊楼四楼OR6室配备1台双球管DSA（型号为：Azurion 7 B20，最大管电压均为125kV，最大管电流均为1000mA），用于开展医疗诊断和介入治疗。DSA配套独立用房，由DSA机房和控制间组成，且DSA机房与控

制间分开布置，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求，布局合理。

辐射防护分区：本项目将DSA机房作为辐射防护控制区，机房相邻的控制廊（室）、污物通道及设备机房划为监督区，辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。本项目DSA机房平面布置及分区示意图见图3-3及图3-4。

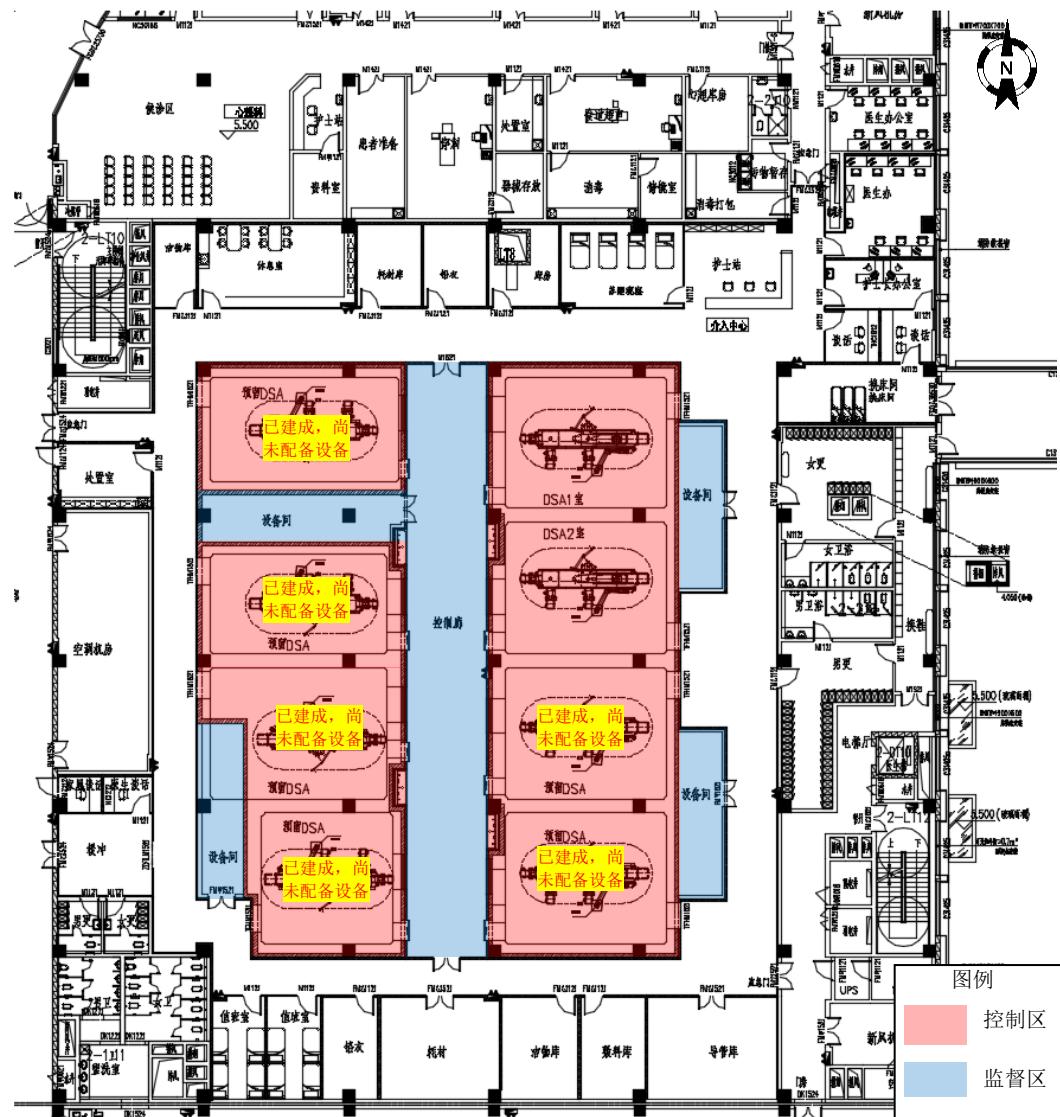
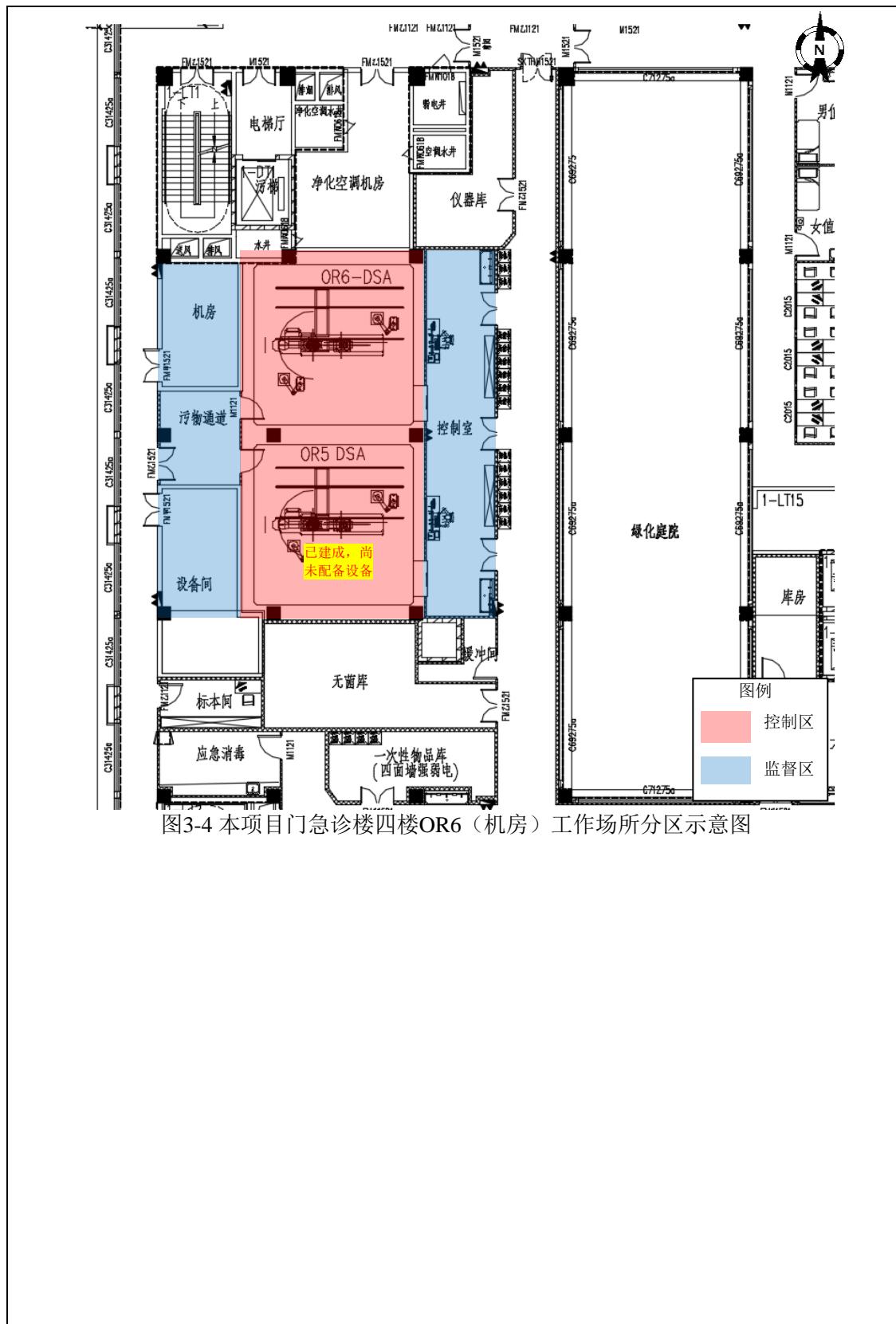


图3-3 本项目医技楼二楼DSA工作场所分区示意图



二、工作场所屏蔽设施建设情况

（一）核医学科（SPECT/CT）

本项目核医学科SPECT/CT机房及相关辅助房间所屏蔽防护设计情况与实际建设情况如下：

表 3-1 SPECT/CT 机房及相关辅助房间屏蔽防护落实情况一览表

名称	屏蔽体	环评要求防护设计	实际建设情况	备注
分装标记室	四面墙体	30mm 混凝土	30mm 混凝土	与环评一致
	顶棚	180mm 厚混凝土 +1.5mm 铅当量硫酸钡防护涂料	180mm 厚混凝土 +1.5mm 铅当量硫酸钡防护涂料	
	地面	250mm 混凝土 +0.5mm 铅当量硫酸钡防护涂料	250mm 混凝土+0.5mm 铅当量硫酸钡防护涂料	
	防护门	防护门为 3mmPb 铅防护门	防护门为 3mmPb 铅防护门	
	注射窗	5mmPb	5mmPb	
	手套箱	5mmPb	5mmPb	
候诊 1 区	四面墙体	30mm 混凝土	30mm 混凝土	与环评一致
	顶棚	180mm 厚混凝土 +1.5mm 铅当量硫酸钡防护涂料	180mm 厚混凝土 +1.5mm 铅当量硫酸钡防护涂料	
	地面	250mm 混凝土 +0.5mm 铅当量硫酸钡防护涂料	250mm 混凝土+0.5mm 铅当量硫酸钡防护涂料	
	防护门	防护门为 3mmPb 铅防护门	防护门为 3mmPb 铅防护门	
抢救室	四面墙体	30mm 混凝土	30mm 混凝土	与环评一致
	顶棚	180mm 厚混凝土 +1.5mm 铅当量硫酸钡防护涂料	180mm 厚混凝土 +1.5mm 铅当量硫酸钡防护涂料	
	地面	250mm 混凝土 +0.5mm 铅当量硫酸钡防护涂料	250mm 混凝土+0.5mm 铅当量硫酸钡防护涂料	
	防护门	防护门为 3mmPb 铅防护门	防护门为 3mmPb 铅防护门	
候诊 2 区	四面墙体	30mm 混凝土	30mm 混凝土	与环评一致
	顶棚	180mm 厚混凝土 +1.5mm 铅当量硫酸钡防护涂料	180mm 厚混凝土 +1.5mm 铅当量硫酸钡防护涂料	
	地面	250mm 混凝土 +0.5mm 铅当量硫酸钡防护涂料	250mm 混凝土+0.5mm 铅当量硫酸钡防护涂料	
	防护门	防护门为 3mmPb 铅防护门	防护门为 3mmPb 铅防护门	

SPECT/CT 机房	四面墙体	30mm 混凝土	30mm 混凝土	与环评一致
	顶棚	180mm 厚混凝土 +1.5mm 铅当量硫酸钡防护涂料	180mm 厚混凝土 +1.5mm 铅当量硫酸钡防护涂料	
	地面	250mm 混凝土 +0.5mm 铅当量硫酸钡防护涂料	250mm 混凝土+0.5mm 铅当量硫酸钡防护涂料	
	防护门	防护门为 3mmPb 铅防护门	防护门为 3mmPb 铅防护门	
	观察窗	6mmPb	6mmPb	
留观室	四面墙体	30mm 混凝土	30mm 混凝土	与环评一致
	顶棚	180mm 厚混凝土 +1.5mm 铅当量硫酸钡防护涂料	180mm 厚混凝土 +1.5mm 铅当量硫酸钡防护涂料	
	地面	250mm 混凝土 +0.5mm 铅当量硫酸钡防护涂料	250mm 混凝土+0.5mm 铅当量硫酸钡防护涂料	
	防护门	防护门为 3mmPb 铅防护门	防护门为 3mmPb 铅防护门	
其他	核医学入口缓冲间 防护门为 3mmPb	核医学入口缓冲间防护门为 3mmPb	与环评一致	与环评一致
	核医学出口缓冲间 防护门为 3mmPb	核医学出口缓冲间防护门为 3mmPb	与环评一致	
	注射器防护外套 2mmPb	注射器防护外套 2mmPb	与环评一致	
	放射性废物暂存 间、储源间防护门 为 3mmPb	放射性废物暂存间、 储源间防护门为 3mmPb	与环评一致	

由表3-1可知，本项目核医学科工作场所屏蔽设施建设情况均与环评设计情况一致，已落实屏蔽防护建设。

（二）DSA项目

表 3-2 本次验收 DSA 机房屏蔽防护落实情况一览表

屏蔽防护设计		屏蔽设计（厚度及材质）*		
		环评要求防护设计	落实情况	备注
医技楼二 楼 DSA1 室	四周墙体	轻钢龙骨隔墙+3mm 铅板	轻钢龙骨隔墙+3mm 铅板	已落实
	顶面	25cm 混凝土+1mm 铅当量硫酸钡涂料	25cm 混凝土+1mm 铅当量硫酸钡涂料	已落实
	地面	25cm 混凝土+1cm 硫酸钡防护水泥	25cm 混凝土+1cm 硫酸钡防护水泥	已落实
	观察窗	3mmPb 铅玻璃	3mmPb 铅玻璃	已落实
	防护门	内衬 3mmPb 铅板	内衬 3mmPb 铅板	已落实
医技楼二 楼 DSA2	四周墙体	轻钢龙骨隔墙+3mm 铅板	轻钢龙骨隔墙+3mm 铅板	已落实

室	顶面	25cm 混凝土+1mm 铅当量硫酸钡涂料	25cm 混凝土+1mm 铅当量硫酸钡涂料	已落实
	地面	25cm 混凝土+1cm 硫酸钡防护水泥	25cm 混凝土+1cm 硫酸钡防护水泥	已落实
	观察窗	3mmPb 铅玻璃	3mmPb 铅玻璃	已落实
	防护门	内衬 3mmPb 铅板	内衬 3mmPb 铅板	已落实
门急诊楼四楼 OR6 室	四周墙体	轻钢龙骨隔墙+4mm 铅板	轻钢龙骨隔墙+4mm 铅板	已落实
	顶面	25cm 混凝土+1mm 铅当量硫酸钡涂料	25cm 混凝土+1mm 铅当量硫酸钡涂料	已落实
	地面	25cm 混凝土+2cm 硫酸钡防护水泥	25cm 混凝土+2cm 硫酸钡防护水泥	已落实
	观察窗	4mmPb 铅玻璃	4mmPb 铅玻璃	已落实
	防护门	内衬 4mmPb 铅板	内衬 4mmPb 铅板	已落实

表 3-3 本次验收 DSA 机房屏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
医技楼二楼 DSA1 室	66.4	7.35	20	3.5	满足
医技楼二楼 DSA2 室	66.4	7.34	20	3.5	满足
门急诊楼四楼 OR6 室	53.3	7.30	30	4.5	满足

由表3-2和表3-3可知，本项目医技楼二楼DSA1、2室及门急诊楼四楼OR6室屏蔽设施建设情况与环评设计情况一致，已落实屏蔽防护建设。

三、辐射安全与防护措施

（一）核医学科（SPECT/CT）

1、电离辐射警告标志及工作状态指示灯

本项目SPECT/CT检查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。

同时，核医学场所SPECT/CT机房门上、控制区入口及出口防护门上、注射室、储源废物库、注射后候诊室、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，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-

5。

 SPECT/CT机房防护大门	 核医学工作场所入口
 控制区入口处	 控制区出口处
 储源间防护门	 废物间防护门

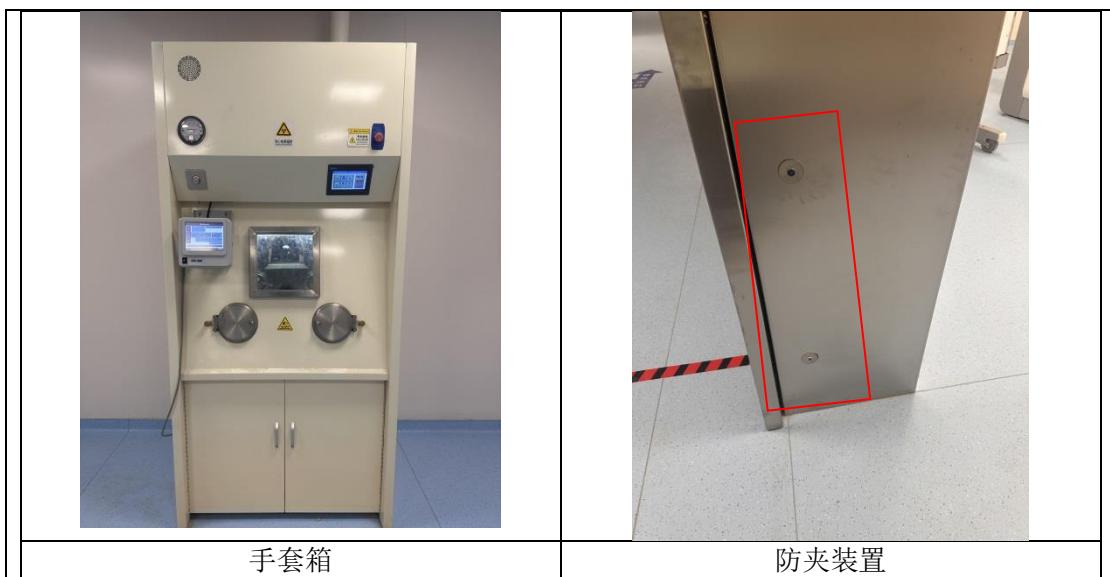


图3-5电离辐射警告标志及工作状态指示灯

2、视频监控装置及对讲系统

医院于本项目核医学科 SPECT/CT 检查室、运动负荷室、储源间、废物间、注射室、分装室、2 间注射后候诊室、抢救室、留观室和控制区内患者走道等位置设置了监控摄像装置，监控显示终端设置在 SPECT/CT 控制室内；医院已在 SPECT/CT 控制室与 2 间注射后候诊室、留观室内设置了双向对讲装置；注射窗口医护人员和受检者之间设置了对讲装置；同时医院在 SPECT/CT 检查室与控制室相隔的墙上设置了观察窗，并设置了对讲装置，医护人员通过对讲装置与受检者进行通话交流。现场验证了观察装置和对讲装置，均能正常有效使用。本项目影像监控装置、摄像头及对讲系统见图 3-6。





	
注射后候诊室2监控摄像头	留观室监控摄像头
	
SPECT/CT检查室监控摄像头	监控视频显示终端（控制室）
	
注射后候诊室1对讲装置	注射后候诊室2对讲装置

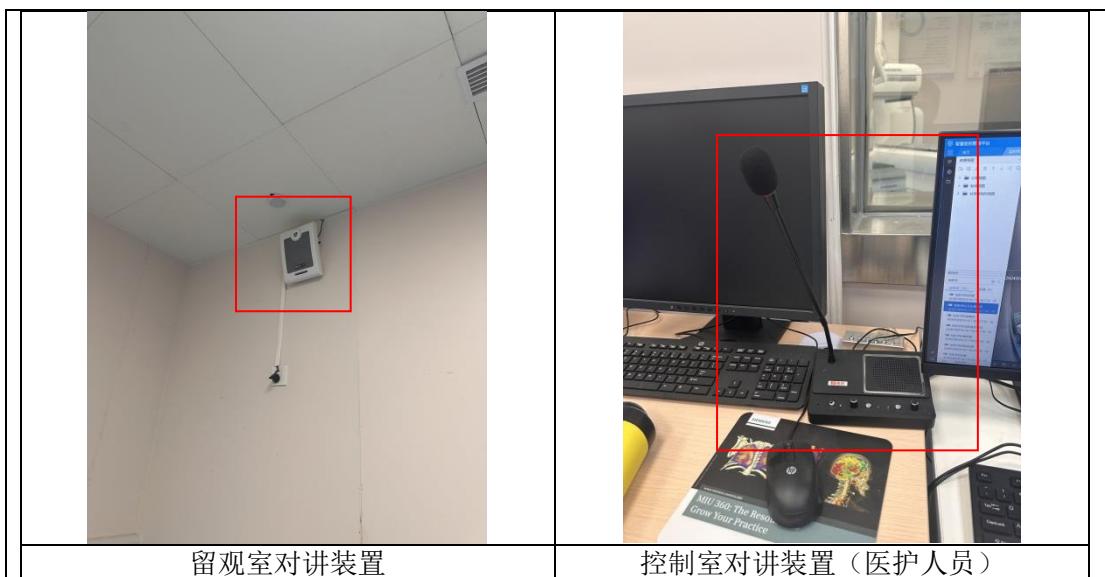


图3-6本项目核医学科工作场所影像监控装置、摄像头及对讲系统

4、急停按钮

本项目SPECT/CT工作场所设置有设备急停开关，分别设置在操作台上和机房内设备上，现场验证了设备控制室操作台上的急停开关。经现场核查有效。见图3-7。

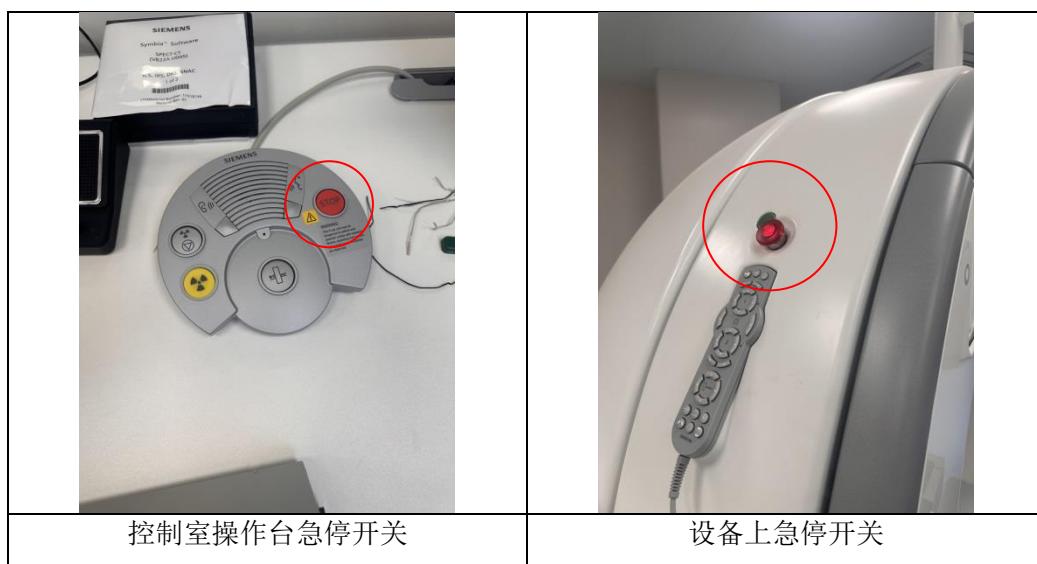


图3-7 本项目SPECT/CT工作场急停开关

5、辅助用品

医院为本项目核医学科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3-8，个人防护用品清单见表3-4。



应急及去污用品、放射性污染防护服

5.3 个人防护用品及相关辅助用品

表 3-4 核医学工作场所配备的辅助用品清单			
防护用品	数量	防护参数	设置场所
铅橡胶防护衣	4 件	0.5mmPb	卫生通过间和 SPECT/CT 控制室
铅橡胶围裙	4 件	0.5mmPb	卫生通过间和 SPECT/CT 控制室
铅玻璃眼镜	4 副	0.5mmPb	卫生通过间和 SPECT/CT 控制室
铅橡胶围脖	4 件	0.5mmPb	卫生通过间和 SPECT/CT 控制室

铅橡胶帽子	4 顶	0.5mmPb	卫生通过间和 SPECT/CT 控制室
放射性污染防护服	2 件	/	卫生通过间

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。

本项目核医学工作场所设置有独立的病人专用卫生间，且设置有独立的排水系统，并与本项目的衰变池相连，地埋式衰变池位于医院西南角污水处理站南侧空地，衰变池区域周围设置了不锈钢围栏，防止人员靠近，衰变池设置的位置避开了人群集中活动区域，工作场所产生的放射性废水通过的管道排至衰变池系统内，本项目核医学科排水管及管件采用薄壁不锈钢管，承插氩弧焊连接，埋地排水管沿中心线以上包裹6mm铅板，集水坑后所有管道均在排水管外表包裹一圈6mm铅板，以减小对公众的辐射影响。

本项目衰变池采用四周及顶面采用混凝土进行建造，留有检修口（采用铸铁井盖和铅防护盖板），核医学科的衰变池系统由2个化粪池、1个调节池和3个衰变池组成，每个衰变池容积均为 $17m^3$ ，总有效容积为 $51m^3$ ，核医学工作场所产生的放射性废水先进入化粪池沉淀过滤后，分别排放至每个衰变池内，排水控制阀打开。1#衰变池控制阀联动开启，废水进入1#衰变池，达到限位高度后自动关闭该池阀门，并开始计时，后续排入的废水依次进入2#、3#衰变池，当1#衰变池内的废水达到衰变周期后，排水电磁阀自动开启，衰变达标的废水排入室外排水管网，放空后自动关闭电磁阀，同时开启进水电磁阀，三个衰变池以此往复运行。衰变池设计图见3-9，衰变池上方区域布设见图3-10。

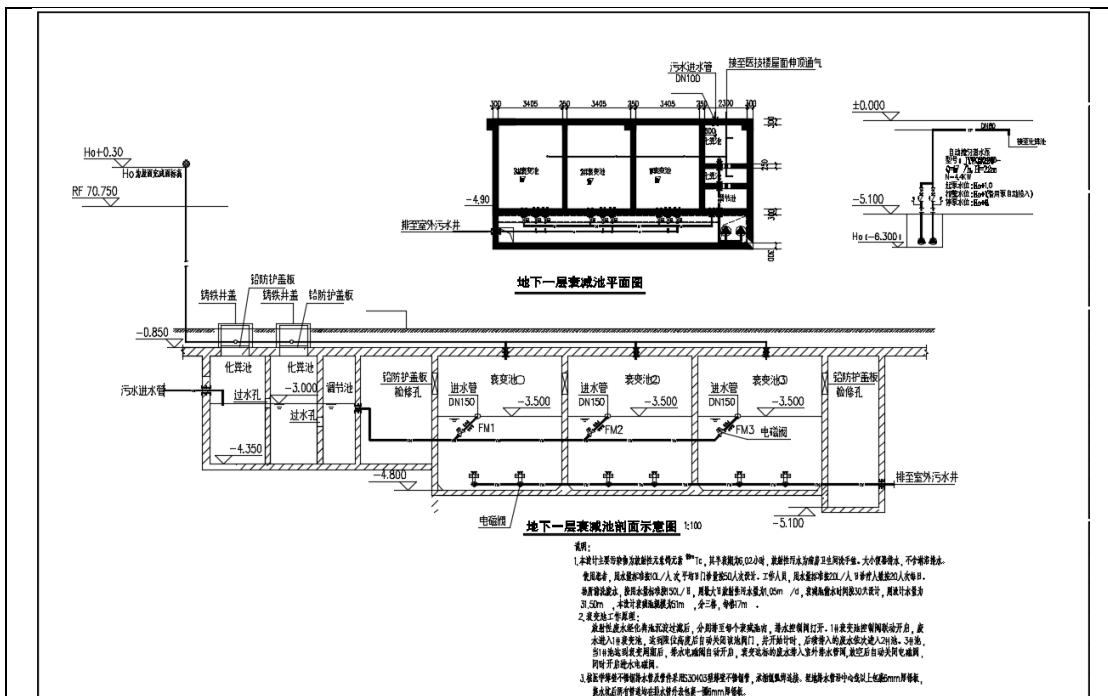


图 3-9 本项目核医学科衰变池设计示意图

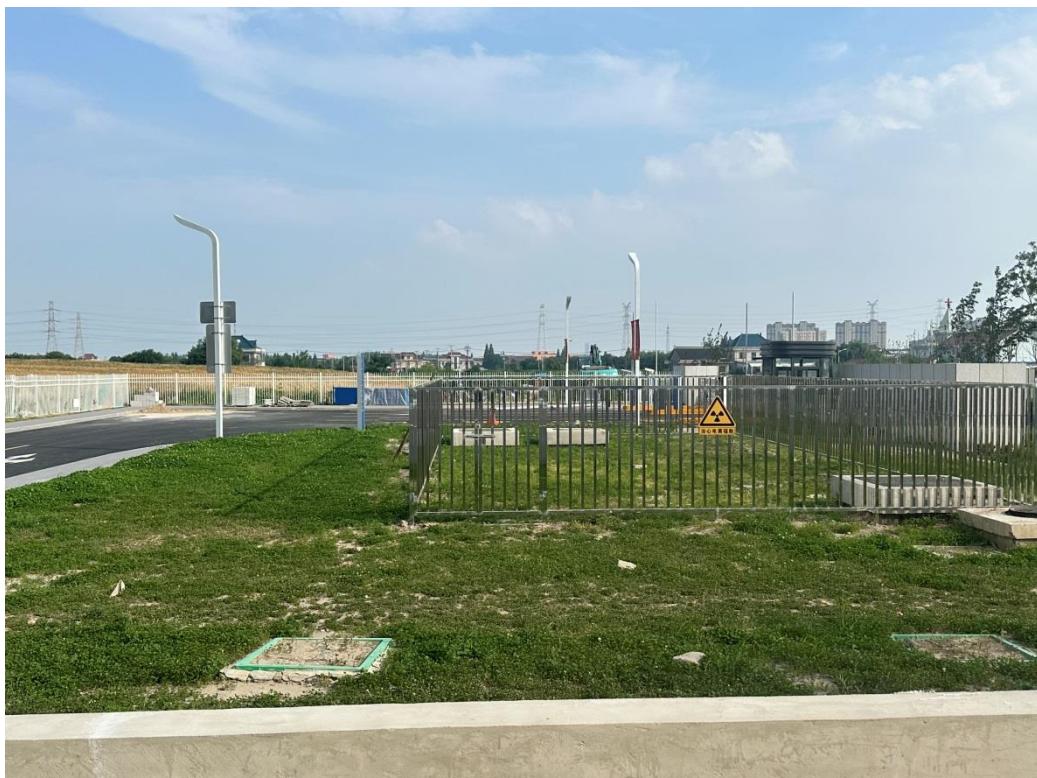


图 3-10 本项目核医学科衰变池上方布设图

经与医院核实，本项目核医学科工作场所中放射性废水主要有沾有放射性核素的医疗器械、器皿的洗涤用水，放射工作人员的洗涤用水以及注射药物病人的排泄物及冲洗水等。本项目核医学科工作场所中，使用^{99m}Tc核素日接诊量最大为20人次，检查患者保守按每检查一次平均产生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30天计算，则30天总废水量为8100L，即8.1m³。本项目衰变池容量（约51m³）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3-11）。



图 3-11 本项目核医学工作场所放射性废物桶

（3）废气处理措施

本项目核医学科SPECT/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。在核医学工作场所各功能用房、受检者通道上方均设置排风口和排风管道，排风管道内的风口处均设置了回止阀，防止放射性废气倒流，排风由各功能房间流出后进入总管，最后由排风机房流出，排风管道延伸到

该栋建筑屋顶，排风口安装了活性炭吸附装置；本项目中放射性药物暂存在手套箱内，手套箱设置了独立的排风管道，手套箱内流出的废气经手套箱上方独立管道流出后，最后由排风机房（与核医学工作场所共用一个排风机房）向上排出。核医学科排风方向为低放射性活性区至高活性区，并且排风管道延伸到该栋建筑屋顶上方，排风口高于建筑屋顶，且排风口安装了活性炭吸附装置。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。医院应定期检查手套箱的通风情况。核医学工作场所排风现场照片见图3-12。





图 3-12 核医学工作场所排风现场验证照片

7、非放污染物防治

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，SPECT/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

医院为核医学科配备9名辐射工作人员（名单见表3-5），满足本项目SPECT/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3-5 本项目配备的职业人员名单

姓名	性别	专业	岗位	培训合格证书编号	工作场所
谭忠华	男	医学影像和放射治疗专业	核医学医师	FS23JS0300006	核医学科

葛呈春	男	医学影像和放射治疗专业	核医学医师	FS22JS0300175	核医学科
高艳	女	医学影像和放射治疗专业	核医学医师	FS20JS0300022	核医学科
包善磊	男	临床医学工程技术	核医学技师	FS22JS0300179	核医学科
施陆凯	男	核医学技术	放射影像医师	FS22JS0300210	核医学科
宋文博	男	临床医学工程技术	放射影像医师	FS22JS0300262	核医学科
李岗健	女	外科护理	核医学护士	FS22JS0300180	核医学科
许宁宁	女	外科护理	核医学护士	FS22JS0300215	核医学科
陈烨	女	外科护理	核医学护士	FS22JS0300181	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。医院已为本项目核医学科（SPECT/CT工作场所）配备1台辐射巡测仪，4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。



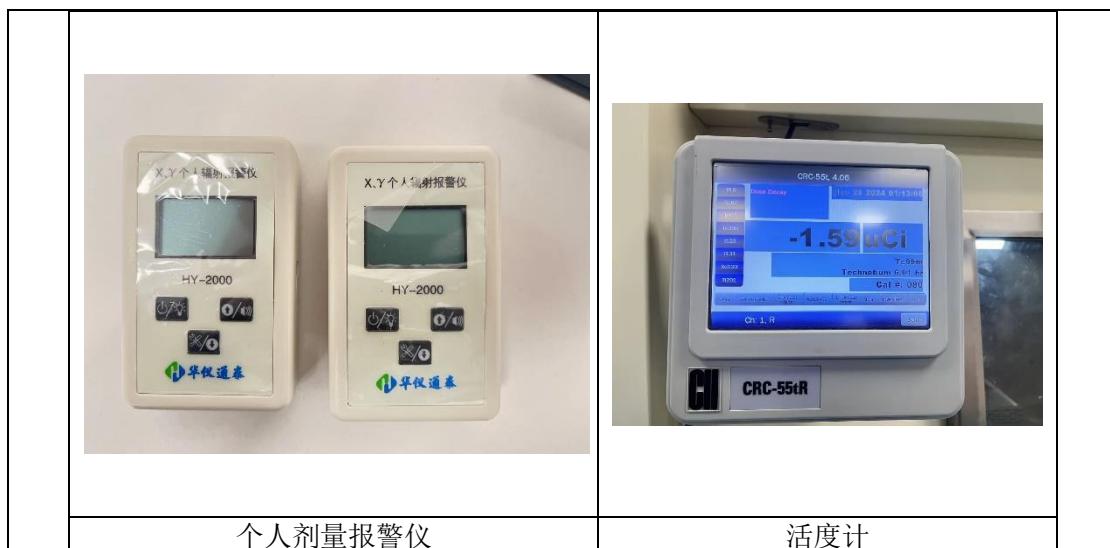


图 3-13 本项目配备辐射剂量检测仪器

（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手套箱、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3-12。

表3-6 核医学科SPECT/CT场所各类设施一览表

防护用品					
序号	防护用品名称	铅当量 (mmPb)	数量	设置场所	
1	手套箱	40	1个	分装注射室	
2	注射器转运盒	10	1个	分装注射室	
3	注射器屏蔽套	5	1个	分装注射室	
4	铅防护屏	5	1个	SPECT/CT室	
5	放射性废物储存桶	10	6个	储源废物库、注射室、注射后候诊室、留观室	
6	放射性废物储存桶	10	4个		
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	Dosimeter AT1121	1台	上海易萧	正常使用
2	表面污染检测仪	Inspector 11642	1台	International Medom公司	正常使用
3	个人剂量报警仪	HY-2000	4台	上海贝谷有	常使用
4	活度计	CRC-25R	1套	Capintec	正常使用

（二）DSA项目

1、工作状态指示灯和电离辐射警告标志

本项目门急诊楼四楼及医技楼二楼的DSA机房患者入口处设置有电离辐射警告标志、醒目的工作状态指示灯，灯箱处设警示语句，同时医护防护门上也设置有电离辐射警告标，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）及《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。DSA机房工作状态指示灯、电离辐射警告标志及放射防护注意事项告知牌见图3-14。

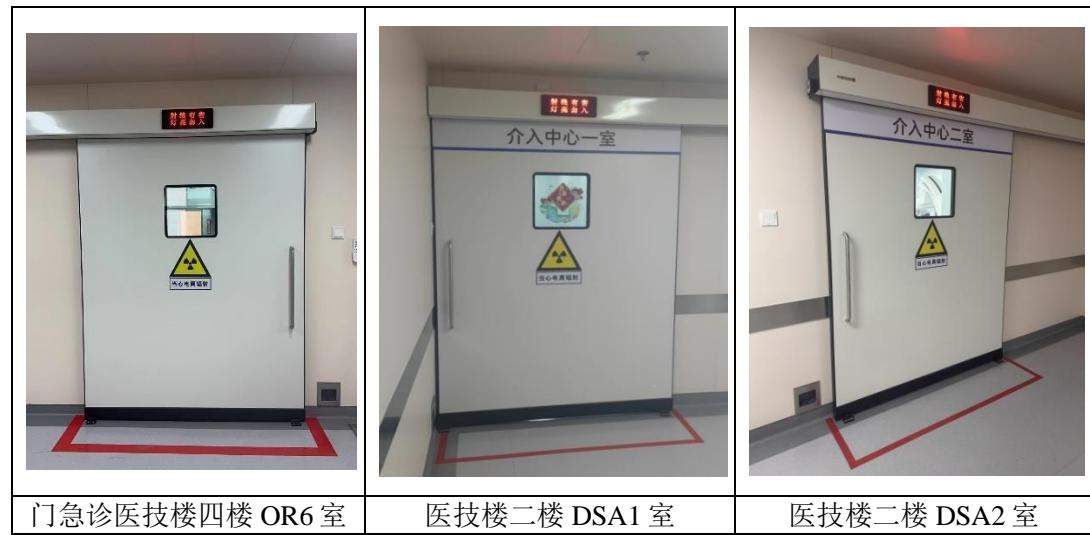


图 3-14 本项目 DSA 机房电离辐射警告标志及工作状态指示灯

2、闭门和防夹装置

本项目DSA机房患者防护门及医护防护门均为电动推拉门，且患者防护门设有防夹装置及曝光时关闭机房门的管理措施的闭门装置，医护防护门设有自动闭门装置。

3、门灯有效关联

本项目DSA机房的工作状态指示灯均能与机房门有效关联，防护门闭合时工作状态指示灯亮。现场检查门灯联锁装置运行正常。

4、观察窗及对讲装置

医院在 DSA 机房与其控制室内设置双向语音对讲装置，且 DSA 机房控制台处安装有观察窗，在诊断过程中医务人员可以及时观察病人情况和与病人交流，保证诊断质量和防止意外情况的发生。经现场核查，该对讲系统运行正常。各机房对讲系统和 DSA 机房观察窗见图 3-15。

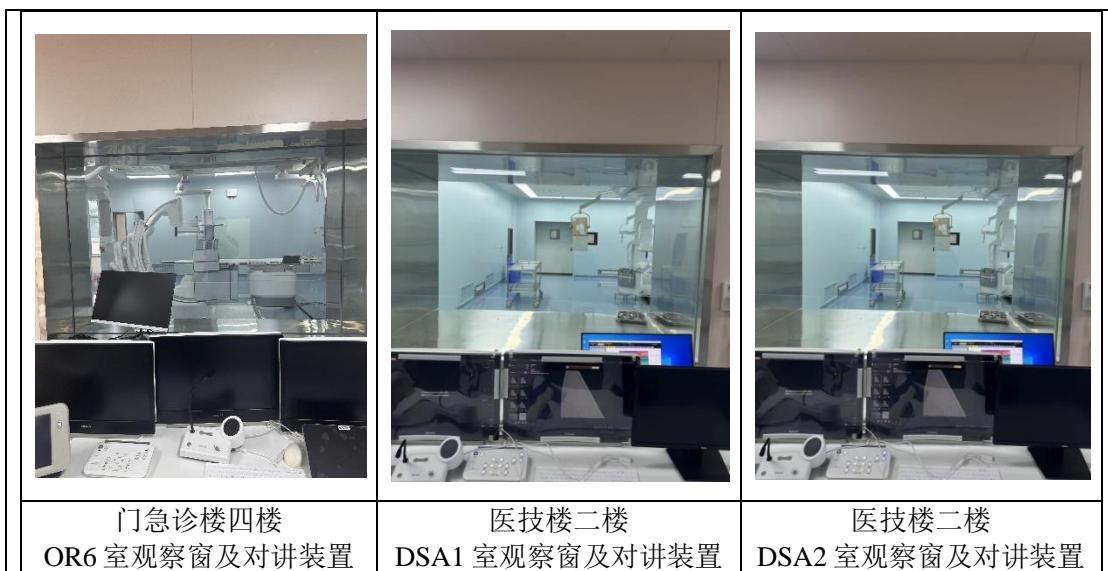


图 3-15 本项目各 DSA 机房设置观察窗及对讲装置

5、急停开关

本项目各DSA机房内病床上设有急停开关，当出现紧急情况时，按下急停开关即可关闭设备。经验证检查，按下DSA病床侧边的急停开关，DSA即可停止出束。急停装置见图3-16。



图3-16 本项目各DSA机房内病床侧急停按钮

6、人员监护

医院为本项目DSA机房共配备6名辐射工作人员，为医院原有DSA机房工作人员，均已参加辐射安全与防护培训并且考核合格。辐射工作人员培训证书见附件6，名单见表3-7。

表3-7 本项目DSA2室配备的职业人员名单

姓名	性别	专业	岗位	培训合格证书 编号	工作场所
施荣峰	男	医学影像和放 射治疗专业	介入手术医 师	FS22JS0100382	介入中心
贾鹏飞	男	内科专业	介入手术医 师	FS23JS0101769	介入中心
张云峰	男	内科专业	介入手术医 师	FS23JS0102305	介入中心
周宏智	男	医学影像和放 射治疗专业	放射影像医 师	FS23JS0102533	介入中心
顾红梅	女	医学影像和放 射治疗专业	放射影像医 师	FS23JS0200200	介入中心
张利红	女	医学影像和放 射治疗专业	介入手术医 师	FS22JS0100482	介入中心

7、防护用品

医院已为本项目配备1台辐射巡测仪和6台个人剂量报警仪，辐射工作人员均配备了个人剂量计，本项目配备检测仪器见图3-11。

医院已为本项目配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜、介入防护手套、铅悬挂防护屏、床侧防护帘等防护用品，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中“介入放射学操作时，需配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜等个人防护用品，其数量应满足开展工作需要；对陪检者应至少配备铅防护衣；防护用品和辅助防护设施的铅当量应不低于0.25mmPb”的要求。本项目配备的个人防护用品见图3-17，清单见表3-8。

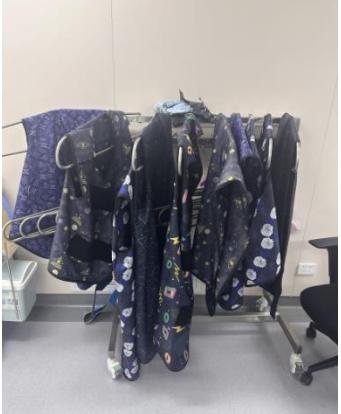
		
门急诊楼四楼 OR6 室	医技楼二楼 DSA1	医技楼二楼 DSA2 室



图3-17 本项目配备个人防护用品

表 3-8 本项目各 DSA 机房的个人防护用品清单

机房名称		工作人员	受检者	陪检者
门急诊楼四楼	OR6 室	2 件 0.5mmPb 铅围裙 2 件 0.5mmPb 铅围脖 2 件 0.5mmPb 铅帽 2 副 0.5mmPb 铅眼镜 1 副 0.025mmPb 介入防护手套 1 个铅悬挂防护屏 1 件床侧防护帘 1 扇铅屏风	1 件 0.5mmPb 铅围裙 1 件 0.5mmPb 铅围脖	/
医技楼二楼	DSA1 室	4 件 0.5mmPb 铅围裙 4 件 0.5mmPb 铅围脖 2 副 0.5mmPb 铅眼镜 1 副 0.025mmPb 介入防护手套 1 个铅悬挂防护屏 1 件床侧防护帘	1 件 0.5mmPb 铅围裙 1 件 0.5mmPb 铅围脖 1 顶 0.5mmPb 铅帽	/
	DSA2 室	4 件 0.5mmPb 铅围裙 4 件 0.5mmPb 铅围脖 2 副 0.5mmPb 铅眼镜 1 副 0.025mmPb 介入防护手套 1 个铅悬挂防护屏 1 件床侧防护帘	1 件 0.5mmPb 铅围裙 1 件 0.5mmPb 铅围脖 1 顶 0.5mmPb 铅帽	/

(8) 其它环境保护设施

DSA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，本项目DSA机房采用动力排风装置将臭氧及氮氧化物排入大气，臭氧常温下50min左右可自行分解为氧气，对周围环境影响较小。本项目DSA机房设置有通风系统。本项目DSA机房通风系统见图3-18。

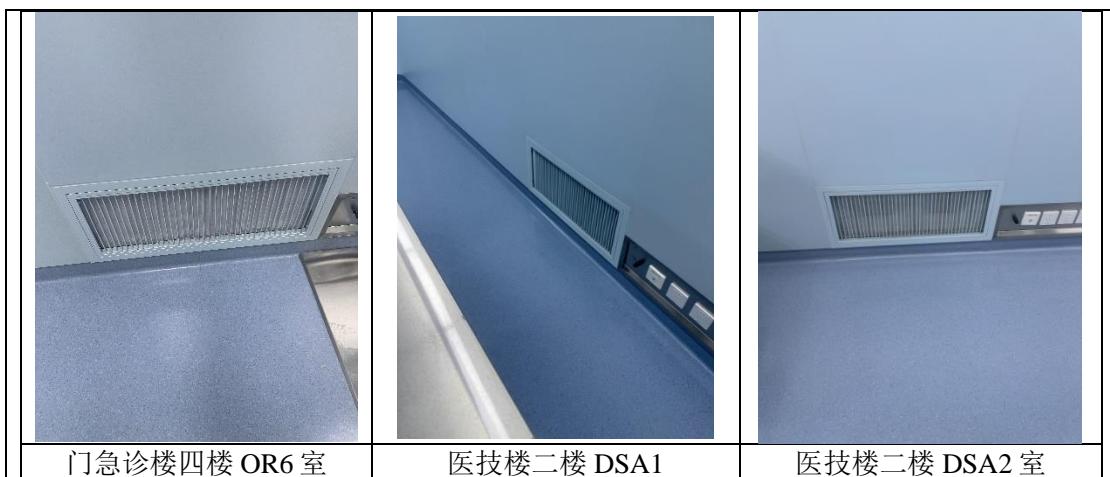


图3-18本项目各DSA机房排风口

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》，针对所开展的放射诊断及介入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) 《南通大学附属医院关于调整放射防护及质量保证工作领导小组成员的通知》
- 2) 《DSA 设备使用制度》
- 3) 《放射防护安全管理制度》
- 4) 《放射工作人员职业健康管理制度》
- 5) 《放射诊疗安全防护制度》
- 6) 《放射防护和安全保卫制度》
- 7) 《放射工作人员管理制度》
- 8) 《放射诊疗质量保证制度》
- 9) 《放射工作人员个人剂量管理制度》
- 10) 《设备检修维护制度》
- 11) 《核医学质量控制保证方案》
- 12) 《核医学科 PET/CT 及 SPECT/CT 操作规程》
- 13) 《核医学科仪器设备安全使用、管理制度》
- 14) 《核医学科工作制度》
- 15) 《核医学科卫生防护和放射性废物处理制度》
- 16) 《核医学科放射性药品的使用管理、观察制度》

17) 《核医学科放射性药物操作规程》

18) 《辐射事故应急预案》

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，可以满足辐射安全事故应急要求。

表3-9 南通大学附属医院新建放射诊疗项目（本期验收核医学科及3台DSA）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:本项目核医学科及介入诊断工作场所四侧墙体及顶部均采用混凝土、实心砖、铅板等材料进行辐射防护,防护门为铅防护门,详见表10-2、3、4,其中核医学科手套箱有效铅当量不低于50mmPb。	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:本项目核医学科工作场、门急诊楼四楼OR6室及医技楼二楼DSA1、2室所采用辐射防护屏蔽措施均满足环评要求,见表3-1和表3-2。	已落实
	安全措施(联锁装置、警示标志、工作指示灯等):核医学科控制区入口处(包括核素显像区工作场所的SPECT/CT机房、注射室、废物间、候诊区、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SPECT/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;医院拟在工作场所的控制区患者走廊内安装监控及广播设备,通过监控及广播设备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;各DSA机房防护门上均粘贴有当心电离辐射警告标志,防护门上方设置有工作状态指示灯,	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。	各DSA机房防护门上已粘贴电离辐射警告标志;防护门上方已设置工作指示灯;DSA机房设有闭门装置,机房内外均设置有急停按钮;操作室与机房之间设有观察窗和对讲装置。核医学科工作场所控制区入口处(包括SPECT/CT机房、注射室、储源废物库、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SPECT/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。	已落实

检查项目	“三同时”措施	环评批复要求	执行情况	结论
	配有急停按钮，门灯联锁等辐射安全装置。			
人员配备	辐射安全管理人员和辐射工作人员均可通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规并考核，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。	本项目 DSA 机房配备的 6 名辐射工作人员，核医学科 SPECT/CT 诊断项目配备 9 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；取得辐射安全合格证书的人员，并定期接受一次再培训。	已落实
	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。		医院已委托江苏省疾病预防控制中心对 15 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。		15 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、表面沾污仪 2 台、固定式报警仪 2 台。		已配备辐射巡测仪 1 台、表面沾污仪 1 台。	已落实
	配备个人剂量报警仪 40 台。		已配备个人剂量报警仪 10 台。	
	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、30 副铅防护眼镜、介入防护手套、铅防护吊帘、床侧防护帘等，详见表 10-12。		铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、30 副铅防护眼镜、介入防护手套、铅防护吊帘、床侧防护帘等。	已落实
辐射安全管理制度	制定操作规程、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	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：《南通大学附属医院关于调整放射防护及质量保证工作领导小组成员的通知》《DSA 设备使用制度》《放射防护安全管理制度》《放射工作人员职业健康管理制度》《放射诊疗安全防护制度》《放射防护	已落实

检查项目	“三同时”措施	环评批复要求	执行情况	结论
	面、具有可操作性的辐射安全规章制度。		和安全保卫制度》《放射工作人员管理制度》《放射诊疗质量保证制度》《放射工作人员个人剂量管理制度》《设备检修维护制度》《核医学质量控制保证方案》《核医学科 PET/CT 及 SPECT/CT 操作规程》《核医学科仪器设备安全使用、管理制度》《核医学科工作制度》《核医学科卫生防护和放射性废物处理制度》《核医学科放射性药品的使用管理、观察制度》《核医学科放射性药物操作规程》《辐射事故应急预案》。详见附件 6。	

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、项目概况

项目名称：南通大学附属医院新建放射诊疗项目

建设单位：南通大学附属医院

建设地点：南通市城东先锋镇，青年东路以南，沈海高速以西地块

建设内容与规模：

医院拟在住院楼 A 负二层的放疗中心新建 2 座医用电子直线加速器机房，并配备 2 台医用电子直线加速器（X 线最大能量 15MV，属II类射线装置）用于肿瘤的放射治疗，同时配套建设 1 座模拟定位机机房，配备 1 台模拟定位机，属III类射线装置；拟于病房楼（平疫结合）负一层核医学科新建 1 处乙级非密封放射性物质工作场所，使用放射性同位素 ^{99m}Tc 开展 SPECT/CT（属III类射线装置）显像诊断；拟于医技楼二层介入中心使用 8 台 DSA，医技楼四层复合手术室使用 3 台 DSA，门急诊楼四层急诊手术室使用 2 台 DSA 开展介入诊断项目，拟使用的 DSA 均属II类射线装置。

二、项目产业政策符合性

本项目不属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》、《江苏省工业和信息产业结构调整指导目录（2012 年本）》（2013 年修正）中禁止类、淘汰类项目，项目符合国家和地方产业政策。本项目的运营可为南通市及周边病人提供诊疗服务，是提高人民群众生活质量，提高全市医疗卫生水平和建设小康社会的重要内容，本项目具有放射实践的正当性，符合现行的国家产业政策。

三、实践正当性

南通大学附属医院新建放射诊疗项目的目的是为了对病人进行医学诊断和治疗。在采取了相应的辐射防护措施后，项目所致的辐射危害可得到有效控制，项目实施的利益大于代价，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标

准》（GB 18871-2002）规定的辐射防护“实践的正当性”原则。

四、项目选址及平面布局合理性

本项目为南通大学附属医院东院区建设的核技术利用部分，项目用地性质为医疗卫生用地。从周边外环境关系可知，医院周边规划为居民区和市政道路，周边无自然保护区等生态环境保护目标，无大的环境制约因素。

南通大学附属医院东院区于 2020 年 11 月完成了新建病房楼（平疫结合）项目的环境影响报告书，并取得南通市通州区行政审批局的批复，批复文号为：通行审投环〔2020〕156 号（见附件 3）。同时，于 2020 年 11 月完成了南通兴创医学发展有限公司南通医学中心（暂定名）一期工程项目环境影响报告书，并取得南通市通州区行政审批局的批复，批复文号为：通行审投环〔2020〕155 号（见附件 3）。医院选址合理性已在相关环评报告中进行了论述，本项目建设地点均为东院区内，不额外新增用地，医院整体布局合理，且拟建的辐射工作场所有良好的实体屏蔽设施和防护措施，产生的辐射通过采取相应的治理措施后对周围环境影响较小，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。

五、区域环境质量现状

根据监测结果，本项目拟建位置周围环境辐射剂量当量率与江苏省天然贯穿辐射水平相当，属于正常本底范围。

六、环境影响分析结论

1、施工期环境影响分析

本项目施工工程量比较小，施工时间较短，故施工期的环境影响是短暂的，施工结束后影响即可消除，对周围环境影响较小。

2、营运期正常工况下辐射环境影响

（1）辐射环境影响分析结论

在严格落实环评提出的要求后，本项目所致职业人员年剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的辐射剂量限值要求，同时也符合本报告提出的照射剂量约束值要求（职业照射 5mSv/a、公众照射 0.1mSv/a）。评价结果表明本项目辐射工作场所的防护性能符合要求。

（2）水环境影响分析

本项目辐射工作人员操作过程手部受到微量污染或清扫工作台面、地坪的清洁工具清洗时可能会有带有微量放射性的废水以及患者冲洗排便用水。通过独立的废水管道收集来自核医学科中心工作场所的放射性废水，进入医院新建的废水衰变池，进行衰变处理，衰变后的废水排入医疗废水处理站进一步处理后纳入市政污水管网。

（3）固体废物影响分析

本项目产生的放射性废物主要为：工作人员操作过程产生的注射器、棉棒、一次性卫生用品、垫料和更换下的废活性炭。医院拟将上述放射性固体废物采用专用塑料包装袋专门分类收集，按序封闭暂存于废物间的放射性衰变桶内（每袋废物表面剂量率不超过 0.1mSv/h ，重量不超过 20kg ），让放射性物质自行衰变，经检测符合排放标准后作为普通医疗废物处理。在整个收集、储存、处理过程中，做好台账记录，台账内容应包括：标明收贮时间、种类及数量、储存时间（不少于 30 天）、废物最终处置去向等。

（4）噪声

运营期噪声主要来源于通排风系统的风机，工作场所使用的通排风系统为低噪声节能排风机和低噪声节能空气处理机，其噪声值低于 60dB(A) ，通风机组通过橡胶垫进行减震降噪，可降噪约 $(10\sim 15)\text{ dB(A)}$ ，再加上医院场址内的距离衰减，噪声对周围环境影响较小。

（5）大气环境影响分析

开机出束期间产生的 X 、 γ 射线等与空气中的氧气相互作用产生少量的臭氧(O_3)。臭氧经空调系统抽取后排放，由于治疗过程中每次曝光时间短，产生的臭氧量较少，且臭氧极不稳定，再经大气稀释自然扩散后，对周围大气环境影响轻微。

项目运行过程可能会产生少量的放射性气溶胶，医院已设置有通排风系统，且设有活性炭过滤装置，产生的少量放射性气溶胶经活性炭过滤后对周围环境影响很小。

2、事故工况下环境影响

经分析，本项目可能发生的辐射事故等级为一般辐射事故。环评认为，针对本项目可能发生的辐射事故，南通大学附属医院按相关规定和本环评要

求对已制定的《放射事件应急预案》进行补充完善后，能够有效控制并消除事故影响。

七、非密封放射性物质工作场所及射线装置使用与安全管理的综合能力

南通大学附属医院拥有专业的放射性医护人员和安全管理机构，有符合国家环境保护标准、职业卫生标准和安全防护要求的场所、设施和设备；建立了较完善的辐射安全管理制度、辐射事故应急措施；在补充《辐射安全管理规定》、《辐射工作设备操作规程》等相关管理制度并及时更新，认真落实并定期对辐射防护设施进行检查维护的前提下，具有对医用辐射设施的使用和安全管理能力。

八、项目环境可行性结论

综上所述，本项目符合国家产业政策，项目选址及平面布局合理。项目拟采取的辐射防护措施技术可行，措施有效；项目制定的管理制度、事故防范措施及应急方法等能够有效的避免或减少工作人员和公众的辐射危害。在认真落实项目工艺设计及本报告表提出的相应防护对策和措施，严格执行“三同时”制度，严格执行辐射防护的有关规定，辐射工作人员和公众所受照射剂量可满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）规定的剂量限值和本环评提出的剂量管理约束值。放射性“三废”及非辐射环境影响均可满足国家标准的要求。评价认为，从辐射安全与防护以及环境影响角度分析，本项目建设是可行的。

2、审批部门审批决定

江苏省生态环境厅

苏环辐(表)审[2022]12号

关于南通大学附属医院新建放射诊疗项目 环境影响报告表的批复

南通大学附属医院：

你单位报送的《南通大学附属医院新建放射诊疗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。项目地点位于南通市青年东路以南、沈海高速以西地块，医院东院区。项目内容：在住院楼 A 负二层放疗中心，新建 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、电子线最大能量 22MeV，属Ⅱ类射线装置），用于放射治疗；新建 1 座模拟定位机房配备 1 台 CT 模拟定位机（最大管电压 150kV、最大管电流 1500mA，属Ⅲ类射线装置），用于模拟定位。在病房楼负一层核医学科，新建 1 座 SPECT/CT 机房配备 1 台 SPECT/CT（最大管电压 140kV、最大管电流 1000mA，属Ⅲ类射线装置）使用 ^{99m}Tc 核素（日等效最大操作量为 $2.22 \times 10^7\text{Bq}$ ），用于放射诊断，属乙级非密封放射性物质工作场所。在医技楼二层介入中心新增 8 台 DSA、医技楼四层复合手术室新增 3 台 DSA、门急诊楼四层新增 2 台 DSA，用于介入治疗，新增 DSA 最大管电压 125kV、最大管电流 1250mA，属Ⅱ类射

线装置。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门机联锁、急停按钮、工作指示灯、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。你单位应在收到本批复后20个工作日内，将批准后的环

境影响报告表送南通市生态环境局，并接受其监督检查。

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。



抄送：省核管中心、南通市生态环境局，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10s；

（3）手套箱通风风速：将风速仪探头放在在手套箱左、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) 手套箱通风风速。

2、监测点位

对各DSA机房、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；在手套箱左、右两侧操作口测量通风风速。

监测布点详见图6-1至图6-5。

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	X- γ 剂量率仪	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	α 、 β 表面污染剂量仪	CoMo170	NJRS-043	测量范围： β/γ 0cps~20000cps 检定证书编号：Y2023-0162224 检定有效期限：2023.09.19~2024.09.18
3	风速仪	HT625B	NJRS-156	检定证书编号：H2023-0196067 检定有效期限：2023.12.28~2024.12.27
4	水模	/	NJRS-090	/

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($E_{\beta\max}>0.15$ 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。

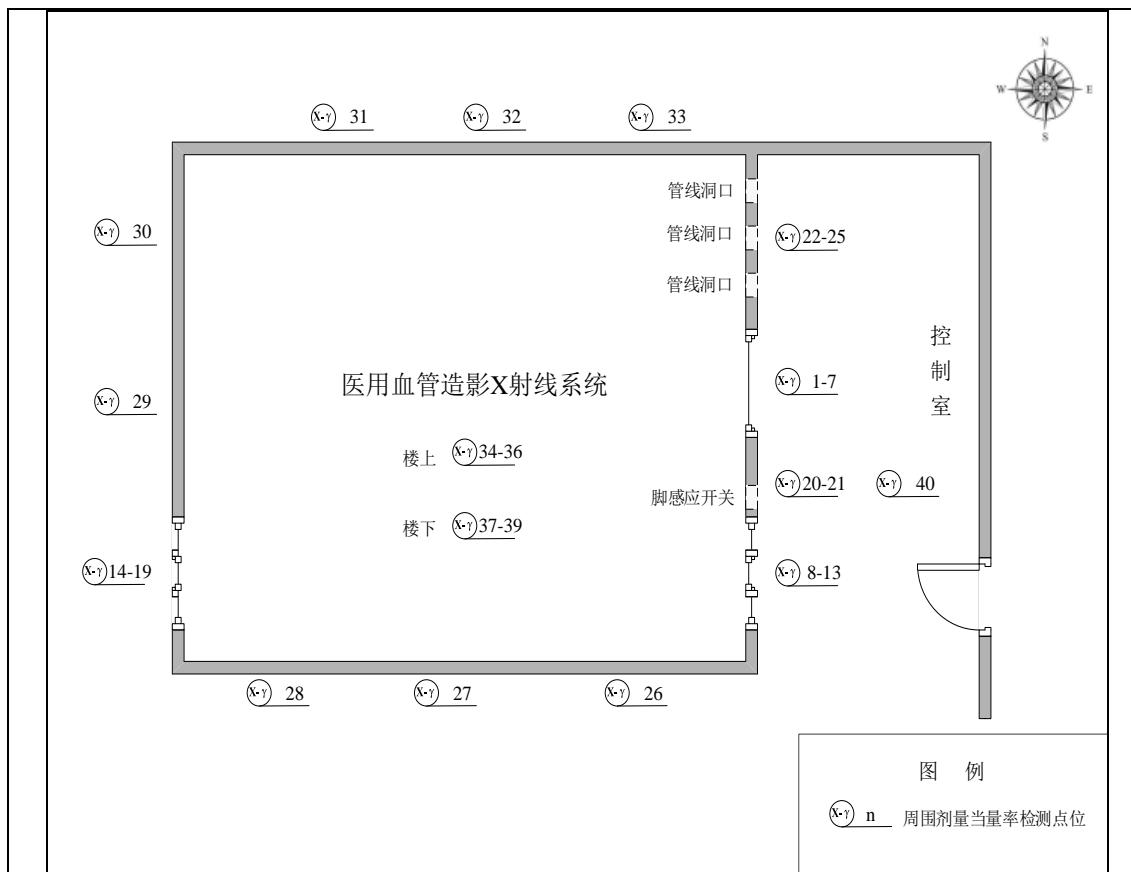


图6-1 门急诊楼四楼OR6室X-γ空气吸收剂量率监测布点图

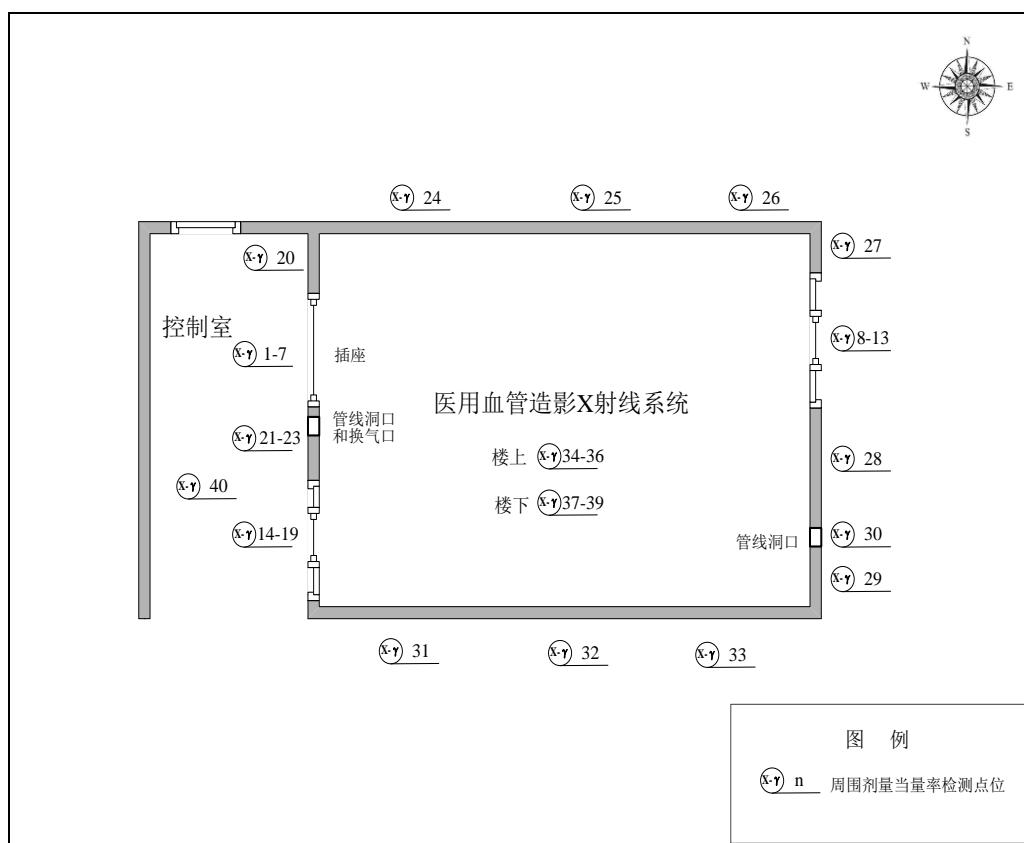


图6-2 医技楼二楼DSA1室X-γ空气吸收剂量率监测布点图

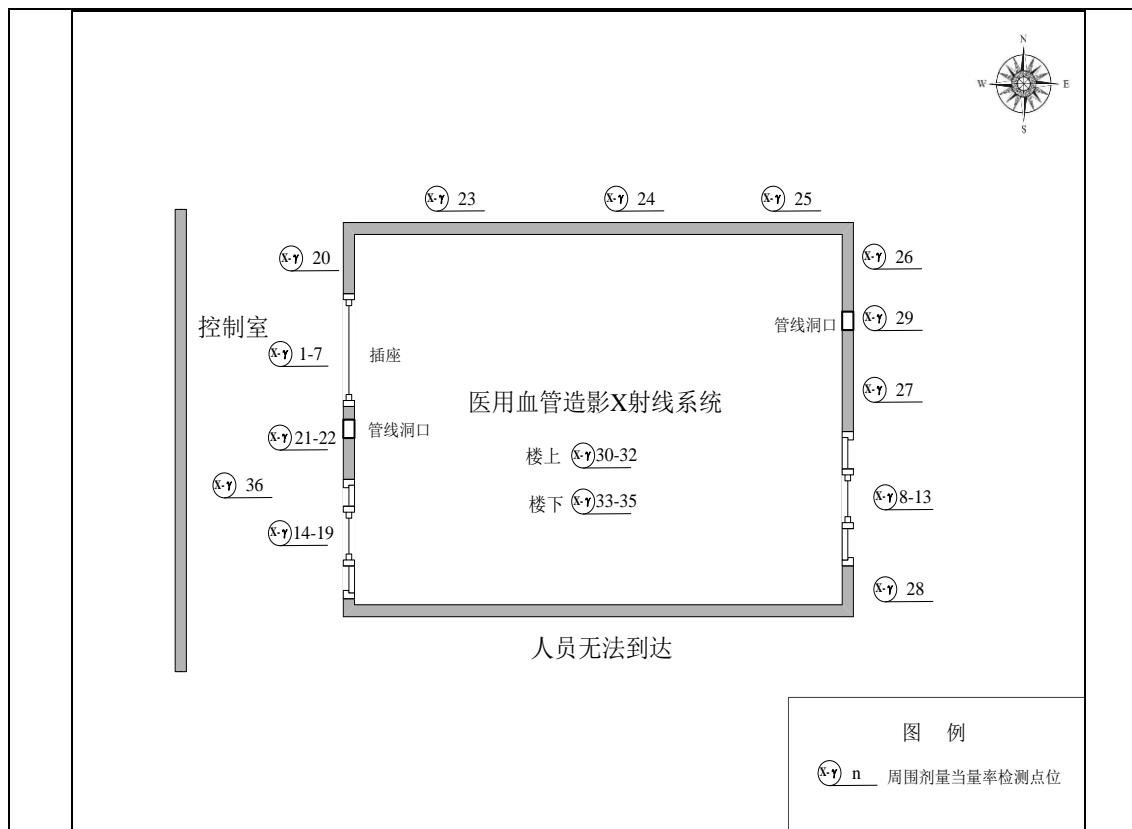


图6-3 医技楼二楼DSA2室X- γ 空气吸收剂量率监测布点图

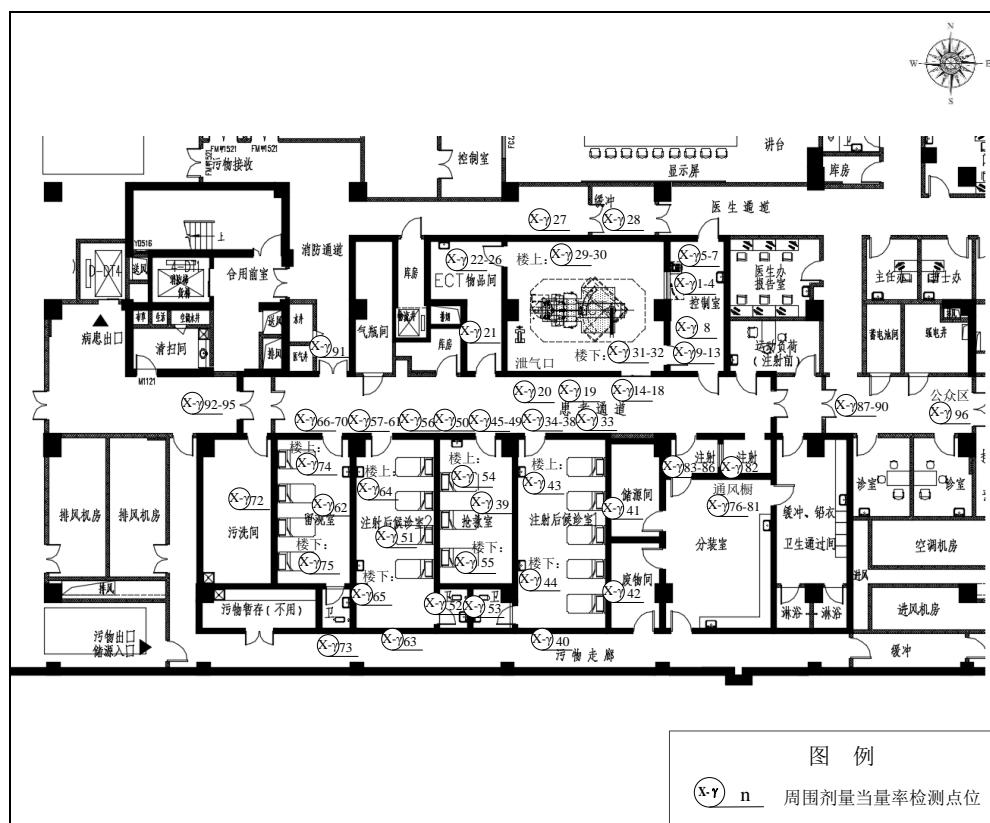


图6-4 核医学科SPECT/CT工作场所X- γ 空气吸收剂量率监测布点图



图6-5 核医学科SPECT/CT工作场所 β 放射性表面污染监测布点图

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: 南通大学附属医院									
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28、29日									
天气: 5月28日: 晴, 27°C, 31%RH									
5月29日: 多云, 24°C, 50%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 本项目验收监测检测工况									
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	DSA	Azurion7 B20	竖直球管: 125kV/1000mA 水平球管: 125kV/1000mA	竖直球管: 84kV/8.5mA 水平球管: 100kV/17.5mA	门急诊楼四楼 OR6室				
2	DSA	Azurion7 M20	125kV/1000mA	105kV/7.1mA	医技楼二楼 DSA1室				
3	DSA	Azurion7 M20	125kV/1000mA	89kV/7.6mA	医技楼二楼 DSA2室				
4	SPECT/CT	Symbia Intevo Bold	130kV/345mA	CT扫描: 130kV/220mAs; ^{99m} Tc药物放在诊 断床上	住院楼B负一 层SPECT/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 (SPECT/CT工作场所)	1. SPECT/CT机房内、注射台上均放置 7.47×10^8 Bq (20.2mCi) 的 ^{99m} Tc药物; 2. 手套箱、各注射后候诊室、留观室、抢救室内放置 1.65×10^9 Bq (44.5mCi) 的 ^{99m} Tc药物。							
验收监测结果:									
一、DSA项目									

（一）辐射防护监测结果

本次监测结果详见附件 9。门急诊楼四楼 OR6 室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，医技楼二楼 DSA1 室工作场所及其周围环境 X- γ 辐射剂量率监测结果见表 7-3，医技楼二楼 DSA2 室工作场所及其周围环境 X- γ 辐射剂量率监测结果见表 7-4。

表 7-2 门急诊楼四楼 OR6 室周围环境 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($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	设备状态
1	观察窗外30cm处（左缝）	0.12	开机
2	观察窗外30cm处（中间）	0.12	开机
3	观察窗外30cm处（右缝）	0.12	开机
4	观察窗外30cm处（上缝）	0.12	开机
5	观察窗外30cm处（下缝）	0.12	开机
6	观察窗下方插座外30cm处	0.12	开机
7	操作位	0.12	开机
8	东门外30cm处（左缝）	0.47	开机
9	东门外30cm处（中间）	0.15	开机
10	东门外30cm处（右缝）	0.13	开机
11	东门外30cm处（上缝）	0.15	开机
12	东门外30cm处（下缝）	1.49	开机
13	东门外30cm处（观察窗）	0.12	开机
14	西门外30cm处（左缝）	0.12	开机
15	西门外30cm处（中间）	0.12	开机
16	西门外30cm处（右缝）	0.12	开机
17	西门外30cm处（上缝）	0.12	开机
18	西门外30cm处（下缝）	0.13	开机

19	西门外30cm处（观察窗）		0.12	开机
20	东墙外30cm处		0.13	开机
21	东墙外30cm处（脚感应开关）		0.13	开机
22	管线洞口外30cm处		0.12	开机
23	管线洞口外30cm处		0.12	开机
24	管线洞口外30cm处		0.12	开机
25	东墙外30cm处		0.12	开机
26	南墙外30cm处		0.12	开机
27	南墙外30cm处		0.12	开机
28	南墙外30cm处		0.12	开机
29	西墙外30cm处		0.12	开机
30	西墙外30cm处		0.12	开机
31	北墙外30cm处		0.12	开机
32	北墙外30cm处		0.12	开机
33	北墙外30cm处		0.12	开机
34	距机房楼上地面100cm处		0.13	开机
35	距机房楼上地面100cm处		0.13	开机
36	距机房楼上地面100cm处		0.13	开机
37	距机房楼下地面170cm处		0.13	开机
38	距机房楼下地面170cm处		0.13	开机
39	距机房楼下地面170cm处		0.13	开机
40	控制室内		0.12	关机
41	第一术者位	头部	6	开机
		胸部	7	

		腹部	13.9	
		下肢	17.5	
		足部	28.5	
42	第二术者位	头部	10.1	开机
		胸部	8.6	
		腹部	29.1	
		下肢	30	
		足部	33	

注：1.测量结果未扣除本底值；

2.检测点位见附图6-1。

由表 7-2 检测结果可知，本项目门急诊楼四楼 OR6 室内 DSA（型号：Azurion7 B20）正常工作（检测工况：两个球管同时透视曝光，竖直球管工况：84kV/8.5mA，水平球管工况：100kV/17.5mA）时，机房周围的 X- γ 辐射剂量当量率为（0.12~1.49） μ Sv/h，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的标准要求。

由表7-2检测结果可知，本项目DSA（型号：Azurion7 B20）工作（检测工况：竖直球管工况：84kV/8.5mA）时，第一术者位X- γ 周围剂量当量率为（6~28.5） μ Sv/h，第二术者位X- γ 周围剂量当量率为（8.6~33） μ Sv/h，符合《医用X射线诊断设备质量控制检测规范》（WS76-2020）的标准要求。

表 7-3 医技楼二楼 DSA1 室周围环境 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(μ Sv/h)	设备状态
1	观察窗外30cm处（左缝）	0.15	开机
2	观察窗外30cm处（中间）	0.14	开机
3	观察窗外30cm处（右缝）	0.15	开机
4	观察窗外30cm处（上缝）	0.15	开机
5	观察窗外30cm处（下缝）	0.15	开机
6	观察窗下方插座外30cm处	0.21	开机

7	操作位	0.15	开机
8	东门外30cm处（左缝）	0.19	开机
9	东门外30cm处（中间）	0.19	开机
10	东门外30cm处（右缝）	0.25	开机
11	东门外30cm处（上缝）	0.19	开机
12	东门外30cm处（下缝）	0.92	开机
13	东门外30cm处（观察窗）	0.19	开机
14	西门外30cm处（左缝）	0.17	开机
15	西门外30cm处（中间）	0.17	开机
16	西门外30cm处（右缝）	0.18	开机
17	西门外30cm处（上缝）	0.17	开机
18	西门外30cm处（下缝）	0.20	开机
19	西门外30cm处（观察窗）	0.17	开机
20	西墙外30cm处	0.21	开机
21	西墙外30cm处	0.20	开机
22	西墙外30cm处（下方换气口）	0.20	开机
23	管线洞口外30cm处	0.19	开机
24	北墙外30cm处	0.15	开机
25	北墙外30cm处	0.15	开机
26	北墙外30cm处	0.15	开机
27	东墙外30cm处	0.16	开机
28	东墙外30cm处	0.15	开机
29	东墙外30cm处	0.15	开机
30	东墙外30cm处（设备间管线洞口）	0.14	开机
31	南墙外30cm处	0.15	开机
32	南墙外30cm处	0.15	开机
33	南墙外30cm处	0.15	开机

34	距机房楼上地面100cm处		0.13	开机
35	距机房楼上地面100cm处		0.13	开机
36	距机房楼上地面100cm处		0.13	开机
37	距机房楼下地面170cm处		0.14	开机
38	距机房楼下地面170cm处		0.13	开机
39	距机房楼下地面170cm处		0.13	开机
40	控制室内		0.13	关机
41	第一术者位	头部	5.6	开机
		胸部	11.2	
		腹部	13.9	
		下肢	57	
		足部	216	
42	第二术者位	头部	12.9	开机
		胸部	17.5	
		腹部	40	
		下肢	50	
		足部	194	

注：1.测量结果未扣除本底值；

2.检测点位见附图6-2。

由表 7-3 检测结果可知，本项目门医技楼二楼 DSA1 室内 DSA（型号：Azurion7 M20）正常工作（检测工况：105kV/7.1mA）时，机房周围的 X- γ 辐射剂量当量率为（0.13~0.92） $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的标准要求。

由表7-3检测结果可知，本项目DSA（型号：Azurion7 M20）工作（检测工况：105kV/7.1mA）时，第一术者位X- γ 周围剂量当量率为（5.6~216） $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，第二术者位X- γ 周围剂量当量率为（12.9~194） $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，符合《医用X射线诊断设备质量控制检测规范》（WS76-2020）的标准要求。

表 7-4 医技楼二楼 DSA2 室周围环境 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	观察窗外30cm处（左缝）	0.13	开机
2	观察窗外30cm处（中间）	0.13	开机
3	观察窗外30cm处（右缝）	0.13	开机
4	观察窗外30cm处（上缝）	0.13	开机
5	观察窗外30cm处（下缝）	0.13	开机
6	观察窗下方插座外30cm处	0.13	开机
7	操作位	0.13	开机
8	东门外30cm处（左缝）	0.13	开机
9	东门外30cm处（中间）	0.13	开机
10	东门外30cm处（右缝）	0.13	开机
11	东门外30cm处（上缝）	0.13	开机
12	东门外30cm处（下缝）	0.52	开机
13	东门外30cm处（观察窗）	0.13	开机
14	西门外30cm处（左缝）	0.13	开机
15	西门外30cm处（中间）	0.13	开机
16	西门外30cm处（右缝）	0.25	开机
17	西门外30cm处（上缝）	0.13	开机
18	西门外30cm处（下缝）	0.20	开机
19	西门外30cm处（观察窗）	0.13	开机
20	西墙外30cm处	0.13	开机
21	西墙外30cm处	0.13	开机
22	管线洞口外30cm处	0.14	开机
23	北墙外30cm处	0.13	开机
24	北墙外30cm处	0.14	开机
25	北墙外30cm处	0.14	开机

26	东墙外30cm处	0.13	开机
27	东墙外30cm处	0.13	开机
28	东墙外30cm处	0.13	开机
29	东墙外30cm处（设备间管线洞口）	0.13	开机
30	距机房楼上地面100cm处	0.12	开机
31	距机房楼上地面100cm处	0.12	开机
32	距机房楼上地面100cm处	0.12	开机
33	距机房楼下地面170cm处	0.13	开机
34	距机房楼下地面170cm处	0.12	开机
35	距机房楼下地面170cm处	0.13	开机
36	控制室内	0.12	关机
41	第一术者位	头部	9
		胸部	17.6
		腹部	21.3
		下肢	51
		足部	111
42	第二术者位	头部	17
		胸部	24.9
		腹部	42
		下肢	45
		足部	126

注：1.测量结果未扣除本底值；

2. 机房南侧为封闭的预留机房，人员无法到达；

3.检测点位见附图6-3。

由表 7-4 检测结果可知，本项目门医技楼二楼 DSA2 室内 DSA（型号：Azurion7 M20）正常工作（检测工况：89kV/7.6mA）时，机房周围的 X- γ 辐射剂量当量率为（0.12~0.52） μ Sv/h，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的标准要求。

由表7-4检测结果可知，本项目DSA（型号：Azurion7 M20）工作（检测工况：89kV/7.6mA）时，第一术者位X- γ 周围剂量当量率为（9~111） $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，第二术者位X- γ 周围剂量当量率为（17~126） $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，符合《医用X射线诊断设备质量控制检测规范》（WS76-2020）的标准要求。

（二）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

目前南通大学附属医院已为本次验收DSA室共配备6名辐射工作人员，满足放射诊断及介入治疗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，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	2024年		累积结果 (mSv)
	第二季度 (mSv)	第三季度 (mSv)	
施荣峰	<MDL	<MDL	0.04
贾鹏飞	<MDL	<MDL	0.04
张云峰	<MDL	<MDL	0.04
周宏智	<MDL	<MDL	0.04
顾红梅	<MDL	<MDL	0.04
张利红	<MDL	<MDL	0.04

注：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0.04mSv，结果低于MDL时，以1/2MDL表示。

由表 7-5 可知，根据南通大学附属医院提供的最近两个季度的个人累积剂量监测报告，估算本次验收 DSA 机房辐射工作人员近一年个人累积剂量最大为 $(0.04 \times 2) = 0.08\text{mSv}$ ，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，对本次验收DSA机房所致工作人员及周围公众年有效剂量进行预测计算，结果见表7-6。

表 7-6 本次验收 DSA 机房辐射工作人员及周围公众年有效剂量分析

关注点位		最大监测值 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	人员性质	居留 因子	年工作时 间 (h)	人员年有效剂 量 (mSv/a)	剂量约束值 (mSv/a)
门急诊楼四楼OR6室	操作位	0.12	职业人员	1	133.3	0.02	5
	观察窗外	0.12	职业人员	1	133.3	0.02	5
	东门外	0.47	职业人员	1/4	133.3	0.02	5
	西门外	0.13	公众	1/16	133.3	<0.01	0.1
	东墙外	0.13	公众	1/4	133.3	<0.01	0.1
	管线洞口外	0.12	职业人员	1/4	133.3	<0.01	5
	南墙外	0.12	公众	1/4	133.3	<0.01	0.1
	西墙外	0.12	公众	1/16	133.3	<0.01	0.1
	机房上方	0.13	公众	1/4	133.3	<0.01	0.1
	机房下方	0.13	公众	1/4	133.3	<0.01	0.1
医技楼二楼DSA1室	操作位	0.15	职业人员	1	133.3	0.02	5
	观察窗外	0.15	职业人员	1	133.3	0.02	5
	东门外	0.92	公众	1/8	133.3	0.02	0.1
	西门外	0.20	职业人员	1/4	133.3	<0.01	5
	西墙外	0.21	职业人员	1/4	133.3	<0.01	5
	北墙外	0.15	公众	1/8	133.3	<0.01	0.1
	东墙外	0.16	公众	1/8	133.3	<0.01	0.1
	南墙外	0.15	公众	1/4	133.3	<0.01	0.1
	机房上方	0.13	公众	1/4	133.3	<0.01	0.1

	机房下方	0.14	公众	1/4	133.3	<0.01	0.1
医技楼二楼DSA2室	操作位	0.13	职业人员	1	133.3	0.02	5
	观察窗外	0.13	职业人员	1	133.3	0.02	5
	东门外	0.52	公众	1/8	133.3	<0.01	0.1
	西门外	0.25	职业人员	1/4	133.3	<0.01	5
	西墙外	0.13	职业人员	1/4	133.3	<0.01	5
	北墙外	0.14	公众	1/4	133.3	<0.01	0.1
	东墙外	0.13	公众	1/8	133.3	<0.01	0.1
	机房上方	0.12	公众	1/4	133.3	<0.01	0.1
	机房下方	0.13	公众	1/4	133.3	<0.01	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 $E_{eff} = D \cdot t \cdot T \cdot U$ 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 333.33h），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，本项目 DSA 运行后对辐射工作人员造成的年有效剂量最大为 0.02mSv，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。

表 7-7 本项目 DSA 机房内辐射工作人员年有效剂量分析

关注点位		最大监测值 (μ Sv/h)	人员性 质	居留 因子	年工作时 间 (h)	人 数 (人)	人员年有效剂 量 (mSv/a)	剂量约束值 (mSv/a)
门急诊楼四 楼OR6室	第一术 者位	28.5	职业 人员	1	133.3	6	0.63	5
	第二术 者位	33	职业 人员	1	133.3	6	0.73	5
医技楼二 楼DSA1室	第一术 者位	216	职业 人员	1	133.3	6	4.80	5
	第二术 者位	194	职业 人员	1	133.3	6	4.31	5
医技楼二 楼DSA2室	第一术 者位	111	职业 人员	1	133.3	6	2.47	5
	第二术 者位	126	职业 人员	1	133.3	6	2.80	5

注：1.本项目第一术者位和第二术者位均由 6 人承担；

2.计算时未扣除环境本底剂量；

3.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，U为使用因子（t、U、T 取值均参照环评文件）。

由表 7-6 和表 7-7 可知, 根据现场实际监测结果显示, 本次验收 DSA 项目控制室内辐射工作人员年有效剂量最大为 0.02mSv/a , 第一术者位操作人员年有效剂量最大为 4.80mSv/a , 第二术者位操作人员年有效剂量最大为 4.31mSv/a , 低于本项目辐射工作人员个人剂量约束值 (职业人员 5mSv/a)。

2、公众

由表7-6可知, 本项目周围公众年有效剂量均不超过 0.01mSv , 低于本项目对公众剂量约束值的要求。

二、SPECT/CT诊断项目

(一) 辐射防护监测结果

本次监测结果详见附件 9。SPECT/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 7-8, 表面污染监测结果见表 7-9, 手套箱通风风速监测结果见表 7-10。

表 7-8 核医学科 SPECT/CT 诊断项目工作场所 X- γ 辐射剂量率检测结果

测点编号	点位描述	测量结果 ($\mu\text{Sv/h}$)	备注
1	SPECT/CT机房观察窗外30cm处 (左缝)	0.12	$^{99\text{m}}\text{Tc}$ 药物在 SPECT/CT 诊断床上; CT 扫描条件: 130kV/220mAs
2	SPECT/CT机房观察窗外30cm处 (中间)	0.12	
3	SPECT/CT机房观察窗外30cm处 (右缝)	0.12	
4	操作位	0.12	
5	SPECT/CT机房东墙外30cm处	0.10	
6	SPECT/CT机房东墙上管线洞口外30cm处	0.10	
7	SPECT/CT机房东墙上气体灭火控制器外30cm处	0.09	
8	SPECT/CT机房东墙外30cm处	0.11	
9	SPECT/CT机房东门外30cm处 (左缝)	0.12	
10	SPECT/CT机房东门外30cm处 (中间)	0.13	
11	SPECT/CT机房东门外30cm处 (右缝)	0.13	
12	SPECT/CT机房东门外30cm处 (上缝)	0.13	
13	SPECT/CT机房东门外30cm处 (下缝)	0.13	

14	SPECT/CT机房南门外30cm处（左缝）	0.11	99mTc药物在 注射后候诊室1内
15	SPECT/CT机房南门外30cm处（中间）	0.10	
16	SPECT/CT机房南门外30cm处（右缝）	0.11	
17	SPECT/CT机房南门外30cm处（上缝）	0.12	
18	SPECT/CT机房南门外30cm处（下缝）	0.10	
19	SPECT/CT机房南墙外30cm处	0.11	
20	SPECT/CT机房南墙上泄气口外30cm处	0.10	
21	SPECT/CT机房西墙外30cm处	0.12	
22	SPECT/CT机房西门外30cm处（左缝）	0.12	
23	SPECT/CT机房西门外30cm处（中间）	0.12	
24	SPECT/CT机房西门外30cm处（右缝）	0.12	
25	SPECT/CT机房西门外30cm处（上缝）	0.12	
26	SPECT/CT机房西门外30cm处（下缝）	0.12	
27	SPECT/CT机房北墙外30cm处	0.10	
28	SPECT/CT机房北墙外30cm处	0.10	
29	SPECT/CT机房楼上距地面30cm处	0.11	
30	SPECT/CT机房楼上距地面30cm处	0.11	
31	SPECT/CT机房楼下距地面170cm处	0.12	
32	SPECT/CT机房楼下距地面170cm处	0.12	
33	注射后候诊室1北墙外30cm处	0.12	
34	注射后候诊室1北门外30cm处（左缝）	0.12	
35	注射后候诊室1北门外30cm处（中间）	0.11	
36	注射后候诊室1北门外30cm处（右缝）	0.12	
37	注射后候诊室1北门外30cm处（上缝）	0.12	
38	注射后候诊室1北门外30cm处（下缝）	0.11	
39	注射后候诊室1西墙外30cm处（抢救室）	0.11	
40	注射后候诊室1南墙外30cm处	0.11	

41	注射后候诊室1东墙外30cm处（储源室）	0.11	
42	注射后候诊室1东墙外30cm处（废物间）	0.11	
43	注射后候诊室1楼上距地面30cm处	0.12	
44	注射后候诊室1楼下距地面170cm处	0.11	
45	抢救室北门外30cm处（左缝）	0.12	
46	抢救室北门外30cm处（中间）	0.11	
47	抢救室北门外30cm处（右缝）	0.11	
48	抢救室北门外30cm处（上缝）	0.12	
49	抢救室北门外30cm处（下缝）	0.12	
50	抢救室北墙外30cm处	0.12	^{99m} Tc药物在抢救室内
51	抢救室西墙外30cm处（注射后候诊室2）	0.11	
52	抢救室南墙外30cm处（注射后候诊室2卫生间）	0.11	
53	抢救室南墙外30cm处（注射后候诊室1卫生间）	0.12	
54	抢救室楼上距地面30cm处	0.11	
55	抢救室楼下距地面170cm处	0.10	
56	注射后候诊室2北墙外30cm处	0.12	
57	注射后候诊室2北门外30cm处（左缝）	0.11	
58	注射后候诊室2北门外30cm处（中间）	0.12	
59	注射后候诊室2北门外30cm处（右缝）	0.11	
60	注射后候诊室2北门外30cm处（上缝）	0.12	^{99m} Tc药物在注射后候诊室2内
61	注射后候诊室2北门外30cm处（下缝）	0.11	
62	注射后候诊室2西墙外30cm处	0.11	
63	注射后候诊室2南墙外30cm处	0.10	
64	注射后候诊室2楼上距地面30cm处	0.12	
65	注射后候诊室2楼下距地面170cm处	0.12	
66	留观室北门外30cm处（左缝）	0.12	^{99m} Tc药物在留观室内
67	留观室北门外30cm处（中间）	0.11	

68	留观室北门外30cm处（右缝）	0.12	^{99m} Tc药物在手套箱内
69	留观室北门外30cm处（上缝）	0.12	
70	留观室北门外30cm处（下缝）	0.12	
71	留观室北墙外30cm处	0.11	
72	留观室西墙外30cm处（污洗间）	0.11	
73	留观室南墙外30cm处	0.11	
74	留观室楼上距地面30cm处	0.11	
75	留观室楼下距地面170cm处	0.10	
76	手套箱左操作口表面外5cm处	0.11	
77	手套箱右操作口表面外5cm处	0.10	
78	手套箱观察窗表面外5cm处	0.10	
79	手套箱南侧表面外5cm处	0.12	
80	手套箱西侧表面外5cm处	0.18	
81	手套箱东侧表面外5cm处	0.14	
82	手套箱北侧表面外30cm处（注射室）	0.12	
83	注射台左操作口表面外5cm处	0.31	^{99m} Tc药物在注射台上
84	注射台右操作口表面外5cm处	0.21	
85	注射台西侧表面外5cm处	0.48	
86	注射台观察窗表面外5cm处	0.10	
87	患者检查入口大门外30cm处（左缝）	0.10	^{99m} Tc药物在患者通道内
88	患者检查入口大门外30cm处（中间）	0.11	
89	患者检查入口大门外30cm处（右缝）	0.12	
90	患者检查入口大门外30cm处（下缝）	0.12	
91	患者通道北门外30cm处（污物通道）	0.11	
92	患者检查出口大门外30cm处（左缝）	0.12	
93	患者检查出口大门外30cm处（中间）	0.11	
94	患者检查出口大门外30cm处（右缝）	0.12	

95	患者检查出口大门外30cm处（下缝）	0.12	
96	工作人员摆位处	57	^{99m} Tc药物在SPECT/CT诊断床上
97	公众区	0.10	/

注：1.测量结果未扣除本底值。

2. 检测点位见附图 6-4。

由表 7-8 检测结果可知，本项目核医学 SPECT/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 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 的标准要求。

表 7-9 核医学科 SPECT/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	表面 β 放射性污染测量结果(Bq/cm^2)	备注
1	SPECT/CT机房地面	<LLD	/
2	SPECT/CT诊断床表面	<LLD	/
3	SPECT/CT控制室地面	<LLD	/
4	SPECT/CT操作台表面	<LLD	/
5	患者通道地面	<LLD	/
6	患者通道地面	<LLD	/
7	患者通道地面	<LLD	/
8	分装标记室地面	<LLD	/
9	储源间地面	<LLD	/
10	注射室地面	<LLD	/
11	注射台表面	<LLD	/
12	手套箱表面	<LLD	/
13	卫生通过间地面	<LLD	/
14	淋浴间地面	<LLD	/
15	淋浴间地面	<LLD	/

16	注射后候诊室1地面	<LLD	/
17	注射后候诊室1卫生间地面	<LLD	/
18	抢救室地面	<LLD	/
19	注射后候诊室2地面	<LLD	/
20	注射后候诊室2卫生间地面	<LLD	/
21	留观室地面	<LLD	/

注：1.β 表面放射性污染水平探测下限（LLD）为 0.07Bq/cm²。

2. 检测点位见附图 6-5。

由表7-9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 7-10 核医学科手套箱通风风速检测结果

测点编号	检测点位描述	测量结果(m/s)	备注
1	手套箱左侧操作口	1.20	/
2	手套箱右侧操作口	1.24	/

由表7-10检测结果可知，手套箱正常运行时，左侧操作口通风风速为1.20m/s，右侧操作口通风风速为1.24m/s，符合《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）的标准要求。

（二）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

目前南通大学附属医院已为核医学科SPECT/CT诊断项目配备9名辐射工作人员，满足核医学科SPECT/CT诊断项目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，辐射工作人员个人累积剂量监测结果见表7-11。

表 7-11 辐射工作人员个人累积剂量监测结果

姓 名	2024 年第二季度 (mSv)	2024 年第三季度 (mSv)	累积结果 (mSv)
谭忠华	<MDL	<MDL	0.04
葛呈春	<MDL	<MDL	0.04
高艳	<MDL	0.08	0.10
包善磊	0.21	0.29	0.50
施陆凯	<MDL	0.07	0.09
宋文博	<MDL	<MDL	0.04
李岗健	<MDL	0.16	0.18
许宁宁	<MDL	0.07	0.09
陈烨	0.12	0.20	0.32

注：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0.04mSv，结果低于MDL时，以1/2MDL表示，即0.02mSv。

由表 7-11 可知，根据南通大学附属医院提供最近两个季度的个人累积剂量监测报告，估算本项目核医学科辐射工作人员近年个人累积剂量最大为 $(0.32 \times 2) = 0.64\text{mSv}$ ，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 SPECT/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7-12。

表 7-12 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 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	人员性质	居留 因子	年工作 时间	人员年有效剂 量 (mSv/a)	剂量约束值 (mSv/a)
SPECT/CT机房 观察窗外	0.12	职业	1	2000	0.24	5
SPECT/CT机房 北墙外	0.10	职业	1/4	2000	0.05	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 7-12 预测计算结果可知，核医学科 SPECT/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 0.24mSv，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 7-13。

表 7-13 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 (μSv/h)	人员性质	居留因子	年工作时间	人员年有效剂量 (mSv/a)	剂量约束值 (mSv/a)
SPECT/CT机房楼上	0.11	公众	1/4	2000	0.055	0.1
SPECT/CT机房楼下	0.12	公众	1/16	2000	0.015	0.1
注射后候诊室1南墙外	0.11	公众	1/16	2000	0.014	0.1
留观室南墙外30cm处	0.11	公众	1/16	2000	0.014	0.1
留观室西墙外30cm处	0.11	公众	1/8	2000	0.028	0.1
注射后候诊室1楼上距地面	0.12	公众	1/4	2000	0.060	0.1
注射后候诊室1楼下	0.11	公众	1/16	2000	0.014	0.1
患者检查入口大门外	0.12	公众	1/8	2000	0.030	0.1
SPECT/CT机房观察窗外	0.12	公众	1/8	2000	0.030	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 $E_{eff} = D \cdot t \cdot T \cdot U$ 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7-13可知，本项目核医学科SPECT/CT工作场所周围公众年有效剂量均不超过0.06mSv，低于本项目公众个人剂量约束值要求。

本项目DSA机房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4.80mSv，周围公众年有效剂量不超过0.01mSv（未扣除环境本底剂量）。

本项目核医学科SPECT/CT工作场所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0.64mSv，周围公众年有效剂量不超过0.06mSv（未扣除环境

本底剂量)。

综上所述，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)，并低于本项目剂量约束值(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：

南通大学附属医院新建放射诊疗项目（本期验收核医学科及3台DSA）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：

一、南通大学附属医院原环评规划：在住院楼A负二层的放疗中心新建2座医用电子直线加速器机房，并配备2台医用电子直线加速器（X线最大能量15MV）用于肿瘤的放射治疗，同时配套建设1座模拟定位机机房，配备1台CT模拟定位机，属III类射线装置；于住院楼B负一层核医学科新建核医学科（SPECT/CT工作场所），使用放射性同位素^{99m}Tc开展显像诊断；于医技楼二层介入中心使用8台DSA，医技楼四层复合手术室使用3台DSA，门急诊楼四层急诊手术室使用2台DSA开展介入诊断项目。该项目已于2022年2月完成项目的环境影响评价，于2022年4月11日取得了江苏省生态环境厅关于本项目的环评批复文件(苏环辐(表)审[2022]14号)。

实际建设情况：环评规划中各工作场所基建部分均已建设完成，但目前仅于医技楼二楼DSA1、2室各配备1台单球管DSA，于门急诊楼四楼OR6室（DSA机房）配备1台双球管DSA，于核医学科配备1台SPECT/CT（使用^{99m}Tc核素）。医用直线加速器项目及其余DSA项目尚未投入使用。本项目实际建设内容主要技术参数在其环评及批复范围内。

二、本项目住院楼B负一层核医学科工作场所、医技楼二楼DSA1、2室和门急诊楼四楼OR6室（DSA机房）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。

三、本项目DSA和核医学诊断工作场所屏蔽及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，DSA和SPECT/CT工作场所周围所有监测点位的X-γ辐射剂量率、SPECT/CT工作场所β放射性表面污染水平及手套箱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。

四、SPECT/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；DSA机房防护门上已粘贴电离辐射警告标志，防护门上方已设置工作指示灯，DSA机房设有闭门装置，机房内外均设置有急停按钮，操作室与机房之间设有观察窗和对讲装置，均已落实环评及批复中相关要求。

五、核医学科SPECT/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，注射室设有手套箱及专用通风管道，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。

六、医院为本项目SPECT/CT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、1套活度计；为DSA工作场所配备1台巡检仪、6台个人剂量报警仪，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。

七、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，南通大学附属医院新建放射诊疗项目（本期验收核医学科及3台DSA）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：

一、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；

二、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。