

新建DSA诊疗及改建SPECT/CT 机房项目 竣工环境保护验收监测表

报告编号：瑞森（验）字（2022）第008号

建设单位： 江苏省中医院

编制单位： 南京瑞森辐射技术有限公司

二〇二二年三月

表一 建设项目基本情况

建设项目名称	新建DSA诊疗及改建SPECT/CT机房项目 竣工环境保护验收监测			
建设单位名称	江苏省中医院			
建设项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 退役			
建设地点	南京市秦淮区汉中路155号江苏省中医院北院院区内			
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	II类、III类	/
建设项目 环评批复时间		开工建设时间（退 役开始实施时间）		
取得辐射安全 许可证时间		项目投入运行时间		
退役污染治理 完成时间 （退役项）	/	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
验收依据	<p>建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度：</p> <p>（1）《中华人民共和国环境保护法》（修订版），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》（2018年修正版），2018年12月29日发布施行；</p> <p>（3）《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003年10月1日起施行；</p> <p>（4）《建设项目环境保护管理条例》（修订版），国务院令第682号，2017年10月1日发布施行；</p>			

(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令 第 449 号，2005 年 12 月 1 日起施行；2019 年修改，国务院令 709 号，2019 年 3 月 2 日施行；

(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2019 年修正本），生态环境部部令 第 7 号，2019 年 8 月 22 日起施行；

(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令 第 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行；

(8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），生态环境部令 第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行；

(9) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，国家环境保护总局（环发〔2006〕145 号文）；

(10) 《关于发布〈射线装置分类〉的公告》，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会，公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日起施行；

(11) 《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；

(12) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，国环规环评〔2017〕4 号，2017 年 11 月 20 日起施行；

(13) 《放射工作人员职业健康管理辦法》，中华人民共和国卫生部令 第 55 号，2007 年 11 月 1 日起施行；

(14) 《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》生态环境部公告[2018]第 9 号，2018 年 5 月 15 日印发；

(15) 《关于印发〈污染影响类建设项目重大变动清单（试行）〉的通知》，生态环境部办公厅，环办环评函[2020]688 号，2020 年 12 月 13 日印发。

建设项目竣工环境保护验收技术规范：

(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)；

(2) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；

(3) 《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999-2021）；

	<p>(4) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)；</p> <p>(5) 《操作非密封源的辐射防护规定》(GB 11930-2010)；</p> <p>(6) 《表面污染测定 第一部分β发射体 ($E_{\beta\max}>0.15\text{MeV}$) 和$\alpha$发射体》(GB/T 14056.1-2008)；</p> <p>(7) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019)；</p> <p>(8) 《放射工作人员健康要求及监护规范》(GBZ 98-2020)；</p> <p>(9) 《核医学放射防护要求》(GBZ 120-2020)；</p> <p>(10) 《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021)；</p> <p>(11) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)。</p> <p>建设项目环境影响报告书(表)及其审批部门审批文件:</p> <p>(1) 《江苏省中医院新建 DSA 诊疗及改建 SPECT/CT 机房项目环境影响报告表》，南京瑞森辐射技术有限公司，2020 年 6 月，见附件 2；</p> <p>(2) 《关于江苏省中医院新建 DSA 诊疗及改建 SPECT/CT 机房项目环境影响报告表的批复》，审批文号：苏环辐(表)审〔2020〕42 号，江苏省生态环境厅，2020 年 9 月 14 日，见附件 3。</p> <p>其他相关文件:</p> <p>(1) 《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》(辐射防护第 13 卷第 2 期，1993 年 3 月)，江苏省环境监测站。</p>
验收监测 执行标准	<p>人员年受照剂量限值:</p> <p>(1) 人员年有限剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)中所规定的职业照射和公众照射剂量限值:</p>

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； ③眼睛体的年当量剂量，150mSv； ④四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。
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； ③眼晶体的年当量剂量，15mSv； ④皮肤的年当量剂量，50mSv。
剂量约束值通常应在公众照射剂量限值10%~30%（即0.1mSv/a~0.3mSv/a）的范围之内。	

（2）根据本项目环评及批复文件确定本项目个人剂量管理目标值，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管理目标值

项目名称	适用范围	管理目标值
江苏省中医院新建 DSA 诊疗及改建 SPECT/CT 机房项目	职业照射有效剂量	5mSv/a
	公众有效剂量	0.1mSv/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。

工作场所布局要求：

参考《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）的要求，本项目乙级非密封放射源工作场所布局应遵循下述要求：

5 工作场所的放射防护要求

5.1 工作场所平面布局和分区

5.1.2 核医学工作场所平面布局设计应遵循如下原则：

a) 使工作场所的外照射水平和污染发生的概率达到尽可能小；

b) 保持影像设备工作场所内较低辐射水平以避免对影像质量的干扰；

5.1.6 通过设计合适的时间空间交通模式来控制辐射源（放射性药物、放射性废物、给药后患者或受检者）的活动，给药后患者或受检者与注射放射性药物前患者或受检者不交叉，给药后患者或受检者与工作人员不交叉，人员与放射性药物通道不交叉。合理设置放射性物质运输通道，便于放射性药物、放射性废物的运送和处理；便于放射性污染的清理、清洗等工作的开展。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求，本项目 DSA 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《操作非密封源的辐射防护规定》（GB 11930-2010）的要求，本项目非密封源工作场所放射防护应遵循下述要求：

5 安全操作

5.1 一般要求

5.1.2 宜在辐射工作场所醒目位置悬挂（张贴）辐射警告标志，

人员通行和放射性物质传递的路线应严格执行相关规定，防止发生交叉污染。应制定严格的辐射防护规程和操作规程。

5.1.5 辐射工作人员对某些操作程序必要时应事先进行模拟试验，冷试验、热试验，当熟练掌握操作技能后方可正式开展工作。

5.1.6 如果操作过程中发现异常情况，应及时报告，并分析原因。采取措施，防止重复发生类似事件。

5.1.7 应定期检查，工作场所各项防护与安全措施的有效性，针对不安全因素制定相应的补救措施，并认真落实，确保工作场所处在良好的运行状态。

5.1.8 在原有设施条件下开展新工作（包括工艺流程的重大改变和提高放射性核素日等效最大操作量），如果计划操作的放射性核素种类，操作量，操作方式及防护设施和设备的要求超出原设计规范，应事先向主管部门提交防护与安全分析报告，经主管部门审查批准后方可进行。

5.1.9 如进行存在临界安全问题的操作，应同时遵守国家有关临界安全的规定。

5.2 操作条件

5.2.1 非密封源的操作应根据所操作的放射性物质的量和特性，选择符合安全与防护要求的条件，尽可能在通风柜，工作箱或手套箱内进行。

5.2.2 操作过程中所用的设备、仪器、仪表、器械和传输管道等应符合安全与防护要求。吸取液体的操作应使用合适的负压吸液器械，防止放射性液体溅出、溢出，造成污染。储存放射性溶液的容器应由不易破裂的材料制成。

5.2.3 有可能造成污染的操作步骤，应在铺有塑料或不锈钢等易去除污染的工作台面上或搪瓷盘内进行。

5.2.4 操作中使用的容器，必要时应在其外面加一个能足以容纳其全部放射性溶液的不易破裂的套桶。

5.2.5 操作易燃易爆物质，或操作中使用高温、高电压和高气压

设备时，应有可靠的防止过热或超压的保护措施，并遵守国家有关安全规定。

5.2.6 伴有强外照射的操作，应尽可能缩短操作时间，利用合适的屏蔽或使用长柄操作机械等防护措施。

5.2.7 若需要进行开启密闭工作箱门放入或取出物品及其他危险性较大的操作时，应采取安全与防护措施，并在防护人员监督下进行。

5.2.8 进行污染设备检修时，应当事先拟出计划。主要的工作内容及采取的防护措施，经现场防护人员审查同意并落实辐射防护措施后方可进行。

5.3 个人防护

5.3.1 辐射工作人员应熟练掌握安全与防护技能，取得相应资质。

5.3.2 辐射工作人员应根据实际需要配备适用，足够和符合标准的个人防护用具（器械，衣具），并掌握其性能和使用方法。个人防护用具应有备份，均应妥善保管，并应对其性能进行定期检验。

5.3.3 辐射工作场所应具备适当的防护手段与安全措施，做好个人防护工作。

5.3.4 在伴有外照射的工作场所，应做好个人外照射防护，包括 β 外照射防护。

5.3.5 在任何情况下均不允许用裸露的手直接接触放射性物质或进行污染物件的操作。

5.3.6 辐射工作场所应根据所操作非密封源的特点配备适当的医学防护用品和急救药品箱，供处理事故时使用。严重污染事件的医学处理应在医学防护人员的指导下进行。

本项目 DSA 机房防护设施应满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求：

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2 DSA机房使用面积及单边长度

设备类型	机房内最小有效使用面积 ^d m ²	机房内最小单边长度 ^e m
单管头X射线设备 ^b (含C形臂, 乳腺 CBCT)	20	3.5
^a 双管头或多管头X射线设备的所有管球安装在同一间机房内。 ^b 单管头、双管头或多管头X射线设备的每个管球各安装在1个房间内。 ^c 透视专用机指无诊断床、标称管电流小于5mA的X射线设备。 ^d 机房内有效使用面积指机房内可划出的最大矩形的面积。 ^e 机房内单边长度指机房内有效使用面积的最小边长。		

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小于表3的规定。

表3 DSA机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

设备类型	有用线束方向铅当量 mmPb	非有用线束方向铅当量 mmPb
标称125kV以上的摄影机房	3.0	2.0

6.2.3 机房的门和窗关闭时应满足表3的要求。

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2.5 μ Sv/h；测量时，X射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间。

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。

防护用品及防护设施配置要求：

根据《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020），本项目非密封源工作场所防护用品及防护设施的配置应满足下述要求：

4 总则

4.1 管理要求

4.1.1 开展核医学工作的医疗机构应对放射工作人员、患者或受检者以及公众的防护与安全负责，主要包括：

c) 应配备与其服务项目相适应并且性能合格的核医学诊疗设备（包括相关辅助设备）、放射防护与放射性药物施用量质量控制仪器、个人防护用品。

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：

6.5.1 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

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。

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。

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C1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C1 非密封源工作场所的分级

级别	日等效最大操作量/Bq
甲	$>4 \times 10^9$
乙	$2 \times 10^7 \sim 4 \times 10^9$
丙	豁免活度值以上 $\sim 2 \times 10^7$

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）的规定，对于工作场所的放射性表面污染，应满足表B11的控制水平。

表B11 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		β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	40
	监督区	0.4	4	4
工作服、手套、工作鞋	控制区、监督区	0.4	0.4	4
手、皮肤、内衣、工作袜		0.04	0.04	0.4

1) 该区内的高污染子区除外

放射性废物管理要求:

根据《核医学辐射防护与安全要求》(GBZ 120-2020)的规定,本项目放射性固废暂存还应遵循下述:

8.1 放射性废物分类,应根据医学实践中产生废物的形态及其中的放射性核素种类、半衰期、活度水平和理化性质等,将放射性废物进行分类收集和分别处理。核医学常用放射性核素的物理特性参见附录H。

8.2 设废物储存登记表,记录废物主要特性和处理过程,并存档备案。

8.3 放射性废液衰变池应合理布局,池底和池壁应坚固、耐酸碱腐蚀和无渗透性,并有防泄漏措施。

8.4 开展放射性药物治疗的医疗机构,应为住院治疗患者或受检者提供有防护标志的专用厕所,专用厕所应具备使患者或受检者排泄物迅速全部冲入放射性废液衰变池的条件,而且随时保持便池周围清洁。

8.5 供收集废物的污物桶应具有外防护层和电离辐射警示标志。在注射室、注射后病人候诊室、给药室等位置放置污物桶。

8.6 污物桶内应放置专用塑料袋直接收纳废物,装满后的废物袋应密封,不破漏,及时转送存储室,放入专用容器中存储。

8.7 对注射器和碎玻璃器皿等含尖刺及棱角的放射性废物,应先装入利器盒中,然后再装入专用塑料袋内。

8.8 每袋废物的表面剂量率应不超过0.1mSv/h,质量不超过20kg。

8.9 储存场所应具有通风设施,出入口设电离辐射警告标志。

8.10 废物袋、废物桶及其他存放废物的容器应安全可靠,并在显著位置标有废物类型、核素种类、存放日期等说明。

8.11 废物包装体外表面的污染控制水平: $\beta < 0.4 \text{ Bq/cm}^2$ 。

根据《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021)的规

定，本项目放射性固废暂存还应遵循下述：

7.2 固体放射性废物的管理

7.2.3 固体放射性废物处理

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 $0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$ 、 β 表面污染小于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ 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；

7.3 液态放射性废物的管理

7.3.3 放射性废液排放

7.3.3.1 对于槽式衰变池贮存方式：

a) 所含核素半衰期小于24小时的放射性废液暂存时间超过30天后可直接解控排放；

7.3.3.3 放射性废液的暂存和处理应安排专人负责，并建立废物暂存和处理台账，详细记录放射性废液所含的核素名称、体积、废液产生起始日期、责任人员、排放时间、监测结果等信息。

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:

江苏省中医院位于江苏省南京市秦淮区汉中路155号，石鼓路将医院分成南、北两个院区。为了更好地为患者服务，提高医院的医疗质量，江苏省中医院在北院门诊楼一层急诊新建1座DSA机房并配备1台DSA（型号：Artis Q ceiling，管电压为125kV，管电流为1000mA），用于医学诊断及介入治疗；将北院7号楼一层核医学科原有Skylight型SPECT/CT（使用^{99m}Tc放射性核素）更换为CT 670 ES型SPECT/CT（管电压为140kV，管电流为440mA），为满足该SPECT/CT的使用空间要求，将原SPECT/CT机房东墙东移4.45m至原控制室东墙，原控制室东侧的办公室改造为控制室，该工作场所其他布局及核素种类、操作量不变。本项目环评报告表详见附件2，环评批复文件详见附件3。

表2-1 新建DSA诊疗及改建SPECT/CT机房项目射线装置及核素使用情况

射线装置					
名称	数量	型号	技术参数	工作场所名称	
DSA	1	Artis Q ceiling型	最大管电压 125kV 最大管电流 1000mA	北院门诊楼一层	
SPECT/CT	1	SCT 670 ES型	最大管电压 140kV 最大管电流 440mA	北院7号楼一层 核医学科	
非密封放射性物质					
核素名称	活动种类	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	工作场所名称
^{99m} Tc*	使用	2.775×10 ¹⁰	2.775×10 ⁸	6.66×10 ¹²	北院7号楼一层 核医学科

注：*SPECT/CT机房改建前后使用非密封放射性物质的种类及数量保持不变。

截至验收监测时，江苏省中医院已在北院门诊楼一层急诊新建1座DSA机房并配备1台DSA，开展医学诊断及介入治疗工作；已将北院7号楼一层核医学科SPECT/CT机房及其控制室进行改造，更换1台CT 670 ES型SPECT/CT，开展核素显像诊断工作。

本次验收项目辐射安全与防护设施总投资为100万元，项目环评审批及实际建设情况见表2-2。

表2-2 新建DSA诊疗及改建SPECT/CT机房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				备注		
项目内容	环评规划情况	实际建设情况	备注			
建设地点	南京市秦淮区汉中路155号	南京市秦淮区汉中路155号	南京市秦淮区汉中路155号	与环评一致		
		江苏省中医院 北院	东侧	莫愁路	与环评一致	
			南侧	石鼓路	与环评一致	
			西侧	离休干部小区及金泽大厦	与环评一致	
			北侧	汉中路	与环评一致	
		周围环境	DSA机房	东侧	卫生间	与环评一致
				南侧	院内道路	与环评一致
				西侧	卫生间、洗手池及患者通道	与环评一致
				北侧	控制室、设备间、污洗间及走廊	与环评一致
				下方	土层	与环评一致
上方	候诊区及诊室			与环评一致		

江苏省中医院新建 DSA 诊疗及改建 SPECT/CT 机房项目竣工环境保护验收监测表

	东侧	控制室	控制室	与环评一致
	南侧	医护走廊及抢救/运动平板室、高活注射室及服碘室	医护走廊及抢救/运动平板室、高活注射室及服碘室	与环评一致
	西侧	患者走廊	患者走廊	与环评一致
	北侧	院内道路	院内道路	与环评一致
	下方	自行车库	自行车库	与环评一致
	上方	库房	库房	与环评一致
非密封放射性物质				
核素名称	环评建设规模			实际建设规模
	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	活动种类
^{99m} Tc	2.775×10 ¹⁰	2.775×10 ⁸	6.66×10 ¹²	使用
				使用场所
				核医学科
				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
				使用场所

江苏省中医院新建 DSA 诊疗及改建 SPECT/CT 机房项目竣工环境保护验收监测表

DSA	Artis ceiling 型	1 台	125kV/1000mA	II 类	北院门诊楼一层	Artis Q ceiling 型	1 台	125kV/1000mA	II 类	北院门诊楼一层
SPECT/CT	CT 670 ES 型	1 台	140kV/440mA	III 类	北院 7 号楼一层核医学科	CT 670 ES 型	1 台	140kV/440mA	III 类	北院 7 号楼一层核医学科
废弃物										
名称	环评建设规模									
	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	实际建设规模	
臭氧和氮氧化物	气态	/	/	微量	微量	/	不暂存	通过排风系统排入外环境，臭氧常温下自动分解为氧气，对环境影响较小。	与环评一致	
DSA 手术过程中产生的棉签、纱布、手套、器具等医疗废物	固体	/	/	约10kg	约120kg	/	暂存在机房内的废物桶	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	
沾有 ^{99m} Tc放射性核素的注射器、手套、擦拭废纸及废活性炭等	固体	^{99m} Tc	/	约12.5kg	约150kg	小于清洁解控水平 (1×10 ² Bq/g)	存放于专用放射性废物铅桶与放射性废物间	存放10个半衰期，达到清洁解控水平推荐值后，由医院统一作为普通医疗废物处理。	与环评一致	
含 ^{99m} Tc放射性核素的卫生间下水及清洗废水	液体	^{99m} Tc	/	约7.5m ³	约90m ³	总β<10 Bq/L	流入衰变池中	自然衰变10个半衰期，达到排放标准后，排放至医院污水处理站。	与环评一致	
含有 ^{99m} Tc等液态放射性药物操作时挥发的微量气溶胶	气体	^{99m} Tc	/	微量	微量	微量	不暂存	在通风橱中操作，经通风橱管道内及屋顶排风口活性炭装置过滤后排放。	与环评一致	

源项情况：**1、辐射污染源项**

由本项目工作原理和 workflows 可知，本项目主要产生以下污染：

(1) 辐射：DSA、SPECT/CT 在工作状态下产生的 X 射线；放射性核素 ^{99m}Tc 以同质异能跃迁方式衰变，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：本项目注射时药物在针筒内，无开放液面，空气中挥发散逸的放射性同位素几乎没有，因此放射性气溶胶极少，其对医务人员和公众吸入体内造成的内照射影响可以忽略。

(3) 固体废物：放射性药物操作过程中产生的如注射器、一次性手套、棉签、滤纸等带微量放射性同位素的医疗固体废弃物；污染途径为操作过程中及收集固废过程中和贮存衰变时对医务人员产生的外照射。

(4) 废水：体内含有放射性核素的病人排泄物等；工作场所清洗废水等。

2、非辐射污染源项

(1) 废气：DSA 机房、SPECT/CT 机房内的空气因电离产生的少量臭氧和氮氧化物可通过通风系统排至室外，臭氧在空气中短时间可自动分解为氧气，这部分废气对周围环境影响较小。

(2) 固体废物：DSA 手术过程中产生的棉签、纱布、手套、器具等医疗废物暂存在机房内的废物桶，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；工作人员产生的生活垃圾，收集后，将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

(3) 废水：主要是工作人员产生的生活污水，将进入医院污水处理系统，处理达标后排入城市污水管网，对周围环境影响较小。

工程设备与工艺分析：**1、工作原理**

- 新建 DSA 项目

DSA 因其整体结构像大写的“C”，因此也称作 C 型臂 X 光机，DSA 由 X 线发生装置，包括 X 线球管及其附件、高压发生器、X 线控制器等，和图像检测系统，包括光栅、影像增强管、光学系统、线束支架、检查床、输出系统等

部件组成。

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 的成像基本原理为：将受检部位没有注入造影剂和注入造影剂后的血管造影 X 射线荧光图像，分别经影像增强器增益后，再用高分辨率的电视摄像管扫描，将图像分割成许多的小方格，做成矩阵化，形成由小方格中的像素所组成的视频图像，经对数增幅和模/数转换为不同数值的数字，形成数字图像并分别存储起来，然后输入电子计算机处理并将两幅图像的数字信息相减，获得的不同数值的差值信号，再经对比度增强和数/模转换成普通的模拟信号，获得了去除骨骼、肌肉和其他软组织，只留下单纯血管影像的减影图像，通过显示器显示出来。通过 DSA 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。

江苏省中医院配置的 Artis Q ceiling 型 DSA，最大管电压为 125kV、最大管电流为 1000mA。该型号 DSA 设备外观见图 2-1。



图 2-1 本项目 DSA 外观图



图 2-2 本项目 SPECT/CT 外观图

- 改建 SPECT/CT 机房项目

SPECT/CT 即单光子发射计算机断层扫描。它将发射单光子的核素药物如 ^{99m}Tc 引入生物体，其经代谢后在脏器内外或病变部位和正常组织之间形成放射性浓度差异，这些差异通过计算机处理成 ECT 图像，为肿瘤的诊治提供多方位信息。 γ 照相机探头的每个灵敏点探测沿一条投影线 (Ray) 进来的 γ 光子，其测量值代表人体在该投影线上的放射性之和。在同一条直线上的灵敏点可探测人体一个断层上的放射性药物，它们的输出称作该断层的一维投影 (Projection)。各条投影线都垂直于探测器并互相平行，称之为平行束，探测器的法线与 X 轴的交角 θ 称为观测角 (View)。 γ 照相机是二维探测器，安装了平行孔准直器后，可以同时获取多个断层的平行束投影，这就是平片。平片表现不出投影线上各点的前后关系。要想知道生物体在纵深方向上的结构，就需要从不同角度进行观测。可以证明，知道了某个断层在所有观测角的一维投影，就能计算出该断层的图像。从投影求解断层图像的过程称作重建 (Reconstruction)。这种断层成像术离不开计算机，所以称作计算机断层成像术 (Computed Tomography, CT)。CT 设备的主要功能是获取投影数据和重建断层图像。

SPECT/CT 是将 SPECT 和 CT 这两种设备安装在同一个机架上，两种显像技术的定位坐标系相互校准，在两次扫描期间患者处于同一个检查床上且保持体位不变，可防止因患者移位产生的误差，在一定程度上也解决了时间配准的问题。通过 SPECT/CT 图像融合技术，可以将 SPECT 灵敏反映体内组织器官生理、生化和功能的变化与 CT 提供的精确的解剖结构信息相结合，真正实现了功能、代谢、生化影像与解剖结构影像的实时融合，为临床提供了更加全面、客观、准确的诊断依据。不仅如此，CT 提供的图像数据还可用于 SPECT 的衰减校正，有效提高 SPECT 的图像质量。

本项目 SPECT/CT 主要使用含放射性同位素 ^{99m}Tc 的药物进行显像。 ^{99m}Tc 为纯 γ 光子发射体，几乎可用于人体各重要脏器的形态和功能显像，是显像检查中最常用的放射性核素。目前全世界应用的显像药物中， ^{99m}Tc 及其标记的化合物占 80% 以上，广泛用于心、脑、肾、骨、肺等多种脏器疾患的显像检查。

江苏省中医院将原有 Skylight 型 SPECT/CT 更换为 CT 670 ES 型 SPECT/CT

(最大管电压为 140kV、最大管电流为 440mA) 并对 SPECT/CT 机房及控制室的平面布局进行调整, 核素使用种类、操作量不变。该型号 SPECT/CT 设备外观见图 2-2。SPECT/CT 显像用放射性同位素特性见表 2-3。

表2-3 SPECT/CT显像用放射性同位素特性一览表

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 ($\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{Bq}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$)
$^{99\text{m}}\text{Tc}$	6.02h	IT (100)	—	140.511 (88.5)	1.8E-14

2、工作流程及产污环节

• 新建 DSA 项目

本项目 DSA 工作流程及产污环节如图 2-3, DSA 在进行曝光时分为两种情况:

第一种情况: 检查减影。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: 治疗透视。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。



图 2-3 本项目 DSA 工作流程及产污环节示意图

• 改建 SPECT/CT 机房项目

江苏省中医院核医学科 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 放射性药物为外购, 医院根据患者预约情

况，确定当天所使用的药物剂量，向专业供应商订购已分装的 ^{99m}Tc 放射性药物，供应商根据医院预约的时间和用量定时将药物送达北院 7 号楼一层高活注射室，医院指定专人负责药物的接收和登记，并暂存到高活注射室铅通风橱内，当天用完。

医院已许可使用的 ^{99m}Tc 放射性药物日最大操作量为 $2.775 \times 10^{10} \text{Bq}$ （引用核医学科项目初次申领辐射安全许可证时使用的 ^{99m}Tc 放射性药物的操作方式“简单操作”，则日等效最大操作量为 $2.775 \times 10^8 \text{Bq}$ ；使用《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）中“医疗机构使用 ^{99m}Tc （液态）的操作方式界定为很简单操作”相关要求，则日等效最大操作量为 $2.775 \times 10^7 \text{Bq}$ ），年最大用量为 $6.66 \times 10^{12} \text{Bq}$ ，为乙级非密封放射性物质工作场所。

注射护士手持带铅套的注射器，测定活度，经校对无误后，在注射铅玻璃屏的屏蔽下为病人注射。注射完毕后，注射器放入专用废物铅桶内。每次注射过程中近距离接触单光子药物的时间保守按 1min 估算。

病人根据注入的 ^{99m}Tc 药物特性，在注射后候诊室内静坐约 20~30min，待药物代谢至靶器官，进入 SPECT/CT 机房，经医护人员摆位后，接受 SPECT/CT 的扫描，每次扫描约 10~20min。扫描完成后，病人留观一段时间后，若无其他情况，从病人专用通道离开。工作流程及产污环节分析见图 2-4。

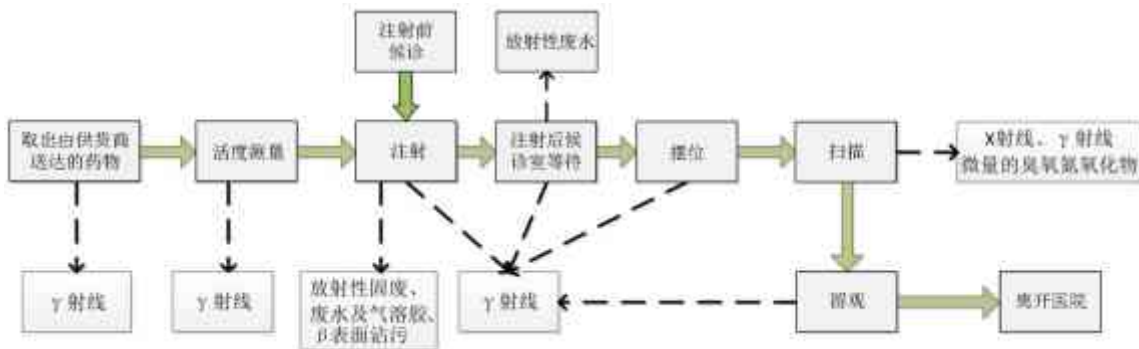


图 2-4 本项目 SPECT/CT 工作流程及产污环节示意图

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

- 新建 DSA 项目

布局：医院于北院门诊楼一层急诊新建 1 座 DSA 机房并配备 1 台 DSA。DSA 机房东侧为卫生间，南侧为院内道路，西侧为卫生间、洗手池及患者通道，北侧为控制室、设备间、污洗间及走廊，下方为土层，上方为候诊区及诊室。DSA 机房东西长 10.67m，南北长 6.53m（最小单边长度），面积约为 69.67m²（有效使用面积）。DSA 机房控制室与扫描室分开布置，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求，布局合理。

表 3-1 本项目射线机房最小面积及单边长度一览表

设备机房	机房实际面积 (m ²)	最小有效面积要求 (m ²)	最小单边长度要求 (m)	评价
北院门诊楼一层急诊 DSA 机房	10.67×6.53=69.67	20	3.5	满足
北院 7 号楼一层 SPECT/CT 机房	10.52×4.55=47.87	30	4.5	满足

辐射防护分区：本项目将 DSA 所在机房作为辐射防护控制区，与机房相邻的控制室、设备间、污洗间等划为监督区，本项目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 3-1。

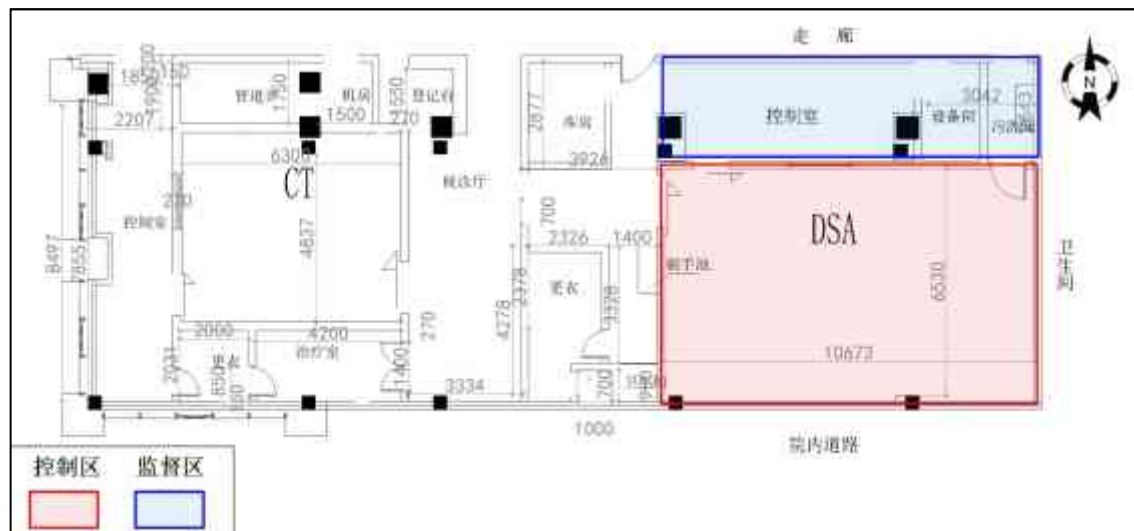


图3-1 北院门诊楼一层急诊DSA机房平面布置及分区示意图

• 改建 SPECT/CT 机房项目

布局：本项目将北院7号楼一层核医学科原有Skylight型SPECT/CT更换为CT 670 ES型SPECT/CT（管电压为140kV，管电流为440mA），并将原SPECT/CT机房与原控制室之间隔墙拆除，将原控制室东墙进行防护施工并增加观察窗和防护门，将原控制室东侧的办公室改造为控制室，该工作场所其他布局不变。核医学科工作场所包括以下主要房间：1座SPECT/CT机房、控制室、高活注射室、注射间、服碘室、废物/储源室、抢救/运动室、注射后候诊室、病人专用卫生间、报告室、办公室、骨密度仪室、摄碘率室等区域。改建后，SPECT/CT机房东西长10.52m，南北长4.55m（最小单边长度），面积约为47.87m²（有效使用面积）。SPECT/CT机房控制室与扫描室分开布置，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求。

核医学科相关配套布局能够保证各项工作程序沿着相关房间开展，减少了人员的流动性，有助于实施工作程序；医护人员与患者有各自独立的通道；高活注射室、注射间与检查室分开，注射后候诊区设置有注射后病人专用卫生间，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）、《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）中关于临床核医学工作场所对于布局的要求以及《操作非密封源的辐射防护规定》（GB 11930-2010）要求。

辐射防护分区：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）第6.4款中有关辐射工作场所的分区规定，本项目工作场所按其功能划分为控制区和监督区，并实施分区管理，控制区包括：1座SPECT/CT机房、高活注射室、注射间、服碘室、废物/储源室、抢救/运动室、注射后候诊室、病人专用卫生间、骨密度仪室等，监督区包括：控制室、报告室、办公室、摄碘率室等。

控制区和监督区内辐射工作人员具有独立的出入口和流动路线，能够有效防止交叉污染，避免工作人员受到不必要的外照射。在控制区出、入口处均设置符合规范的电离辐射警告标志。本项目核医学科工作场所控制区和监督区划分明显，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）及《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中有关辐射工作场所的分区规定。本项目工作场所平面布

置、两区划分及病人、医护人员流动路线示意图见图3-2。

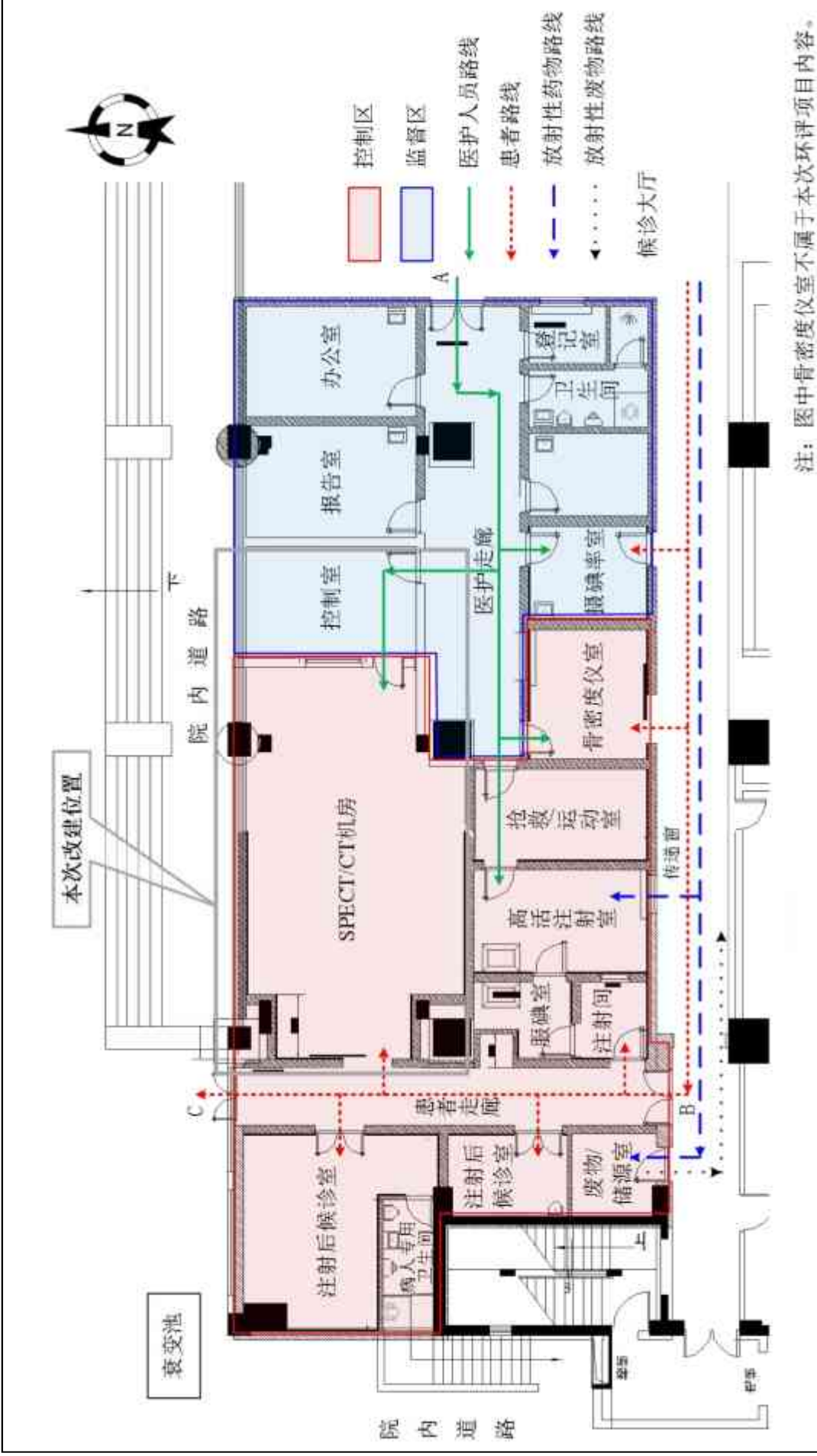


图3-2 本项目改建核医学科工作场所区域划分及患者、医护人员流动路线示意图

2、工作场所屏蔽设施建设情况

本项目DSA机房、SPECT/CT机房屏蔽设施建设情况见表3-2。

表 3-2 DSA 机房、SPECT/CT 机房屏蔽防护设计及落实情况一览表

工作场所	参数	环评要求防护设计	落实情况	备注
北院门诊楼一层 急诊DSA机房	墙体	24cm实心砖+3mmPb防 辐射涂料	24cm实心砖+3mmPb防 辐射涂料	已落实
	防护门	3mm铅板	3mm铅板	已落实
	观察窗	3mmPb铅玻璃	3mmPb铅玻璃	已落实
	屋顶	12cm混凝土+3mm铅板	12cm混凝土+3mm铅板	已落实
北院7号楼一层 SPECT/CT机房	墙体	南、西、北墙：24cm实 心砖+内、外均3cm硫酸 钡，东墙：24cm实心砖 +内、外均2.1cm硫酸钡 防护涂料板	南、西、北墙：24cm实 心砖+内、外均3cm硫酸 钡，东墙：24cm实心砖 +内、外均2.1cm硫酸钡 防护涂料板	已落实
	防护门	3mm铅板	3mm铅板	已落实
	观察窗	3mmPb铅玻璃	3mmPb铅玻璃	已落实
	屋顶	30cm混凝土	30cm混凝土	已落实
	地面	15cm混凝土+3cm硫酸 钡防护涂料板	15cm混凝土+3cm硫酸 钡防护涂料板	已落实

3、辐射安全与防护措施

(1) 工作状态指示灯和电离辐射警告标志

本项目DSA机房防护门、核医学科工作场所控制区出入口处均粘贴电离辐射警告标志和中文警示说明，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。电离辐射警告标志见图3-3。



(a) DSA机房防护门



(b) SPECT/CT机房防护门



(c) 核医学科入口



(d) 核医学科出口



(e) 储源室/废物室防护门

图3-3 工作状态指示灯和电离辐射警告标志

(2) 门灯联锁

本项目DSA机房、SPECT/CT机房的防护大门设置有门灯联锁装置，防护大门闭合时工作状态指示灯亮。现场检查门机联锁和门灯联锁装置运行正常。

(3) 观察和对讲系统

医院在 DSA 机房、SPECT/CT 机房与控制室内设置双向语音对讲装置，且 DSA 机房、SPECT/CT 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。DSA 机房、SPECT/CT 机房观察窗和对讲系统见图 3-4。



(a) DSA 机房



(b) SPECT/CT 机房

图 3-4 观察窗和对讲系统

医院在注射后候诊室、患者通道、SPECT/CT 机房等关键位置设置了监控摄像装置，对受检者进行全程监控，监控显示终端设置在 SPECT/CT 控制室内，辐射工作人员在控制室可以随时监控受检者的情况，避免受检者注射药物后随意走动或无关人员进入放射工作场所。核医学科监控装置见图 3-5。



(a) 监控摄像头



(b) 控制室内监控显示终端

图 3-5 核医学科监控装置

(4) 急停按钮

本项目 DSA 机房内设备上、SPECT/CT 机房控制室操作台上及机房内设备上均设有急停按钮，当出现紧急情况时，按下急停按钮即可关闭设备，现场已核实。急停装置见图 3-6。



(a) DSA 机房内设备上



(b) SPECT/CT 机房内设备上



(c) SPECT/CT 机房控制室操作台上

图 3-6 急停按钮

(5) 人员监护

医院为 DSA 项目、核医学科各配备 4 名、7 名辐射工作人员（除 2 名新进人员外，其余均已参加辐射安全与防护培训并且考核合格，名单见表 3-3），并对其健康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。

表 3-3 本项目配备的职业人员名单

姓名	性别	学历	工种	培训合格证书编号	工作场所	备注
徐耀霖	男	专科	技师	/	DSA	新进
杨月娥	女	本科	护师	/	DSA	新进

傅传经	男	本科	医师	苏辐培201805795	DSA	/
段敏	女	本科	技师	苏辐培201805712	放射科	/
杜明华	女	硕士	医师	苏辐培201805726	核医学科	/
张杰	男	本科	技师	苏辐培201805748	核医学科	/
张愉	女	博士	医师	苏辐培201805751	核医学科	/
何平	女	本科	护师	苏辐培201805798	核医学科	/
季发权	男	本科	医师	苏辐培201805764	核医学科	/
吉安平	男	本科	医师	苏辐培201805778	核医学科	/
柏凌	男	本科	技师	苏辐培200805720	核医学科	/

医院为新建DSA项目配备有辐射巡测仪1台及个人剂量报警仪3台；为核医学科配备有辐射巡测仪1台、表面污染仪1台及个人剂量报警仪7台，见图3-7。工作人员均配备了个人剂量计，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。



(a) 辐射巡测仪



(b) 表面污染仪



(c) 个人剂量报警仪

图3-7 辐射监测仪器

(6) 防护用品

医院已为DSA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”、“介入防护手套铅当量应不小于0.025mmPb”的要求。

医院已为核医学科配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜等防护用品，满足《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）中的相关要求。本项目配备的个人防护用品见图3-8，清单见表3-4。

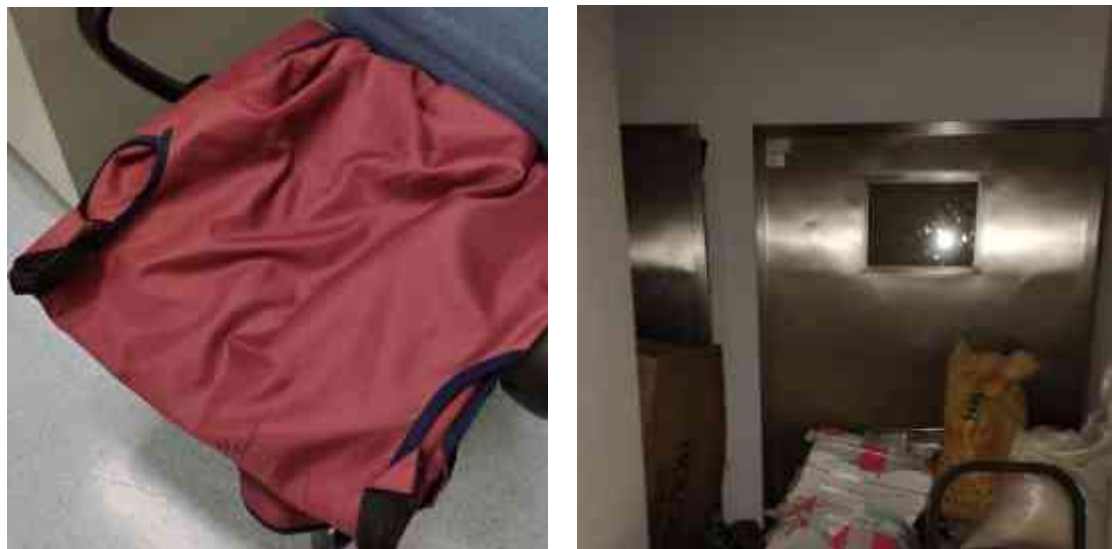
表 3-4 本项目配备的个人防护用品清单

防护用品	防护参数 (mmPb)	数量	购买日期	备注
防护铅衣	0.5	4件	2013.8.22	核医学科2件，DSA机房2件
铅橡胶颈套	0.5	4件	2013.8.22	核医学科2件，DSA机房2件
铅橡胶帽子	0.5	6件	2020.4.30	核医学科2件，DSA机房4件
铅防护眼镜	0.5	6副	2020.4.30	核医学科1副，DSA机房5副
铅防护围裙	0.5	6件	2020.4.30	核医学科1件，DSA机房5件
铅防护手套	0.025	1副	2020.4.30	DSA机房1副

建议医院应使工作人员了解所使用的防护用品的性能和使用方法，对工作人员正确使用防护用品进行指导，对所有防护用品均应妥善保管，不要折叠存放，以防止断裂，使用的个人防护用品每年应至少自行检查1次，防止因老化、断裂或损伤而降低防护质量，若发现老化、断裂或损伤应自行及时更换。



(a) DSA项目



(b) 核医学科项目

图3-8 个人防护用品

4、“三废”治理情况

(1) 放射性“三废”

①放射性废气

在进行液态放射性药物活度测量过程中，若液态处于开放状态，空气中可能挥发微量放射性核素，污染途径为放射性核素在空气中挥发散逸造成人员吸入内照射。

本项目核医学科工作场所设有独立通风系统，气流组织自非放射区向监督区再向控制区流动，高活注射室内配置有通风橱（见图 3-9），本项目活度测

量等所有 ^{99m}Tc 放射性核素的操作均在通风橱内进行，通风橱内设专用通风管道，通风口高于本建筑物屋脊，满足《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）中“排气口应高于本建筑屋顶”的要求。

核医学科高活注射室内通风橱左侧、右侧操作口风速分别为 1.27m/s、1.10m/s，满足《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）中对合成和操作放射性药物所用的通风橱，工作中风速不小于 0.5m/s 的要求。

微量放射性气溶胶经外排气口排放并大气扩散后，对周围公众和环境敏感点的影响很小，不会造成公众内照射影响。



图 3-9 高活注射室内通风橱



图 3-10 放射性废物箱

本项目放射性废气处理设施建设情况与环评及其批复一致，无变动情况。

②放射性固体废物

本项目核医学科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、滤纸、棉签等带有微量放射性同位素的医疗固体废弃物。医院在高活注射室设有放射性废物箱，注射过程中产生的放射性固

废暂存在放射性废物箱（见图 3-10）内，当天注射产生的放射性固体废物下班后集中存放在位于储源室/废物室（见图 3-11）内，衰变 10 个半衰期后满足清洁解控标准限值后，作为普通医疗废物统一处理。



图 3-11 储源室/废物室及室内放射性废物箱

本项目放射性固体废物的产生及治理情况属于环评及其批复的建设范围内，无变动情况。

③放射性废水

根据医院提供的资料，核医学科工作场所除 SPECT/CT 显像诊断项目外，其余核素治疗患者均不使用该场所卫生设施，故本项目核医学科的放射性废水包括：（1）体内含有放射性核素的病人排泄物等；（2）工作场所清洗废水等。

医院在 7 号楼西北侧地下建设有三级分隔衰变池，由 4 个小池串联，包含 1 个化粪池和 3 个衰变池，化粪池体积为 1.5m（长）×1m（宽）×1m（高），衰变池体积均为 1.5m（长）×1.2m（宽）×1m（高），总容积约 6.9m³。放射性废水由独立下水管道统一汇流入衰变池中，执行环评及批复标准，衰变 10 个半衰期满足排放标准后流入医院污水处理系统作为医疗废水处理。该衰变池系混凝土浇筑而成，混凝土内掺抗渗材料，池底和池壁坚固耐酸、耐碱腐蚀，无渗

透性。

本次改建 SPECT/CT 机房项目放射性废水产生量不发生变化，根据医院的统计，核医学科放射性废水年产生量为 90000L，年工作天数为 300 天。 ^{99m}Tc 放射性核素的半衰期为 6.02h，10 个半衰期为 60.2h。核医学科以日产废水量 300L 的情况进行计算，则 10 个半衰期废水量不超过 0.75m^3 ，则衰变系统能够满足放射性废水的暂存衰变要求。



图 3-12 放射性废水衰变池

本项目放射性废水的产生及治理情况属于环评及其批复的建设范围内，无变动情况。

(2) 非放射性三废

① 废气

本项目 DSA 机房、SPECT/CT 机房内空气在 X 射线、 γ 射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，通过通风系统排至室外，排风口设置于机房吊顶上，臭氧常温下可自行分解为氧气，对周围环境影响较小。机房通风装置见图 3-13。



(a) DSA 机房

(b) SPECT/CT 机房

图 3-13 机房内通风装置

②固废

DSA手术过程中产生的棉签、纱布、手套、器具等医疗废物暂存在机房内的废物桶，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；工作人员产生的生活垃圾，分类收集后，将交由城市环卫部门处理。

③废水

本项目工作人员产生的生活废水，进入医院污水处理系统，处理达标后排入城市污水管网。

本项目非放射性三废的产生及治理情况属于环评及其批复的建设范围内，无变动情况。

表3-5 放射性同位素实验室项目环评及批复落实情况一览表

核查项目	“三同时”措施	环评批复要求	执行情况	结论
辐射安全管理	<p>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从事辐射防护和环境保护管理工作。医院已设立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责。</p> <p>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、辐射事故应急预案等制度；根据环评要求，按照项目的实际情况，补充相关内容，建立完善、内容全面、具有可操作性的辐射安全规章制度。</p>	<p>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的。</p> <p>建立健全辐射安全与防护规章制度并严格执行。</p>	<p>已建立辐射安全与环保管理机构，以制度形式明确了管理人员职责。</p> <p>已制定以下管理制度：《辐射安全与防护管理制度》（包括《操作规程》、《岗位职责》、《辐射防护制度》、《台帐管理制度》、《设备检修维护制度》、《人员培训制度》及《监测方案》等）、《辐射事故应急预案》及《应急处理预案》。医院应参照《操作非密封源的辐射防护规定》（GB11930-2010）进行放射性药物管理，配备专（兼）职人员负责放射性物质的管理，建立非密封放射源的账目，并建立登记保管、领用、注销和定期检查制度。</p>	已落实

核查项目	“三同时”措施	环评批复要求	执行情况	结论
辐射安全和防护措施	<p>屏蔽措施：DSA 机房四周墙体采用实心砖+防辐射涂料、顶部采用混凝土+铅板、各防护门均采用铅防护门、观察窗为铅玻璃观察窗进行辐射防护。SPECT/CT 机房四周墙体采用实心砖+硫酸钡涂料或硫酸钡防护涂料板、顶部采用混凝土、各防护门均采用铅防护门、观察窗为铅玻璃观察窗进行辐射防护。详见表10-1及表10-2。工作人员和周围公众的年有效剂量符合项目剂量约束值要求。</p> <p>安全措施（联锁装置、警示标志、工作指示灯等）： 1、DSA 机房入口处均拟设置“当心电离辐射”警示标志和工作状态指示灯；DSA 机房设有闭门装置，机房内外均设置有急停按钮。 2、核医学科控制区入口处、放射性废物桶表面设置电离辐射警示标志，同时在SPECT/CT 机房门口设置当心电离辐射警示标志和工作状态指示灯，SPECT/CT 机房设置门灯联锁装置，并设置急停按钮及对讲装置。</p>	<p>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。</p> <p>定期检查辐射工作场所工作指示灯、电离辐射警示标志等安全设施，确保正常工作。</p>	<p>本项目北院门诊楼一层急诊DSA机房内DSA（型号：Artis Q ceiling型）正常工作（检测工况：73.5kV/42.3mA）时，机房周围的X-γ辐射剂量当量率为（0.12~0.19）μSv/h，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的标准要求。</p> <p>本项目核医学科，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、β放射性表面污染水平、通风风速等均能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）、《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求。</p> <p>DSA 机房入口处均设置“当心电离辐射”警示标志和工作状态指示灯；DSA 机房设有闭门装置，机房内外均设置有急停按钮。核医学科控制区入口处、放射性废物桶表面设置电离辐射警示标志，同时在SPECT/CT 机房门口设置当心电离辐射警示标志和工作状态指示灯，SPECT/CT 机房设置门灯联锁装置，并设置急停按钮及对讲装置。</p>	已落实

江苏省中医院新建 DSA 诊疗及改建 SPECT/CT 机房项目竣工环境保护验收监测表

核查项目	“三同时”措施	环评批复要求	执行情况	结论
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学习，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个人剂量计。	辐射工作人员（除2名新进人员外）均已取得辐射安全与防护知识考核合格证书，且在有效期内，详见附件6。 公司已委托江苏省疾病预防控制中心对辐射工作人员进行个人剂量监测，详见附件7。 公司已组织辐射工作人员定期进行职业健康体检，体检合格后上岗操作。已建立职业健康档案。体检详见附件6。	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。			
	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。			
监测仪器和防护用品	已配备辐射巡测仪1台、表面沾污仪1台及个人剂量报警仪2台。	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。辐射工作人员工作时须随身携带辐射报警仪。	医院已为本项目配置2台辐射巡测仪、1台表面沾污仪及10台个人剂量报警仪。	已落实
	配备个人剂量报警仪2台。			
辐射监测	/	每年委托有资质的单位对项目周围辐射水平监测 1~2 次。	每年请有资质单位对辐射工作场所进行监测。	已落实

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

• 实践正当性

江苏省中医院拟于北院门诊楼一层急诊新建1座DSA机房并配备1台DSA（型号：Artis ceiling，管电压为125kV，管电流为1000mA），用于医学诊断及介入治疗；拟将北院7号楼一层核医学科原有Skylight型SPECT/CT更换为CT 670 ES型SPECT/CT（管电压为140kV，管电流为440mA），并将原SPECT/CT机房东墙东移4.45m至原控制室东墙，将原控制室东侧的办公室改造为控制室，该工作场所其他布局及核素种类、操作量不变。

本项目均用于医院开展放射诊疗工作，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）辐射防护“实践正当性”原则。

• 选址合理性

江苏省中医院位于江苏省南京市秦淮区汉中路155号，石鼓路将医院分成南、北两个院区，本次项目均位于北院。北院院区东侧为莫愁路，南侧为石鼓路，西侧为离休干部小区及金泽大厦，北侧为汉中路。本次新建DSA诊疗及改建SPECT/CT机房项目周围50m评价范围除改建SPECT/CT机房所在核医学科工作场所南至离休干部小区（约35m处）、西至金泽大厦（约18m处）、北至汉中路（约17m处）外，核医学科工作场所东侧及新建DSA机房四侧均位于医院边界内。

本项目DSA机房划分了控制区及监督区，机房与操作室分开，区域划分明确，布局合理。

核医学科工作场所划分了控制区及监督区，控制区和监督区内患者及医护人员均具有独立的出入口和流动路线，相关配套布局能够保证工作程序沿着相关房间单向开展，能够有效防止交叉污染，控制区内设置有注射后病人专用卫生间，避免公众、工作人员受到不必要的外照射，布局合理。

• 辐射环境现状评价

江苏省中医院本次新建 DSA 诊疗及改建 SPECT/CT 机房项目拟建址周围环境辐射剂量率在 94nSv/h~143nSv/h 之间，与江苏省环境天然贯穿辐射水平调查结果相比较，均未见异常。

• 环境影响评价

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

本项目工作人员和部分患者产生的普通生活污水，由院内污水处理站统一处理；DSA 机房、SPECT/CT 机房内的空气在 X 射线、 γ 射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，通过动力排风装置排入大气；本项目 DSA 手术过程中产生的棉签、纱布、手套、器具等医疗废物暂存在机房内的废物桶，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；工作人员产生的一般生活垃圾，收集后交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

本项目仅对核医学科工作场所局部布局进行调整，其核素使用种类及操作量不变，放射性废水、放射性固体废物产生量不变，依托现有衰变池、废物/储源室进行贮存，放射性废水、放射性固体废物贮存十个半衰期，符合排放标准、达到清洁解控水平推荐值后作为医疗废水、医疗废物处理；本项目核素操作均在通风橱中进行，通风橱内保持负压且设有排风系统（通风速率不少于 1m/s，排放口高于本建筑屋脊），通风橱管道内及外排放口处设置活性炭过滤吸附装置，符合放射环境保护管理要求。

• 辐射安全措施评价

江苏省中医院 DSA 机房、SPECT/CT 机房入口处拟设置“当心电离辐射”警示标识和工作状态灯。其中，DSA 机房设有闭门装置，SPECT/CT 机房设置有门灯联锁装置，各机房内外均设置有急停按钮，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）、《临床核医学放射卫生防护标准》（GBZ120-2006）

中的安全管理要求。

• 辐射安全管理评价

江苏省中医院已设立辐射安全与环境保护管理机构，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以医院内部文件形式明确其管理职责。医院已制定辐射安全管理制度，建议根据本报告的要求，对照《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》，增补相应内容，建立符合本院实际情况的、完善可行的辐射安全管理制度，并在日常工作中落实。

江苏省中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。江苏省中医院已配备有辐射巡测仪 1 台，核医学科工作场所已配备有表面沾污仪 1 台及个人报警仪 2 台，拟为本次新建 DSA 诊疗项目配备个人剂量报警仪 2 台。此外，医院应根据相关标准要求，为辐射工作人员和受检者配备足够数量的个人防护用品和辅助防护设施。

综上所述，江苏省中医院新建 DSA 诊疗及改建 SPECT/CT 机房项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，该医院将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和相应的辐射安全防护措施，其运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求，从环境保护角度论证，本项目的建设和运行是可行的。

建议和承诺

1) 该项目运行中，应严格遵循操作规程，加强对操作人员的培训，杜绝麻痹大意思想，以避免意外事故造成对公众和职业人员的附加影响，使对环境的影响降低到最低。

2) 各项安全措施及辐射防护设施必须正常运行，严格按国家有关规定要求进行操作，确保其安全可靠。

3) 定期进行辐射工作场所的检查及监测，及时排除事故隐患。

4) 医院取得本项目环评批复后，应及时申请辐射安全许可证，按照法规要求开展竣工环境保护验收工作，环境保护设施的验收期限一般不超过3个月，最长不超过12个月。

2、审批部门审批决定

江苏省中医院：

你单位报送的《新建 DSA 诊疗及改建 SPECT/CT 机房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。项目地点位于江苏省中医院北院，项目内容：拟于北院门诊楼一层急诊新建 1 座 DSA 机房并配备 1 台 DSA，用于医学诊断及介入治疗；拟于北院 7 号楼一层核医学科原有 Skylight 型 SPECT/CT 更换为 CT670ES 型 SPECT/CT，并将原 SPECT/CT 机房东墙东移 4.45m 至原控制室东墙，将原控制室东侧的办公室改造为控制室，该工作场所其他布局及核素种类、操作量不变，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）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，确保正常工作。

（三）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。

（四）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。

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

（六）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。

表五 验收监测质量保证及质量控制

验收监测质量保证及质量控制：

1、监测单位资质

验收监测单位获得 CMA 资质认证（161012050353），见附件 11。

2、监测人员能力

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

表 5-1 检测人员资质

序号	姓名	证书编号	取证时间
1	张凌云	SHFSJ0286（综合类）	2017.07.19
2	刘彧好	SHFSJ0583（电离类）	2019.11.28

3、监测仪器

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

监测仪器见表 5-2。

表5-2 检测使用仪器

序号	仪器名称	仪器型号	仪器编号	主要技术指标
1	X-γ剂量率仪	AT1123	NJRS-137	能量响应：15keV~10MeV 测量范围：50nSv/h~10Sv/h 检定证书编号：Y2021-0081865 检定有效期限：2021.08.30~2022.08.29
2	α、β表面污染测量仪	CoMo 170	NJRS-043	测量范围：β/γ0cps~20000cps 检定证书编号：Y2021-0093100 检定有效期限：2021.09.28~2022.09.27
3	风速仪	F30J	NJRS-065	检定证书编号：H2020-0118791 检定有效期限：2021.12.13~2022.12.12

4、质量控制

本项目监测单位南京瑞森辐射技术有限公司已通过计量认证（证书编号：161012050353，检测资质见附件11），具备有相应的检测资质和检测能力，监测按照南京瑞森辐射技术有限公司《质量管理手册》和《辐射环境监测技术规

范》（HJ 61-2021）的要求，实施全过程质量控制。

数据记录及处理：开机预热，手持仪器或将仪器固定在三脚架上。一般保持仪器探头中心距离地面（基础面）为1m。仪器读数稳定后，每个点位读取10个数据，读取间隔不小于10s。

5、监测报告

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

表六 验收监测内容

验收监测内容:

1、监测期间项目工况

2022年3月25日，南京瑞森辐射技术有限公司对江苏省中医院新建DSA机房及核医学科工作场所进行了现场核查和验收监测，监测期间工作场所的运行工况见表6-1。

表6-1 验收监测工况

设备名称型号	技术参数	验收监测工况	使用场所
DSA (Artis Q ceiling 型)	125kV/1000mA	73.5kV/42.3mA	北院门诊楼一层急诊 DSA 机房
SPECT/CT (CT 670 ES 型)	140kV/440mA 核素： ^{99m}Tc	140kV/300mA CT 扫描、 诊断床上放置 666MBq 的 ^{99m}Tc 药物	北院 7 号楼一层 核医学科

2、验收监测因子

根据项目污染源特征，本次竣工验收监测因子为DSA机房周围X- γ 辐射剂量率、核医学科工作场所X- γ 辐射剂量率、 β 表面污染水平及通风橱风速。

3、监测点位

对DSA机房周围环境布设监测点，特别关注防护门及屏蔽墙外30cm处，监测DSA运行状态、非运行状态下的X- γ 辐射剂量率，每个点位监测5个数据。

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

4、监测分析方法

本次监测按照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）、《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）、《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）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）、《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）的标准要求进行监测、分析。

表七 验收监测期间生产工况

验收监测期间生产工况记录：

被检单位：江苏省中医院

监测实施单位：南京瑞森辐射技术有限公司

监测日期：2022年3月25日

天气：多云，（14~16）℃，（76~94）%RH

监测因子：X- γ 辐射剂量率， β 表面污染水平，通风橱风速

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

设备名称型号	技术参数	验收监测工况	使用场所
DSA (Artis Q ceiling 型)	125kV/1000mA	73.5kV/42.3mA	北院门诊楼一层急诊 DSA 机房
SPECT/CT (CT 670 ES 型)	140kV/440mA 核素： ^{99m}Tc	140kV/300mA CT 扫描、 诊断床上放置 666MBq (18mCi) 的 ^{99m}Tc 药物	北院 7 号楼一层 核医学科
/	/	各功能用房内放置 666MBq (18mCi) 的 ^{99m}Tc 药物	
/	/	通风橱内放置 1480MBq (40mCi) 的 ^{99m}Tc 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 10。本项目 DSA 机房周围环境 X- γ 辐射剂量率监测结果见表 7-2，监测点位见图 7-1。

表 7-2 本项目 DSA 机房周围 X- γ 辐射剂量率检测结果

测点编号	检测点位描述	测量结果 ($\mu\text{Sv/h}$)	设备状态
1	过道	0.11	关机
2	东墙外30cm处	0.14	开机
3	东墙外30cm处	0.12	开机
4	南墙外30cm处	0.15	开机

5	南墙外30cm处	0.17	开机
6	西门外30cm处（左缝）	0.14	开机
7	西门外30cm处（中间）	0.15	开机
8	西门外30cm处（右缝）	0.15	开机
9	西门外30cm处（上缝）	0.16	开机
10	西门外30cm处（下缝）	0.19	开机
11	西墙外30cm处	0.14	开机
12	北门1外30cm处（左缝）	0.13	开机
13	北门1外30cm处（中间）	0.14	开机
14	北门1外30cm处（右缝）	0.14	开机
15	北门1外30cm处（上缝）	0.13	开机
16	北门1外30cm处（下缝）	0.18	开机
17	北墙外30cm处	0.14-	开机
18	观察窗外30cm处	0.12	开机
19	观察窗缝外30cm处	0.19	开机
20	操作位	0.13	开机
21	北墙外30cm处	0.14	开机
22	北门2外30cm处（左缝）	0.13	开机
23	北门2外30cm处（中间）	0.13	开机
24	北门2外30cm处（右缝）	0.15	开机
25	北门2外30cm处（上缝）	0.12	开机
26	北门2外30cm处（下缝）	0.13	开机
27	距机房顶棚地面100cm处	0.12	开机
28	距机房顶棚地面100cm处	0.12	开机

注：测量结果未扣除本底值。

由表 7-2 检测结果可知，本项目门诊楼一层急诊 DSA 机房内 DSA（型号：Artis Q ceiling 型）正常工作（检测工况：73.5kV/42.3mA）时，机房周围的 X- γ 辐射剂量当量率为（0.12~0.19） $\mu\text{Sv/h}$ ，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的标准要求。

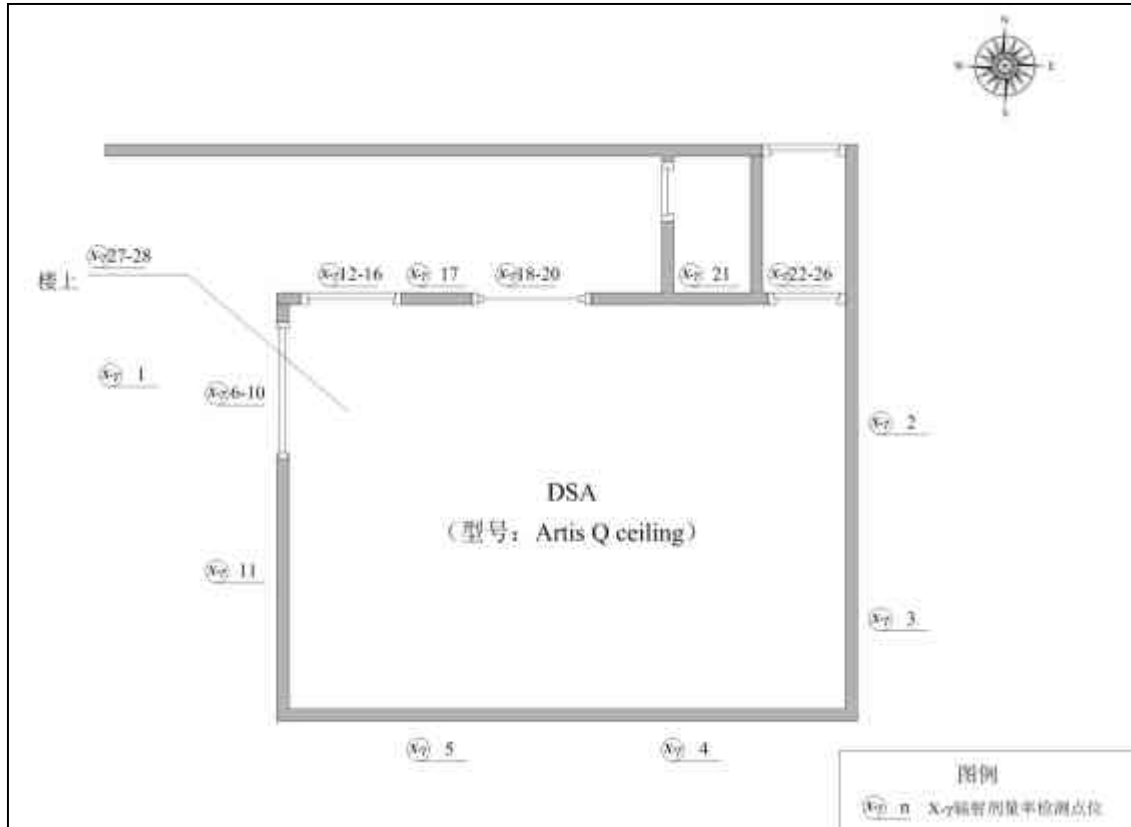


图7-1 门诊楼一层急诊DSA机房周围X- γ 辐射剂量率监测布点图

本项目 SPECT/CT 机房周围环境 X- γ 辐射剂量率监测结果见表 7-3，监测点位见图 7-2。

表 7-3 本项目 SPECT/CT 机房周围 X- γ 辐射剂量率检测结果

测点编号	检测点位描述		测量结果 ($\mu\text{Sv/h}$)	设备状态
1	控制区外	监督区内过道	0.11	关机
2	控制区边界	观察窗外30cm处（左缝）	0.20	开机
3		观察窗外30cm处（中间）	0.11	开机
4		观察窗外30cm处（右缝）	0.16	开机
5		观察窗外30cm处（上缝）	0.18	开机

6		观察窗外30cm处（下缝）	0.21	开机	
7	控制区 边界	操作位	0.12	开机	
8		东门外30cm处（左缝）	0.32	开机	
9		东门外30cm处（中间）	0.32	开机	
10		东门外30cm处（右缝）	0.58	开机	
11		东门外30cm处（上缝）	0.25	开机	
12		东门外30cm处（下缝）	0.20	开机	
13		东墙外30cm处	0.18	开机	
14		穿线口	0.20	开机	
15		南墙外30cm处	0.13	开机	
16		控制区内	南墙外30cm处	0.13	开机
17			南墙外30cm处	0.20	开机
18	西门外30cm处（左缝）		0.22	开机	
19	西门外30cm处（中间）		0.24	开机	
20	西门外30cm处（右缝）		0.37	开机	
21	西门外30cm处（上缝）		0.25	开机	
22	西门外30cm处（下缝）		0.45	开机	
23	西墙外30cm处		0.19	开机	
24	控制区 边界	北墙外30cm处	0.17	开机	
25		北墙外30cm处	0.15	开机	
26		距机房楼上地面100cm处	0.12	开机	
27		距机房楼上地面100cm处	0.12	开机	

注：1、测量结果未扣除本底值；

2、诊断床上放置 666MBq 的 ^{99m}Tc 药物。

由表 7-3 检测结果可知，本项目 7 号楼一层核医学科 SPECT/CT 机房内 SPECT/CT（型号：Discovery NM/CT 670 ES 型）进行 CT 扫描（工况：120kV/400mA，扫描时，诊断床上放置 666MBq 的 ^{99m}Tc 药物）时，机房周围的 X- γ 辐射剂量当量率为（0.11~0.58） $\mu\text{Sv/h}$ ，符合《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）和《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的标准要求。

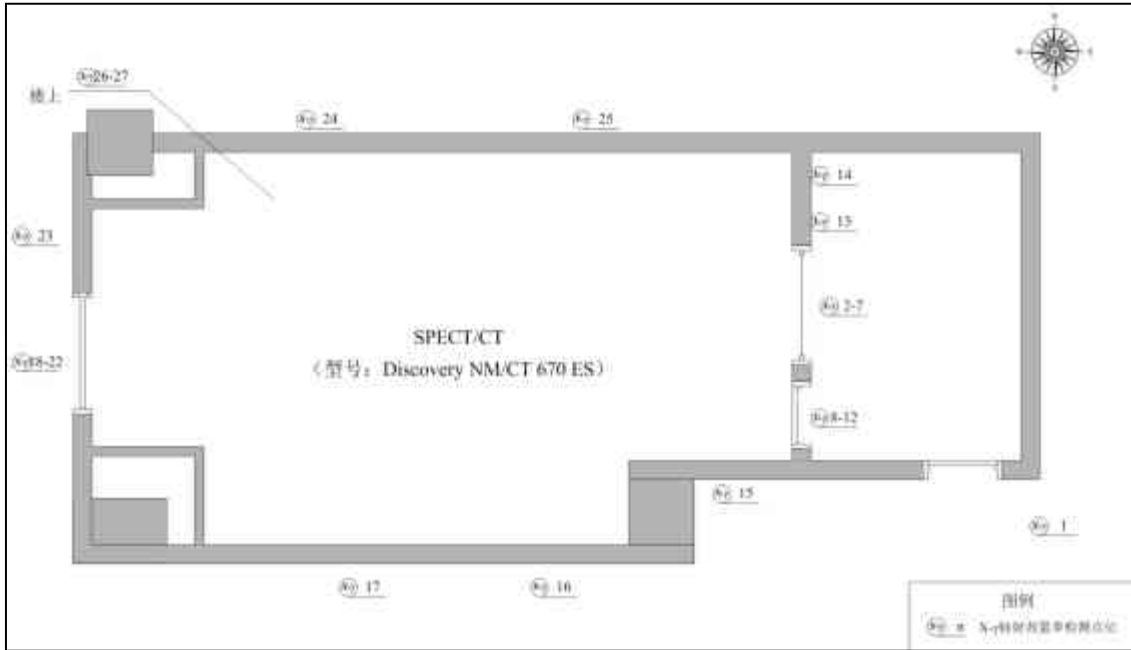


图7-2 核医学科SPECT/CT机房周围X- γ 辐射剂量率监测布点图

本项目核医学科工作场所周围环境 X- γ 辐射剂量率监测结果见表 7-4，监测点位见图 7-3。

表 7-4 本项目核医学科工作场所周围 X- γ 辐射剂量率检测结果

测点编号	检测点位描述		测量结果 ($\mu\text{Sv/h}$)	备注
1	控制区 边界	受检者入口防护门外 30cm 处 (左缝)	0.15	药物在受检 者通道内
2		受检者入口防护门外30cm处 (中间)	0.24	
3		受检者入口防护门外30cm处 (右缝)	0.14	
4		受检者入口防护门外 30cm 处 (上缝)	0.15	
5		受检者入口防护门外 30cm 处 (下缝)	0.21	

6		受检者入口防护门外 30cm 处 (观察窗)	0.35		
7		高活室南墙外 30cm 处	0.14	药物在注射 窗口	
8		抢救室、运动室门外 30cm 处	0.11		
9		高活室楼上地面 100cm 处	0.12		
10		储源室、废物室 防护门外 30cm 处 (左缝)	0.11		药物在储源 室、废物室
11		储源室、废物室 防护门外 30cm 处 (中间)	0.12		
12	控制区 边界	储源室、废物室 防护门外 30cm 处 (右缝)	0.11	药物在储源 室、废物室	
13		储源室、废物室 防护门外 30cm 处 (上缝)	0.11		
14		储源室、废物室 防护门外 30cm 处 (下缝)	0.13		
15		储源室、废物室西墙外 30cm 处	0.12		
16		储源室、废物室楼上地面 100cm 处	0.11		
17		注射后候诊室西墙外 30cm 处	0.25		药物在注射 后候诊室
18		注射后候诊室北墙外 30cm 处	0.31		
19		注射后候诊室北墙外 30cm 处	0.23		
20		注射后候诊室楼上地面 100cm 处	0.11		
21			受检者出口防护门外 30cm 处 (左缝)	0.14	药物在受检 者留观区域
22			受检者出口防护门外 30cm 处 (中间)	0.20	
23			受检者出口防护门外 30cm 处 (右缝)	0.33	
24			受检者出口防护门外 30cm 处 (上缝)	0.20	
25			受检者出口防护门外 30cm 处 (下缝)	0.18	
26		受检者出口防护门外 30cm 处 (观察窗)	0.26		

27		受检者留观区楼上地面100cm处	0.14	
28	控制区内	受检者过道	0.18	药物在注射窗口
29		SPECT/CT机房南墙30cm处	0.13	
30		SPECT/CT机房南墙30cm处	0.19	药物在通风橱
31		受检者过道	0.13	药物在储源室、废物室
32		注射前候诊室	0.12	
33		控制区内	注射后候诊室防护门外30cm处 (左缝)	0.15
34	注射后候诊室防护门外30cm处 (中间)		0.16	
35	注射后候诊室防护门外30cm处 (右缝)		0.13	
36	注射后候诊室防护门外30cm处 (上缝)		0.17	
37	注射后候诊室防护门外30cm处 (下缝)		0.18	
38	受检者通道		0.15	
39	控制区外	衰变池盖口表面1	0.13	/
40		衰变池盖口表面2	0.12	
41		衰变池上方地面	0.12	

注：1、测量结果未扣除本底值；

2、^{99m}Tc 药物活度为 666MBq。

由表 7-4 检测结果可知，本项目 7 号楼一层核医学科工作场所（场所内放置 666MBq 的 ^{99m}Tc 药物）的 X- γ 辐射剂量当量率为（0.11~0.35） μ Sv/h，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。

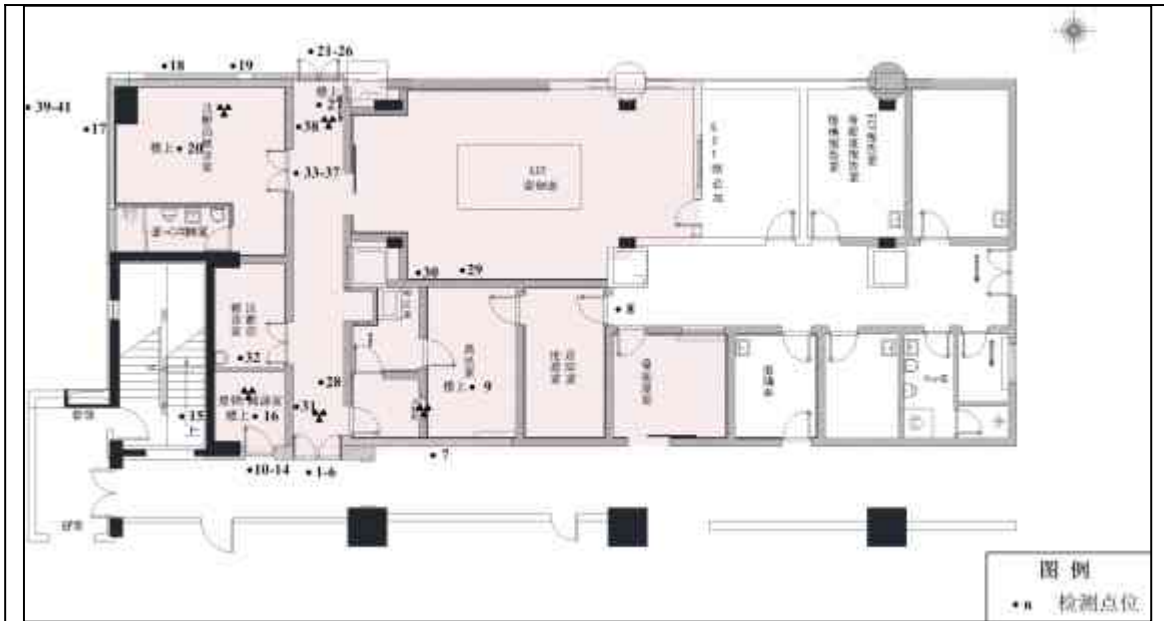


图7-3 核医学科工作场所周围X-γ辐射剂量率监测布点图

表 7-5 本项目核医学科工作场所特殊检测位置 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 ($\mu\text{Sv/h}$)	备注
1	通风橱	观察窗	0.25	1480MBq的 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 药物
2		手孔位(左)	0.13	
3		手孔位(右)	0.15	
4		操作位	0.15	
5		操作位下表面	0.30	
6		左侧壁表面	0.20	
7	注射窗	观察窗	9.4	放置666MBq的 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 药物
8		操作位	5.2	

注：测量结果未扣除本底值。

本项目核医学科工作场所 β 放射性表面污染水平监测结果见表 7-6，监测点位见图 7-4。

表 7-6 本项目核医学科工作场所 β 放射性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	控制区外地面	0.09	—
2	SPECT/CT机房地面	0.14	—
3	SPECT/CT机房地面	0.12	—
4	SPECT/CT诊断床表面	0.12	—
5	受检者通道地面	0.09	—
6	受检者通道地面	0.10	—
7	受检者注射室地面	0.21	—
8	注射窗表面	0.26	—
9	注射后候诊室地面	0.22	—
10	注射后候诊室地面	0.20	—
11	注射后候诊室椅面	0.09	—
12	注射后候诊室卫生间地面	0.60	—
13	高活室地面	0.23	—
14	高活室桌面	0.35	—
15	抢救室、运动室地面	0.12	—
16	医护人员通道地面	0.10	—
17	医护卫生、淋浴间地面	0.12	—

注：放射性表面污染水平探测下限（LLD）为 0.02Bq/cm²。

由表 7-6 检测结果可知，本项目 7 号楼一层核医学科工作场所 β 放射性表面污染水平为（<0.09 ~ 0.60）Bq/cm²，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。

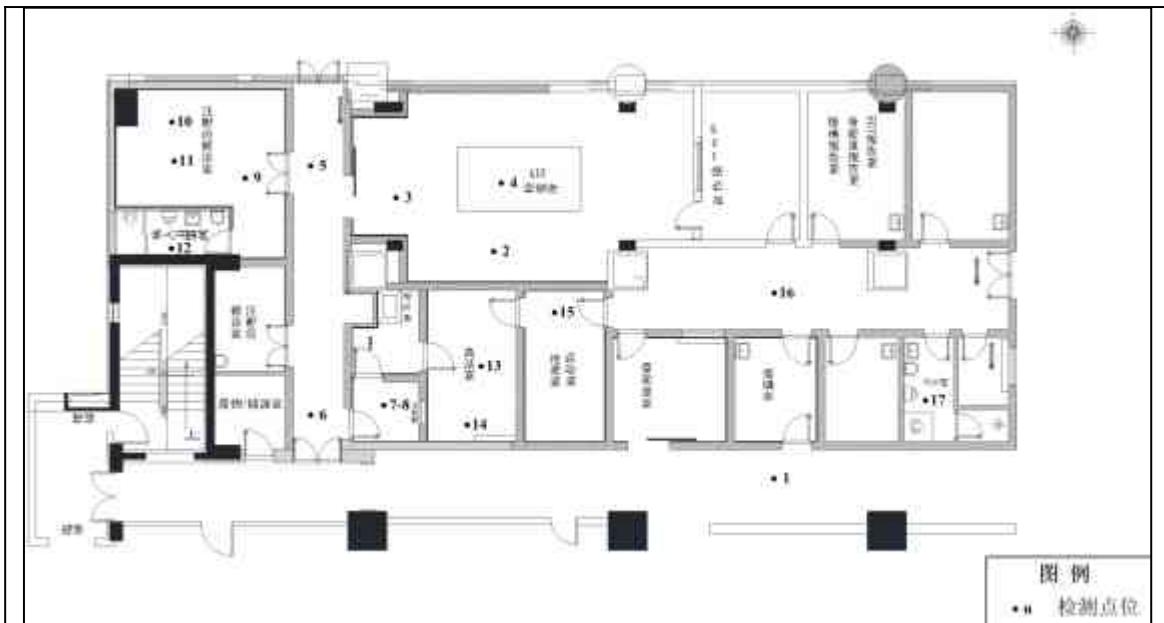


图7-4 核医学科工作场所 β 放射性表面污染水平监测布点图

本项目核医学科工作场所通风橱风速监测结果见表 7-7。

表 7-7 本项目核医学科工作场所通风橱风速检测结果

点位描述	测量结果 (m/s)	
通风橱	左侧操作口	1.27
	右侧操作口	1.10

本项目核医学科工作场所通风橱操作口风速分别为 1.27m/s 和 1.10m/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

目前江苏省中医院为本项目配备 11 名辐射工作人员，满足本项目目前的配置要求。本项目辐射工作人员采用个人累计剂量监测结果计算其年有效剂量。根据建设单位提供的 2 个季度个人累计剂量监测报告（2021 年 7 月-2021 年 12 月，报告编号为：（放卫）20211402、（放卫）20221055），其辐射工作人员个人累积剂量监测及预算结果见表 7-8。

表 7-8 辐射工作人员个人累积剂量监测结果

编号	姓名	工作场所	2021年		截止验收监测 人员年受照剂量 (mSv/a)	管理 目标值 (mSv/a)
			第三季度	第四季度		
/	徐耀霖	DSA机房	/	/	/	5
A07230	杨月娥	DSA机房	/	<MDL	<MDL	5
A07115	傅传经	DSA机房	0.10	<MDL	0.10	5
A07132	段敏	DSA机房	<MDL	<MDL	<MDL	5
A07135	杜明华	核医学科	<MDL	<MDL	<MDL	5
A07151	张杰	核医学科	<MDL	<MDL	<MDL	5
A07049	张愉	核医学科	<MDL	<MDL	<MDL	5
A07103	何平	核医学科	<MDL	<MDL	<MDL	5
A07172	季发权	核医学科	0.12	<MDL	0.12	5
A07007	吉安平	核医学科	<MDL	<MDL	<MDL	5
A07173	柏凌	核医学科	<MDL	<MDL	<MDL	5

注：徐耀霖为新进人员，暂无个人剂量报告。

根据新建 DSA 诊疗及改建 SPECT/CT 机房项目现场监测结果，对项目运行期间辐射工作人员和公众的年有效剂量进行估算。本项目 DSA 年曝光时间约 880h；本项目核医学科年门诊量为 6000 人，其辐射工作人员药物活度测量时间按 50h/a（10min/d）计算，注射药物时间按 33.3h/a（20s/次）计算，注射后候诊时间按 2400h/a（8h/d）计算，SPECT/CT 曝光扫描时间按 2000h/a（20min/次）计算，计算本项目辐射工作人员和周围公众的年有效剂量，结果见表 7-9。

表 7-9 本项目周围公众及辐射工作人员年有效剂量分析

场所	关注点位	最大监测值 (nSv/h)	人员性质	居留因子	年工作时间 (h)	人员年有效 剂量 (mSv/a)	管理目标值 (mSv/a)
DSA 机房	东墙外	0.14	公众	1/16	800	0.01	0.1
	南墙外	0.17	公众	1/16	800	0.01	0.1
	西墙外	0.14	职业人员	1/16	800	0.01	5
	西门外	0.19	职业人员	1/5	800	0.03	5
	北门1外	0.18	职业人员	1/5	800	0.03	5
	北墙外	0.14	职业人员	1/16	800	0.01	5
	操作位	0.13	职业人员	1	800	0.10	5
	北门2外	0.15	公众	1/16	800	0.01	0.1
	上方	0.12	公众	1	800	0.10	0.1
高活注射室	活度测量	0.15	职业人员	1	50	0.01	5
	注射台	5.2	职业人员	1	33.3	0.17	5
	上方	0.12	公众	1/16	33.3	<0.01	0.1
注射后候诊室	西墙外	0.25	公众	1/16	2400	0.04	0.1
	北墙外	0.31	公众	1/16	2400	0.05	0.1
	上方	0.11	公众	1/16	2400	0.02	0.1
SPECT/CT 机房	观察窗外	0.21	职业人员	1	2000	0.42	5
	操作位	0.12	职业人员	1	2000	0.24	5
	东门外	0.58	职业人员	1/5	2000	0.23	5
	南墙外	0.20	职业人员	1	2000	0.40	5
	北墙外	0.17	公众	1/16	2000	0.02	0.1
	上方	0.12	公众	1/16	2000	0.02	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， T 为居留因子（取值参照环评文件）， U 为使用因子（保守取1）。

由表 7-8 可知，根据江苏省中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个人累积剂量最大为 0.12mSv/a。由表 7-9 可知，根据现场实际监测结果显示，辐射工作人员有效剂量最大为 0.42mSv/a（未扣除环境本底剂量），均低于本项目辐射工作人员个人剂量管理目标值。

（2）公众

本项目评价的公众为辐射工作场所周围的非辐射工作人员，计算方法同辐射工作人员。计算结果见表 7-9。由表可知，公众年有效剂量最大为 0.10mSv/a（未扣除环境本底剂量），低于本项目周围公众个人剂量管理目标值。

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：辐射工作人员有效剂量最大为 0.42mSv/a，周围公众年有效剂量最大为 0.10mSv/a（未扣除环境本底剂量）。辐射工作人员和公众年有效剂量能满足《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 0.25mSv/a），与环评文件一致。

表八 验收监测结论

验收监测结论:

江苏省中医院新建 DSA 诊疗及改建 SPECT/CT 机房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) 江苏省中医院在北院门诊楼一层急诊新建 1 座 DSA 机房并配备 1 台 DSA（型号：Artis Q ceiling，管电压为 125kV，管电流为 1000mA），用于医学诊断及介入治疗；将北院 7 号楼一层核医学科原有 Skylight 型 SPECT/CT（使用 ^{99m}Tc 放射性核素）更换为 CT 670 ES 型 SPECT/CT（管电压为 140kV，管电流为 440mA），为满足该 SPECT/CT 的使用空间要求，将原 SPECT/CT 机房东墙东移 4.45m 至原控制室东墙，原控制室东侧的办公室改造为控制室，该工作场所其他布局及核素种类、操作量不变。

本项目实际建设规模及主要技术参数均在《新建 DSA 诊疗及改建 SPECT/CT 机房项目环境影响报告表》及其环评批复建设范围内，无变动情况；

2) 本次新建 DSA 诊疗及改建 SPECT/CT 机房项目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、 β 放射性表面污染水平均能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）、《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）及《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求；

3) 辐射工作人员和公众年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中人员剂量限值要求及本项目剂量管理目标值的要求；

4) 本项目工作场所控制区和监督区划分明显，能有效避免受检者误入或非正常受照；本项目 DSA 机房防护门、核医学科工作场所控制区出入口处等显著位置均设置电离辐射警告标志和中文警示说明；本项目 DSA 机房、SPECT/CT 机房的防护大门设置有门灯联锁装置，防护大门闭合时工作状态指示灯亮；DSA 机房内设备上、SPECT/CT 机房控制室操作台上及机房内设备上均设有急停按钮；DSA 机房、SPECT/CT 机房与控制室内设置双向语音对讲装置，且

DSA 机房、SPECT/CT 机房控制台处安装有观察窗，医院在核医学科注射后候诊室、患者通道、SPECT/CT 机房等关键位置设置了监控摄像装置，对受检者进行全程监控，监控显示终端设置在 SPECT/CT 控制室内，辐射工作人员在控制室可以随时监控受检者的情况，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）及《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）的标准要求；

5) 放射性三废处置情况：医院核医学科注射高活室设有通风橱及专用通风管道，通风管道延伸至 7 号楼顶部；核医学科设有放射性废物桶收集放射性废物，满足核医学放射性废物处置要求；核医学科建有衰变池，放射性废水由独立下水管道统一汇流入衰变池中，能够满足 10 个半衰期的衰变要求；

6) 非放射性三废处置情况：本项目 DSA 机房、SPECT/CT 机房内的空气在 X 射线、 γ 射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，通过动力排风装置排入大气；本项目 DSA 手术过程中产生的棉签、纱布、手套、器具等医疗废物由医院统一委托有资质单位进行处置；工作人员产生的生活垃圾，分类收集后交由城市环卫部门处理；工作人员和部分患者产生的生活污水，由院内污水处理站统一处理；

7) 医院为本项目共配备了 2 台辐射巡测仪、1 台表面污染测量仪及 10 台个人剂量报警仪等辐射监测仪器，配备了铅橡胶围裙、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、床侧防护帘等个人防护用品；满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）及《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）的要求；

8) 本项目辐射工作人员除 2 名新进人员外，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；本项目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；医院已设立辐射安全管理机构，并建立辐射安全管理规章制度；医院制定了辐射事故应急处理制度并定期组织工作人员进行演练。满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的要求。

综上所述，江苏省中医院新建 DSA 诊疗及改建 SPECT/CT 机房项目与环评报告内容及批复要求一致。本次验收新建 DSA 诊疗及改建 SPECT/CT 机房项目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，建议通过竣工环境保护验收。

建议：

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

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