

新建江宁区医疗服务中心核医学、医用直线加速器、DSA 等核技术应用项目（本期验收SPECT/CT 诊断项目）竣工环境保护验收监测报告

报告编号：瑞森（验）字（2021）第027号

建设单位： 南京市江宁医院

编制单位： 南京瑞森辐射技术有限公司

二〇二二年一月

项目名称： 新建江宁区医疗服务中心核医学、医用直线加速器、DSA 等核技术应用项目（本期验收 SPECT/CT 诊断项目）竣工环境保护验收监测

建设单位： 南京市江宁医院

法人代表： 丁 政

编制单位： 南京瑞森辐射技术有限公司

法人代表： 王爱强

主要编制人员情况			
姓名	上岗证书号	职责	签名
张 晋	SHFSJ0743（电离类）	编 写	
刘彧好	SHFSJ0583（电离类）	校 核	
王 超	SHFSJ0287（综合类）	审 核	
王爱强	SHFSJ0060（综合类）	签 发	

建设单位： 南京市江宁医院

联系人： 李雪琦

电话： 13913875103

地址： 南京市江宁区湖山路 169 号

编制单位： 南京瑞森辐射技术有限公司

联系人： 张晋

电话： 025-86633196

地址： 南京市鼓楼区建宁路 61 号中央金地广场 1 幢 1317 室

目 录

1 项目概况	1
1.1 建设单位基本情况.....	1
1.2 项目建设规模.....	1
1.3 验收工作由来.....	2
1.4 项目基本信息一览表.....	2
2 验收依据	5
2.1 建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度.....	5
2.2 建设项目竣工环境保护验收技术规范.....	6
2.3 建设项目环境影响报告书（表）及其审批部门审批文件.....	6
2.4 其他相关文件.....	6
3 项目建设情况	8
3.1 地理位置及平面布置.....	8
3.2 建设内容.....	11
3.3 工作原理及工作流程.....	11
3.4 项目变动情况.....	13
4 辐射安全与防护环境保护措施	16
4.1 污染源项分析.....	16
4.2 辐射安全与防护措施.....	16
4.3 其他环境保护设施.....	26
4.4 辐射安全管理制度.....	26
4.5 辐射安全应急措施.....	27
4.6 辐射安全与防护措施落实情况.....	28
5 环境影响报告书（表）主要结论与建议及其审批部门审批文件	31
5.1 环境影响报告书（表）主要结论与建议.....	31
5.2 审批部门审批决定.....	33
6 验收执行标准	35
6.1 人员年受照剂量限值.....	35

6.2 辐射管理分区.....	35
6.3 工作场所布局要求.....	35
6.4 工作场所放射防护安全要求.....	36
6.5 防护用品及防护设施配置要求.....	37
6.6 核医学工作场所分级.....	37
6.7 核医学辐射工作场所表面污染控制水平要求.....	38
6.8 放射性固废暂存及清洁解控的要求.....	38
6.9 安全管理要求及环评要求.....	39
7 验收监测.....	40
7.1 监测分析方法.....	40
7.2 监测因子.....	40
7.3 监测工况.....	40
7.4 监测内容.....	40
8 质量保证和质量控制.....	41
8.1 本次验收监测质量保证和质量控制.....	41
8.2 自主检测质量保证和质量控制.....	42
9 验收监测结果.....	43
9.1 辐射防护监测结果.....	43
9.2 辐射工作人员和公众年有效剂量分析.....	50
10 验收监测结论.....	53
10.1 验收结论.....	53
10.2 建议.....	54
附件 1 项目委托书.....	55
附件 2 项目环境影响报告表.....	56
附件 3 项目环评批复文件.....	67
附件 4 辐射安全许可证及辐射工作人员相关信息.....	69
附件 5 辐射安全管理机构及制度.....	74
附件 6 辐射工作人员培训证书及健康证明.....	92
附件 7 个人剂量检测报告.....	110
附件 8 核医学工作场所屏蔽建设情况说明.....	121

附件 9 放射性药物及其原料转让审批表.....	122
附件 10 医疗废物委托处置合同.....	123
附件 11 竣工环保验收监测报告.....	124
附件 12 验收监测单位 CMA 资质证书.....	135
附件 13 1 台医用直线加速器及 3 台 DSA 竣工环境保护验收意见.....	138

1 项目概况

1.1 建设单位基本情况

南京市江宁医院（以下简称医院），创建于 1935 年，是一所集医疗、教学、科研、预防、保健、康复为一体的三级综合医院。医院分鼓山路院区（老院区）和湖山路院区（新院区），新院区位于南京市江宁区湖山路 169 号。医院现持有江苏省生态环境厅颁发的辐射安全许可证，证书编号：苏环辐证[01279]，活动种类和范围为：使用 II、III 类射线装置；使用非密封放射性物质，使用乙级非密封放射性物质工作场所。有效期至 2026 年 1 月 25 日，辐射安全许可证见附件 4。

1.2 项目建设规模

为了进一步推动医院医疗事业的发展，更优质地服务当地患者，医院在湖山路院区病房楼负二层新建 2 台医用直线加速器，用于放射治疗；在门急诊医技楼新建 5 台 DSA，用于放射介入；在核医学科地下一层新建 1 台 PET/CT，在核医学科地下二层新建 1 台 SPECT/CT，用于核医学诊断；在门急诊医技楼、病房楼、产科楼、感染楼等场所新建 4 台 CT、1 台可移动 CT、1 台 CT 模拟机、9 台 DR、7 台移动 C 臂机、1 台模拟定位机、2 台数字胃肠机、2 台乳腺钼靶机、2 台碎石机、1 台牙片机、1 台中型 C 臂机等 III 类射线装置，用于放射诊断。上述为“新建江宁区医疗服务中心核医学科、医用直线加速器、DSA 等核技术应用项目”，该项目已于 2015 年 3 月完成环境影响评价，于 2015 年 6 月 3 日取得了原江苏省环境保护厅关于该项目的环评批复文件，批复文号：苏环辐（表）审[2015]052 号。

上述项目自 2016 年开始陆续开工建设，至 2020 年，医院 1 台医用直线加速器、3 台 DSA 项目建设完成，并于 2021 年 1 月完成竣工环境保护验收（验收意见见附件 13）；2 台 CT（型号：Revolution CT、SOMATOM Force）、1 台 CT 模拟机（型号：Brilliance CT BigBore）、4 台 DR（型号：Definium 6000、Multix Fusion Max、Multix Fusion Max、DigiEye 680E）、1 台乳腺钼靶机（型号：Senographe Essential）、1 台数字胃肠机（型号：SONIALVISION G4）等 III 类射线装置部分已完成登记备案（详见表 1-2）。截止至 2021 年 3 月，医院核医学科 SPECT/CT 诊断项目建设完成，配套环保设施均已与主体工程同时建成，具备竣工环境保护验收条件。

1.3 验收工作由来

根据《建设项目环境保护管理条例》、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的规定，医院于 2021 年 10 月组织并启动验收工作，委托南京瑞森辐射技术有限公司对本项目开展竣工环境保护验收监测工作。项目委托书见附件 1。

南京瑞森辐射技术有限公司接受委托后，于 2021 年 3 月编制了《新建江宁区医疗服务中心核医学、医用直线加速器、DSA 等核技术应用项目（本期验收 SPECT/CT 诊断项目）竣工环境保护验收监测方案》。本次验收内容包括：在核医学科地下二层新建 1 台 SPECT/CT，配合使用 ^{99m}Tc 开展核素诊断，属乙级非密封放射性物质工作场所。南京瑞森辐射技术有限公司于 2021 年 3 月 25 日开展了现场监测和核查，根据现场监测和核查情况，编制了《新建江宁区医疗服务中心核医学、医用直线加速器、DSA 等核技术应用项目（本期验收 SPECT/CT 诊断项目）竣工环境保护验收监测报告》。

1.4 项目基本信息一览表

本项目基本情况见表 1-1。

表 1-1 项目基本信息

项目名称	新建江宁区医疗服务中心核医学、医用直线加速器、DSA 等核技术应用项目（本期验收 SPECT/CT 诊断项目）竣工环境保护验收		
建设单位	南京市江宁医院 (统一社会信用代码: 12320115426032413F)		
法人代表	丁 政	项目联系人	李雪琦
联系电话	13913875103		
通讯地址	南京市江宁区湖山路 169 号		
项目地点	南京市江宁区湖山路 169 号		
建设性质	新建		
环评单位	江苏嘉溢安全环境科技服务有限公司		
环评报告名称	《新建江宁区医疗服务中心核医学、医用直线加速器、DSA 等核技术应用项目环境影响报告表》		
环评审批部门	(原)江苏省环境保护厅	批复时间	2015 年 6 月 3 日

批准文号	苏环辐（表）审[2015]052 号		
验收监测单位	南京瑞森辐射技术有限公司	委托时间	2021 年 10 月 1 日
总投资（万元）	10000	核技术项目 环保投资 （万元）	1670

南京市江宁医院本次验收项目环评审批及实际建设情况见表 1-2。

表 1-2 本次验收项目环评审批及实际建设情况一览表

环评报告表名称	环评审批情况及批复时间		实际建设情况	备注
《新建江宁区医疗服务中心核医学、医用直线加速器、DSA 等核技术应用项目环境影响报告表》	建设地点	南京市江宁区湖山路 169 号。	南京市江宁区湖山路 169 号。	无变动情况
	项目内容	在湖山路院区病房楼负二层新建 2 台医用直线加速器，用于放射治疗；	在湖山路院区病房楼负二层新建 2 台医用直线加速器，用于放射治疗；	已建成、已验收 1 台，另 1 台尚未建成
		在门急诊医技楼新建 5 台 DSA，用于放射介入；	在门急诊医技楼新建 5 台 DSA，用于放射介入；	已建成、已验收 3 台，另 2 台尚未建成
		在核医学科地下一层新建 1 台 PET/CT，配合使用 ^{18}F 、 ^{125}I 开展医学诊断和治疗，使用 3 枚 ^{68}Ge 放射源用于仪器校准；在核医学科地下二层新建 1 台 SPECT/CT，配合使用 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{131}I 、 ^{89}Sr 开展医学诊断和治疗；核医学科为乙级非密封放射性物质工作场所；	^{18}F 配合 PET/CT 核素诊断项目	未开展工作
			^{125}I 粒子植入治疗项目	未开展工作
			^{125}I 放射性免疫分析项目	未开展工作
			$^{99\text{m}}\text{Tc}$ 配合 SPECT/CT 核素诊断项目	已建成，本次验收
		^{131}I 甲亢、甲癌治疗项目	未开展工作	
		^{89}Sr 核素治疗项目	未开展工作	
	在门急诊医技楼、病房楼、产科楼、感染楼等场所新建 4 台 CT、1 台可移动 CT、1 台 CT 模拟机、9 台 DR、7 台移动 C 臂机、1 台模拟定位机、2 台数字胃肠机、2 台乳腺钼靶机、2 台碎石机、1 台牙片机、1 台中型 C 臂机等 III 类射线装置，用于放射诊断。	在门急诊医技楼、病房楼、产科楼、感染楼等场所新建 4 台 CT、1 台 CT 模拟机、7 台 DR、2 台移动 C 臂机、1 台模拟定位机、1 台数字胃肠机、1 台乳腺钼靶机、2 台碎石机、1 台牙片机、等 III 类射线装置，用于放射诊断，其余尚未建成。	已建成的 III 类射线装置均已登记备案，无变动情况。	

新建江宁区医疗服务中心核医学、医用直线加速器、DSA 等核技术应用项目（本期验收 SPECT/CT 诊断项目）竣工环境保护验收监测报告

	批复时间：2015 年 6 月 3 日。	/
--	----------------------	---

2 验收依据

2.1 建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度

- 1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014 年修订），2015 年 1 月 1 日起实施；
- 2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（修正版），2018 年 12 月 29 日发布施行；
- 3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，全国人大常委会，2003 年 10 月 1 日起施行；
- 4) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年修改），国务院令 682 号，2017 年 10 月 1 日发布施行；
- 5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令 449 号，2005 年 12 月 1 日起施行；2019 年修改，国务院令 709 号，2019 年 3 月 2 日施行；
- 6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修正本），生态环境部部令第 20 号，2021 年 1 月 8 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) 《关于印发〈建设项目环境影响评价政府信息公开指南（试行）〉的通知》，环办〔2013〕103 号，2014 年 1 月 1 日起施行；
- 12) 《江苏省辐射污染防治条例》，2018 年修改，2018 年 5 月 1 日起实施；
- 13) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，国环规环评〔2017〕4 号，2017 年 11 月 20 日起施行；
- 14) 《放射工作人员职业健康管理辦法》，中华人民共和国卫生部令第 55 号，2007 年 11 月 1 日起施行；

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

16) 《关于印发〈污染影响类建设项目重大变动清单（试行）〉的通知》，环办环评函〔2020〕688 号，生态环境部 2020 年 12 月 31 日印发。

2.2 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）；
- 4) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；
- 5) 《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）；
- 6) 《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）；
- 7) 《操作非密封源的辐射防护规定》（GB 11930-2010）；
- 8) 《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）；
- 9) 《公共场所集中空调通风系统卫生规范》（WS 394-2012）；
- 10) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）；
- 11) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）；
- 12) 《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ 98-2020）；
- 13) 《职业性内照射个人剂量监测规范》（GBZ 129-2016）。

2.3 建设项目环境影响报告书（表）及其审批部门审批文件

1) 《新建江宁区医疗服务中心核医学、医用直线加速器、DSA 等核技术应用项目环境影响报告表》，江苏嘉溢安全环境科技服务有限公司，2015 年 3 月。见附件 2。

2) 《关于南京市江宁医院新建江宁区医疗服务中心核医学、医用直线加速器、DSA 等核技术应用项目环境影响报告表的批复》（苏环辐（表）审[2015]052 号），原江苏省环境保护厅，2015 年 6 月 3 日。见附件 3。

2.4 其他相关文件

《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。

表 2-1 江苏省室内、室外天然贯穿辐射所致（空气吸收）剂量率（单位：nGy/h）

	室外剂量率	室内剂量率
范围	62.9~101.9	108.9~123.6
均值	79.5	115.1
标准差（s）	7.0	16.3
（均值±3s）*	79.5±21.0（58.5~100.5）	115.1±48.9（66.2~164.0）

*：评价时参考数值

3 项目建设情况

3.1 地理位置及平面布置

项目名称：南京市江宁医院新建江宁区医疗服务中心核医学、医用直线加速器、DSA 等核技术应用项目（本期验收 SPECT/CT 诊断项目）竣工环境保护验收监测。

建设地点：江苏省南京市江宁区湖山路 169 号该院核医学科负二层。医院地理位置见图 3-1，本项目周围 50m 范围示意图见图 3-2。

本次验收项目位于医院核医学科负二层，50m 评价范围内无学校、居民区等环境敏感点。本项目周围环境环评中规划情况与现场核实情况对照见表 3-1 至表 3-2，由表可知，本项目建设情况及周围环境与环评及其审批意见一致。

表 3-1 本项目医院院区周围环境现场核实情况

位置		周围环境现场核实情况	备注
南京市江宁医院	东侧	外港河西路	与环评文件一致
	南侧	外港河南路	与环评文件一致
	西侧	湖山路	与环评文件一致
	北侧	泥塘西路	与环评文件一致

表 3-2 本项目核医学科周围环境环评中规划情况与现场核实情况对照表

位置		周围环境		备注
		环评规划情况	现场核实情况	
核医学科	东侧	土层	土层	与环评文件一致
	南侧	土层	土层	与环评文件一致
	西侧	土层	土层	与环评文件一致
	北侧	土层	土层	与环评文件一致

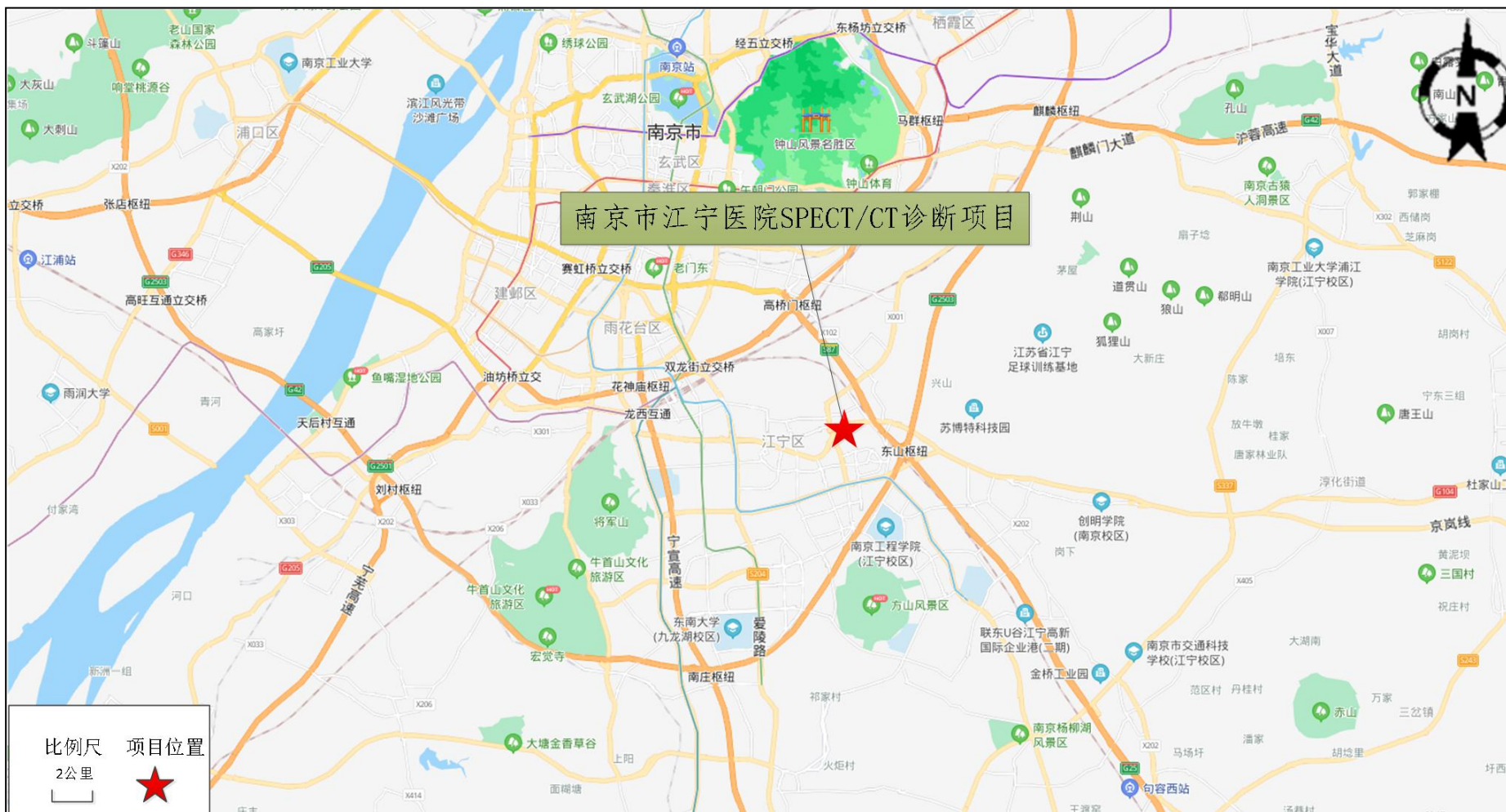


图 3-1 南京市江宁医院院区地理位置示意图



3.2 建设内容

南京市江宁医院在核医学科负二层新增 SPECT/CT 诊断项目，新增 1 台 SPECT/CT 配合使用 ^{99m}Tc 开展核素诊断，属乙级非密封放射性物质工作场所。本次验收项目环评及实际建设规模主要技术参数见表 3-3，废弃物环评及实际建设规模见表 3-4。

3.3 工作原理及工作流程

3.3.1 工作原理

SPECT/CT 即单光子发射计算机断层扫描。它将含发射单光子核素(如 ^{99m}Tc) 的药物引入生物体,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 (Computered 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统相互校准,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。

南京市江宁医院购置的 SPECT/CT，型号为 Discovery NM/CT 670 Pro，其最大管电压 140kV，最大输出电流 440mA。该型号 SPECT/CT 设备外观见图 3-3。



图 3-3 本项目 Discovery NM/CT 670 Pro 型 SPECT/CT 外观图

本项目 SPECT/CT 显像使用的放射性药物为 ^{99m}Tc 单电子药物，核医学科属于乙级非密封放射性物质工作场所。该型号 SPECT/CT 属于 III 类射线装置，工作时，其 CT 的 X 射线管会产生 X 射线。本项目使用的 ^{99m}Tc 药物从供应商处采购，SPECT/CT 显像用放射性同位素特性见表 3-5。

表 3-5 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 ($\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{Bq}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$)
^{99m}Tc	6.02h	IT (100)	—	140.511 (88.5)	1.8×10^{-14}

3.3.2 工作流程及产污环节

南京市江宁医院新建江宁区医疗服务中心核医学、医用直线加速器、DSA 等核技术应用项目（本期验收 SPECT/CT 诊断项目）使用的 ^{99m}Tc 药物由药品供应商提供，本项目不涉及药物的淋洗、分装。注射护士手持带铅套的注射器，在

主射室嵌墙式一体化注射防护窗的屏蔽下为病人注射。注射完毕后拔掉静脉通道和注射器，放入专用废物铅桶内。每次注射过程中近距离接触 ^{99m}Tc 药物的时间保守按 1min 估算。

病人根据注入的 ^{99m}Tc 药物特性，在注射后候诊区内静坐候诊，一般注射 ^{99m}Tc 药物后需等待药物代谢至靶器官，再进入 SPECT/CT 机房。经医护人员指导摆位后，接受 SPECT/CT 的扫描，每次扫描约 20~30min。扫描完成后，若无其他情况，从病人专用通道离开。

本项目 SPECT/CT 工作流程及产污环节分析见图 3-4。

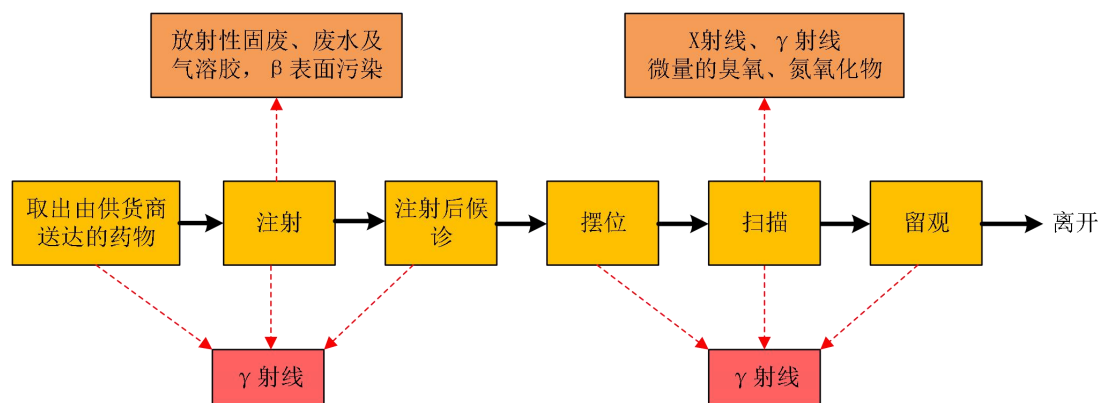


图 3-4 本项目 SPECT/CT 工作流程及产污环节示意图

3.4 项目变动情况

南京市江宁医院本期验收 SPECT/CT 诊断项目环评时 SPECT/CT 型号未定，设备参数为 150kV/800mA，实际建成配置的 SPECT/CT 型号为 Discovery NM/CT 670 Pro，设备参数为 140kV/440mA。对照“关于印发《污染影响类建设项目重大变动清单（试行）》的通知”，本次变动不改变项目性质，规模变动未超过 30%，项目建设地点未发生变化，生产工艺及环境保护措施均无清单中所列项目，因此不属于重大变化。

南京市江宁医院 SPECT/CT 诊断项目其余建设内容与环评及其批复相一致，无变动情况。

表 3-3 南京市江宁医院本次验收项目环评及实际建设规模主要技术参数

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	使用场所	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	使用场所
Tc-99m	/	2.22×10 ⁸	5.55×10 ¹²	使用 (简单操作)	核医学科地下二层	/	2.22×10 ⁸	5.55×10 ¹²	使用 (简单操作)	核医学科地下二层
I-131	/	1.55×10 ⁹	3.88×10 ¹²	使用 (简单操作)	核医学科地下二层	尚未开展工作				
Sr-89	/	2.96×10 ⁷	1.48×10 ¹⁰	使用 (简单操作)	核医学科地下二层	尚未开展工作				
射线装置										
设备名称	环评建设规模				实际建设规模					
	数量	型号	技术参数	工作场所	数量	型号	技术参数	工作场所		
SPECT/CT	1	未定	最大管电压 150kV 最大管电流 800mA	核医学科地下二层	1	Discovery NM/CT 670 Pro	最大管电压 140kV 最大管电流 440mA	核医学科		

表 3-4 南京市江宁医院本次验收项目废弃物环评及实际建设规模

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	
沾有 ^{99m} Tc 放射性核素的注射器、手套、擦拭废纸等	固体	^{99m} Tc 等	/	/	<10m ³	<7.4×10 ⁴ Bq/kg	放射性废物收集、暂贮存于废物箱，集中收集后贮入污染物暂存库自然衰变。	暂存超过 30 天，经检测合格后，由医院统一作为医疗废物处理。	与环评一致
含有 ^{99m} Tc 放射性核素的废水	液体	^{99m} Tc 等	/	/	<10m ³	总α<1Bq/L 总β<10Bq/L	放射性废水经专用管道收集后排入衰变池贮存、自然衰变。	暂存时间超过 30 天，可直接解控排放至医院污水处理站。	与环评一致
放射性气溶胶	气态	^{99m} Tc	/	微量	微量	/	经过滤膜过滤后，通过通风管道排放至外环境中	排放至外环境。	与环评一致
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	不暂存。	直接进入大气，臭氧可直接分解为氧气。	与环评一致

4 辐射安全与防护环境保护措施

4.1 污染源项分析

4.1.1 辐射源项分析

由 SPECT/CT 工作原理和 workflow 可知，本项目主要产生以下污染：

①辐射：SPECT/CT 扫描时产生的 X 射线； ^{99m}Tc 药物在注射、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。

③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呼吸入体内造成的内照射影响可以忽略。

④固体废物：放射性同位素操作过程中产生的如注射器、一次性手套、棉签、滤纸等带微量放射性同位素的医疗固体废弃物；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。

4.1.2 其他污染源项分析

①废水：工作人员和部分病人产生的普通生活污水，由院内污水处理系统统一处理，对周围环境影响较小。

②废气：SPECT/CT 机房 CT 扫描时，空气在 X 射线作用下分解产生少量的臭氧 (O_3) 和氮氧化物 (NO_x)，少量臭氧和氮氧化物可通过动力排风装置排出机房，臭氧在常温下自动分解为氧气，废气对周围环境影响较小。

③固体废物：工作人员和部分病人产生的普通生活垃圾，分类收集后交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

4.2 辐射安全与防护措施

布局：南京市江宁医院 SPECT/CT 诊断项目位于核医学科负二层，SPECT/CT 机房长、宽各 8m，面积约为 64m^2 。SPECT/CT 机房操作间与扫描室分开布置，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求。

核医学项目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；医护人员与病患各自独立的通道；诊断用注射室与检查室分开、注射后候诊区设置有注射后病人专用厕

所，满足《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。

表 4-1 本项目 SPECT/CT 机房最小面积及单边长度一览表

设备机房	机房实际面积 (m ²)	最小有效面积要求 (m ²)	最小单边长度要求 (m)	评价
核医学科负二层 SPECT/CT 机房	8×8=64	30	3.5	满足

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 SPECT/CT 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：前置护士站、甲功测定室（未开展工作，非本次验收）、甲测待检室（未开展工作，非本次验收）、污物暂存间、VIP 候诊室、吸碘室（未开展工作，非本次验收）、储源送达室、储源接受室、卫生通过间、注射室、运动负荷间、SPECT/CT 机房、注射后待检区、病房、强电间、弱电间、供药室（未开展工作，非本次验收）、储源室（未开展工作，非本次验收）、服碘室（未开展工作，非本次验收）、配餐室（未开展工作，非本次验收）、病人离开通道、污染衣被暂存间、洗消室、污染物暂存库等；监督区包括：接诊室、注射前候诊区、排风机房、污泵间、医护走道、控制室、医办、后台处理室、值班室、更衣室、医护浴厕、护士站等。

控制区和监督区内医务人员及病人均具有独立的出入口和流动路线，能够有效防止交叉污染，避免公众、工作人员受到不必要的外照射。在控制区出、入口处均设置符合规范的电离辐射警告标志。核医学工作场所控制区和监督区划分明显，符合《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。本项目核医学科平面布置、两区划分及病人、医护人员流动路线示意图见图 4-1。

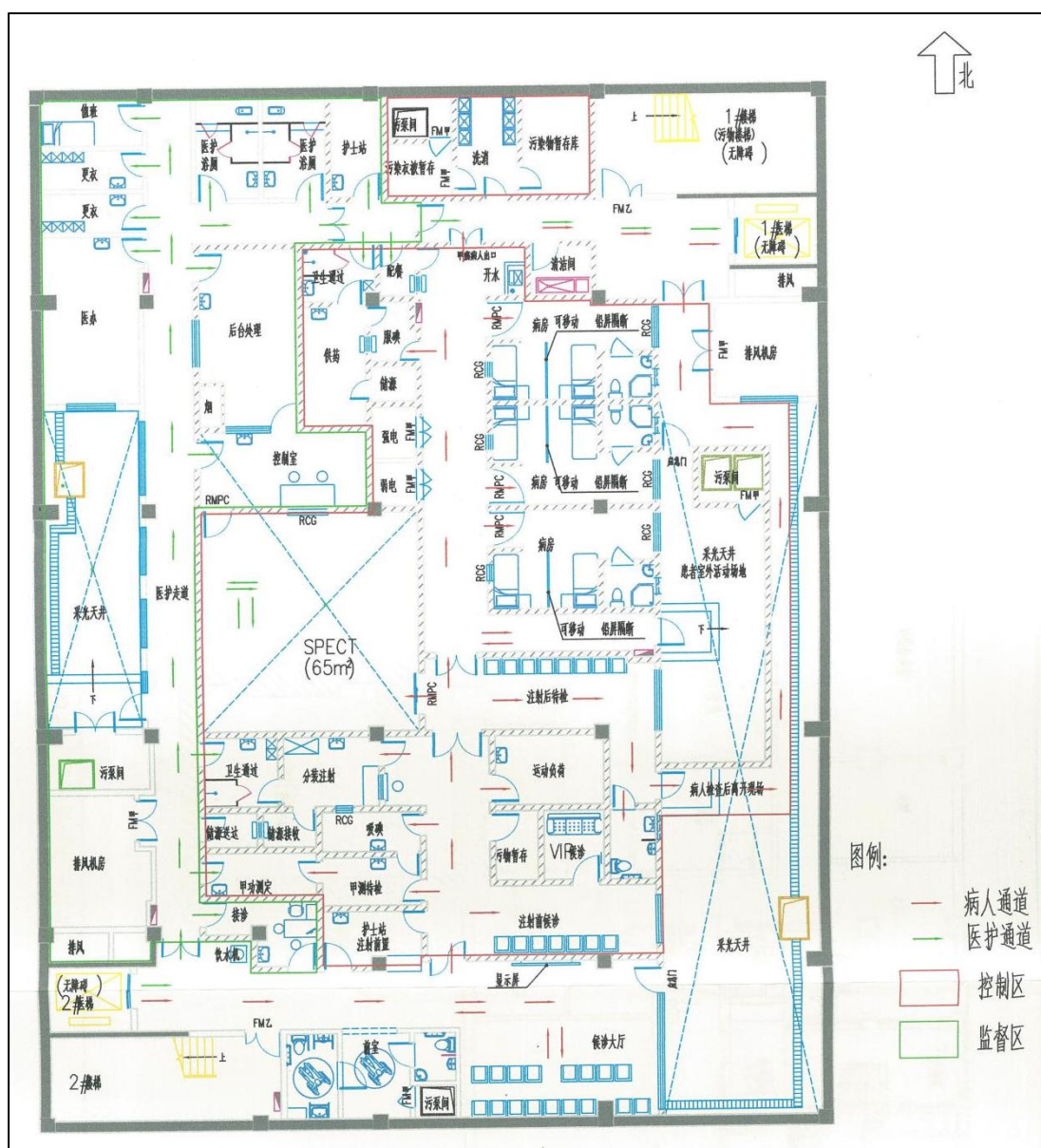


图 4-1 本项目核医学楼平面布置、分区及人员流动路线示意图

患者路线：病人从核医学科西南部 2#电梯/楼梯进入地下核医学科负二层，然后向东到达候诊大厅等候叫号。到号后，经候诊大厅北侧控制区防护门至注射前候诊区域，再向北到达注射窗口进行药物注射，然后到 SPECT/CT 机房接受检查，诊断结束后从 SPECT/CT 机房防护门东侧病人专用出口离开。路线如红色箭头所示。

医护人员路线分为两条：医护人员从核医学科西南部 2#电梯/楼梯进入地下核医学科负二层，然后向北通过医护走道进入接诊室、SPECT/CT 控制室、医生办公室等，工作完成后原路返回，或从核医学科东北部 1#电梯离开。路线如绿色箭头所示。

放射性药物路线：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，核医学科西南部 2#电梯进入地下核医学科负二层，向北送达储源送达室，由医护人员在储源接受室接收，放置在注射室通风橱中。铅罐原路返回。

放射性废气路线：核医学科设计有通风系统，通风橱设有独立通风管道，工作场所的排风由低活区向高活区，排风口设于核医学科上方地面，排风口安装专用过滤装置。

放射性废物路线：核医学科工作场所产生的放射性固体废物将集中在污物暂存间内，放射性废物离开路线为患者离开通道（错峰转移）。

放射性废水路线：核医学科产生的放射性废水，通过专用下水管道集中到衰变池中。

4.2.1 辐射安全措施

1) 工作状态指示灯和电离辐射警告标志

本项目 SPECT/CT 机房东侧防护门、北侧操作间门及分装注射室、污物暂存间等房间门上粘贴当心电离辐射警告标志，SPECT/CT 机房防护门上方设置有工作状态指示灯，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。工作状态指示灯和电离辐射警告标志见图 4-2 至图 4-3。



(a) 操作间防护门



(b) 防护大门

图 4-2 SPECT/CT 机房防护门



(a) 分装注射室防护门



(b) 污物暂存间防护门

图 4-3 工作场所电离辐射警告标志

2) 门灯联锁

本项目 SPECT/CT 机房的东侧机房门设置有门灯联锁装置，机房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。

3) 观察和对讲系统

医院为防止诊疗过程中的误操作、防止工作人员和公众受到意外照射，对本项目建设的核医学工作场所配备了对讲系统，经现场核查，该对讲系统运行正常。

医院在注射后候诊室和患者通道设置了监控摄像头，对受检者进行全程监控，所有摄像监控设备的监视器设置在 SPECT/CT 操作间，操作人员在操作间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；SPECT/CT 机房北墙设有铅玻璃防护的观察窗，便于观察到患者和受检者状态，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）相关要求。SPECT/CT 机房对讲系统见图 4-4，视频监控装置见图 4-5。

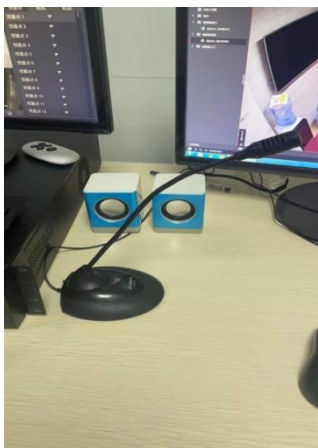


图 4-4 SPECT/CT 机房对讲系统

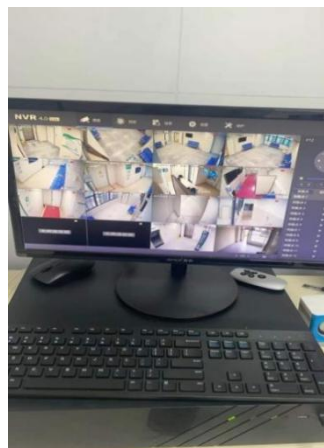
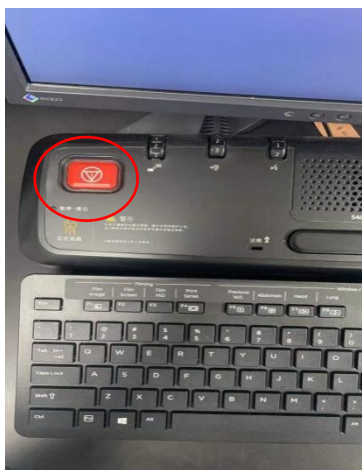


图 4-5 核医学工作场所视频监控装置

4) 急停按钮



(a) SPECT/CT 操作间内



(b) SPECT/CT 设备上

图 4-6 SPECT/CT 机房急停按钮

本项目SPECT/CT机房操作间、机房内及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4-6。

5) 人员监护

表 4-2 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
崔博	女	研究生	医师	苏辐培 201903932	核医学科负二层
顾金林	男	本科	医师	苏辐培 201904107	核医学科负二层
杨雅婷	女	本科	护士	FS21JS0300032	核医学科负二层

姓名	性别	学历	工种	培训合格证书编号	工作场所
贾红丽	女	研究生	医师	FS21JS0300021	核医学科负二层
薛浩	男	本科	技师	FS21JS0300044	核医学科负二层
金刘琴	女	本科	技师	FS21JS0300072	核医学科负二层
刘萍	女	本科	护士	FS21JS0300026	核医学科负二层

医院为本项目配备 7 名辐射工作人员（已参加辐射安全与防护培训，并且考核合格，名单见表 4-2），并对其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。医院核医学科已配备辐射巡测仪 1 台、表面污染仪 2 台及个人剂量报警仪 5 台，见图 4-7 至图 4-10。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。



图 4-7 辐射巡测仪



图 4-8 表面污染仪



图 4-9 个人剂量报警仪



图 4-10 个人剂量计



图 4-11 个人防护用品

6) 防护用品

医院已配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜等防护用品，用于医生和注射人员的个人防护。本项目配备的个人防护用品见图 4-11，个人防护用品清单见表 4-3。

表 4-3 本项目配备的个人防护用品清单

防护用品	数量	防护参数	用途	购买日期
铅橡胶围裙	4 件	0.5	医生用	2020.11.10
铅衣	8 件	0.5	医生用	2020.11.10
铅橡胶颈套	6 件	0.5	医生用	2020.11.10
铅橡胶帽子	2 件	0.5	医生用	2020.11.10
铅防护眼镜	2 副	0.5	医生用	2020.11.10

7) 放射性“三废”处置

①放射性废水

本次新建江宁区医疗服务中心核医学、医用直线加速器、DSA 等核技术应用项目（本期验收 SPECT/CT 诊断项目）的放射性废水包括：放射性药物使用过程中产生的沾有放射性核素的医疗器械、器皿的洗涤用水、辐射工作人员的洗涤用水以及注射药物病人的排泄物及其冲洗水等。

医院在核医学科东侧地下建设有衰变池，放射性废水由独立下水管道统一汇流入衰变池中，在衰变池中存放 30 天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。该衰变池共三级，容积为 63m³，废水进入衰变池进行自然衰变。衰变池采用混凝土浇筑，池底和池壁坚固耐腐蚀、无渗透性，有防泄漏措施。放射性废水经入口依次通过衰变池一、衰变池二、衰变池三后，汇入医院污水管网统一进行处理。项目日产生废水量约 0.3m³（年废水量最大约 72m³），因本项目放射性废水中的 ^{99m}Tc 半衰期 109.7min，该衰变池容积能够满足放射性废水贮存 30 天的要求。

②放射性废气

液态放射性药物若处于开放状态，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。

核医学科负二层注射室内配置有通风橱（见图 4-12），通风橱内设专用通风管道，通风口设于核医学科上方地面并设有活性炭过滤装置，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并安装专用过滤装置”的要求。核医学楼通风管道外排口见图 4-13。



图 4-12 注射室内通风橱



图 4-13 通风管道外排口



图 4-14 放射性废物桶

通风橱左侧、右侧操作口风速分别为 1.76m/s、1.65m/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，对环境的影响很小，不会造成公众内照射影响。

③放射性固体废物

本期验收 SPECT/CT 诊断项目产生的放射性固体废物主要有废弃的手套、口罩、试管、棉球、滤纸、患者使用的一次性杯子等。

从核医学科各房间收集的放射性废物应分别标记、分开贮存（标记主要核素类型、收集时间等）后集中到放射性废物间中的铅桶（废物间中设置若干铅桶，防护厚度不低 5mmPb）中暂存，在废物间内自然衰变，含 ^{99m}Tc 的固体废物经收集、标记后送放射性污染物废物间铅桶内贮存。本项目污染物废物间容积约 8.8m^3 ，能够满足放射性固体废物贮存 30 天的要求，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。

通风橱通风管道内更换下来的废活性炭，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。

4.2.2 辐射防护措施

新建江宁区医疗服务中心核医学、医用直线加速器、DSA 等核技术应用项目（本期验收 SPECT/CT 诊断项目）工作场所的建设情况见附件 8，屏蔽防护设计及落实核查结果见表 4-4。

表 4-4 新建江宁区医疗服务中心核医学、医用直线加速器、DSA 等核技术应用项目（本期验收 SPECT/CT 诊断项目）工作场所屏蔽防护设计及落实情况一览表

参数		环评要求防护设计	落实情况	备注
SPECT/ CT 机房	四周墙体	25cm 混凝土+5mm 铅板	25cm 混凝土+4mmPb 辐射防护涂料	已落实
	防护门	4mm 钢板内嵌 5mm 铅板	4mmPb	已落实
	观察窗	5mmPb 铅玻璃	4mmPb	已落实
	屋顶	25cm 混凝土+8mm 铅板	25cm 混凝土+4mmPb 辐射防护涂料	已落实

参数		环评要求防护设计	落实情况	备注
	地面	（下方为土层）		/
注射室	四周墙壁	25cm 混凝土+3mm 铅板	25cm 混凝土+8mmPb 辐射防护涂料	已落实
	注射窗	5mmPb 铅玻璃	30mmPb 铅玻璃	已落实
	防护门	4mm 钢板内嵌 3mm 铅板	6mmPb	已落实
服碘室	四周墙壁	25cm 混凝土+3mm 铅板	25cm 混凝土+6mmPb 辐射防护涂料	已落实
	防护门	4mm 钢板内嵌 6mm 铅板	6mmPb	已落实
吸碘室、甲功测定室、供药室及甲癌治疗病房	四周墙壁	25cm 混凝土+3mm 铅板	25cm 混凝土+3mmPb 辐射防护涂料	已落实
	防护门	4mm 钢板内嵌 3mm 铅板	6mmPb	已落实

注：铅板密度不低于 11.3g/cm³，混凝土密度不低于 2.35g/cm³，钢板密度不低于 7.4g/cm³。

4.3 其他环境保护设施

本项目 SPECT/CT 机房内空气在 X-γ射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，通过带有换气功能的空调进行排风，臭氧常温下可自行分解为氧气，对周围环境影响较小。

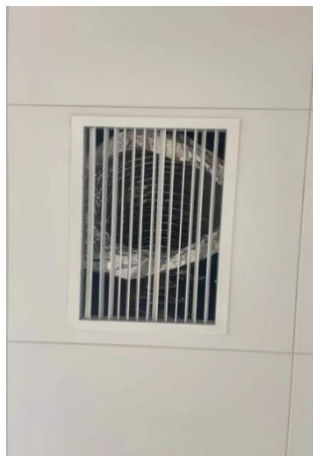


图 4-15 机房内通风装置

4.4 辐射安全管理制度

南京市江宁医院根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，针对所开展的放射性诊断活动制定了

相应的辐射安全与防护管理制度，清单如下：

- 1) 《放射诊疗安全制度》；
- 2) 《放射诊疗质量保证方案》；
- 3) 《放射诊疗工作人员职责》；
- 4) 《设备检修维护制度》；
- 5) 《放射工作人员个人剂量管理制度》；
- 6) 《放射工作人员培训制度》；
- 7) 《射线装置使用登记、台账管理制度》；
- 8) 《医院辐射环境监测方案》；
- 9) 《南京市江宁医院放射事故应急措施预案》；
- 10) 《关于调整放射防护与辐射安全管理领导小组的通知》。

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。

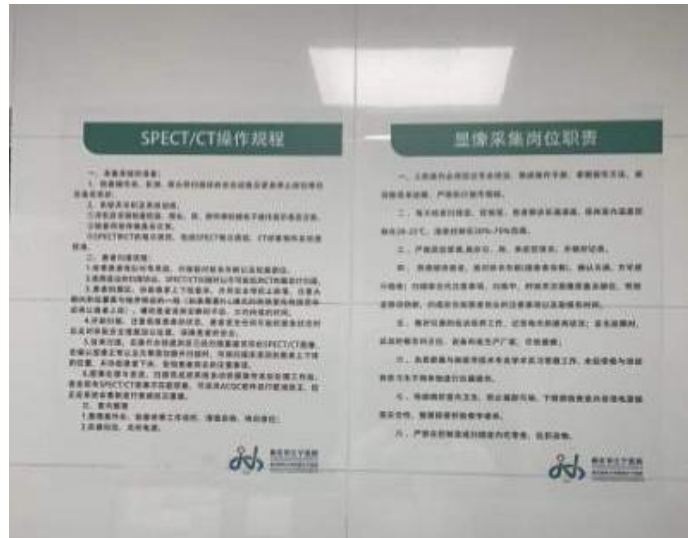


图 4-16 制度上墙措施

4.5 辐射安全应急措施

南京市江宁医院根据《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，满足辐射安全事故应急要求。

4.6 辐射安全与防护措施落实情况

表 4-5 新建江宁区医疗服务中心核医学、医用直线加速器、DSA 等核技术应用项目（本期验收 SPECT/CT 诊断项目）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	
辐射安全管理机构	设置辐射安全与环境保护管理机构，或者至指定专职人员负责辐射安全与环境保护管理工作。	/	已设有辐射安全管理小组，设立管理机构，并以文件形式明确机构内各人员职责。	已落实	
辐射安全和防护措施	辐射防护措施：SPECT/CT 机房四周墙壁为 25cm 混凝土+5mm 铅板，屋顶为 25cm 混凝土+8mm 铅板，地下为土层，防护门为 4mm 钢板内嵌 5mm 铅板，观察窗铅当量为 5mm；分装注射室四周墙壁为 25cm 混凝土+3mm 铅板，注射口铅玻璃铅当量为 5mm，防护门为 4mm 钢板内嵌 3mm 铅板；服碘室四周墙壁为 25cm 混凝土+3mm 铅板，防护门为 4mm 钢板内嵌 6mm 铅板；吸碘室、甲功测定室、供药室及甲癌治疗病房四周墙壁为 25cm 混凝土+3mm 铅板，防护门为 4mm 钢板内嵌 3mm 铅板。	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》（GB 18871-2002）中相应的剂量限值要求。	SPECT/CT 机房四周墙壁为 25cm 混凝土+4mmPb 防辐射涂料，屋顶为 25cm 混凝土+4mm 铅板，地下为土层，防护门为 4mm 钢板内嵌 5mm 铅板，观察窗铅当量为 4mm；分装注射室四周墙壁为 25cm 混凝土+8mmPb 防辐射涂料，注射口铅玻璃铅当量为 30mm，防护门为 6mm 铅板；服碘室四周墙壁为 25cm 混凝土+6mmPb 防辐射涂料，防护门为 6mm 铅板；吸碘室、甲功测定室、供药室及甲癌治疗病房四周墙壁为 25cm 混凝土+3mmPb 防辐射涂料，防护门为 6mm 铅板。 根据现场监测结果计算可知，人员剂量可满足：职业人员 5mSv/a、公众 0.25mSv/a 的限值要求。	已落实	
	安全措施：南京市江宁医院新建江宁区医疗服务中心核医学科 PET/CT、SPECT/CT 机房、注射室、污染物暂存库等辐射工作场所显著位置均拟设置电离辐射警告标志，PET/CT、SPECT/CT 机房门口设计安装工作状态指示灯。	定期检查辐射工作场所门机联锁、急停按钮、工作指示灯、电离辐射警告标志等安全设施，确保正常工作。运行期间加强辐射工作场所通风，防止臭氧及氮氧化物有害气体影响人体健康。		核医学科 SPECT/CT 机房门上、注射室、污物暂存间等均粘贴电离辐射警告标志；SPECT/CT 机房门上方设置工作指示灯；操作间及机房内设有急停按钮；操作间与机房之间设置有对讲装置；核医学科工作场所分为控制区和监督区，医护人员和病人设有独立的通道。	已落实
	放射性核素操作人员拟配备铅衣、铅眼镜、铅围脖、铅帽等个人防护用品。	/		核医学科核素操作场所配置通风橱、注射器防护套及铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅	已落实

核查项目	“三同时”措施	环评批复要求	执行情况	结论
			防护眼镜等个人防护用品。	
	<p>放射性废物处理： 南京市江宁医院新建江宁区医疗服务中心核医学科拟设置放射性废物箱、污染物暂存库和衰变池，核素诊断和治疗过程中产生的放射性废水、固体放射性废物收集后自然衰变十个半衰期作为普通医疗废水、普通医疗废物处理；</p> <p>核医学科核素操作区域拟设计通风系统，核素操作过程中挥发产生的少量放射性废气通过专用通风管道排出室外，通风口设于核医学科楼楼顶地面，通风口设置活性炭过滤装置和雨帽。</p>	/	<p>核医学科设有废物间和放射性废物桶，放射性固体废物经分类收集并自然衰变 30 天后，经检测合格可作为医疗废物处理；</p> <p>医院在核医学科东侧地下建设有衰变池，放射性废水经专用管道进入废水衰变池，自然衰变 30 天后排入医院污水管网；</p> <p>核医学科注射室内配置有通风橱，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，通风口设于核医学科上方地面。</p>	已落实
人员配备	辐射防护与安全培训和考核：所有辐射工作人员参加并通过辐射安全与防护培训。	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。	核医学科 7 名辐射工作人员均参加辐射安全培训并通过考核，证书均在有效期内。	已落实
	个人剂量监测、职业健康防护：所有辐射工作人员定期开展职业健康体检，并进行个人剂量监测，医院建立个人职业健康监护档案和个人剂量档案。		核医学科 7 名辐射工作人员均佩戴个人剂量计，开展个人剂量监测，并建立个人剂量档案；均进行职业健康体检，建立职业健康监护档案。	已落实
监测仪器和防护用品	环境辐射剂量巡测仪：配备 1 台环境辐射剂量巡测仪。	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。 要定期检查个人剂量报警仪、表	医院配备有 1 台辐射巡测仪。	已落实
	表面污染测量仪：配备 1 台表面污染沾污仪。		医院配备有 2 台表面污染监测仪。	已落实

核查项目	“三同时”措施	环评批复要求	执行情况	结论
	个人剂量报警仪：配置 2 台个人剂量报警仪。	面沾污仪等辐射监测仪器，确保正常工作。	医院为本项目配备有 5 台个人剂量报警仪，辐射工作人员工作时随身携带。	已落实
辐射安全管理	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、放射性同位素或射线装置使用登记、台帐管理制度、人员培训计划、监测方案、辐射事故应急措施。	建立健全辐射安全与防护规章制度并严格执行。	已制定辐射安全管理制度，包括《放射诊疗安全制度》、《放射诊疗质量保证方案》、《放射诊疗工作人员职责》、《设备检修维护制度》、《放射工作人员个人剂量管理制度》、《放射工作人员培训制度》、《射线装置使用登记、台账管理制度》、《医院辐射环境监测方案》、《南京市江宁医院放射事故应急措施预案》、《关于调整放射防护与辐射安全管理领导小组的通知》等规章制度。	已落实
辐射监测	/	每年请有资质的单位对项目周围辐射水平监测 1~2 次，结果报我厅。	每年请有资质单位对辐射工作场所进行监测。定期使用辐射监测仪器对项目周围辐射环境进行自检，并保留自检记录。	已落实
放射性同位素转让	/	/	已办理放射性药物及其原料转让审批表，见附件 9。	已落实

5 环境影响报告书（表）主要结论与建议及其审批部门审批文件

5.1 环境影响报告书（表）主要结论与建议

5.1.1 结论

1、实践正当性

南京市江宁医院拟新建江宁区医疗服务中心，为服务患者，医院拟在新建江宁区医疗服务中心开展核医学诊断治疗、肿瘤放射治疗、介入治疗及X射线诊断等核技术应用项目，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)“实践的正当性”的原则。

2、选址、布局合理性

南京市江宁医院现位于南京市江宁区东山街道鼓山路168号，医院拟在南京市江宁区东山街道泥塘片区新建江宁区医疗服务中心。项目地东侧为外港河西路；南侧为外港河南路；西侧为湖山路；北侧为泥塘西路及河流；南京市江宁医院新建江宁区医疗服务中心本项目中各核技术利用工作场所周围50m范围内均为医院院区，无居民区等环境敏感目标，各项目选址合理。

本项目核医学工作场所控制区和监督区划分明显，工作人员工作区与办公室划分明确，设计有受检者进出路线、医务人员进出路线，可有效避免带有放射性的受检者(病人)对其它人员造成不必要照射，项目布局基本合理。

医用直线加速器控制室与治疗室分开，控制室位于治疗机房外，主射线不向控制室照射，机房均设“L型”迷路，迷路口设计安装铅防护门。项目布局基本合理。

DSA机房及CT等X射线机机房控制室与诊断机房分开布置，布局均符合相关要求，本项目布局基本合理。

3、辐射屏蔽能力分析

南京市江宁医院新建江宁区医疗服务中心拟建核医学科、医用直线加速器机房、DSA机房、CT等X光机机房等辐射工作场所均设计采用混凝土浇筑结构（混凝土密度不低于 $2.35/m^3$ ），机房均采用铅防护门、铅玻璃观察窗等。核医学科注射室、供药室等核素操作场所拟根据需要配置通风橱及铅服等个人防护用品，在满足实际工作需要的基础上对工作人员及公众进行了必要的防护，减少不必要的照射，根据理论估算分析结果，该院拟采取的辐射防护措施能够符合辐射防护要

求。

4、保护目标剂量

根据理论估算结果，该院新建江宁区医疗服务中心核医学科、医用直线加速器、DSA、CT等X光机等项目在做好个人防护措施和安全措施的情况下，项目对放射工作人员及周围的公众产生的年有效剂均能够满足《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。

5、辐射安全措施

南京市江宁医院新建江宁区医疗服务中心核医学科PET/CT、SPECT/CT机房、注射室、污染物暂存库等辐射工作场所显著位置均拟设置电离辐射警告标志，PET/CT、SPECT/CT机房门口设计安装工作状态指示灯；医院拟应备专用柜并加锁储存¹²⁵I放免试剂盒，柜门上拟设置电离辐射标志，¹²⁵I粒子在专用防护屏(罩)的防护下装入粒子植入枪，在进行¹²⁵I粒子植入手术时工作人员穿戴铅衣、铅眼睛、铅围脖等，并尽可缩短手术时间，减小照射。

该院新建江宁区医疗服务中心加速器机房防护门外拟设置电离辐射警告标志和工状态指示灯，拟设计安装门机联锁装置、急停装置、监控对讲装置等。

该院新建江宁区医疗服务中心机房以及CT等其他X射线装置机房防护门外均拟设置电离辐射警告标志和工作状态指示灯。

在落实以上措施后，该院新建江宁区医疗服务中心核技术应用项目的安全措施能够满足安全防护要求。

6、放射性废物处理分析

南京市江宁医院新建江宁区医疗服务中心核医学科拟设置放射性废物箱、污染物暂存库和衰变池，核素诊断和治疗过程中所产生的放射性废水、固体放射性废物收集后自然衰变十个半衰期作为普通医疗废水、普通医疗废物处理；核医学科核素操作区域拟设计通风系统，核素操作过程中挥发产生的少量放射性废气通过专用通风管道排出室外，通风口设于核医学楼楼顶地面，通风口设置活性炭过滤装置和雨帽。该院放射性废物收集和处理方法基本合理，放射性废物处置得当，符合环境保护要求。

7、监测仪器和防护设备

南京市江宁医院新建江宁区医疗服务中心应尽快配置相应的辐射监测仪器，

包括：配置1台环境辐射巡测仪和1台表面污染沾污仪，每个加速器机房、DSA 机房均各配置2台个人剂量报警仪，每个III类X射线机机房各配置1台个人剂量报警仪。

8、辐射环境管理

南京市江宁医院新建江宁区医疗服务中心应尽快成立辐射防护管理机构，并指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，其还应以文件的形式明确各成员管理职责。同时应按管理要求尽快制定相应的安全管理措施和规章制度；医院应尽快组织安排相关辐射工作人员参加辐射安全与防护知识的培训，通过考核后方能上岗，并对工作人员进行职业健康监护和个人剂量监测，医院还应为放射工作人员建立个人职业健康监护档案和个人剂量档案。

综上所述，南京市江宁医院新建江宁区医疗服务中心核医学、医用直线加速器、DSA等核技术应用项目在落实本评价报告所提出的各项污染防治措施和辐射环境管理计划后，该医院将具备其所从事的辐射活动的技术能力和辐射安全防护措施，本项目核医学科及射线装置运行时对周围环境的影响能符合辐射环境保护的要求，从辐射环境保护角度论证，项目的建设是可行的。

5.1.2 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) 各项环保设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。

5.2 审批部门审批决定

你单位报送的《新建江宁区医疗服务中心核医学、医用直线加速器、DSA 等核技术应用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。项目地点位于南京市江宁区东山街道泥塘片区，项目内容：新增核医学项目，使用 ^{99m}Tc 、 ^{18}F 、 ^{131}I 、 ^{125}I 、 ^{89}Sr 进行放射性诊断和治疗，属乙级非密封放射性物质工作场所；新增 3 枚 V 类 ^{68}Ge 放射源，用于

仪器校验；新增 2 台医用电子直线加速器，最大 X 射线能量为 15MV，属 II 类射线装置；新增 5 台 DSA(管电压 150kV，最大管电流 1250mA，属 II 类射线装置)和 33 台医用 III 类射线装置。项目总投资 10000 万元，其中环保投资 1670 万元。

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》(GB 18871-2002)中相应的剂量限值要求。

(二)定期检查辐射工作场所门机联锁、急停按钮、工作指示灯、电离辐射警告标志等安全设施，确保正常工作。运行期间加强辐射工作场所通风，防止臭氧及氮氧化物有害气体影响人体健康。

(三)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；放射源和非密封放射性同位素转让须及时到环保部门办理审批与备案手续。

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

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

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

(七)项目安装完毕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。

6 验收执行标准

6.1 人员年受照剂量限值

依据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 6-1。

表 6-1 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
南京市江宁医院 新建江宁区医疗服务中心核医学、医用直线加速器、DSA 等核技术应用项目（本期验收 SPECT/CT 诊断项目）	职业照射有效剂量	5mSv/a
	公众有效剂量	0.25mSv/a

6.2 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。

6.3 工作场所布局要求

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

5.1.4 核医学放射工作场所应划分为控制区和监督区。控制区一般包括使用非密封源核素的房间（放射性药物贮存室、分装及（或）药物准备室、给药室等）、扫描室、给药后候诊室、样品测量室、放射性废物储藏室、病房（使用非密封源治疗患者）、卫生通过间、保洁用品储存场所等。监督区一般包括控制室、员工休息室、更衣室、医务人员卫生间等。应根据 GB 18871 的有关规定，结合核医

学科的具体情况，对控制区和监督区采取相应管理措施。

5.1.5 核医学工作场所的布局应有助于开展工作，避免无关人员通过。治疗区域和诊断区域应相对分开布置。根据使用放射性药物的种类、形态、特性和活度，确定核医学治疗区（病房）的位置及其放射防护要求，给药室应靠近病房，尽量减少放射性药物和给药后患者或受检者通过非放射性区域。

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。

6.4 工作场所放射防护安全要求

本项目 SPECT/CT 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：

6.2.3 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 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；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。

6.4.7 受检者不应在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不应滞留在机房内。

6.4.9 CT 装置的安放应利于操作者观察受检者。

6.5 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：

6.5.1 每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表 4 基本种类要求的工作人员、受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅橡胶防护衣。

6.5.3 除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.25mmPb；介入防护手套铅当量应不小于 0.025mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5mmPb；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。

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
CT 体层扫描 (隔室)	—	—	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。				

6.6 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 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 $\sim 2 \times 10^7$

6.7 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	0.4	0.4	4
	监督区			
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				

6.8 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）的要求，本项目放射性废物处理应满足如下条件：

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 0.08Bq/cm²、β表面污染小于 0.8Bq/cm²的，可对废物清洁解控并作为医疗废物处理：

- a) 所含核素半衰期小于 24 小时的放射性固体废物暂存时间超过 30 天。

6.9 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。

7 验收监测

7.1 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）、《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》（HJ 1157-2021）、《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）、《公共场所集中空调通风系统卫生规范》（WS 394-2012）、《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）和《临床核医学放射卫生防护标准》（GBZ 120-2006）的要求进行监测。

7.2 监测因子

根据项目污染源特征，本次竣工验收监测因子为 X- γ 辐射剂量率、表面污染水平和通风橱风速。

7.3 监测工况

2021年3月25日，南京瑞森辐射技术有限公司对南京市江宁医院新建江宁区医疗服务中心核医学、医用直线加速器、DSA等核技术应用项目（本期验收 SPECT/CT 诊断项目）进行验收监测，验收工况如下：

表 7-1 南京市江宁医院新建江宁区医疗服务中心核医学、医用直线加速器、DSA 等核技术应用项目（本期验收 SPECT/CT 诊断项目）验收监测工况

设备名称型号	设备参数	验收监测工况	使用场所
SPECT/CT (Discovery NM/CT 670 Pro)	最大管电压 140kV 最大管电流 440mA	140kV/300mA CT 扫描， 同时诊断床上放置 18mCi $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 药物	核医学科

7.4 监测内容

在核医学科工作场所及其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、核医学科工作场所 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。

8 质量保证和质量控制

8.1 本次验收监测质量保证和质量控制

8.1.1 监测单位资质

验收监测单位获得 CMA 资质认证（161012050353），见附件 12。

8.1.2 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 8-1。

表 8-1 检测人员资质

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

8.1.3 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 8-2。

表 8-2 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-044	能量响应：15keV~10MeV 测量范围：50nSv/h~10Sv/h 检定证书编号：Y2021-0010445 检定有效期限：2021.02.08~2022.02.07
2	α、β表面污染测量仪	CoMo 170	NJRS-129	测量范围：β/γ 0cps~20000cps 检定证书编号：DLhd2020-00512 检定有效期限：2020.04.01~2021.03.31
3	智能风速仪	ZRQF	NJRS-156	检定证书编号：H2021-0000014 检定有效期限：2021.01.11~2022.01.10

8.1.4 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。

8.2 自主检测质量保证和质量控制

8.2.1 监测仪器

经现场核查，南京市江宁医院为本项目配备的辐射检测仪均能正常使用，可以满足日常自检要求。

监测仪器见表 8-3。

表 8-3 检测使用仪器

仪器名称/型号	型号	数量	购买日期	性能状态
辐射巡测仪	FJ1200	1	2020.2.20	正常
个人剂量报警仪	FJ2000	5	2020.2.20	正常
表面沾污仪	FJ1210	2	2020.2.20	正常

8.2.2 人员能力

本项目 7 名辐射工作人员均已参加了辐射安全与防护知识培训，并通过考核取得培训合格证书，目前均在有效期内，详见附件 6。

8.2.3 检测计划

南京市江宁医院已制定了《医院辐射环境监测方案》和《放射工作人员个人剂量管理制度》等规章制度，以保证日常自检的质量。详见附件 5。

9 验收监测结果

9.1 辐射防护监测结果

本次验收监测结果详见附件 11。本项目 SPECT/CT 机房周围环境 X- γ 辐射剂量率监测结果见表 9-1，监测点位见图 9-1。

表 9-1 SPECT/CT 机房周围 X- γ 辐射剂量率检测结果

测点编号	点位描述	测量结果 ($\mu\text{Sv/h}$)	设备状态
1	观察窗外 30cm 处（左缝）	0.18	开机
2	观察窗外 30cm 处（中间）	0.16	开机
3	观察窗外 30cm 处（右缝）	0.16	开机
4	观察窗外 30cm 处（上缝）	0.16	开机
5	观察窗外 30cm 处（下缝）	0.16	开机
6	操作位	0.14	开机
7	北墙外 30cm 处	0.15	开机
8	北墙外 30cm 处	0.15	开机
9	北墙上穿线孔外 30cm 处	0.17	开机
10	北门外 30cm 处（左缝）	0.17	开机
11	北门外 30cm 处（中间）	0.15	开机
12	北门外 30cm 处（右缝）	0.11	开机
13	北门外 30cm 处（上缝）	0.14	开机
14	北门外 30cm 处（下缝）	0.16	开机
15	西墙外 30cm 处	0.14	开机
16	西墙外 30cm 处	0.14	开机

测点编号	点位描述	测量结果 ($\mu\text{Sv/h}$)	设备状态
17	南墙外 30cm 处	0.14	开机
18	南墙外 30cm 处	0.14	开机
19	东门外 30cm 处（左缝）	0.21	开机
20	东门外 30cm 处（中间）	0.17	开机
21	东门外 30cm 处（右缝）	0.17	开机
22	东门外 30cm 处（上缝）	0.18	开机
23	东门外 30cm 处（下缝）	0.19	开机
24	东墙外 30cm 处	0.17	开机
25	距机房楼上地面 100cm 处	0.14	开机
26	距机房楼上地面 100cm 处	0.14	开机
27	核医学科外公众区	0.13	开机

注：测量结果未扣除宇宙射线响应值。

由表 9-1 可知，本项目核医学科 1 台 SPECT/CT（型号：Discovery NM/CT 670 Pro）进行 CT 扫描（工况：140kV/300mA，扫描时，诊断床上放置 18mCi $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 药物）时，机房周围的 X- γ 辐射剂量当量率为（0.11~0.21） $\mu\text{Sv/h}$ ，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）标准要求。

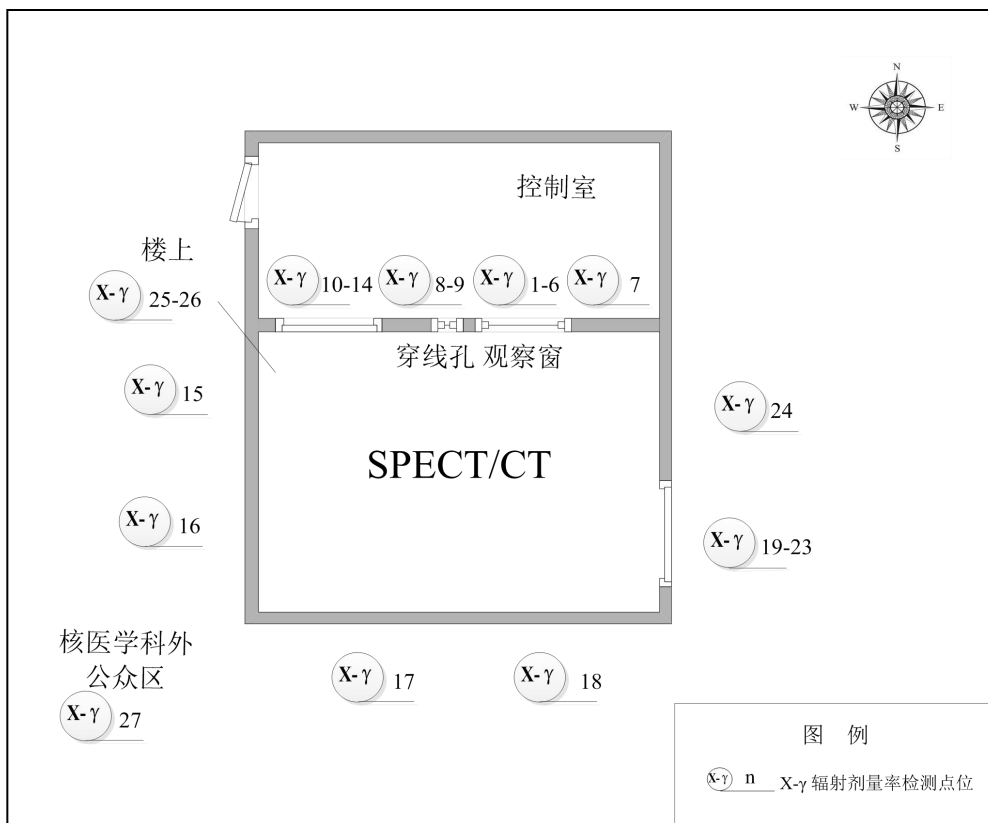


图 9-1 SPECT/CT 机房监测点位示意图

本项目核医学科工作场所 X-γ 辐射剂量率监测结果见表 9-2，监测点位见图 9-2。

表 9-2 核医学工作场所 X-γ 辐射剂量率检测结果

测点编号	点位描述	测量结果(μSv/h)	备注
1	SPECT/CT 机房地面	0.15	/
2	SPECT/CT 诊断床表面	0.16	/
3	卫生通过间地面	0.15	/
4	通风橱	0.16	/
5	高活室地面	0.16	/
6	注射台表面	0.18	/
7	源库地面	0.15	/
8	抢救室	0.15	/

测点编号	点位描述	测量结果($\mu\text{Sv/h}$)	备注
9	注射后候诊室/留观地面 1	0.14	/
10	注射后候诊室/留观地面 2	0.14	/

注：测量结果未扣除本底值。

由表 9-2 可知，本项目核医学工作场所 X- γ 辐射剂量当量率为（0.14~0.18） $\mu\text{Sv/h}$ ，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。

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 9-3，监测点位见图 9-2。

表 9-3 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	SPECT/CT 机房地面	<0.02	/
2	SPECT/CT 诊断床表面	0.02	/
3	卫生通过间地面	<0.02	/
4	通风橱	0.02	/
5	高活室地面	0.02	/
6	注射台表面	0.03	/
7	源库地面	<0.02	/
8	抢救室	<0.02	/
9	注射后候诊室/留观地面 1	<0.02	/
10	注射后候诊室/留观地面 2	<0.02	/

注：1.表面 β 放射性污染水平探测下限（LLD）为 0.02Bq/cm^2 。

由表 9-3 可知，本项目核医学工作场所 β 放射性表面污染水平为（<0.02~0.03） Bq/cm^2 ，符合检测时执行的《临床核医学放射卫生防护标准》（GBZ 120-2006）及现行《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）中放射性表面污染控制水平。



图 9-2 核医学科工作场所 X-γ辐射剂量率、β放射性表面污染水平监测点位图

本项目核医学科工作场所周围 X-γ辐射剂量率监测结果见表 9-4，监测点位见图 9-3。

表 9-4 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(μSv/h)	备注
1	注射后候诊室北门外 30cm 处（左缝）	0.18	/
2	注射后候诊室北门外 30cm 处（中间）	0.17	/
3	注射后候诊室北门外 30cm 处（右缝）	0.17	/
4	注射后候诊室北门外 30cm 处（下缝）	0.17	/
5	注射后候诊室北墙外 30cm 处	0.17	/

新建江宁区医疗服务中心核医学、医用直线加速器、DSA 等核技术应用项目（本期验收 SPECT/CT 诊断项目）竣工环境保护验收监测报告

测点编号	检测点位描述	测量结果($\mu\text{Sv/h}$)	备注
6	控制区出口防护门外 30cm 处（左缝）	0.16	/
7	控制区出口防护门外 30cm 处（中间）	0.16	/
8	控制区出口防护门外 30cm 处（右缝）	0.16	/
9	控制区出口防护门外 30cm 处（下缝）	0.16	/
10	控制区入口防护门外 30cm 处（左缝）	0.16	/
11	控制区入口防护门外 30cm 处（中间）	0.16	/
12	控制区入口防护门外 30cm 处（右缝）	0.16	/
13	控制区入口防护门外 30cm 处（下缝）	0.17	/
14	源库南墙外 30cm 处	0.16	/
15	源库西防护门外 30cm 处（左缝）	0.17	/
16	源库西防护门外 30cm 处（中间）	0.17	/
17	源库西防护门外 30cm 处（右缝）	0.17	/
18	源库西防护门外 30cm 处（下缝）	0.17	/
19	卫生通过间西墙外 30cm 处	0.17	/
20	工作人员摆位时	25	/
21	注射窗口外 30cm 处（左）	16.5	/
22	注射窗口外 30cm 处（右）	15.1	/
23	注射窗口外 30cm 处（上）	11.3	/
24	通风橱左侧操作口（开）	17.7	/
25	通风橱右侧操作口（开）	17.4	/
26	距高活性室楼上地面 100cm 处	0.16	/

测点编号	检测点位描述	测量结果(μSv/h)	备注
27	通风橱左侧操作口（关）	0.17	/
28	通风橱右侧操作口（关）	0.17	/

注：1.测量结果未扣除本底值；

2.注射窗口和留观室放置药量为 $6.9 \times 10^8 \text{Bq}$ （18.6mCi）的 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 药物。

3.摆位时，诊断床上模体内放置 $6.9 \times 10^8 \text{Bq}$ （18.6mCi）的 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 药物；注射取用药物时，通风橱内放置 $6.9 \times 10^8 \text{Bq}$ （18.6mCi）的 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 药物。

由表 9-4 可知，本项目核医学工作场所周围（放置 18.6mCi 的 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 药物）的 X-γ辐射剂量当量率为（0.16~0.18）μSv/h；工作人员摆位时，周围（放置 18.6mCi 的 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 药物）的 X-γ辐射剂量当量率为 25μSv/h；注射窗口周围（放置 18.6mCi 的 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 药物）的 X-γ辐射剂量当量率为（11.3~16.5）μSv/h；通风橱操作口打开时，周围（放置 18.6mCi 的 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 药物）的 X-γ辐射剂量当量率为（17.4~17.7）μSv/h，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。

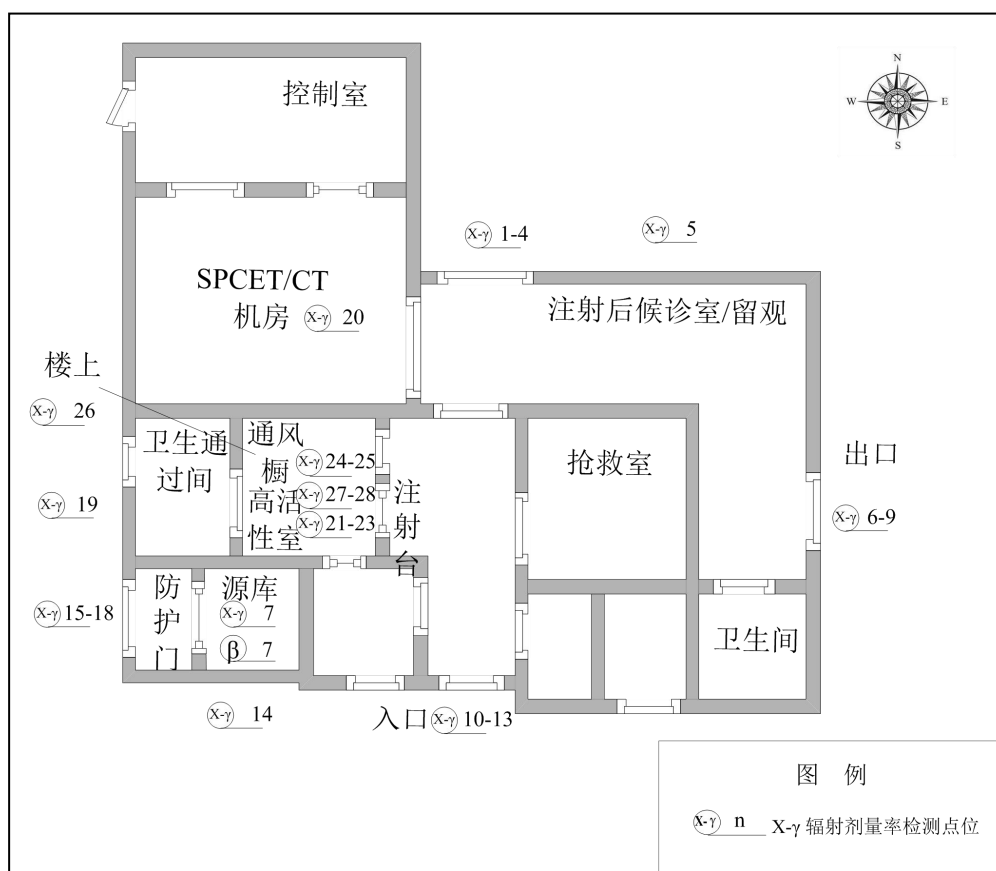


图 9-3 核医学科工作场所周围 X-γ辐射剂量率检测点位示意图

本项目核医学科通风橱风速检测结果见表 9-5。

表 9-5 核医学科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	1.76
	右侧操作口	1.65

由表 9-5 可知，本项目核医学通风橱操作口风速分别为 1.76m/s 和 1.65m/s，符合检测时执行的《临床核医学放射卫生防护标准》（GBZ 120-2006）及现行《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）的标准要求。

9.2 辐射工作人员和公众年有效剂量分析

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

1) 辐射工作人员

目前南京市江宁医院为本项目配备 7 名辐射工作人员，满足核医学科的配置要求。医院已委托南京瑞森辐射技术有限公司进行个人剂量监测，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，监测报告见附件 7。根据医院提供的 2 个季度的个人剂量监测报告瑞森（剂）字（2021）第 2997 号、瑞森（剂）字（2022）第 0037 号，其辐射工作人员个人累积剂量监测结果见表 9-6。

表 9-6 辐射工作人员个人累积剂量监测结果

姓名	编号	工种	2021 年		截止验收时人员年受照剂量 (mSv/a)	管理目标值 (mSv/a)
			第三季度	第四季度		
崔博	1111043010214	医师	/	0.02	0.02	5
顾金林	1111043010045	医师	/	0.02	0.02	5
杨雅婷	1111043010385	护士	0.02	0.02	0.04	5
贾红丽	1111043010302	医师	/	0.02	0.02	5
薛浩	1111043010386	技师	0.02	0.02	0.04	5

姓名	编号	工种	2021 年		截止验收时人员 年受照剂量 (mSv/a)	管理目标值 (mSv/a)
			第三季度	第四季度		
金刘琴	1111043010064	技师	0.02	0.02	0.04	5
刘萍	1111043010303	护士	0.02	0.02	0.04	5

根据核医学科扩建场所周围 X-γ 辐射剂量率检测结果，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。本次新建江宁区医疗服务中心核医学、医用直线加速器、DSA 等核技术应用项目（本期验收 SPECT/CT 诊断项目），根据医院提供资料，月门诊量约 20~42 人，注射药物时间按 1min/次计算，注射后候诊时间按 8h/d 计算，SPECT/CT 曝光扫描时间按 30min/次计算，辐射工作人员和周围公众的年有效剂量计算结果见表 9-7。

表 9-7 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 (μSv/h)	人员性质	居留因子	年工作时间	人员年有效剂量 (mSv/a)	管理目标值 (mSv/a)
注射室	通风橱表面	17.7	职业人员	1	注射 1min/次 ×504 次/a	0.15	5.0
	注射窗外	16.5	公众	1/4		0.03	0.25
注射后 候诊室	北墙外	0.17	公众	1/4	候诊 8h/天×250 天	0.08	0.25
	防护门外	0.18	公众	1/4		0.09	5.0
SPECT/ CT 机房	控制室	0.18	职业人员	1	扫描 30min/次 ×504 次/a	0.04	5.0
	四侧墙体外	0.17	公众	1/4		0.01	0.25
	东门外	0.21	公众	1/4		0.01	0.25
	北门外	0.17	职业人员	1		0.04	5.0

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 9-6 可知，根据南京市江宁医院提供的个人累积剂量监测结果显示，本项目核医学科辐射工作人员个人累积剂量最大为 0.04mSv/a，由表 9-7 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 0.15mSv/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 9-7。由表可知，公众年有效剂量最大为 0.09mSv/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结果计算为：辐射工作人员有效剂量最大为 0.92mSv/a，周围公众年有效剂量最大为 0.09mSv/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。

10 验收监测结论

10.1 验收结论

南京市江宁医院新建江宁区医疗服务中心核医学、医用直线加速器、DSA 等核技术应用项目（本期验收 SPECT/CT 诊断项目）已按照环评及批复要求落实辐射防护和安全管理措施，经现场监测和核查表明：

1) 医院在核医学科负二层新建本期验收 SPECT/CT 诊断项目，配备 1 台 SPECT/CT（型号：Discovery NM/CT 670 Pro 型，管电压为 140kV，管电流为 440mA），使用 ^{99m}Tc 开展放射性核素诊断，为乙级非密封放射性物质工作场所。实际建设规模及主要技术参数与《新建江宁区医疗服务中心核医学、医用直线加速器、DSA 等核技术应用项目环境影响报告表》及其环评批复一致，无重大变动情况；

2) 本次新建江宁区医疗服务中心核医学、医用直线加速器、DSA 等核技术应用项目（本期验收 SPECT/CT 诊断项目）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，工作场所及其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）、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）和《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；本项目核医学科控制区出入口、机房门、操作间门显著位置设置当心电离辐射警告标志，机房门上安装工作状态指示灯并与防护门能有效联动，操作间、机房内及设备上设有急停按钮，操作台上设有对讲装置；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）的要求；

5) 医院核医学科建有衰变池，能够满足放射性废液暂存 30 天的要求；设有放射性废物桶收集放射性废物，污物暂存间能够满足放射性固体废物暂存 30 天的要求；注射室设有通风橱及专用通风管道，通风管道延伸至核医学科上方地面，

满足《核医学辐射安全与防护》（HJ 1188-2021）的要求；

6) 医院核医学科共配备了 1 台辐射巡检仪、2 台表面污染仪、5 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）、《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）的要求；

7) 本项目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且均在有效期内；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。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，南京市江宁医院新建江宁区医疗服务中心核医学、医用直线加速器、DSA 等核技术应用项目（本期验收 SPECT/CT 诊断项目）与环评报告内容及批复要求一致。本次验收 SPECT/CT 诊断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，建议通过验收。

10.2 建议

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

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