

南京同仁医院有限公司
新建核医学诊疗项目（分期验收）
竣工环境保护验收监测报告表

报告编号：瑞森（验）字（2023）第016号

建设单位：南京同仁医院有限公司

编制单位：南京瑞森辐射技术有限公司

二〇二三年五月

目 录

表一 建设项目基本情况	1
表二 建设项目工程分析	13
表三 辐射安全与防护设施/措施	27
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	49
表五 验收监测质量保证及质量控制	56
表六 验收监测内容	58
表七 验收监测期间生产工况	60
表八 验收监测结论	91
附件1：项目委托书	94
附件2：项目环境影响报告表主要内容	95
附件3：辐射安全许可证及辐射工作人员相关信息	112
附件4：辐射安全管理机构及制度	122
附件5：辐射工作人员培训证书及健康证明	137
附件6：个人剂量检测委托合同	151
附件7：工作场所屏蔽建设情况说明	153
附件8：放射性药物及其原料转让审批表	155
附件9：废旧放射源处置方案暨回收协议	159
附件10：竣工环保验收监测报告	160
附件11：验收监测单位CMA资质证书	198

表一 建设项目基本情况

建设项目名称	南京同仁医院有限公司新建核医学诊疗项目（分期验收） 竣工环境保护验收监测报告表				
建设单位名称	南京同仁医院有限公司 （统一社会信用代码：913201157971221278）				
建设项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 退役				
建设地点	南京市江宁经济技术开发区吉印大道该医院内				
源项	放射源（类别）	非密封放射性物质 （场所等级）	射线装置 （类别）	退役项目	
	V类	乙级	III类	/	
建设项目 环评批复时间	2021年5月11日	开工建设时间	2021年5月		
重新申领辐射安 全许可证时间	2022年9月5日	项目投入运行时间	2022年10月		
退役污染治理 完成时间	/	验收现场监测时间	2022年11月9日、10 日、14日		
环评报告表 审批部门	江苏省生态环境厅	环评报告表 编制单位	南京瑞森辐射技术 有限公司		
辐射安全与防护 设施设计单位	/	辐射安全与防护设 施施工单位	/		
投资总概算	9000万元	辐射安全与防护设 施投资总概算	800万元	比例	8.89%
实际总概算	7000万元	辐射安全与防护设 施实际总概算	700万元	比例	10%
备注：该项目投资总概算为9000万元、辐射安全与防护设施投资总概算为800万元，实际建成项目中，另有1台PET/MR暂未购置，另行组织验收，故本项目实际总概算为7000万元，辐射安全与防护设施实际总概算为700万元。					
验收依据	建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度： （1）《中华人民共和国环境保护法》（修订版），2015年1月1日起实施； （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； （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；				

- (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；
- (5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第 449 号，2005 年 12 月 1 日起施行；2019 年修改，国务院令 709 号，2019 年 3 月 2 日施行；
- (6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修正本），生态环境部部令 第 20 号，2021 年 1 月 4 日起施行；
- (7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第 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) 《放射源分类办法》，国家环境保护总局公告 2005 年 第 62 号，2005 年 12 月 23 日起施行；
- (12) 《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；
- (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》，生态环境部办公厅，环办环评函[2020]688 号，2020 年 12 月 13 日印发。

	<p>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) 《操作非密封源的辐射防护规定》（GB 11930-2010）；</p> <p>(3) 《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999-2021）；</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）；</p> <p>(7) 《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）；</p> <p>(8) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）；</p> <p>(9) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）；</p> <p>(10) 《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ 98-2020）。</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) 《南京同仁医院有限公司新建核医学诊疗项目环境影响报告表》，南京瑞森辐射技术有限公司，2021年1月，见附件2；</p> <p>(2) 《关于南京同仁医院有限公司新建核医学诊疗项目环境影响报告表的批复》，审批文号：苏环辐（表）审〔2021〕13号，江苏省生态环境厅，2021年5月11日。</p>				
<p>验收监测 执行标准</p>	<p>人员年受照剂量限值：</p> <p>(1) 人员年有限剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中所规定的职业照射和公众照射剂量限值：</p> <p style="text-align: center;">表1-1 工作人员职业照射和公众照射剂量限值</p> <table border="1" data-bbox="404 1711 1321 2029"> <thead> <tr> <th data-bbox="404 1711 605 1789"></th> <th data-bbox="605 1711 1321 1789">剂量限值</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="404 1789 605 2029">职业照射</td> <td data-bbox="605 1789 1321 2029"> 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眼晶体的年当量剂量，150mSv； ④四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。 </td> </tr> </tbody> </table>		剂量限值	职业照射	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①由审管部门决定的连续5年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv； ②任何一年中的有效剂量，50mSv； ③眼晶体的年当量剂量，150mSv； ④四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。
	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眼晶体的年当量剂量，150mSv； ④四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。				

<p>公众照射</p>	<p>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。</p>								
<p>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。</p>									
<p>根据《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）的要求，本项目个人剂量监测应遵循下述要求：核医学放射工作人员应按GBZ 128的要求进行外照射个人监测，同时对于近距离操作放射性药物的工作人员，宜进行手部剂量和眼晶状体剂量监测，保证眼晶状体连续5年期间，年平均当量剂量不超过20mSv，任何1年中的当量剂量不超过50mSv。</p>									
<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，本项目剂量约束值见表1-2。</p>									
<p>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"> <thead> <tr> <th>项目名称</th> <th>适用范围</th> <th>剂量约束值</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">南京同仁医院有限公司 新建核医学诊疗项目（分期验收）</td> <td>职业照射有效剂量</td> <td>5mSv/a</td> </tr> <tr> <td>公众有效剂量</td> <td>0.1mSv/a</td> </tr> </tbody> </table>		项目名称	适用范围	剂量约束值	南京同仁医院有限公司 新建核医学诊疗项目（分期验收）	职业照射有效剂量	5mSv/a	公众有效剂量	0.1mSv/a
项目名称	适用范围	剂量约束值							
南京同仁医院有限公司 新建核医学诊疗项目（分期验收）	职业照射有效剂量	5mSv/a							
	公众有效剂量	0.1mSv/a							
<p>辐射管理分区：</p>									
<p>根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求，应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。</p>									
<p>1) 控制区 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 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</p>									

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：

根据《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）的要求，本项目丙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。

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。

根据《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）的要求，本项目核医学中心工作场所放射防护应遵循下述要求：

5.3 工作场所的防护水平要求

5.3.1 核医学工作场所控制区的用房，应根据使用的核素种类、能量和最大使用量，给予足够的屏蔽防护。在核医学控制区外人员可达处，距屏蔽体外表面0.3m处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，控制区内屏蔽体外表面0.3m处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 $25\mu\text{Sv/h}$ ，宜不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；核医学工作场所的分装柜或生物安全柜，应采取一定的屏蔽防护，以保证柜体外表面

5cm处的周围剂量当量率控制目标值应不大于25μSv/h；同时在该场所及周围的公众和放射工作人员应满足个人剂量限值要求。屏蔽计算中所涉及的常用放射性物理特性参见附录H。PET相关房间的辐射屏蔽计算方法和示例参见附录I。自屏蔽回旋加速器机房的屏蔽计算方法由回旋加速器在所有工作条件下所产生中子的最大通量（取决于加速器的类型、能量、粒子类型以及使用的靶等）决定。

本项目SPECT/CT机房、PET/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：

6.1.5 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 X射线设备机房（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 ^d m ²	机房内最小单边长度 ^e m
CT机（不含头颅移动CT）	30	4.5
^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 不同类型X射线设备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
CT机房（不含头颅移动CT） CT模拟定位机房	2.5	

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2.5μSv/h；测量时，X射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间。

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。

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。

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，本项目放射性废物暂存还应遵循下述：

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20 kg。

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，本项目放射性废物暂存还应遵循下述：

7.1 一般要求

7.1.1 应根据核医学实践中产生废物的形态及其中的放射性核素的种类、半衰期、活度水平和理化性质等，按放射性废物分类要求将放射性废物进行分类收集和分别处理。

7.1.2 应按照废物最小化的原则区分放射性废物与解控废物，不能混同处理，应尽量控制和减少放射性废物产生量。

7.1.3 核医学时间中产生的短寿命放射性废物，应尽量利用贮存衰变的方法进行处理，待放射性核素活度浓度满足解控水平后，实施解控。不能解控的放射性废物，应送交有资质的放射性废物收贮

或处置机构进行处理。

7.1.4 应建立放射性废物收集、贮存、排放管理台账、做好记录并存档备案。

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。

7.4 气态放射性废物的管理

7.4.1 产生气态放射性废物的核医学场所应设置独立的通风系统，合理组织工作场所的气流，对排出工作场所的气体进行过滤净化，避免污染工作场所和环境。

7.4.2 应定期检查通风系统过滤净化器的有效性，及时更换失效的过滤器，更换周期不能超过厂家推荐的使用时间。更换下来的过滤器按放射性固体废物进行收集、处理。

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（环评报告主要结论及审批部门审批决定详见表四）。

表二 建设项目工程分析

项目建设内容：

南京同仁医院有限公司成立于2007年，是集医疗、预防、保健、康复于一体的三级综合性医院。

为了更好地为患者服务，提高公司的医疗质量，南京同仁医院有限公司在位于南京市江宁经济技术开发区吉印大道院区内医疗综合楼负一层西南角新建核医学中心，核医学中心东部为核素显像区，新建1座SPECT/CT机房，购置1台Symbia Intevo 6型SPECT/CT，使用 ^{99m}Tc 核素（为外购的成品药物）用于开展核素显像诊断；新建1座PET/CT机房（质量控制校正使用 ^{68}Ge 放射源，共3枚（ $9.25\text{E}+7\text{Bq}\times 1$ 枚、 $4.60\text{E}+7\text{Bq}\times 2$ 枚），为V类源，已另行填报登记表，备案号：202232011500000124，见附件2），购置1台Biograph mCT S（40）型PET/CT，使用 ^{18}F 核素（为外购的成品药物）用于开展核素显像诊断，属于乙级非密封放射性物质工作场所。核医学中心西部为核素治疗区，开展甲功测定、甲亢治疗及甲癌治疗（使用 ^{131}I 核素），设置6间甲癌治疗病房，属于乙级非密封放射性物质工作场所。另有1台PET/MR暂未购置，另行组织验收。本项目环评报告表详见附件2，环评批复文件详见表四。

表2-1 新建核医学诊疗项目（分期验收）射线装置及核素使用情况

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	$1.85\text{E}+10$	$1.85\text{E}+7$	$4.625\text{E}+12$	医疗综合楼负一层 核医学中心 核素显像区
^{18}F	使用	$1.258\text{E}+10$	$1.258\text{E}+7$	$3.145\text{E}+12$	
^{131}I (甲测)	使用	$7.40\text{E}+6$	$7.40\text{E}+5$	$1.85\text{E}+9$	医疗综合楼负一层 核医学中心 核素治疗区
^{131}I (甲亢)	使用	$3.70\text{E}+9$	$3.70\text{E}+8$	$9.25\text{E}+11$	
^{131}I (甲癌)	使用	$3.33\text{E}+10$	$3.33\text{E}+9$	$1.665\text{E}+12$	
放射源					
放射源名称	活动种类	总活度 (Bq) /活度 (Bq) ×枚数		放射源类别	工作场所名称

⁶⁸ Ge	使用	(9.25E+7) *1		V类	医疗综合楼负一层 核医学中心
		(4.60E+7) *2			
射线装置					
名称	数量	型号	技术参数	工作场所名称	
SPECT/CT	1	Biograph mCT S (40)	最大管电压140kV 最大管电流666mA	医疗综合楼负一层 核医学中心	
PET/CT	1	Symbia Intevo 6	最大管电压140kV 最大管电流350mA	医疗综合楼负一层 核医学中心	

截至验收监测时，南京同仁医院有限公司已在医疗综合楼负一层新建核医学中心，于核素显像区配备1台Biograph mCT S（40）型SPECT/CT，使用^{99m}Tc核素，开展核素显像诊断工作；已配备1台Symbia Intevo 6型PET/CT（质量控制校正使用3枚⁶⁸Ge放射源（编码为US22GE004385、US22GE004395、US22GE004405），活度分别为9.25E+7Bq，1枚；4.60E+7Bq，2枚），使用¹⁸F核素，开展核素显像诊断工作；于核素治疗区设置6间甲癌治疗病房，使用¹³¹I核素，开展甲功测定、甲亢治疗及甲癌治疗工作。

本项目投资总概算为9000万元、辐射安全与防护设施投资总概算为800万元，实际建成项目中，另有1台PET/MR暂未购置，另行组织验收，故本项目实际总概算为7000万元，辐射安全与防护设施实际总概算为700万元，项目环评审批及实际建设情况见表2-2，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2-2 新建核医学诊疗项目（分期验收）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	南京市江宁经济技术开发区吉印大道					南京市江宁经济技术开发区吉印大道				与环评一致
周围环境	核医学中心	东侧	消防通道			消防通道				与环评一致
		南侧	室外下沉庭院			室外下沉庭院				与环评一致
		西侧	土层			土层				与环评一致
		北侧	采光井及库房			采光井及库房				与环评一致
		下方	地下车库			地下车库				与环评一致
		上方	急诊科			急诊科				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	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

^{99m} Tc	1.85E+10	1.85E+7	4.625E+12	使用	医疗综合楼负一层 核医学中心 核素显像区	1.85E+10	1.85E+7	4.625E+12	使用	医疗综合楼负一层 核医学中心 核素显像区
¹⁸ F	1.258E+10	1.258E+7	3.145E+12	使用		1.258E+10	1.258E+7	3.145E+12	使用	
¹³¹ I (甲测)	7.40E+6	7.40E+5	1.85E+9	使用	医疗综合楼负一层 核医学中心 核素治疗区	7.40E+6	7.40E+5	1.85E+9	使用	医疗综合楼负一层 核医学中心 核素治疗区
¹³¹ I (甲亢)	3.70E+9	3.70E+8	9.25E+11	使用		3.70E+9	3.70E+8	9.25E+11	使用	
¹³¹ I (甲癌)	3.33E+10	3.33E+9	1.665E+12	使用		3.33E+10	3.33E+9	1.665E+12	使用	
放射源										
放射源 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	活动 种类	使用场所	总活度 (Bq) /活度 (Bq) ×枚数	类别	活动 种类	使用场所		
⁶⁸ Ge	(9.25E+7) *1	V类	使用	医疗综合楼负一层 核医学中心	9.25E+7*1	V类	使用	医疗综合楼负一层 核医学中心		
	(4.60E+7) *2	V类			4.60E+7*2	V类				
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	技术参数	类别	使用场所	型号	数量	技术参数	类别	使用场所
SPECT/CT	型号未定	1台	140kV/800mA	III类	医疗综合楼负一层核医学中心	Symbia Intevo 6型	1台	140kV/350mA	III类	医疗综合楼负一层核医学中心
PET/CT	型号未定	1台	140kV/800mA	III类	医疗综合楼负一层核医学中心	Biograph mCT S (40)型	1台	140kV/666mA	III类	医疗综合楼负一层核医学中心
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		
沾有 ^{99m} Tc、 ¹⁸ F、 ¹³¹ I放射性核素的注射器、一次性口杯、手套、擦拭废纸及废活性炭等	固体	^{99m} Tc、 ¹⁸ F、 ¹³¹ I	/	约50kg	约600kg	小于清洁解控水平推荐值 (^{99m} Tc、 ¹³¹ I≤1×10 ² Bq/g， ¹⁸ F≤1×10 ¹ Bq/g)	存放于专用放射性废物铅桶与放射性废物间	存放十个半衰期，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	含 ^{99m} Tc、 ¹⁸ F核素的放射性废物存放超过30天、含 ¹³¹ I核素的放射性废物存放超过180天（同时满足环评批复的相关要求），经检测合格后，由医院统一作为医疗废物处理（验收时执行《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）中放射性废物处置规定）。	

含 ^{99m} Tc、 ¹⁸ F、 ¹³¹ I放射性核素的卫生间下水及清洗废水	液体	^{99m} Tc、 ¹⁸ F、 ¹³¹ I	/	约36m ³	约435m ³	总β<10 Bq/L	流入衰变池中	自然衰变十个半衰期，达到排放标准后，排放至医院污水处理站	含 ^{99m} Tc、 ¹⁸ F核素的放射性废水暂存超过30天、含 ¹³¹ I核素的放射性废水暂存超过180天（同时满足环评批复的相关要求），直接解控排放至医院污水处理站（验收时执行《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）中放射性废物处置规定）。
含有 ^{99m} Tc、 ¹⁸ F、 ¹³¹ I等液态放射性药物操作时挥发的微量气溶胶	气体	^{99m} Tc、 ¹⁸ F、 ¹³¹ I	/	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放口活性炭装置过滤后排放	与环评一致
退役废源	固体	⁶⁸ Ge	/	/	/	/	贮存在储源罐中，放置在核医学中心的储源室内	退役后交由原生产厂家回收或由省城市放射性废物库回收处置。	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 workflow 可知，本次新建 SPECT、PET 诊断项目主要产生以下污染：

（1）辐射：SPECT/CT、PET/CT 在工作状态下产生的 X 射线；放射性核素 ^{99m}Tc 、 ^{18}F 在操作、诊断过程中产生的 β 、 γ 射线，3 枚 ^{68}Ge 校准源在储存、使用过程中产生的 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。

（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、活性炭等带微量放射性核素的医疗固体废弃物、退役的 ^{68}Ge 校准源；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。

本次新建 ^{131}I 治疗项目主要产生以下污染：

（1）辐射： ^{131}I 放射性核素在衰变过程中主要释放 β 射线和 γ 射线，以上射线会造成医务人员和公众的外照射。

（2）废气：本项目核素分装、质控等操作均在通风橱内进行，减少开放液面挥发散逸的放射性同位素，高活区（包括废物库、源库、分装注射室和通风橱）共用 1 套排风系统，其余各甲癌病房和控制区内各功能房间共用 1 套排风系统，排风经活性炭过滤后，从管道抽出，由屋顶排放。

（3）固体废物：放射性药物操作过程中产生的如一次性口杯、滤纸、活性炭等带微量放射性核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：SPECT/CT 机房、PET/CT 机房内的空气在 X 射线、 γ 射线作用下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：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，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 SPECT、PET 诊断项目

(1) SPECT 诊断项目

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。

南京同仁医院有限公司于院区内医疗综合楼负一层西南角新建核医学中心，于核医学中心东部核素显像区新建 1 座 SPECT/CT 机房，购置 1 台 Symbia Intevo 6 型 SPECT/CT，使用 ^{99m}Tc 核素用于开展核素显像诊断。该型号 SPECT/CT 设备外观见图 2-1。SPECT/CT 显像用放射性同位素特性见表 2-3。



图 2-1 本项目 SPECT/CT 设备外观图



图 2-2 本项目 PET/CT 设备外观图

表2-3 SPECT/CT显像用放射性同位素特性一览表

核素名称	半衰期	衰变模式	α/β 最大能量 (MeV)	光子能量 (MeV)	周围剂量当量率常数 (裸源) ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{MBq}\cdot\text{h}$)
^{99m}Tc	6.02h	同质异能跃迁	—	0.140	0.0303

(2) PET 诊断项目

PET/CT (Positron Emission Tomography and Computer Tomography)，全称正电子发射断层与计算机断层诊断技术，是在 PET (Positron Emission Tomography) 和 CT (Computer Tomography) 的基础上发展起来的新设备，充分结合了 PET 高灵敏度和 CT 高分辨率的优势。其原理是通过正电子核素或其

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

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

南京同仁医院有限公司于院区内医疗综合楼负一层西南角新建核医学中心，于核医学中心东部核素显像区新建 1 座 PET/CT 机房，购置 1 台 Biograph mCT S（40）型 PET/CT，使用 ^{18}F 核素用于开展核素显像诊断，质量控制校正使用 ^{68}Ge 放射源，共 3 枚。该型号 PET/CT 设备外观见图 2-2。PET/CT 显像用放射性同位素及校准用放射源特性见表 2-4。

表2-4 PET/CT显像用放射性同位素及校准用放射源特性一览表

核素名称	半衰期	衰变模式	α/β 最大能量 (MeV)	光子能量 (MeV)	周围剂量当量率常数 (裸源) ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{MBq}\cdot\text{h}$)
^{18}F	109.8min	β^+ , EC	0.63 (+)	0.511	0.143
^{68}Ge	280d	EC	0.106	—	0.011

• 新建 ^{131}I 治疗项目

(1) 甲功测定

甲状腺功能测定，是通过观察、测量甲状腺组织提取和排出引入体内的¹³¹I的量与速度，来评价甲状腺的功能状态及其功能调节的情况。甲功测定单次¹³¹I给药量很小，最大仅为10μCi。

(2) 甲亢治疗

甲状腺具有高度选择性摄取¹³¹I的能力，功能亢进的甲状腺组织摄取量将更多，可高达血浆的几百倍，且在甲状腺内停留的时间较长，有效半衰期可达3.5~5.5天。在患者服用¹³¹I后，90%以上的¹³¹I都会聚集到患者的甲状腺，其余的¹³¹I随代谢排出体外。¹³¹I衰变为¹³¹Xe时放射出95%的β射线，该射线能量低，在甲状腺内的平均射程仅有0.5mm，一般不会造成甲状腺周围组织例如甲状旁腺、喉返神经等的辐射损伤。因此，¹³¹I治疗可使部分甲状腺组织受到β射线的集中照射，使部分甲状腺细胞发炎症、萎缩、直至功能丧失，从而减少甲状腺激素的分泌，使亢进的功能恢复正常，达到治疗的目的。

(3) 甲癌治疗

放射性核素¹³¹I可以高度选择性聚集在分化型甲状腺癌及转移灶，¹³¹I衰变时发射出的射程很短的β射线和能量跃迁时发出的γ射线，从而对病变组织进行内照射治疗，在局部产生足够的电离辐射生物学效应，达到抑制或破坏病变组织的目的，而临近的正常组织的吸收剂量很低，从而达到治疗目的。

南京同仁医院有限公司于院区内医疗综合楼负一层西南角新建核医学中心，于核医学中心西部核素治疗区设置6间甲癌治疗病房，使用¹³¹I核素用于开展甲功测定、甲亢治疗及甲癌治疗。核素治疗用放射性同位素特性见表2-5。

表2-5 核素治疗用放射性同位素特性一览表

核素名称	半衰期	衰变模式	α/β最大能量 (MeV)	光子能量 (MeV)	周围剂量当量率常数 (裸源) (μSv·m ² /MBq·h)
¹³¹ I	8.02d	β ⁻	0.602	0.284, 0.365, 0.637	0.0595

2、工作流程及产污环节

- 新建 SPECT、PET 诊断项目

南京同仁医院有限公司核医学中心^{99m}Tc、¹⁸F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（南京原子高科医药有限公司、徐州原子高科医药有限公司或森科（南京）医药技术有限公司）订购，供应商根据医院预约的时间和用量定时将药物送达医疗综合楼负一层核医学中心分装注射室，医院指定专人负责药物的接收和登记，并暂存到分装注射室铅通风橱内，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 $1.85\text{E}+10\text{Bq}$ ，日等效最大操作量为 $1.85\text{E}+7\text{Bq}$ ，年最大用量为 $4.625\text{E}+12\text{Bq}$ ； ^{18}F 放射性药物日最大操作量为 $1.258\text{E}+10\text{Bq}$ ，日等效最大操作量为 $1.258\text{E}+7\text{Bq}$ ，年最大用量为 $3.145\text{E}+12\text{Bq}$ ，核医学中心核素显像区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患者注射。注射完毕后，注射器放入专用废物铅桶内。每次分装过程中近距离接触放射性药物的时间保守按 2min、注射过程按 1min 估算。

患者根据注入的放射性药物特性，在注射后候诊室内静坐或静躺候诊（一般需等待约 20~30min），待药物代谢至靶器官，进入扫描机房，经医护人员摆位后，接受 SPECT/CT 或 PET/CT 的扫描，每次扫描约 10~20min。扫描完成后，患者留观一段时间后，若无其他情况，从患者专用通道离开。工作流程及产污环节分析见图 2-3。

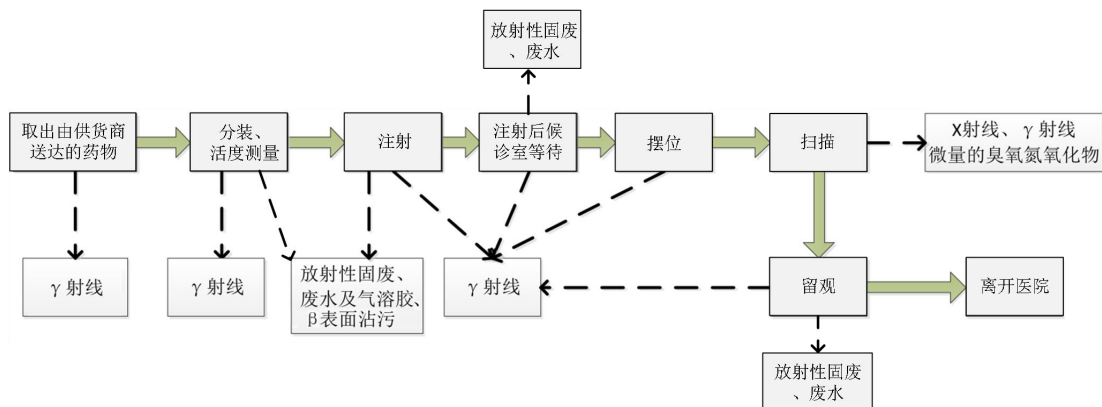


图 2-3 新建 SPECT、PET 诊断项目工作流程及产污环节示意图

• 新建 ^{131}I 治疗项目

南京同仁医院有限公司核医学中心 ^{131}I 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（南京原子高科医药有限公司、徐州原子高科医药有限公司或森科（南京）医药技术有限公司）订购，供应商根据医院预约的时间和用量定时将药物送达医疗综合楼负一层核医

学中心服碘室，医院指定专人负责药物的接收和登记，并暂存到服碘室铅通风橱内（医院后期拟购置自动分装仪，以减少辐射工作人员受照剂量）。

甲功测定、甲亢治疗项目患者无需住院，甲亢治疗项目患者需住入具有一定屏蔽防护效果的病房，待病人体内放射性活度低于 400MBq 方可出院，以减少对周围人员的辐射影响。

（1）甲功测定

病人由窗口取药后进入甲吸服碘室服药，甲功测定患者单次使用的 ^{131}I 给药量很小，最大仅为 $10\mu\text{Ci}$ 。本项目甲功测定病人日就诊量为 20 人，年就诊量约为 5000 人，甲功测定项目 ^{131}I 放射性药物日最大操作量为 $7.40\text{E}+6\text{Bq}$ ，日等效最大操作量为 $7.40\text{E}+5\text{Bq}$ ，年最大用量为 $1.85\text{E}+9\text{Bq}$ 。病人于服药后 2h、4h 和 24h 分别测量甲状腺部位吸碘率，三次测量之间间隔时间较长，病人服药后若无不良反应，即可经甲功测定室离开医院。甲功测定项目工作流程及产污环节分析见图 2-4。

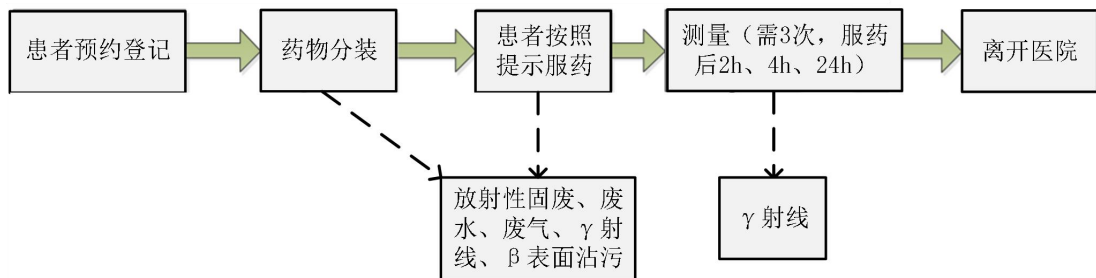


图 2-4 甲功测定项目工作流程及产污环节分析示意图

（2）甲亢治疗

病人由甲亢服碘室窗口取药后服用，甲亢治疗病人单次使用的 ^{131}I 给药量较小，最大为 10mCi 。本项目甲亢治疗病人日就诊量为 10 人，年就诊量约为 2500 人，甲亢治疗项目 ^{131}I 放射性药物日最大操作量为 $3.70\text{E}+9\text{Bq}$ ，日等效最大操作量为 $3.70\text{E}+8\text{Bq}$ ，年最大用量为 $9.25\text{E}+11\text{Bq}$ 。病人服药后进入留观室，若无不良反应，即可离开医院。甲亢治疗项目工作流程及产污环节分析见图 2-5。

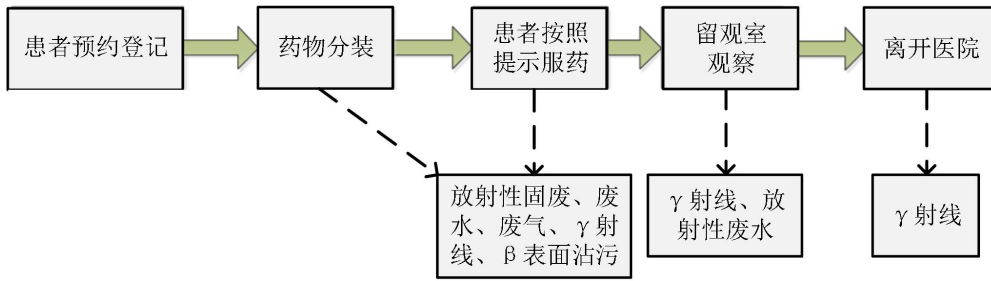


图 2-5 甲亢治疗项目工作流程及产污环节分析示意图

(3) 甲癌治疗

根据医院提供资料，本项目甲癌治疗患者单次给药剂量平均在150mCi左右，一般需要住院5天左右。本项目甲癌病人周收治量为6人，年收治量为300人，甲癌治疗项目¹³¹I放射性药物日最大操作量为3.33E+10Bq，日等效最大操作量为3.33E+9Bq，年最大用量为1.665E+12Bq。医院计划每周选定1天集中预约甲癌病人在服碘室服药。患者在服药台服药后进入甲癌病房住院，住院治疗期间（约5天）活动仅限于病房、配餐间及卫生间。甲癌治疗项目工作流程及产污环节分析见图2-6。

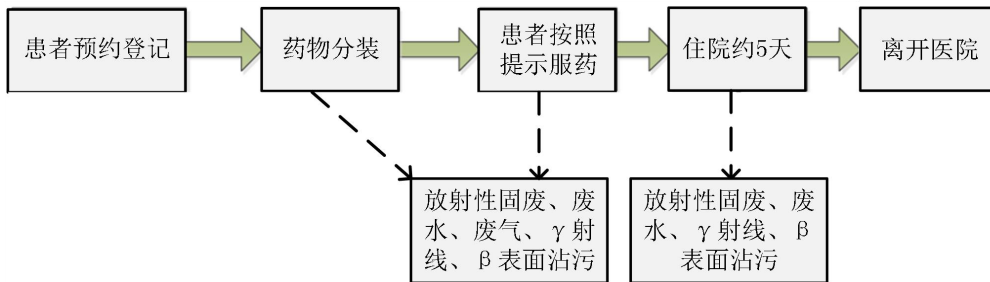


图 2-6 甲癌治疗项目工作流程及产污环节分析示意图

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 SPECT、PET 诊断项目

选址：本项目核医学中心位于医疗综合楼负一层西南角，核素显像区位于核医学中心东部，不邻接产科、儿科、食堂等部门，设有单独出、入口，且出口不设置在门诊大厅、收费处等人群稠密区域，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）中关于选址的规定。

布局：本项目在医疗综合楼负一层核医学中心东部核素显像区，配备1台 SPECT/CT、1台PET/CT，使用^{99m}Tc、¹⁸F核素，开展核素显像诊断工作。核素显像区工作场所包括以下主要房间：1座SPECT/CT机房、1座PET/CT机房、1座PET/MR机房（设备暂未购置）、控制室、设备间、分装注射室、废物库、校准源室、平板负荷/抢救室、注射后候诊室、留观室、污洗间、更衣间、淋浴间、卫生通过间、衰变池等区域。SPECT/CT机房最小单边长度为5.22m，有效使用面积约为39.1m²；PET/CT机房最小单边长度为5.09m，有效使用面积约为38.1m²。SPECT/CT机房、PET/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。

核素显像区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；分装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、1 座 PET/CT 机房、1 座 PET/MR 机房、分装注射室、卫生通过间、废物库、校准源室、平板负荷/抢救室、注射后候诊室、留观室、污洗间、衰变池等，监督

区包括：控制室、设备间、淋浴间、更衣间等。

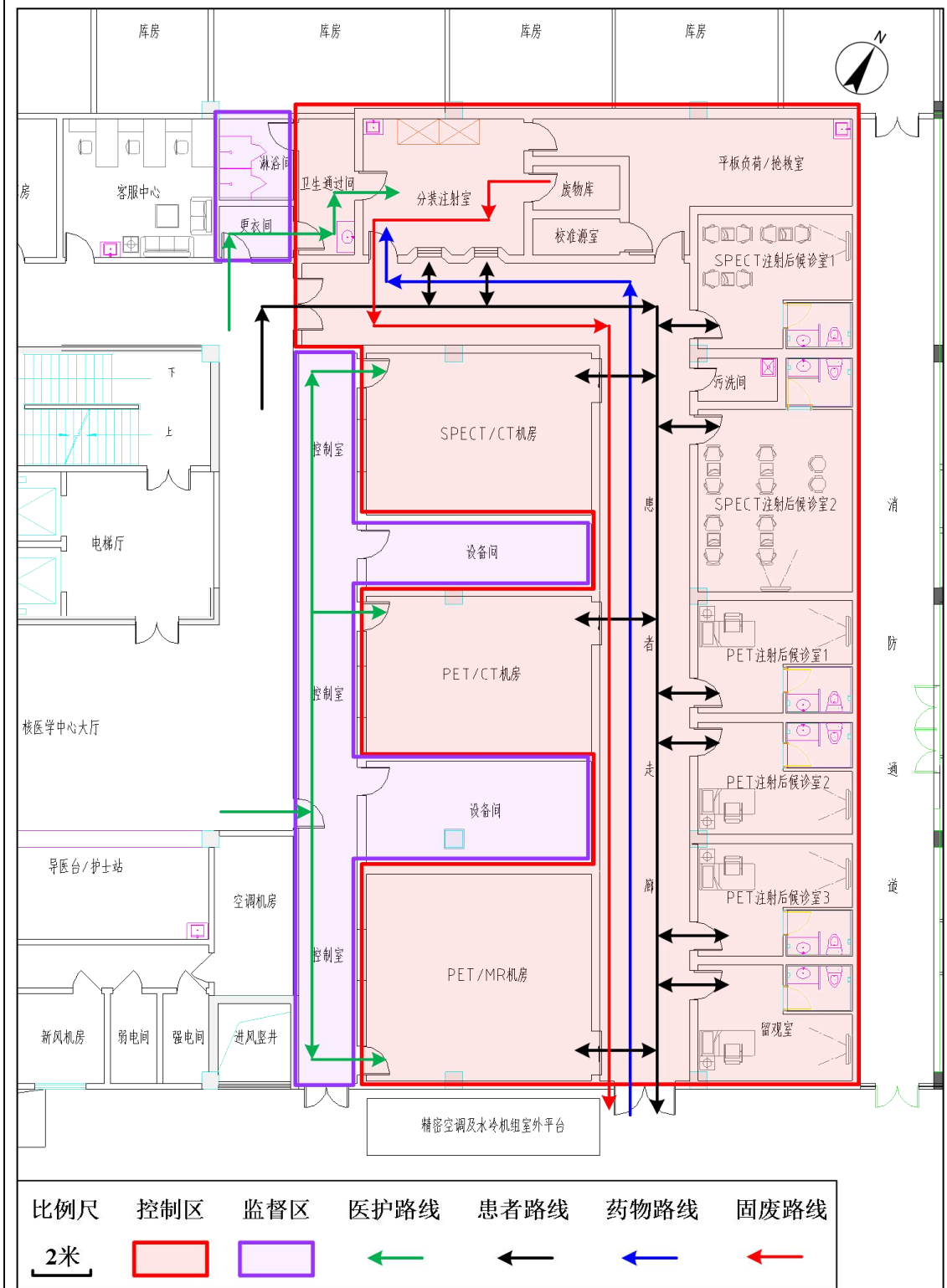


图3-1 核素显像区工作场所区域划分及患者、医护人员流动路线示意图

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。本项目核素显像区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。本项目核素显像区工作场所平面布置、两区划分及病人、医护人员流动路线示意图见图3-1。

• 新建 ^{131}I 治疗项目

选址：本项目核医学中心位于医疗综合楼负一层西南角，核素治疗区位于核医学中心西部，不邻接产科、儿科、食堂等部门，设有单独出、入口，且出口不设置在门诊大厅、收费处等人群稠密区域，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）中关于选址的规定。

布局：本项目在医疗综合楼负一层核医学中心西部核素治疗区，设置6间甲癌治疗病房，使用 ^{131}I 核素用于开展甲功测定、甲亢治疗及甲癌治疗。核素治疗区工作场所包括以下主要房间：6间甲癌病房、服碘室、源库、废物库、污洗间、污物被服间、抢救室、配餐间、治疗室、配液室、污洗间、污染被服间、清洁被服间、医生值班室、卫生通过间、淋浴间、甲亢服碘室、甲亢留观室、甲吸服碘室、甲功测定室、衰变池等区域。

核素治疗区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；设置有患者专用通道供带药患者行走，病房内设置有专用卫生间，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：6间甲癌病房、服碘室、源库、废物库、污洗间、污物被服间、抢救室、配餐间、治疗室、污洗间、污染被服间、甲亢服碘室、卫生通过间、甲亢留观室、甲吸服碘室、甲功测定室、衰变池等，监督区包括：配液室、清洁被服间、医生值班室、淋浴间等。

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。本项目核素显像区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。本项目核素治疗区工作场所平面布置、两区划分及病人、医护人员流动路线示意图见图3-2。

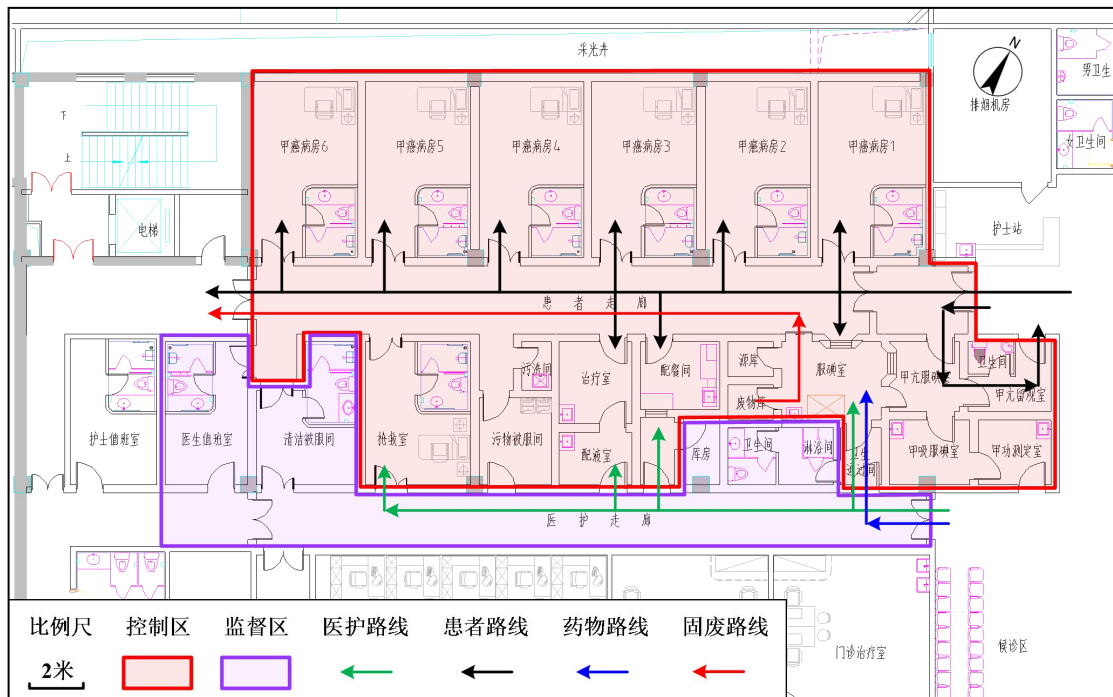


图3-2 核素治疗区工作场所区域划分及患者、医护人员流动路线示意图

2、工作场所屏蔽设施建设情况

本项目核医学中心屏蔽设施建设情况见表3-1。

表3-1 核医学中心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	
核素显像区	SPECT/CT 机房	墙体	300mm 砼+75mm 硫酸钡涂料	300mm 砼+75mm 硫酸钡涂料	已落实
		顶部	150mm 砼+8mm 铅板	150mm 砼+8mm 铅板	已落实
		地面	350mm 砼+4.5mm 铅板+45mm 混凝土找平层	350mm 砼+4.5mm 铅板+45mm 混凝土找平层	已落实
		防护门	6mm 铅当量	6mm 铅当量	已落实

	观察窗	6mmPb 铅玻璃	6mmPb 铅玻璃	已落实
PET/CT 机房	墙体	300mm 砼+75mm 硫酸钡 涂料	300mm 砼+75mm 硫酸钡 涂料	已落实
	顶部	150mm 砼+8mm 铅板	150mm 砼+8mm 铅板	已落实
	地面	350mm 砼+4.5mm 铅板 +45mm 混凝土找平层	350mm 砼+4.5mm 铅板 +45mm 混凝土找平层	已落实
	防护门	8mm 铅当量	8mm 铅当量	已落实
	观察窗	8mmPb 铅玻璃	8mmPb 铅玻璃	已落实
PET/MR 机房	墙体	300mm 砼+75mm 硫酸钡 涂料+0.2mm 铜板屏蔽层	/	未开展
	顶部	150mm 砼+8mm 铅板 +0.2mm 铜板屏蔽层	/	未开展
	地面	350mm 砼+4.5mm 铅板 +0.2mm 铜板屏蔽层	/	未开展
	防护门	8mm 铅当量	/	未开展
	观察窗	8mmPb 铅玻璃	/	未开展
分装注射室	墙体	300mm 砼+双侧各 45mm 硫酸钡涂料	300mm 砼+双侧各 45mm 硫酸钡涂料	已落实
	顶部	150mm 砼+8mm 铅板	150mm 砼+8mm 铅板	已落实
	地面	350mm 砼+45mm 混凝土 找平层	350mm 砼+45mm 混凝土 找平层	已落实
	防护门	8mm 铅当量	8mm 铅当量	已落实
	注射窗	20mmPb 铅玻璃	20mmPb 铅玻璃	已落实
平板负荷/抢救室、SPECT 注射后候诊室、PET注射 后候诊室、留 观室、废物 库、校准源室	墙体	300mm 砼+双侧各 45mm 硫酸钡涂料（候诊室之 间隔墙取消硫酸钡）	300mm 砼+双侧各 45mm 硫酸钡涂料（候诊室之 间隔墙取消硫酸钡）	已落实
	顶部	150mm 砼+8mm 铅板	150mm 砼+8mm 铅板	已落实
	地面	350mm 砼+45mm 混凝土 找平层	350mm 砼+45mm 混凝土 找平层	已落实
	防护门	6mm 铅当量	6mm 铅当量	已落实
患者走廊	墙体	300mm 砼+双侧各 45mm 硫酸钡涂料	300mm 砼+双侧各 45mm 硫酸钡涂料	已落实

	顶部	150mm 砼+8mm 铅板	150mm 砼+8mm 铅板	已落实	
	地面	350mm 砼+45mm 混凝土找平层	350mm 砼+45mm 混凝土找平层	已落实	
	防护门	10mm 铅当量	10mm 铅当量	已落实	
	¹⁸ F 专用通风橱		45mmPb	45mmPb	已落实
	^{99m} Tc 专用通风橱		10mmPb	10mmPb	已落实
核素治疗区	甲吸服碘室、甲功测定室、甲亢服碘室、甲亢留观室	墙体	300mm 砼+双侧各 45mm 硫酸钡涂料（甲亢留观室西墙取消硫酸钡）	300mm 砼+双侧各 45mm 硫酸钡涂料（甲亢留观室西墙取消硫酸钡）	已落实
		顶部	150mm 砼+5mm 铅板	150mm 砼+5mm 铅板	已落实
		地面	350mm 砼+45mm 混凝土找平层	350mm 砼+45mm 混凝土找平层	已落实
		防护门	6mm 铅当量	6mm 铅当量	已落实
	服碘室	墙体	300mm 砼+双侧各 60mm 硫酸钡涂料	300mm 砼+双侧各 60mm 硫酸钡涂料	已落实
		顶部	150mm 砼+15mm 铅板	150mm 砼+15mm 铅板	已落实
		地面	350mm 砼+30mm 硫酸钡涂料+80mm 混凝土找平层	350mm 砼+30mm 硫酸钡涂料+80mm 混凝土找平层	已落实
		防护门	10mm 铅当量	10mm 铅当量	已落实
		服药窗	20mmPb 铅玻璃	20mmPb 铅玻璃	已落实
	甲癌病房 1-6	墙体	300mm 砼+60mm 硫酸钡+1mm 铅板（病房 1 东墙另加 3mm 铅板，病房之间隔墙取消硫酸钡及铅板）	300mm 砼+60mm 硫酸钡+1mm 铅板（病房 1 东墙另加 3mm 铅板，病房之间隔墙取消硫酸钡及铅板）	已落实
		顶部	150mm 砼+15mm 铅板	150mm 砼+15mm 铅板	已落实
		地面	350mm 砼+30mm 硫酸钡涂料+80mm 混凝土找平层	350mm 砼+30mm 硫酸钡涂料+80mm 混凝土找平层	已落实
		防护门	3mm 铅当量	3mm 铅当量	已落实
	源库、废物库、治疗室、配液室、抢救室、清洁被服间、医生值班室、患	墙体	300mm 砼+双侧各 60mm 硫酸钡涂料	300mm 砼+双侧各 60mm 硫酸钡涂料	已落实
		顶部	150mm 砼+15mm 铅板	150mm 砼+15mm 铅板	已落实
		地面	350mm 砼+30mm 硫酸钡涂料+80mm 混凝土找平层	350mm 砼+30mm 硫酸钡涂料+80mm 混凝土找平层	已落实

者走廊	防护门	10mm 铅当量（抢救室南 门 12mm 铅当量）	10mm 铅当量（抢救室南 门 12mm 铅当量）	已落实	
	配餐间	墙体	300mm 砼+双侧各 60mm 硫酸钡涂料	300mm 砼+双侧各 60mm 硫酸钡涂料	已落实
		顶部	150mm 砼+15mm 铅板	150mm 砼+15mm 铅板	已落实
		地面	350mm 砼+30mm 硫酸钡涂 料+80mm 混凝土找平层	350mm 砼+30mm 硫酸钡涂 料+80mm 混凝土找平层	已落实
		防护门	10mm 铅当量	10mm 铅当量	已落实
		配餐窗	10mm 铅当量	10mm 铅当量	已落实
¹³¹ I 专用通风橱		40mmPb	40mmPb	已落实	

注：铅板密度为11.3g/cm³，混凝土密度为2.35g/cm³，硫酸钡涂料密度为3.2g/cm³。

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SPECT/CT机房防护门、PET/CT机房防护门、核医学中心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。SPECT/CT机房、PET/CT机房防护门上方均设置了工作状态指示灯，灯箱处设有“射线有害 灯亮勿入”的警示语句，设备操作台上设置有机房大门开关。工作状态指示灯和电离辐射警告标志见图3-3。



(a) 核素显像区控制区入口 (b) 核素显像区控制区出口 (c) SPECT/CT机房防护门



(d) PET/CT机房防护门



(e) 注射后候诊室防护门



(f) 留观室防护门



(g) 核素治疗区控制区入口



(h) 核素治疗区控制区出口



(i) 服碘室防护门



(j) 服药窗口



(k) 甲癌病房防护门



(l) 废物库防护门

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

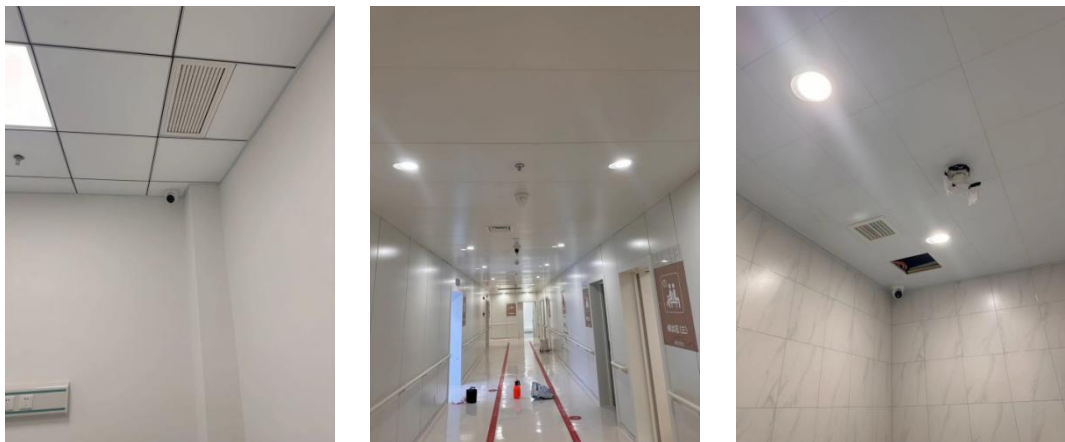


(a) SPECT/CT机房观察窗和对讲系统

(b) PET/CT机房观察窗和对讲系统

图3-4 观察窗和对讲系统

医院在核素显像区的分装注射室、注射后候诊室、留观室和控制区内患者走道等关键位置设置了监控摄像装置，监控显示终端设置在SPECT/CT、PET/CT控制室内和接待大厅导医台处，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。核医学中心核素显像区监控装置见图3-5。



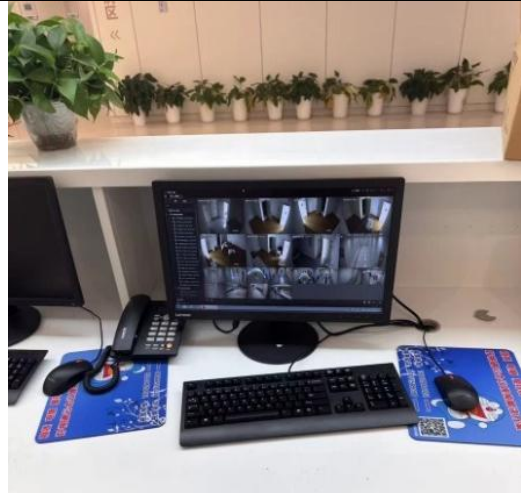
(a) 注射后候诊室监控装置

(b) 患者通道监控装置

(c) 废物库监控装置



(d) 监控视频终端（控制室）



(e) 监控视频终端（导医台）

图3-5 核医学中心核素显像区监控装置

医院在核素治疗区的服碘室、甲癌病房、源库、留观室和控制区内患者走道等关键位置设置了监控摄像装置，监控显示终端设置在护士站和接待大厅导医台处，辐射工作人员在护士站可以随时监控患者的情况，避免患者服药后随意走动或无关人员进入放射工作场所。核医学中心核素治疗区监控装置见图3-6。



(a) 甲癌患者过道监控装置



(b) 源库监控装置



(c) 甲癌病房监控装置



(d) 护士站监控视频终端

图3-6 核医学中心核素治疗区监控装置

(4) 急停按钮

本项目SPECT/CT、PET/CT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。经验证检查，按下SPECT/CT机房、PET/CT机房控制室操作键盘的急停开关，设备即可停止工作。急停装置见图3-7。



(a) SPECT/CT设备上



(b) SPECT/CT控制室操作台上



(c) PET/CT设备上



(d) PET/CT控制室操作台上

图3-7 急停按钮

(5) 人员监护

医院为核医学中心配备8名辐射工作人员（均已参加辐射安全与防护培训并且考核合格，名单见表3-2，培训考核证明见附件5），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（健康检查表见附件5，个人剂量检测委托合同见附件6）。

表3-2 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
郭万华	男	博士	医师	FS22JS0300049	核医学中心
李灏	女	硕士	医师	FS22JS0300281	核医学中心
宣家文	男	硕士	医师	FS21JS0101927	核医学中心
范孝叶	女	本科	技师	苏辐培 201906014	核医学中心
连海富	男	大专	技师	FS22JS0300121	核医学中心
郭佳佳	女	本科	护师	FS22JS0300116	核医学中心
郭平平	女	本科	护师	FS23JS0300017	核医学中心

庞诗文	女	本科	护师	FS22JS0300277	核医学中心
-----	---	----	----	---------------	-------

医院配备有辐射巡测仪1台、表面污染仪2台及个人剂量报警仪8台，本项目配备的辐射监测仪器见图3-8，清单见表3-3。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) 表面污染检测仪

(c) 个人剂量报警仪

图3-8 核医学中心辐射监测仪器

表3-3 本项目配备的辐射监测仪器清单

仪器名称/型号	数量	型号	购买日期	性能状态	设备厂家
辐射巡测仪	1	FD-3013H	2008.10	良好	上海申核电子仪器有限公司
表面沾污仪	2	PM50	2022.09	良好	上海溯值科技有限公司
个人剂量报警仪	8	BG2010-B	2022.05	良好	中广核贝谷科技有限公司

(6) 防护用品

医院已为核医学中心配备防护铅衣、铅橡胶帽子、铅橡胶围脖、铅防护眼镜、放射性污染防护服等防护用品，满足《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）中的相关要求。

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。



图3-9 个人防护用品



图3-10 校准源铅桶



（7）校准源室

本项目配备3枚 ^{68}Ge 校准源，放置在核医学中心校准源室铅桶内，采用双人双锁管理，并安装有红外报警装置并与医院保安处联网，确保源库具备“防火、防盗、防泄漏”的安全措施。

4、“三废”治理情况

（1）放射性“三废”

①放射性废气

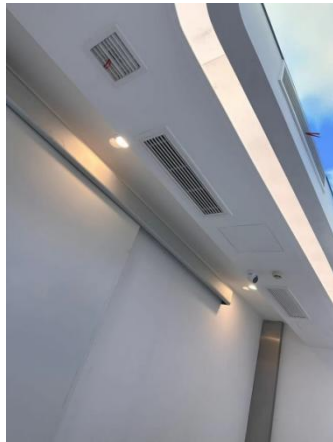
在进行液态放射性药物分装、活度测量过程中，若液态处于开放状态，空气中可能挥发微量放射性核素，污染途径为放射性核素在空气中挥发散逸造成人员吸入内照射。本项目核素显像区分装注射室、核素治疗区服碘室内配置有通风橱，本项目药物分装、活度测量等所有放射性核素的操作均在通风橱内进行。

本项目核医学中心工作场所共设置了4套排风系统，核素显像区的高活区域（包括分装注射室、废物库和通风橱）共用1套排风系统，其余各机房和候诊室共用1套排风系统；核素治疗区的高活区域（包括废物库、源库、服碘室和通风橱）共用1套排风系统，其余各甲癌病房和控制区内各功能房间共用1套排风系统。整个核医学中心工作场所的气流组织自非放射区向监督区再向控制区流动，2个高活区域和核素治疗区的各功能用房的排风管道最后由核医学中心西北角沿本建筑外墙延伸到本建筑物屋顶上方，核素显像区各机房和候诊室的排风管道最后由核医学中心南侧沿本建筑外墙延伸到本建筑物屋顶上方，排风口安装了活性炭过滤装置，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”的要求。



(a) SPECT/CT检查室排风



(b) PET/CT检查室排风



(c) 注射后候诊室内排风



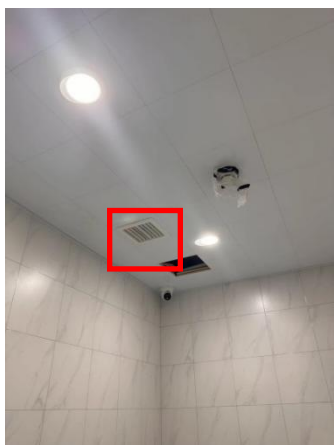
(d) 核素显像区通风橱



(e) 核素治疗区通风橱



(f) 甲癌病房排风



(g) 废物库排风



(h) 西北侧室外管道



(i) 南侧室外管道

图3-11 核医学中心工作场所排风

核医学中心分装注射室内 ^{99m}Tc 专用通风橱左操作口的风速为 0.64m/s ，右操作口的风速为 0.63m/s ； ^{18}F 专用通风橱左操作口的风速为 0.63m/s ，右操作口的风速为 0.67m/s ；服碘室内 ^{131}I 专用通风橱左操作口的风速为 0.68m/s ，右操

作口的风速为 0.67m/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活性炭过滤后由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。

②放射性固体废物

本项目核医学中心放射性药物的操作会产生少量受放射性污染的固体废物，如注射器、一次性手套、棉签、滤纸、一次性口杯、活性炭等带有微量放射性同位素的医疗固体废弃物。医院在分装注射室、服碘室设有放射性废物桶，注射过程中产生的放射性固废暂存在放射性废物桶内，当天产生的放射性固体废物下班后集中存放在废物库内，含 ^{99m}Tc 和 ^{18}F 核素的放射性固体废物暂存超过 30 天、含 ^{131}I 核素的放射性固体废物暂存超过 180 天经检测合格后，作为医疗废物统一处理。满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）中的相关要求。建议医院在废物库内设置货架及专用容器盛放固体放射性废物袋（桶），不同类别废物分开存放，容器表面注明废物所含核素的名称、废物的类别、入库日期等信息，并做好登记记录。

^{68}Ge 校准源退役后交由原生产厂家回收处置。

③放射性废水

本次核医学诊断项目的放射性废水包括：（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。

本项目核医学中心工作场所中，SPECT、PET 诊断项目日接诊量最大均为 20 人次，放射性废水产生量按 6L/人次计算，工作场所每天的清洗废水约为 50L，则核素显像中心放射性废水排放量为 290L/d；甲功测定、甲亢治疗项目患者一般不产生放射性废水；甲癌治疗项目周收治量最大为 6 人，医院计划每周选定 1 天集中预约甲癌患者在服碘室服药，一般需要住院 5 天左右，放射性废水日产生量按 100L/人次计算，工作场所平均每周的清洗废水约为 100L，则核素治疗中心放射性废水排放量为 3100L/周。核医学中心核素诊断项目周接诊 5 天，甲癌治疗项目周住院 5 天，医院放射性废水周排放量预计约 4.55m^3 （ $290\text{L}/\text{d}\times 5\text{d}/\text{周}+3100\text{L}/\text{周}$ ）。

医院在核医学西南角外侧的下沉庭院内建有 1 个污水集水井（负一层），

同时在 1 层地面新建 1 组地埋式衰变池，该衰变池为 3 个独立的衰变槽，3 个衰变槽从东到西容积依次为 72m³、60m³ 和 60m³，总有效容积 192m³，衰变槽内安装耦合式潜污泵（带粉碎切割功能），同时安装分体式超声波液位显示仪，进水管和出水管敷设在衰变池顶部，覆土 1000mm，采用球墨铸铁管，进水管采用 4mm 铅皮进行包裹，衰变池为混凝土结构，井盖采用 4mm 铅当量的不锈钢防护井盖，衰变池现场照片见图 3-12。

核医学中心产生的放射废水经污水管道先排放至污水集水井，由提升泵将放射性废水送至第一个衰变槽中，每格衰变槽进水电磁阀平时常闭，当衰变槽需进水时，能实现在水泵控制柜上手动控制电磁阀打开，从而实现每格衰变槽进水；当第一个衰变槽水位满后，能通过分体式超声波液位显示仪实现自动控制电磁阀关闭，然后第二个衰变槽打开，以此类推。根据衰变池工作原理，放射性废水可在该衰变池内衰变 184.6d，根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）中的相关要求，所含核素半衰期小于 24 小时的暂存时间超过 30 天后可直接解控排放，含碘-131 核素的放射性废液暂存超过 180 天，监测结果进审管部门认可后，进行排放，故本项目衰变系统能够满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）中关于放射性废水暂存衰变的相关要求。



图3-12 核医学中心衰变系统

（2）非放射性三废

①废气

本项目 SPECT/CT 机房、PET/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。

②固废

本项目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污水，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。

表3-4 新建核医学诊疗项目（分期验收）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	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。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。	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。	已建立辐射安全与环境管理机构，以制度形式明确了管理人员职责。	已落实
	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、内容全面、具有可操作性的辐射安全规章制度。	建立健全辐射安全与防护规章制度并严格执行。	已制定以下管理制度：《核医学科PET/CT操作规范》《核医学SPECT操作规范》《辐射安全防护和安全保卫制度》《安全管理制度》《仪器管理、操作、保养和维修制度》《放射工作人员放射防护学习和培训制度》《个人剂量监测》《辐射事故应急措施预案》等（见附件4），并落实到实际工作中。	已落实
辐射安全和防护措施	屏蔽措施：核医学中心工作场所墙体、顶部、地面采用混凝土+硫酸钡涂料或铅板，各防护门均采用铅防护门，观察窗均为铅玻璃观察窗进行辐射防护。	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。	本项目核医学中心，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、通风橱速率，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。	已落实

核查项目	“三同时”措施	环评批复要求	执行情况	结论
	<p>安全措施：核医学中心控制区入口处（包括核素显像区工作场所的SPECT/CT机房、PET/CT机房、PET/MR机房、分装注射室、废物库、注射后候诊室、留观室门口以及核素治疗区工作场所的甲癌病房、服碘室、废物库、源库、抢救室、配餐间、污染被服间门口）、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、PET/CT机房、PET/MR机房防护门外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；医院拟在核素治疗区工作场所的控制区患者走廊、甲癌病房、服碘室、配餐间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。</p>	<p>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。 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。</p>	<p>SPECT/CT机房、PET/CT机房防护门、核医学中心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SPECT/CT机房、PET/CT机房的防护大门设置有门灯联锁装置，并设置急停按钮及对讲装置。核医学中心工作场所配备有监控装置。</p>	已落实
	<p>放射性“三废”处理措施： 医院拟在医疗综合楼南侧建设一个地下衰变系统。衰变系统采用三级分隔衰变池，由4个小池串联，包含1个沉淀池和3个衰变池，3个衰变池体积均为5.0m（长）×4.6m（宽）×3.4m（高），总有效容积约180m³。衰变池内设导流墙，采用推流式排放。衰变池四周墙体、底部采用四周池壁采用300mm混凝土、顶部采用500mm混凝土浇筑，能够满足辐射屏蔽要求。池底和池壁坚固采用耐腐蚀、防渗漏措施。来自核医学中心分装注射室、注射后病人专用卫生间、甲癌病房卫生间等高活区的放射性废水，含有^{99m}Tc、¹⁸F、¹³¹I等放射性核素，由独立下水</p>	/	<p>放射性废水按照要求统一进行收集，于衰变系统内暂存超过180天，监测结果经审管部门认可后，排放至医院污水处理系统作为医疗废水进行处理。放射性固体废物按照要求进行贮存，存放超过180天，经检测合格后，作为医疗废物进行处理。⁶⁸Ge校准源退役后交由原生产厂家回收处置。</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
	<p>管道统一集中到医疗综合楼南侧地下衰变池中，本项目衰变系统能够贮存放射性废水约 18 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；</p> <p>本项目核素操作均在通风橱、自动分装仪中进行，通风橱、自动分装仪内保持负压且设有排风系统（通风速率不少于 0.5m/s，排放口高于本建筑屋脊），管道内及外排放口处设置活性炭过滤吸附装置，符合非密封放射性物质工作场所相关要求；</p> <p>核医学中心产生的放射性固体废物集中到废物库中的铅桶中暂存，在废物库内自然衰变十个半衰期达到清洁解控水平推荐值后，作为普通医疗废物进行处理。符合辐射环境保护管理要求。</p>			
人员配备	<p>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。</p>	<p>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。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。</p>	<p>辐射工作人员均已取得辐射安全与防护知识考核合格证书，详见附件5。</p>	已落实
	<p>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。</p>		<p>医院已委托南京瑞森辐射技术有限公司对辐射工作人员进行个人剂量监测，详见附件6。</p>	
	<p>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。</p>		<p>医院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5。</p>	

核查项目	“三同时”措施	环评批复要求	执行情况	结论
监测仪器和防护用品	拟配备辐射巡测仪1台。	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。	医院配备有辐射巡测仪1台、表面污染仪2台及个人剂量报警仪8台。	已落实
	拟配备表面沾污仪1台。			
	拟配备个人剂量报警仪8台。			
	核医学中心配备铅2个通风橱及1个自动分装仪，放射性核素操作人员及摆位工作人员配备铅橡胶围裙、铅橡胶围脖、铅橡胶帽子、铅防护眼镜等个人防护用品。	配备必要的个人防护用品。	核医学中心配备3个通风橱，医院已为本项目配备防护铅衣、铅橡胶帽子、铅橡胶围脖、铅防护眼镜、放射性污染防护服等防护用品。	已落实
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

• 项目概况

南京同仁医院有限公司位于南京市江宁经济开发区吉印大道 2007 号，为了更好地为患者服务，提高医院的医疗质量，根据规划，拟在院区内医疗综合楼负一层西南角新建核医学中心，核医学中心东部为核素显像区，拟新建 1 座 SPECT/CT 机房（使用 ^{99m}Tc 核素）、1 座 PET/CT 机房及 1 座 PET/MR 机房（使用 ^{18}F 核素），用于开展核素显像诊断，属于乙级非密封放射性物质工作场所；核医学中心西部为核素治疗区，拟开展甲功测定、甲亢治疗及甲癌治疗（使用 ^{131}I 核素），设置 6 间甲癌治疗病房，属于乙级非密封放射性物质工作场所。

• 项目建设的必要性

核医学是一门先进的现代医学，在利用放射性药物进行心脑血管病、恶性肿瘤等诊断、鉴别诊断及肿瘤、甲癌、甲亢等治疗方面有重要应用。针对我国癌症和心血管发病率的高增长和高死亡率现状，核技术在医学领域的应用已经非常迫切，核医学产业有着重要临床应用价值，在精准医学发展中有着巨大的发展潜力。

• 实践正当性

本项目的运行，可为病人提供放射诊断及治疗服务，并可提高当地医疗卫生水平，具有良好的社会效益和经济效益，经辐射防护屏蔽和安全管理后，本项目的建设和运行对受照个人或社会所带来的利益能够弥补其可能引起的辐射危害，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。

• 选址合理性

南京同仁医院有限公司位于南京市江宁经济开发区吉印大道2007号，医院东侧为彩云居（居民区）及长亭街，南侧为吉印大道，西侧为空地及同仁公交

场，西北侧为康博街及康博花园（居民区），北侧为康博花园（居民区）。

本次新建核医学诊疗项目位于医疗综合楼，该楼主要分为主楼（地上为12层，地下2层）和裙楼（地上为4层，地下为2层），本项目位于裙楼西南角的负一层建筑内。医疗综合楼东侧、南侧为院内道路及停车场，西侧、北侧为院内绿化及道路。本项目核医学中心东侧为走廊，南侧为室外下沉庭院，西侧为土层，北侧为采光井及库房，上方为急诊科，下方为地下车库。本项目周围50m评价范围均位于医院边界内，评价范围内无居民区、学校等环境敏感点，项目运行后的环境保护目标主要为医院辐射工作人员、医院内的其他医护人员、病患及陪同家属和其它公众等。

对照《江苏省国家级生态保护红线规划》（苏政发〔2018〕74号）、《江苏省生态空间管控区域规划》（苏政发〔2020〕1号），本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线、江苏省生态空间管控区域。根据《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》（苏政发〔2020〕49号），本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省内优先保护单元。

本项目核医学中心工作场所均划分了控制区及监督区，控制区和监督区内病人及医护人员均具有独立的出入口和流动路线，相关配套布局能够保证工作程序沿着相关房间单向开展，能够有效防止交叉污染，注射后候诊室、甲癌病房内设置有病人专用卫生间，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

南京同仁医院有限公司本次新建核医学诊疗项目拟建址周围环境辐射剂量率在72nSv/h~110nSv/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，南京同仁医院有限公司新建核医学诊疗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）。

- “三废”的处理处置

来自核医学中心分装注射室、注射后病人专用卫生间、甲癌病房卫生间等高活区的放射性废水，含有 ^{99m}Tc 、 ^{18}F 、 ^{131}I 等放射性核素，由独立下水管道统一集中到医疗综合楼南侧地下衰变池中，本项目衰变系统能够贮存放射性废水约18个半衰期，满足放射性废水贮存10个半衰期的要求，本项目放射性废水衰变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；本项目核素操作均在通风橱、自动分装仪中进行，通风橱、自动分装仪内保持负压且设有排风系统（通风速率不少于 0.5m/s ，排放口高于本建筑屋脊），管道内及外排放口处设置活性炭过滤吸附装置，能够有效防止放射性废气对周围环境产生的影响；核医学中心产生的放射性固体废物集中到废物库中的铅桶中暂存，在废物库内自然衰变十个半衰期达到清洁解控水平推荐值后，作为普通医疗废物进行处理。符合辐射环境保护管理要求。

工作人员和部分病人产生的普通生活污水，由院内污水处理站统一处理；SPECT/CT机房、PET/CT机房内的空气在X射线、 γ 射线作用下，PET/MR机房内的空气在 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，臭氧半衰期50分钟，常温下可自行分解为氧气，对周围环境影响较小；工作人员产生的一般生活垃圾，收集后，将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

- 主要污染源及拟采取的主要辐射安全防护措施

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002），确定南京同仁医院有限公司本次新建核医学中心核素显像区、核素治疗区工作场所均为乙级非密封放射性物质工作场所。

南京同仁医院有限公司核医学中心SPECT/CT、PET/CT扫描时产生的X射线； ^{99m}Tc 、 ^{18}F 放射性核素在取药、分装、注射、注射后候诊、扫描等操作过程中产生的 γ 射线， ^{131}I 放射性核素在衰变过程中主要释放的 β 射线和 γ 射线，以上射线会造成医务人员和公众的外照射。

南京同仁医院有限公司核医学中心乙级非密封放射性物质工作场所控制区出入口拟设置“当心电离辐射”警告标志；SPECT/CT机房、PET/CT机房、PET/MR机房入口处拟设置“当心电离辐射”警示标识和工作状态灯。

SPECT/CT 机房、PET/CT 机房、PET/MR 机房设置有门机联锁装置，各射线装置机房内外均设置有急停按钮，符合《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）及《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中的安全管理要求。

• 辐射安全管理评价

南京同仁医院有限公司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。

南京同仁医院有限公司需为本项目辐射工作人员配置个人剂量计，定期送有资质部门监测个人剂量，建立个人剂量档案；定期进行健康体检，建立个人职业健康监护档案。南京同仁医院有限公司还需为本项目配备辐射巡测仪1台、表面沾污仪1台和个人剂量报警仪8台。此外，医院应根据相关标准要求，为放射诊断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，南京同仁医院有限公司新建核医学诊疗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

江苏省生态环境厅

苏环辐(表)审[2021]13号

关于南京同仁医院有限公司新建核医学诊疗项目 环境影响报告表的批复

南京同仁医院有限公司：

你单位报送的《南京同仁医院有限公司新建核医学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。项目建设地点位于南京市江宁经济技术开发区吉印大道2007号医院医疗综合楼负一层新建核医学科中心，项目内容包括新建核素显像区和核素治疗区，详见《报告表》。

（一）在新建核医学科东部核素显像区，新建1座SPECT/CT机房、1座PET/CT机房及一座PET/MR机房，新增1台SPECT/CT（最大管电压140kV，最大管电流800mA，属Ⅲ类射线装置）、1台PET/CT（最大管电压140kV，最大管电流800mA，属Ⅲ类射线装置），并新增使用 ^{99m}Tc 、 ^{18}F 核素（日等效最大操作量依次为 $1.85 \times 10^7\text{Bq}$ 、 $1.258 \times 10^7\text{Bq}$ ），用于开展核素显像诊断，属乙级非密封放射性物质工作场。

（二）在新建核医学科西部核素治疗区，新增使用 ^{131}I 核素开展甲功测定、甲亢治疗及甲癌治疗（日等效最大操作量依次为 $7.4 \times 10^5\text{Bq}$ 、 $3.7 \times 10^8\text{Bq}$ 、 $3.33 \times 10^9\text{Bq}$ ），属乙级非密封放

射性物质工作场。

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工作指示灯、电离辐射警告标志等安全设施，确保正常工作。

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

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

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

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

三、本批复只适用于以上核技术应用项目，其它如涉及非

放射性污染项目须按有关规定另行报批。本批复自下达之日起五年内建设有效。项目的性质、规模、地点、拟采取的环保措施发生重大变动的，应重新报批项目的环境影响评价文件。



抄送：省核管中心、南京市生态环境局，南京瑞森辐射技术有限公司。

表五 验收监测质量保证及质量控制

验收监测质量保证及质量控制：

1、监测单位资质

验收监测单位获得 CMA 资质认证（221020340350），见附件 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	马坚飞	SHFSJ0288（综合类）	2017.07.19
2	刘彧妤	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-107	能量响应：15keV~10MeV 测量范围：50nSv/h~10Sv/h 检定证书编号：Y2022-0014547 检定有效期限：2022.03.05~2023.03.04
2	α、β表面污染测量仪	CoMo 170	NJRS-129	测量范围：β/γ0cps~20000cps 检定证书编号：检定字第 202204002138 号 检定有效期限：2022.04.10~2023.04.09
3	风速仪	AR866A	NJRS-156	检定证书编号：H2022-0000832 检定有效期限：2022.01.14~2023.01.13

4、质量控制

本项目监测单位南京瑞森辐射技术有限公司已通过计量认证（证书编号：221020340350，检测资质见附件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。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5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11月9日、10日、14日，南京瑞森辐射技术有限公司对南京同仁医院有限公司医疗综合楼负一层核医学中心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
SPECT/CT (Biograph mCT S (40) 型)	140kV/350mA 核素： ^{99m} Tc	120kV/300mAs CT扫描、 诊断床上放置装有23mCi ^{99m} Tc 药物的模体	医疗综合楼负一层 核医学中心
PET/CT (Symbia Intevo 6 型)	140kV/666mA 核素： ¹⁸ F	120kV/300mAs CT扫描、 诊断床上放置装有25mCi ¹⁸ F药 物的模体	医疗综合楼负一层 核医学中心
场所名称	验收监测工况		
^{99m} Tc场所	1.SPECT诊断项目各功能用房内放置药量约为8.51E+8Bq（23mCi）的 ^{99m} Tc药物； 2. ^{99m} Tc专用通风橱内放置1.07E+9Bq（29mCi）的 ^{99m} Tc药物。		
¹⁸ F场所	1. PET/CT机房内放置药量约为9.25E+8Bq（25mCi）的 ¹⁸ F药物； 2.PET诊断项目各功能用房内放置药量为3.7E+8Bq（10mCi）的 ¹⁸ F药物； 3. ¹⁸ F专用通风橱内放置2.07E+9Bq（56mCi）的 ¹⁸ F药物。		
¹³¹ I场所	1. 各病房放置药量约5.55E+9（150mCi）的 ¹³¹ I药物； 2. 服碘室、甲亢治疗室、甲吸检测室中间放置药量约3.7E+8Bq（10mCi）的 ¹³¹ I药物； 3. ¹³¹ I专用通风橱内放置1.14E+10Bq（308mCi）的 ¹³¹ I药物。		

注：患者注射或口服的核素用量一般不超过监测使用的药物活度，故本次监测工况偏保守。

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核医学中心工作场所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

对核医学中心工作场所周围环境布设监测点（监测点位的选择参照《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）附录J），特别关注控制区、监督区边界，监测SPECT/CT、PET/CT运行状态、非运行状态下的X-γ辐射剂量率和工作场所

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）、《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（ $E_{\beta\max}>0.15\text{MeV}$ ）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）、《公共场所集中空调通风系统卫生规范》（WS 394-2012）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：南京同仁医院有限公司

监测实施单位：南京瑞森辐射技术有限公司

监测日期：2022年11月9日、10日、14日

天气：11月9日，阴，16℃，69%RH

11月10日，阴，16℃，69%RH

11月14日，阴，16℃，69%RH

监测因子：X- γ 辐射剂量率， β 表面污染水平，通风橱风速

验收监测期间运行工况见表6-1。

验收监测结果：

1、辐射防护监测结果

本项目SPECT/CT机房周围环境X- γ 辐射剂量率监测结果见表7-1，监测点位见图7-1。

表 7-1 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	公众区	0.11	关机
2	操作位	0.11	开机
3	观察窗外30cm处（左缝）	0.12	开机
4	观察窗外30cm处（中间）	0.11	开机
5	观察窗外30cm处（右缝）	0.12	开机
6	西墙外30cm处	0.11	开机
7	西墙上穿线孔外30cm处	0.12	开机
8	西墙外30cm处	0.11	开机
9	西门外30cm处（左缝）	0.12	开机
10	西门外30cm处（中间）	0.11	开机

11	西门外30cm处（右缝）	0.12	开机
12	西门外30cm处（上缝）	0.12	开机
13	西门外30cm处（下缝）	0.12	开机
14	北墙外30cm处	0.12	开机
15	北墙外30cm处	0.12	开机
16	东门外30cm处（左缝）	0.17	开机
17	东门外30cm处（中间）	0.15	开机
18	东门外30cm处（右缝）	0.15	开机
19	东门外30cm处（上缝）	0.14	开机
20	东门外30cm处（下缝）	0.17	开机
21	东墙外30cm处	0.13	开机
22	南墙外30cm处	0.12	开机
23	南墙外30cm处	0.12	开机
24	距机房楼上地面30cm处	0.13	开机
25	距机房楼上地面30cm处	0.13	开机
26	距机房楼下地面170cm处	0.12	开机
27	距机房楼下地面170cm处	0.12	开机

注：1、测量结果未扣除本底值；

2、诊断床上放置装有 $23\text{mCi}^{99\text{m}}\text{Tc}$ 药物的模体。

由表 7-1 检测结果可知，本项目医疗综合楼负一层核医学中心 SPECT/CT 机房内 SPECT/CT（型号：Biograph mCT S（40）型）正常工作（检测工况：120kV/300mAs，诊断床上放置装有 $23\text{mCi}^{99\text{m}}\text{Tc}$ 药物的模体）时，机房周围的 X- γ 辐射剂量当量率为（0.11~0.17） $\mu\text{Sv/h}$ ，符合《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）中“在核医学控制区外人员可达处，距屏蔽体外表面 0.3m 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，控制区内屏蔽体外表面 0.3m 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 $25\mu\text{Sv/h}$ ，宜不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”

和《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中“CT 机房外的周围剂量当量率应不大于 2.5 μ Sv/h”的标准要求。

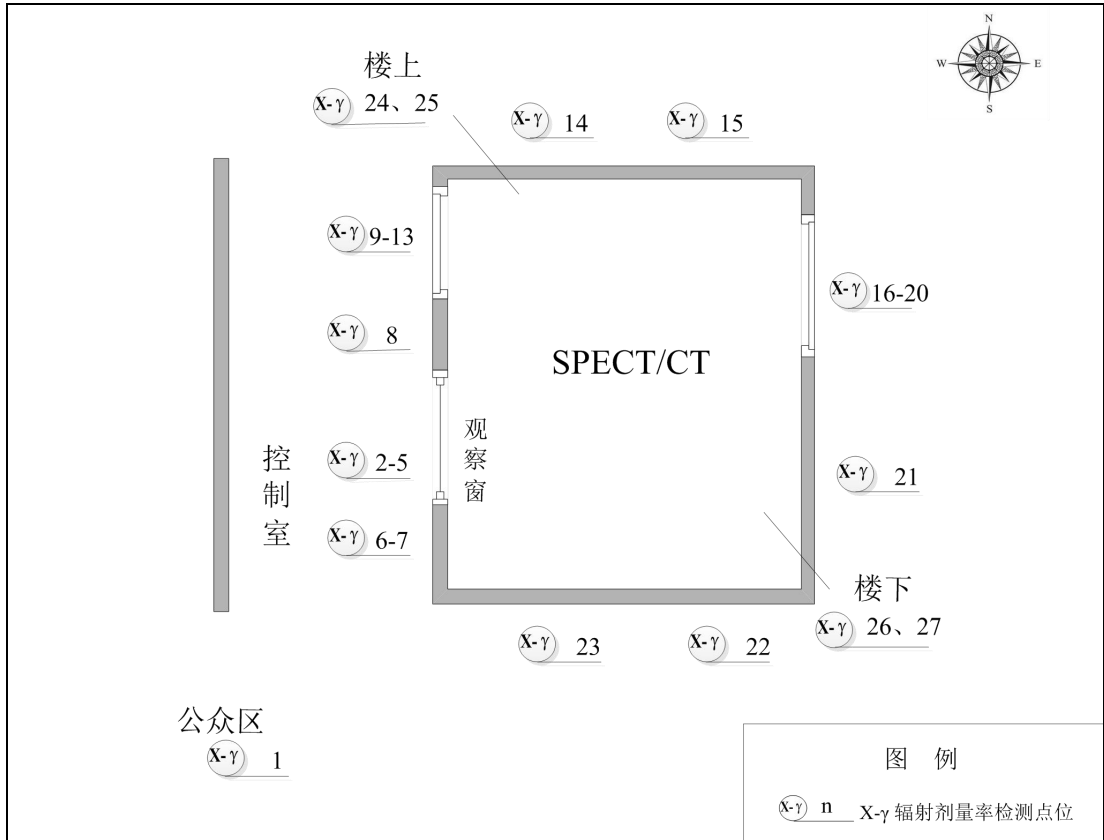


图7-1 核医学中心SPECT/CT机房周围X-γ辐射剂量率监测布点图

本项目核医学中心工作场所（^{99m}Tc）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 7-2。

表 7-2 本项目核医学中心工作场所（^{99m}Tc）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 (μ Sv/h)	备注
1	患者入口大门外30cm处（左缝）	0.12	药物在注射窗口
2	患者入口大门外30cm处（中间）	0.12	
3	患者入口大门外30cm处（右缝）	0.12	
4	患者入口大门外30cm处（上缝）	0.12	
5	患者入口大门外30cm处（下缝）	0.12	
6	缓冲区南门外30cm处（左缝）	0.11	药物在通风橱内
7	缓冲区南门外30cm处（中间）	0.11	

8	缓冲区南门外30cm处（右缝）	0.11	
9	缓冲区南门外30cm处（上缝）	0.11	
10	缓冲区南门外30cm处（下缝）	0.12	
11	缓冲区南墙外30cm处	0.12	
12	缓冲区西墙外30cm处	0.11	
13	淋浴间西墙外30cm处	0.11	
14	淋浴间北墙外30cm处	0.11	
15	注射室北墙外30cm处	0.11	
16	平板负荷抢救室北墙外30cm处	0.11	
17	平板负荷抢救室东墙外30cm处	0.11	
18	SPECT/CT候诊室（VIP）东墙外30cm处	0.12	药物在SPECT/CT候诊室（VIP）内
19	SPECT/CT候诊室东墙外30cm处	0.11	药物在SPECT/CT候诊室内
20	PET/CT候诊室（VIP）东墙外30cm处	0.12	药物在SPECT/CT候诊室（VIP）内
21	PET/CT候诊室1东墙外30cm处	0.12	
22	PET/CT候诊室2东墙外30cm处	0.11	
23	诊后观察室东墙外30cm处	0.12	
24	诊后观察室南墙外30cm处	0.12	
25	患者出口大门外30cm处（左缝）	0.12	
26	患者出口大门外30cm处（中间）	0.11	
27	患者出口大门外30cm处（右缝）	0.11	
28	患者出口大门外30cm处（上缝）	0.12	
29	患者出口大门外30cm处（下缝）	0.12	
30	PET/MR机房南墙外30cm处	0.11	药物在患者通道内

31	PET/MR机房西墙外30cm处	0.12	
32	PET/CT设备间西墙外30cm处	0.11	
33	PET/CT西墙外5cm处	0.11	
34	SPECT/CT设备间西墙外30cm处	0.11	
35	控制区南墙外30cm处（控制室）	0.12	药物在注射窗内
36	SPECT/CT通风橱左侧操作口外5cm处	0.16	药物在通风橱内
37	SPECT/CT通风橱右侧操作口外5cm处	0.17	
38	SPECT/CT通风橱表面外5cm处	0.15	
39	SPECT/CT通风橱观察窗外5cm处	0.15	
40	工作人员摆位处（床侧1m处）	24.7	药物在诊断床上
41	SPECT/CT候诊室（VIP）楼上距地面30cm处	0.12	药物分别在对应的功能房间
42	SPECT/CT候诊室楼上距地面30cm处	0.11	
43	SPECT/CT候诊室（VIP）北墙外30cm处	0.12	药物在SPECT/CT候诊室（VIP）内
44	SPECT/CT候诊室（VIP）西墙外30cm处	0.12	
45	SPECT/CT候诊室（VIP）西门外30cm处（左缝）	0.12	
46	SPECT/CT候诊室（VIP）西门外30cm处（中间）	0.12	
47	SPECT/CT候诊室（VIP）西门外30cm处（右缝）	0.12	
48	SPECT/CT候诊室（VIP）西门外30cm处（上缝）	0.12	
49	SPECT/CT候诊室（VIP）西门外30cm处（下缝）	0.12	
50	SPECT/CT候诊室（VIP）南墙外30cm处	0.12	
51	SPECT/CT候诊室（VIP）南墙外30cm处	0.12	
52	SPECT/CT候诊室北墙外30cm处	0.12	

53	SPECT/CT候诊室西墙外30cm处	0.12		
54	SPECT/CT候诊室西门外30cm处 (左缝)	0.12		
55	SPECT/CT候诊室西门外30cm处 (中间)	0.12		
56	SPECT/CT候诊室西门外30cm处 (右缝)	0.12		
57	SPECT/CT候诊室西门外30cm处 (上缝)	0.12		
58	SPECT/CT候诊室西门外30cm处 (下缝)	0.12		
59	SPECT/CT候诊室西墙外30cm处	0.12		
60	SPECT/CT候诊室南墙外30cm处	0.12		
61	注射窗操作口外30cm处(左)	0.17		药物在注射窗内
62	注射窗操作口外30cm处(右)	0.17		
63	注射窗观察窗外30cm处	0.31		
64	注射室楼上距地面30cm处	0.12		
65	公众区	0.11		

注：1、检测结果未扣除本底值；

2、各功能房中间放置药量为 $8.51E+8Bq$ (23mCi) 的 ^{99m}Tc 药物，摆位时诊断床上模体内放置约 $8.51E+8Bq$ (23mCi) 的 ^{99m}Tc 药物，通风橱内放置 $1.07E+9Bq$ (29mCi) 的 ^{99m}Tc 药物。

由表 7-2 检测结果可知，本项目医疗综合楼负一层核医学中心工作场所 (^{99m}Tc) 的 X- γ 辐射剂量当量率符合《核医学放射防护要求》(GBZ 120-2020) 中“在核医学控制区外人员可达处，距屏蔽体外表面 0.3m 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 $2.5\mu Sv/h$ ，控制区内屏蔽体外表面 0.3m 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 $25\mu Sv/h$ ，宜不大于 $2.5\mu Sv/h$ ”的标准要求。

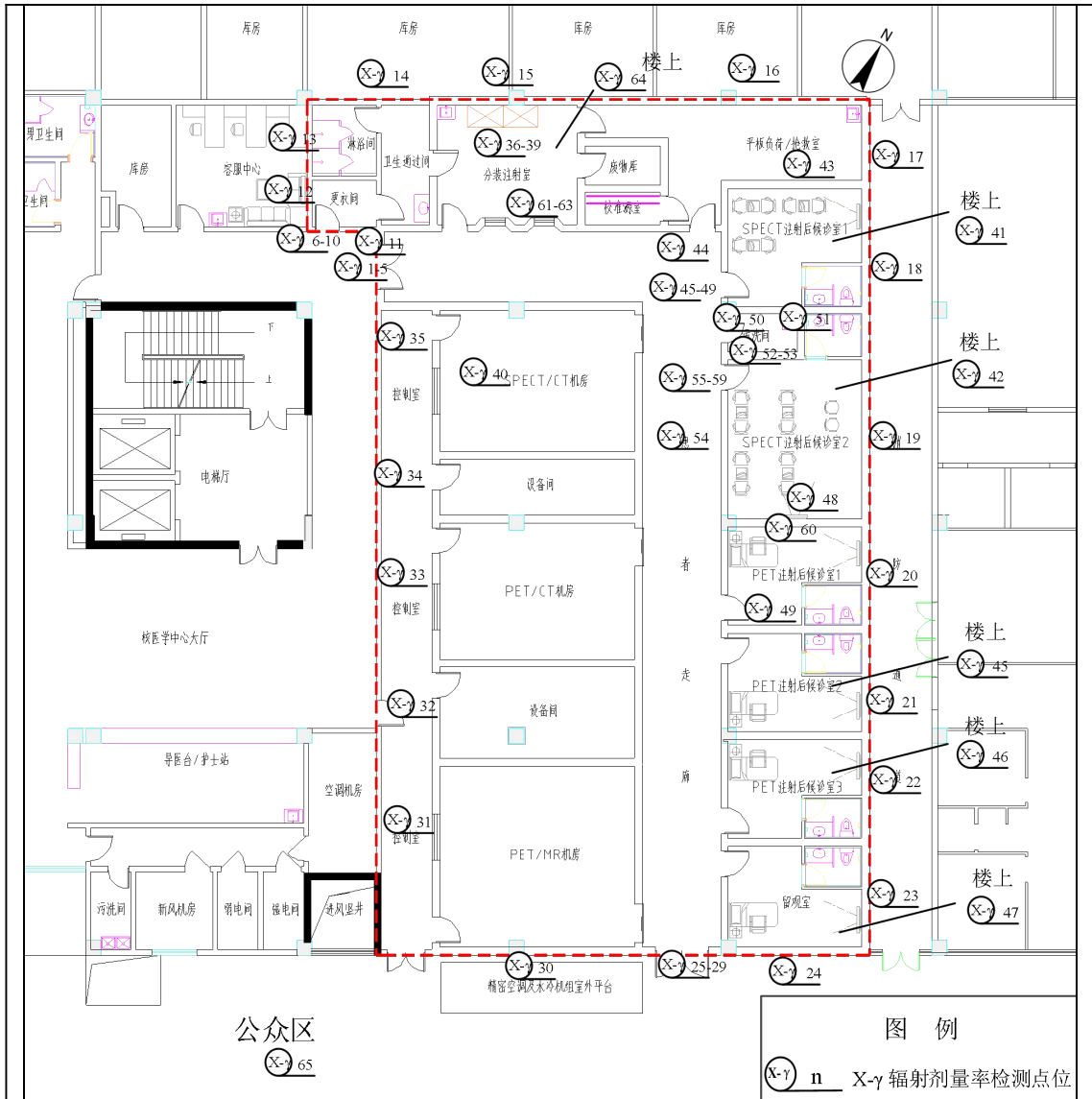


图7-2 核医学中心工作场所（^{99m}Tc）周围X-γ 辐射剂量率监测布点图

本项目核医学中心工作场所（^{99m}Tc）β放射性表面污染水平监测结果见表7-3，监测点位见图7-3。

表 7-3 本项目核医学中心工作场所（^{99m}Tc）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	患者通道地面	<0.02	/
4	患者通道地面	<0.02	/

5	患者通道地面	<0.02	/
6	患者通道地面	<0.02	/
7	SPECT/CT注射室地面	<0.02	/
8	SPECT/CT注射窗表面	0.03	/
9	SPECT/CT通风橱表面	0.03	/
10	淋浴间地面	0.02	/
11	更衣室地面	<0.02	/
12	缓冲区地面	<0.02	/
13	SPECT/CT候诊室（VIP）地面	<0.02	/
14	SPECT/CT候诊室（VIP）座位表面	<0.02	/
15	SPECT/CT候诊室（VIP）卫生间地面	0.02	/
16	污洗间地面	<0.02	/
17	SPECT/CT候诊室地面	0.02	/
18	SPECT/CT候诊室座位表面	<0.02	/
19	SPECT/CT候诊室卫生间地面	<0.02	/
20	平板负荷抢救室地面	<0.02	/

注：放射性表面污染水平探测下限（LLD）为 0.02Bq/cm²。

由表 7-3 检测结果可知，本项目医疗综合楼负一层核医学中心工作场所（^{99m}Tc）β放射性表面污染水平为（<0.02~0.03）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。

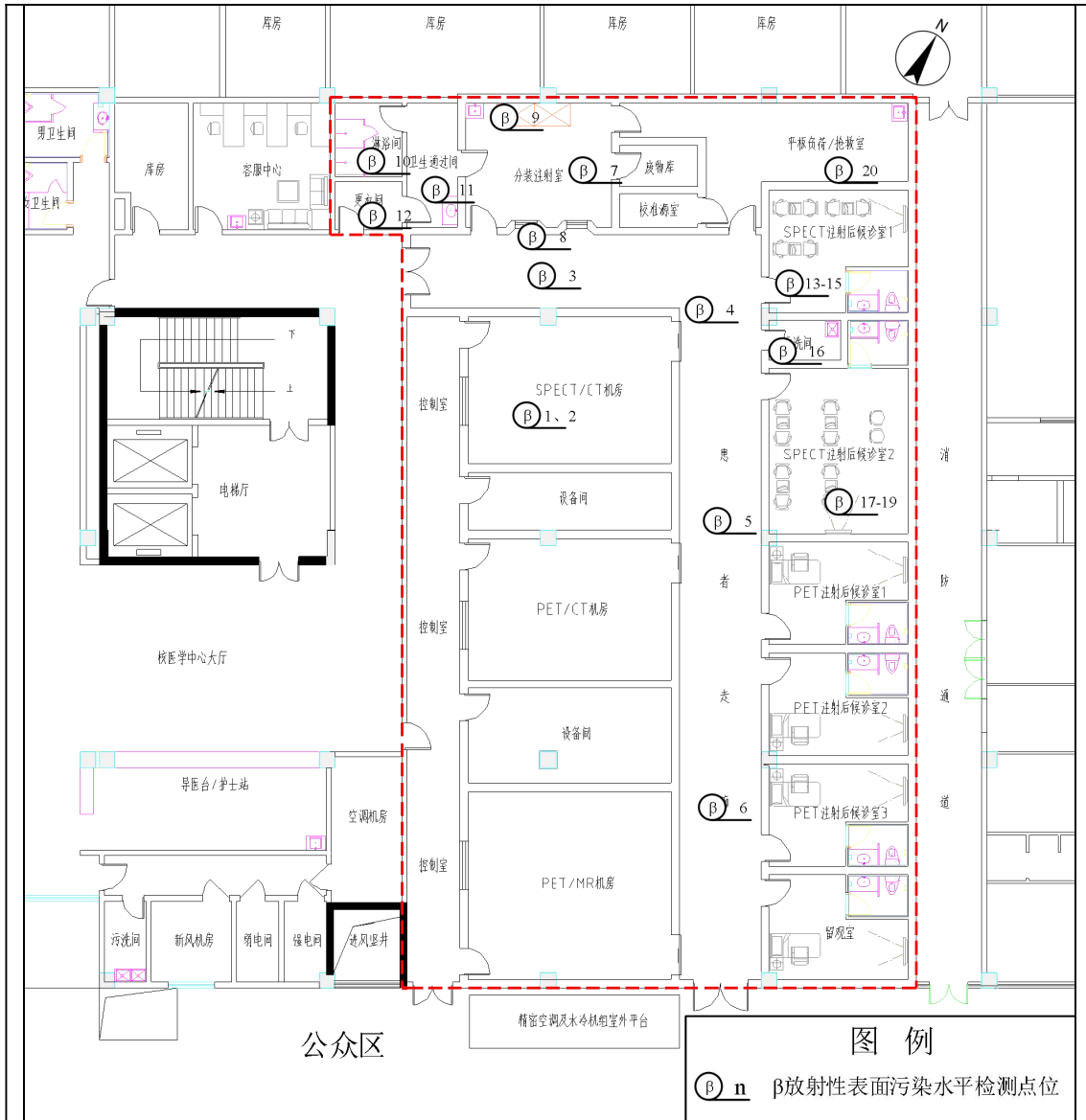


图7-3 核医学中心工作场所（^{99m}Tc）周围β放射性表面污染水平监测布点图

本项目PET/CT机房周围环境X-γ辐射剂量率监测结果见表7-4，监测点位见图7-4。

表 7-4 本项目 PET/CT 机房周围 X-γ辐射剂量率检测结果

测点编号	检测点位描述	测量结果 (μSv/h)	设备状态
1	公众区	0.12	关机
2	操作位	0.13	开机
3	观察窗外30cm处（左缝）	0.42	开机
4	观察窗外30cm处（中间）	0.37	开机

5	观察窗外30cm处（右缝）	0.43	开机
6	西墙外30cm处	0.13	开机
7	西墙上穿线孔外30cm处	0.15	开机
8	西墙外30cm处	0.12	开机
9	西门外30cm处（左缝）	0.30	开机
10	西门外30cm处（中间）	0.29	开机
11	西门外30cm处（右缝）	0.30	开机
12	西门外30cm处（上缝）	0.41	开机
13	西门外30cm处（下缝）	0.30	开机
14	北墙外30cm处	0.19	开机
15	北墙外30cm处	0.19	开机
16	东门外30cm处（左缝）	1.44	开机
17	东门外30cm处（中间）	0.70	开机
18	东门外30cm处（右缝）	0.73	开机
19	东门外30cm处（上缝）	0.83	开机
20	东门外30cm处（下缝）	1.53	开机
21	东墙外30cm处	0.15	开机
22	南墙外30cm处	0.14	开机
23	南墙外30cm处	0.13	开机
24	距机房楼上地面30cm处	0.18	开机
25	距机房楼上地面30cm处	0.16	开机
26	距机房楼下地面170cm处	0.13	开机
27	距机房楼下地面170cm处	0.14	开机

注：1、测量结果未扣除本底值；
2、诊断床上放置装有 $25\text{mCi}^{18}\text{F}$ 药物的模体。

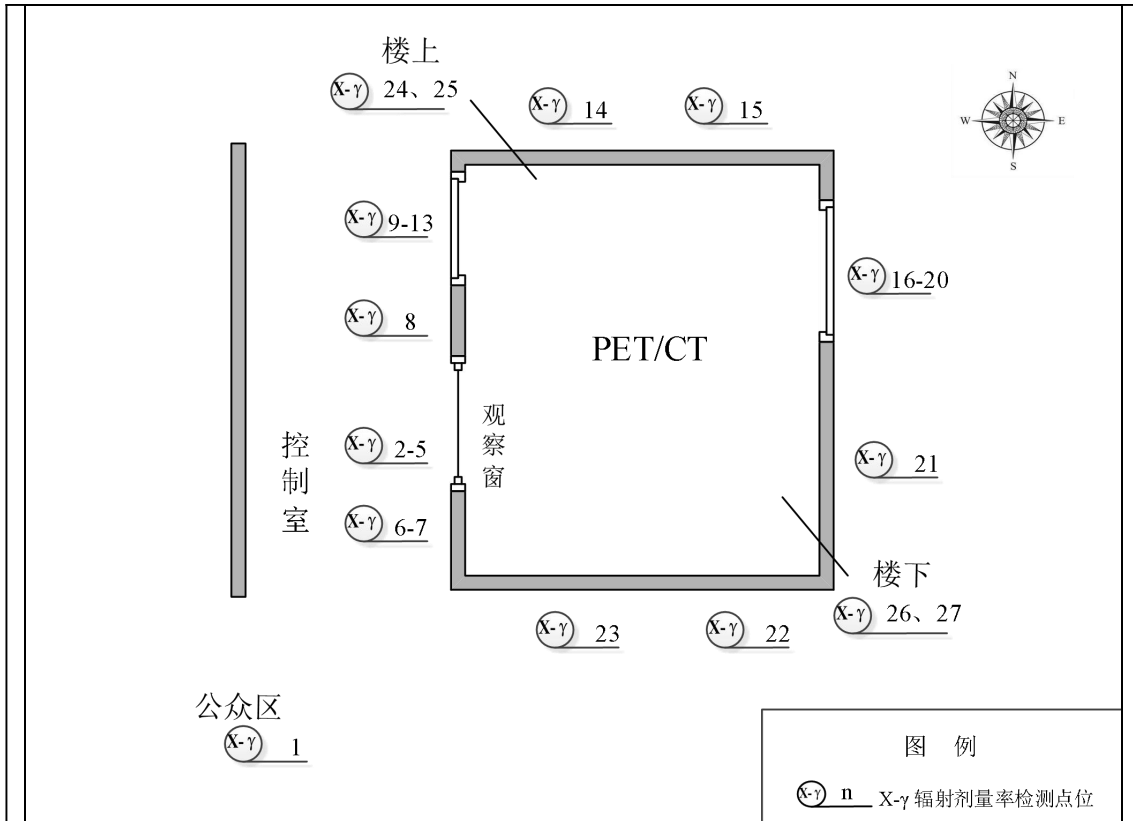


图7-4 核医学中心PET/CT机房周围X-γ辐射剂量率监测布点图

由表 7-4 检测结果可知，本项目医疗综合楼负一层核医学中心 PET/CT 机房内 PET/CT（型号：Symbia Intevo 6 型）正常工作（检测工况：120kV/300mAs，诊断床上放置装有 25mCi¹⁸F 药物的模体）时，机房周围的 X-γ 辐射剂量当量率为（0.12~1.53） μ Sv/h，符合《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）中“在核医学控制区外人员可达处，距屏蔽体外表面 0.3m 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5 μ Sv/h，控制区内屏蔽体外表面 0.3m 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 25 μ Sv/h，宜不大于 2.5 μ Sv/h”和《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中“CT 机房外的周围剂量当量率应不大于 2.5 μ Sv/h”的标准要求。

本项目核医学中心工作场所（¹⁸F）周围环境 X-γ辐射剂量率监测结果见表 7-5，监测点位见图 7-5。

表 7-5 本项目核医学中心工作场所（¹⁸F）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 (μ Sv/h)	备注
1	患者入口大门外30cm处（左缝）	1.42	药物在注射窗口

2	患者入口大门外30cm处（中间）	1.37	
3	患者入口大门外30cm处（右缝）	1.40	
4	患者入口大门外30cm处（上缝）	1.31	
5	患者入口大门外30cm处（下缝）	1.42	
6	缓冲区西墙外30cm处（客服中心）	0.11	
7	淋浴间西墙外30cm处	0.11	
8	缓冲区南墙外外30cm处	0.12	
9	控制区南墙外30cm处（控制室）	0.39	
10	SPECT/CT西墙外30cm处（控制室）	0.12	
11	SPECT/CT设备间西墙外30cm处	0.12	
12	PET/CT设备间西墙外30cm处	0.11	
13	PET/MR西墙外30cm处	0.11	
14	PET/MR南墙外30cm处	0.12	
15	患者出口大门外30cm处（左缝）	1.31	
16	患者出口大门外30cm处（中间）	1.25	
17	患者出口大门外30cm处（右缝）	1.29	
18	患者出口大门外30cm处（上缝）	1.22	
19	患者出口大门外30cm处（下缝）	1.29	药物在诊后观察室内
20	PET/CT诊后观察室南墙外30cm处	1.02	
21	PET/CT诊后观察室东墙外30cm处	0.86	药物在PET/CT候诊室2内
22	PET/CT候诊室2东墙外30cm处	0.90	
23	PET/CT候诊室1东墙外30cm处	0.87	药物在PET/CT候诊室1内
24	PET/CT候诊室（VIP）东墙外30cm处	0.86	药物在PET/CT候诊室（VIP）内
25	SPECT/CT候诊室东墙外30cm处	0.34	药物在患者通道内

26	SPECT/CT候诊室（VIP）东墙外30cm处	0.12	
27	平板负荷抢救室东墙外30cm处	0.11	药物在通风橱内
28	淋浴间北墙外30cm处	0.11	
29	注射室北墙外30cm处	0.12	
30	平板负荷抢救室北墙外30cm处	0.11	
31	PET/CT通风橱左侧操作口外5cm处	1.76	
32	PET/CT通风橱右侧操作口外5cm处	1.35	
33	PET/CT通风橱表面外5cm处	1.64	
34	PET/CT通风橱观察窗外5cm处	2.34	
35	注射窗操作口外30cm处（左）	10.5	药物在注射窗口内
36	注射窗操作口外30cm处（右）	12.4	
37	注射窗上观察窗外30cm处	20.7	
38	缓冲区南门外30cm处（左缝）	0.12	药物在通风橱内
39	缓冲区南门外30cm处（中间）	0.11	
40	缓冲区南门外30cm处（右缝）	0.11	
41	缓冲区南门外30cm处（上缝）	0.12	
42	缓冲区南门外30cm处（下缝）	0.11	
43	工作人员摆位处（床侧1m处）	96	药物在诊断床上
44	PET/CT候诊室（VIP）楼上距地面30cm处	0.15	药物分别在对应的功能房间
45	PET/CT候诊室1楼上距地面30cm处	0.15	
46	PET/CT候诊室2楼上距地面30cm处	0.15	
47	诊后观察室楼上距地面30cm处	0.15	
48	PET/CT候诊室（VIP）北墙外30cm处	1.57	药物在PET/CT候诊室（VIP）内

49	PET/CT候诊室1北墙外30cm处	1.45	药物在PET/CT候诊室1内
50	PET/CT候诊室2北墙外30cm处	1.51	药物在PET/CT候诊室2内
51	诊后观察室北墙外30cm处	1.49	药物在诊后观察室内
52	PET/CT候诊室（VIP）西墙外30cm处	1.56	药物在PET/CT候诊室（VIP）内
53	PET/CT候诊室（VIP）西门外30cm处（左缝）	3.7	
54	PET/CT候诊室（VIP）西门外30cm处（中间）	6.3	
55	PET/CT候诊室（VIP）西门外30cm处（右缝）	5.2	
56	PET/CT候诊室（VIP）西门外30cm处（上缝）	4.6	
57	PET/CT候诊室（VIP）西门外30cm处（下缝）	5.5	
58	PET/CT候诊室1西墙外30cm处	1.57	药物在PET/CT候诊室1内
59	PET/CT候诊室1西门外30cm处（左缝）	2.41	
60	PET/CT候诊室1西门外30cm处（中间）	2.41	
61	PET/CT候诊室1西门外30cm处（右缝）	2.23	
62	PET/CT候诊室1西门外30cm处（上缝）	2.28	
63	PET/CT候诊室1西门外30cm处（下缝）	3.8	
64	PET/CT候诊室2西墙外30cm处	1.78	药物在PET/CT候诊室2内
65	PET/CT候诊室2西门外30cm处（左缝）	1.40	
66	PET/CT候诊室2西门外30cm处（中间）	2.96	
67	PET/CT候诊室2西门外30cm处（右缝）	2.58	
68	PET/CT候诊室2西门外30cm处（上缝）	2.59	
69	PET/CT候诊室2西门外30cm处（下缝）	3.7	

70	诊后观察室西门外30cm处（左缝）	1.46	药物在诊后观察室内
71	诊后观察室西门外30cm处（中间）	3.1	
72	诊后观察室西门外30cm处（右缝）	3.2	
73	诊后观察室西门外30cm处（上缝）	2.18	
74	诊后观察室西门外30cm处（下缝）	3.1	
75	诊后观察室西墙外30cm处	1.60	
76	注射室楼上距地面30cm处	0.12	药物在通风橱内
77	距衰变池上方表面30cm处	0.12	/
78	距衰变池上方表面30cm处	0.11	
79	距衰变池上方表面30cm处	0.11	
80	距衰变池上方表面30cm处	0.11	
81	公众区	0.11	

注：1、检测结果未扣除本底值；

2、各功能房中间放置药量为 $3.7E+8Bq$ （10mCi）的 ^{18}F 药物，摆位时诊断床上模体内放置约 $3.70E+8Bq$ （10mCi）的 ^{18}F 药物，通风橱内放置 $2.07E+9Bq$ （56mCi）的 ^{18}F 药物。

由表 7-5 检测结果可知，本项目医疗综合楼负一层核医学中心工作场所（ ^{18}F ）的 X- γ 辐射剂量当量率符合《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）中“在核医学控制区外人员可达处，距屏蔽体外表面 0.3m 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 $2.5\mu Sv/h$ ，控制区内屏蔽体外表面 0.3m 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 $25\mu Sv/h$ ，宜不大于 $2.5\mu Sv/h$ ”的标准要求。该场所内注射后候诊室、诊后观察室防护门处 X- γ 辐射剂量当量率较大，建议医院对防护门铅当量进行增加或在使用过程中采用铅屏风进行遮挡，减少对其他患者不必要的照射。

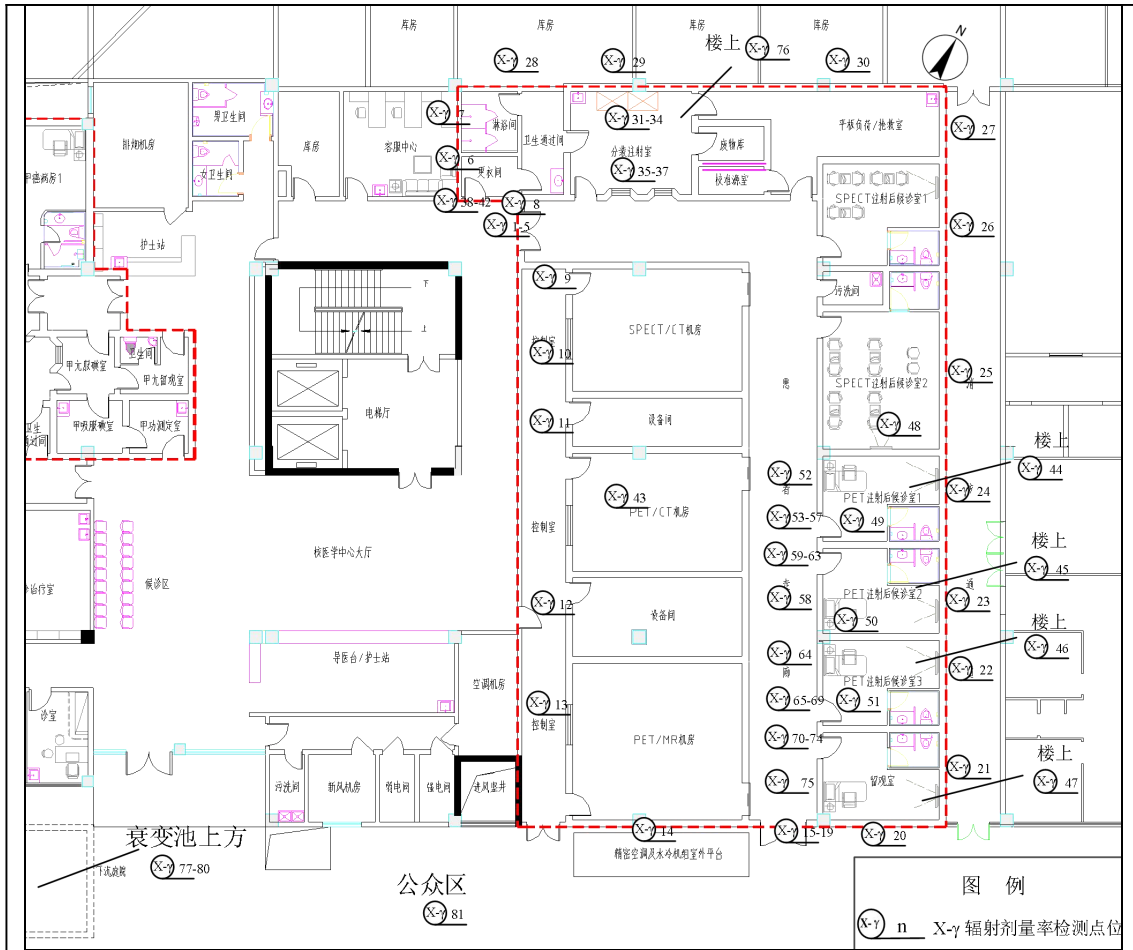


图7-5 核医学中心工作场所（¹⁸F）周围X-γ辐射剂量率监测布点图

本项目核医学中心工作场所（¹⁸F）β放射性表面污染水平监测结果见表 7-6，监测点位见图 7-6。

表 7-6 本项目核医学中心工作场所（¹⁸F）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	PET/CT机房地面	0.03	/
2	PET/CT诊断床表面	0.04	/
3	患者通道地面	0.03	/
4	患者通道地面	0.03	/
5	患者通道地面	0.02	/
6	患者通道地面	<0.02	/
7	注射室地面	0.04	/

8	PET/CT注射窗表面	0.04	/
9	PET/CT通风橱表面	0.04	/
10	淋浴间地面	<0.02	/
11	更衣室地面	<0.02	/
12	缓冲区地面	<0.02	/
13	PET/CT候诊室1地面	<0.02	/
14	PET/CT候诊室1卫生间地面	<0.02	/
15	PET/CT候诊室1座位表面	<0.02	/
16	PET/CT候诊室2地面	<0.02	/
17	PET/CT候诊室2卫生间地面	<0.02	/
18	PET/CT候诊室2座位表面	<0.02	/
19	PET/CT候诊室3地面	<0.02	/
20	PET/CT候诊室3卫生间地面	<0.02	/
21	PET/CT候诊室3座位表面	<0.02	/
22	PET/CT诊后观察室地面	<0.02	/
23	PET/CT诊后观察室座位表面	<0.02	/
24	PET/CT诊后观察室卫生间地面	0.02	/

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，本项目医疗综合楼负一层核医学中心工作场所（¹⁸F）β放射性表面污染水平为（<0.02~0.04）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。

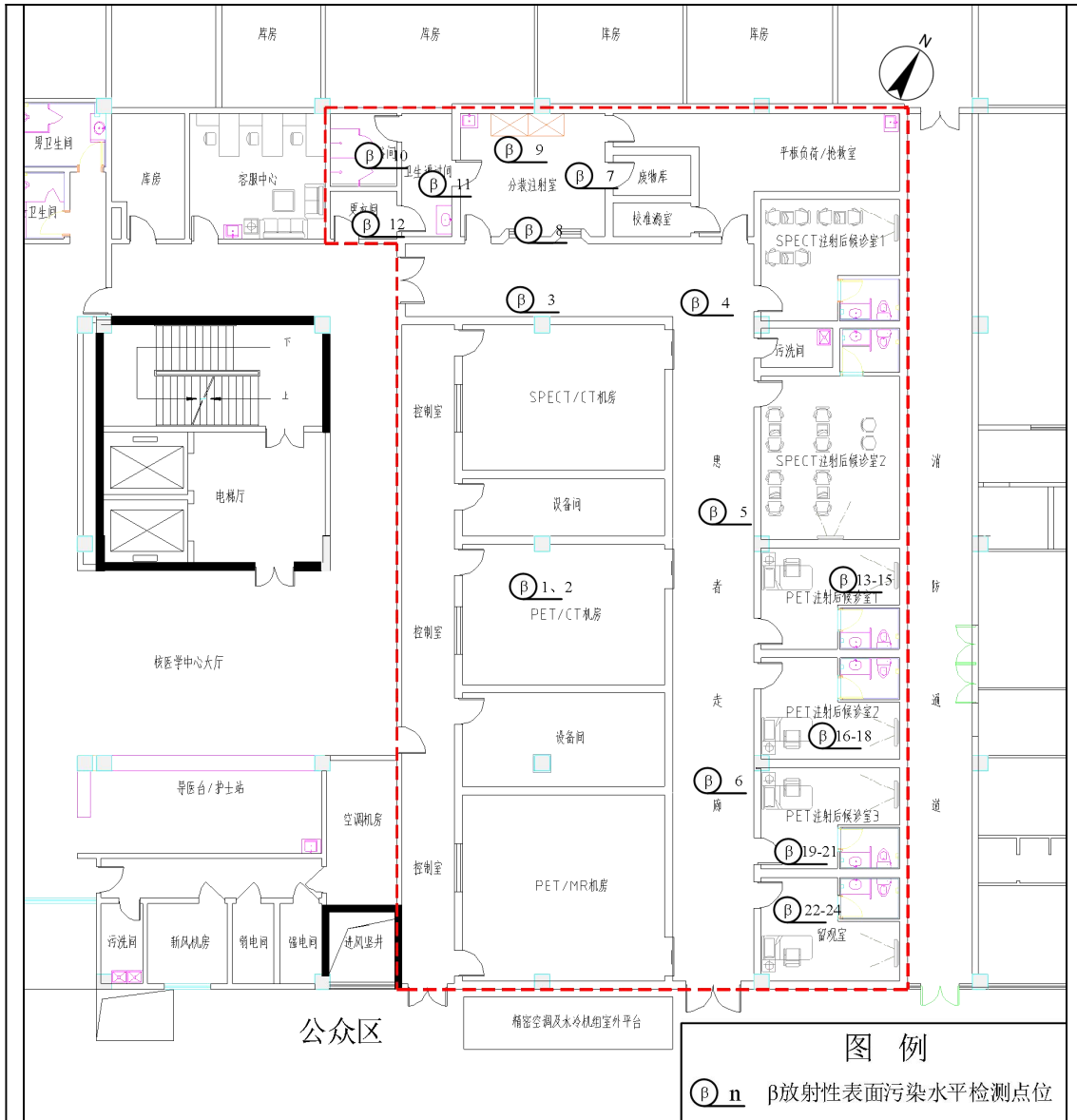


图7-6 核医学中心工作场所（¹⁸F）周围β放射性表面污染水平监测布点图

本项目核医学中心工作场所（¹³¹I）周围环境 X-γ辐射剂量率监测结果见表 7-7，监测点位见图 7-7。

表 7-7 本项目核医学中心工作场所（¹³¹I）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	留观室北门外30cm处（左缝）	1.44	药物在留观室内
2	留观室北门外30cm处（中间）	0.67	
3	留观室北门外30cm处（右缝）	0.79	
4	留观室北门外30cm处（上缝）	1.07	

5	留观室北门外30cm处（下缝）	0.87	
6	留观室北墙外30cm处	0.14	
7	留观室东墙外30cm处	0.15	
8	甲吸检测室东墙外30cm处	0.13	药物在甲吸检测室内
9	甲吸检测室南门外30cm处（左缝）	1.19	
10	甲吸检测室南门外30cm处（中间）	0.90	
11	甲吸检测室南门外30cm处（右缝）	1.52	
12	甲吸检测室南门外30cm处（上缝）	1.13	
13	甲吸检测室南门外30cm处（下缝）	1.23	
14	甲吸检测室南墙外30cm处	0.19	
15	患者入口大门外30cm处（左缝）	0.16	药物在甲癌给药窗口
16	患者入口大门外30cm处（中间）	0.15	
17	患者入口大门外30cm处（右缝）	0.15	
18	患者入口大门外30cm处（上缝）	0.16	
19	患者入口大门外30cm处（下缝）	0.15	
20	病房1东墙外30cm处	0.12	药物在病房1内
21	病房1东墙外30cm处	0.14	
22	病房1西墙外30cm处	1.31	
23	病房1西墙外30cm处	1.19	
24	病房1南门外30cm处（左缝）	5.7	
25	病房1南门外30cm处（中间）	3.2	
26	病房1南门外30cm处（右缝）	3.3	
27	病房1南门外30cm处（上缝）	2.94	
28	病房1南门外30cm处（下缝）	3.2	

29	病房1南墙外30cm处	0.13	
30	病房2南门外30cm处（左缝）	5.4	药物在病房2内
31	病房2南门外30cm处（中间）	3.4	
32	病房2南门外30cm处（右缝）	6.3	
33	病房2南门外30cm处（上缝）	1.70	
34	病房2南门外30cm处（下缝）	0.78	
35	病房2南墙外30cm处	0.13	
36	病房2西墙外30cm处	1.11	
37	病房2西墙外30cm处	1.19	
38	病房3南门外30cm处（左缝）	0.58	
39	病房3南门外30cm处（中间）	2.94	
40	病房3南门外30cm处（右缝）	6.3	
41	病房3南门外30cm处（上缝）	1.78	
42	病房3南门外30cm处（下缝）	0.81	
43	病房3南墙外30cm处	0.16	
44	病房3西墙外30cm处	1.33	
45	病房3西墙外30cm处	1.28	
46	病房4南门外30cm处（左缝）	0.71	药物在病房4内
47	病房4南门外30cm处（中间）	0.66	
48	病房4南门外30cm处（右缝）	6.1	
49	病房4南门外30cm处（上缝）	0.88	
50	病房4南门外30cm处（下缝）	1.32	
51	病房4南墙外30cm处	0.17	
52	病房4西墙外30cm处	1.27	

53	病房4西墙外30cm处	1.22	
54	病房5南门外30cm处（左缝）	1.17	药物在病房5内
55	病房5南门外30cm处（中间）	2.68	
56	病房5南门外30cm处（右缝）	4.1	
57	病房5南门外30cm处（上缝）	2.23	
58	病房5南门外30cm处（下缝）	2.51	
59	病房5南墙外30cm处	0.18	
60	病房5西墙外30cm处	0.83	
61	病房5西墙外30cm处	0.68	
62	病房6南门外30cm处（左缝）	1.56	
63	病房6南门外30cm处（中间）	2.94	
64	病房6南门外30cm处（右缝）	3.7	
65	病房6南门外30cm处（上缝）	1.94	
66	病房6南门外30cm处（下缝）	1.61	
67	病房6南墙外30cm处	0.19	
68	病房6西墙外30cm处	0.74	
69	病房6西墙外30cm处	0.77	
70	分装室东门外30cm处（左缝）	0.16	药物在通风橱内
71	分装室东门外30cm处（中间）	0.16	
72	分装室东门外30cm处（右缝）	0.17	
73	分装室东门外30cm处（上缝）	0.17	
74	分装室东门外30cm处（下缝）	0.17	
75	抢救室南门外30cm处（左缝）	1.62	药物在抢救室内
76	抢救室南门外30cm处（中间）	1.40	

77	抢救室南门外30cm处（右缝）	1.55	
78	抢救室南门外30cm处（上缝）	1.68	
79	抢救室南门外30cm处（下缝）	1.60	
80	抢救室南墙外30cm处	0.19	
81	分装室南墙外30cm处	0.12	药物在通风橱内
82	分装室南门外30cm处（左缝）	0.38	
83	分装室南门外30cm处（中间）	0.34	
84	分装室南门外30cm处（右缝）	0.35	
85	分装室南门外30cm处（上缝）	0.35	
86	分装室南门外30cm处（下缝）	0.34	
87	废物库西墙外30cm处	0.13	
88	源库西墙外30cm处	0.13	
89	源库北墙外30cm处	0.14	
90	废物库南墙外30cm处	0.15	
91	甲癌给药窗外30cm处	0.24	
92	甲亢给药窗外30cm处	0.39	
93	甲吸检测室西墙外30cm处	0.30	药物在甲吸检测室内
94	甲吸检测室北墙外30cm处	0.61	
95	甲吸检测室北门外30cm处（左缝）	0.89	
96	甲吸检测室北门外30cm处（中间）	0.65	
97	甲吸检测室北门外30cm处（右缝）	0.83	
98	甲吸检测室北门外30cm处（上缝）	0.60	
99	甲吸检测室北门外30cm处（下缝）	0.56	
100	甲吸检测室北墙外30cm处	0.53	

101	甲亢治疗室北墙外30cm处	0.16	药物在甲亢治疗室内
102	甲亢治疗室北门外30cm处（左缝）	0.46	
103	甲亢治疗室北门外30cm处（中间）	0.40	
104	甲亢治疗室北门外30cm处（右缝）	0.52	
105	甲亢治疗室北门外30cm处（上缝）	0.36	
106	甲亢治疗室北门外30cm处（下缝）	0.35	
107	通风橱左侧操作口外5cm处	5.0	药物在通风橱内
108	通风橱右侧操作口外5cm处	5.2	
109	通风橱前侧表面外5cm处	4.5	
110	通风橱观察窗外5cm处	6.5	
111	通风橱左侧表面外5cm处	9.6	
112	通风橱右侧表面外5cm处	2.40	
113	分装室北门外30cm处（左缝）	0.24	
114	分装室北门外30cm处（中间）	0.19	
115	分装室北门外30cm处（右缝）	0.22	
116	分装室北门外30cm处（上缝）	0.20	
117	分装室北门外30cm处（下缝）	0.20	
118	病房1楼上距地面30cm处	0.21	药物分别在对应的功能房间
119	病房2楼上距地面30cm处	0.21	
120	病房3楼上距地面30cm处	0.17	
121	病房4楼上距地面30cm处	0.19	
122	病房5楼上距地面30cm处	0.30	
123	病房6楼上距地面30cm处	0.41	
124	分装室楼上距地面30cm处	0.17	

125	甲亢治疗室楼上距地面30cm处	0.17
126	留观室楼上距地面30cm处	0.16
127	甲吸检测室楼上距地面30cm处	0.16
128	公众区	0.11

注：1、检测结果未扣除本底值；

2、各病房中间放置药量为 $5.55E+9Bq$ (150mCi) 的 ^{131}I 药物，分装室（服碘室）、甲亢治疗室、甲吸检测室中间放置药量约 $3.7E+8Bq$ (10mCi) 的 ^{131}I 药物，通风橱内放置 $1.14E+10Bq$ (308mCi) 的 ^{131}I 药物。

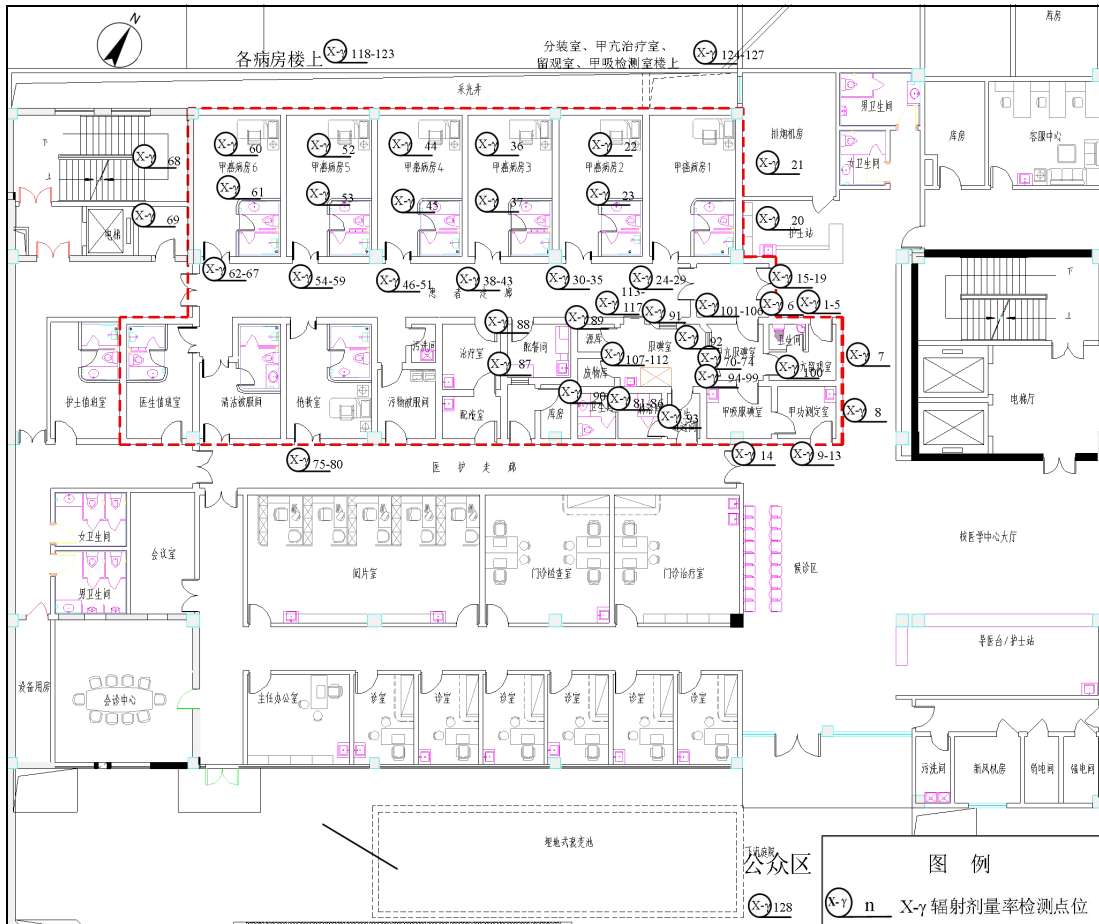


图7-7 核医学中心工作场所 (^{131}I) 周围X- γ 辐射剂量率监测布点图

由表 7-7 检测结果可知，本项目医疗综合楼负一层核医学中心工作场所 (^{131}I) 的 X- γ 辐射剂量当量率符合《核医学放射防护要求》(GBZ 120-2020) 中“在核医学控制区外人员可达处，距屏蔽体外表面 0.3m 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 $2.5\mu Sv/h$ ，控制区内屏蔽体外表面 0.3m 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 $25\mu Sv/h$ ，宜不大于 $2.5\mu Sv/h$ ”的标准要求。该场所内各甲亢病房防护门处 X- γ 辐射剂量当量率较大，建议医院对防护门铅当量进行增

加或在使用过程中采用铅屏风进行遮挡，减少对其他患者不必要的照射。

本项目核医学中心工作场所（ ^{131}I ） β 放射性表面污染水平监测结果见表 7-8，监测点位见图 7-8。

表 7-8 本项目核医学中心工作场所（ ^{131}I ） 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	留观室地面	0.04	/
2	甲吸检测室地面	0.03	/
3	甲亢治疗室地面	0.02	/
4	甲亢给药窗表面	0.03	/
5	分装室地面	0.05	/
6	通风橱表面	0.05	/
7	甲癌给药窗表面	0.03	/
8	废物库地面	<0.02	/
9	源库地面	0.02	/
10	淋浴间地面	<0.02	/
11	更衣室地面	<0.02	/
12	患者通道地面	0.02	/
13	患者通道地面	<0.02	/
14	患者通道地面	0.02	/
15	病房1地面	0.02	/
16	病房1座位表面	0.02	/
17	病房1卫生间地面	0.02	/
18	病房2地面	0.02	/
19	病房2座位表面	0.02	/

20	病房2卫生间地面	0.02	/
21	病房3地面	0.03	/
22	病房3座位表面	0.03	/
23	病房3卫生间地面	0.02	/
24	病房4地面	0.03	/
25	病房4座位表面	0.02	/
26	病房4卫生间地面	0.02	/
27	病房5地面	0.03	/
28	病房5座位表面	0.03	/
29	病房5卫生间地面	0.02	/
30	病房6地面	0.02	/
31	病房6座位表面	0.02	/
32	病房6卫生间地面	0.02	/

注：放射性表面污染水平探测下限（LLD）为 0.02Bq/cm²。

由表 7-8 检测结果可知，本项目医疗综合楼负一层核医学中心工作场所（¹³¹I）β放射性表面污染水平为（<0.02~0.03）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。

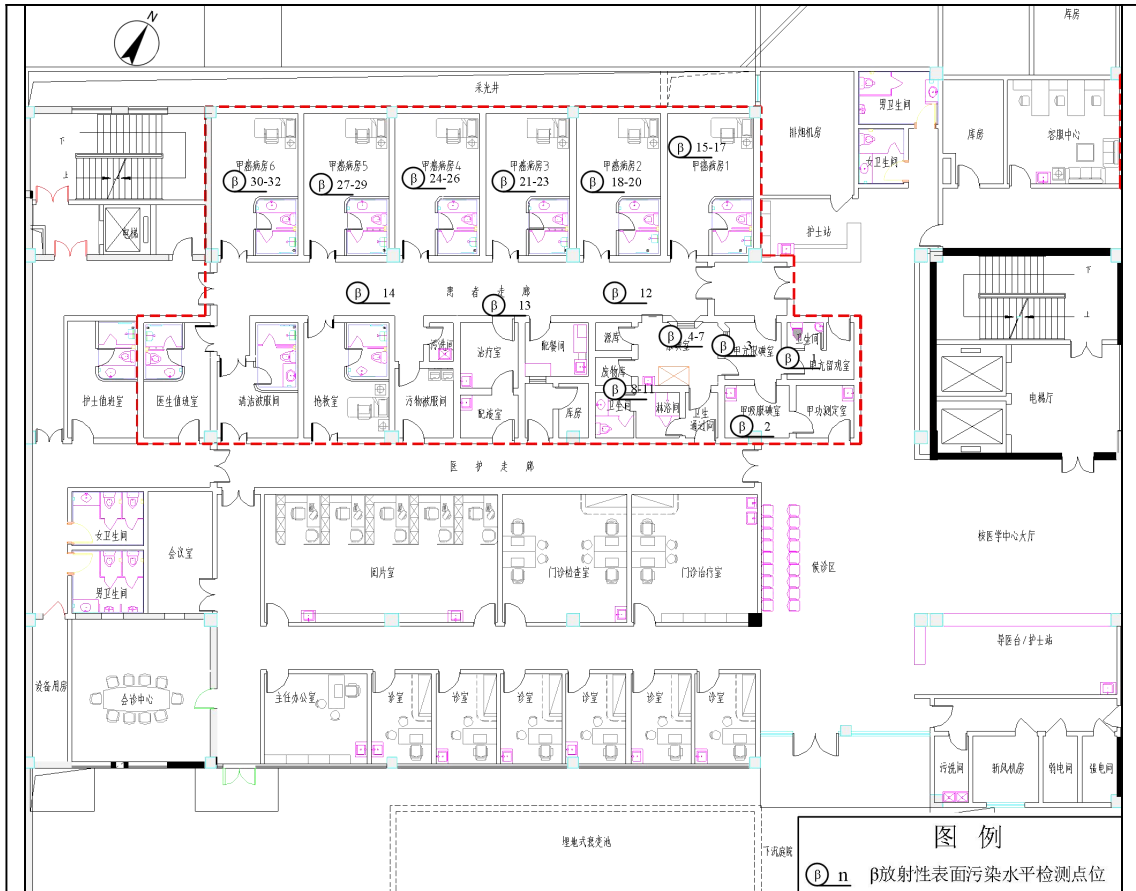


图7-8 核医学中心工作场所（¹³¹I）周围β放射性表面污染水平监测布点图

本项目核医学中心工作场所通风橱风速监测结果见表 7-9。

表7-9 本项目核医学中心工作场所通风橱风速检测结果

点位描述	测量结果 (m/s)	
^{99m} Tc专用通风橱	左侧操作口	0.64
	右侧操作口	0.63
¹⁸ F专用通风橱	左侧操作口	0.63
	右侧操作口	0.67
¹³¹ I专用通风橱	左侧操作口	0.68
	右侧操作口	0.67

本项目核医学中心工作场所 ^{99m}Tc 专用通风橱左操作口的风速为 0.64m/s，右操作口的风速为 0.63m/s；¹⁸F 专用通风橱左操作口的风速为 0.63m/s，右操作口的风速为 0.67m/s；¹³¹I 专用通风橱左操作口的风速为 0.68m/s，右操作口的风

速为 0.67m/s，均符合《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）中“合成和操作放射性药物所用的通风橱应有专门的排风装置，风速应不小于 0.5m/s”的标准要求。建议医院根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）中“操作放射性药物场所级别达到乙级应在手套箱中进行”的相关要求，将通风橱更换为手套箱。

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

目前南京同仁医院有限公司为本项目配备 8 名辐射工作人员，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。医院已委托南京瑞森辐射技术有限公司开展辐射工作人员个人剂量检测，暂未取得个人剂量检测报告，委托合同见附件 6。

根据新建核医学诊疗项目现场监测结果，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。本项目核医学中心 SPECT 诊断项目、PET 诊断项目年门诊量为 5000 人，甲亢治疗项目、甲癌治疗项目年就诊量分别为 2500 人、300 人，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 7-10。

表 7-10 本项目周围公众及辐射工作人员年有效剂量分析

关注点位		最大监测值 ($\mu\text{Sv/h}$)	人员性质	居留因子	年工作时间	人员年有效剂量 (mSv/a)	管理目标值 (mSv/a)	
SPECT 诊断项目	分装位	0.17	职业人员	1	分装 1min×20次 ×250天	0.01	5	
	注射位	0.31	职业人员	1		0.02	5	
	分装注射室	北墙外	0.11	公众	1/16	注射 1min×20次 ×250天	<0.01	0.1
		西墙外	0.11	公众	1		<0.01	0.1
		楼上	0.12	公众	1/2		<0.01	0.1
	SPECT/CT 候诊室	东墙外	0.12	公众	1/16	休息 30min×10	<0.01	0.1

PET诊断项目	(VIP)	楼上	0.12	公众	1/2	次×250天	0.01	0.1
	SPECT/CT候诊室	东墙外	0.11	公众	1/16		<0.01	0.1
		楼上	0.11	公众	1/2		<0.01	0.1
	SPECT/CT机房	操作位	0.12	职业人员	1	检查 20min×20 次×250天	0.02	5
		南墙外	0.12	公众	1/16		<0.01	0.1
		楼上	0.13	公众	1/2		0.02	0.1
		楼下	0.12	公众	1/16		<0.01	0.1
		摆位及取消摆位	24.7	职业人员	1	摆位1min ×20次× 250天	2.05	5
	诊后观察室	东墙外	0.12	公众	1/16	休息 10min×20 次×250天	<0.01	0.1
		南墙外	0.12	公众	1/16		<0.01	0.1
		楼上	0.12	公众	1/2		<0.01	0.1
	分装位		2.34	职业人员	1	分装 1min×20次 ×250天	0.19	5
	注射位		20.7	职业人员	1		1.72	5
	分装注射室	北墙外	0.12	公众	1/16	注射 1min×20次 ×250天	<0.01	0.1
		西墙外	0.11	公众	1		<0.01	0.1
楼上		0.12	公众	1/2	<0.01		0.1	
PET/CT候诊室(VIP)	东墙外	0.86	公众	1/16	休息 30min×10 次×250天	0.06	0.1	
	楼上	0.15	公众	1/2		0.03	0.1	
PET/CT候诊室1	东墙外	0.87	公众	1/16	休息 30min×5次 ×250天	0.03	0.1	
	楼上	0.15	公众	1/2		0.01	0.1	
PET/CT候诊室2	东墙外	0.90	公众	1/16		0.03	0.1	
	楼上	0.15	公众	1/2		0.01	0.1	

PET/CT机 房	操作位	0.43	职业 人员	1	检查 20min×20 次×250天	0.53	5	
	南墙外	0.14	公众	1/16		<0.01	0.1	
	北墙外	0.19	公众	1/16		0.01		
	楼上	0.18	公众	1/2		0.06	0.1	
	楼下	0.14	公众	1/16		<0.01	0.1	
	摆位及 取消摆位	96	职业 人员	1	摆位1min ×20次× 250天	7.99	5	
	诊后观察室	东墙外	0.86	公众	1/16	休息 10min×20 次×250天	0.04	0.1
		南墙外	1.02	公众	1/16		0.05	0.1
		楼上	0.15	公众	1/2		0.02	0.1
甲 亢 治 疗 项 目	分装位		6.5	职业 人员	1	分装 1min×10次 ×250天	0.27	5
	给药位		0.39	职业 人员	1	给药 1min×10次 ×250天	0.01	5
	留观室	东墙外	0.15	公众	1/5	留观5min ×10次× 250天	<0.01	0.1
		北墙外	0.14	公众	1/5		<0.01	0.1
		楼上	0.16	公众	1		0.01	0.1
甲 癌 治 疗 项 目	分装位		6.5	职业 人员	1	分装 1min×6次 ×50天	0.01	5
	给药位		0.24	职业 人员	1	给药 1min×6次 ×50天	<0.01	5
	病房1	东墙外	0.15	公众	1/16	5d×8h× 50次	<0.01	0.1
		东墙外	0.12	公众	1		0.01	0.1
		楼上	0.21	公众	1/2		0.03	0.1
	病房2	楼上	0.21	公众	1/2		0.03	0.1
	病房3	楼上	0.17	公众	1/2		0.02	0.1

	病房4	楼上	0.19	公众	1/2		0.02	0.1
	病房5	楼上	0.30	公众	1/2		0.06	0.1
	病房6	西墙外	0.77	公众	1/16		0.02	0.1
		楼上	0.41	公众	1/2		0.09	0.1

注：1、计算时已扣除环境本底剂量；

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（根据检测点位所在场所选取居留因子，取值参照环评文件）， U 为使用因子（保守取1）；

3、甲癌治疗项目，考虑到患者体内核素随着时间自然衰减，在计算年有效剂量时，乘上衰减系数0.294，取值参考《分化型甲状腺癌患者的 ^{131}I 有效半衰期》。

根据现场实际监测结果显示，本项目分装、注射、服药过程，致辐射工作人员有效剂量为2.23mSv/a（已扣除环境本底剂量）；扫描、摆位及取消摆位过程，致辐射工作人员有效剂量为10.59mSv/a（已扣除环境本底剂量），本项目辐射工作由3名护师、5名医师或技师共同承担，则辐射工作人员年有效剂量最大为2.12mSv/a（已扣除环境本底剂量），低于本项目辐射工作人员个人剂量约束值。

（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7-10。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约束值。

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结果计算为：辐射工作人员有效剂量最大为4.33mSv/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），并低于本项目剂量约束值（职业人员5mSv/a，公众0.1mSv/a），与环评文件一致。

表八 验收监测结论

验收监测结论:

南京同仁医院有限公司新建核医学诊疗项目（分期验收）已按照环评及批复要求落实辐射防护和安全管理措施，经现场监测和核查表明：

1) 南京同仁医院有限公司在院区医疗综合楼负一层西南角新建核医学中心，核医学中心东部为核素显像区，新建1座SPECT/CT机房，购置1台Symbia Intevo 6型SPECT/CT，使用 ^{99m}Tc 核素（为外购的成品药物）用于开展核素显像诊断；新建1座PET/CT机房，购置1台Biograph mCT S（40）型PET/CT，质量控制校正使用3枚 ^{68}Ge 放射源，使用 ^{18}F 核素（为外购的成品药物）用于开展核素显像诊断，属于乙级非密封放射性物质工作场所。核医学中心西部为核素治疗区，开展甲功测定、甲亢治疗及甲癌治疗（使用 ^{131}I 核素），设置6间甲癌治疗病房，属于乙级非密封放射性物质工作场所。另有1台PET/MR暂未购置，另行组织验收。

本项目实际建设规模及主要技术参数均在《新建核医学诊疗项目环境影响报告表》及其环评批复范围内，本项目投资总概算为9000万元、辐射安全与防护设施投资总概算为800万元，实际建成项目中，另有1台PET/MR暂未购置，另行组织验收，故本项目实际总概算为7000万元，辐射安全与防护设施实际总概算为700万元，无重大变动情况。

2) 本次新建核医学诊疗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、通风橱风速均能满足《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）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约束值的要求。

4) 本项目核医学中心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SPECT/CT机房、PET/CT机房防护门、核医学中心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SPECT/CT机房、PET/CT机房的防护大门设置有门灯连锁装

置，防护大门闭合时工作状态指示灯亮；SPECT/CT 机房、PET/CT 机房控制室操作台上及机房内设备上均设有急停按钮；SPECT/CT 机房、PET/CT 机房与控制室内设置双向语音对讲装置，且 SPECT/CT 机房、PET/CT 机房操作台处安装有观察窗，医院在核素显像区的分装注射室、注射后候诊室、留观室和控制区内患者走道等关键位置设置了监控摄像装置，监控显示终端设置在 SPECT/CT、PET/CT 控制室内和接待大厅导医台处，在核素治疗区的服碘室、甲癌病房、源库、留观室和控制区内患者走道等关键位置设置了监控摄像装置，监控显示终端设置在护士站和接待大厅导医台处，对受检者进行全程监控，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：核医学中心设有通风橱及专用通风管道，通风管道延伸至建筑物顶部；核医学中心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；核医学中心建有衰变系统，放射性废水由独立下水管道统一汇流入衰变系统中，能够满足暂存超过 180 天的衰变要求，满足《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； ^{68}Ge 校准源退役后交由原生产厂家回收处置。

6) 非放射性三废处置情况：本项目 SPECT/CT 机房、PET/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，通过动力排风装置排入大气；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) 医院配备了 1 台辐射巡测仪、2 台表面污染仪及 8 台个人剂量报警仪等辐射监测仪器，配备了防护铅衣、铅橡胶帽子、铅橡胶围脖、铅防护眼镜、放射性污染防护服等个人防护用品；满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）、《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）及《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）的要求。

8) 本项目 8 名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（见附件 5）；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（见附件 5 及附件 6）；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（见附件 4）；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，南京同仁医院有限公司新建核医学诊疗项目（分期验收）与环评报告内容及批复要求一致。本次验收新建核医学诊疗项目（分期验收）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。

建设项目竣工环境保护“三同时”验收登记表

填表单位（盖章）：南京同仁医院有限公司

填表人（签字）：

项目经办人（签字）：

建设项目	项目名称		南京同仁医院有限公司新建核医学诊疗项目（分期验收）				项目代码		/		建设地点		南京市江宁经济技术开发区吉印大道	
	行业类别（分类管理名录）		172 核技术利用建设项目				建设性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改扩建 <input type="checkbox"/> 技术改造		项目厂区中心经度/纬度		E118.826856 N31.895818	
	设计生产能力		/				实际生产能力		/		环评单位		南京瑞森辐射技术有限公司	
	环评文件审批机关		江苏省生态环境厅				审批文号		苏环辐（表）审（2021）13号		环评文件类型		环境影响评价报告表	
	开工日期		2021年5月				竣工日期		2022年12月		排污许可证申领时间		/	
	环保设施设计单位		/				环保设施施工单位		/		本工程排污许可证编号		/	
	验收单位		南京同仁医院有限公司				环保设施监测单位		南京瑞森辐射技术有限公司		验收监测时工况			
	投资总概算（万元）		9000				环保投资总概算（万元）		800		所占比例（%）		8.89	
	实际总投资（万元）		7000				实际环保投资（万元）		700		所占比例（%）		10	
	废水治理（万元）		/	废气治理（万元）	/	噪声治理（万元）	/	固体废物治理（万元）		/	绿化及生态（万元）	/	其他（万元）	700
	新增废水处理设施能力		/				新增废气处理设施能力		/		年平均工作时		/	
运营单位			南京同仁医院有限公司			运营单位社会统一信用代码（或组织机构代码）			913201157971221278		验收时间		2023年4月28日	
污染物排放与总量控制（工业建设项目详填）	污染物		原有排放量(1)	本期工程实际排放浓度(2)	本期工程允许排放浓度(3)	本期工程产生量(4)	本期工程自身削减量(5)	本期工程实际排放量(6)	本期工程核定排放总量(7)	本期工程“以新带老”削减量(8)	全厂实际排放总量(9)	全厂核定排放总量(10)	区域平衡替代削减量(11)	排放增减量(12)
	废水		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	化学需氧量		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	氨氮		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	石油类		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	废气		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	二氧化硫		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	烟尘		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	工业粉尘		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	氮氧化物		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
工业固体废物		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
与项目有关的其他特征污染物		工作场所周围 X-γ 剂量当量率		≤2.5μSv	≤2.5μSv									

注：1、排放增减量：（+）表示增加，（-）表示减少。2、(12)=(6)-(8)-(11)，（9）=(4)-(5)-(8)-(11)+（1）。3、计量单位：废水排放量——万吨/年；废气排放量——万立方米/年；工业固体废物排放量——万吨/年；水污染物排放浓度——毫克/升