

安徽省立医院  
核医学科建设项目竣工环境保护  
(分期) 验收监测报告表

报告编号：瑞森(验)字(2022)第015号

建设单位：安徽省立医院

编制单位：南京瑞森辐射技术有限公司

二〇二二年六月

建设单位：安徽省立医院

法人代表（签字）：刘连新

编制单位：南京瑞森辐射技术有限公司

法人代表（签字）：王爱强

项目负责人：

填表人：

建设单位（盖章）：安徽省立医院

电话

传真：

邮编：230001

地址：安徽省合肥市庐阳区庐江路17号

编制单位（盖章）：南京瑞森辐射技术有限公司

电话：

传真：

邮编：210003

地址：南京市鼓楼区建宁路61号中央金地广场1幢1317室

## 目 录

表一 建设项目基本情况 .....	1
表二 建设项目工程分析 .....	13
表三 辐射安全与防护设施/措施 .....	23
表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定 .....	41
表五 验收监测质量保证及质量控制 .....	47
表六 验收监测内容 .....	49
表七 验收监测期间生产工况 .....	51
表八 验收监测结论 .....	65
<b>附图： 本项目相关图纸 .....</b>	<b>68</b>
<b>附件1： 项目委托书 .....</b>	<b>75</b>
<b>附件3： 项目环境影响报告表批复文件 .....</b>	<b>85</b>
<b>附件4： 辐射安全许可证正副本复印件 .....</b>	<b>88</b>
<b>附件5： 屏蔽防护 施工材料及厚度 .....</b>	<b>99</b>
<b>附件6： 辐射安全管理机构及制度 .....</b>	<b>102</b>
<b>附件7： 辐射工作人员培训证书及健康证明 .....</b>	<b>138</b>
<b>附件8： 个人剂量监测报告 .....</b>	<b>149</b>
<b>附件9： 放射性药品及其原料转让审批表 .....</b>	<b>162</b>
<b>附件10： 竣工环保验收监测报告 .....</b>	<b>165</b>
<b>附件11： 验收监测单位CMA资质证书及设备检定/校准证书 .....</b>	<b>185</b>
<b>建设项目竣工环境保护“三同时”验收登记表 .....</b>	<b>198</b>

表一 建设项目基本情况

建设项目名称	安徽省立医院核医学科建设项目竣工环境保护（分期）验收 <sup>①</sup>			
建设单位名称	安徽省立医院 (统一社会信用代码)			
建设项目性质	<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 退役			
建设地点	安徽省合肥市庐阳区庐江路17号医院医技楼一层			
源项	放射源（类别）	非密封放射性物质 (场所等级)	射线装置 (类别)	退役项目
	/	乙	III类	/
建设项目 环评批复时间	2020年12月3日	开工建设时间	2021年1月	
取得辐射安全 许可证时间	2021年4月30日	项目投入运行时间		
退役污染治理 完成时间	/	验收现场监测时间		
环评报告表 审批部门	安徽省生态环境 厅	环评报告表 编制单位	南京瑞森辐射技术有限 公司	
辐射安全与防护 设施设计单位	/	辐射安全与防护设 施施工单位	/	
投资总概算		辐射安全与防护设 施投资总概算	比例	10.7%
实际总概算		辐射安全与防护设 施实际总概算	比例	11.1%
备注： <sup>①</sup> 本项目环评时建设1处乙级非密封放射性物质工作场所，于场所内使用放射性同位素 <sup>99m</sup> Tc、 <sup>131</sup> I以及2台SPECT/CT用于开展显像诊断。实际已建成1处乙级非密封放射性物质工作场所，于场所内使用放射性同位素 <sup>99m</sup> Tc及1台SPECT/CT用于开展显像诊断。 <sup>②</sup> 本项目目前仅建成2间SPECT/CT机房及相关辅助用房，安装一台SPECT/CT，实际总概算较环评时小。				
验收依据	<b>建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度：</b> (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》，全国人大常务委员			

<p>会，2003年10月1日起施行；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》（2017年修改），国务院令 第682号，2017年10月1日发布施行；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令 第449号，2005年12月1日起施行；2019年修改，国务院令 709号，2019年3月2日施行；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2019年修正本），生态环境部部令 第7号，2019年8月22日起施行；</p> <p>(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；</p> <p>(8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，生态环境部令 第16号，2021年1月1日起施行；</p> <p>(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）；</p> <p>(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；</p> <p>(11) 《安徽省放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，2015年8月12日施行；</p> <p>(12) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，国环规环评〔2017〕4号，2017年11月20日起施行；</p> <p>(13) 《放射工作人员职业健康管理辦法》，中华人民共和国卫生部令 第55号，2007年11月1日起施行；</p> <p>(14) 《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》生态环境部公告[2018]第9号，2018年5月15日印发；</p> <p>(15) 《安徽省环境保护条例》，2017年11月17日安徽省第十二届人民代表大会常务委员会第四十一次会议修订，2018年1月1日起施行。</p> <p>(16) 《关于印发〈污染影响类建设项目重大变动清单（试行）〉</p>
--

的通知》，生态环境部办公厅，环办环评函[2020]688号，2020年12月13日印发。

**建设项目竣工环境保护验收技术规范：**

- (1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；
- (2) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；
- (3) 《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999-2021）；
- (4) 《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；
- (5) 《表面污染测定 第一部分 $\beta$ 发射体（ $E_{\beta\max}>0.15\text{MeV}$ ）和 $\alpha$ 发射体）》（GB/T 14056.1-2008）；
- (6) 《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）；
- (7) 《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）
- (8) 《公共场所集中空调通风系统卫生规范》（WS 394-2012）；
- (9) 《操作非密封源的辐射防护规定》（GB 11930-2010）；
- (10) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）；
- (11) 《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ 98-2020）；
- (12) 《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）；
- (13) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）；
- (14) 《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）（环评评价标准）；
- (15) 《临床核医学放射卫生防护标准》（GBZ 120-2006）（已作废，环评评价标准）；
- (16) 《医用放射性废物的卫生防护管理》（GBZ 133-2009）（已作废，环评评价标准）。

**建设项目环境影响报告书（表）及其审批部门审批文件：**

- (1) 《安徽省立医院核医学科建设项目环境影响报告表》，南京瑞森辐射技术有限公司，2020年11月。见附件2；
- (2) 《安徽省生态环境厅关于安徽省立医院核医学科建设项目环境影响报告表审批意见的函》，安徽省生态环境厅，审批文号：（皖环函〔2020〕671号，2020年12月3日。见附件3；

	<p><b>其他相关文件：</b></p> <p>(1) 《安徽省环境状况公报》（2019年）。</p>														
验收监测 执行标准	<p><b>人员年受照剂量限值：</b></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;"><b>表1-1 工作人员职业照射和公众照射剂量限值：</b></p> <table border="1" data-bbox="404 584 1321 1137"> <thead> <tr> <th></th> <th>剂量限值</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>职业照射</td> <td>           工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值：            ①由审管部门决定的连续5年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv；            ②任何一年中的有效剂量，50mSv；            ③眼睛体的年当量剂量，150mSv；            ④四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。         </td> </tr> <tr> <td>公众照射</td> <td>           实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值：            ①年有效剂量，1mSv；            ②特殊情况下，如果5个连续年的年平均剂量不超过1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到5mSv；            ③眼晶体的年当量剂量，15mSv；            ④皮肤的年当量剂量，50mSv。         </td> </tr> </tbody> </table> <p>(2) 根据本项目环评及批复文件确定本项目个人剂量管理目标值，本项目管理目标值见表1-2。</p> <p style="text-align: center;"><b>表 1-2 工作人员职业照射和公众照射剂量管理目标值</b></p> <table border="1" data-bbox="404 1317 1321 1547"> <thead> <tr> <th>项目名称</th> <th>适用范围</th> <th>管理目标值</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">安徽省立医院核医学科建设项目</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>0.25mSv/a</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>辐射管理分区：</b></p> <p>根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求，应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。</p> <p>(1) 控制区</p> <p>注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限值潜在照射的范围。</p>		剂量限值	职业照射	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①由审管部门决定的连续5年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv； ②任何一年中的有效剂量，50mSv； ③眼睛体的年当量剂量，150mSv； ④四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。	公众照射	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②特殊情况下，如果5个连续年的年平均剂量不超过1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到5mSv； ③眼晶体的年当量剂量，15mSv； ④皮肤的年当量剂量，50mSv。	项目名称	适用范围	管理目标值	安徽省立医院核医学科建设项目	职业照射有效剂量	5mSv/a	公众有效剂量	0.25mSv/a
	剂量限值														
职业照射	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①由审管部门决定的连续5年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv； ②任何一年中的有效剂量，50mSv； ③眼睛体的年当量剂量，150mSv； ④四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。														
公众照射	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②特殊情况下，如果5个连续年的年平均剂量不超过1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到5mSv； ③眼晶体的年当量剂量，15mSv； ④皮肤的年当量剂量，50mSv。														
项目名称	适用范围	管理目标值													
安徽省立医院核医学科建设项目	职业照射有效剂量	5mSv/a													
	公众有效剂量	0.25mSv/a													

## （2）监督区

注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

### 工作场所布局要求：

### 环评时执行标准：

根据《临床核医学放射卫生防护标准》（GBZ 120-2006）的要求，本项目核医学工作场所布局应遵循下述要求：

第4.5款 合成和操作放射性药物所用的通风橱，工作中应有足够的风速（一般风速不小于1m/s），排气口应高于本建筑屋脊，并酌情设有活性炭过滤或其他专用过滤装置，排出空气浓度不应超过有关法规标准规定的限值。

第4.6款 凡I类工作场所和开展放射性药物治疗的单位应设有放射性污水池，以存放放射性污水直至符合排放要求时方可排放。废原液和高污染的放射性废液应专门收集存放。

第4.7款 临床核医学工作场所应备有收集放射性废物的容器，容器上应有放射性标志。放射性废物应按长半衰期和短半衰期分别收集，并给予适当屏蔽。固体废物如污染的针头、注射器和破碎的玻璃器皿等应贮于不泄漏、较牢固、并有合适屏蔽的容器内。放射性废物应及时按GBZ133进行处理。

第4.8款 临床核医学诊断及治疗用工作场所（包括通道）应注意合理安排与布局。其布局应有助于实施工作程序，如一端为放射性物质贮存室，依次为给药室、候诊室、检查室、治疗室等。并且应避免无关人员通过。

第4.9款 临床核医学诊断用给药室与检查室应分开。如必须在检查室给药，应具有相应的放射防护设备。

第4.10款 临床核医学诊断用候诊室应靠近给药室和检查室，宜有受检者专用厕所。

### 现行标准：

根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）的要求，



本项目核医学工作场所布局应遵循下述要求：

## 5.2 布局

5.2.1 核医学工作场所应合理布局，住院治疗场所和门诊诊断场所应相对分开布置；同一工作场所内应根据诊疗流程合理设计各功能区域的布局，控制区应相对集中，高活室集中在一端，防止交叉污染。尽量减小放射性药物、放射性废物的存放范围，限制给药后患者的活动空间。

5.2.2 核医学工作场所应设立相对独立的工作人员、患者、放射性药物和放射性废物路径。工作人员通道和患者通道分开，减少给药后患者对其他人员的照射。注射放射性药物后患者与注射放射性药物前患者不交叉，人员与放射性药物通道不交叉，放射性药物和放射性废物运送通道应尽可能短捷。

5.2.3 核医学工作场所宜采取合适的措施，控制无关人员随意进入控制区和给药后患者的随意流动，避免工作人员和公众受到不必要的照射。控制区的出入口应设立卫生缓冲区，为工作人员和患者提供必要的可更换衣物、防护用品、冲洗设施和表面污染监测设备。控制区内应设有给药后患者的专用卫生间。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求，本项目核医学工作场所布局应遵循下述要求：应合理设置X射线设备、机房的门、窗和管线口位置，应尽量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位；机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物；机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

### 工作场所放射防护安全要求：

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

5.2.3 核医学工作场所的通风按表 1 要求，通风系统独立设置，应保持核医学工作场所良好的通风条件，合理设置工作场所的气流组织，遵循自非放射区向监督区再向控制区的流向设计，保持含放射性核素场所负压以防止放射性气体交叉污染，保证工作场所的空气质量。合成和操作放射性药物所用的通风橱应有专用的排风装

置，风速应不小于 0.5 m/s。排气口应高于本建筑物屋顶并安装专用过滤装置，排出空气浓度应达到环境主管部门的要求。GBZ 120-2020

5.2.4 分装药物操作宜采用自动分装方式，<sup>131</sup>I 给药操作宜采用隔室或遥控给药方式。

5.2.5 放射性废液衰变池的设置按环境主管部门规定执行。暴露的污水管道应做好防护设计。

5.2.6 控制区的入口应设置电离辐射警告标志。

5.2.7 核医学场所中相应位置应有明确的患者或受检者导向标识或导向提示。

5.2.8 给药后患者或受检者候诊室、扫描室应配备监视设施或观察窗和对讲装置。

5.2.9 应为放射性物质内部运输配备有足够屏蔽的储存、转运等容器。容器表面应设置电离辐射标志。

5.2.10 扫描室外防护门上方应设置工作状态指示灯。

#### 核医学工作场所分级：

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）附录C规定的非密封源工作场所的分级，应按表1-3将非密封源工作场所按放射性核素日等效最大操作量的大小分级。

表 1-3 非密封源工作场所的分级

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

放射性核素的日等效操作量等于放射性核素的实际日操作量（Bq）与该核素毒性组别修正因子的积除以与操作方式有关的修正因子所得的商。放射性核素的毒性组别修正因子及操作方式有关的修正因子分别见表1-4和表1-5。

表 1-4 放射性核素毒性组别修正因子

毒性组别	毒性组别修正因子
------	----------

极毒	10
高毒	1
中毒	0.1
低毒	0.01

表 1-5 操作方式与放射源状态修正因子

操作方式	修正因子			
	表面污染水平较低的固体	液体, 溶液, 悬浮液	表面有污染的固体	气体, 蒸汽, 粉末, 压力很高的液体, 固体
源的贮存	1000	100	10	1
很简单的操作	100	10	1	0.1
简单操作	10	1	0.1	0.01
特别危险的操作	1	0.1	0.01	0.001

**核医学辐射工作场所表面污染控制水平要求:**

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中表11的规定，对于工作场所的放射性表面污染，应满足表1-6的控制水平。

表 1-6 工作场所放射性表面污染控制水平（单位：Bq/cm<sup>2</sup>）

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 <sup>1)</sup>	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) 该区内的污染子区除外

**工作场所放射防护安全要求:**

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求，本项目SPECT/CT机房应满足下述要求：

5 X射线设备防护性能的技术要求

5.4.1在扫描程序开始之前，应指明某一扫描程序期间所使用的CT运行条件。

5.4.2对于任何一种CT扫描程序，都应在操作者控制台上显示剂量信息。

5.4.3应设置急停按钮，以便在CT扫描过程中发生意外时可以及时停止出束。

5.8.2 在机房内应具备工作人员在不变换操作位置情况下能成功切换透视和摄影功能的控制键。

5.8.3 X射线设备应配备能阻止使用焦皮距小于20cm的装置。

## 6 X射线设备机房防护设施的技术要求

### 6.1 X射线设备机房布局

6.1.1 应合理设置X射线设备、机房的门、窗和管线口位置，应尽量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。

6.1.2 X射线设备机房（照射室）的设置应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。

6.1.5 除床旁摄影设备、便携式X射线设备和车载式诊断X射线设备外，对新建、改建和扩建项目和技术改造、技术引进项目的X射线设备机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应符合表2的规定。

表 1-7 X 射线设备（照射室）使用面积及单边长度

设备类型	机房内最小有效使用面积(m <sup>2</sup> )	机房内最小单边长度(m)
CT机	30	4.5
单管头 X 射线设备	20	3.5

### 6.2 X射线设备机房屏蔽

6.2.1 不同类型X射线设备（不含床旁摄影设备和便携式X射线设备）机房的屏蔽防护应不低于下表的规定。

表 1-8 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向铅当量(mm)	非有用线束方向铅当量(mm)
CT 机房（不含头颅移动CT）	2.5	2

### 6.3 X射线设备机房屏蔽体外剂量水平

6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

	<p>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<math>2.5\mu\text{Sv/h}</math>；测量时，X射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间；</p> <p>b) CT机、乳腺摄影、乳腺CBCT、口内牙片摄影、牙科全景摄影、牙科全景头颅摄影、口腔CBCT和全身骨密度仪机房外的周围剂量当量率应不大于<math>2.5\mu\text{Sv/h}</math>；</p> <p><b>6.4 X射线设备工作场所防护</b></p> <p><b>6.4.1</b> 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。</p> <p><b>6.4.2</b> 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。</p> <p><b>6.4.3</b> 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。</p> <p><b>6.4.4</b> 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。</p> <p><b>6.4.5</b> 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。</p> <p><b>6.4.6</b> 电动推拉门宜设置防夹装置。</p> <p><b>6.4.7</b> 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。</p> <p><b>6.4.9</b> CT装置的安放应利于操作者观察受检者。</p> <p><b>6.4.10</b> 机房出入门宜处于散射辐射相对低的位置。</p> <p><b>6.5 X射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求</b></p> <p><b>6.5.1</b> 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。</p> <p><b>6.5.3</b> 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<math>0.25\text{mmPb}</math>；介入防护手套铅当量应不小于<math>0.025\text{mmPb}</math>；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于<math>0.5\text{mmPb}</math>；移动铅防护屏风铅当量应不小于<math>2\text{mmPb}</math>。</p> <p><b>6.5.4</b> 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</p>
--	---

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 1-9 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、铅橡胶帽子	—
注：1.“—”表示不要求；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。				

#### 放射性固废暂存及清洁解控的要求：

根据《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）的要求，本项目应设置满足如下条件的放射性固废容器。

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0.1 mSv/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，本项目放射性固废在放射性固废贮存设施中暂存衰变，在满足

以下条件，方能作为医疗废物处理。

7.2.3.1 固体放射性废物暂存时间满足下列要求的，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， $\alpha$  表面污染小于  $0.08 \text{ Bq/cm}^2$ 、 $\beta$  表面污染小于  $0.8 \text{ Bq/cm}^2$  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；

b) 所含核素半衰期大于 24 小时的放射性固体废物暂存时间超过核素最长半衰期的 10 倍；

c) 含碘-131 核素的放射性固体废物暂存超过 180 天。

7.2.3.2 不能解控的放射性固体废物应该按照放射性废物处理的相关规定予以收集、整备，并送交有资质的单位处理。放射性废物包装体外的表面剂量率应不超过  $0.1 \text{ mSv/h}$ ，表面污染水平对  $\beta$  和  $\gamma$  发射体以及低毒性  $\alpha$  发射体应小于  $4 \text{ Bq/cm}^2$ 、其他  $\alpha$  发射体应小于  $0.4 \text{ Bq/cm}^2$ 。

#### 安全管理要求及环评要求：

《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及环评报告、环评批复中的相关要求。

## 表二 建设项目工程分析

## 项目建设内容:

为了配合医疗临床科室发展，安徽省立医院环评规划：对医技楼一层闲置房间进行改造，建设1处乙级非密封放射性物质工作场所，于场所内使用放射性同位素<sup>99m</sup>Tc、<sup>131</sup>I以及2台SPECT/CT用于开展显像诊断项目。于医技楼北侧空地新建1座总容积为165m<sup>3</sup>的地理式放射性废液处理系统（三级间歇式，每个池子为55m<sup>3</sup>）。该项目已于2020年11月完成项目的环境影响评价，于2020年12月3日取得了安徽省生态环境厅关于该项目的环评批复文件(皖环函[2020]671号)。实际建设内容主要技术参数与环评及批复一致。本项目环评报告表详见附件2，环评批复文件详见附件3。

实际建设情况：医院于SPECT/CT机房二内使用1台SPECT/CT（型号：西门子 Symbia Intevo16，最大管电压130kV，最大管电流345mA，属III类射线装置），同时使用放射性同位素<sup>99m</sup>Tc，开展核素显像诊断项目。于医技楼北侧空地新建1座总容积为165m<sup>3</sup>的地理式放射性废液处理系统（三级间歇式，每个池子为55m<sup>3</sup>），本项目与相邻的PET/MR项目共用一座衰变池。目前PET/MR项目还未投入使用。本项目内SPECT/CT机房一已建成，但还未安装设备，<sup>131</sup>I核素显像项目还未开展。本项目实际建设内容与技术参数在环评及其批复范围以内。

本次验收项目环评中未建设完成部分，待建设完成后另行履行环保手续。

表2-1 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
《安徽省立医院核医学科建设项目环境影响报告表》	建设地点：安徽省合肥市庐江路17号院内医技楼一层。 项目内容：医院拟扩建1处乙级非密封放射性物质工作，于场所内使用放射性同位素 <sup>99m</sup> Tc、 <sup>131</sup> I以及2台SPECT/CT用于开展显像诊断项目。 批复时间：2020年12月3日	建设地点：安徽省合肥市庐江路17号院内医技楼一层。 项目内容：医院扩建1处乙级非密封放射性物质工作，于SPECT/CT机房二场所内使用放射性同位素 <sup>99m</sup> Tc以及1台SPECT/CT用于开展显像诊断项目。	目前SPECT/CT机房一已建成，但未安装设备， <sup>131</sup> I项目还未开展，待建成后另行验收。本次验收项目实际建设规模及主要技术参数与其环评及批复一致。

安徽省立医院于2021年4月30日申领了辐射安全许可证（证书编号：皖环辐



证[00072]），活动种类和范围为：使用III类、V类放射源；使用II类、III类射线装置；生产、使用非密封放射性物质，乙级、丙级非密封放射性物质工作场所，有效期至2022年9月24日。辐射安全许可证见附件4。

本次验收项目辐射安全与防护设施环评计划总投资为2800万元，本项目目前仅建成2间SPECT/CT机房及相关辅助用房，安装一台SPECT/CT，实际总概算较环评时小。项目环评审批及实际建设情况见表2-2。

表2-2 扩建非密封放射性物质工作场所及医用射线装置使用项目环评审批及实际建设情况一览表

项目建设地点及其周围环境					
项目内容	环评规划情况			实际建设情况	备注
建设地点	安徽省合肥市庐江路17号医技楼一层			安徽省合肥市庐江路17号医技楼一层	与环评一致
周围环境	安徽省立医院 (本部)	东侧	普通商户及无为路，隔无为路为住宅区	普通商户及无为路，隔无为路为住宅区	与环评一致
		南侧	环城公园南路	环城公园南路	与环评一致
		西侧	宿州路，隔宿州路为安徽省医护校小区	宿州路，隔宿州路为安徽省医护校小区	与环评一致
		北侧	庐江路	庐江路	与环评一致
	非密封放射性 物质工作场所	东侧	PET/MR 中心	PET/MR 中心	与环评一致
		南侧	室外及医院围墙	室外及医院围墙	与环评一致
		西侧	高压氧治疗中心	高压氧治疗中心	与环评一致
		北侧	院内道路	院内道路	与环评一致
		上方	会议室、主任办公室、物理室及技术 员办公室等	会议室、主任办公室、物理室及技术 员办公室等	与环评一致
		下方	回旋加速器机房及配套用房	回旋加速器机房及配套用房	与环评一致

非密封放射性物质										
核素名称	环评建设规模					实际建设规模				
	日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	活动种类	使用场所	日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	活动种类	使用场所
<sup>99m</sup> Tc	2.22×10 <sup>10</sup>	2.22×10 <sup>7</sup>	5.55×10 <sup>12</sup>	乙级	核医学科	2.22×10 <sup>10</sup>	2.22×10 <sup>7</sup>	5.55×10 <sup>12</sup>	乙级	核医学科
射线装置										
射线装置名称	环评建设规模					实际建设规模				
	型号	数量	管电压、管电流	类别	使用场所	型号	数量	管电压、管电流	类别	使用场所
SPECT/CT	Symbia Intevo16	1台	管电压：130kV， 管电流：345mA	III类	核医学科	Symbia Intevo Bold	1台	管电压：130kV， 管电流：345mA	III类	核医学科
废弃物										
名称	环评建设规模								实际建设规模	
	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向		
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	不暂存	直接进入大气，臭氧在常温常压下稳定性较差，可自行分解为氧气	与环评一致	

含放射性同位素的卫生间下水及含有放射性同位素的清洗废水	液体	$^{99m}\text{Tc}$	/	约9m <sup>3</sup>	约108m <sup>3</sup>	总 $\beta$ <10 Bq/L	流入衰变池中	衰变池内暂存，达到排放标准后，排放至医院污水综合处理站	满足环评要求
$^{99m}\text{Tc}$ 液态放射性药物分装时挥发的微量气溶胶	气体	$^{99m}\text{Tc}$	/	微量	微量	微量	不暂存	在通风橱中操作，过滤后排至室外	满足环评要求
含有 $^{99m}\text{Tc}$ 放射性核素的注射器、手套、擦拭废纸及废活性炭等	固体	$^{99m}\text{Tc}$	/	约15 kg	约180kg	小于各核素清洁解控水平	存放于废物间或废物桶内	废物间内暂存，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	满足环评要求

## 污染源项分析：

### 1、辐射污染源项

由本项目工程分析和产污环节可知，核医学项目主要产生以下放射性污染：

辐射：SPECT/CT扫描时产生的X射线； $^{99m}\text{Tc}$ 药物在取药、注射、注射后候诊、扫描等操作过程中产生的 $\gamma$ 射线。以上射线会造成医务人员和公众的外照射。

废气：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。

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。

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。

### 2、非辐射污染源项

SPECT/CT机房CT扫描时产生X射线，X射线与空气相互作用可产生少量的臭氧( $\text{O}_3$ )和氮氧化物( $\text{NO}_x$ )等有害气体。

本项目一般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河水管网，对周围环境影响较小；固体废物主要是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。

## 工程设备与工艺分析：

### 1、工作原理

SPECT/CT即单光子发射型计算机断层显像（Single Photon emission computed tomography，简称SPECT/CT）。SPECT/CT显像，其原理是利用引入人体内的放射性核素发出的 $\gamma$ 射线经碘化钠晶体产生闪光，闪烁光子再与光电倍增管的光阴极发生相互作用，产生光电效应。光电效应产生的光电子经光电倍增管，在荧光屏上形成闪烁影像。利用滤波反投影方法，借助计算机处理系统可以从一系列投影影像重建横向断层影像，由横向断层影像的三维信息再经影像重建组合获得矢状、冠状断层或任意斜位方向的断层影像。SPECT是单光子发

射型计算机断层显像仪和CT一体化组合的影像诊断设备，将功能代谢与解剖结构完美结合显示成像，是目前临床核医学最广泛应用的医学影像诊断设备。

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

安徽省立医院购置的 SPECT/CT，型号为 Symbia Intevo16，其使用的 CT 最大管电压 130kV，最大输出电流 345mA。本项目 SPECT/CT 显像使用的放射性药物为  $^{99m}\text{Tc}$ 。

SPECT/CT 工作时，其 CT 的 X 射线管会产生 X 射线，属于III类射线装置。

本项目所用的放射性同位素特性见表 2-3：

表 2-3 本项目使用的放射源信息表

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

## 2、工作流程及产污环节

安徽省立医院本次新增的核医学科使用的放射性药物 $^{99m}\text{Tc}$ 购自有资质供货商，其操作流程如下：医院根据患者预约情况，确定当天所使用的药物剂量，向专业供应商订购，供应商根据医院预约的时间和用量定时（患者就诊前）将药物从抢救室再通过内廊送达核医学科的储源室内，医院指定专人负责药物的接收和登记，并当天用完。

SPECT/CT核素显像是将放射性核素及其标记物注射或通过口服进入到人体内。由于机体功能和代谢变化，因而可以通过放射性核素及其标记物在体内的分布和代谢来反映人体内的病理和生理变化。放射性药物进入人体后，特定的放射性药物按照自身的规律发生衰变，在此过程中可发射一定能量的 $\gamma$ 射线，利用SPECT/CT可以在人体外探测到体内放射性核素的分布，从而能准确的观察到体内的病理和生理变化过程，为临床诊断提供可靠信息。

因此，在SPECT/CT核素显像检查过程中，主要环境影响为给药对工作人员产生的外照射；给药过程对工作台面、地面等造成的表面污染；操作过程产生

的放射性固体废物，如使用放射性药物的注射器、注射针头、可能沾染放射性药物的试管、棉签、手套、口罩、污染擦拭或清洗物等放射性固体废物；操作过程产生的放射性废水，如洗涤废水、使用放射性药物患者的排泄物。CT扫描时产生的X射线。

患者在接到通知后至注射室注射、服药窗口前注射或口服药物。医护人员在铅通风橱内根据患者用药情况将药物分装至带铅套的注射器内或者容器内，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或者患者口服药物。注射完毕后的注射器及患者服药后的一次性器皿放入专用废物铅桶内。。

患者根据注入的  $^{99m}\text{Tc}$  药物特性，在 SPECT/CT 等候区内静坐等候 20~30min（骨扫描患者等候约 2-3 小时），待药物代谢至靶器官，再进入 SPECT/CT 机房，经医护人员摆位后，接受 SPECT/CT 的扫描，每次扫描约 10~20 分钟。扫描完成后，患者（部分留观）留观一段时间后，若无其他情况，从患者专用通道离开。

本项目 SPECT/CT 工作流程及产污环节分析见图 2-2。

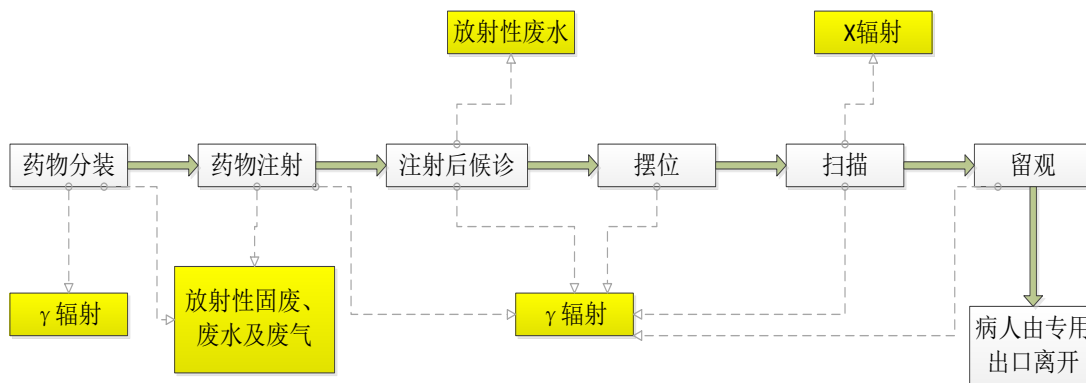


图 2-2 本项目工作流程及产污环节示意图

### 3、项目人流和物流的路径规划

本项目非密封放射性物质工作场所位于院区医技楼一层，改造前为闲置用房，改造后非密封放射性物质工作场所东侧为 PET/MR 中心，南侧为室外及医院围墙，西侧为高压氧治疗中心，北侧为院内道路，上方为会议室、主任办公室、物理室及技术员办公室等，下方为回旋加速器机房及配套用房。结合本项目的工艺流程，本次新增的非密封放射性物质工作场所及医用射线装置使用项目人流、物流路径规划具体如下：

### 1、工作人员路径：

工作场所的护士由南侧的更衣、缓冲间通过防护门进入内廊，再进入储源室取出所需注射或口服的放射性药物至注射室的通风橱内，在通风橱内完成活度测量等操作，最后在注射窗口给患者施药。该路径上更衣、缓冲间内配置有表面污染监测设备，设置有感应式洗手池和淋浴设施，注射室内产生的固体废物暂存于废物桶内，随后转移至核医学科的储源室内。

### 2、患者路径：

患者按预约日期首先到核医学科二层候诊室登记，登记后的患者通过楼梯下至一层通过西侧带有门禁装置的防护门进入SPECT/CT诊断区域，到达注射窗口，在注射室注射窗口注射或口服相对应的放射性同位素后，在SPECT/CT等候区休息等待，一般等待大约20~30min，骨扫描一般等待约2-3小时，再进入SPECT/CT机房进行显像检查，检查完毕后一小部分留观（休息约10min后离开）。该路径上，患者入口和患者出口处均设置为单向门禁，仅允许患者单向通行。该诊断区域内设有专用卫生间，患者在专用卫生间内如厕，不随意走动，诊断期间，各自根据叫号系统提示到相应的位置进行诊断检查。

### 3、工作场所使用的药物运送路径：

本项目所使用的放射性药物会提前向有资质的供应商提前预定，供货单位会在病人就诊前将放射性药物通过抢救室送至储源室暂存。

本次新增的工作场所区域划分及病人、医护人员流动路线见图2-3。

核医学科建设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，本次乙级非密封放射性物质工作场所布局满足《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）中关于临床核医学工作场所的要求以及《操作非密封源的辐射防护规定》（GB11930-2010）要求。



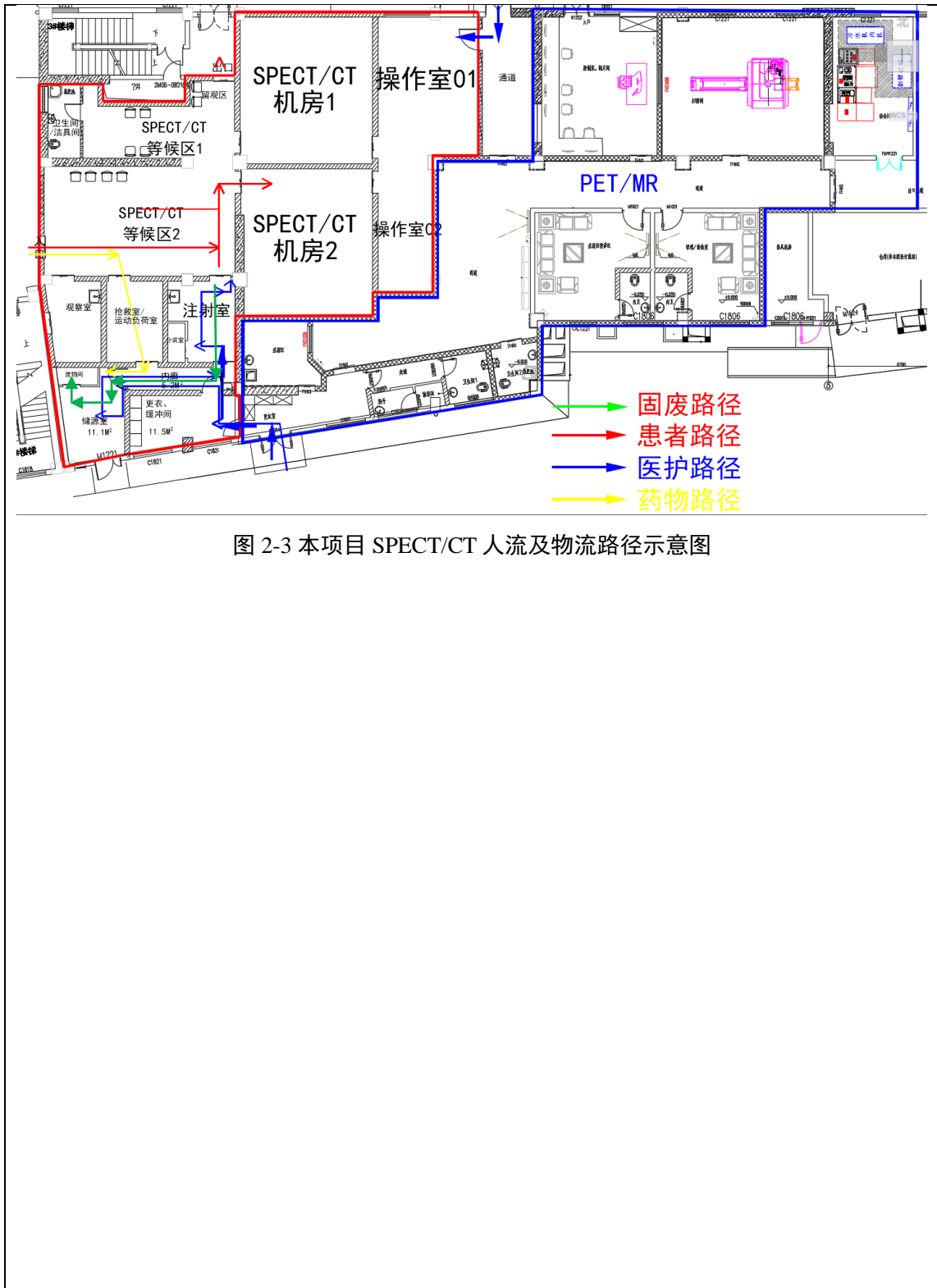


图 2-3 本项目 SPECT/CT 人流及物流路径示意图

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**

**布局：**安徽省立医院本次新增的核医学工作场所为乙级非密封放射性物质工作场所。

本次新增的工作场所包括以下主要房间：观察室、抢救室（运动负荷室）、注射室、储源室、更衣（缓冲间）、SPECT/CT等候区、卫生间、SPECT/CT机房、操作室等。

本次新增的核医学科建设项目人流、物流路径规划具体如下：

**1、工作人员路径：**

工作场所的护士由南侧的更衣、缓冲间通过防护门进入内廊，再进入储源室取出所需注射或口服的放射性药物至注射室的通风橱内，在通风橱内完成药物活度测量等操作，最后在注射窗口给患者施药。该路径上更衣、缓冲间内配置有表面污染监测设备，设置有感应式洗手池和淋浴设施，注射室内产生的固体废弃物暂存于废物桶内，随后转移至核医学科的储源室内。

**2、患者路径：**

患者按预约日期首先到核医学科二层候诊室登记，登记后的患者通过楼梯下至一层通过西侧带有门禁装置的防护门进入SPECT/CT诊断区域，到达注射窗口，在注射室注射窗口注射或口服相对应的放射性同位素后，在SPECT/CT等候区休息等待，一般等待大约20~30min，骨扫描一般等待约2-3小时，再进入SPECT/CT机房进行显像检查，检查完毕后一小部分受检者留观（休息约10min后离开）。该路径上，患者入口和患者出口处均设置为单向门禁，仅允许患者单向通行。该诊断区域内设有专用卫生间，患者在专用卫生间内如厕，不随意走动，诊断期间，各自根据叫号系统提示到相应的位置进行诊断检查。

**3、工作场所使用的药物运送路径：**

本项目所使用的放射性药物会提前向有资质的供应商提前预定，供货单位会在病人就诊前将放射性药物通过抢救室送至储源室暂存。

核医学科建设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

患有各自独立的通道，本次乙级非密封放射性物质工作场所布局满足工作场所布局符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）的标准要求。SPECT/CT设备的设置位置便于操作者观察受检者状态，且SPECT/CT球管远离机房防护门、观察窗和管线口位置，观察窗的设置位置便于观察到防护门的开闭情况，符合《核医学放射防护与安全要求》（HJ1188-2021）的标准要求。

**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：观察室、抢救室（运动负荷室）、注射室、储源室、内廊、SPECT/CT候诊区、SPECT/CT机房等。其余房间如：更衣、缓冲间和操作室等划为监督区。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，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，基本符合《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。本项目核医学科平面布置、两区划分见图3-1，工作场所区域划分及病人、医护人员流动路线见图3-2。

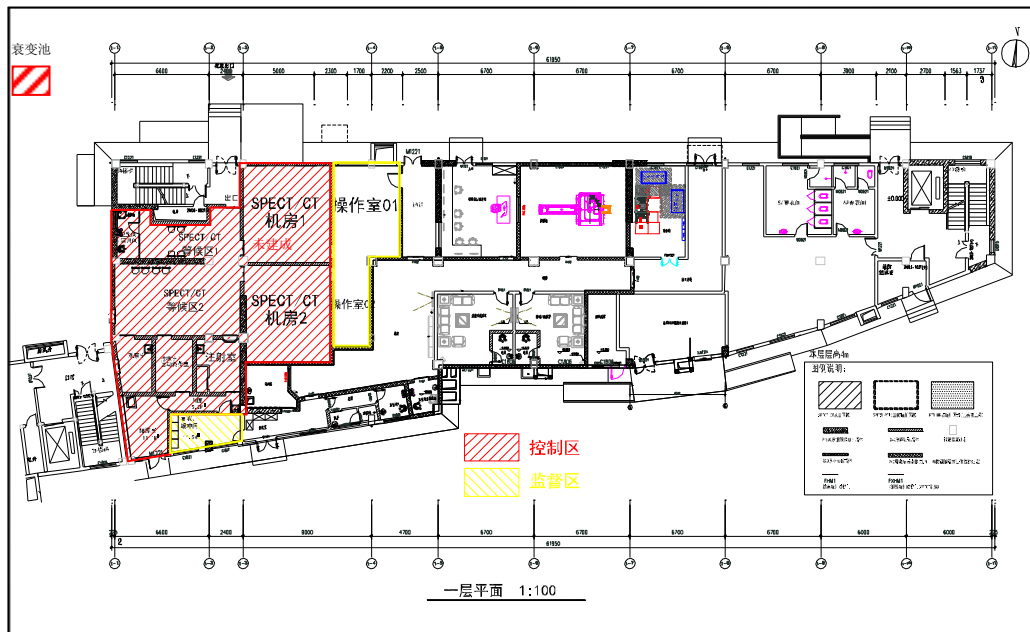


图3-1本项目核医学科分区示意图



图3-2本项目核医学科人员-流动及物流流动示意图

## 2、工作场所屏蔽设施建设情况

本项目核医学科建设项目屏蔽设计参数见表3-1，屏蔽施工方案见附件5。

表 3-1 核医学工作场所屏蔽防护落实情况一览表

场所名称		环评要求防护设计	实际建设情况	备注
注射室	四面墙体	东墙为 300mm 混凝土，南、西、北墙为 240mm 实心砖墙	东墙为 400mm 混凝土，南、西、北墙为 240mm 实心砖墙+3cm 硫酸钡水泥	满足环评要求
	顶棚	100mm 厚混凝土+2mm 铅板	100mm 厚混凝土+2mm 铅板	
	地面	400mm 厚混凝土	400mm 厚混凝土	
	通风橱	防护门为 5mmPb 铅防护门	防护门为 5mmPb 铅防护门	
	防护门	20mmPb ( <sup>99m</sup> Tc 用)、40mmPb ( <sup>131</sup> I 用)	20mmPb ( <sup>99m</sup> Tc 用)、40mmPb ( <sup>131</sup> I 用)	
	注射窗	10mmPb	10mmPb	
抢救室	四面墙体	240mm 实心砖墙	240mm 实心砖墙+3cm 硫酸钡水泥	满足环评要求
	顶棚	100mm 厚混凝土+2mm 铅板	100mm 厚混凝土+2mm 铅板	
	地面	400mm 厚混凝土	400mm 厚混凝土	
	防护门	5mmPb 铅门	5mmPb 铅门	
观察室	四面墙体	240mm 实心砖墙	240mm 实心砖墙+3cm 硫酸钡水泥	满足环评要求
	顶棚	100mm 厚混凝土+2mm 铅板	100mm 厚混凝土+2mm 铅板	
	地面	400mm 厚混凝土	400mm 厚混凝土	
	防护门	5mmPb 铅门	5mmPb 铅门	
储源室	四面墙体	240mm 实心砖墙	240mm 实心砖墙+3cm 硫酸钡水泥	满足环评要求
	顶棚	100mm 厚混凝土+2mm 铅板	100mm 厚混凝土+2mm 铅板	
	地面	400mm 厚混凝土	800mm 厚混凝土	
	防护门	5mmPb 铅门	8mmPb 铅门	
SPECT/CT 机房 1	四面墙体	240mm 实心砖墙+3cm 硫酸钡	东、南、北墙为 240mm 实心砖墙+2cm 铅板，西墙为 400mm 厚混凝土	满足环评要求
	顶棚	100mm 厚混凝土+2mm 铅板	120mm 混凝土+2mm 铅板	
	地面	800mm 混凝土	800mm 混凝土	

	防护门/观察窗	5mmPb 铅门	10mmPb	
SPECT/CT 等候区 1	四面墙体	东墙为 240mm 实心砖墙+3cm 硫酸钡、北墙为 240mm 实心砖墙，南、西墙为 300mm 混凝土	东墙为 240mm 实心砖墙+3cm 硫酸钡、北墙为 240mm 实心砖墙，南、西墙为 300mm 混凝土	满足环评要求
	顶棚	100mm 厚混凝土+2mm 铅板	240mm 混凝土	
	地面	400mm 混凝土	400mm 混凝土	
	防护门	5mmPb	5mmPb	

注：本项目衰变池上方盖有6mmPb当量的铅板。衰变池上方为控制区；严格按照相关标准要求实行控制区管理。

现场验收时对机房面积和最小单边长度进行测量，核实情况如表3-2所示。由表可以看出，SPECT/CT机房规格符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）规定的“CT机房的有效使用面积不小于30m<sup>2</sup>，最小单边长度不小于4.5m”的要求。

表 3-2 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 <sup>2</sup> )	最小单边长度 (m)	最小有效面积要求 (m <sup>2</sup> )	最小单边长度要求 (m)	评价
SPECT/CT 机房	37.32	5.57	30	4.5	满足

### 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

本项目在患者进出控制区的防护门、抢救室、注射室、观察室、储源室、SPECT/CT扫描室的防护门、储源罐、药物转运防护罐、手提式屏蔽箱和废物桶上均设置了电离辐射警告标志，同时在核医学工作场所的控制区进出口和SPECT/CT机房门外地面设置了警示线，提醒人员勿靠近和逗留。在SPECT/CT机房患者入口处的大门和控制区进出口防护门上方设置了工作状态指示灯，指示灯设有“射线有害 灯亮勿入”的警示语句。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。本项目工作状态指示灯及电离辐射警告标志见图3-2。



图3-2 本项目核医学工作场所工作状态指示灯和电离辐射警告标志

(2) 门灯联锁及门机联动

本项目 SPECT/CT 机房的患者入口防护门设置有工作状态指示灯，工作状态指示灯与机房门设有联锁装置，用于提示机房内设备运行状态。现场检测门灯联动有效。

3) 影像监控装置及对讲系统

医院已在 SPECT/CT 核医学场所内安了摄像监控和语音对讲系统以及粘贴温馨告示和地面导诊图标，指导患者错时通行等，减少患者间的交叉照射。本项目影像监控装置、摄像头及对讲系统见图 3-3。

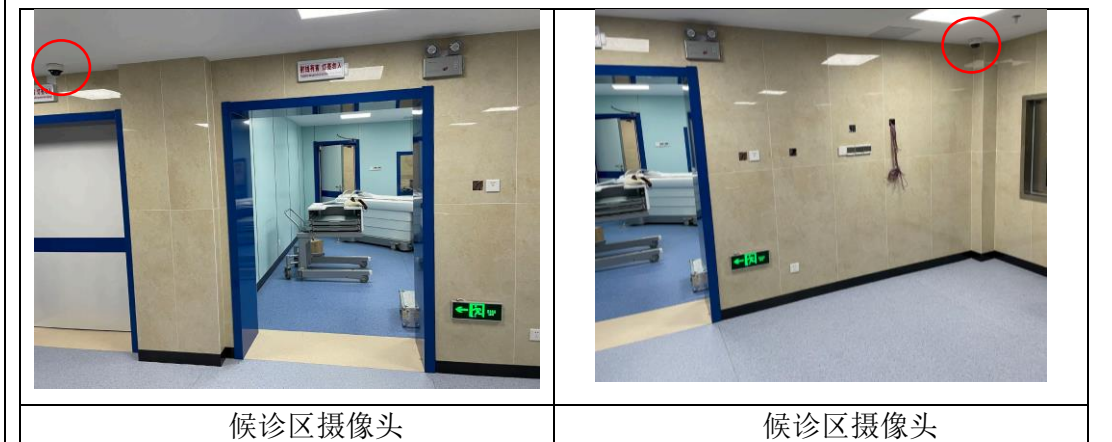






图3-3 本项目核医学工作场所影像监控装置、摄像头及对讲系统

(4) 急停按钮

本项目SPECT/CT控制室操作台上、设备上均设有急停按钮，紧急情况时，按下急停按钮即可关闭设备。经现场核查有效。见图3-4。



图3-4 本项目核医学工作场急停按钮

(5) 防护用品

医院为本项目配备了铅围裙、铅围脖、铅眼镜等个人防护用品及辅助用品，个人防护用品见图3-5，个人防护用品清单见表3-3。





图3-5 个人防护用品

表 3-3 本项目配备的个人防护用品及辅助用品清单

防护用品	数量	防护参数
铅围裙	3 件	0.5mmPb
铅围脖	3 个	0.5mmPb
铅眼镜	3 副	0.5mmPb

#### (6) 放射性“三废”处置

##### ①放射性废水

本项目临床核医学注射时均采用一次性器皿，无需洗消，可减少放射性废水的产生。该临床核医学项目中涉及的液体废物包括被放射性核素污染的液体、清洗液、病人排泄的放射性废物及不用的放射性药剂，工作人员如在取药操作不慎可能会造成局部表面污染，需要清洗去污。

医院在本项目核医学科下方新建一组三级溢流式衰变池，该衰变池由一个沉淀池加三个容积均为 $55\text{m}^3$ 的小池组成，核医学科产生的放射性废水先进入沉淀池进行初级沉淀后排入第一个衰变池中，待第一个衰变池的废水装满后关闭第一个衰变池的进水阀门，打开第二个衰变池的进水阀门，核医学科的废水通过沉淀池会排入第二衰变池内，此时第一个衰变池不外排放射性废水，待第二个衰变池的废水装满后，关闭第二个衰变池的进水阀门，打开第三个衰变池的进水阀门，此时核医学科产生的放射性废水均进入第三个衰变

池内，待第三个衰变池即将装满放射性废水时，此时打开第一个衰变池的排水阀门，将放射性废水排至医院污水处理站。三个衰变池以此往复运行。衰变池设计图见图 3-1。

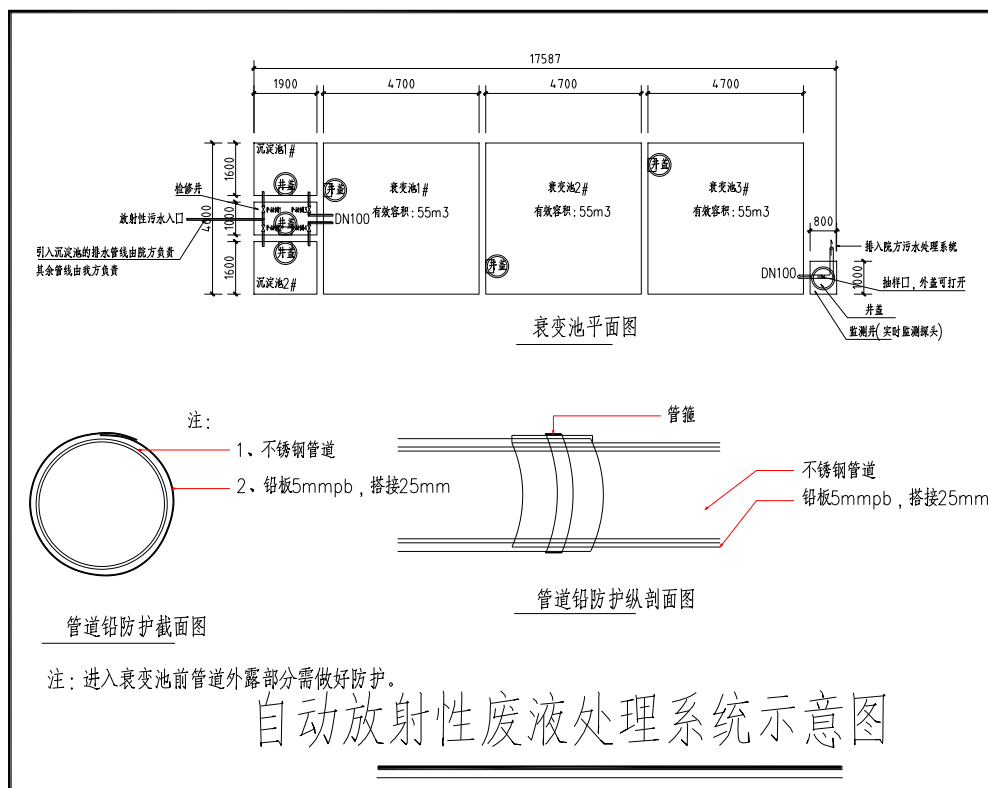


图 3-1 衰变池设计示意图

经与医院核实，本次验收为分期验收，验收时仅一台SPECT/CT投入使用，使用 $^{99m}\text{Tc}$ 药物开展核素显像诊断；目前日接诊量最大为2~3人次，检查患者保守按每检查一人次平均产生10L废水估算，工作场所清洁用水150L/天，工作人员80L/天，则放射性废水排放量为302L/天。放射性废水存储时间按31天计算，则31天总废水量为9362L，即9.362 m<sup>3</sup>。该衰变池容量（约165m<sup>3</sup>）能够满足放射性废水贮存超30天的要求。

本项目运行后，实际诊断人次可能达到环评时规模。按照保守预测使用 $^{99m}\text{Tc}$ 药物开展核素显像诊断30人次/天。因相邻的PET/MR项目共用一座衰变池，保守预计PET/MR项目开展核素显像诊断20人次/天。保守按每检查一人次平均产生10L废水估算，两个工作场所清洁用水300L/天，工作人员80L/天，每天产生放射性废水量为880L/天，则31天总废水量为27.28m<sup>3</sup>。该衰变池容量（约55m<sup>3</sup>×3=165m<sup>3</sup>）能够满足放射性废水贮存超30天的要求。

按照《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）标准要求所含核素

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：本次验收 $^{99m}\text{Tc}$ 显像诊断项目所产生的放射废液暂存时间超过30天后可直接解控排放。

### ②含放射性的固体废物

核医学项目诊疗过程中，放射性药物的操作会产生少量受放射性污染的固体废物，如一次性注射器、一次性手套、绷带、敷料、滤纸等带有微量放射性同位素的医疗固体废弃物。

经与医院核实，本项目显像检查放射性废物产生量按0.02kg/人次计算，本项目产生的放射性废物不超过2kg/周，年产生量约为100kg，产生的放射性固废暂存在放射性废物筒内的专用塑料袋中，放射性废物每袋重量不超过20kg，装满废物的塑料袋应密封后及时转送至放射性废物暂存间贮存，暂存时间超过30天，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， $\alpha$ 表面污染小于 $0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$ 、 $\beta$ 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进行统一处理。本项目工作场所铅废物桶均设置有电离辐射警告标志（见图3-7）。

清洁解控后的医疗废物做好标号，并分类暂存于医院医疗废物暂存间。



图 3-7 放射性废物桶

### ③废气处理措施

核医学项目本身在使用放射性同位素过程中不产生放射性气体，但核素在操作过程中会有极少量放射性核素挥发产生放射性气溶胶。本项目中放射性药物暂存在通风橱（见图3-8）内，通风橱内设专用通风管道，排风方向为

低放射性活性区至高活性区，然后排至医技楼楼顶，满足《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）中的要求。医院应定期检查通风橱的通风量。



图 3-8 通风橱

#### （7）非放污染防治

本项目机房内空气在X射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，SPECT/CT机房通过机械排风装置将室内有害气体排入大气。

本项目非密封放射性物质工作场所运行时不产生噪音，工作场所的送风风机位于SPECT/CT等候区顶部，排风风机位于更衣、缓冲间顶部（位于室内），均采用单速高效静音式管道风机。另外，核医学科工作场所外西侧将使用1台多联机空调室外机（安装于室外，楼梯间西侧），其噪声源强为61dB（A），所以该多联机空调室外机是该项目的主要噪声源，在采取隔声、减震等措施后，对敏感目标没有影响。

#### （8）人员监护

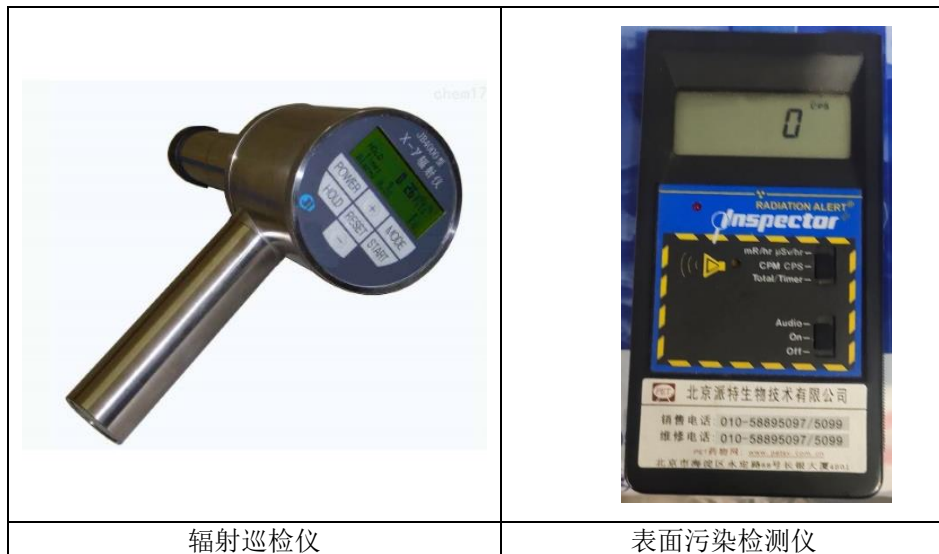
医院为本项目配备10名辐射工作人员（名单见表3-4），满足本项目SPECT/CT配置要求。本项目辐射工作人员均已参加相关部门组织的辐射安全与防护培训，并且考核均为合格，培训证书及健康证明见附件7。

表3-5 本项目配备的职业人员名单

姓名	性别	工种	岗位	培训合格证书编号	工作场所
程义壮	男	主任医师	诊断	皖 2014081049	核医学科

刘学公	男	主任医师	诊断	皖 2014111085	核医学科
夏俊勇	男	副主任医师	诊断	皖 2014131078	核医学科
姚晓波	男	副主任医师	诊断	皖 2014111087	核医学科
张然	男	主治医师	诊断	皖 2014111089	核医学科
卞岍雨	女	主治医师	操作、摆位	皖 2014081053	核医学科
罗玲玲	女	主治医师	诊断	皖 2014081052	核医学科
肖林林	女	主治医师	操作、摆位	皖 2018091029	核医学科
胡津津	女	护师	分装、注射	皖 2014111088	核医学科
邵小红	女	护士	分装、注射	皖 2014121077	核医学科

医院已安排工作人员进行健康体检及个人剂量监测，建立个人职业健康监护档案和个人剂量档案，详见附件7、附件8。医院已为本项目配备1台辐射巡测仪，1台表面污染检测仪，1套活度计，见图3-9。医院为本项目工作人员配备了个人剂量计，辐射工作人员均参加了职业健康检查及辐射安全与防护知识培训后上岗操作。医院配备的辐射巡测仪、表面污染检测仪、套活度计等检测仪器均通过检定/校准，检定/校准证书见附件10。





					
活度计					
图 3-9 本项目配备辐射剂量检测仪器					
(9) 非密封放射性物质工作场所其他防护措施					
<p>医院已在储源废物室设置有储源铅罐和放射性废物储存桶，在注射室设置有通风橱、手提式屏蔽箱、注射器转运盒及注射器防护套，在注射候诊室和留观室设置铅防护屏。各类设施详情见表3-6，各类设施实物图见图3-10。</p>					
表3-6 本项目各类设施一览表					
<b>防护用品</b>					
序号	防护用品名称	铅当量 (mmPb)	数量	设置场所	
1	分装柜	20	1个	注射分装室	
2	储源铅罐	10	2个	储源废物室	
3	手提式屏蔽箱	5	1个	注射分装室	
4	注射器转运盒	5	1个	注射分装室	
5	注射器屏蔽套	4	3个	注射分装室	
6	铅防护屏	10	3个	注射后候诊室	
7	放射性废物储存桶	10	4个	储源废物室	
<b>监测仪器</b>					
序号	设备名称	规格及型号	数量	生产厂家	设备状态
1	辐射巡检仪	JB4000	1台	上海精博	正常使用
2	表面污染检测仪	Inspector	1台	美国Medcom	正常使用
3	活度计	CRC-55tR	1套	苏州中民辐安仪器有限公司	正常使用

	
<p>通风橱</p>	<p>储源铅罐</p>
	
<p>铅转运防护罐</p>	<p>注射器屏蔽防护套</p>
	
<p>放射性废物桶</p>	<p>手提式屏蔽箱</p>
	
<p>候诊室铅屏风</p>	

图 3-10 本项目各类设施实物图

#### 4、辐射安全管理制度

医院根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，针对所开展的放射性诊疗活动制定了相应的辐射安全与防护管理制度，清单如下：

- 1) 《关于调整中国科大附一院（安徽省立医院）放射防护委员会的通知》
- 2) 《中国科学技术大学附属第一医院（安徽省立医院）辐射事故应急处理办法》
- 3) 《辐射安全和防护管理制度》
- 4) 《射线装置性能及其放射工作场所防护监测制度》
- 5) 《放射防护自主检测与管理制度》
- 6) 《个人剂量检测管理制度》
- 7) 《放射源管理制度》
- 8) 《放射工作人员放射防护知识培训制度》
- 9) 《放射工作人员职业健康管理制制度》
- 10) 《放射性废物的处置制度》
- 11) 《放射性药物控制制度》
- 12) 《核医学质量保证方案》

以上辐射安全与防护管理制度能够满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关要求。辐射安全规章制度管理机构及制度详见附件6。

#### 4.4辐射安全应急措施

医院根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中的规定，已建立相应的放射安全事故应急预案，对医院放射事故应急处理小组的职责、事故应急处理方案、事故调查及信息公开、以及应急保障、人员培训和演练等方面进行了规定，可以满足放射安全事故应急要求。



表3-7 本项目环评及批复落实情况一览表

检查项目	“三同时”措施	环评批复要求	执行情况	结论
辐射安全管理机构	已建立辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式下发。	建立辐射安全防护与环保管理机构或指定一名本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全管理工作。	已设有放射诊疗与辐射安全工作领导小组，见附件6。	已落实
辐射安全和防护措施	屏蔽措施：工作场所墙体采用 240mm 实心黏土砖墙、密度不低于 3.6g/cm <sup>3</sup> 的硫酸钡及铅板等防护材料，各防护门均采用铅防护门进行辐射防护。通风橱 2 套（20mmPb， <sup>99m</sup> Tc 用），（40mmPb， <sup>131</sup> I 用）等。	严格执行辐射防护和安全设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的环保“三同时”制度，确保辐射工作人员和公众的年受照有效剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中相应的剂量限值要求。	屏蔽措施：工作场所墙体采用 240mm 实心黏土砖墙、密度不低于 3.6g/cm <sup>3</sup> 的硫酸钡及铅板等防护材料，各防护门均采用铅防护门进行辐射防护。通风橱 1 套（20mmPb， <sup>99m</sup> Tc 用）等。	已落实
	安全措施（连锁装置、警示标志、工作指示灯等）： 核医学科控制区入口处、放射性废物桶表面设置电离辐射警告标志；设置并联式放射性废水衰变池，其总容积为 165m <sup>3</sup> 。配备 1 套对讲装置，1 套监控系统，门禁系统等。	定期检查辐射工作场所工作指示灯、电离辐射警告标志等安全设施，以及个人剂量报警仪等辐射监测设备，确保正常工作。/	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、注射室、废物库、注射后候诊室、留观室门口）、放射性废物桶表面设置电离辐射警告标志，同时在 SPECT/CT 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；医院在工作场所的控制区患者走廊内安装监控及广播设备，通过监控及广播设备对控制区内用药后患者进行有序管理，以减少患者因聚集或者误入导致额外增加对周围的辐射影响。 设置并联式放射性废水衰变池，其总容积为 165m <sup>3</sup> 。配备 1 套对讲装置，1 套监控系统，门禁系统等。	已落实

检查项目	“三同时”措施	环评批复要求	执行情况	结论
人员配备	辐射安全管理人员和辐射工作人员均可通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规并考核，考核合格后上岗。	对辐射工作人员进行岗位技能和辐射安全与防护知识的培训，并经考核合格后方可上岗，建立个人剂量档案和职业健康档案，配备必要的个人防护用品。辐射工作人员工作时须随身携带辐射报警仪和个人剂量计。	本项目配备的 10 名辐射工作人员均参加辐射安全培训，考核合格后持证上岗；取得辐射安全合格证书的人员，并定期接受一次再培训。	已落实
	辐射工作人员在上岗前佩戴个人剂量计，并定期送检，加强个人剂量监测，建立个人剂量档案。		医院已委托安徽恒准环境检测研究院有限公司对 10 名辐射工作人员进行个人剂量监测，并建立个人剂量档案，检测报告见附件 8。	已落实
	辐射工作人员定期进行职业健康体检，并建立放射工作人员职业健康档案。		10 名辐射工作人员在上岗前进行职业健康体检，体检结论均为“可继续从事原放射工作”，并已建立职业健康档案。	已落实
监测仪器和防护用品	拟配备表面沾污仪1台，辐射巡检仪1台。		已配备 1 台巡检仪，1 台表面沾污仪定期对项目周围辐射水平进行监测。	已落实
	护士配铅围裙、铅围脖、铅眼镜、铅帽等个人用品；患者配备铅三角巾，至少1套。		已配备铅围裙、铅围脖、铅眼镜、铅帽等个人用品等。	已落实
辐射安全管理制度	制定操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、辐射事故应急措施等制度；根据环评要求，按照项目的实际情况，补充相关内容，建立完善、内容全面、具有可操作性的辐射安全规章制度。	建立健全辐射安全与防护规章制度并严格执行。	已制定辐射安全制度：《关于调整中国科大附一院（安徽省立医院）放射防护委员会的通知》、《中国科学技术大学附属第一医院（安徽省立医院）辐射事故应急处理办法》、《辐射安全和防护管理制度》、《射线装置性能及其放射工作场所防护监测制度》、《放射防护自主检测与管理制度》、《个人剂量检测管理制度》、《放射源管理制度》、《放射工作人员放射防护知识培训制度》、《放射工作人员职业健康管理制度》、《放射性废物的处置制度》、《放射	已落实

检查项目	“三同时”措施	环评批复要求	执行情况	结论
			性药物控制制度》、《核医学质量保证方案》。详见附件6。	

## 表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

## 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定：

## 1、环境影响报告书（表）主要结论与建议：

## 表13 结论与建议

## 结论

## 1) 项目概况：

项目名称：安徽省立医院核医学科建设项目

设计单位：东华工程科技股份有限公司（布局、防护、暖通），华克医疗科技（北京）股份公司（衰变池）

建设单位：安徽省立医院

建设地点：安徽省合肥市庐阳区庐江路17号

建设内容与规模：

本项目位于安徽省合肥市庐江路 17 号安徽省立医院院区内，在医院医技楼一层新增 1 处乙级非密封放射性物质工作场所，使用放射性同位素  $^{99m}\text{Tc}$  和  $^{131}\text{I}$  开展 SPECT/CT 显像诊断。本次拟申请新增辐射项目内容见表 13-1。

表 13-1 安徽省立医院核医学科建设项目情况一览表

非密封放射性物质							
序号	工作场所名称	场所等级	核素	日最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	活动种类	用途
1	SPECT/CT 影像中心	乙级	$^{99m}\text{Tc}$	$2.22 \times 10^{10}$	$5.55 \times 10^{12}$	使用	核素显像
2			$^{131}\text{I}$	$1.48 \times 10^9$	$3.70 \times 10^{11}$	使用	核素显像
射线装置							
序号	射线装置名称	装置型号	最大管电压	最大管电流	射线装置类别	活动种类	备注
1	SPECT/CT	西门子 Symbia Intevo16	130kV	345mA	III	使用	/
2	SPECT/CT	未定	$\leq 140\text{kV}$	$\leq 440\text{mA}$	III	使用	/

## 2) 项目产业政策符合性：

本项目系核技术应用项目在医学领域内的运用。根据国家发展和改革委员会2019年第29号令《产业结构调整指导目录（2019年本）》，属于鼓励类中第三十七项“卫生健康”的第5条“医疗卫生服务设施建设”，是目前国家鼓励发展的新技术应用项目。本项目的运营可为合肥市及周边病人提供诊疗服务，是提高人民群众生活质量，提高全市医疗卫生水平和建设小康设备的重要内

容，本项目具有放射实践的正当性，符合现行的国家产业政策。

### 3) 实践正当性:

安徽省立医院核医学科建设项目的目的是为了对病人进行医学诊断。在采取了相应的辐射防护措施后，项目所致的辐射危害可得到有效控制，项目实施的利益大于代价，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的辐射防护“实践的正当性”原则。

### 4) 项目选址及平面布局合理性:

本项目辐射工作场所50m范围除南侧部分位于医院围墙外，其余方向均位于医院院区内。且核医学科设有专用的候诊区域，就诊通道。医院综合考虑项目特点和对周围环境可能存在的影响，该项目建设通过墙体的屏蔽后，项目运营对周围环境影响较小。综上所述，本项目总平面布置总体合理。

### 5) 区域环境质量现状:

根据监测结果，本项目拟建位置周围环境辐射剂量当量率监测值在（96~121）nSv/h之间，周围 $\gamma$ 辐射剂量当量率与空气吸收剂量率数值基本相当，转换因子取1，则拟建址现场及周边环境的空气吸收剂量率为（96~121）nGy/h。根据《安徽省环境状况公报》（2019年）中数据显示，全省 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率（含宇宙射线贡献值）平均值为101nGy/h，范围为（60~130）nGy/h，由此可知，本项目拟建址区域周围辐射环境监测值与安徽省天然贯穿辐射水平相当，属于正常本底范围。

### 6) 代价利益分析:

安徽省立医院核医学科建设项目符合区域医疗服务需要，能有效提高区域医疗服务水平，核技术在医学上的应用有利于提高疾病的诊断正确率和治疗效果，能有效减少患者疼痛和对患者损伤，总体上大大节省了医疗费用，争取了宝贵的治疗时间，该项目在保障病人健康的同时也为医院创造了更大的经济效益。

为保护该项目周边其他科室工作人员和公众，对核医学科建设项目加强了防护，从剂量预测结果可知，项目致工作人员所受附加剂量小于5mSv、公众年所受附加剂量小于0.25mSv，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”及本项目管理约束值的要求。因

此，从代价利益分析看，该项目是正当可行的。

### 7) 工作场所屏蔽措施

本项目核医学工作场所采用实心黏土砖墙、混凝土墙体及铅防护门等材料进行屏蔽，经理论计算其对周围环境的影响均能够满足国家相关标准要求。

### 8) 辐射安全措施

#### 1、电离辐射警告标志

医院拟将工作场所划分为控制区和监督区，在控制区入口处拟设置符合规范的电离辐射警告标志；

#### 2、对控制区内带药病人的监督管理

医院应做好本项目控制区的监督管理工作，防止无关人员入内；加强对控制区内分装或服用放射性药物病人的监督管理，避免其给药后随意走动；同时应告知检查完成后病人离开路线，防止其对公众造成不必要照射。

#### 3、“两区”内安全防护措施规定

工作人员离开工作室前洗手和作表面污染监测，如其污染水平超过规定限值，采取去污措施。从控制区取出任何物件都应进行表面污染水平监测，以保证超过规定限值的物件不携出控制区。

### 9) 环境影响分析结论

#### 1、正常工况下辐射环境影响

##### (1) 辐射环境影响分析结论

在严格落实相关要求后，本项目所致职业人员年剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的辐射剂量限值要求，也满足本报告提出的照射剂量约束值（工作人员5mSv/a、公众照射0.25mSv/a）。评价结果表明本项目辐射工作场所的防护性能符合要求。

##### (2) 非放环境影响分析结论

该项目投入运行后，院区内主要环境保护目标处声环境预测值与声环境现状相比增量很小，与现状调查时检测结果对比噪声贡献值很小，且该项目噪声随着距离的增加而减小，且经墙体隔声后，该项目多联机室外机的噪声对声环境质量影响较小。

## 2、事故工况下环境影响

经分析，本项目可能发生的辐射事故等级为一般辐射事故。环评认为，针对本项目可能发生的辐射事故，安徽省立医院按相关规定和本环评要求对已制定的《放射事件应急预案》进行补充完善后，能够有效控制并消除事故影响。

### 10) 射线装置使用与安全管理的综合能力

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

### 11) 项目环境可行性结论

综上所述，本项目符合国家产业政策，项目选址及平面布局合理。项目拟采取的辐射防护措施技术可行，措施有效；项目制定的管理制度、事故防范措施及应急方法等能够有效的避免或减少工作人员和公众的辐射危害。在认真落实项目工艺设计及本报告表提出的相应防护对策和措施，严格执行“三同时”制度，严格执行辐射防护的有关规定，辐射工作人员和公众所受照射剂量可满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的剂量限值和本环评提出的剂量管理约束值。放射性“三废”及非辐射环境影响均可满足国家标准的要求。评价认为，从辐射安全与防护以及环境影响角度分析，本项目建设是可行的。

### 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、医院应根据实际情况不定期更新医院辐射安全相关制度。

3、定期进行辐射工作场所的自测，发现异常时应及时调查、及时整改，严格执行相关规定，个人剂量定期（不得超过90天）送有资质单位检测，保

证个人剂量监测报告的有效性 & 准确性。定期审查辐射工作人员个人剂量报告，发现异常及时调查并记录调查结果，调查结果应有被调查人签字确认。

4、完善辐射工作人员管理，建立辐射工作人员职业健康档案，并对新进的辐射工作人员及时根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部，公告2019年第57号）：“自2020年1月1日起，新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过生态环境部‘核技术利用辐射安全与防护培训平台’（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）报名并参加考核。2020年1月1日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效”。本项目拟新增的辐射工作人员须在生态环境部“核技术利用辐射安全与防护培训平台”报名参加辐射安全与防护相关知识的学习，并参加考核，考核合格后方可上岗。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，考核合格的人员，每5年接受一次再学习考核。

## 2、审批部门审批决定

安徽省立医院：

《安徽省立医院核医学科建设项目环境影响报告表》（以下简称《报告表》）收悉。经审查，本项目符合你院发展及周边区域医疗需要，具备辐射实践正当性，对周边环境、公众和工作人员的影响均在国家规定的标准内，从生态环境保护的角度，我厅原则同意项目建设。参考省环境工程评估中心环评估函[2020]182号评估意见，提出意见如下：

### 一、建设项目内容

你院拟对合肥市庐阳区庐江路17号院区医技楼一层闲置房间进行改造，开展核素显影诊断使用I-131核素（日等效最大操作量 $1.48E+8Bq$ ，年最大使用量 $3.7E+11Bq$ ）和Tc-99m核素（日等效最大操作量 $2.22E+7Bq$ ，年最大使用量 $5.55E+12Bq$ ），配套使用2台SPECT/CT（属III类射线装置），同时修建间歇式衰变池等设施。经核算，核素显像诊断场所整体属于乙级非密封放射性物质工作场所。

### 二、施工期重点关注事项

（一）各辐射工作场所防护措施应严格按照《报告表》及工程设计图要求装修改造。确保施工安全及机房周边防护满足相关标准要求。



（二）项目施工期间，你院应严格控制施工场地、施工机械和车辆运输扬尘及噪声等对环境的影响，合理安排施工工期，避免再中午和夜间使用高噪声设备施工。

### 三、运行期重点关注事项

（一）你院应及时调整辐射安全管理体系。你院使用放射源、非密封放射性物质和射线装置，核技术利用项目属安徽省前列，且涉及多个种类，本项目开展后应适时修订操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度。制定完善、可执行的辐射应急预案。

（二）你院应加强辐射工作人员队伍建设。本项目新增人员上岗前应通过职业健康体检、核技术利用辐射安全与防护考核，同时落实个人剂量监测和离岗人员体检等工作，对于体检结果异常人员，应立即停止辐射相关工作，及时安排复测。按照《医用X射线诊断放射防护要求》（GB130-2013）表4，为义务人员和受检者配备相应的个人防护用品和辅助防护用品。

（三）你院应加强放射性药品管理。放射性药物领取、使用、归还时应进行登记、检查，做到账务相符。含放射性核素的废水应通过独立排水管道，经衰变池后进入污水处理站，严禁擅自改变排放方式，防止造成放射性污染。放射性废物需暂存10个半衰期且达到豁免水平后方能按照医疗废物处置。

（四）核素治疗场所应严格按照环评文件划分控制区、监督区，规定医患流通方向，防止人员误入及放谁选哪个交叉沾污。严格按照许可使用量购买放射性药品，并建立接收、领用、使用和放射性废物产生、贮存、处置等台账记录。

四、请在本项目任意核素或设备运行前向我厅申请重新核发辐射安全许可证，并及时自行开展环保设施竣工验收。

## 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 12。

#### 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	刘彧好	SHFSJ0583（电离类）	2019.11.28
2	张晋	SHFSJ0743（电离类）	2020.9.30

#### 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/型号	仪器编号	主要技术参数
1	X-γ 辐射巡测仪 (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：2022.3.5~2023.3.4
2	风速仪	NJRS-136	检定证书编号：H2022-0040653 检定有效期限：2022.5.24~2023.5.23
3	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：检定字第 202204002138 号 检定有效期限：2022.04.10~2023.04.9

#### 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12），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，仪器读数稳定后，每个点位读取10个数据，读取间隔不小于10s。每组数据计算每个点位的平均值并计算标准差。

## 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。

## 6、医院日常检测质量控制

医院已为本项目制定了《辐射环境监测方案》等规章制度，以保证日常自检的质量控制。检测仪器均经过检定/校准，见附件10。

## 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6月13日，南京瑞森辐射技术有限公司对安徽省立医院核医学科建设项目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

被检设备（场所）信息					
序号	设备名称	设备型号	设备参数	检测工况*	使用场所
1	SPECT/CT	西门子 Symbia Intevo16	120kV/345mA	120kV/300mAs CT 扫描、诊断床上放 置20mCi <sup>199m</sup> Tc药物	核医学科
被检场所信息					
序号	场所名称	检测工况*			
1	核医学工作场所	1.各功能房放置药量为 $7.4 \times 10^8$ Bq（20mCi）的 <sup>99m</sup> Tc药物； 2.通风橱内放置 $1.48 \times 10^9$ Bq（40mCi）的 <sup>99m</sup> Tc药物。			

\*：次验收为分期验收，验收时仅一台SPECT/CT投入使用，使用<sup>99m</sup>Tc药物开展核素显像诊断；目前日接诊量最大为2~3人次。

#### 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工作场所X-γ辐射剂量率和β表面污染水平。

#### 3、监测点位

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

#### 4、监测分析方法

本次监测按照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）、《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-021）、《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）、《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）和《公共场所集中空调通风系统卫生规范》（WS 394-

2012）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求进行监测、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：安徽省立医院

监测实施单位：南京瑞森辐射技术有限公司

监测日期：2022年6月13日

天气：多云，（26~29）℃，（67~88）%RH

监测因子：X-γ辐射剂量率，β表面污染水平

验收监测期间生产工况见表7-1。

表7-1 本项目验收监测期间生产工况

被检设备（场所）信息					
序号	设备名称	设备型号	设备参数	检测工况*	使用场所
1	SPECT/CT	西门子 Symbia Intevo16	120kV/345mA	120kV/300mAs CT 扫描、诊断床上放 置20mCi <sup>199m</sup> Tc药物	核医学科
被检场所信息					
序号	场所名称	检测工况*			
1	核医学工作场所	1.各功能房放置药量为 $7.4 \times 10^8$ Bq（20mCi）的 <sup>99m</sup> Tc药物； 2.通风橱内放置 $1.48 \times 10^9$ Bq（40mCi）的 <sup>99m</sup> Tc药物。			

\*：次验收为分期验收，验收时仅一台SPECT/CT投入使用，使用<sup>99m</sup>Tc药物开展核素显像诊断；目前日接诊量最大为2~3人次。

## 验收监测结果：

## 1、辐射防护监测结果

本次监测结果详见附件 11。本项目 SPECT/CT 机房周围环境 X-γ 辐射剂量率检测结果见表 7-2，监测点位见图 7-1。

表7-2 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(μSv/h)	设备状态
1	公众区	0.14	关机
2	观察窗外30cm处（左缝）	0.16	开机
3	观察窗外30cm处（中间）	0.15	开机

4	观察窗外30cm处（右缝）	0.16	开机
5	观察窗外30cm处（上缝）	0.15	开机
6	观察窗外30cm处（下缝）	0.14	开机
7	操作位	0.16	开机
8	东门外30cm处（左缝）	0.19	开机
9	东门外30cm处（中间）	0.18	开机
10	东门外30cm处（右缝）	0.17	开机
11	东门外30cm处（上缝）	0.17	开机
12	东门外30cm处（下缝）	0.19	开机
13	南墙外30cm处	0.21	开机
14	南墙外30cm处	0.23	开机
15	西墙外30cm处	0.13	开机 (控制区内)
16	西墙外30cm处	0.14	
17	西门外30cm处（左缝）	0.15	
18	西门外30cm处（中间）	0.14	
19	西门外30cm处（右缝）	0.13	
20	西门外30cm处（上缝）	0.14	
21	西门外30cm处（下缝）	0.16	
22	北墙外30cm处	0.14	
23	北墙外30cm处	0.14	
24	距机房楼上地面100cm处	0.14	
25	距机房楼上地面100cm处	0.14	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	0.13	开机

注：1.测量结果未扣除环境本底值；

2.检测点位见附图7-1。

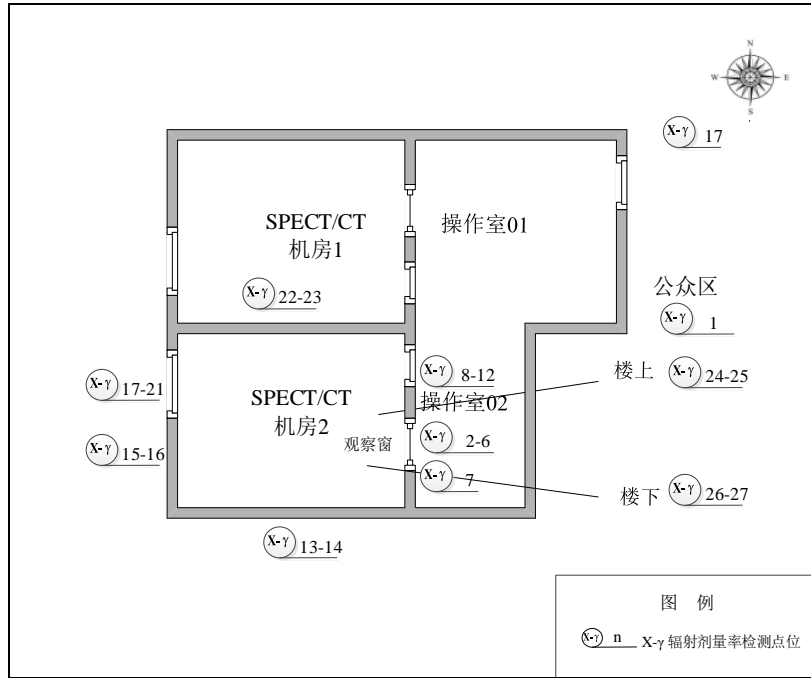


图7-1 SPECT/CT机房周围监测布点图

本次检测，1台SPECT/CT（型号：西门子Symbia Intevo16）进行CT扫描（工况：120kV/300mAs，扫描时，诊断床上放置20mCi<sup>99m</sup>Tc药物）时，机房周围的X-γ辐射剂量当量率为（0.13~0.19）μSv/h，符合《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）和《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的标准要求。

本项目核医学工作场所环境X-γ辐射剂量率检测结果见表7-3，监测点位见图7-2。

表7-3 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2地面	0.14	—
2	SPECT/CT机房2诊断床表面	0.14	—
3	卫生间地面	0.13	—



4	观察室地面	0.13	—
5	候诊区1地面	0.14	—
6	候诊区2地面	0.14	—
7	注射室地面	0.15	—
8	通风橱表面	0.14	—
9	注射窗表面	0.16	—
10	抢救室地面	0.14	—
11	储源室地面	0.18	—
12	内廊地面	0.15	—
13	更衣、缓冲间地面	0.14	—
14	公众区	0.13	—

注：1.测量结果未扣除环境本底值；

2.检测点位见附图 7-2。

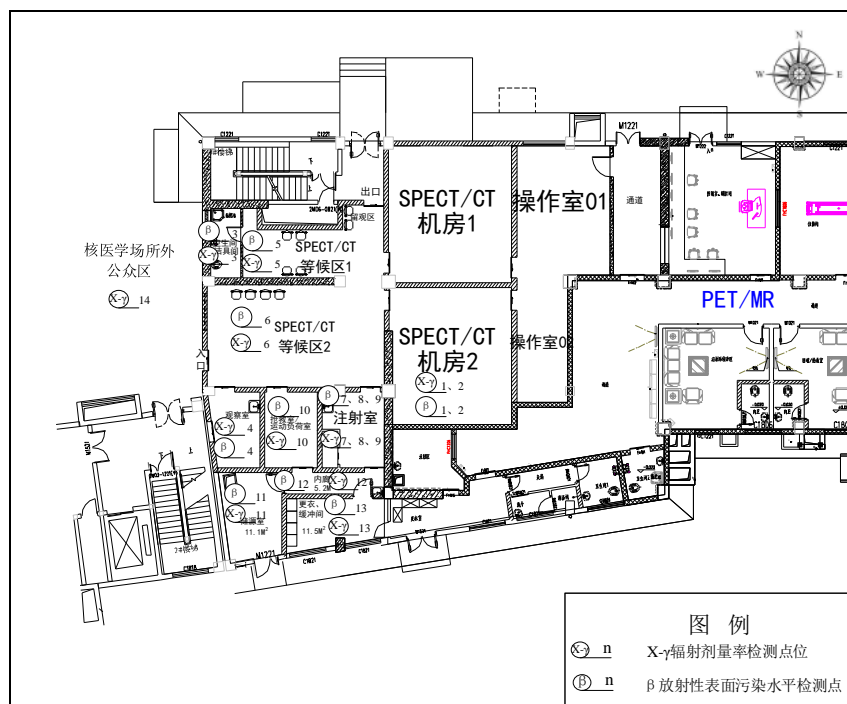


图7-2 核医学工作场所X-γ辐射剂量率及放射性表面污染水平监测布点图

本次检测，该核医学工作场所X- $\gamma$ 辐射剂量当量率为（0.13~0.18） $\mu\text{Sv/h}$ ，符合《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）和《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）的要求。

本项目核医学工作场所放射性表面污染水平检测结果见表7-4，监测点位见图7-2。

表7-4 核医学工作场所放射性表面污染水平检测结果

测点编号	点位描述	表面 $\beta$ 放射性污染测量结果(Bq/cm <sup>2</sup> )	备注
1	SPECT/CT机房2地面	0.07	—
2	SPECT/CT机房2诊断床表面	0.05	—
3	卫生间地面	0.03	—
4	观察室地面	0.07	—
5	候诊区1地面	<0.02	—
6	候诊区2地面	0.03	—
7	注射室地面	0.03	—
8	通风橱表面	0.07	—
9	注射窗表面	0.05	—
10	抢救室地面	<0.02	—
11	储源室地面	0.08	—
12	内廊地面	<0.02	—
13	更衣、缓冲间地面	<0.02	—

注：1.放射性表面污染水平探测下限（LLD）为 0.02Bq/cm<sup>2</sup>；

2.检测点位见附图 7-2。

本次检测，该核医学工作场所 $\beta$ 放射性表面污染水平均（<0.02~0.08）Bq/cm<sup>2</sup>，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）中放射性表面污染控制水平。

本项目核医学工作场所周围X- $\gamma$ 辐射剂量当量率检测结果见表7-5，监测点位见图7-3。

表7-5 核医学工作场所周围X-γ辐射剂量率检测结果

测点编号	检测点位描述	测量结果 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	备注
1	控制区入口防护门外 30cm 处（左缝）	0.16	药物在SPECT/CT 候诊区二
2	控制区入口防护门外 30cm 处（中间）	0.15	
3	控制区入口防护门外 30cm 处（右缝）	0.14	
4	控制区入口防护门外 30cm 处（上缝）	0.14	
5	控制区入口防护门外 30cm 处（下缝）	0.16	
6	SPECT/CT 候诊区二南墙外 30cm 处	0.15	
7	SPECT/CT 候诊区二西墙外 30cm 处	0.14	
8	SPECT/CT 候诊区二北墙外 30cm 处	0.15	
9	控制区出口防护门外 30cm 处（左缝）	0.14	药物在SPECT/CT 候诊区一
10	控制区出口防护门外 30cm 处（中间）	0.13	
11	控制区出口防护门外 30cm 处（右缝）	0.13	
12	控制区出口防护门外30cm处（上缝）	0.12	
13	控制区出口防护门外30cm处（下缝）	0.15	
14	SPECT/CT候诊区一西墙外30cm处	0.15	
15	SPECT/CT候诊区一北墙外30cm处	0.15	
16	南防护门外30cm处（左缝）	0.12	药物在注射室内
17	南防护门外30cm处（中间）	0.13	
18	南防护门外30cm处（右缝）	0.15	
19	南防护门外30cm处（上缝）	0.15	
20	南防护门外30cm处（下缝）	0.16	

21	西防护门外30cm处（左缝）	0.12	
22	西防护门外30cm处（中间）	0.11	
23	西防护门外30cm处（右缝）	0.13	
24	西防护门外30cm处（上缝）	0.14	
25	西防护门外30cm处（下缝）	0.14	
26	注射室内东墙外30cm处	0.13	
27	注射室内南墙外30cm处	0.13	
28	注射室内西墙外30cm处	0.14	
29	注射室内北墙外30cm处	0.14	
30	北防护门外30cm处（左缝）	0.15	药物在抢救室内
31	北防护门外30cm处（中间）	0.15	
32	北防护门外30cm处（右缝）	0.14	
33	北防护门外30cm处（上缝）	0.15	
34	北防护门外30cm处（下缝）	0.14	
35	南防护门外30cm处（左缝）	0.12	
36	南防护门外30cm处（中间）	0.11	
37	南防护门外30cm处（右缝）	0.11	
38	南防护门外30cm处（上缝）	0.13	
39	南防护门外30cm处（下缝）	0.12	
40	抢救室内东墙外30cm处	0.12	
41	抢救室内南墙外30cm处	0.13	
42	抢救室内北墙外30cm处	0.13	

43	防护门外30cm处（左缝）	0.13	药物在观察室内
44	防护门外30cm处（中间）	0.14	
45	防护门外30cm处（右缝）	0.14	
46	防护门外30cm处（上缝）	0.13	
47	防护门外30cm处（下缝）	0.15	
48	观察室内南墙外30cm处	0.11	
49	观察室内西墙外30cm处	0.11	
50	观察室内北墙外30cm处	0.12	
51	注射台上侧观察窗	0.44	药物在注射台
52	注射台下侧观察窗	0.18	
53	注射台左手孔（关闭）	0.15	
54	注射台右手孔（关闭）	0.16	
55	注射台腹部	0.16	
56	注射台下部	0.15	
57	通风橱左侧	0.12	药物在通风橱内
58	通风橱右侧	0.13	
59	通风橱上侧	0.14	
60	通风橱观察窗	0.15	
61	通风橱腹部	0.14	
62	通风橱左手孔（关闭）	0.15	
63	通风橱右手孔（关闭）	0.17	
64	通风橱通风口下部	2.36	

65	废物桶外表面5cm处	0.14	药物在废物桶内
66	废物桶外表面1m处	0.13	
67	工作人员摆位处	43	药物在SPECT/CT 诊断床上
68	SPECT/CT等候区二楼上距地面100cm处	0.15	药物分别在对应的 功能房楼上
69	SPECT/CT等候区二楼上距地面100cm处	0.13	
70	注射室楼上距地面100cm处	0.13	
71	抢救室楼上距地面100cm处	0.12	
72	观察室楼上距地面100cm处	0.13	
73	SPECT/CT等候区二楼下距地面170cm处	0.14	药物分别在对应的 功能房楼下
74	SPECT/CT等候区二楼下距地面170cm处	0.14	
75	注射室楼下距地面170cm处	0.13	
76	抢救室楼下距地面170cm处	0.13	
77	观察室楼下距地面170cm处	0.14	
78	衰变池防护门外30cm处（左缝）	0.14	/
79	衰变池防护门外30cm处（中间）	0.14	
80	衰变池防护门外30cm处（右缝）	0.14	
81	核医学科外公众区	0.13	/

注：1.测量结果未扣除环境本底值；

2.放置药量为 $7.4 \times 10^8 \text{Bq}$ （20mCi）的 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 药物；

3.摆位时，诊断床上模体内放置 $7.4 \times 10^8 \text{Bq}$ （20mCi）的 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 药物；分装药物时，通风橱内放置 $1.48 \times 10^9 \text{Bq}$ （40mCi）的 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 药物。

4.检测点位见附图7-3。

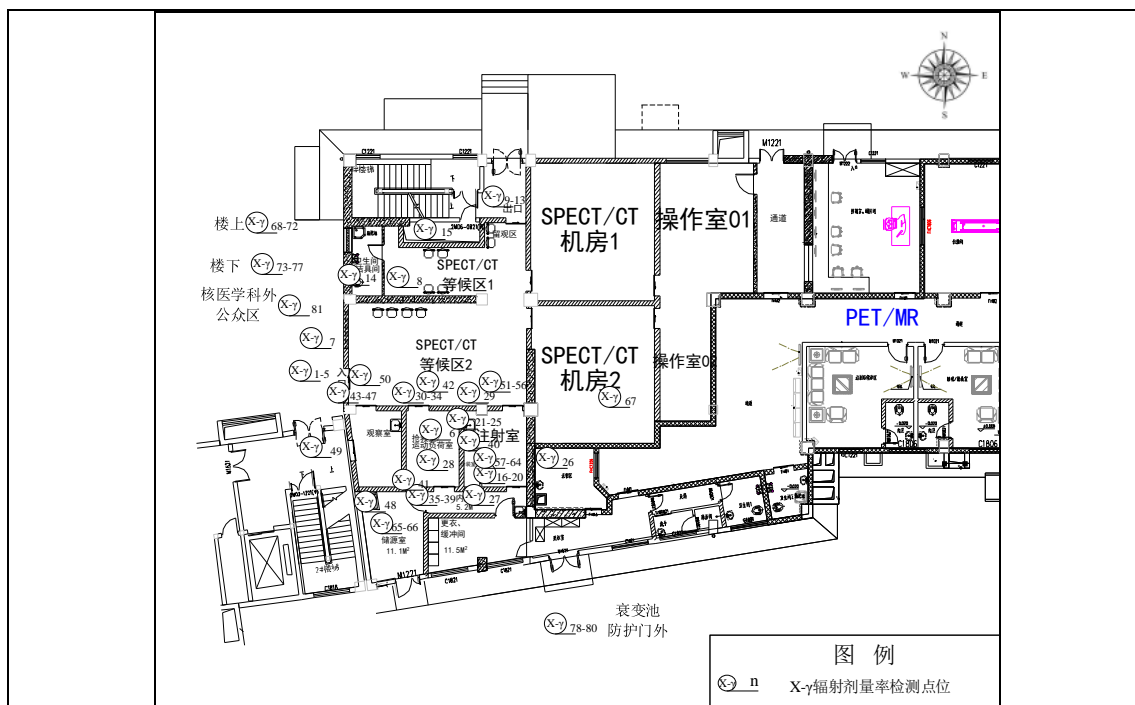


图7-3 核医学工作场所周围X-γ辐射剂量率监测布点图

本次检测，该核医学工作场所周围的X-γ辐射剂量当量率符合《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》（HJ1188-2021）的标准要求。

本项目核医学工作场所通风橱风速监测结果见表7-6，监测点位见图7-4。

表7-6 核医学工作场所通风橱风速检测结果

点位描述	测量结果（m/s）	
通风橱	左侧操作口	3.3
	右侧操作口	3.3

注：通风橱风速检测点位见附图7-4。

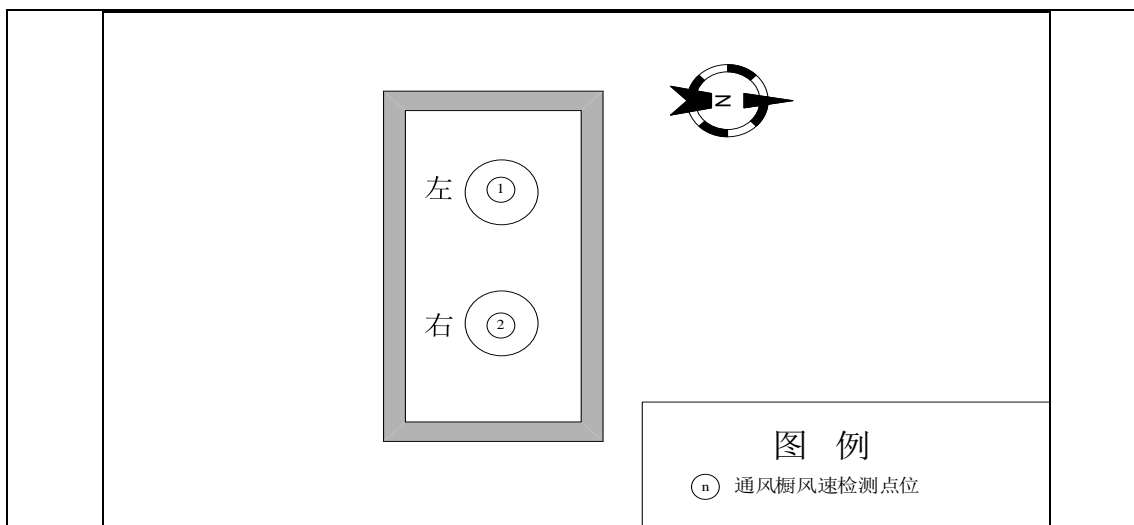


图7-4 核医学工作场所通风橱监测布点图

本次检测，该核医学工作场所通风橱操作口风速分别为3.3m/s和3.3m/s，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》（HJ1188-2021）的标准要求。

## 2、辐射工作人员和公众年有效剂量分析

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

### 1) 辐射工作人员

目前安徽省立医院为本项目配备10名辐射工作人员，满足核医学日常工作的配置要求。采用个人累计剂量监测结果计算其年有效剂量。根据医院提供的2021年四个季度个人剂量监测报告，报告编号为：AHHZJC-J-20210687、AHHZJC-J-20211257、AHHZJC-J-20211900和AHHZJC-J-20220223，其辐射工作人员个人累积剂量监测结果见表7-7。

表 7-7 辐射工作人员个人累积剂量监测结果

姓名	工种	2021年				人员半年受照剂量 (mSv/a)	管理目标值 (mSv/a)
		第一季度	第二季度	第三季度	第四季度		
程义壮	主任医师	0.372	0.159	0.081	0.104	0.716	5
刘学公	主任医师	0.644	0.098	0.082	0.089	0.913	5
夏俊勇	副主任医师	0.437	0.214	0.140	0.154	0.945	5



姚晓波	副主任 医师	1.091	0.215	0.330	0.175	1.811	5
张然	主治医 师	0.912	0.137	0.153	0.131	1.333	5
卞妍雨	主治医 师	0.785	0.152	0.160	0.183	1.280	5
罗玲玲	主治医 师	0.867	0.199	0.126	0.151	1.343	5
肖林林	主治医 师	1.396	0.231	0.161	0.173	1.961	5
胡津津	护师	0.897	0.178	0.189	0.158	1.422	5
邵小红	护士	0.813	0.189	0.169	0.215	1.386	5

医院已为辐射工作人员进行个人剂量监测，并建立个人剂量档案。由表7-7可知，本项目辐射工作人员在原岗位2021年个人累积剂量最大为1.961 mSv。本项目开展后辐射工作人员个人剂量检测报告未取得。

根据本项目现场监测结果，对核医学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，SPECT/CT机房内按检查20min×30次×250天、注射室内按注射1min×30次×250天、注射后候诊区内按骨扫描：3h×20次×250天、留观室内按10min×30次×250天按进行计算，计算结果见表7-8。

表 7-8 核医学工作场所周围关注点位人员年有效剂量分析

序号	关注点位	最大监测 值(μSv/h)	人员性质	居留因 子	年工作时间 (h)	人员年有效 剂量(mSv/a)	目标管理值 (mSv/a)
1	观察窗外	0.16	职业人员	1	2500	0.4	5
2	操作位	0.16	职业人员	1	2500	0.4	5
3	SPECT/CT 机房 东门外	0.19	职业人员	1	2500	0.48	5
4	SPECT/CT 机房 南墙外	0.21	职业人员	1	2500	0.53	5
5	SPECT/CT 机房 东墙外	0.18	职业人员	1	2500	0.45	5
6	SPECT/CT 机房 北墙外	0.14	职业人员	1/16	2500	0.02	5
7	SPECT/CT 机房 楼上	0.14	公众	1/16	2500	0.02	0.25
8	SPECT/CT 机房 楼下	0.13	公众	1/16	2500	0.02	0.25
9	注射室	0.14	职业人员	1	125	0.02	5

9	注射室南门外	0.16	职业人员	1/8	125	<0.01	5
10	注射室西门外	0.14	职业人员	1/8	125	<0.01	5
11	注射室南墙外	0.13	职业人员	1/8	125	<0.01	5
12	注射室西墙外	0.14	职业人员	1/8	125	<0.01	5
13	候诊区2南墙外	0.15	职业人员	1/8	15000	2.25	5
14	工作人员摆位处	43	职业人员	1/4	125	1.34	5
15	药物分装处 (取药处)	2.36	职业人员	1	125	0.30	5

注：1.计算时未扣除环境本底剂量。

2.本项目管理目标值取国家标准的1/4作为剂量约束值：四肢年当量剂量取125 mSv/a，眼晶体年当量剂量取37.5 mSv/a。

3.工作人员的年有效剂量由公式 $E_{eff} = D \cdot t \cdot T \cdot U$ 进行估算，式中： $E_{eff}$ 为年有效剂量， $\dot{D}$ 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）。

4.四肢（手臂）剂量估算注射时剂量水平， $^{10m}\text{Ci}^{99m}\text{Tc}$ 药物1m处剂量水平约10uSv/h，估算时取0.1m处估算为2.2mSv/h，保守估计年有效剂量为2.2 mSv/h×6次×1min×250天，为55 mSv/a。

5.眼晶体剂量估算，保守取工作人员摆位和注射时剂量进行估算：摆位时剂量值43μSv/h（0.5m处），估算时取1m处，约10.75μSv/h，年有效剂量为10.75 μSv/h×6次×1min×250天，为0.27 mSv/a；注射时剂量2.2mSv/h（0.1m），及1m处剂量约为22.4μSv/h，则年有效剂量为22.4μSv/h×6次×1min×250天，为0.56 mSv/a。则工作人员眼晶体剂量为0.27 mSv/a +0.56 mSv/a，即为0.83 mSv/a。

由表7-8可知，核医学工作场所中辐射工作人员年有效剂量最大2.25mSv/a，本验收项目辐射工作人员年有效剂量均在职业人员20mSv/a和医院制定的个人剂量管理目标值（5.0mSv/a）范围以内。

## 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，由表7-8可知，核医学项目周围公众的年有效剂量公众年有效剂量最大为0.02mSv/a，本验收项目周围公众年有效剂量均在公众要求1mSv/a和医院制定的公众剂量管理目标值（0.25mSv/a）范围以内。

综上所述，核医学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，核医学项目辐射工作人员年有效剂量最大为2.25mSv/a；周围公众的年有效剂量公众年有效剂量最大为0.01mSv/a。辐射工作人员和公众年有效剂量能满足职业人员20mSv/a，公众1mSv/a的要求，并低于本项目管理目标值（职业

人员5mSv/a，公众0.25mSv/a）。

## 表八 验收监测结论

### 验收监测结论:

安徽省立医院核医学科建设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) 安徽省立医院在合肥市庐阳区庐江路17号医技楼一层扩建1处乙级非密封放射性物质工作，于SPECT/CT机房二内使用1台SPECT/CT（型号：西门子 Symbia Intevo16，最大管电压130kV，最大管电流345mA，属III类射线装置），同时使用放射性同位素<sup>99m</sup>Tc）开展核素显像诊断项目。目前SPECT/CT机房一未安装设备，<sup>131</sup>I核素显像项目还未开展。本项目实际建设内容与技术参数在环评及其批复范围以内。

本次验收项目环评中未建设完成部分，待建设完成后另行履行环保手续。

2) 本项目核医学科工作场所控制区和监督区划分合理，能有效避免受检者误入或非正常受照。

3) 核医学科工作场所屏蔽和防护措施已按照环评及批复要求落实，在正常工作条件下运行时，工作场所周围所有监测点位的X-γ辐射剂量率、核医学场所β放射性表面污染水平、通风橱通风风速等均能满足《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求。

4) 核医学科工作场所已按规定设置了工作指示灯、电离辐射警告标志，控制室设置了监视对讲装置，机房内设有急停按钮；已落实环评及批复中相关要求。

5) 核医学科建有衰变池，含有放射性同位素的废水统一集中到衰变池进行贮存，衰变池能够满足储存超过30天的贮存要求；设有多个放射性废物筒收集放射性废物，注射室设有通风橱及专用通风管道，排气口高于本建筑屋脊，排气口设置活性炭过滤装置和雨帽，满足核医学放射性废物处置要求；已落实环评及批复中相关要求。

6) 医院为本项目工作场所配备了1台巡检仪、1台表面污染检测仪和1套活度计等辐射监测仪器，配备了防护铅衣、防护铅围脖、铅眼镜、铅帽、铅

手套等防护用品，已落实环评及批复中相关要求。

7) 辐射工作人员均已通过辐射防护安全与防护知识培训考核，并获得培训合格证书；辐射工作人员已开展个人剂量监测和个人职业健康体检，并建立个人剂量和职业健康档案；医院具有辐射安全管理机构，并建立内部辐射安全管理规章制度及辐射应急预案，已落实环评及批复中相关要求。

综上所述，安徽省立医院核医学科建设项目满足环评及批复中有关辐射管理的要求，环境保护设施满足辐射防护与安全的要求，监测结果符合国家标准，满足《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》规定要求，建议通过验收。

**建议：**

1) 根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）中“6.2.2 操作放射性药物场所级别达到乙级应在手套箱中进行”，医院应将通风橱更换为手套箱。

2) 本项目运行后，应按照标准要求定期开展工作场所辐射水平监测

3) 建议按照HJ1188-2021要求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。

4) 对于衰变池贮存放射性废水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；如含核素半衰期大于24小时的核素，每年应对衰变池中的放射性废液进行检测。

5) 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；

6) 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。